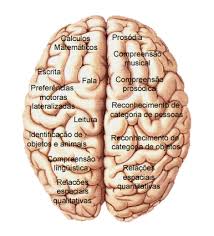
****

**Conceitos Fundamentais de Neurociências**

**Um estudo detalhado do livro *CEM BILHÕES DE NEURÔNIOS* de ROBERTO LENT**

**Pague por este livro uma compra para você de qualquer produto em quaisquer lojas que o bem seja entregue pelos CORREIOS**

****

**USE ESTE LIVRO COMO UM SITE DE BUSCA PROCURANDO AS PALAVRAS DESEJADAS QUE PARTEM DE SUA MENTE**

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [001] – O cérebro Humano**

O cérebro humano pode ser dividido para melhor compreensão em Sistema Nervoso Central (SNC) reativos a todas as estruturas dentro do crânio e da medula vertebral e Sistema Nervoso Periférico (SNP) reúne as demais estruturas de nervos distribuídas por todo o corpo humano. Mas o que de fato caracteriza um sistema nervoso é que nestas regiões concentram neurônios e gliócitos.

Os neurônios são responsáveis pelas transmissões e processamentos de sinais recebidos pelos sentidos na forma de estímulos, em que uma corrente na forma de pulsos migra das partes periféricas para as partes centrais do cérebro humano.

A principal função dos neurônios é a sinalização. Um neurônio possui três estruturas fundamentais: Dendritos (Corpo Celular) responsáveis por captar sinais de outros neurônios; Núcleo onde os processos vitais dos neurônios os mantêm vivos; Axônio (Calda do neurônio) onde as mensagens transmitidas através dos neurônios são encaminhadas dentro do sistema nervoso.

Através das sinapses são o processo por onde as comunicações neurais são processadas, no qual um axônio de um neurônio se encontra com os Dendritos de outro, criando uma zona de contato entre os dois, no qual as informações passam a correr, sempre num mesmo sentido e direção para o neurônio seguinte. Esse chip (sinapse) que libera acesso a uma mensagem entre duas células, é capaz de efetuar bloqueios ou modificar uma magnitude de transmissão de informações.

O pulso elétrico (pulso nervoso) gerado pelo neurônio é um sinal de comunicação criado pela membrana: sensível, rápido e invariável. Suas propriedades permitem deslocar pulsos por grandes distâncias com muita velocidade através dos axônios, nas intercomunicações com a fenda sináptica do neurônio seguinte.

Quando um pulso nervoso percorre todo um neurônio chegando na extremidade do axônio, ocorre uma emissão de mensagem química que encaminha neurotransmissores e neuromediadores para a fenda sináptica a fim de que a informação seja migrada de forma intacta ou modificada para a próxima célula.

Os gliócitos por sua vez são células não neurais, muito numerosas tanto quanto os neurônios, responsáveis pela infraestrutura e processamento de informações. Elas possuem materiais que servem de nutrientes para os neurônios, servem também como estrutura auxiliar na topografia neural, contribuem para a formação do tecido nervoso, funcionam como células imunitárias (proteção) e regulam a transmissão sináptica entre os neurônios.

Existem diversos tipos de neurônios que podem ser agrupados conforme as suas funcionalidades. Isto permite que dentro do crânio humano existam regiões com uma infinidade de funcionalidades distintas provocando diferenciais de conectividade e interação entre elas.

A informação descrita no parágrafo anterior permite analisar o ser humano através de ativação de uma série de funções ao mesmo tempo: como falar (linguagem), andar (motricidade), ver (visão) onde cada uma das funções representa uma ativação de uma parte específica do sistema nervoso que operam de forma coordenada, onde se pode pensar em uma teoria da localização de funções no Sistema Nervoso – SN.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [002] – Há várias maneiras de ver o Cérebro**

Da mesma forma que o mundo pode ser visualizado através de várias percepções distintas, o cérebro humano também segue a mesma regra. Conforme a perspectiva que uma pessoa se condiciona a explorar o mundo sua visão fica alterada em contingenciar de forma mais duradoura ou não a informação que apreende para o seu desenvolvimento.

De forma que a visão de um matemático sobre o mundo difere de um cientista, de um psicólogo ou de uma pessoa da cadeira do direito. E quando confrontados sobre um mesmo fenômeno cada um irá se posicionar segundo o alinhamento conceitual ao qual está acostumado a interagir dentro do seu processo de linguagem a fim de sua abordagem possa ser compreendida na sua relação para com o mundo.

Da mesma forma, o cérebro humano devido a sua grande complexidade pode ser agrupado e estudado de formas distintas, conforme a percepção variada de diversos autores. E todas as concepções serem “verdades” distintas e igualmente importantes que permitiram aos observadores cientistas estudarem sob determinadas particularidades algo tão complexo.

Lent em seu livro Cem Bilhões de Neurônios, esclarece que o cérebro humano pode ser estudado como um objeto desconhecido, que reproduz consciência e comportamentos, em que suas propriedades podem ser estudadas para a compreensão do sistema nervoso.

O cérebro humano também pode ser concebido como um circuito que se interconecta a trilhões de vias onde os sinais elétricos que circulam pelos neurônios estabelecem a comunicação entre o que está externo ao indivíduo e a sua porção interna.

Outra forma de visualização do cérebro humano pode ser a construção de um pensamento formado através das reações químicas, em que se torna perceptível a atuação das moléculas que trabalham dentro e fora do sistema nervoso (neuroquímicos: neurotransmissores e neuromediadores).

O sistema de estudo do cérebro humano é uma forma de prevalência do estudo sobre os outros a fim de que uma abordagem vitoriosa traduza o pensamento principal das neurociências sobre a visão do cérebro humano. Também se pensa em um sistema com vários níveis de funcionamento do sistema nervoso, onde fenômenos de nível superior podem ser explicados pelo comportamento descrito nos níveis inferiores.

Sob esta visão os fenômenos psicológicos poderiam ser classificados como manifestações fisiológicas, estes por atividades celulares, estes por manifestações moleculares, onde o resumo dos diversos níveis seria interações entre moléculas que estão presentes no sistema nervoso. Onde se pode pensar segundo Lent em: “a consciência é uma propriedade das moléculas do cérebro”.

A grande complexidade do cérebro humano com várias portas e várias entradas, não permite ter como resultante de estudos essa visão tão reducionista verificada no parágrafo anterior, porque várias informações são processadas em série e em paralelo, como também é possível ter vários processamentos simultâneos, que não permitem ver um processo como consequência de uma etapa anterior, então há que ter muita precaução em fazer afirmações deste tipo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [003] – Neurociências, Neurocientistas**

Nos vertebrados as maiorias das células nervosas geralmente se encontram dentro do sistema nervoso central e no sistema nervoso periférico, com poucas células, encontram-se uma grande quantidade de fibras nervosas, na forma de filetes alongados chamados de nervos.

O profissional que trabalha com Neurociências foi assim classificado por agregar um conjunto de grandes cinco disciplinas: Neurociência molecular, Neurociência celular, Neurociência Sistêmica, Neurociência Comportamental e Neurociência cognitiva.

Na Neurociência molecular as substancias funcionais são objeto de estudo no qual a importância e as interações são no ponto de vista abordado, a partir da descrição de inúmeras moléculas.

Na Neurociência celular as células do sistema nervoso, a estrutura celular e a função celular são objetos de estudo.

Na Neurociência sistêmica as células são estudadas de forma agrupadas que ativam determinadas funcionalidades em um indivíduo, como, por exemplo, a olfação, audição, paladar, tato ou visão. Quando dentro deste segmento o estudo é morfológico ela passa a ser chamada de neuro-histologia ou neuroanatomia. E quando apenas trata de aspectos funcionais passa a se chamar neurofisiologia.

Na Neurociência comportamental o objeto de estudo é o comportamento e fenômenos psicológicos (sono, atividade sexual, fenômenos emocionais, ...), onde as estruturas neurais estudadas são do ponto de vista da influência do comportamento. Essa ciência também é chamada de Psicofisiologia ou Psicobiologia.

Na Neurociência cognitiva se estuda a linguagem, autoconsciência, memória, lembrança, recordação, ... aqui é tratado as capacidades mentais complexas, também chamada de Neuropsicologia.

A compreensão do sistema nervoso requer a habilidade de se saltar de uma disciplina para outra a fim de que um funcionamento específico possa ser compreendido.

Existem dois tipos de níveis de profissionais que trabalham com o sistema nervoso: neurocientistas; profissionais de saúde.

Os Neurocientistas são responsáveis pela pesquisa científica dentro da Neurociência. Enquanto os profissionais de saúde se preocupam em tratar, recuperar, preservar, restaurar o desempenho funcional do sistema nervoso.

A formação do Neurocientista é através de uma faculdade de biologia, ciências biomédicas ou ciências da saúde, especializando-se através de curso de pós-graduação que aprofunda os estudos sobre o sistema nervoso podendo mais tarde virem a atuar como professores, pesquisadores ou clínicos, em universidades ou instituições científicas não universitárias.

Geralmente os avanços de informações dos Neurocientistas são registrados em artigos científicos, e quando financiados podem ter os aportes financeiros provenientes do Estado ou de fontes particulares.

Os profissionais de saúde que trabalham com neurociências são médicos, psicólogos, fisioterapeutas, fonoaudiólogos e enfermeiros. Dentre os médicos convém citar neurologistas, neurocirurgiões e psiquiatras. Por vezes, dependendo da especialidade, é necessário anos de residência ou especialização. Os profissionais de saúde também podem atuar com a elaboração de pesquisa científica básica ou clínica.

Outras áreas como a Engenharia, Estatística, Direito, Artes Gráficas, Letras, Pedagogia, Professores das Séries Iniciais, Informática e outras têm cada vez mais representantes Neurocientistas (nível de especialização) para a compreensão do sistema nervoso a ser aplicado na área de formação do profissional.

A interação multidisciplinar é fundamental para o aprendizado nas Neurociências. Os níveis de exigências muito complexos do aprendizado do sistema nervoso tornam indispensável as múltiplas abordagens. Esta tendência é observada tanto na medicina, dentro das Neurociências, como em trabalhos científicos onde diversos especialistas passam a trabalhar de forma conectada.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [004] – O Sistema Nervoso Periférico**

As principais células do sistema nervoso periférico são os nervos que se ramificam por quase a totalidade do corpo humano. A característica fundamental de um nervo é que sua ramificação sempre termina em um órgão e a outra ponta de um nervo se indexa na coluna vertebral ou no crânio a fim de gerar conexão com o sistema nervoso central.

Por este motivo os nervos podem fazer analogia com cabos de uma fiação necessários para uma conexão, conforme Lent, entre o sistema nervoso central e os órgãos.

Uma mensagem, ou seja, uma informação vinda do ambiente para o ser vivo é interpretada a partir de impulsos elétricos encaminhados ao longo dos nervos. O caminho dos nervos alguns filetes nervosos se separam e outros filetes são adicionados, isto porque na coleta vertebral, grupo de nervos saem e entram no tronco principal.

À medida que as terminações nervosas se aproximam do sistema nervoso central para a maioria das espécies o calibre das “fiações” se torna mais denso. No sentido do sistema nervoso periférico as terminações vão se separando ao longo do caminho, no sentido da especialização da conexão.

Nas proximidades do sistema nervoso central, próximo ou dentro das vísceras, também existem outros agrupamentos de células chamados de gânglios. A origem de muitas fibras nervosas se constituiu a partir dos gânglios. Outras, porém se constituem a partir do prolongamento originário do sistema nervoso central.

De acordo com cada espécie as vibras nervosas assumem trajetos e locais de terminações próprios, com funcionalidades específicas onde a morfologia dos nervos e dos gânglios torna um objeto de estudo bastante complexo exigindo especialidade no assunto.

Dependendo do tipo de aplicação um profissional na área de saúde deve ser especialista sobre a região em que se deseja fazer uma gestão do conhecimento, como, por exemplo, um odontólogo ser especialista nas terminações nervosas existentes no crânio e pescoço de um paciente, ou, cirurgiões e fisioterapeutas conhecer detalhes dos trajetos dos nervos e da localização dos gânglios de forma integral no corpo humano.

Os nervos quando se fundem ao sistema nervoso central através de orifícios na coluna vertebral são conhecidos como nervos espinhais; e quando se fundem aos orifícios do crânio são conhecidos como cranianos. Ambos podem vincular informações sensitivas ou motoras, somáticas ou viscerais.

Lent afirma que as fibras dos nervos espinhais podem ter sua origem em neurônios situados dentro da medula ou então em gânglios distribuídos fora dela, perto da coluna vertebral.

O ato de inervar é um tipo de ramificação com o objetivo de levar sensações para um órgão, geralmente um músculo a fim de que os disparos efetuem comandos em uma região específica.

Os dedos, por exemplo, inervam diferentes tecidos e da mão. Os filetes se juntam ficando mais calibrosos no punho (nervo mediano). Ao chegar no antebraço já incorporou uma série de nervos desta região (fascículo), ficando cada vez mais calibroso. Nas axilas, algumas fibras se separam e se juntam (plexos) deslocando para regiões distintas.

Nem todo nervo forma plexo onde as terminações são encaminhas diretamente para a medula espinhal. Na proximidade da coluna vertebral, na medula, as fibras nervosas que emergem para o peito (plexo braquial) se conectam através de orifícios na coluna vertebral.

Neste nível as fibras sensitivas se separam das motoras formando dois núcleos: fibras raízes dorsais sensitivas e fibras raízes ventrais motoras. Próximo à base da coluna vertebral localizam-se gânglios a partir das raízes dorsais ou gânglios espinhais, onde estão localizados neurônios sensitivos que deslocam o tato, dor e demais sensações vindas do membro superior.

Os nervos cranianos são mais complexos e variantes que os nervos espinhais, ambos, porém, têm organização semelhantes. Geralmente as terminações nervosas são distribuídas pela cabeça, mas existem exceções. No caso de haver fibras sensitivas, em uma determinada espécie, a ligação é intermediada por um gânglio que faz o mesmo papel dos nervos espinhais (dar sensibilidade).

Ao contrário dos nervos espinhais que se dividem em dorsais e ventrais, os nervos cranianos chegam ao crânio através de orifícios específicos chamados forames, entrando no encéfalo por diferentes pontos.

Usando uma analogia com máquinas, é possível verificar o sistema nervoso periférico através de sensores, cabos e chips. Onde os sensores (receptores sensoriais) estão por toda a extensão do organismo humano: pele, músculos, ossos, articulações, vísceras, ... Onde o estímulo ambiental é captado (energia = informação) que são traduzidas para uma linguagem que o sistema nervoso entende (impulsos bioelétricos).

Os receptores sensoriais ficam ligados as fibras nervosas onde os impulsos são migrados para o sistema nervoso central. E existem “cabos” que migram informações em sentido contrário do receptor sensorial para efeito de dar um feed back para uma região muscular específica (contração muscular, dor, secreção glandular, ...).

O sistema nervoso periférico não tem função apenas condutora, alguns tipos de processamento não precisam atingir o sistema nervoso central que o exercem geralmente através dos gânglios.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [005] – O Sistema Nervoso Central**

Entenda de forma generalizada Sistema Nervoso Central (SNC) como sendo todo o complexo de sistemas neurais dentro do crânio e da coluna vertebral. Esse setor de uma estrutura corpórea em animais é o que mais concentram quantidades de neurônios.

O estudo do SNC atualmente é possível através de quatro modos: ilustrações; peças anatômicas; imagiamento; e, programas de neuroanatomia. Utilizando critérios exclusivamente anatômicos é possível segmentar o SNC em grandes partes, que segundo Lent obedecem uma hierarquia ascendente de complexidade.

Assim, podemos visualizar o SNC a partir de duas grandes estruturas: O Encéfalo e a Medula espinhal.

O encéfalo pode ser segmentado em três grandes blocos: Ccérebro; Cerebelo; e, o Tronco encefálico.

O cérebro pode ser estudado em Telencéfalo (região que circunda internamente ao crânio, o cérebro) e Diencéfalo (região central do cérebro). Sendo o Telencéfalo segmentado entre Córtex cerebral e Núcleos de base. O cérebro possui dois hemisférios pareados (hemisfério esquerdo e hemisfério direito) e separados por um sulco profundo. Ele é cheio de giros e sulcos. O cérebro pode ser segmentado em quatro macrorregiões conhecidas como Lobos: Lobo Frontal, Lobo Parietal, Lobo Temporal e Lobo Occipital. Alguns autores também consideram o Lobo Insular como uma macrorregião que se dobra na sua parte mais profunda do cérebro humano e tem a função de interligar os hemisférios. No interior dos hemisférios encontram-se os núcleos de base o diencéfalo.

O cerebelo pode ser estudado em duas partes: Córtex cerebelar e Núcleos profundos. Ele também possui superfície rugosa. Os seus giros são chamados de folhas, e os sulcos de fissuras. No interior dos hemisférios do cerebelo encontra-se o núcleo profundo.

O tronco encefálico pode ser estudado pelos segmentos: Mesencéfalo (parte mais rostral); Ponte (parte intermediária); e, Bulbo (estrutura caudal do tronco encefáliuco). A maioria dos nervos inervam a partir do tronco encefálico em direção a medula espinhal.

O encéfalo está contido no interior da caixa craniana. A medula espinhal (que possui formato cilíndrico ou tubular) sai do encéfalo e termina no cone medular. No interior da medula existe um líquido que circula por um canal necessário para ativar funções motoras e sensitivas.

Conforme os estudantes podem acessar a internet, para ver imagens do cérebro, constatarão que o encéfalo tem uma forma irregular e rugosa, possuindo muitas dobraduras e saliências; o que facilita o estudo pelo estabelecimento de divisões visíveis.

O encéfalo tem grau de complexidade bem maior que a medula espinhal. Nele se despertam as capacidades cognitivas-emocionais.

Existem no interior do encéfalo três camadas com um líquido com funcionalidades específicas (ventrículos). O tubo neural primitivo que aparece na fase embrionária de um animal tem o seu crescimento orientado de forma irregular de forma muito mais avantajada devido a pressão pelo seu desenvolvimento, nesta fase, bem mais vigorosa que a porção caudal (que dá origem medula).

Dentro do crânio, o encéfalo fica suspenso graças a proteção de três importantes membranas (meninges), que formam um saco fechado cheio de líquido (liquor ou líquido cefalorraquidiano): dura-máter, aracnoide e pia-máter. A função das meninges é de proteger o cérebro contra impactos e a manutenção do meio bioquímico em condições ideais internas. Vasos sanguíneos podem ser observados a envolver o crânio em sua porção interna junto com as meninges. Dentro do cérebro existem dois grandes grupos de substâncias: substâncias cinzentas (possui maior concentração de células nervosas) e substâncias brancas (possui maior concentração de fibras nervosas). Lent frisa que no córtex cerebral e cerebelar a substância cinzenta é externa à substância branca, em outras partes do corpo essa relação se mostra invertida.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [006] – A Geometria do Sistema Nervoso**

O cérebro de um animal ou ser humano é tridimensional, para uma compreensão visual tridimensional é necessário compreender alguns termos de localização para saber exatamente que parte um referente acadêmico está sinalizando como foco de atenção sobre uma determinada região do cérebro humano.

Para isto é importante saber o significado das localidades espaciais: Rostral; Dorsal; Ventral, Caudal, Plano horizontal, Plano sagital, Plano coronal, Plano longitudinal, Parte Anterior, Parte Posterior, Parte Superior, Parte Inferior e Plano Transverso.

Isto é importante para o conhecimento de certos pontos, linhas e planos para que se tenha exatidão para uma afirmação que seja feita sobre determinada região do corpo humano.

Assim, uma parte que se esteja nomeando, o que está mais próximo do focinho (no caso animal) ou mais próximo do nariz (no caso humano) é conhecida como **Rostral (Anterior)**. A outra parte do órgão que esteja conexa no outro extremo da parte rostral é conhecida como **Caudal (Posterior)**.

Por outro lado, todo segmento de órgão que estiver localizado para baixo, de uma região de consuta, é conhecida como **Ventral (Inferior)**. E toda parte de órgão que estiver localizada para cima é chamada de **Dorsal** **(Superior)**.

Esse sistema de medidas acompanha a estrutura corpórea da espécie. Lent afirma que as referências, embora siga o posicionamento gravitacional em que o animal se mantém em pé, são posições relativas e dependem dos planos móveis em distintas posições.

O Plano Coronal divide um organismo em duas partes distintas: Rostral e Caudal. Ele serve para delimitar o que é anterior e o que é posterior. No qual para toda espécie existe por definição um marco zero, que gera uma medida de afastamento em milímetros deste eixo central.

O Plano Horizontal divide um organismo em duas partes distintas: Dorsal e Ventral. Ele serve para delimitar o que é Superior e o que é Inferior. No qual para toda espécie também existe por definição um marco zero, que gera uma medida de afastamento em milímetros deste eixo central.

Outro plano móvel é o Plano Parassagital (Plano Sagital) que tem como referência o plano zero entre dois hemisférios do cérebro, passando no meio do sistema nervoso, que tenta gerar duas porções cerebrais aproximadamente simétricas. O que está próximo da média do Plano Sagital é chamado de Medial; o que está mais longe, para os lados é dita Lateral. O Plano Sagital divide o cérebro em esquerda e direita. Quando estruturas são comparadas e situadas cada uma delas no mesmo lado de referência o nome da ligação é chamada de Ipsilateral (homolateral); se os elementos que estão sendo comparados ou interligados se situam cada um em um lado oposto do outro é chamado de Contralateral. Por exemplo, se um músculo do lado direito é controlado por um órgão do lado esquerdo significa que esse sistema é contralateral.

No caso humano é mais comum usar os termos de posicionamento superior e inferior em vez de dorsal e caudal. A exceção é quando se está fazendo uso do termo para a coluna vertebral que geralmente se usa os termos dorsal e ventral. As partes mais próximas da cabeça são Superiores e as mais próximas dos pés são Inferiores.

O Plano móvel que define uma estrutura humana é chamado de Plano Transverso. Onde se pode construir uma ideia de segmentação do corpo em relação ao posicionamento Superior e Inferior.

Esse sistema de referências de localização de órgãos é muito importante para os médicos. No caso de um tratamento dominar a técnica da posição pode contribuir melhor para a localização de um coágulo ou tumor dentro de um órgão do corpo humano, no qual os computadores podem instruir a visão do médico para melhor se adaptar a necessidade de incisão sobre o organismo humano a fim de reduzir o impacto da invasão pelo corte cirúrgico. Assim, as coordenadas tridimensionais (esteriotáxicas) do alvo da cirurgia é facilmente encontrada sem provocar grandes lesões as estruturas próximas ao evento cirúrgico.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [007] – O Sistema Nervoso Visto ao Microscópio**

A observação macroscópica do cérebro humano não permite chegar a grandes conclusões acerca de seu funcionamento, necessitando para aprofundamento o estudo microscópio que permite compreender o funcionamento cerebral.

Os primeiros estudos microscópios ocorreram no século XIX onde foi descoberto o neurônio e o gliócito (célula glia).

Os histologistas e citologistas, e, patologistas preparam o tecido nervoso em laboratório para efeito observatório. A maioria dos estudos é realizado através de cadáveres por razões éticas cujas técnicas especiais não se permite trabalhar com seres vivos. Sobre o tecido neural se coloca substâncias fixadoras, formando-se um bloco que é cortado no micrótomos (aparelho especial de corte) onde o corte permite a visualização de fatias bem finas na escala de micrômetros de espessura (0,001 mm) em média, para somente ser levado à análise no microscópio.

Com este método é possível encontrar nitidez e transparência microscópica uma vez que o material permite que uma luz incidente (microscópio óptico) ou feixe de elétrons (microscópio eletrônico), do aparelho microscópico, possa ultrapassá-lo a fim de catalogar seu aspecto físico.

Então, corantes específicos devem ser colocados no material de análise a fim de que as partes na lâmina possam ser observadas devido a razão de transparência e translucidez do material. Onde o material é acondicionado em lâminas de vidros ou gratículas especiais a fim de ser observado no aparelho microscópico.

A variação de técnicas no uso dos corantes permite mapear uma série de células diferentes organelas subcelulares e moléculas específicas.

O microscópio eletrônico permite uma definição por ampliação bem maior e melhor do que o microscópio óptico. Atualmente existem muitos aparelhos microscópios com princípios diferenciados que podem realizar este trabalho de catalogação com bastante eficiência.

.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [008] – O Neurônio**

Os gliócitos são considerados células de apoio no sistema nervoso e os neurônios uma unidade morfofuncional fundamental.

Essas células nervosas produzem e transmitem sinais elétricos, que analogamente a um sistema computacional pode ser comparada como uma estrutura de *bits*, pois são capazes de codificar tudo que um indivíduo tenha contato a partir de sua interação com o ambiente. E por esta razão, colaboram para organização do corpo e para desencadear comandos de correspondência para músculos e glândulas, a produção de pensamentos, sensações e sentimentos.

O gliócito é responsável pela alimentação, sistema de fibras e a saúde do neurônio. Sobre eles percorrem sinais químicos que orientam o crescimento e migração dos neurônios, defesa e reconhecimento de agentes patológicos, e é fundamental para a transmissão de informações, entre outras funções. Um gliócito pode modificar uma informação que é transmitida para um neurônio devido os seus componentes químicos.

A convivência entre gliócitos e neurônios se dá de forma ordenada. Os neurônios operam em conjunto para se ter o efeito de transmissão de informações. A corrente evolucionista prega que a seleção natural se prima por selecionar cada vez mais indivíduos de uma espécie que melhor apresentam um número elevado de neurônios e gliócitos como um processo natural de evolução de uma espécie. Isto se explica que uma quantidade maior de células neurais permitem moldar comportamentos que permitem adaptar melhor os indivíduos para a sobrevivência no planeta.

Os neurônios se associam na forma de um circuito neural ou rede neural. Então determinadas células que captam uma informação devem migrar o seu conteúdo coletado para outras células distributivas especializadas que ir canalizar os sinais elétricos para determinadas regiões cerebrais a fim de que um comando de resposta possa ser criado e orientar um reflexo que permita o indivíduo corresponder com a necessidade de urgência percebida a partir do ambiente.

Os neurônios, portanto, fazem o seu papel através de um trabalho cooperativo onde cada conjunto de neurônios tem uma especificidade que deve cuidar como diretiva de um processo de catalogação de informações externas vindas do ambiente.

Para ativar uma zona muscular, por exemplo, na realização de um movimento, além de acionar os neurônios da medula espinhal, onde os músculos estão inervados, há que se acionar antes circuitos de programação neural, circuitos de preparação neural e de controle de ação muscular cujo resultado poderá ser um processo simples de digitação em um teclado de computador.

Assim como em uma célula comum, os neurônios também possuem membrana plasmática, que em seu interior se situa o citoplasma cujas organelas desempenham funções diferenciadas. O material genético do neurônio se encontra no **Núcleo**. As mitocôndrias presentes no núcleo neural fornecem energia para a célula (como uma usina de forças); o metabolismo celular, ou seja, a síntese e o armazenamento de substâncias é de responsabilidade do sistema endoplasmático (sistema de cisternas). A grande diferença dos neurônios para outras células é que os neurônios têm como principal função o processamento de informações enquanto as outras células são mais orientadas para a produção ou reprodução bioquímica.

O corpo neural é conhecido como *soma*. Ele possui uma série de ramificações na forma de um prolongamento na forma de um arbusto chamados de dendritos (grego: pequenos ramos de árvore) onde as informações prévias vindas de outros circuitos os pulsos elétricos são recebidos e reencaminhados. Quanto mais dendritos um neurônio possui maior é a área de cobertura para o recebimento de informações aferentes.

Do outro lado do soma existe um prolongamento longo e fino chamado axônio onde as informações eferentes são migradas a fim de ser encaminhada para a célula seguinte o pulso elétrico. Os axônios formam feixes ou tratos no SNC e nervos no SNP, e, podem ser comparados a cabos de comunicação em diferentes regiões do organismo humano. Onde a expertise do negócio neural é a condução célere em alta velocidade por meio de associação das fibras nervosas com as células gliais, estas últimas fornecem uma camada sobre o neurônio, de gordura, chamada bainha de mielina que acelera os sinais elétricos produzidos pelos neurônios.

A sinapse é a região de contato do terminal de uma fibra nervosa e um dendrito do neurônio seguinte, que se especializa e processamento de informações. Os neurônios somente podem ser vistos através do microscópio.

Nem todo processo sináptico é bem-sucedido. O sinal conforme a intensidade e magnitude pode ser totalmente bloqueado ou parcialmente bloqueado ou multiplicado. Portanto uma canalização neural além de transmissão de uma informação também é capaz de transformar uma informação durante a sua passagem.

As informações dos neurônios podem também ser combinadas ou integradas porque os neurônios geralmente estão em feixes ou tratos e trabalham em sistema paralelo de migração de informações.

Para a conversão em sinais elétricos no neurônio a parede neural, ou seja, a membrana plasmática deve ser excitada. A membrana plasmática por sua vez, separa um conteúdo interno (intracelular) e um conteúdo externo (extracelular). O diferencial da composição iónica dos dois meios combinados causa um diferencial de potencial elétrico nos dois lados da membrana gerando o impulso ou a corrente elétrica que sempre é migrada num único sentido aferente.

Dentro da célula neural o conteúdo se torna negativo em relação ao exterior. Conforme o conteúdo externo certos canais são liberados e conteúdos são migrados da parte interna para a externa e vice-versa. Bruscamente quando os canais se abrem pode ocorrer da mudança de valor e do potencial da membrana invertendo a polaridade do sinal transitivamente, onde o interior passa a ser positivo e o exterior negativo, voltando em milésimos de segundo a condição original, da parte interna ser negativa.

Esse fenômeno bioelétrico é conhecido como impulso nervoso ou potencial de ação. Um neurônio em apenas um segundo pode produzir mais de 100 potenciais de ação. O resultado é um código (palavras de uma linguagem ou unidades de informações) que se comunica com vários setores do sistema nervoso central, que possui uma característica única conforme o tipo de estímulo captado.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [009] – Quantos Neurônios tem um Cérebro?**

Embora estudos mais recentes apontam que o cérebro humano possa atingir em um dado momento um total de 80 Bilhões de Neurônios, o estudo apresentado por Roberto Lent desenvolvida por Suzana Herculano Houzel pelo método quimiomecânico conhecido como Fracionador isotrópico no qual transforma o tecido celular em uma sopa de núcleos no qual permite construir uma densidade mais homogênea que permite melhorar uma precisão de uma amostragem estatística.

Este estudo parte do princípio que cada célula somente possui um núcleo, e o cálculo da área em que os núcleos se concentram é possível estimar o quantificador de elementos que um indivíduo possui.

Os núcleos nos neurônios podem ser diferenciados de outras células, porque existe uma reação a um componente neural imunocitoquímica para uma proteína específica presente apenas no neurônio.

Essa pesquisa foi suficiente para perceber que o córtex não possui a maior quantidade de neurônios, e sim o cerebelo. O que acabou contribuindo para verificar que o ápice da evolução não seja a parte de maior desenvolvimento cerebral e abre portas para se discutir evolução do ponto de vista do quantitativo de neurônios especializados. O cerebelo aloja cerca de 80% dos neurônios do cérebro humano. No cerebelo existe uma relação de 1 neurônio para cada 5 gliócitos. No córtex cerebral essa relação é de um neurônio para cada 6 gliócitos.

Para pessoas de 50 a 70 anos de idade o número médio de neurônios encontrado nesta pesquisa foi de 85 bilhões de neurônios.

A suposição de Lent é que pessoas mais jovens podem chegar a estes quantitativos de 100 Bilhões de neurônios uma vez que pessoas mais jovens possuem uma quantidade de neurônios bem maior que pessoas em fase sênior.

Um encéfalo que em média tenha 1,51 Kg possui 170 bilhões de células, 80 bilhões de neurônios e 84 bilhões de gliócitos. Enquanto somente o córtex cerebral de 1,25 Kg possui 77 bilhões de células: 16 bilhões de neurônios e 61 bilhões de gliócitos. O Cerebelo de 150 g possui 85 bilhões de células, das quais 69 bilhões são neurônios e 16 bilhões são gliócitos. O restante do encéfalo possui 8 bilhões de células, das quais: 700 milhões são neurônios e mais de 7 bilhões são gliócitos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [010] – A Neuroglia**

A palavra Glia foi retirada do Grego que significa “Cola” também pode vir acentuada na grafia: neuróglia que se refere a um tipo de cola neural.

No início dos estudos dos primeiros histologistas os gliócitos tinham apenas o papel de agregação e sustentação dos neurônios por este motivo este material era visto como algo que aderia aos neurônios. Embora também os gliócitos apresentem as funções descobertas pelos primeiros pesquisadores o termo continuou a prevalecer devido a parentologia com o aspecto inicial estudado.

Os gliócitos são da ordem de 84 bilhões de células no encéfalo, tão numerosos quantos as quantidades neurais.

As formas variadas dos gliócitos são conhecidas como: Astrócitos (possuem soma maiores), oligodendrócitos (possuem poucos prolongamentos e uma espiral de membrana em torno dos axônios) e microgliócitos (representantes do sistema imunitário).

Lent explica que o corpo celular dos gliócitos geralmente é menor que dos neurônios e o seu núcleo é proporcionalmente grande. Os inúmeros prolongamentos se enovelam e ramificam nas proximidades. Glíócitos não possuem axônios. O contato dos prolongamentos pode acessar vasos sanguíneos, células nervosas, e, gliócitos, a fim de estabelecer uma ponte metabólica. Podem construir capacidade de isolamento sináptico em relação ao meio extracelular. São eficazes na última função para a regulação de concentração de íons, nutrientes e mensageiros químicos para neurônios.

Os prolongamentos dos gliócitos se enrolam formando a bainha de mielina sobre os neurônios que tem uma função muito importante na condução dos impulsos nervosos.

Os gliócitos protegem contra agentes agressores e absorvem partes do neurônio que morrem ou degeneram e colaboram para a regeneração do tecido nervoso quando verificado algum tipo de lesão.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [011] – Os Circuitos Neurais e seu Funcionamento**

Os circuitos neurais são muito variáveis tanto quanto em funcionamento e estrutura. Como se sabe o sistema nervoso do ser humano tem quase 100 bilhões de neurônios, e em média cada neurônio é capaz de receber 10.000 sinapses então pela lógica se sabe que no sistema nervoso humano possa existir aproximadamente 1 quatrilhão de circuitos neurais.

É intrigante o funcionamento e a complexidade do sistema nervoso. Para identificar uma palavra, como, por exemplo: LIBERDADE; primeiro se ativa os circuitos visuais, na retina humana para se fazer a leitura da palavra. Que encaminha as informações coletadas para o quiasma óptico, através de uma cadeia de sinapses, distribuindo para regiões de conhecimento no lobo Parietal, outras informações deslocadas para o diencéfalo onde se encontrará com o sistema límbico responsáveis pelas sensações e emoções, e outras regiões específicas do cérebro humano.

A informação será indexada a uma biblioteca com outros sinais que os registros anteriores irão lhe conferir um grau de parentesco. Aciona a região frontal do cérebro para indexar o conceito ativado na mente com algum contexto que esteja sinalizando a utilização do conceito.

Assim, sucessivamente cadeias de neurônios vão sendo ativadas a fim de que os movimentos do corpo possam projetar uma função utilidade a fim de ser administrada com o conceito que fora catalogado, onde ocorrerá um planejamento sutil, muitas vezes não percebido, do movimento, dos dedos, por exemplo, que irá ativar a reação desejada que lhe dará um sentido programado para agir em nome do movimento.

Se o conceito LIBERDADE for desconhecido a curiosidade irá levar o indivíduo para que faça uso de um dicionário, e uma quantidade considerável de circuitos neurais novamente passa a ser ativados a fim de solucionar o problema observado pelo indivíduo.

Se o indivíduo desperta como funcionalidade o registro, o acionar dos dedos poderá levar a um efeito de digitação que irá programar seu movimento enviando comandos a serem administrados na medula vertebral ativando os neurônios via axônios no par de nervos que adicionará o braço, a mão e os nervos. Os músculos são comandados pela vontade humana que irá canalizar o movimento para que o conceito possa ser registrado em um papel ou computador e você possa enfim catalogar o seu conceito assimilado.

Assim, há que se pensar que você possui bibliotecas ou catálogos de sons, imagens e movimentos armazenados como elementos mnêmicos (de memória).

Lent esclarece que existem neurônios com diferentes funções, entre elas visuais, motoras, auditivas, emocionais, de comandos musculares, de funcionamento de órgãos, memória, pensamentos e vontade.

O mais interessante é que cada subgrupo de neurônios se subespecializa em detecção e transmissão de alguma propriedade física, como reconhecimento de brilho, cor, contraste, movimento, borda dos objetos, sons graves, sons agudos, ... Os neurônios encarregados da emoção também se subespecializam em medo, alegria, prazer, amizade, amor, tristeza, ira, ...

E novos tipos de especificidade estão sendo descobertos a partir de novos estudos e informações de pesquisas neurocientíficas.

Os estudos das funcionalidades dos neurônios são realizados por meio de descobertas científicas realizados pela elaboração de experimentos científicos, em que a característica a ser estudada é isolada para que seu efeito possa ser mapeado fisicamente em termos quantitativos, onde a descoberta é avaliada e conduzida pelo trabalho acadêmico para a transformação em artigo científico.

Lent traz como conteúdo de conhecimento que o estudo eletrofisiológico de neurônios isolados levou ao estudo de conjuntos multineuronais relacionados a funções complexas, onde se constrói uma análise do padrão de atividades do funcionamento neural a fim de catalogar a descoberta.

É um tipo de análise reducionista, onde se procura isolar a propriedade de neurônios para se determinar o seu funcionamento a partir de uma amostra de neurônios na observação de uma área específica ativa no cérebro humano. Apesar de ser limitada, grandes avanços acorrem pela utilização deste procedimento metodológico.

Então é fato que várias funções mentais são decorrentes do trabalho de populações neurais agrupadas como circuitos neurais em várias partes do cérebro. Sendo cada neurônio responsável por uma análise do estímulo, em sua função sensorial mais específica, que irá desencadear a função psíquica ou motora correspondente desejada para a correspondência ambiental.

Devido a quantidade infindável de combinação de circuitos neurais existe uma enorme variabilidade de comportamentos humanos que podem ser administrados conforme a necessidade de um indivíduo.

As complexas interconexões cerebrais das substâncias brancas permitem a compreensão do funcionamento cerebral. Os estudos geralmente são organizados em estudos de dissecação post mortem de grandes feixes, comparações com estudos de animais e a ressonância magnética (RM – imagem do tensor de difusão – DTI). Este último aproveita um sinal magnético de uma molécula de água transformando-a em imagem cerebral, reconstruindo a trajetória de fibras axonais (fascigrafia), no qual é possível encontrar várias patologias cerebrais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [012] – Neuroética**

A neuroética se preocupa com questões que se estabelecem o conceito de benefício e malefício para uma sociedade, como Lent exemplifica do uso de estimulantes que causem uma superatividade psíquica que permita uma pessoa desenvolver superinteligência para passar em uma prova de vestibular.

Ou uma atividade que permita controlar um indivíduo a partir de um chip neural que possa estagnar o seu comportamento paranoico, obsessivo ou relativo a uma psicopatia.

Até que ponto é benéfico a utilização de um equipamento de leitura mental que permita interagir com um computador informações para a ativação de outros equipamentos eletrônicos?

São realidades que podem se cristalizar ou já estão em andamento e logo poderão estar disponíveis para a sociedade num espaço curto de tempo.

As tecnologias convergentes NBIC (nano-bio-info-cogno) são uma realidade em desenvolvimento e são capazes de influenciar os processos cognitivos humanos.

Além das aplicações serem espantosas, surge um conflito ético da capacidade de convergência da aplicação destes estudos serem convergidos para o bem ou para o mal.

Por isto é fundamental que as aplicações sejam discutidas como elementos em que a ética deve ser consultada a fim de que malefícios das aplicações não caiam sobre a sociedade.

Lent questiona: A pílula da memória, deveria ser consumida por quem? Por um paciente de perda de memória? Por um aluno na véspera da prova? O paciente com perda de memória poderia utilizar a pílula na véspera de um vestibular? O que é justo e o que é injusto? Até que ponto é ético implantar um chip de controle de comportamento em uma pessoa? Para dissidentes políticos? Para pessoas agressivas?

A revolução das comunicações tem causado bastante entusiasmo em muitos analistas, mas até que ponto a tecnologia deve ser desenvolvida para servir o homem sem apresentar um risco para a sua própria manutenção e sobrevivência?

Os desafios da neuroética não podem ser ignorados. Profissionais de saúde, tecnologias, estudantes, e aqueles que se interessam pelo assunto devem discutir os rumos que as neurociências estão desenvolvendo-se tecnologicamente para o desenvolvimento das comunicações.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [013] – A Frenologia e o Nascimento da Neurociência Experimental**

O século XIX houve um grande desenvolvimento das ciências, em particular à biologia com o seu expoente Charles Darwin (1809 – 1882) que expos ao mundo a teoria da evolução abalando um dos pilares da civilização passada. A mente deixou de ser vista como algo etéreo para ser matéria cerebral humana.

Anteriormente à Charles Darwin a mente residia nos espaços ventriculares do cérebro de estudos que se seguiram desde o século IV d. C. através dos estudos anatômicos incorporados pela igreja do estudioso romano Galeno (130 – 200 d. C).

A pureza da alma era dada pelos espaços vagos do cérebro humano conectada a parte superior ligada as estruturas divinas e as “três” células ventriculares desta teoria: anterior, mediana e posterior indicavam a conexão com a trindade; onde eram distribuídas as funções mentais.

Essa teoria dizia que a mente era formada a partir de três etapas: a primeira era a coleta de impressões do ambiente na forma de sensações; a segunda a imaginação ou pensamento; e, a terceira, o armazenamento na memória.

O córtex não era percebido como uma estrutura ordenada. Quando se observou com mais detalhamento foi possível perceber que funções distintas estavam de diferentes localidades no cérebro humano.

Franz Gall (1758 – 1828) estudou o efeito da especificidade coerente com a localização cerebral e estudou com precisão as circunvoluções corticais (anatomista e austríaco). Ele acreditava que o cérebro humano era uma máquina que reproduzia pensamentos, comportamento e emoção; e que cada órgão tinha diferentes funções.

Ele catalogou 27 faculdades afetivas e intelectuais. E as indexou cada uma em uma posição no córtex cerebral. Gall afirmou que o nível de atividade iria determinar o tamanho e desenvolvimento do órgão. E que o desenvolvimento de uma faculdade mental desenvolvia o cérebro causando uma protuberância na região específica.

Como Gall afrontou o conhecimento de sua época a igreja e o Estado cuidaram para que ele fosse expulso de Viena em 1805. Indo para Paris em 1807, ao tentar entrar para a academia de ciências teve o seu acesso rejeitado porque suas ideias se confrontaram com o anatomista francês Georges Cuvier (1769 – 1832). A sua rejeição foi devido a tentativa da transposição da teoria das três funções da doutrina ventricular.

O discípulo de Gall, Johann Spurzheim (1776 – 1832) continuou os seus estudos gerando uma ciência conhecida como frenologia.

A protuberância do crânio, uma de suas hipóteses era veementemente rejeitada, porém a ideia de funcionalidade pela localização em diferentes regiões cerebrais era bastante atrativa e promissora.

Muitos anatomistas quiseram provar que Gall estava errado, e começaram a fazer lesões provocadas experimentalmente em cobaias no laboratório, dando início à neurociência experimental de hoje.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [014] – A Localização das Funções**

Desde o século XX neurologistas europeus já tinham descritos pessoas afásicas, ou sejam, que tinham perdido o conteúdo de linguagem devido a uma lesão restrita do hemisfério cerebral esquerdo. Outros nesta época foram identificados pela falta de capacidade de compreensão da fala de seus interlocutores, mesmo com a capacidade de falar normalmente. Estes últimos também tinham lesões no hemisfério esquerdo porém em áreas diferentes e mais posteriores.

A expressão da fala foi representada no lobo frontal do hemisfério esquerdo, e a compreensão da fala na parte posterior do lobo temporal no hemisfério esquerdo.

Depois das descobertas de Broca para pacientes com alterações sutis da linguagem relacionados a expressão facial e gesticulação ligadas a emoção se observou que lesões no lado direito do cérebro também afetavam a compreensão da linguagem.

Com o desenvolvimento dos trabalhos dos neurologistas permitiu notar que o desaparecimento de uma região cerebral produzia um déficit funcional, assim, se deduzia que a função pertencia a parte que não estava operacional.

Além da falta da parte do cérebro também poderia ser outra razão o resultado da reorganização funcional do sistema. Com o sistema computacional de imagens funcionais do sistema nervoso permitiu avançar esses estudos sem o uso exclusivo da análise do sistema de lesões.

Assim se descobriu que o tato está relacionado com o Lobo parietal. A visão com o lobo occipital.

As questões de julgamento emocionais e morais passaram a ser avaliadas dentro do consultório através de experimentos que permitiam aos pacientes serem testados frente a suas convicções de conteúdo linguístico e o confronto das áreas ativadas, através da ressonância magnética funcional. Então quando se faz uma afirmação para o paciente: “Você é um abestado” Se colhe a área que é ativada dentro do cérebro quando a pessoa estabelece uma necessidade de reação diante da afirmação. E se sabe com exatidão qual a região que foi mapeada diante deste processo.

Os experimentos são fundamentais para reforçar as teses dos localizacionistas da funcionalidade no sistema nervoso, porém é fato que as regiões não operam isoladamente, com um grau de interação bastante elevado. Porque não há função mental que parte de apenas um órgão do sistema nervoso, requer uma combinação de traços e fatores complexos de ações fisiológicas e psicológicas que um indivíduo venha a realizar.

Portanto é possível pensar em funções por localizações específicas para as seguintes atividades: Reconhecimento de faces, Preativação semântica, Olfação, Antecipação da dor, Prazer tátil, Cálculos matemáticos, Memória operacional de objetos, Julgamento moral, Memória operacional espacial, Raciocínio fugurativo e analítico, Atenção visioespacial, Antecipação, Movimentos oculares, Planejamento motor, Motricidade, Sensações corporais, Raciocínio analítico, Aproximações matemáticas, Visão analítica, Percepção de velocidade, Percepção de movimento, Percepção de cores e Reconhecimento de objetos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [015] – Nascimento, Vida e Morte do Sistema Nervoso**

O sistema nervoso desenvolve-se com as transformações do tempo. Ele passa pelas fases de desenvolvimento embrionário, maturidade, envelhecimento e morte. Em que cada parte de desenvolvimento precede a anterior respectivamente.

Uma célula-ovo é responsável pelo surgimento da vida e uma explosão de vida gera um crescimento rápido e explosivo, modificando a forma durante a vida embrionária.

O desenvolvimento embrionário do sistema nervoso é estudado através da morfogênese. Já nas primeiras fases do embrião surge uma placa de células ectodérmicas que ao se desenvolver por processo multiplicativo forma um tubo cilíndrico.

O tubo neural cresce e se transforma em estrutura de vesículas, formando protuberâncias que irão se transformar em partes importantes do cérebro humano.

Uma série de fases e etapas conduzem ao surgimento de neurônios juvenis. Onde começa a surgir os primeiros circuitos neurais do embrião. Dois eventos ocorrem neste processo: primeiramente há uma sucessiva divisão celular, para depois uma migração do material para partes distintas do embrião que irão torna-las funcionais e químicas. Então um crescimento dos axiomas começa a interligar as conexões por todo o corpo, para o estabelecimento de sinapses. O final da fase de desenvolvimento ocorre o descarte do excedente de neurônios que foi produzido durante este processo.

As neuroglias desenvolvem-se mais ao longo do tempo do que os neurônios na fase inicial. Ainda dentro do útero as funções cerebrais passam a ser ativadas gradativamente.

O movimento do feto é indicação de que ele passou a captar estímulos proveniente do meio onde está encapsulado.

Quando ocorre o nascimento, o novo indivíduo passa a associar os eventos que toma consciência e experimentação de forma cada vez mais complexa. O sistema nervoso fica estável após o nascimento e ocorre um desenvolvimento acentuado nos primeiros anos de vida frente a uma necessidade de maturação do indivíduo.

A criança aos poucos amplia a sua capacidade intelectiva e cognitiva, e passa a responder as necessidades ambientais. Ocorre um grande avanço psicológico a partir de uma série intensiva de aquisições mentais.

Quando o indivíduo envelhece o cérebro humano passa a se degenerar no qual o indivíduo começa a perder a sua capacidade de correspondência com o ambiente e fatalmente é conduzido para a morte.

O indivíduo sênior deixa de sintetizar substâncias essenciais, o metabolismo enfraquece e as funções neurais declinam. Algumas substancias que agridem o organismo fogem do controle, como os radicais livres, e passam a juntar um quantitativo enorme de sedimentos que são prejudiciais à saúde de um indivíduo. O indivíduo passa a ficar lento e a perder mobilidade, os pensamentos passam a declinar com maior frequência e a lembrança fica restrita há aquisições antigas. As deficiências sensoriais, motoras e psicológicas se acentuam e a vida chega ao seu fim.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [016] – Do Ovo ao Indivíduo Adulto**

O primeiro evento da vida é o encontro do espermatozoide com o óvulo, que juntos e incubados formam o zigoto com toda a carga genética dos pais. As transformações vão se acentuando até o surgimento do embrião para formar o indivíduo adulto.

No dia seguinte à fecundação na trompa da mulher as divisões mitóticas do zigoto (obs.: faça pesquisa na internet por imagens) forma uma pequenina esfera sólidas com muitas células que vão se dividindo, chamada mórula (amora). Após essa fase atinge o útero para a continuidade do desenvolvimento.

A mórula cresce uma cavidade externa chamada blástula que se implanta a parede uterina. As células da blástula se segmentam incessantemente se proliferando em um dos polos, tornando a parede espessa. Após a primeira semana a blástula fixada na parede uterina passa a se chamar blastocisto.

Uma cavidade mais espessa se forma chamada Cavidade amniótica. Dois folhetos de células, um mais interno (endoderma) e outro mais externo (ectoderma – este dá origem ao sistema nervoso), passam a separar a cavidade amniótica da blastocele.

Da 2ª para a 3ª semana de gravidez as células no ectoderma migram para dentro de um orifício que forma nos folhetos (invaginação do ectoderma) formando um terceiro folheto entre os folhetos anteriores chamado de mesoderma.

Lent explica que o mesoderma exerce uma forte influência sobre o ectoderma fazendo a sua cobertura e passa a se chamar neuroectoderma que formará posteriormente o sistema nervoso. As células neste sistema irão se proliferar e se alongar tornando-se cilíndricas a espessura aumenta formando uma placa neural.

As células em constante divisão se tornam prismáticas se dobrando em torno do sulco neural. O desdobramento da placa se fecha e forma um tubo (tubo neural). Nesta etapa surgem algumas células chamadas de cristais neurais. De forma que nesta etapa é fácil observar o sistema: a placa, o tubo e as cristas neurais que darão origem ao sistema nervoso.

O sistema nervoso central será formado a partir do desenvolvimento do tubo neural; o sistema nervoso periférico será formado a partir do desenvolvimento das cristas neurais, que contém células tronco (exemplo: pele, gânglios autonômicos, células glias, glândula suprarrenal).

Com um mês até agora de vida nesta jornada pelo conhecimento, vários órgãos começaram a ser formados. Quando o tubo neural se fecha por completo começa o processo de dilatação formando três bolhas: prosencéfalo (Anterior), mesencéfalo (meio) e rombencéfalo (posterior).

Os ventrículos cerebrais a partir de um fluído orgânico que está no espaço interior das vesículas; aqui forma-se também os canais de comunicação entre eles.

No segundo mês de gestação o prosencéfalo se divide em telencéfalo e diencéfalo, enquanto o mesencéfalo mantém sua aparência. O rombencéfalo se divide em metencéfalo e mielencéfalo (se transformará na medula espinhal primitiva).

A vesícula do telencéfalo que está sendo formado cresce para os lados e para trás, formando os hemisférios cerebrais (córtex e núcleos de base).

Todo o telencéfalo que está sendo formado cobre o diencéfalo (forma a vesícula diencefálica do embrião) e o mesencéfalo (forma a vesícula mesencefálica do embrião). O cerebelo e a ponte são formados a partir da vesícula metencefálica. O bulbo é formado pela vesícula mielencefálica. A medula espinhal primitiva formará a coluna espinhal.

Essas grandes transformações ocorrem até os 4 primeiros meses de desenvolvimento do embrião humano.

Lent explica que de 4 a 5 meses as principais estruturas anatômicas já estão construídas, e que o córtex cerebral e o cerebelar são lisos. Na coluna vertebral e no canal ósseo ocorre um alongamento acentuado. A extremidade posterior surge as primeiras vértebras lombares, assim, os nervos raquidianos dos segmentos lombossacros passam a ter um trajeto oblíquos e longitudinais formando a cauda equina.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [017] – O Sistema Nervoso Embrionário Funciona?**

Em relação ao cérebro humano não existem muitos dados sobre o desenvolvimento funcional embrionário e fetal. Alguns estudos apontam que a gustação do dedo nos últimos meses de gestação, o tato da criança com as paredes do útero e também a capacidade de ouvir sons do ambiente já dão boas indicações de que alguns funcionamentos do sistema nervoso já estão ativos na fase final da gestação.

A grande dificuldade deste estudo é que existem muitos complicadores de se estudar a criança ainda dentro do útero materno. Através do ultrassom é possível captar sinais pela magnetoencefalografia de funcionamento do cérebro em seu estágio fetal.

Esta informação é fundamental para desenvolvimento e estudo para se trabalhar com questões éticas que dizem respeito a continuidade e interrupção de vida em situações específicas. Outra aplicação é atualização deste material como células-tronco embrionárias humanas para procedimentos terapêuticos.

Outra dificuldade de distinguir o instante inicial do funcionamento cerebral é que o sistema nervoso não tem data marcada para começar a funcionar é um processo lento e de transformações que se somam evolutivamente no decorrer dos estágios embrionários e fetal.

Lent argumenta que a partir da 3ª semana de gestação o tubo neural já está formado, e na semana seguinte aparecem vesículas primitivas que resultam da proliferação celular mais ativa na região rostral do embrião.

As atividades neurais são percebidas por equipamentos a partir da 6ª semana de gestação, onde já existe atividade bioelétrica em neurônios jovens, apresentando impulsos isolados, sem presença de sinapses.

Na 8ª e 9ª semana de gestação as células migram em grande quantidade, mas o córtex cerebral ainda é liso e os dois hemisférios encontram-se separados, pois a comissura anterior e o corpo caloso se formam inicialmente a partir da 10ª e 12ª semanas respectivamente.

O feto é capaz de se mexer com a percepção da mãe a partir da 13ª semana de gestação, onde é possível observar movimentos mínimos musculares. Na 16º semana as primeiras sinapses são formadas e os primeiros circuitos neurais adquiridos.

Na 23º semana de gravidez o feto é capaz de viver fora do útero materno com devida assistência artificial. Nesta etapa as vias sensitivas têm um certo amadurecimento funcional e passam a responder aos estímulos mecânicos.

O sistema auditivo já começa a funcionar por volta da 28ª semana, onde já se tem registro de atividade sináptica.

Na 32ª semana de gravidez já é possível ao feto controlar a respiração e a temperatura corporal. Em que suas chances de sobrevida se o bebê for retirado do útero são maiores.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [018] – Etapas e Princípios do Desenvolvimento do Sistema Nervoso**

Lent levanta questões fundamentais de como um ectoderma pode se transformar em um neuroectoderma, e como estes últimos ficam condicionados com o destino neural. É intrigante que também que durante o processo de migração das células para o seu local de destino elas são capazes de se localizarem interligando o sistema nervoso central ao periférico. E também entender os processos moleculares que coordenam a formação das células nervosas e gliais. Como os neurônios jovens se interconectam sinapticamente?

Estas questões são motivo dos estudos atuais e o trabalho de muitos especialistas neuroembriologistas. Para obter estas respostas devido à dimensão e complexidade dos estudos há um sistema de forte cooperação no meio acadêmico em que diversas técnicas são utilizadas sejam elas: anatômicas, histológicas, histoquímicas, citológicas, bioquímicas e biofísicas.

Geralmente os experimentos são realizados com embriões de animais de pouca complexidade que os mamíferos. Os invertebrados são os preferidos pelos cientistas como o verme Caenorhabditis elegans e a mosca das frutas Drosohila melanogaster, descritas por Lent. Eles possuem um sistema nervoso simples com poucas células, além de facilitar a coleta de informações.

Outras classes importantes de cobaias utilizadas nos experimentos são anfíbios como rãs e salamandras e aves como galinhas e codornas. Na classe de mamíferos os preferidos são os camundongos.

Esses animais têm em comum é a facilidade da remoção do embrião dentro do “ovo” ou do útero. Outra facilidade é a manipulação microscópica que acaba não sendo necessária a realização de cortes histológicos.

Outra técnica bastante utilizada é o cultivo em meio de cultura de tecido embrionário, onde o material de tecido nervoso removido passa a ser cultivado em condições de controle, onde durante vários dias o material imerso em uma solução mantém as suas características e condições vitais.

Lent afirma que o trabalho dos neuroembriologistas avançou muito nos últimos 20 anos do século XX o que avançou bastante no conhecimento do tecido nervoso. No qual para efeito didático Lent relacionou as 6 principais etapas:

1 – a determinação da identidade neural do neuroectoderma;

2 – a proliferação celular controlada;

3 – a migração das células jovens, resultando na formação das diferentes regiões do sistema nervoso;

4 – a diferenciação celular, com a aquisição da forma e das propriedades das células maduras;

5 – a formação dos circuitos neurais;

6 – a eliminação programada de células e circuitos extranumerários.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [019] – Indução Neural**

No início da formação do embrião uma região do embrião do ectoderma forma por transformação em neuroectoderma em um processo inicial conhecido como neurulação (identidade neural). O restante do ectoderma dará origem aos componentes da pele.

Hans Spemann (1869 – 1941) e Hild Mangold (1898 – 1924) formam pioneiros em estudar experimentalmente a determinação da identidade neural do neuroectoderma.

O estudo foi realizado com anfíbios através de uma lupa. Os anfíbios foram dissecados na região precursora do mesoderma, em seguida inseriram cada pedaço no ectoderma e outros embriões, longe da região precursora do mesoderma deles, conforme relata Lent, os hospedeiros continuaram vivos e observados etapa por etapa. Na região transplantada uma segunda placa se formou e um segundo tubo neural adjacente. Se prosseguiu o experimento até se formar o animal que tinha formação xifópaga (dois animais colados um no outro). A conclusão é que o tecido transplantado induziu a formação do ectoderma em neuroectoderma dos dois animais. Por isto foi batizado como indução neural.

A região indutora é a região organizadora ou organizador. Então procuraram saber quais os sinais indutores capazes de gerar o neuroectoderma e como era desencadeado os sinais para esta transformação.

Em 1970 as primeiras respostas começaram a emergir, no qual se descobriu que a diferenciação neural era o caminho normal a ser seguido dentro do processo. E mesmo utilizando células de ectoderma em meios de cultura todas elas eram transformadas em células neurais com o desenvolvimento do meio.

Então, se descobriu a existência de um grupo de proteínas do ectoderma não neural que não possibilitava a transformações de parte do ectoderma em células neurais. São as chamadas proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs) da família de fatores tróficos transformantes (TGFs).

Os sinais indutores presumidos emitidos pela região organizadora bloqueiam o bloqueador, ou seja, suprimem as BMPs no ectoderma vizinho em termos de efeitos. A inibição da atividade das BMPs se devem a presença de três fatores indutores a folistatina, a noguina e cordinha.

Então a neurulação direciona a expressão gênica das células ectodérmicas para a síntese de proteínas específicas do tecido nervoso, na transformação das células precursoras em células nervosas.

Lent enumerou 5 diferentes elementos que a interação entre as células vizinhas através das moléculas sinalizadores está condicionada:

1 – fatores morfogenéticos secretados (ex. BMPs) que provoca a diferenciação entre as regiões;

2 – Fatores indutores difusíveis (ex.: cordinha, noguina e folistalina) secretadas por células próximas, desviando sua diferenciação inicial, mesmo à distância;

3 – moléculas de transdução ex. enzimas) encarregadas de reações intracelulares que influenciam a expressão gênica;

4 – fatores de transcrição que regulam a expressão gênica; e,

5 – segmentos gênicos encarregados da síntese de proteínas específicas de cada tipo celular.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [020] – A Explosiva Multiplicação Celular no Sistema Nervoso Embrionário**

Na embriogênese nada se compara ao fenômeno da multiplicação celular. Após a formação do tubo celular a proliferação de células no sistema nervoso se intensifica. Uma série de transformações ocorrem na parede do tubo, entre elas: ampliação da espessura, alongamento do tubo, o surgimento de dobraduras e torções; o que antes era cilíndrico se refaz em um formato bem mais complexo com a formação das vesículas primitivas.

A intensa atividade é devido a proliferação das células precursoras dos neurônios e da neuroglia. Os precursores em algumas horas se duplicam formando duas células-filhas e começa-se novo ciclo. Essa é a regra modal, nem sempre corre desta maneira, mas é o que mais se observa no experimento laboratorial.

Pode acontecer de uma célula interromper o ciclo de multiplicação e migrar para fora do ventrículo, em suas proximidades, fazendo com que a parede neural passe a ter várias camadas, originando lâminas no sistema nervoso.

Ou formam agrupamentos de neurônios sem a formação de camadas, dando origem aos núcleos do sistema nervoso, como o diencéfalo.

Lent explica que as células-filhas que interrompem o ciclo celular para migrar não reiniciam um novo ciclo, a não ser algumas delas que permanecem em estado quiescente, mas capaz de em algum movimento reiniciar a proliferação.

O SNC de animais adultos possui células tronco que podem ser utilizadas para regenerar partes do cérebro. Isto significa que a pode haver algum mecanismo dentro do sistema nervoso que sirva para regenerar partes que sofreram algum tipo de prejuízo em sua composição. Esta área ainda requer muitos estudos. Essas células multipotentes podem ser a esperança para muitas pessoas que possuem órgãos ou partes dele no sistema nervoso lesadas que possam ser regeneradas conforme uma aplicação terapêutica.

A neurogênese é a fase de intensa atividade proliferativa, que se interrompe na fase seguinte para posterior migração de seus substratos.

Enquanto a gliogênese é a fase em que se intensifica a proliferação dos precursores neurogliais.

É possível em um neurônio juvenil pós-mitótico identificar cada fase como uma data de nascimento que marca sua transformação. Não sendo possível a mesma coisa para os precursores neurais, porque a neuroglia mesmo na fase adulta se prolifera.

Supõe-se que cada espécie tem uma forma de controlar a proliferação dos percussores, ou seja o ciclo celular de cada região. É um mecanismo bastante eficiente de duplicação que cresce em escala geométrica que em algum momento é preciso interromper a intensidade da multiplicação.

Num determinado momento surgem moléculas reguladoras do ciclo celular. Como por exemplo, o glutamato e o ácido gama-aminobutírico (GABA) que serão no futuro neurotransmissores nas sinapses. Elas utilizam canais (junções comunicantes) para sincronizar o ciclo de população celular de precursores.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [021] – Neurônios Migrantes**

Quando a divisão das células precursoras pára de agir, o movimento migratório passa a levar o neurônio juvenil para seu local definitivo, este mesmo fato ocorre para as células do tubo neural que formarão o sistema nervoso central e as células da crista neural que formarão o sistema nervoso periférico.

Existem várias formas para que um neurônio juvenil venha a fazer um caminho de migração. Lent explica que a forma da locomoção mais frequente é a locomoção onde a célula se movimenta arrastando o seu corpo celular numa direção estabelecida. Um prolongamento-líder é formado a partir da extensão de uma membrana do neurônio juvenil (como um caracol) que puxa um prolongamento menor e caudal.

Outra forma é a translocação nuclear onde as células se prolongam em duas direções, uma vez ancoradas no tubo neural e o núcleo, onde as organelas passam a se deslocar parar dentro dos prolongamentos, movimentando o corpo celular.

Uma vez preso os prolongamentos quando um se solta, o outro passa a puxar o corpo celular para a outra direção e causa um posicionamento diferente. Os grandes responsáveis pela migração são as proteínas do citoesqueleto do neurônio.

Neste fenômeno de migração neuronal as áreas até o momento mais estudadas e de maior conhecimento do sistema nervoso embrionário são o rombencéfalo (cerebelo) e o prosencéfalo (córtex cerebral). Onde as camadas de neurônios se apresentam de forma bem definida, com características funcionais e morfológicas distintas.

Lent explica que durante a neurogênese o prosencéfalo apresenta uma parede simples de uma única camada de células precursoras que se divide sucessivamente. Desta relação surge uma segunda camada (pré-placa cortical) e surge uma nova camada de neurônios no meio da pré-placa (placa cortical). Esta última se subdivide em inúmeras camadas de neurônios para a formação do córtex cerebral maduro.

O Americano e pesquisador Richard Sidman em 1960 descobriu que as camadas de neurônios se formam pela migração de neurônios juvenis. O experimento consistiu em injetar em camundongas gestantes timidina, em pequenas doses, e em diferentes fases da gestação, marcada com um isótopo radioativo de hidrogênio, onde esse marcador era sensível apenas para os precursores neurais da fase S do ciclo celular, que é a fase de síntese de novo DNA, e apenas os precursores neurais de último ciclo incorporavam a quantidade máxima de timidina radioativa, devido os outros neurônios sujeitos a divisões fragmentar a radioatividade na formação de outras células-filhas.

Os filhotes de camundongo do experimento do parágrafo anterior após atingirem a fase adulta, depois do nascimento eram sacrificados para o estudo histológico do córtex cerebral a fim de colher a posição dos neurônios radioativos.

O Croata Pasko Rakic, neurobiólogo, estudou o modo que os neurônios migrantes encontram o trajeto certo até o seu ponto final. Ele observou que no tubo neural existe um congruado de células de glia radial (estas formam posteriormente astrócitos e neurônios) onde os neurônios migrantes estavam aderidos ao prolongamento da glia radial. Onde essa paliçada radial serviria de trilhos para que os neurônios migrantes pudessem chegar ao ponto de destino (migração gliofílica ou radial). Mas tarde ficou conhecido um outro tipo de migração que se batizou como tangencial que o mecanismo é ainda desconhecido.

Lent esclarece que as células do trajeto devem sintetizar e secretar moléculas que ficam incrustas na sua membrana, mas exposta ao exterior para o reconhecimento das células migrantes e moléculas pequenas para se reproduzir um gradiente a ser percebido pelos prolongamentos líderes dos neurônios migrantes.

Na etapa de migração as células da crista neural podem encontrar com células mesodérmicas para formar a parte mais externa da glândula suprarrenal (córtex). Chegado este ponto a migração é interrompida para dar vazão a uma associação para a formação da medula suprarrenal. As células do córtex suprarrenal secretam hormônios glicocorticoides, que possivelmente é o sinal de parada da migração. E estabelecem, ao mesmo tempo, fatores indutores para transformação, na medula suprarrenal, em células glandulares.

No córtex cerebral a migração não permite que uma camada ultrapasse a outra em ritmo de crescimento. Esse crescimento é sincronizado e simultâneo para todas as camadas e quando o ponto de finalização da migração é sinalizado, todas as camadas param de crescer ao mesmo tempo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [022] – Diferenciação: Células Juvenis Viram Adultas**

A **diferenciação** ocorre depois que o processo de migração é interrompido e os neurônios juvenis se estabelecem no seu lugar de destino. Ela possui aspectos morfológicos, bioquímicos e funcionais específicos, apresentando uma gradativa dos fenótipos neuronais para cada um deles.

No plano morfológico aparecem os prolongamentos dendríticos, com o crescimento do volume dos neurônios juvenis até o estabelecimento da forma do neurônio adulto.

Num pólo do neurônio ocorre o surgimento de um apêndice que será o axônio do neurônio juvenil, que cresce em direção determinada para encontrar outras sinapses mais próximas ou distantes.

No plano bioquímico ocorre a síntese de moléculas que contribuirão para ativar a função neural matura. Nesta fase a produção de enzimas fica bastante ativa e contribuirá para o metabolismo de neuromediadores, para síntese de proteínas para os canais iônicos na membrana, e outras moléculas.

No plano funcional aparecem e amadurecem diferentes sinais elétricos, a fim de receber e transmitir informações no futuro.

Na neuroglia o processo é similar, porém tem um tempo de formação mais prolongado se levado em conta a comparação com o amadurecimento dos neurônios.

As células de glia radial, conforme Lent, perdem seus prolongamentos radiais e se transformam em neurônios e astrócitos. Outros tipos de células são gerados pelos precursores neurais que migram da região germinativa próximo à parede ventricular espalhando-se por todo o tecido nervoso. A diferenciação bioquímica e funcional também segue regras semelhantes.

A diferenciação é uma etapa em que diferentes genes de cada tipo neuronal expressa a ordenação programada de sua sequência, que leva a produção de moléculas características para a fase de maturação de forma diferenciadas.

As células interagem sintetizando e secretando moléculas difusíveis que atua à distância de outro grupo de moléculas, onde são produzidos sinais intracelulares, descrita por Lent por enzimas fosforilantes, fatores de transcrição que ligam e desligam certos genes modulando a expressão do genoma. Onde o segundo grupo de células fica um agrupamento distinto do primeiro e à medida que o volume de células aumenta a diferença fica mais acentuada e o número e a diversidade de interações celulares também crescem, aumentando a complexidade e a diversidade.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [023] – Diferenciação Regional: Dorsal x Ventral, Rostral x Caudal**

Existe diferenciação entre os tipos de neurônios tanto quanto ao seu funcionamento e a aquisição de seus elementos formais. Lent explica que existem tipos celulares de neurônios com moléculas e características morfológicas comuns que se agrupam em setores, camadas e regiões específicas do sistema nervoso.

Então cada região existe uma diferenciação regional que é responsável por congregar determinadas características comuns. Assim cada agrupamento neural é responsável por ativar uma funcionalidade, como por exemplo, processar cores, movimentos, formas, contrastes, densidade, profundidade, ...

De forma que é gerado um circuito em que as partes se conectam até chegar na região dos músculos a fim de que os movimentos do corpo possam ser controlados.

Se considerado a complexidade das funções cerebrais, um grande questionamento que surge é como a diferenciação celular se torna tão complexa ao ponto de ajustar toda a necessidade da demanda ambiental pela coleta e organização de informações.

A resposta está ancorada no genoma e as células em desenvolvimento que são os grandes responsáveis pelos mecanismos moleculares; expressar-se de forma que alguns neurônios assumam para si características específicas de seu funcionamento.

Lent explica que o tubo neural possui o eixo de diferenciação regional dorsoventral e o eixo de diferenciação regional rostrocaudal. Em que se estabelece uma diferença entre a região ventral da medula espinhal (constituída pelos motoneurônios) e a região dorsal formada pelos neurônios sensoriais.

Como observado, o tubo neural ao ter a placa neural invaginada, conforme Lent, até que os lábios dorsais se unam na linha média e o ectoderma não neural recubra a estrutura cilíndrica assim formada, fundamenta as primeiras transformações que ocorrem no eixo dorsoventral.

Lent explica que o mesoderma axial (notocórdio) passa a se concentrar abaixo da placa neural e depois abaixo do tubo neural. Que surgem duas regiões especializadas: a placa do teto (parte mais dorsal do tubo); e, e a placa do assoalho (parte mais ventral do tubo) transformando-se em seguida em motoneurônios, na porção ventral e, intraneurônios sensoriais na porção dorsal.

O notocórdio produz a molécula Sonic hedgehog (SHH) que progride no sentido dorsal do tubo neural. Numa fase mais posterior essa mesma proteína passa a ser produzida também pela placa do assoalho.

O encontro da proteína SHH com as células juvenis do tubo neural gera sinais intercelulares, que conforme a natureza do sinal varia com a concentração de SHH, modificando a expressão gênica.

O SHH na parte ventral tem maior concentração molecular, por isto a proteína sinalizadora é capaz de sintetizar um diferencial regional entre o desenvolvimento das células ventrais e dorsais, os efeitos diferenciados devido a concentração molecular distinta são chamados de moléculas morfógenos.

Neste estágio as proteínas BMPs produzidas e secretadas pelo ectoderma passam a serem produzidas também pela placa do teto. As BMPs diferenciadas se fundem em sentido ventral e reconhecidas pelos neuroprecursores dorsais, criando distintos tipos de interneurônios, no qual cada tipo de BMPs distinto canaliza um tipo de interneurônio a ser produzido.

Lent argumenta que existe fortes evidências que as moléculas indutoras e morfogenéticas atuam em níveis mais rostrais do tubo: no rombencéfalo, mesencéfalo e diencéfalo. Causando uma diversidade maior de moléculas envolvidas gerando processos mais complexos.

No sistema nervoso central (SNC) a diferenciação rostrocaudal embrionário também começa na placa neural, com a indução de: folistatina, noguina e cordina que ativam genes rostrais e outros fatores diferentes ativam os genes mais caudais (FGF8 – fator trófico) e o ácido retinoico (morfógeno). O que provoca a diferenciação do SNC em dois compartimentos: que dará origem ao prosencéfalo, mais anterior e que dá origem aos neurônios e gliócitos; e, o comportamento que irá formar as demais vesículas, que é um compartimento mais posterior.

Posteriormente o rombencéfalo passa a apresentar intumescências periódicas (rombômeros), no qual os neurônios precursores são reunidos para a formação do par de nervos cranianos. As proteínas nos rombômeros (formato de tubo) são diferenciadas de forma que possuem cada “anel” um padrão característico.

Proteínas específicas são produzidas pelos genes homeóticos dos rombômeros nos segmentos do eixo rostrocaudal do corpo, o que garante especificidade dos neurônios ao longo do tronco encefálico. Sendo o principal agente controlador o ácido retinoico secretado pelo mesoderma adjacente em concentrações diferenciadas, seguindo o prolongamento do nível rostrocaudal ativando genes homeóticos distintos.

Lent conclui que fatores indutores e morfogenéticos mesodérmicos ativam genes homeóticos diferentes nos diversos níveis, sintetizando proteínas que se transformam em células diferentes – inicialmente iguais -, fazendo surgir diversos núcleos de morfologia típica (neurônios e gliócitos) com características e conexões específicas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [024] – Novos Circuitos se foram: Crescimento Axônico e Sinaptogênese**

Durante a etapa de migração dos genes, no corpo do embrião, o neurônio juvenil pode emitir neurônio, que passa a crescer até a proximidade da célula de destino em que os contatos especializados são percebidos. O funcionamento do SN dentro dos padrões de precisão é garantido na fase da embriogênese e é muito importante para um funcionamento adequado da máquina humana.

Lent levanta o questionamento da forma que se consegue estabelecer uma garantia para a precisão do sistema nervoso, como o axônio se desenvolve e encontra o seu alvo e como o axônio trilha um trajeto correto até a conexão de destino.

A complexidade desta informação é tão grande que a especialização de neurônios de apenas um par de vértebras é responsável por inervar uma região específica do corpo humano. Então o grau e o nível de precisão exigido dentro da etapa de embriogênese é tão elevado que deva merecer um estudo aprofundado e especial sobre o assunto.

O axônio é um prolongamento do corpo celular neural, onde uma estrutura em sua extremidade conhecida como cone de crescimento, descoberto por Santiago Ramón y Cajal a partir de preparações histológicas, no início do século 20, também presente nos dendritos, é uma estrutura especializada em conduzir o neurônio para um local de destino específico. Além de possuir uma ultraestrutura especializada, possui sensores químicos que fornecem pistas do microambiente no qual o axônio se desenvolve.

Os cones apresentam fibras que se abrem na forma de um leque, unidas por membranas. Os filamentos são chamados de filopódios responsáveis por tatear o ambiente para reconhecer as pistas químicas. As membranas que interligamos filopódios são chamadas de lamelipódios que se movem guiando a direção em que o cone deve se desenvolver ao longo de um trajeto de crescimento de um axônio ao alvo de destino.

Os filopódios são construídos a partir de uma proteína chamada actina (proteína contráctil) e está presente em todo o citoesqueleto celular. Na região mais interna do cone existem inúmeros microtúbulos que também participam da motilidade.

Atualmente a teoria mais aceita é a da quimioafinidade ou quimioespecificidade (1940) para explicar o desenvolvimento do cone de crescimento, desenvolvida por Roger Sperry (1913-1994) que realizou um experimento em sapos onde se cortou o nervo óptico e esperou pelo crescimento e recomposição da parte lesionada a fim de que novas conexões se estabelecessem com o seu SNC. Ele percebeu que os novos prolongamentos de axônios atingiram os seus alvos cerebrais, e as regiões cerebrais que recebem a rotina foram enfim regeneradas por novos axônios que cobriram as conexões.

Isto levou Sperry a raciocinar a existência de marcas químicas altamente específicas nos quais os axônios em desenvolvimento facilmente reconheciam os traços químicos ao longo do percurso. Ao longo do aprofundamento desta descoberta, alterações relevantes na teoria foram desenvolvidas no decorrer do tempo, mas não foi suficiente para invalidar a hipótese.

Hoje se sabe que os neurônios são guiados para o crescimento do axônio por um trageto específico onde se concentra sinais moleculares que orientam a direção que o axônio deve tomar para chegar ao local específico que é o seu destino. No trajeto existem receptores moleculares na sua membrana que reconhecem os sinais químicos existentes ao longo do trajeto, e orientando o cone de crescimento para o local certo de destino.

Esses receptores são proteínas fusionadas à membrana do cone com uma parte voltada para a zona externa e outra que produz sinais intracelulares para orientar o sentido de transporte do filopódio e do próprio cone. Ocorrendo um processo de polimerização do citoesqueleto e a adição de membrana visualizado como um prolongamento do axônio na direção desejada, podendo ocorrer ramificações colaterais.

A matriz extracelular que está presente no meio pelo qual o cone de crescimento tem que direcionar o seu crescimento é bastante variada. Existem neste meio moléculas adesivas, promotoras e inibidoras de crescimento axônico. As principais moléculas presentes no meio são: as lamininas, as fibronectinas e os proteoglicanos; que são facilmente reconhecidos pelos cones de crescimento a partir do contato com tais pistas fixas presentes no meio. As pistas são localizadas a partir de moléculas presentes na membrana do cone de crescimento, sendo a principal delas a integrina capaz de reconhecer as lamininas.

O crescimento pode ser canalizado para a formação de fasciculação, quando a navegação em direção ao alvo se defronta com células ao longo do caminho e que proteínas específicas da membrana permitem a adesão entre elas. A adesão celular pode ser organizada a partir de dois grupos de moléculas: as caderinas que são glicoproteínas que dependem da concentração de cálcio intracelular que aderem a outras caderinas, que reconhecem por homofilia; e, as imunoglobulinas que são semelhantes a anticorpos que reconhecem por homofilia ou heterofilia os cones de crescimento.

As moléculas nem sempre promovem a adesão e o crescimento axônico, algumas podem provocar o colapso no direcionamento do desenvolvimento do crescimento (repulsa do contato).

As pistas utilizadas dentro deste modelo de migração atuam em curta distância. Mas existe um outro grupo de pistas que atuam em longas distâncias que criam um trajeto de secreção de células próximo do trajeto do cone e para longe da fonte no qual é gerado um gradiente que é perseguido pelo cone de crescimento.

Algumas moléculas atratoras (netrinas) do cone de crescimento utilizam o gradiente para orientar o sentido em sua direção do crescimento. Enquanto as moléculas repulsoras (semaforinas e as efrinas) inibem o crescimento ou adesão quando o filamento de axônio é encaminhado em sua direção. Que nem sempre assumem esta condição, o que vai depender da necessidade do neurônio: paralisar o movimento; mudar de direção; ou, afastar-se do cone de crescimento.

Quando o axônio se aproxima algumas moléculas são sintetizadas nas membranas do cone que resulta na articulação do axônio com o alvo distante. Quando o local de destino é encontrado um processo de arborização ou ramificação profusante gera um processo de conexão neural (ainda não conhecido completamente). Podendo as árvores formadas ter uma configuração de terminação densa e restrita ou esparsas e extensas. Esta etapa é conhecida como sinaptogênese que é a formação de sinapses, onde pequenos botões tocam os dendritos ou o corpo celular do neurônio alvo garantindo a comunicação entre os neurônios, onde as conexões nervosas garantem que impulsos nervosos possam ser transmitidos de uma célula nervosa para outra.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [025] – Processos Regressivos: Eliminação e Morte Anunciada**

O neuroembriologista alemão Viktor Hamburger (1900-2001) em 1940 descobriu que era a partir das etapas ontogenéticas que resultavam o excedente de neurônios, circuitos neurais e sinapses em um indivíduo. O número de células cresce na fase de embriogênese e decresce após o nascimento e também para os neurônios dos gânglios espinhais.

Os experimentos de Hamburger em aves (pintos) possibilitou-o descobrir que que o desenvolvimento normal incluía uma fase de morte celular natural, regulada pela quantidade de tecido-alvo presente no embrião.

Rita Levi-Montalcini, bióloga e colaboradora de Hamburger trabalhou sobre a existência de fatores neurotróficos, substâncias capazes de garantir a sobrevivência dos neurônios juvenis. Ela identificou o primeiro fator neurotrófico sobre os neurônios dos gânglios espinhais, no qual o batizou de fator de crescimento neural (NGF). Atualmente outros fatores neurotróficos foram descobertos e mapeados.

Lent afirma que este princípio ocorre em invertebrados e vertebrados. Nos invertebrados a morte celular é programada geneticamente e não é regulada pelos alvos como nos vertebrados. Na maioria dos casos a morte celular é parcial, a aparenta ser um mecanismo de controle das populações neurais em relação aos alvos.

Os alvos produzem os fatores trópicos e se supõe que também seja função das fibras aferentes. Que quando secretados são capturados pelos neurônios para que possa se converter em um crescimento que permita a realização de um movimento sináptico.

Os fatores tópicos atuam sobre os neurônios evitando a morte celular (opoptose) e também atuam sobre a síntese de enzimas que podem matar um corpo neural. Os neurônios que são encaminhados para uma posição alvo competem com outras células a projeção de seus axônios.

As células que estabelecem conexões sinápticas se estabilizam, as que não conseguem concluir a missão entram em apoptose e desaparecem. Essa morte programada é o único processo regressivo observada no desenvolvimento do sistema nervoso. Onde também uma eliminação seletiva ocorre de axônios e sinapses produzidos em excesso com seus neurônios, que não sinaliza a morte do neurônio, mas apenas um processo de poda onde os ramos colaterais são controlados, em macacos este índice de descarte pode chegar à 70%.

O desenvolvimento não é um fenômeno de etapas lineares como processos que se seguem em: divisão celular, migração, organogênese e crescimento. Os fatores neurotróficos coordenam a programação de morte das células neurais durante o desenvolvimento neural de um indivíduo.

Assim um neurônio tende a morrer quando um fator neurotrófico não é mais liberado pelo seu alvo. Como se a sua finalidade de existência deixasse de ter funcionalidade.

Rita em sua pesquisa notou que alvos maiores pareciam manter mais neurônios vivos do que alvos menores com a chegada dos cones de crescimento ao local de destino a fim de realização de conexão sináptica.

Não se sabe quando de fato o sistema nervoso se torna adulto, porque transformações mesmo na fase adulta costumam a ocorrer, mas se considera que o processo de mielinização é demarcador do estágio de maturação ontogenética do SN. Constituída de lipídios e gordura, a mielina é um material isolante que é constituidora da membrana da maioria das células da neuroglia: os oligodendrócitos. Quando a membrana glial toca as fibras nervosas, as capas de mielina vão se enrolando em espiral em torno das fibras nervosas (fenômeno conhecido como mielinização) ganhando como propriedade uma condução mais veloz que as células não mielinizadas, onde a informação, no caso das fibras mielinizadas, é migrada com maior fluência.

O estudo de mielinização é realizado atualmente por técnicas de neuroimagem por ressonância magnética. Foi descoberto em virtude deste procedimento que a mielinização inicia nos grandes feixes de fibras do tronco encefálico ao final da gravidez e nos primeiros dias após o nascimento, conforme Lent, ascendendo feixes diencefálicos de 1 a 3 meses após o nascimento. Para aos 6 a 8 meses de vida de um bebê ascender à capsula interna e ao restante do corpo caloso, para alcançar no primeiro ano de vida a substância branca dos hemisférios cerebrais, prolongando até o final de puberdade de forma mais lenta.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [026] – Desenvolvimento Cerebral e Desenvolvimento Psicológico**

Em 1920 iniciou um profundo debate sobre desenvolvimento cerebral infantil para se saber o que era inato e o que era adquirido, e o avanço do conhecimento sobre as capacidades psicológicas e cognitivas em adultos. E se precisava saber como é o processo natural de evolução do cérebro humano até a chegada da fase senil da vida de um ser humano.

Dentre as correntes psicológicas se destacaram Lev Vygotsky (1896 – 1934) que dava ênfase às interações sociais, como a linguagem e aspectos relativos à educação; e, Jean Piaget (1896 – 1980) detalhou a teoria do desenvolvimento psicológico do ser humano em relação ao seu desenvolvimento biológico. Todos os dois pensadores faziam parte do pensamento construtivista.

Em relação ao construtivismo, argumenta-se que o desenvolvimento infantil psicológico é fornecido por estágios bem definidos. Onde são visualizados um princípio ou fundamentação inato de reflexos simples que são utilizados e modificados pela interação com o ambiente em que a construção da cognição é um processo de incorporações adicionais do que se apreende e aprende no decorrer do desenvolvimento de um indivíduo.

Lent esclarece que o primeiro estágio é chamado de sensório-motor que vai do nascimento até os 2 anos de idade, onde a criança utiliza os reflexos inatos para explorar o mundo a sua volta. Onde os principais órgãos utilizados para esta exploração são a boca, mãos e esfíncteres.

Os objetos são agarrados e levados à boca por meio do reflexo inato onde a etapa seguinte é um evento de sucção que se incorpora do ato de mamar. Lent relata que objetos maiores que não podem ser agarrados são empurrados pela criança que tenta ter controle sobre o elemento que está tentando definir e dominar. Onde as informações a partir da experiência e experimentação da criança passam a ser percebidas e armazenadas na memória, como um processo de aprendizagem.

Nos objetos que emitem sons, passam a ser armazenados como informações a partir do sistema auditivo. De forma que o empilhamento de informações cada vez mais é responsável por catalogar e desencadear ações mais complexas devido a incorporação do aprendizado.

No segundo estágio: pré-operacional vai dos 2 aos 6 anos. Onde a fala e a locomoção passam a ser desenvolvidas e a serem utilizadas como instrumento de comunicação.

Neste estágio a capacidade de interação com o ambiente é ampliado, os eventos associativos permitem que as crianças criem “teorias” sobre a apresentação e formulação das coisas.

No terceiro estágio: operacional concreto vai dos 6 aos 12 anos. Onde as vivências percebidas passam a ser mais fortes no imaginário da criança onde o raciocínio elaborado é restrito a tudo que a criança presenciou.

No quarto estágio: operacional formal surge a partir dos 12 anos de idade. O raciocínio lógico permite estabelecer relações de fenômenos imaginados, onde a abstração passa a fluir com maior vigor e clareza de sentido.

Esses estudos foram possíveis graças a observações diretas sobre crianças através de uma abordagem observacional, e não experimental. No qual muitas descobertas não puderam ser realizadas porque não foi possível revelar apenas através do estudo observacional algumas habilidades presentes em bebês precoces.

Nos estudos experimentais, por exemplo, foi possível identificar que bebês controlam a atividade experimentada pelo reconhecimento de objetos, em que o tempo de ocupação mental e elaboral na ocupação do olhar na direção de um elemento varia de acordo com reconhecimento do objeto, normalmente o objeto é apreciado por mais tempo quando não reconhecido, e uma vez catalogado passa a perder o sentido da conexão mais duradora. Eles são capazes de distinguir cores, perceber profundidade, quantidades, localizar sons, identificar sons complexos, melodias e perceber a linguagem cantada de seus pais e parentes no ato de comunicação.

Porém dentro desta teoria se percebe que o desenvolvimento cognitivo é formado em estágios através da interação com o ambiente.

Os estudos atuais tentam criar uma correspondência entre as mudanças anátomo-funcionais do sistema nervoso no desenvolvimento após o nascimento. A fim de uma melhor definição sobre os estágios.

Na fase de 2 a 3 meses de vida ocorre uma importante inflexão, quando desaparecem ou são sobrepostos alguns reflexos inatos. Onde ocorre uma inibição dos neurônios motores do tronco encefálico e da medula por parte do córtex cerebral, segundo Lent, que também provoca a diminuição do choro e o aparecimento do sorriso visto como um evento social.

Na fase dos 7 aos 12 meses ocorre o surgimento da linguagem, um evento muito importante, que sinaliza o aperfeiçoamento da memória (operacional), em que eventos presentes são associados com lembranças temporais, em que sequências fônicas são capazes de serem percebidas em sentido integral (diferenciação dos neurônios do córtex frontal). Com o aumento da extensão das associações indica que ocorreu o desenvolvimento das diferenciações dos neurônios das regiões temporais, na formação hipocampal, responsável por interligar a memória.

No segundo ano de vida da criança surge a aquisição de compreensão plena e expressão da linguagem; inferências sobre estados mentais de outras pessoas, principalmente dos pais; ajuste social; e, autoconsciência. Lent também esclarece que nesta fase apesar das informações neurais serem escassas é possível afirmar que a mielinização dos feixes de fibras da substância branca começa nos primeiros meses, ascendendo ao diencéfalo e telencéfalo no final do primeiro ano. Podendo-se inferir também no aumento no número de sinapses no córtex cerebral a partir dos 2 anos de idade.

No segundo ano a conectividade é ampliada, os hemisférios cerebrais passam a se comunicar cada vez mais e a comunicação entre os hemisférios passa a ser organizada com maior intensidade pelo corpo caloso.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [027] – Células-tronco embrionárias**

Grande parte das células geradas na camada germinativa do sistema nervoso no desenvolvimento embrionário, a divisão dos progenitores neurais acontece junto da eliminação de muitas células que foram geradas. Não é um fenômeno de opoptose, é um tipo de morte celular proliferativa e antecede a degeneração de neurônios juvenis explica o Professor associado do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Stevens Rehen.

Em seus estudos foi capaz de demonstrar que os mecanismos de morte celular no SN em desenvolvimento dependiam do estágio de diferenciação.

A morte celular programada – apoptose – deveria ser evitada com a introdução de uma proteína com síntese de bloqueio de sua morte, nos neurônios recém-nascidos situados nas zonas proliferadas para que pudessem sobreviver. Mas mesmo que os neurônios ultrapassem a apoptose, podem ser eliminados pela proteína que sintetiza a apoptose, no caso de perca da competição por fatores trópicos quando encontram o elemento alvo em que o axônio neural se fixa.

Com o tempo, o estudo tornou possível descrever a existência de alterações cromossômicas (aneuploidias) no cérebro humano normal. Esses cromossomos poderiam ser úteis, caso não tivessem associados a disfuncionalidades ou doenças, de geração de uma grande diversidade de fenótipos neuronais em um SN adulto.

A tese tratada nesta pesquisa sinalizava que os neurônios com diferentes números de cromossomos que se apresentavam desorganizados era uma explicação para a morte proliferativa.

Após a mitose o repertório do cromossomo adquirido pelo progenitor neuronal definiria o seu destino que seria o efeito de morrer ou fazer parte do sistema neural de um adulto. Ainda durante o desenvolvimento, muitas células são eliminadas com a perda ou ganho de múltiplos cromossomos, enquanto células com poucas perdas ou ganhos cromossómicos sobrevivem e com maior frequência passam a compor o cérebro de um adulto.

A hipótese desta teoria é que os cromossomos desorganizados de células indicam uma necessidade de aperfeiçoamento no sentido do rearranjo ou organização garantindo a complexidade do cérebro, como mosaicos afirma Rehen, sendo necessário um ordenamento que permita uma imitação dos modelos anteriores herdados pelos pais.

Esse estudo também avançou no sentido de tentativa de mapeamento de um fosfolipídio simples chamado ácido lisofosfatídico que influencia o ciclo celular, reduz a morte proliferativa e favorece a diferenciação dos neurônios provocando sucos anatomicamente no córtex cerebral (pesquisa realizada em camundongos).

Este estudo avança para o estudo de células embrionárias (pluripotencialidade) a fim de aplicação pela medicina regenerativa que tornam necessários ao aprofundamento dos mecanismos de diferenciação neuronal, a fim de obtenção de quantitativos significativos de células pluripotentes para serem utilizadas como células-tronco embrionárias humanas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [028] – Envelhecimento e Morte do Sistema Nervoso**

O tempo interfere sobre o sistema nervoso além da fase embrionária e pós-natal. O sistema nervoso passa a envelhecer lentamente após atingir a maturidade resultando mais tarde em morte do SN e do indivíduo que perde suas funções de coordenação. Sob este enfoque o envelhecimento do SN não é observado como uma doença, mas como uma multiplicidade de alterações cerebrais e no organismo resultantes da entropia que está presente em todos os sistemas naturais.

Mas o que ocasiona o envelhecimento? Sua causa é desconhecida e ignorada. Porém, subsiste hipóteses que estão sendo investigadas. Uma delas é a hipótese da determinação genética relativo as leis que regem cada espécie. Como se fosse uma programação em que a espécie é condiciona a reagir no habitat onde está instalada.

Leonard Hayflick em um experimento contou o número de vezes que um fibroblasto humano se dividia em uma placa de cultura, percebendo que os fibroblastos jovens se dividem mais que os de indivíduos mais velhos. Comparou as divisões deste material em outras espécies, e viu que tinha uma relação no número de divisões e longevidade de espécies como ratos, seres humanos e tartarugas.

Lent nos conta que Hayflick sugeriu a existência de um relógio biológico determinado geneticamente e responsável por controlar o tempo de vida das células que resultam num tempo de vida para um indivíduo.

Outra hipótese que pode explicar o processo de envelhecimento é a existência de redundância gênica, que no início haveria bastante genes para cada fenótipo e com o passar do tempo começaria um esgotamento dos genes redundantes que como consequências seriam sucessivas mutações, conforme Lent, espontâneas e provocadas ao longo da vida, resultando degeneração funcional e morfológica que ocasiona a velhice.

Outra hipótese que foi descoberta recentemente é que os telômeros, que são as pontas do cromossomo de um DNA, se encurtam durante a divisão celular. Essas sequências de repetições de base do DNA quando não exatas para o indivíduo pode causar a morte de células ou a produção de aberrações cromossomáticas, prejudicando as funções celulares.

Mas existe uma forma de contornar essa hipótese, que é um processo natural chamado de telomerase, que é a produção de uma enzima que corrige o processo de encurtamento dos cromossomos. Porém, o mecanismo não é ao todo conhecido, muitas vezes não está presente em células ditas normais, e em grande quantidade pode provocar câncer durante a mitose.

Mesmo ignorado qual o elemento que gera disfuncionalidade de células normais em um indivíduo adulto, o envelhecimento atinge o sistema nervoso comprometendo a longevidade, provocando degeneração gradativa, com colapso funcional, onde a morte se torna a resultante deste processo.

Em média o tamanho do cérebro de um idoso é menor com a consequência lógica e imediata de possuir um menor peso. Lent explica que alguns giros são mais finos, os sulcos mais abertos e profundos, as cavidades cerebrais mais largas e a espessura das regiões corticais menor.

Estes traços podem ser observados em tomografia computadorizada, ressonância magnética, que indicam alterações padrões para a fase etária. Ocorre uma dilatação da região frontal e temporal. Espaços extracelulares de pequenos materiais densos e fragmentos de neurônios como depósitos são observados na forma de placas senis.

A quantidade de neurônios diminui com o avanço da idade. Conforme Lent, aos 90 anos a perda neural chega a 10%, onde existem perdas significativas também para a quantidade de sinapses. A substância branca é reduzida significativamente e as fibras mielínicas podem perder até 40% nesta faixa etária.

As proteínas cerebrais diminuem na idade senil, se perdem enzimas sintetizadoras e as enzimas que degradam neuromediadores gerando deficiência para a transmissão cerebral.

O metabolismo do oxigênio cerebral diminui, reduzindo o fluxo sanguíneo. E como consequência direta diminui a massa cinzenta. Nas placas senis surgem peptídeos anômalos chamados β-amiloide.

Essas alterações se acentuam no decorrer da idade, mas devido o comportamento de cada indivíduo pode ocorrer uma variação de atividade cerebral para pessoas de mesma idade. Quando a afetação é muito profunda pode ocasionar sintomas físicos e psicológicos com o surgimento de doenças como o Alzheimer ou demência senil.

Geralmente o idoso apresenta lapsos de memória de pequena extensão, o raciocínio fica lento e episódios de confusão passam a ser percebidos pelos mais jovens no meio social. Esses sinais são chamados de “inteligência fluida” que distingue da sabedoria, conforme Lent, que é a “inteligência cristalizada”, esta última pouco se altera com a idade.

Outro problema enfrentado pelo idoso é a locomoção, que se mostra mais lenta e há frequentes perdas de equilíbrio. As mãos passam por menor firmeza, com a apresentação de insônia noturna e sono diurno.

O indivíduo que desenvolve o Alzheimer pode ter os sintomas de velhice acentuados e com perda de memória recente e acentuada confusão mental.

A chegada da idade amplia-se as deficiências metabólicas, onde a produção de proteínas estruturais é afetada, e outras enzimas e fatores trópicos.

O mecanismo de reparação celular também é afetado com a velhice responsáveis pela correção do DNA. As deficiências bioquímicas afetam a compactação dos cromossomos, onde fatores extrínsecos ativam oxidantes, ausência de correção quanto a fatores de radiação e maior risco para o efeito com substâncias tóxicas.

Este processo degenerativo torna difícil a condução e a transmissão de impulsos nervosos impedindo a transmissão sináptica. Oligômeros podem ser formados criando pequenas barreiras para a condução e transmissão de impulsos nervosos.

Os fragmentos de células degeneradas geram depósitos de substâncias anômalas, onde os fragmentos de organelas se tornam novelos intracelulares de neurofibrilas e geram detritos a formar placas senis.

O sistema imunológico e a neuroglia é parcialmente desativado e não consegue mais coordenar a remoção dos detritos que formam as placas senis. O descrito anteriormente é o verdadeiro responsável pela diminuição do quantitativo de neurônios na idade senil.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [029] – Alzheimer: a Doença do Esquecimento**

O envelhecimento incorreto, através da Doença de Alzheimer cuja característica marcante histopatológica e a presença de agregados na forma de placas formadas pelo peptídeo beta-amiloide tem sido objeto de estudo da Professora do Instituto de Bioquímica Médico da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Fernanda De Felice.

Conforme frisa a Doutora o sintoma mais marcante do Alzheimer é a perda de memória, podendo conter alucinações, pesadelos, insônias, alterações da personalidade, podendo variar de paciente para paciente.

Os estágios mais avançados da doença há perda de neurônios nas áreas responsáveis pela memória e aprendizado. Podendo o cérebro atrofiar-se e apresentar excessivamente placas senis.

De Felice esclarece que durante anos se atribuiu à patologia o surgimento e acúmulo das placas senis, principalmente pelo peptídeo beta-amiloide aglomerado em fibrilas amiloides.

Estudos recentes demonstram que outros agregados menores encontrados nas placas conhecidas como oligômeros também se encontram de forma expressiva em pacientes com Alzheimer. Eles também são aglomerados de peptídeos beta-amiloides, porém menores na forma de pequenas bolsas. Eles têm a possibilidade de deslocarem-se pelos neurônios de forma livre devido ao seu tamanho diminuto.

Doutora De Felice acredita que os oligômeros são capazes de causar a perda da memória e a degeneração causada em pacientes de Alzheimer. Ela expõe o fato do funcionamento dos oligômeros induzir-se como uma neurotoxina que ataca as sinapses dos neurônios sadios, que ao ligar com estes últimos gera disfunção do impulso celular transmitido pelo neurônio sadio.

Acontece que os oligômeros ficam posicionados colados aos dendritos dos neurônios sadios, o fato gerador como efeito é a alteração da composição, estrutura, funcionamento e integridade das sinapses. Até que a ação do tempo danifique e transforme em placa senil o neurônio destruindo-o definitivamente.

A Doutora De Felice acredita de fato que a compreensão de como o mecanismo do oligômero age dentro do cérebro humano é fundamental para a correção da doença de Alzheimer.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [030] – As Unidades do Sistema Nervoso: forma e função de Neurônios e Gliócitos**

O organismo humano tem como centro de decisão que cuida da parte de gerenciamento do corpo o seu sistema nervoso que tem como eixo principal de sua constituição neurônios e gliócitos.

Mas a questão é saber como neurônios e gliócitos se comportam dentro do SN? Sabe-se que pouco vale um neurônio em regime de trabalho isolado porque a informação como pulso não será migrada para outro alvo que esteja deslocado no centro da máquina humana. Então há que afirmar que neurônios e gliócitos trabalham de forma consorciada, integrando circuitos neurais. Essa integração é fundamental para a troca de informações sistêmicas dentro de um organismo vivo.

Os neurônios através de sua membrana citoplasmática são capazes de produzir impulsos, na forma de sinais bioelétricos, e ao contrário do que se podia imaginar os gliócitos também fornecem sinais de informação, que se reproduzem a partir de ativação eletroquímica.

Um neurônio é especialista na recepção de sinais. Ele possui três partes fundamentais que o caracterizam para a geração de seus processos: dendritos – responsáveis por captar informações a partir de partes aferentes; o núcleo – onde é realizada a síntese das substâncias necessárias para a ativação dos processos de bioeletricidade; e o axônio onde a corrente ou impulso é gerado a fim de transmissão sináptica da informação para o estágio seguinte, que geralmente é outro neurônio fusionado na forma de um circuito neural.

Os impulsos elétricos são gerados pelo citoplasma do neurônio, entenda como citoplasma a membrana ou pelagem externa de um neurônio. Os diferentes tipos de canais iônicos nesta membrana permitem passar elementos químicos específicos e distintos de acordo com o tamanho ou dimensão da partícula subatômica que a característica do canal é exclusivo para a liberação da passagem do material, no qual o influxo e fluxo de substâncias conhecidas como íons, no interior e exterior da membrana gera uma onda que se propaga através do axônio pela geração de um diferencial que permite um conteúdo migrar sua característica excitatória à diante a fim de provocar uma reação em cadeia por produção de substâncias reativas, chamadas de neuromediadores e neurotransmissores que desencadeiam eventos cerebrais.

O potencial de repouso é um estado elétrico da membrana neural no qual o seu interior é negativo em relação ao seu exterior, permanecendo o diferencial de potencial contínuo e constante em relação ao fluxo de íons.

Em um dado momento, quando os canais se abrem para a passagem seletiva de Na+ e K+, um fluxo enorme de íons abastece o neurônio, invertendo a polaridade elétrica.

Entenda como carga negativa do neurônio uma falta interna de Na+ e K+ porque as portas dos canais estão fechadas, e uma carga positiva do neurônio quando em seu interior existe um excedente de Na+ e K+, causando o desnível em relação à quantidade presente na parte externa da membrana, onde a falta destes íons passa a ser externa.

Há que se pensar neste modelo de impulso como uma onda que se desloca por toda a extensão de um neurônios, onde os canais abrem e se fecham de forma rápida e coordenada a gerar um fluxo de entrada e saída de íons que levam as informações como elementos químicos dentro do axônio, onde os neuroquímicos presentes e produzidos no núcleo do neurônio passam a ser internamente conduzidos para o botão sináptico, para ser liberado pela porta sináptica a fim de provocar a reação sobre o dendrito do neurônio seguinte de elementos químicos que são liberados pelo neurônio que realizou corretamente o ciclo completo para a chegada do impulso.

Os gliócitos, por outro lado, conhecidos também como neuroglias ou glias, são geralmente células polivalentes não neurais, conforme afirma Lent, que opera inúmeras funções distintas capaz de modular a transmissão sináptica e contribuir para a troca de polarização (negativo versus positivo) do meio, no qual eles regulam o fluxo sanguíneo e atuam como células-tronco em algumas regiões, capazes de promover a defesa do organismo, e, por processos químicos são capazes de desencadear e contribui para a organização metabólica no funcionamento neural.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [031] – As Unidades do Sistema Nervoso: Aprofundando um pouco mais sobre Neurônios e Gliócitos**

O tecido nervoso possui extrema variação tanto da sua parte funcional como de sua infraestrutura ou morfologia. Os neurônios se apresentam dentro do organismo humano de formas variadas, e para melhor compreendê-los se organizou uma forma de classificá-los como estruturas que represavam determinadas características: piramidais, estreladas, granulares, horizontais, multiformes, unipolares, bipolares, pseudounipolar e multipolares; podendo ser atribuído outras classificações conforme a linha de raciocínio de um autor.

Alguns corpos celulares tem uma estrutura parecida com pirâmides, outros se assemelham com estrelas, pequenos grãos, alongados na forma de fusos, outros possuem aparência arbórea, ...

Conforme o tipo de especialização neural um grupo de neurônios é sensível ou não para canalizar um impulso proveniente de um órgão receptor, como por exemplo, a pele humana. Alguns neurônios neste modelo do exemplo são sensíveis a impressões táteis de pressão, outros apenas a sensibilidade relativa ao toque em que se transfere uma coordenada atmosférica de temperatura, outros sensíveis apenas ao rompimento das estruturas na sinalização da dor.

Todo impulso que chega no ponto alvo e correto no SNC terá um significado como comportamento a ser traduzido e interpretado e encaminhado de volta por vias eferentes como uma resposta possível para lidar com a urgência pela resposta da pressão vinda do plano exterior.

Os sinais elétricos gerados na forma de impulsos se transformam em unidades sensoriais de informações que conforme a intensidade que se projeta no ponto de destino causa a reação química necessária para que o indivíduo desperte a funcionalidade que está sendo necessária em um dado momento.

É possível fazer uma analogia da máquina humana, especialmente o SN como sendo um complexo computador multifacetado, com vias aferentes e eferentes, exclusivas, com momentos que se fracionam a informação quando encaminhada por vias seriais e momentos em que é necessário a distribuição de tarefas por vias em paralelo quando a sensibilidade assim exigir.

Os pulsos coordenam a excitação e inibição de glândulas, músculos, realizam complexas estruturas de códigos que são transformados em sensações, pensamentos, memória, emoção e toda sorte de cognições.

Por outro lado, as glias em menor variedade morfológica e funcional, podem também ser percebidas de forma distintas como: astrócitos (que tem a forma de astros); oligodendrócitos (que tem poucos ramos de conexões), ...

As glias ou gliócitos controlam o fluxo sanguíneo levando e buscando nutrientes para as células nervosas, participam do processo de sustentação neural, controlam as concentrações de íons próximos aos axônios neurais, armazenam glicogênio, ajudam em processos de cicatrizações além de defender o organismo contra infecção ou lesões e fornecem uma capa de gordura isolante no neurônio que acelera a velocidade do impulso quando o sistema de canais é acionado.

Sem uma operação coordenada entre glias e neurônios o sistema funcional não corresponderia a necessidade de um indivíduo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [032] – A Forma e os Componentes da Célula Nervosa**

O corpo de um neurônio é conhecido como soma, onde as substâncias produzidas em seu interior são processadas por organelas intracelulares. Entenda como organela pequenos órgãos. O Soma é medido em termos de micrômetros e existe grande variação entre distintos tipos de neurônios. Geralmente um neurônio possui apenas um único axônio e um número elevado de dendritos e muitos portais sinápticos. O Soma é responsável por encaminhar o sinal através do axônio a fim de ser encaminhado até o portal sináptico os fluxos internos neuroquímicos que irão sinalizar as instruções e os códigos aos neurônios seguintes.

Os dendritos colhem as informações que chegam das reações anteriores, geralmente outro neurônio, os neuritos (axônio) são morfologicamente variantes. Axônios podem ser curtos e simples, e longos ou complexos, ou ter outras formações.

Lent afirma que o axônio que se encontra no cone neural tem um comprimento curto, e termina de forma simples. Os dendritos também são bastante variantes e curtos, no cone neural. E como o axônio têm a sua terminação única no cone em sua extremidade.

A região receptiva do neurônio, os dendritos se assemelham a formação de uma árvore chamada de campo dendrítico capaz de receber as informações a partir de outros neurônios. É possível que uma única célula possa se ramificar em 200.000 fibras aferentes.

A membrana do neurônio separa completamente a composição intracelular da composição extracelular. Permitindo apenas a passagem intensa de íons através de portas ou canais específicos para esta atividade (permeabilidade seletiva). Então o sistema não é do tipo de isolamento total, mas sim parcial. Desta forma é possível a geração e propagação de sinais bioelétricos conforme vistos anteriormente.

Uma membrana plasmática pode ser observada a partir de um microscópio eletrônico. Ela é formada por três lâminas ou camadas, sendo as duas mais externas, camadas opacas aos feixes de elétrons, e a camada central transparente aos elétrons. A membrana é formada por uma dupla paliçada de lipídios onde as proteínas posicionadas de forma interna flutuam. O neurônio possui complexas cisternas envoltas em membranas (vir no google a imagem das cisternas para fixação), semelhantes a uma célula comum. A função das cisternas é gerenciar o tráfego interno de moléculas de acordo com a estrutura genética. Elas não estão somente presentes na parte externa do neurônio, e fazem parte de muitas organelas neurais.

O interior da célula nervosa é formado pelo citoplasma de composição e conteúdo complexo, e o núcleo. O citoplasma é formado por um conteúdo quase gelatinoso meio líquido e por fibrilas, que são tipos de proteínas que formam o citoesqueleto. Este último é que confere a forma estrutural – manutenção e mutação – de um neurônio.

Os neurônios ao longo de sua vida podem emitir, alongar e retrair suas terminações. Uma das funções do citoesqueleto é ser uma via de transporte de material sinalizador, nutrientes, fatores tróficos, vesículas membranosas, do Soma no sentido dos neuritos.

O citoesqueleto é formado de três estruturas: **microtúbulos** – são estruturas tubulares de 25 a 28 nanômetros de diâmetro com proteínas Tubulina e MAP; **neurofilamentos** – possuem cerca de 10 nanômetros de diâmetro com diferentes proteínas transadas como se fossem uma corda; e, **microfilamentos** – de 3 a 5 nanômetros de diâmetro, é composto pela proteína Actina importante para os movimentos celulares. São estas proteínas fibrilares que se acumulam no cérebro de um paciente, na forma de depósitos, na doença de Alzheimer.

O citosol pode ser observado como uma sopa proteica no qual coexistem diversas macromoléculas especialmente proteínas (geralmente sintetizadas por ácidos nucleicos) e enzimas. Esses elementos geralmente apresentam em trânsito dentro do citosol para incorporação ao citoesqueleto, às organelas intracelulares e ao núcleo: conforme Lent.

O núcleo é a maior organela de um neurônio, onde a maior parte do DNA neural está localizado e grande parte do seu RNA. A membrana nuclear é formada por um sistema de cisternas planas em placas separadas continuando no retículo endoplasmático. Coexistem amplos poros nos locais de separação entre as placas onde ocorrem intensa transferência de ácidos nucleicos e proteínas entre o núcleo e o citoplasma, conforme Lent.

Devido a incapacidade do neurônio adulto se dividir, O DNA nuclear fica alojado no núcleo de forma dispersa, e conforme Lent explica, ele nunca se agrupa para formar os cromossomos tão característicos da célula em metáfase, sendo no núcleo que ocorre a síntese de mRNA (RNA mensageiro).

Através dos poros do envelope nuclear os mRNAs são encaminhados para o citoplasma. Os polissomos são formados pela associação dos ribossomos com as estruturas de mRNA podendo, os polissomos, se unirem a estrutura externa do retículo endoplasmático. A função do polissomo é de sintetizar as proteínas do neurônio.

Existe no retículo endoplasmático rugoso intensa atividade de síntese proteica. Essas proteínas de difundem pelo núcleo, no citosol, e, outras são armazenadas no interior do retículo para transporte posterior para os prolongamentos do neurônio para ser secretado para a parte extracelular do neurônio.

Vesículas brotam do retículo endoplasmático rugoso que se fundem ao sistema de cisternas citoplasmáticas do aparelho de Golgi. Outras vesículas saem destes para o transporte pelos microtúbulos do axônio e dos dendritos em direção as saídas do neurônio. O conteúdo destes sistemas de cisternas e vesículas são proteínas na forma de reguladores de neuromediadores e componentes destinados aos neuritos.

No aparelho de Golgi brotam organelas citoplasmáticas (lisossomos) cujas enzimas decompõem moléculas já utilizadas pelo neurônio em partículas menores, para posterior reutilização e renovação das organelas.

A mitocôndria realiza a fixação do oxigênio e síntese de moléculas de alta energia necessários como alimento para a vida da célula.

O peroxissomo contém uma proteção contra o peróxido (molécula altamente oxidante) e é responsável pela conservação celular. As mitocôndrias e o peroxissomo possuem uma relação ancestral primitiva de dependência.

A apresentação dos dendritos na forma de árvore maximiza as possibilidades de conexões a partir das reações do neurônio anterior pelo qual o neurônio atual apresenta seus apêndices dendríticos. A armação dendrítica se apresenta como espinhas na forma de pequenas projeções como uma esférula na extremidade em que os contatos sinápticos tem probabilidade de realização.

As espinhas dendríticas concentram moléculas influentes na transmissão de informação neural e podem se modificar dinamicamente através do aprendizado.

As substâncias encontradas no Soma também podem ser encontradas nos dendritos (proteínas e enzimas). Nos ramos mais finos Lent expõe que ocorre o desaparecimento da substância Nissl, do aparelho de Golgi e os microtúbulos do citoesqueleto.

O segmento inicial ou zona de disparo é a região onde o Soma se conecta com o axônio, sendo uma região muito sensível à excitação. Conforme visto antes o axônio tem um importante papel de condução de bioeletricidade e excreção de neuroproteínas através dos neuritos. A membrana do axônio é chamada de Axolema e seu citoplasma recebe o nome de Axoplasma que não existe em seu interior o retículo endoplasmático rugoso que fabrica a substância Nissl, porém pode conter mitocôndrias esparsas, vesículas em trânsito, microtúbulos, neurofilamentos e microfilamentos. O fluxo axoplasmático é a comunicação entre o Soma e as extremidades do axônio que é possível graças aos microtúbulos, sendo estes últimos uma espécie de trilho.

O fluxo dentro do neurônio pode ser anterógrado (do Soma para o axônio) ou retrógrado (do axônio para o Soma). O fluxo anterógrado transporta vesículas em fluxos saltatórios em uma velocidade média de 400 mm/dia. As vesículas, explica Lent, ligam-se aos microtúbulos por meio de pontes de cinesina (proteína que aproveita o metabolismo oxidativo) que empurram as proteínas para frente. É um movimento importante para o crescimento e regeneração neural. Através do fluxo anterógrado que as moléculas e os neuromediadores chegam na extremidade do axônio.

O fluxo anterógrado possui 3 componentes. O anterior descrito é o mais rápido e os outros dois mais lentos que o mecanismo anterior, ainda dentro do fluxo anterógrado, carreiam proteínas do citoesqueleto numa velocidade de 0,2 a 2,5 mm/dia e 0,4 a 5 mm/dia.

No fluxo axoplasmático retrógrado a molécula motora que utiliza os microtúbulos como trilho se chama dineína, e é responsável por carrear fragmentos de membrana e outras moléculas dentro de lisossomos para degradação e reutilização no Soma neuronal, conforme explica Lent.

A bainha de mielina é uma capa de gordura e lipídios que envolve a membrana plasmática de um corpo neural. A sua produção ocorre nos oligodendrócitos. No SNC, e no SNP a produção da bainha de mielina ocorre graças as células de Schwann.

Na extremidade distal do axônio pode ocorrer uma ramificação profusante na forma de uma arborização terminal (telodendro). Múltiplos botões sinápticos podem ser formados em cada ramo de telodendro onde se formam as sinapses.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [033] – A Membrana e os Sinais Elétricos do Sistema Nervoso**

Lent considera a membrana plasmática como a parte mais importante do neurônio, principalmente por sua capacidade de ser sensível à excitação que a torna capaz de transmitir e conduzir informações percebidas a partir de outros neurônios através de sinais elétricos, que podem ser observados como uma linguagem própria do sistema nervoso.

Emil DuBois-Reymond (1818 a 1896) foi o fisiologista que descobriu as propriedades da membrana plasmática, onde as derivações da descoberta foram reproduzidas apenas 100 anos depois. Ele foi capaz de perceber a importância dos íons dentro do modelo do SN. A bioeletrogênese explica que os íons biológicos são fortemente hidrofílicos e possuem extrema dificuldade para transpassar uma membrana de lipídios.

Assim se imaginou a presença de poros que pudessem passar material como íons através de canais que geraria sinais elétricos por meio de trocas entre conteúdos internos e conteúdos externos.

Então DuBois-Reymond supôs que este sistema teria filtros de permeabilidade seletiva onde em determinadas situações alguns elementos pudessem pular de fora para dentro e outros retransmitidos para as partes externas e vindo a se incorporar ao meio extracelular.

Os canais iônios são proteínas fixas na membrana incrustadas na bicamada lipídica capaz de passar de forma seletiva um quantitativo de íons específicos. Que controla a entrada de elementos de acordo com o tamanho da unidade química a ser transportada.

Neste sistema existem canais abertos que deixam passar continuamente os íons, e outros, chamados de canais controlados por comportas que em condições específicas excretam ou incorporam o íon para a região externa ou interna respectivamente.

Existem canais para cátions de sódio (Na+), para potássio (K+) e o cálcio (Ca++) e canais para ânions: cloreto (Cl-). A alteração da voltagem gera uma interpretação por parte dos canais controlados que abrem e fecham suas comportas. Estes canais são então dependentes da voltagem.

Hormônios neurotransmissores e neuromediadores carregam propriedades que permitem fazer a abertura de determinados tipos de canais. Neste caso os canais são classificados como dependentes de ligantes. Então este último foge à regra que independentemente do tipo de íon o canal que é aberto por um hormônio irá permitir a passagem de qualquer elemento que as dimensões do canal permitam a passagem da substância.

A energia mecânica também permite a abertura de canais, como por exemplo, o estiramento do neurônio ou a dilatação através do calor incidente sobre a membrana.

Um dos ligantes que permite a abertura de um canal dependente de ligantes é o neurotransmissor acetilcolina. Todos os ligantes são glicoproteínas com subunidades repetidas ou diferentes.

Lent explica que o canal de Na+ dependente de voltagem é formado por uma subunidade de 270.000 dáltons (tipo α) com duas subunidades reguladoras (tipo β) de (39 e 37kDa). As subunidades α formam os poros por onde passam os íons, sendo as moléculas também semelhantes aos canais de K+ e Ca++. O canal de acetilcolina tem 275 kDa com cinco unidades parecidas.

Dentro da membrana na área do canal surge um poro de passagens dos íons, e um segmento adere a uma voltagem relativa à membrana. Na parte externa extracelular, certas regiões do canal existem um tipo de interação química com ligantes naturais: neurotransmissores, neuromoduladores e hormônios.

Já a tetrodotoxina bloqueia um canal de Na+ e o tetraetilamônio bloqueia um canal de K+.

O domínio intracelular recebe comandos a partir das interações internas para abrir e fechar os canais e obedecem aos sinais de nucleotídeos AMPc, o GMPc2 e o íon Ca++. Estes são chamados de segundo mensageiros, enquanto os sinais gerados a partir os ligantes são chamados de primeiros mensageiros.

Outra forma de abertura, fechamento ou inativação de um canal interno intracelular é a ativação de uma enzima fosforilante de proteínas (cinases).

O íon Na+ possui 0,095 nm de diâmetro e atravessa as dimensões de um canal de Na+ livremente, mas segundo explica Lent, o íon K+ possui 0,133 nm sofre bloqueios porque é incapaz de passar pelo poro.

Os cátions dentro do cérebro geralmente estão envolvidos em solução hidratada envolvido por uma molécula de água com adesão por força eletrostática. E estando hidratado o íon Na+ passa a ter dimensão superior ao K+ que impede a passagem pelo canal deste último dada a condição química do movimento extracelular. Então diante de interações específicas determinados momentos ocorrem fases onde o íon Na+ passa por um filtro molecular capaz de reconhecer o íon no interior do poro e fazer a seletividade que permite capturar o Na+ desmembrando-o da molécula de água.

A energia eletroquímica é a base para a movimentação dos íons do lado externo para o lado interno e vice-versa da membrana celular. Outro fator relevante é que o meio extracelular existe mais sódio e cloreto, enquanto o citoplasma possui mais potássio e proteínas com carga negativa (ânions orgânicos) que possibilita formar um gradiente de concentração química intracelular.

Quando um canal livre para Na+ e Cl- é aberto, esses íons tenderão a entrar pela porta do canal para a área do citoplasma do neurônio. Porém, quando se abre um canal para K+ por possuir uma abertura maior tenderá a lançar mais material ao meio extracelular. Então surge um diferencial de cátions na parte externa da membrana gerando um diferencial elétrico entre a parte externa e interna da membrana, no qual esse material externo passa a ser lançado na forma de pulsos através do axônio do lado externo da membrana, gerando uma ondulação. A diferença de potencial elétrico de um lado para outro da membrana neural é chamada de gradiente elétrico.

Lent explica que o gradiente elétrico se opõe à passagem de mais K+ de dentro para fora e as cargas positivas posicionadas na região externa tendem a repelir os cátions; e, o fluxo de K+ vai diminuindo até encontrar o equilíbrio entre os dois meios.

É gerado um gradiente eletroquímico entre as interações dos íons e as interações dos ligantes naturais: neurotransmissores, neuromoduladores e hormônios.

Assim comportamentos diferentes concentrações de íons são ativados para a abertura e fechamento de canais, ativando e desativando as comportas quando é aberto mais canais de Na+ eles são capturados mais facilmente de fora para dentro. E no caso de K+ o sentido é a migração de partículas de dentro para fora da célula, porque o gradiente químico predomina em força sobre o gradiente elétrico (o mesmo ocorrendo com o Cl-).

O funcionamento dos canais abertos é mais simples, por depender de interações os canais que são dependentes de ligantes tornam-se estruturas de percepção mais complexa.

Os canais controlados por comportas apresenta uma propriedade das proteínas conhecida como alosteria onde as proteínas podem assumir informações moleculares diferentes ao modificar sua disposição espacial. Dependendo da conformação da constituição física da proteína o canal será ativado ou desativado, ou seja: aberto ou fechado.

Lent explica que nos canais dependentes de interação por voltagem uma alteração da diferença de potencial elétrico pode ser um estímulo disparador da mudança conformacional. Já os canais dependentes de ligantes necessitam de reações químicas para o funcionamento de abertura ou fechamento.

Lent evidencia três estados funcionais distintos:

1. Um estado de repouso, que o canal está fechado, mas pode abrir a qualquer hora;
2. Um estado ativo, que o canal está aberto, onde passa por ele o fluxo iônico;
3. Um estado refratário, que está fechado e não pode ser ativado.

Um só canal em um estado ativo pode deixar passar mais de 100 milhões de íons por segundo. E mesmo que o neurônio apresente dificuldades de formação poderá desempenhar a sua função sem maiores problemas.

Alguns problemas neurológicos podem ser explicados a partir do estudo dos canais, e explicar algumas doenças dos músculos e do SN (canalopatias) que gera mutações sobre os canais observando-se que defeitos moleculares ocasionam distúrbios elétricos nas células e graves sintomas a um indivíduo doente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [034] – Neurônios em Silêncio: O Potencial de Repouso**

O estado de repouso é a condição em que um neurônio não se encontra em atividade, ou seja, não é capaz de gerar sinais elétricos de informações. Um observador poderia perceber uma diferença de potencial constante entre a membrana pelo seu meio extracelular e a membrana pelo seu meio intracelular que este não movimento de carga elétrica é conhecido como potencial de repouso.

A natureza isolante da bicamada lipídica da membrana e o gradiente químico apresenta duas questões importantes que é a geração do potencial de repouso e como este potencial de repouso é mantido.

Caso a diferença de potencial entre a membrana seja zero, o íon K+ seria empurrado pelo gradiente químico pelo canal aberto para fora do neurônio. Ao sair o gradiente elétrico produzido forçaria cada vez menos envio de material para o meio extracelular, até que encontrasse um ponto de equilíbrio que o meio intracelular estivesse em equilíbrio do K+.

O potencial de equilíbrio foi calculado pela primeira vez pelo químico Walther Nernst (1964 a 1941), onde o íon de K+ geralmente gira em torno de -75 mV. Porém estudos posteriores estatizaram a medida neural de -60 a -70 mV. Da mesma forma que o potássio os outros íons também estabelecem uma influência sobre a geração de bioeletricidade.

O gradiente químico na condição de gradiente zero, ou seja, no potencial de repouso, também empurram de fora para dentro da célula elementos químicos porque possui no meio extracelular uma concentração maior destes materiais. E ao produzirem um gradiente elétrico no sentido oposto do antepenúltimo parágrafo, tenderiam a entrar cada vez menos material estabilizando e garantindo o equilíbrio do potencial. O potencial de equilíbrio do potencial para o íon de sódio foi calculado em +55mV e para o cloreto -60 mV.

O cálculo do potencial de repouso resulta uma combinação dos movimentos de todos estes íons e passa a depender da permeabilidade do canal e a concentração dos cátions.

A equação de Goldman permite chegar também no valor do potencial de repouso conforme indicado anteriormente de -60 a -70 mV. Lent traz à tona o conhecimento que as diferenças de permeabilidade entre os íons indicam que há mais canais abertos de K+ no neurônio que canais de Na+ e de Cl-, sendo o potencial de repouso mais próximo do potencial de equilíbrio do K+ do que do Na+ e do Cl-. Nos astrócitos o potencial de repouso é de -75 mV o que induz a pensar que elas possuem apenas canais abertos para K+.

A situação de equilíbrio é referente aos diferenciais presentes na membrana, enquanto o gradiente eletroquímico é referente ao diferencial entre as porções intracelulares e a parte extracelular próxima à membrana. Quando a situação de equilíbrio elétrico é atingida os fluxos iônicos através da membrana não são interrompidos. Enquanto o neurônio estiver funcional o equilíbrio dinâmico e os movimentos iônicos continuam a correr indefinidamente.

A ATPase de Na+/K+ ou seja a bomba de Na+/k+ é uma molécula da classe de transportadores ativos que transloca íons e moléculas pequenas de um lado para outro da membrana celular.

A bomba é formada por dois tipos de unidades: α (catalítica) e β (reguladora); que são subunidades que atravessam a membrana. A subunidade α interconecta os íons de Na+ e o ATP (molécula de alta energia) e os sítios extracelulares para K+.

Lent explica que o ATP transfere fosfato para a subunidade α, em presença de Na+ do lado de dentro e de K+ do lado de fora. A fosforilação permite a exteriorização de 3 íons de Na+, em troca de dois íons de K+ que vão para o citoplasma neural. Esse movimento faz parte do gradiente eletroquímico, por isto a energia extraída do ATP é fundamental no processo. A bomba Na+/K+ é um mecanismo natural de reposição automática das concentrações iônicas. Esta bomba é responsável pelo consumo de 20 a 40% de toda a energia consumida pelo cérebro.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [035] – Neurônios em Atividade: O Potencial de Ação**

O que caracteriza um neurônio é sua predisposição em se ativar a partir de um estímulo, que por transdução gera um sinal elétrico extremamente rápido semelhante a um pulso digital em computadores.

O pulso facilmente se converte em informação quando interligado há vários setores no SN. Eles fornecem transferência de energia para algumas atividades metabólicas fundamentais, ativando os mecanismos fisiológicos para a necessidade de reação diante de uma demanda que parta do ambiente.

Os sinais encaminhados pelos neurônios são variados e representam uma proporção das representações externas que estão em contato com o indivíduo a sinalizar como a influência ambiental deverá influenciar no comportamento de um indivíduo.

A bioeletrogênese do SN em relação ao potencial de ação começou a se desenvolver na década de 1920 a fim de que os mecanismos que ativam os neurônios fossem estudados e conhecidos.

Pouco se sabia sobre os determinantes biofísicos, principalmente a influência dos hormônios, e se tinha como meta o registro deste fenômeno. Um microelétrodo foi aplicado através da membrana no sentido do interior do neurônio (no Soma e no axônio) e se utilizou os grandes axônios das lulas com a aplicação de eletrochoques que permitiram obter os primeiros registros de potencial de ação.

Os pioneiros que mereceram destaque na busca pelo potencial de ação foram Alan Hodgkin (1914 a 1998) e Andrew Huxley (1917 a 2012) permitiram um avanço significativo no estudo da bioletrogênese do impulso elétrico do neurônio. A diferença de potencial transmembranar foi medido a partir do experimento realizado com o material genético de uma lula. O posicionamento de eletrodos no axônio do animal em ambas extremidades, sobre a região da membrana permitiu o primeiro registro de atividade bioelétrica em material neural de um ser vivo.

Neste experimento o potencial de repouso era de -70 mV. Quando o estímulo elétrico era aplicado à membrana uma variação súbita ultrapassava este valor. E o potencial da membrana atingia entre 40 a 50 mV em que se seguia uma despolarização voltando o potencial da membrana ao valor próximo do potencial de repouso. E este movimento bioelétrico tinha uma duração aproximada de 1 milissegundo. Essa última fase ficou conhecido como repolarização.

Através de uma aparelhagem especial o potencial do axônio da lula foi estimado em um ponto entre -70 e +40 mV. Nada se podia afirmar sobre o efeito dos canais e da transmissão dos íons ao longo do experimento porque não havia instrumentação suficiente para uma medicação mais correta. Essa técnica fora batizada como técnica da fixação da voltagem.

Com a fixação começou-se a estudar os movimentos iônicos, porém de forma que se apresentavam todos os tipos de íons combinados. Com o uso da tetrodotoxina (TTX) que bloqueia como função os canais de Na+ foi possível medir a influência do íon de K+ de forma isolada, e pois com o uso da teraetilamônio (TEA) foi possível bloquear os canais de K+ para se medir a influência do Na+.

A TEA permitia o registro da ação rápida da corrente elétrica de fora para dentro atribuída aos íons de Na+. O TTX registrava a corrente mais lenta, da polaridade inversa, do movimento de dentro para fora. O registro composto indicava a influência interativa dos dois cátions como efeito bioelétrico. Utilizou-se isótopos radioativos para medir as concentrações em ambos os lados da membrana antes e depois do experimento.

A súbita abertura de canais de sódio contribuía para que a fase de despolarização fosse desencadeada nos canais de sódio que dependem de voltagem, que em menos de 1 milissegundo um número bem expressivo de íons Na+ para dentro do axônio era observado.

A corrente de sódio era interrompida devido a inatividade dos canais de sódio. Sendo a fase da repolarização desencadeada de forma mais rápida do que a diminuição do fluxo de íons de sódio, devido principalmente pela ativação dos canais de potássio em que os canais dependentes de voltagem abriam um pouco depois do de sódio.

Lent explica que a saída de potássio restaura a polaridade da membrana para os níveis de repouso, mas durante um certo tempo ela permanece inexcitável (período refratário), incapaz de gerar outros potenciais de ação.

Descobriu-se que após o potencial de ação, os canais iônicos passam para o estado inativo ou refratário para depois atingir o estado de repouso. E do estado de repouso o neurônio novamente se torna apto para novo ciclo de excitação. É o tempo em que a bomba de Na+/K+ restaura o gradiente eletroquímico original.

A região do neurônio em que as atuais medições do potencial de ação são realizadas em outros mamíferos e no homem é conhecida como o segmento inicial ou zona de disparo por ser uma região especializada com muitos canais iônicos dependentes de voltagem no qual permite perceber uma maior excitabilidade. No segmento inicial é o local do neurônio onde se consegue medir o menor potencial -55mV e é despolarizado em 10 mV. Sendo a medição realizada no corpo celular encontrando-se como métrica de limiar de -45 mV. Hoje já é possível com modernos instrumentos se detectar correntes microscópicas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [036] – Moléculas em Ação**

O Professor-titular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais Paulo Sérgio L. Beirão, conta que quando tinha 4 anos teve em sua casa uma experiência com escorpião. Que ao sair do banho sua mãe percebeu o animal em sua toalha e graças a esta intervenção não foi picado por um Tityus serrulatus.

Sua experiência de certa forma evoluiu para o estudo, baseado em seu Professor Ribeiro Diniz (1919 a 2002) sobre venenos e toxinas de animais. Deste contato descobriu que o veneno no especial escorpião agia no sistema nervoso através dos canais de sódio. E para estudar o efeito era necessário aplicar a técnica de fixação de voltagem.

Motivado e se sentindo desafiado em encontrar uma solução do insight de seu professor desviou o curso da medicina a fim de estudar as relações necessárias para se aprofundar este tema no Brasil.

Em sua pós-graduação em Biofísica na Universidade Federal do Rio de Janeiro, trabalhou com a bomba de cálcio do retículo sarcoplasmático (reservatório de íons na célula muscular).

Usando um esquema cinético aprendeu como são processadas as transformações cinéticas, que permite uma molécula realizar a sua função. E graças a este pioneirismo foi possível compreender no país o princípio dinâmico de funcionamento da bomba de cálcio.

Num estágio na Filadélfia, EUA, aprendeu como utilizar a técnica de fixação de voltagem, mas o estudo com escorpiões já havia sido realizado por outro profissional.

Como conclusão do estudo com escorpiões observou-se que a toxina provoca o prolongamento dos potenciais de ação levando a morte o SN devido a instalação do desequilíbrio.

Dr. Beirão, trabalhou nos EUA com a saturação do transporte de Ca2+ pelos canais de íons usando a técnica de fixação de voltagem.

Com o avanço dos estudos no Brasil foi possível aprimorar a técnica para o estudo da fixação focal de voltagem para estudar o mecanismo de ação de várias toxinas, em especial da aranha armadeira (Phoneutria nigriventer) para demostrar suas ações sobre os canais de sódio, cálcio e potássio que como resultados se espera a produção de novos medicamentos.

O estudo do escorpião foi retomado na busca de uma compreensão de como uma de suas toxinas é capaz de controlar a ativação dos canais de sódio. Essa toxina está relacionada a brevidade do controle de inativação que limita o movimento diminuindo a velocidade da inativação.

Hoje qualquer célula pode ter a sua membrana plasmática medida pela utilização da técnica de fixação focal da voltagem. E o Brasil tem profissionais que conseguem desenvolver a técnica do esquema cinético que é um grande avanço para as áreas das Neurociências.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [037] – A Propagação dos Sinais Elétricos dos Axônios**

O segmento inicial ou zona de disparo que é a região próxima ao corpo ou núcleo do neurônio na parte axiomática possui uma forma cilíndrica e se prolonga na forma de um tubo, semelhante uma fina raiz, pelo tecido nervoso até se encontrar com uma célula alvo.

Ao longo do prolongamento o axônio pode se ramificar diversas vezes. Os ramos colaterais se ramificam próximo ao corpo celular e ao se fixar na vizinhança estabelece ligações sinápticas com outros neurônios alvos que estão nas imediações.

Os neurônios que emergem distalmente podem se prolongar e alcançar outras regiões do SN. Arborizações terminais densas e profundas podem ser formadas a partir de bifurcações sucessivas do axônio próximo aos neurônios alvos. Um axônio pode migrar para uma região perto do corpo nuclear ou ir para bem longe. Uma capa protetora chamada bainha de mielina essencialmente lipídica pode estar em volta dos axônios. Além de ter propriedades isolantes é um importante componente auxiliar no impulso nervoso.

Mas a questão é como o potencial de ação chega até as ramificações e destas distribui o impulso para os dendritos do neurônio alvo.

Durante toda a extensão do axônio de um neurônio existe uma infinidade de canais iônicos, o que lhe dá a propriedade de ser muito excitável. Na abertura dos canais de sódio da zona de disparo a polaridade se inverte em relação a vizinhança, no qual um polo passa a se situar próximo ao Soma do neurônio e outro na direção dos terminais. Então se observa que dentro deste sistema fásico existe um componente de corrente iônico, um componente de corrente local situado do axoplasma e outra fase que se situa no meio externo justaposto à superfície. As correntes laterais são produzidas a partir do movimento superficial dos íons e analogamente se assemelha a condução observada em fios metalizados.

Conforme vimos o lado do Soma o limiar é mais alto, então as correntes iônicas devem ser mais intensas para provocar atividade. Ao contrário da parte do axônio que está mais próximo do terminal que é menos resistivo.

O sentido da condução segue o fluxo do Soma em relação aos Terminais. Quando um neurônio atinge o potencial de ação, o fluxo da corrente que percorre o axônio não volta o sentido da corrente dos canais de íons porque quando um canal iônico sai da atividade ele entra em estado de inatividade ou refratário, no qual a indução de nova corrente é interrompida temporariamente naquele segmento específico do axônio até que ele se recomponha e atinja o potencial de repouso. Durante este interstício a membrana plasmática do neurônio é inexcitável. Os neurônios mais próximos do Soma estão em estado de repouso e o canal da observação fica condicionado ao estado refratário, sendo o canal seguinte podendo estar deslocado para um potencial de ação em fluxo de processamento de informações até que novo fluxo seja desencadeado no axônio e o segmento da membrana possa corresponder a onda excitatória.

Assim, repetindo-se este processo, a onda de bioeletricidade passa a se deslocar no sentido dos terminais axônais. Apenas o fluxo se desloca, com o acionar síncrono dos canais dando a impressão de deslocamento, como uma energia que se aplica para abrir uma porta, e o indivíduo ao passar a primeira barreira se encontra com outra porta que tem que lhe aplicar “idêntico” esforço para que a segunda porta em diante seja aberta, até encontrar um portal, representado pelo botão sináptico que libera definitivamente a passagem do fluxo de informações para os dendritos do neurônio seguinte.

O potencial de ação é autorregenerativo e autopropagável onde as correntes levam a superação do limiar para que haja a liberação do fluxo bioenergético. A consequência direta deste regramento é que em uma bifurcação no terminal a voltagem do potencial de ação permanecesse a mesma. Indo desta informação é possível expandir o conhecimento de Roberto Lent em afirmar que a onda de bioeletricidade é geradora de movimento, do ponto de vista que um canal transfere uma carga de ativação para outro canal de forma que é gerado um ciclo de realimentação de forças no qual gera a impressão de deslocamento do pulso.

O pulso de uma canalização de íons em um dado canal não é absorvido ao longo do axônio, de forma que se um potencial de ação é deslocado a partir da zona de disparo, a mesma amplitude e forma de energia chega até os terminais.

A intensidade da corrente elétrica é determinada pelas interações de forças que se deslocam através do axônio a partir das interações entre o meio intracelular e o meio extracelular em relação a membrana plasmática.

A resistência externa é baixa, enquanto a resistência interna é mais elevada dentro do axônio, portanto a resistência do axoplasmática depende do calibre do axônio. Quanto mais encorpado é um axônio, se supõe ser menor a sua resistência interna. A consequência direta é que uma corrente em um axônio de grande calibre tende a ser de maior intensidade e amplitude atingindo as regiões vizinhas com maior velocidade.

Outra consequência direta é que o potencial de ação em axônios mais calibrosos passa a se deslocar mais rapidamente, do que o visualizado em axônios menos calibrosos.

As capas de mielina contribuem também para a velocidade de transmissão dos impulsos. Porém as bainhas de mielina não são constantes em torno do axônio, elas estão justapostas de forma que deixam livres segmentos, na forma de intervalos denominados de nodo de Ranvier. A mielina como isolante impede que interferências do meio extracelular possam ditar ordens e acionar os canais dependentes de ligantes que estabelecem a abertura, inatividade e fechamento de acordo com o contato com o meio extracelular.

Outros gliócitos servem como capa isolante para neurônios, onde os axônios podem estar envoltos em células de Schwann e oligodendrócitos. O empilhamento da bainha de mielina é na forma espiral e tem sua constituição especialmente formada por lipídios e são responsáveis por impedir o surgimento de correntes transmembrânicas.

Uma corrente local surge tanto nos neurônios amielizados ou nos mielizados. A diferença é que nos axônios mielizados a corrente salta de um nodo de Ranvier para outro, ativando o potencial de ação.

A bainha de mielina não interfere na onda, garantindo a transmissão de suas propriedades iniciais, como a amplitude, voltagem e comprimento de onda.

Assim, os impulsos podem ser comparados por analogia a um código que representa uma ideia e que se incorpora a um processo de linguagem de interpretação do mundo que ao ser gerado e transmitido é encaminhado para um centro, que é outro órgão capaz de corresponder à reação adequada que corresponda a necessidade de interação ambiental.

O cérebro possui diferentes códigos e todos eles são psicofísicos e psicoquímicos, que são transmitidos toda vez que a intensidade de ação for forte o suficiente para conduzir um nível de bioeletricidade que desperte pelo potencial de ação a funcionalidade de reação exigida como sentido para um indivíduo.

Existe uma lei para os neurônios conhecida como sistema de tudo-ou-nada, em que um neurônio não é capaz de corresponder a uma excitação proveniente de um sentido que capturou uma impressão do espaço, se ele não corresponder a um tipo de carga mínima para que haja necessidade de uma resposta de conservação que exija uma atitude do indivíduo em relação ao desencadeamento de uma ocupação, vista como um comportamento que irá determinar a resposta do indivíduo para um problema que o afeta diretamente.

O sinal básico do nível de código pode ser interpretado como 1 sendo presença de sinal e 0 como sendo repouso. Onde repouso é um nível de funcionamento energético que não gera força suficiente para acionar um sistema de fluxos para a migração de impulsos elétricos para outras regiões cerebrais responsáveis pelo processamento de informações para a tomada de decisão.

O intervalo entre um potencial de ação e outro é variável, irá depender da influência do meio externo ao indivíduo que faça ativar o seu comportamento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [038] – O Gliócito é a Célula Polivalente do Sistema Nervoso**

No século XIX se acredita que os gliócitos eram células de sustentação mecânica dos neurônios. Os cientistas desta época acreditavam que as células eram não individualizadas e que seus núcleos habitavam um mesmo citoplasma compartilhando uma mesma membrana, idênticos em constituição às fibras musculares (sincício) por isto os gliócitos eram conhecidos pelo coletivo neuroglia.

Hoje o sistema nervoso é conhecido como um sistema formado por neurônios e células gliais. As células glias mantém a saúde e fornecem o sistema de processamento de informações neurais, além da sua função conhecida primariamente de sustentação mecânica dos neurônios.

O sistema de classificação dos tipos celulares foi construído basicamente por Ramón y Cajal, no qual Lent expôs as principais informações disponíveis sobre este estudo.

As células gliais podem ser classificadas em Macroglia, Microglia, Glia periférica e outros tipos de células que ainda não tiveram classificação.

A Macroglia pode ser segmentada pelas células: Astrócitos, Oligodentrócito e Células NG2.

A função dos astrócitos é a regulação neurodependente do fluxo sanguíneo local (Hiperemia funcional), formação e manutenção da barreira hematoencefálica, a formação de células tronco durante e após o desenvolvimento, orientação do crescimento axônico durante o desenvolvimento, promoção de sinaptogênese durante e após o desenvolvimento, migração radial de neurônios durante o desenvolvimento, modulação da transmissão sináptica (comunicação glioneuronal bidirecional), receptação do glutamato, proteção antiexcitotóxica, proliferação (gliose) reativa, mobilização de outros gliócitos durante inflamação e/ou trauma, sincronização neuronal via junções comunicantes e modulação da secreção de hormônios pela neuro-hipófise (tanicitos e pituicitos)

Os Oligodendrócitos têm como função a mielinização durante o desenvolvimento, a propagação do impulso nervoso em alta velocidade e a regeneração axônica.

A função das Células NG2 é de servir como células-tronco durante o desenvolvimento e o controle do brotamento axônico nos nodos de Ranvier.

A Microglia tem como tipo celular representante conhecido atualmente apenas o microgliócito cuja função principal é a resposta imunitária (fagocitose, apresentação de antígenos).

A glia periférica possui dois tipos de células: A célula de Schwann e a Célula ganglionar satélite.

A célula de Schwann tem como função a mileinização durante o desenvolvimento e a regeneração axônica.

A célula ganglionar satélite tem como função o isolamento elétrico de neurônios, que ainda é uma suposição não comprovada.

As células gliais não classificadas são de dois tipos: Epindimócitos e Glia embainhante olfatória.

A função dos Ependimócitos é a regularização da troca de substâncias entre o sangue, o tecido nervoso e o líquido cefalorraquidiano (líquor), formação do plexo coroide (estrutura especializada na produção de líquor), participação no fluxo direcional de líquor e manutenção da barreira hematoliquórica.

A função da Glia embainhante olfatória é a mielinização e a célula-tronco olfatória.

Os astrócitos, os oligodendrócitos e as células NG2 têm origem embrionária neuroectodérmica, a mesma origem dos neurônios. A micróglia tem origem mesodérmica. As células de Schwann originam da crista neural do embrião.

Os astrócitos se ramificam profusamente e sua aparência é de astro e seus prolongamentos são numerosos que envolvem os nodos de Ranvier a formar capas de capilares sanguíneos do sistema nervoso e constitui um revestimento intracerebral e das meninges, formando espaços bem delimitados facilitando a troca de informações. A área de um astrócito possui milhares de sinapses e vasos sanguíneos. Os astrócitos possuem uma proteína específica conhecida como GFAP que é um dos componentes do citoesqueleto desta célula.

Os astrócitos que estão na substância cinzenta, conforme Lent, possuem um corpo celular irregular, prolongamentos muitos ramificados e grandes quantidades de proteína GFAP (Astrócitos protoplasmáticos) e possuem um potencial da membrana muito negativo correntes de potássio independentes de voltagem, fazem a endocitose de glutamato e se juntam facilmente com outras células.

Os astrócitos que estão na substância branca, conforme Lent, são mais alongados e menos ramificados, possuem poucas quantidades de proteína GFAP (Astrócitos fibrosos) e possuem um potencial da membrana menos negativo, correntes dependentes de voltagem de potássio e de sódio, baixa interiorização do glutamato e colaboram para o desacoplamento juncional.

Os oligodendrócitos possuem prolongamentos que saem do Soma, pouco numeroso e ramificado que emitem expansões planas que se enrolam em torno de axônios centrais, para formar a bainha de mielina (MBP), que, estas últimas, contém moléculas proteicas que bloqueiam a capacidade regenerativa dos axônios centrais se produzidas por um oligodendrócito, caso seja produzida por uma célula de Schwann não possui proteína bloqueadora.

As células NG2 não expressam GFAP e nem MBP, mas apenas o neuroglicano-2 (NG2) e estão presentes de forma expressiva na substância cinzenta e branca.

As células de Schwann são mielinizantes do SNP e favorecem a regeneração axônica. A glia embainhante olfatória fornece cobertura de mielina para os axônios olfatórios.

Os microgliócitos são pequenos e alongados, possuem poucos prolongamentos e têm prolongamento moderado. Eles atuam em processos patológicos ao se desenvolverem diante de agressões e traumatismos no sistema nervoso central.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [039] – Interações neurônio-glia**

A Professora e Doutora associada do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Flávia Carvalho Alcantara Gomes relata que o cérebro humano é a estrutura mais complexa dos vertebrados.

Existe uma grande variedade de tipos celulares que garantem que essa complexidade seja obtida. E entender como neurônios e células glias, a partir de um número pequenino de precursores, são gerados é um desafio para os pesquisadores do século XXI.

Em 1994 a Professora começou a gerar interesse pelo papel dos astrócitos na determinação celular no sistema nervoso.

Após o Mestrado em Israel no Instituto Weizmann de Pesquisa e no Brasil no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF) na UFRJ e o Doutorado no Laboratório de Neurobiologia Celular no Instituto de Ciências Biomédicas da UFRJ, foi possível graças ao estudo do controle gênico em protozoários, aprofundar o papel das interações celulares no desenvolvimento do SNC.

Até meados do século XIX o neurônio era percebido como a única estrutura funcional do sistema nervoso e havia pouco interesse pelo estudo das células glias.

Nos últimos 15 a 20 anos a neurociência mudou profundamente e o interesse pelo estudo dos gliócitos tornou-se bastante promissor.

Alcântara Gomes estudou os hormônios tireoidianos (HTs) na fase de desenvolvimento do sistema nervoso que afetavam o cerebelo. Seus estudos evidenciaram que poucos eram os genes modulados pelos HTs nos neurônios cerebelares onde o déficit deste hormônio alterava profundamente o desenvolvimento do cerebelo. O que gerou um profundo questionamento acerca das leis da genética.

Então os astrócitos foram utilizados para compreender como os mediadores das ações dos HTs comprometiam o desenvolvimento no cérebro in vivo a partir de suas interações.

Um intercâmbio em Paris em 2001 foi possível aprofundar o estudo da glia radial (GR) que a função é de servir de guia no processo de migração para a formação do córtex cerebral, onde o término da migração origina os astrócitos. O estudo foi capaz de perceber que além desta função também poderia lhe ser atribuído a funcionalidade de ser progenitora neural do córtex cerebral. Na forma de progenitores neurogênicos e em seguida gliogênicos.

Então surgiu uma hipótese para este comportamento neuronal em que neurônios e glias eram produzidos a partir da mesma unidade morfológica, e a conclusão gerada foi que à medida que a população neuronal aumenta, sinais indutores neurais de glia alterariam sua forma, influenciando a diferenciação celular.

Em 2010 intensificou-se os estudos do papel da molécula que derivariam os neurônios a partir deste processo. O estudo se concentrou no fator de crescimento transformante beta 1 (TGF-β1) que induzem a célula glia radial a se transformarem em astrócitos, onde a secreção de glutamato foi levada em consideração.

Com o avanço deste estudo pretende-se compreender doenças neurodegenerativas como e epilepsia, Alzheimer, Parkinson e esclerose lateral amiotrófica.

Onde a ideia central é criar estratégias de terapia a fim de equilibrar com fatores hormonais e o uso de células-tronco a geração do equilíbrio orgânico do sistema nervoso.

Este estudo foi escrito em 2010, provavelmente hoje, em 2017 já tenha ocorrido grandes avanços.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [040] – Informações gerais sobre Neurônio e Glias**

O sistema nervoso é constituído por uma rede de células a gerar circuitos neurais formados por neurônios e células glias, onde apenas recentemente nas duas últimas décadas é que se convencionou a catalogar as neuroglias como parte de um modelo de circuito neural.

Antes, a capacidade de gerar impulso era a forma percebida para catalogar os neurônios como os únicos e exclusivos decodificadores e transmissores de informações. Hoje se sabe o potencial desenvolvimento das glias que são capazes de coordenar e orientar eletroquimicamente as funções dos neurônios.

Os astrócitos, por exemplo, são capazes de gerar corrente elétrica para a condução de potenciais de ação ou potenciais sinápticos de Ca++ com alta capacidade de sinalização no qual pode ativar vias bioquímicas ou a expressão gênica de outras células.

O papel do astrócito neste circuito neuronal é a liberação no meio extracelular de sinalizadores que irão contribuir para ativar o potencial de ação na rede exclusiva de neurônios. A liberação de gliotransmissores vem sendo estudada e está em contínuo avanço científico, Lent explica que dois têm efeitos semelhantes ao glutamato e o aspartato e outros menos conhecidos como ATP, a taurina e a D-serina.

Em 2010 ainda não se sabia como os gliotransmissores são liberados e a suposição era que vesículas faziam a excreção do material. Então já se sabia que os astrócitos sinalizam através de neuroquímicos.

Os astrócitos e o NG2 recebem sinapses de axônios. Em que ficou mais evidente da interação entre neurônios e glias a partir das novas descobertas.

O que podia se pensar em estruturas complexas de informações que têm o papel de modulação da transmissão sináptica entre os neurônios ao atuar no meio extracelular nos neuritos.

A compreensão leva ao conhecimento de que as sinapses são verdadeiros chips neurais capazez de transmitir, modificar, bloquear uma informação a partir da interação entre um neurônio e outro.

Dentro do fator de interação entre glias e neurônios algumas funções deste circuito já são conhecidas: 1] absorver o excedente de neurotransmissores que se deslocam pela fenda sináptica; e, 2] modular a transmissão sináptica controlando e liberando gliotransmissores.

Os astrócitos e células NG2 são influenciadores dos neurônios em relação aos seus movimentos sinápticos. Também não pode ser esquecido os influenciadores: oligodendrócitos, células de Schwann e a glia embainhante olfatória que também tem papeis importantes no circuito neural principalmente na regulação da velocidade das transmissões dos impulsos bioelétricos.

O tecido nervoso é abastecido através do fluxo sanguíneo com nutrientes e oxigênio. Os neurônios consomem muito oxigênio necessário para o desencadeamento de suas atividades. E para a correção do funcionamento cerebral o indivíduo passa a ingerir uma quantidade mais elevada de oxigênio a fim de alcançar a função de funcionamento adequada para a manutenção da homeostase.

O astrócito é especialista em absorver os nutrientes da corrente sanguínea, onde faz uso dos neurotransmissores excitatórios produzidos dos neurônios pelas sinapses para gerar correntes de fluxo de íons de cálcio que alojam por todo astrócito chegando aos pedículos perivasculares, liberando moléculas para a vasodilatação das arteríolas (hiperemia funcional), elevando o fluxo sanguíneo, onde os alimentos para as células são capturados. Em tarefa semelhante estão os neurônios nitridérgicos (que produzem ácido nídrico - gasoso).

As células glias são imaturas durante o desenvolvimento e muitas servem como células-tronco, proliferar e criar astrócitos, oligodendrócitos, neurônios (o último criado pela glia radial ou NG2 imaturas).

A capacidade de multipotente de uma célula glia é parcialmente ativa na fase adulta em alguns sítios do córtex cerebral.

Os jovens neurônios utilizam as glias radiais como trilho diferenciando-se para o exercício de determinadas funcionalidades. Os astrócitos se posicionam em lugares estratégicos do SN em desenvolvimento para emitir sinalizadores e orientação para os axônios em fase de crescimento atuando também nos neurônios migrantes para que possam encontrar o caminho correto de seus alvos.

As células que geram capas para os neurônios, como: oligodendrócitos e células de Schwann são essências para se modular a velocidade das transmissões sinápticas.

As células de Schwann são capazes de identificar os axônios que devem receber a capa lipídica. E na vida adulta são especialistas em regeneração celular, principalmente diante de uma lesão no SNP.

Na extensão da glândula Pia-máter no SNC, um número expressivo de células glias se fixam garantindo a fronteira do tecido nervoso, criando uma barreira seletiva para o líquor que banha as meninges. A mesma coisa acontece nos ventrículos com células glias especiais. Assim se seguem também a função dos ependimócitos. De forma que as células glias garante a fronteira do SN no controle de substâncias que devem trafegar do sistema arterial para o SN e vice-versa.

Os astrócitos no caso de lesão se aproximam das áreas lesionadas para efetuar a correção gerando uma cicatriz ao redor (gliose). São estruturas sensíveis à reação inflamatória. Essas células também apresentam antígenos (macrófagos e monócitos) que encaminham para o sangue gerando o efeito imunitário (Linfócitos T). Quando os níveis estão elevados são capazes de inibir o crescimento neurítico.

Os microgliócitos também têm papel imunitário importante. Providenciam uma descarga de monócitos no sangue quando necessários exercendo a funcionalidade de serem fagocíticos. São capazes de produzir substâncias citotóxicas para combater radicais livres, enzimas proteolíticas e citocinas pró-inflamatórias.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [041] – Os Chips Neurais**

A unidade de processamento de pulsos do sistema nervoso é a sinapse. A sinapse é realizada na parte em que ocorre uma junção entre dois neurônios e a grande flexibilidade do sinal é devido as inúmeras possibilidades de interação que uma membrana neural pode estabelecer com o meio extracelular a fim de que a mensagem seja transmitida pela fenda sináptica para o neurônio vizinho aferente imediatamente justaposto na sequência de transmissão neural.

Existem sinapses químicas (através de neuromoduladores, neurotransmissores e gases) e sinapses elétricas (através de junções intercomunicantes a sincronizar células que ejetam basicamente sinais elétricos: sinais iônicos e pequenas moléculas). As sinapses elétricas possuem alta velocidade e baixa modulação e são responsáveis por sincronizar atividades neuronais.

Já as sinapses químicas, Lent as compara com chips neurais, pois são capazes de modificar atividades neurais, no qual a membrana pré e pós-sináptica possuem um papel importante em regular o potencial elétrico que permite influenciar o potencial de ação no neurônio seguinte.

A interação entre milhares de neurônios é fundamental para que o efeito do processamento da informação seja gerado cujos efeitos podem ser excitatórios ou inibitórios.

Charles Sherrington (1857 a 1952) foi o definidor do termo sinapse para designar troca de informações entre dois neurônios. No entanto, apenas depois de 1950 as bases morfológicas e funcionais das sinapses foram conhecidas com a introdução nos laboratórios dos primeiros microscópios eletrônicos.

Os neurônios são estruturas vivas e detém um certo poder de influenciar uma transmissão de informações. Porque parte de um conhecimento biológico interno em que um fluxo de dados atinge ou não o potencial de ação para que o efeito seja transmitido ao neurônio seguinte e este biologicamente poder avaliar se a continuidade ou acréscimo de informações deverá influenciar o próximo neurônio.

Porém há de se que pensar que os potenciais de ação não passam de um neurônio para outro e podem ocorrer que o pulso seja alterado no decorrer deste processo. As reações produzidas a partir deste movimento como neurotransmissores e neuromediadores são encaminhados para ativar o neurônio seguinte.

Os códigos encaminhados através de pulsos nervosos chegam apenas até os terminais axônicos, no qual uma transformação química libera a informação para o neurônio seguinte na forma de neurotransmissores e neuromediadores. No qual a química é percebida e eclode no neurônio posterior movimentos que poderão fazer com que este também atinja o potencial de ação (movimento elétrico).

Entre as tarefas das sinapses podem estabelecer a função de filtragem, amplificação, adição, bloqueio, regulagem, ... dos circuitos neurais. Um neurônio pode atingir até 10.000 sinapses neurais para processamento e modificação de informações aferentes.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [042] – Sinapses Elétricas: sincronizadores Celulares**

No estudo de processamento biológico de informações a crença inicial era que as transmissões eram essencialmente elétricas. E estudos com vertebrados demostraram que a maior parte das transmissões tinha um componente químico muito forte.

Através do microscópio eletrônico se descobriu a função comunicante que é a região de comunicação no qual conecta dois neurônios. A membrana neste setor é separada por um espaço de 3nm do dendrito do neurônio seguinte. Canais iônios especiais chamados de conexons (formados por 6 subunidades de proteínas conexinas) podem, em determina ocasião, formar poros de 2nm de diâmetro no qual podem passar várias espécies iônicas e moléculas pequenas. E em centésimos de milissegundo uma quantidade considerável de substâncias, quando a célula atinge o potencial de ação estimula a abertura dos poros e encaminha os químicos para a célula seguinte.

De acordo com a variação de parâmetros metabólicos do citoplasma o acoplamento pode estar “ligado” ou “desligado”. Os fatores que podem influenciar são: o Ph e concentração de íons de cálcio.

Durante o processo na fenda sináptica, o canal comunicante reconhece quimicamente o elemento que está sendo ejetado, mudando sua conformação espacial, por meio de abertura que permita a passagem dos elementos químicos.

Nesta passagem específica o sentido de transmissão química é indiferente, mas existem junções específicas unidirecionais (junções retificadoras).

Assim as sinapses transmitem informações, mas não são capazes de processar a informação. A velocidade garante a eficiência de correspondência que permite sincronizar atividade celular em milhares de células, isto é fundamental para a garantia dos batimentos cardíacos, do sistema respiratório, da regulagem do ciclo circadiano, e outras inúmeras funções.

No sistema nervoso os processos ontogênicos são sincronizados graças o papel de coordenação sobre os neurônios juvenis de acoplamento e desacoplamento das junções comunicantes permite a organização celular.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [043] – Da Concepção à Comprovação da Sinapse**

No século XV se acredita que os fluídos corriam por dentro dos nervos, idealizado como uma troca que se assemelhava ao sistema arterial, em que o sangue se projetava por dentro das veias.

Essa visão se alterou bastante a partir do século XIX quando se descobriu que nos corpos biológicos havia bioeletricidade e que os nervos não eram essencialmente ocos para a transmissão de materiais. Nesta fase de desenvolvimento das neurociências já se sabia que a eletricidade era transmitida através da dinâmica que se instalava sobre a membrana celular neural.

O histologista Ramón y Cajal percebeu os espaços existentes entre um e outro neurônio o que contribuiu de vez para abortar a tese que era a crença do século XV. Então se pensou em um sistema de impulsos nervosos que faziam transportar propriedades de uma célula para outra.

Charles Sherrington (1857 a 1952) percebeu que o pequeno espaço entre as células era de grande importância para a transferência de informações e a batizou com sinapse nervosa. Inicialmente pensou em batizar a junção com o nome de “sinderma”, mas ao ler o livro ***Texbook of Physiology*** encontrou a palavra “sinapse” e optou por este nome para designar a sua descoberta.

Anos mais tarde, um estudante de Oxford chamado John Eccles (1903 a 1997) ofereceu uma explicação para a teoria da transmissão elétrica, no qual dizia (1930) que uma corrente elétrica atravessava a fenda sináptica e conduzia o impulso nervoso para a célula seguinte.

Em 1937, Henry Dale (1875 a 1968) abriu caminho para o conhecimento da transmissão química que tinha por base as descobertas de Otto Loewi (1873 -1961) da descoberta da acetilcolina produzida pelo nervo vago e importante para o funcionamento cardíaco. Dos experimentos se observou que pequenas quantidades de acetilcolina eram repassadas de uma célula para a seguinte no qual se estabelecia uma transmissão de informações. Desta forma fez cair por terra a fundamentação integral de Eccles.

Porém, somente em 1959 com Edward Gray no microscópio eletrônico pode observar os dois tipos de sinapse.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [044] – Sinapses Químicas: Processadores de sinais**

É interessante notar como a evolução de um animal que tenha desenvolvido seu sistema nervoso conseguiu integrar a estrutura neuronal e sua função da natureza. Se pensarmos em um sistema exclusivo de sinapses elétricas, o ambiente teria sobre o indivíduo, que assim fosse formado o seu sistema nervoso, de um sistema reativo de correspondência direta com o ambiente, de forma que iria limitar a sua influência interna sobre a correspondência dos estímulos.

Um organismo que se utiliza de sinapse elétrica para passar informações através de sinapses químicas é muito mais vantajoso para o processamento da informação que no caso hipotético descrito anteriormente.

A fenda sináptica, que é o espaço entre as duas regiões intercomunicadoras que formam a sinapse tem a dimensão de 20 a 50 nm bem maior que as junções comunicantes.

Nela existe uma matriz proteica adesiva que contribui na fixação das duas células e a difusão de moléculas em seu interior a fim de serem captadas como sinal químico.

A transmissão sináptica química é unidirecional, então existem dois tipos de elementos: pré e pós-sináptico. Geralmente um axônio é o elemento pré-sináptico e geralmente o elemento pós-sináptico é um dendrito do neurônio seguinte.

Lent explica que o terminal pré-sináptico possui vesículas sinápticas, é mais saliente e possui pequenas esférulas de aproximadamente 50 nm de diâmetro, outras, porém, podem alcançar de 100 a 200 nm (material elétron-denso) na fórmula de grânulos secretores. Uma estrutura piramidal ou cônica chamada de zona ativa é encontrada fixa do lado de dentro do terminal na membrana pré-sináptica.

Alguns tipos de sinapse a membrana pós-sináptica são mais espessas que outras regiões mais afastadas na segunda célula. Nesta região se concentra uma quantidade enorme de proteínas especializadas que fazem parte do princípio de ativação neural.

São através dos potenciais de ação que a informação chega até o elemento pré-sináptico, em que a propagação é gerada através do axônio até os terminais.

A fenda sináptica é larga o suficiente para barrar a bioeletricidade então o meio é a forma encontrada para a continuidade do fenômeno de transdução, é a liberação, na fenda sináptica, de uma quantidade expressiva de substâncias armazenadas no interior das vesículas chamadas de neuromediadores.

Os neuromediadores são difundidos através da vesícula para a fenda sináptica encontrando-se com a membrana pós-sináptica no qual ocorre a conversão da informação química em informação elétrica e a transmissão química para os sinais moleculares no interior da segunda célula.

Este fato o neuromediador pode resultar em uma ativação de um potencial de ação na célula pós-sináptica, gerando potenciais de ação para a célula seguinte. A sinalização química no neurônio pós-sináptico não interfere sobre a sinalização elétrica.

A modulação da transmissão é conseguida graças a dupla conversão da informação, de modo químico para elétrico, e de elétrico para químico de forma que o conteúdo transmitido possa ser influenciado. Mas existem sinapses que não há registro de modulação da transmissão sináptica.

Essas atividades sinápticas regulam na maioria das vezes o aumento, diminuição ou bloqueio da atividade do neurônio pós-sináptico. Nem sempre o potencial de ação que atravessa um axônio e chega ao terminal é forte o suficiente para liberar neuromediadores através do terminal pré-sináptico em um quantitativo que provoque atividade similar no neurônio pós-sináptico.

A sinapse química possibilita um passo adaptativo do ponto de vista que a informação que chega do neurônio pré-sináptico é diferente do que é entregue ao neurônio pós-sináptico.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [045] – Tipos Morfológicos e Funcionais de Sinapses**

Morfologicamente as sinapses possuem grande variação. Em termos de funcionalidade podem ser excitadoras ou inibidoras. Quando o sinal sináptico é despolarizante que atinge o nível do limiar da zona de disparo e surge o potencial de ação, o efeito é excitatório. Quando o disparo não é suficiente, potencial pós-sináptico hiperpolarizado, para liberar neuromediadores pela fenda sináptica, então, o estímulo é inibitório, que afasta o potencial de repouso do limiar da zona de disparo do neurônio. No segundo caso o neurônio pós-sináptico não terá condições de reproduzir potenciais de ação por isto é dito que está inibido.

Existem tipos fundamentais de junções clássicas nos quais um neurônio está interligado com outro: axodendríticas, axossomáticas, axoaxônicas, dendrodendríticas e somatossomáticas.

As conexões axodendríticas conectam os axônios de um neurônio pré-sináptico a um dendrito de um neurônio pós-sináptico.

As conexões axossomáticas conectam os axônios de um neurônio pré-sináptico a um soma ou corpo de um neurônio.

As conexões axoaxônicas conectam os axônios de um neurônio pré-sináptico a um axônio de um neurônio.

As conexões dendrodendríticas conectam os dendritos de um neurônio pré-sináptico a um dendrito de um neurônio.

As conexões somatossomáticas conectam duas regiões do soma de dois neurônios.

Os dois tipos finais são mais difíceis de serem encontrados. Quando à morfologia as sinapses podem ser simétricas (membranas pré e pós-sináptica com igual espessura), que apresentam geralmente vesícula sináptica esférica (essencialmente excitatórias); ou assimétricas (membranas pré e pós-sináptica com diferentes espessuras) que apresentam vesículas sinápticas achatadas (essencialmente inibitórias).

No SNP Lent esclarece que muitos casos de axônios periféricos chegam próximos do alvo, sendo responsáveis por sinapses modificadas, que difere em que a membrana pós-sináptica dista mais longe em que não há evidência do surgimento de uma fenda sináptica, gerando uma transmissão difusa e lenta (Exemplo: sinapse neuromuscular).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [046] – Transmissão Sináptica e Veículos Químicos da Mensagem Nervosa**

A transmissão sináptica transforma o pulso nervoso, elétrico, em uma mensagem química no qual o transporte de substâncias neuromediadoras para os dendritos no neurônio pós-sináptico desencadeia a continuação do impulso nervoso no próximo neurônio.

Conforme Lent, este processo pode ser descrito em 5 etapas: a primeira, de síntese, transporte e armazenamento do neuromediador; deflagração e controle da liberação do neuromediador na fenda sináptica; difusão e reconhecimento do neuromediador pela célula pós-sináptica; deflagração do potencial pós-sináptico; e, desativação do neuromediador,

A observação de Lent se refere ao trabalho isolado de um único par de neurônios, mas também existe o efeito interativo, pois como o próprio autor afirma uma única superfície dendritrica recebe milhares de sinapses. O processo de integração sináptica também deve ser avaliado, pois ele é a dependência das integrações dos potenciais produzidos por todas as sinapses.

Antes se acreditava na Lei de Dale (Henry Dale – 1875 a 1968) que afirma que cada neurônio possui um e apenas um neuromediador com efeito definido para corresponder a uma necessidade do neurônio pós-sináptico. Hoje se sabe que um mesmo neurônio pode transportar e secretar diversas substâncias.

A influência da Lei de Dale fora tão grande que os neuromediadores passaram a ter um sufixo próprio para os neurônios: colinérgicos (que possuem acetilcolina); noradrenérgicos (que possuem noradrenalina); serotoninérgicos (que possuem serotonina), ... Optou-se em preservar o nome neurotransmissor no qual foi reservado para as primeiras substâncias descobertas de baixo peso molecular e que possuía ação definida na membrana pós-sináptica que na maioria dos casos representava o surgimento de um potencial sináptico. Optou-se também em manter o sufixo ***érgico***. E para as novas descobertas a classificação seguiu-se como neuromoduladores, onde os tipos químicos e as variedades funcionais são enormes.

Quando se deseja designar o mensageiro a melhor expressão é neuromediador. Diferentes neuromediadores interagem no processo sináptico. Lent explica que o neuromodulador influencia a ação do neurotransmissor sem provocar modificação modulando a transmissão sináptica. Além de ativar diferentes vias de sinalização no neurônio pós-sináptico de forma indireta. Por empregar mais de uma substância ativa é dito que um neurônio possui cotransmissores.

**Os Neurotransmissores** podem ser: **Aminoácidos** (Ácido gama-aminobutírico (GABA), Glutamato (Glu), Glicina (Gly) e Aspartato (Asp) ), **Aminas** (Acetilcolina (ACh), Adrenalina ou epinefrina, Dopaminha (DA), Histamina (H), Noradrenalina ou norerpinefrina (NA ou NE) e Serotonina (5-HT) ) **e Purinas** (Adenosina e Trifosfato de adenosina (ATP); já **os Neuromoduladores** podem ser: **Peptídeos** (Gastrinas: gastrina, colecistocinina (CCK); Hormônios da neuro-hipósite: vasopressina e ocitocina; Insulinas; Opiódes: encefalinas (Enk), endorfinas, dinorfinas, nociceptina; Secretinas: secretina, glucagon, peptídeo intestinal vasoativo (VIP); Somatostatinas; Taquicininas: substância P (SP), substância K (SK) ), **Lipídios** (Endocanabinoides: anandamida e 2-araquidonoilglicerol (ZAG) **e Gases** (Óxido nítrico (NO) e Monóxido de carbono (CO).

Existem atualmente mais de 100 tipos químicos de neurotransmissores. Porém existem peptídeos que atuam como neurotransmissores e aminoácidos como neuromoduladores.

A sinapse apenas funciona se o armazenamento de substâncias para serem secretadas na fenda sináptica está em perfeito funcionamento para que ocorra de fato a transmissão sináptica. Assim, a síntese de substâncias químicas deve ocorrer no neurônio pré-sináptico tais como o emprego de neurotransmissores e neuromoduladores.

A síntese de neurônios é feita geralmente no soma ou corpo neural através de enzimas. E em alguns casos no próprio axônio do neurônio. O glutamato e a glicina (aminoácidos) são sintetizados no citoplasma do neurônio. A única exceção é o GABA sintetizado pelos terminais dos neurônios.

As aminas, conforme Lent são sintetizadas no citoplasma do terminal sináptico. A enzima colina-acetiltransferase irá sintetizar a acetilcolina. O principal representante das indolaminas é a serotonina que é sintetizada pelo aminoácido triptofano. As catecolaminas (dopamina, adrenalina e noradrenalina) são sintetizadas em sequência pelo aminoácido tirosina geralmente no citoplasma do terminal.

Geralmente o controle de doenças é com o uso clínico medicamentoso no qual neurologistas e psiquiatras tentam controlar a síntese de neurotransmissores. Lent cita como exemplo, o parkinsonismo: distúrbio motor provocado pela perda da capacidade de síntese de dopamina. E o caso da depressão que atingem a síntese de serotonina e norodrenalina no sistema nervoso central.

Muitas substâncias são produzidas por outras células e armazenadas dentro dos neurônios. Por exemplo a vesícula colinérgica dos axônios motores que contém acetilcolina possui em torno de 10.000 moléculas desta substância.

A síntese de neurotransmissores pode ser completada no interior das vesículas ou levadas ao interior uma vez já constituídas, por meio de moléculas transportadoras. O transportador de glutamato, por exemplo, é feito por neurônios específicos chamados de glutamatérgicos. Já os neurônios noradrenérgicos a dopamina é transportada para a vesícula para sintetizar noradrenalina. Os lipídios e gases não podem ser conduzidos para o interior das vesículas, pois difundem livremente através da membrana (mensageiros retrógrados), após a síntese se espalham em todas as direções agindo por todos os elementos pós-sinápticos presentes na redondeza.

Os neuromoduladores peptídicos fazem sua síntese no retículo endoplasmático rugoso no soma neural. Inicialmente se apresentam como moléculas grandes que são desmembradas pelo aparelho de Golgi no qual por tubos secretores são transportados por um sistema de microtúbulos do axônio até o terminal. Pode ocorrer neste processo o surgimento de diversos tipos de peptídeos nos mesmos grânulos (dimensões maiores) e eles não apresentam molécula transportadora na membrana.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [047] – O Potencial de Ação e o Comando da Liberação dos Neuromediadores**

A energia bioelétrica converte em energia química na forma de liberação de neuromediadores pela fenda sináptica. Mas como o potencial de ação provoca a liberação de um conteúdo das vesículas para dentro da fenda sináptica?

Através de onda de despolarização da membrana os potenciais de ação chegam até o terminal sináptico. Nas zonas ativas (estruturas cônicas ou piramidais) na face interna do terminal possui uma infinidade de canais de cálcio dependentes de voltagem.

A despolarização dos canais de cálcio provoca a despolarização da membrana durante o potencial de ação. A concentração milhares de vezes maior de íons de cálcio na porção extracelular em relação ao interior do canal permite gerar um fluxo em relação a ampliação do quantitativo de íons de cálcio na porção intracelular (exocitose) no qual a membrana da vesícula se funde com a fase interna do terminal sináptico.

As partes internas armazenam materiais candidatos a liberação pelos processos seguintes, no qual o conteúdo das vesículas é despejado por sobre a fenda sináptica. Nas zonas ativas está a maior concentração de íons de Ca++. Os neutransmissores são liberados de forma diferente dos neuromoduladores peptídios que são sintetizados no soma neural e armazenados nos grânulos de secreção.

Os potenciais de ação são calibrados para a liberação do material pela fenda sináptica apenas se alcançar um nível de bioenergia exigido para que a exocitose seja realizada. Em caso de exaustão do fluxo axoplasmático a recomposição é mais demorada porque os materiais presentes na vesícula são originários ou processados no soma neural e leva um certo tempo para sua recomposição. Portanto a mensagem transmitida pelos neurotransmissores circula mais rápida da mensagem dos neuromoduladores.

Quando mais prolongado for a influência dos potenciais de ação devido a despolarização é sinal que um número expressivo de vesículas e grânulos poderão sofrer exocitose.

O número de vesículas que sofrem exocitose neste processo é proporcional ou variável à frequência do potencial de ação. Isto faz interferir na quantidade de moléculas liberadas pela fenda sináptica de neurotransmissores e/ou neuromoduladores e tudo isto decorre em menos de um milissegundo.

A conversão eletro-química é um circuito digital-analógico compõe de um sinal elétrico invariável (pois depende de um potencial de ação fixo) para um sinal analógico químico variável (pois depende dos quantitativos de elementos secretados). Que desencadeia um terceiro processo onde o ciclo se renova no neurônio seguinte que é a conversão do sinal analógico em digital novamente no neurônio pós-sináptico.

Depois da ocorrência da exocitose um fenômeno inverso devolve ao citoplasma uma quantidade extra de membrana que se fundiu anteriormente na fase da exocitose, o que permite a formação de novas vesículas e a evitação do crescimento de tamanho por adição de membrana por meio das vesículas e grânulos que foram fundidos no estágio anterior conhecido como endocitose.

Na endocitose o terminal passa a captar novos neurotransmissores, precursores e moléculas disponíveis no meio extracelular. Já os grânulos são formados no corpo celular pelo aparelho de Golgi na síntese de peptídeos no retículo endoplasmático rugoso.

Se o número de sinapses for excessivo por elevação da atividade cerebral as vesículas e grânulos podem se esgotar e estes órgãos nas zonas ativas passam a serem requisitados como reserva presentes no citoesqueleto do axônio, se mesmo assim forem esgotadas as reservas, o terminal nervoso entra em fadiga a transmissão pode diminuir ou se interromper até que o neuromediador, vesículas e grânulos possam ser recompostos novamente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [048] – Mensagem Transmitida: Os Receptores e os Potenciais Sinápticos**

Em 1950 se pesquisou exaustivamente a transmissão sináptica, no qual se associaram as ciências de farmacologia, bioquímica e a eletrofisiologia para a compreensão da mensagem química pelo neuromediador e a gênese da mensagem elétrica no neurônio pós-sináptico. Micropipetas de vidro foram colocadas na extensão da célula pós-sináptica e eletrodos de metal na célula pré-sináptica. A fibra foi estimulada através da geração de um potencial de ação no neurônio pré-sináptico até o terminal. Uma solução eletrolítica foi colocada junto a pipeta de vidro capaz de conduzir correntes iônicas. Foram adicionados na solução substâncias que imitavam os efeitos dos neuromediadores e ora substâncias antagonistas. Atualmente o nível de análise deste estudo é realizado ao nível molecular que possibilitou estudar os genes responsáveis pela síntese dos neuromediadores.

O potencial pós-sináptico é a resultante modular da alteração do potencial da membrana pós-sináptica como resultado final da ação de um neuromediador. Mas se perguntou aos primeiros bioquímicos como era realizado este potencial sináptico?

Havia que se pensar em uma reação química do neuromediador com a membrana citoplasmática pós-sináptica. John Langley em 1906 (1852 a 1925) estudou a sensibilidade da célula muscular à nicotina e ao veneno curare. O que fez supor que sobre a membrana pós-sináptica havia moléculas receptoras que podiam canalizar estas drogas.

O receptor pode ser visto como um complexo proteico molecular que se situa na membrana pós-sináptica com capacidade de estabelecer uma ligação química com um neurotransmissor ou neuromodulador. Supôs-se que a reação química do agente com a membrana celular provocava o potencial pós-sináptico.

Os receptores sinápticos podem ser: ionotrópicos (canais iônicos dependentes de ligantes) ou metabotrópicos (dependentes de uma proteína intracelular chamada de G ou ação enzimática intracelular efetuada no receptor).

Os receptores ionotrópicos são neuromediadores e substâncias de mesma funcionalidade que reagem de forma específica com os receptores. O lançamento do neuromediador pela fenda sináptica quando atinge um canal iônico no elemento pós-sináptico altera a estrutura da membrana fazendo abrir o canal para a passagem do neuromediador. Existe pouca seletividade dentro deste processo num receptor sináptico permitindo a passagem de íons diferentes pela membrana dos canais iônicos dependentes de voltagem.

A predominância dos íons de sódio para dentro da célula, conforme Lent, a ligação do mediador como receptor provoca uma despoliarização da membrana pós-sináptica e o receptor (despolarizado excitatório) aproximando do limiar de disparo de potenciais de ação (potencial sináptico excitatório).

Se a predominância for o fluxo de Cl- de fora para dentro ou K+ de dentro para fora ocorre uma hierpolarização, uma reação ligante-receptor, onde o receptor se torna hiperpolarizante ou inibitório, afastando o neurônio pós-sináptico do seu limiar não surgindo o potencial de ação (potencial pós-sináptico inibitório).

Lent cita como exemplo de receptor ionotrópico deslolarizante a sinapse neuromuscular. A acetilcolina, neste caso, como molécula receptora se apresenta em grande quantidade nas dobras juncionais nas zonas ativas. Quando liberadas pela fenda sináptica através dos potenciais de ação, a acetilcolina, forma um gradiente químico difundindo na direção da membrana pós-sináptica para quem sabe se encontrar com as moléculas receptoras ocorrendo a recepção química pelo receptor da acetilcolina, a conformidade espacial do receptor na membrana promove a abertura do canal iônico, onde os íons de sódio e potássio atravessam a membrana ativando a membrana da célula muscular.

Existe outro tipo de receptor muscarínico que faz parte do sistema cardíaco do tipo metabotrópico cujo efeito final é hiperpolarizante. Assim, a acetilcolina sobre o coração tem função inibitória. Os receptores colinérgicos muscarínicos estão presentes em outros sistemas, portanto dependendo da necessidade da funcionalidade a ser despertada ele, o receptor, pode ser do tipo excitatório ou inibitório.

Lent explica que os receptores de glutamato são os mais importantes do Sistema Nervoso Central pois cerca de 50% das sinapses necessitam deste neurotransmissor como princípio ativo para a geração de potencial de ação. Porém, o glutamato é uma substância extremamente tóxica e se não regulado pode matar neurônios pós-sinápticos. Os astrócitos que envolvem a membrana neural são responsáveis por prevenir a entrada excedente desta substância dentro do neurônio. Agora na epilepsia a quantidade de glutamato foge do controle sendo necessário efetuar o controle por meio de medicamentos a fim de que não haja perda neural. Existem 3 sensores para glutamato: 2 são ionotrópicos (sensíveis a substâncias agonistas e antagonistas) e 1 metabotrópico.

O funcionamento dos receptores metabotrópicos a transmissão da mensagem química é indireta, através de reações químicas intracelulares que fosforizam canais iônicos independentes do receptor. As reações intermediárias são iniciadas por uma molécula ancorada ao receptor na parte interna da membrana pós-sináptica (proteína G), essa proteína possui três unidades: alfa, beta e gama; que liga alfa a uma molécula de difosfato de guanosina (GDP).

Lent explica que uma vez o neuromudulador ou neurotransmissor mudam a conformidade alostérica do receptor, a proteína G libera o GDP separando a unidade alfa do complexo. No qual a componente alfa passa a orbitar dentro do citoplasma transportando outras componentes que encontrar pelo caminho (processo de reação química). Em decorrência desta transformação geralmente um canal iônico é aberto por meio desta proteína efetora que leva o neutrotransmissor para o canal iônico aparecendo um potencial de ação para o neurônio pós-sináptico.

A velocidade da ação da transmissão de informações difere entre os receptores ionotrópicos e os receptores metabotrópicos. O primeiro caso leva menos de 1 milissegundo para que surge o potencial de ação; no segundo caso, o tempo estende algumas dezenas de milissegundos, sendo o segundo mensageiro encaminhados através deste processo sendo a tirosina-cinase ainda mais lento em ternos reativos, podendo levar uma hora ou mais para regular a função gênica.

O fenômeno da seletividade funcional permite que distintas substância exógenas possam influenciar agonistas e antagonistas e outros tipos de substâncias a serem ativadas para a realização de uma transmissão sináptica. Que é um desafio enorme para a farmacologia para a síntese de novos medicamentos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [049] – Neurotransmissor Funcional: Adenosina**

O Professor associado do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense Roberto Paes de Carvalho quando estudante de medicina se interessou pela pesquisa e entrou para o laboratório de Biofísica Carlos Chagas Filho – UFRJ. Passou a se interessar pelo desenvolvimento neuroquímico do Sistema Nervoso e desenvolveu linhas de pesquisa que abordavam neutrotransmissores como a dopamina e GABA.

Em 1978 os primeiros grandes resultados demonstraram que o nucleosídeo adenosina promovia acúmulo de AMP cíclico em retinas de embriões de pintos pelo receptor mediador A2.

Uma de suas conclusões era que o efeito da adenosina sofria grandes variações na fase de desenvolvimento que diferia da observação na fase de estimulação do receptor de dopamina.

Seus estudos foram eficazes para demonstrar as interações entre a dopamina e adenosina no receptor A1 que era expresso na retina e cuja ativação do AMP produzia o acúmulo, ou seja sua inibição induzido por dopamina.

Num novo laboratório se estudou o AMP cíclico em experimentos de ligação de agonistas e antagonistas marcados a receptores de adenosina.

O resultado destas pesquisas resultou na defesa de tese de doutorado sobre o “Desenvolvimento do sistema purinérgico em retina de pinto: Regulação do sistema dopaminérgico embrionário por receptores A1 de adenosina”.

Nos Estados Unidos, no laboratório dos Drs.Ruben Adler e Solomon Snyder na Universidade de Johns Hopkins estudou o sistema purinérgico da retina tanto em cultura como o desenvolvimento do tecido intacto. Os sistemas de captação e liberação da adenosina nas culturas purificadas dos neurônios e fotorreceptores. E se observou alta correlação com a população de neurônios multipolares em todos os fotorreceptores. Adenosina também podia ser liberada por despolarização, por grandes quantidades de potássio, dependente de cálcio nomeio extracelular.

Nesta fase como conta o Professor Carvalho, estudou-se também, a localização dos receptores A1 de adenosina e dos sítios de captação na retina e se observou a localização preferencial nas camadas plexiformes em etapas precoces de desenvolvimento, sugerindo a colonização em regiões ricas em sinapses.

De volta ao Brasil na UFF, continuou os estudos da liberação de adenosina nas culturas e descobriu sua estimulação por glutamato, conforme suas próprias palavras o envolvimento do sistema de transporte de alta afinidade também na liberação e sua dependência de cálcio e cinases dependentes de calmodulina.

Descobriu-se o papel protetor da adenosina sobre a retina no qual era responsável pelo bloqueio da toxidade induzida por glutamato.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [050] – Natureza Quântica da Transmissão Sináptica**

O trabalho de grande parte dos neutromediadores e dos neurotransmissores consiste na transdução da mensagem química em impulso elétrico. Portanto os neutronsmissores e neuromediadores liberados na fenda sináptica correspondem a um quantitativo excitatório que a frequência do potencial de ação faz surgir sobre o potencial da membrana sobre o terminal sináptico a abertura dos canais iônicos para a entrada de íons de cálcio que por meio da exocitose cola as vesículas a membrana do cone o qual permite a passagem de substâncias químicas através da fenda sináptica.

Existe uma proporcionalidade de liberação de substâncias das vesículas e grânulos que está diretamente relacionada aos números de potenciais de ação que chegam até o terminal neural.

Como também irá existir uma proporcionalidade de neurônios que passam pela fenda neural e o gradiente químico irá chegar até o receptor do neurônio pós-sináptico, com base no impulso em que os elementos químicos são translocados através da fenda sináptica.

Dependendo da distância sináptica a amplitude com que as reações são alocadas pelos receptores que recebem o material químico pela fenda sináptica o efeito pode ser amplificado ou atenuado quanto a mensagem original. No qual este efeito dinâmico e inteligente pode comparar esta estrutura a um chip de processamento neural.

Essa comparação surgiu quando se estudou os efeitos sobre o potencial pós-sináptico e se verificou que não era possível conceber os neurônios como meros cabos de transmissão de informações e sim como um mecanismo atuante e inteligente que calibrava uma carga, como influência, que permitia dotar a unidade de um valor decisório sobre seu condicionamento unitário sobre todo o circuito neural agregando ou atenuando valores que podem gerar excitação ou inibição para a continuidade do estímulo, como amplificar ou reduzir ou restringir a aplicação do estímulo sobre o sistema nervoso deste indivíduo.

Sob este princípio se pode pensar sobre a natureza quântica do circuito neural e sobretudo sobre o efeito combinante que cada unidade neural era capaz de reproduzir sobre o condicionamento modulatório da transmissão da informação para o neurônio pós-sináptico.

Bernard Katz (1911 a 2003) registrou pequenos potenciais sinápticos na célula muscular quando observou amplitude múltipla de um valor unitário pequeno, inferior à 1mV energia comparada ao desempenho de um quantum.

Partindo desta observação o potencial quântico unitário foi definido como o processamento unitário gerado por um único desencadeamento de uma vesícula sináptica. Sendo os potenciais pós-sinápticos um número que era múltiplo do número de vesículas atuantes dentro de um modelo em que o potencial de ação estava ativo.

Mais tarde se descobriu que o efeito de uma única vesícula, que contém milhares de neurotransmissores ou neuromediadores provoca um potencial de amplitude inferior a 1mV. Lent também explica que um único potencial de ação na fibra nervosa libera conteúdo de cerca de 200 vesículas na sinapse neuromuscular gerando um potencial pré-sináptico excitatório com amplitude de cerca de 50mV.

Já no sistema nervoso central cada potencial de ação libera apenas o conteúdo de uma única vesícula com cerca de 0,1 mV de amplitude insuficiente para a gênese de geração de um potencial de ação que ative o neurônio pós-sináptico.

Desta forma é necessário que coexistam muitas sinapses ao mesmo tempo para ativar o potencial de ação pós-sináptico a fim de que a informação chegue ao local de destino de onde era necessário ativar uma funcionalidade acionada pelo regime de urgência de uma influência do ambiente sobre a estrutura corporal que reflita uma saída, vista como uma tomada de decisão que repercuta uma ação pelo sentido do condicionamento que irá optar pela vida.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [051] – A Ação Silenciosa dos Neuromoduladores**

Um neurotransmissor ao ser ejetado pela fenda sináptica através do terminal ao qual um axônio faz chegar o potencial de ação, e se liga a um receptor estabelece a transmissão de uma sinapse química. Se o receptor é um canal iônico do tipo ionotrópico o potencial da membrana passa a não depender de outros fatores e é produzido um potencial na membrana no neurônio pós-sináptico. Quando o receptor não é um canal iônico e sim uma proteína G, que é uma molécula intermediária, a mudança de conformação irá provocar uma reação em que o composto capaz de passar pela abertura do canal iônico será deslocado para a reprodução do potencial de ação na membrana da célula pós-sináptica.

A produção sináptica química se completa em algo em torno de 100 milissegundos. A proteína G pode atuar tanto sobre um canal iônico, ou sobre uma enzima que esteja próximo a membrana pós-sináptica. O mensageiro químico visto como intermediário no processo é chamado de segundo mensageiro, sendo o primeiro mensageiro o neuromediador. Em alguns casos o tempo em que o segundo mensageiro leva para concluir sua atividade pode chegar a mais de um segundo de atividade.

O segundo mensageiro pode desencadear uma série de processos e etapas, numa transmissão lenta e difusa, para finalmente provocar o potencial de ação na célula pós-sináptica. Conforme for o caso de uma aplicação o efeito pode durar mais de 1 minuto. A cascata metabólica não é certa que reaja no sentido de estabelecer um potencial pós-sináptico, em alguns casos o nível da atividade é tão reduzido e de baixa amplitude que não é possível estabelecer alterações metabólicas que afetem o desempenho funcional do neurônio.

Devido estes fatores são muitas as possibilidades de interação que podem ser obtidas através de uma transmissão sináptica química. Quando o processamento é muito demorado em vez de chamar de potencial sináptico se convencionou chamar este tipo de atividade como neuromodulação, já que para o efeito direto e mais imediato se visualiza um tipo de transmissão de informações, e o efeito mais lento e demorado como uma modulação em que uma fase é instituída dentro dos processos cognitivos do indivíduo.

Lent explica que neuromoduladores são as substâncias químicas liberadas na fenda sináptica que influenciam a ação mais rápida e eficiente dos neurotransmissores.

Neuromediadores em grande parte são peptídeos, lipídeos e gases. Porém existem neurotransmissores que operam de forma lenta e tardia de forma que agem como se fossem também neuromoduladores. Exemplo: noradrenalina atuando sobre receptores tipo α2,muito numerosa no sistema nervoso central.

Quando a noradrenalina passa pela fenda sináptica e se liga aos receptores α2, ela incorpora o GTP na proteína G e separa a subunidade α, causando efeito inibidor uma enzima chamada adenililciclase, desfoforilando o ATP transformando-o em monofosfato cíclico de adenosina ou AMP-cíclico (AMPc).

Lent explica que a ação do AMPc intracelular ativa outra enzima desforilante proteína-cinase A (PKA) que está dissolvida no citoplasma, o efeito esperado é a abertura dos canais de íons de potássio gerando hiperpolarização da célula neural.

Quando a noradrenalina entra em ação a adenililciclase é inibida diminuindo a síntese de AMPc onde o PKA reduz sua influência sobre os canais de íons de potássio do neurônio pós-sináptico provocando o seu fechamento, e passa a predominar o fluxo de íons de sódio gerando uma pequena despolarização da membrana. Assim a noradrenalina tem como efeito base a leve excitação do neurônio pós-sináptico.

Já a atuação da noradrenalina no sistema cardíaco ela atua sobre os receptores do tipo β que tem como segundo mensageiro o AMPc. A proteína G, neste caso, ativa a adenililciclase aumentando a produção de AMPc e ativa o PKA. No músculo cardíaco o PKA fosforila canais de íons de cálcio dependentes de voltagem bem abundantes, despolarizando cujo efeito esperado é a contração do músculo aumentando a frequência e a força dos batimentos cardiovasculares.

Assim a noradrenalina tem o efeito de modular a transmissão sináptica. O AMPc como segundo mensageiro também é utilizado por outros mecanismos sinápticos como moduladores.

O fosfoinositol também funciona como segundo mensageiro, no qual a proteína G ativa no receptor se liga com a enzina fosfolipase C ( PLC) no qual da reação surge um fosfolipídio chamado difosfato de fosfatidilinositol ou PIP2 que se divide em outros dois mensageiros: **o diacilglicerol (DAG)** que é lipossolúvel e imerso na membrana ativa a proteína-cinase C (PKC) que é fosforilante; **e o trifosfato** de inositol (IP3) que é hidrossolúvel agindo no citoplasma pós-sináptico ligando aos receptores do retículo endoplasmático promovendo a saída de íons de cálcio do retículo para o citosol. O aumento de íons de cálcio poderá provocar reações metabólicas e abrir os canais iônicos da membrana gerando potenciais sinápticos. A serotonina pode ser utilizada por alguns receptores para se ligar à célula pós-sináptica, através do uso de segundo mensageiro.

Gases também podem ser empregados como segundo mensageiro no sistema nervoso. As enzimas NO-sintase e heme-oxigenase conseguem produzir os gases óxido nítrico (NO) e o monóxido de carbono (CO) que na ativação sináptica excitatória o volume da síntese é ampliado geralmente mediada pelo glutamato através dos receptores NMDA. Uma vez sintetizados a difusão é instantânea em todas as direções sendo impossível a contenção em vesículas ou grânulos de secreção. Tais neuromoduladores transcelulares atuam pré e pós-sinápticamente utilizando o monofosfato cíclico de guanosina (GMPc) como segundo mensageiro. Eles têm atuação retrógrada ou anterógrada. No primeiro caso, facilitam a transmissão sináptica no neurônio pré-sináptico que sintetizou o material e o liberou, gerando o facilitar para uma transmissão cíclica, onde estudos recentes indicam que tais neuromoduladores transcelulares são ligados a processos moleculares de memória.

Os neuromoduladores gasosos atuam também sobre o endotélio das arteríolas cerebrais dilatando e aumentando o fluxo sanguíneo das regiões de sinapses mais ativas, conforme pode ser demonstrado através da ressonância magnética e a tomografia de emissão de pósitrons.

Os mediadores não convencionais chamados de endocanabinoides, que trazem o mesmo princípio ativo da maconha são ácidos graxos derivados de lipídios da membrana que não podem ser armazenados em vesículas que uma vez sintetizados ultrapassam a membrana plasmática e detém ação sobre os receptores CB1 e CB2 localizados nos terminais pré-sinápticos que influenciam a liberação dos neuromediadores como o GABA que pode ser inibido.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [052] – Fim da Transmissão Sináptica: O Botão de Desligar**

Existe um mecanismo que permite que uma transmissão sináptica possa ser desligada quando a mensagem já estiver sido encaminhada para o neurônio pós-sináptico. Existem três mecanismos básicos em que uma transmissão sináptica pode ser interrompida: a difusão lateral; a recaptação do neuromediador; e, a degradação enzimática do neuromediador.

No processo de difusão lateral as ações enzimáticas lentamente se tornam dispersas dessensibilizando os receptores, sendo um mecanismo veloz no funcionamento da sinapse e lento na correspondência do desligar.

No processo de recaptação do neuromediador utiliza-se de proteínas transportadoras no neurônio pré-sináptico específicas para os neuromediadores e neutransmissores de sua produção, com exceção da acetilcolina. E os astrócitos também possuem moléculas transportadoras para alguns neurotransmissores, como o glutamato e aspartato (excitatórios) e o GABA e glicina (inibitórios) que previne ao acionar a contenção dos neurotransmissores, um evento preventivo para a proteção contra a toxicidade dos aminoácidos excitatórios que a ação descontrolada pode levar à morte celular. No qual os astrócitos removem os neurotransmissores da fenda sináptica, e em condições normais atua como modulador da transmissão sináptica que também é um dos papéis importantes das células gliais.

Lent explica que as moléculas transportadoras pertencem à mesma família e fazem uso do ATP para sua atividade e dependem de cátions para funcionar. A recaptação possui bastante uso farmacêutico.

O mecanismo de degradação enzimática do neuromediador é utilizado em sinapses colinérgicas, aminérgicas, histaminérgicas e peptidérgicas. Lent explica que a mais conhecida é a da sinapse neuromuscular. Neste caso a enzima acetilcolinesterase degrada a acetilcolina em duas moléculas diferentes: **colina** (é recaptada para o interior do terminal colinérgico por transportadores específicos) e **acetato** (difunde no meio extracelular). Os peptídeos neuromoduladores de ações sinápticas mais lentas e difusas conforme Lent, difundem-se lateralmente e sofrem o efeito da degradação por peptidases presentes no meio extracelular fora da região da sinapse, não sendo recaptados por ausência de transportadores específicos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [053] – Óxido Nítrico**

O Professor-titular do Departamento de Farmacologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo em Ribeirão Preto Francisco S. Guimarães investigou como pesquisa, os neurotransmissores envolvidos em respostas emocionais. Em especial estudou os neurotransmissores atípicos como o óxido nitroso nas respostas emocionais.

O glutamato ativado no receptor NMDA no sistema nervoso central com o influxo de cálcio ativa a enzima síntese do óxido nitroso conhecida como NOS. O próprio neurônio é capaz de sintetizar a NOS (neurônio constitutivo) e se apresenta em pequenas quantidades celulares nervosas. Podendo ser ligada a muitos alvos, se estudou o seu envolvimento com um segundo mensageiro 3’,5’ – monofosfato cíclico de guanosina (GMPc).

Observou-se nestes estudos que o óxido nítrico pode modificar muitas funções cerebrais, tais como a regulação da excitabilidade neuronal e a plasticidade sináptica.

Então foi possível estudar as reações emocionais de medo, em que a influência de receptores de glutamato do tipo NMDA gerava respostas em um indivíduo. Era sabido da grande concentração de neurônios contendo a NOS em regiões em que estas respostas estavam sendo sinalizadas como: a grísea peraquedutal dorsal (GPd) e a amígdala medial.

O professor Guimarães iniciou os estudos em 1994 no papel deste neurotransmissor gasoso sobre a ansiedade. No qual foi possível demonstrar que uma aplicação de inibidores que formam o óxido nítrico na GPd tinha efeito semelhantes a drogas ansiolíticas clássicas.

O avanço dos estudos foi possível demonstrar que doadores de óxido nítrico na GPd produziu reações intensas de fuga e ativação de áreas cerebrais que induziam à manifestação de medo. E utilizando ratos no laboratório se percebeu que eventos estressantes ou de ameaças, que podem ser compreendidos como a introdução de um caçador natural, causa um aumento da expressão de RNAm e da proteína NOS neuronal como uma resposta ao medo e ao estresse.

Estudos mais recentes demonstram a inibição da formação do óxido nítrico no hipocampo diminuem a formação de respostas a estímulos estressores que foram raciocinados como drogas antidepressivas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [054] – Integração Sináptica: Cotransmissão e Coativação**

Cada neurônio recebe milhares de sinapse de outros neurônios, então é impossível conceber o sistema neural como um meio de transmissão em que cada neurônio se encontra em uma estrutura isolada, mas sim que exige coordenação de toda a rede interconectada. As sinapses são recebidas de diferentes regiões do cérebro e se assemelha a um poderoso sistema computacional, onde potenciais sinápticos de diferentes localizações podem ser associados na elaboração de uma resposta em que informações são adicionadas numa unidade referencial de processamento que possui a chave de codificação de todos os processamentos que devem ser transformados em movimento e cognição para que a ação seja executada. A integração sináptica é, portanto, essa computação de múltiplos canalizações sinápticas.

Seja um motoneurônnio, que é um neurônio motor, que se localize na medula espinhal com a funcionalidade de comandar a contração muscular através da sinapse neuromuscular. Ele está na ponta ventral da medula e tem uma vigorosa árvore de ativação (dendritos e ramificações terminais em abundância). Longe dos dendritos deste neurônio, na parte antes do terminal do axônio, em sua zona de disparo parte a decisão de ativar o potencial de ação que irá sinalizar a necessidade de movimento muscular.

Nesta zona de disparo existe uma elevada concentração de íons de sódio dependentes de voltagem. Dentro da medula, os interneurônios estabelecem sinapses nervosas com o corpo do motoneurônio na forma de sinapses simétricas e assimétricas. Os dendritos desta região apresentam corpos espinhosos que emergem dos troncos dendríticos do motoneurônio que também são cobertos de sinapses assimétricas de neurônios distantes, sensitivos e motores. Os primeiros, os sensitivos, situados nos gânglios espinhais adjacentes à medula; e os segundos, motores, situados em diferentes níveis superiores do Sistema Nervoso Central.

O motoneurônio é responsável pela decisão de disparo ou não de potenciais de ação e a frequência de trabalho que deve ser executada, de forma que esta importante decisão irá decidir se a célula inervada deve contrair ou ficar em repouso, o músculo, numa intensidade projetada por este centro de decisão. A decisão do motoneurônio deve ter por base algo em torno de 10.000 sinapses que podem ser geradas a partir da membrana neural.

Um estimulo para um estiramento muscular, por exemplo, pode resultar em um fenômeno de transdução em que um impulso é canalizado para atingir um motoneurônnio e ao atingir as fibras sensitivas que se distribuem pelo tecido muscular, surge uma quantidade considerável de potenciais de ações que são conduzidos para a medula nas terminações assimétricas existentes nas espinhas dendríticas, que utilizam o neurotransmissor glutamato. Dependendo da proporcionalidade do estímulo a resposta irá variar a intensidade com que foi sugerida reagir.

Lent especifica que o limiar da zona de disparo do motoneurônio tem potencial de repouso de cerca de 10 a 15 mV do soma, assim os receptores de glutamato ativados necessitam que o estímulo não seja fraco e rápido para provocar uma despolarização pós-sináptica no nível exigido pelo limiar da zona de disparo.

Se o estímulo for forte e constante, é possível que o limiar de disparo seja atingido e o motoneurônio possa produzir potenciais de ação para provocar a contração do músculo por meio de sinapse excitatória nas espinhas dendríticas. Isto irá implicar em canalizações de concentrações maiores de glutamato e glicina para uma despolarização maior que apresente amplitude e recrutamento dos receptores NMDA no deslocamento de íons de magnésio para acionar o potencial da membrana.

No processo de cotransmissão mais de um neurotransmissor é utilizado na mesma sinapse que no caso deste exemplo é o glutamato e a glicina que combinados amplificam o potencial sináptico e se apresentam eficazes na integração sináptica. Sendo a coativação a resposta sináptica da ativação de mais de um tipo específico de receptores, que neste exemplo são os receptores do tipo NMDA e não-NMDA.

Também é considero cotransmissão quando se utiliza dois agentes distintos para se provocar um potencial sináptico como um neurotransmissor e um neuromodulador peptídico.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [055] – Integração Sináptica: Interação entre Potenciais Sinápticos**

Quando um estímulo é amplificado: mais forte e duradouro o resultado; é uma sequência de potenciais de ação de maior frequência nas fibras aferentes e sensitivas de um hipotético exemplo de um estímulo incidente sobre o músculo em um motoneurônio. O glutamato é liberado e os receptores glutamatérgicos entram em ativação, a consequência imediata é a chegada do potencial de ação nos terminais sinápticos fazendo surgir um potencial pós-sináptico excitatório sobre a membrana pós-sináptica.

Os pulsos no curso temporal decaem sobre a membrana deste motoneurônio hipotético, estabelecendo uma sequência de picos e vales até o retorno ao potencial de retorno. A insurgência de um potencial de ação e outro em sequência ocorre uma elevação da amplitude do sinal, elevando o nível da despolarização. Este fenômeno é conhecido como somação sensorial. O aumento da frequência de potenciais de ação nas fibras sensitivas amplia a força do estímulo a ser desencadeada no músculo. Se um potencial pós-sináptico excitatório se espalhar pelo soma do motoneurônio, as chances do pulso chegar até o nível desejado na zona de disparo do axônio irá ampliar as chances em conversão de bioeletricidade que converterá no transporte de sinal através do neurônio para a área terminal deste a fim de liberação de neurotransmissores pela fenda sináptica, sendo o resultado a contração do músculo que fora estimulado.

Se o investimento do estímulo for ainda maior por sobre o músculo, maior será o número de fibras de recrutamento, e maior será o número de sinapses excitatórias ativadas. Ocorre um aparelhamento de várias sinapses vizinhas na região muscular, e cada um dos potenciais pós-sinápticos excitatórios espalham-se pela membrana do dendrito e do soma do neurônio. Se fosse apenas desencadeado um único potencial haveria um decaimento do sinal ainda no soma até chegar a zona de disparo, mas graças ao fenômeno da somação espacial entre os potenciais pós-sinápticos excitatórios de sinapses vizinhas gera uma ondulação de frequência que faz chegar o sinal até a zona de disparo.

O motoneurônio de nosso exemplo também está sujeito a sinapses inibitórias (GABAérgicas e glicinérgicas), e não somente sinapses excitatórias (glutamato). As sinapses simétricas têm predominância do SN. E em caso de uma contração muscular forte regiões motoras supramedulares são requisitadas para reproduzir um efeito inibitório descendentes da medula abaixo até o soma deste exemplo. Não significa que neste caso de contração muscular, por exemplo, para se evitar uma queda que o fator de inibição da contratura muscular que fora desencadeado, pare naquele instante a produção de glutamato, mas que o efeito inibidor irá gestar o controle para que os efeitos do glutamato possam ser controlados no motoneurônio pelas medidas restritivas de controle deste fluxo deste material pela síntese enzimática da substância que fará a restrição de liberação pela fenda sináptica do excedente de glutamato.

Os potenciais somados espalham-se pelos dendritos e ao chegar no soma neural encontram sinapses inibitórias de glicinérgicos no soma através de ligações axosomáticas, e um forte fluxo de cloreto resulta em um potencial pós-sináptico inibitório gerando uma hiperpolarização da membrana pós-sináptica. Uma somação de sinais opostos entre os dois tipos de eventos: eventos axodendríticos e axosomáticos; neste exemplo hipotético é gerado, desencadeando uma somatização algébrica cujo resultado final será a resultante que irá gerar uma despolarização ou não como necessidade de urgência da demanda atual suficiente para atingir ou não o limiar de disparo, para bloquear ou não a informação motora que acionaria o axônio do motoneurônio.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [056] – Integração Sináptica: A Topografia Sináptica**

O trabalho de um neurônio é bastante complexo e organiza milhares de ações que são processadas ao mesmo tempo em sintonia com as atividades que partem do ambiente e se pensar que todo esse complexo pode representar uma cifra de unidades neurais que chegam a quase 100 milhões de neurônios dá para se imaginar a complexidade total de todo este conjunto sistêmico de informações em processamento.

Existem sinapses excitatórias e sinapses inibitórias e processos integrativos podem ocorrer tanto nos dendritos, soma e axônio de um neurônio. E este evento computacional é tão complexo que beira a ficção científica. E leva o axônio a registrar a influência de uma unidade sobre toda a rede neural e a repercutir sua decisão em influenciar este modelo espacial e interativo e integrado.

Ainda deve-se levar em consideração a arquitetura neural, a dimensão dos dendritos, axônio, e até mesmo do corpo neural pode interferir e influenciar no modelo, quando é necessário a manutenção do sinal que passa pelo soma para que atinja a zona de disparo com a frequência de energia que gere o potencial de ação.

Também há que se pensar na composição entre sinapses excitatórias e inibitórias, pois uma topografia inteligente irá interligar aquele fator que irá inibir a produção da despolarização no local e medida certa que a dinâmica e estrutura do neurônio assim sinalizar como medida de localidade que permita uma extensão axonal do terminal ser perto ou longe da fenda sináptica.

Lent explica que as sinapses axoaxônicas controlam o nível de despolarização da membrana pré-sináptica. Podendo a membrana estar mais despolarizada se for aplicado um efeito excitatório ou hiperpolarizada se aplicado um efeito inibitório.

Dependendo da topografia dos circuitos neurais a funcionalidade do ato de comunicação é despertada. As fibras podem se compor em sistema paralelo ou seriais. Além dos efeitos já mencionados que podem as sinapses contribuir para gerar efeitos inibitórios ou efeitos excitatórios. Portanto um único disparo de uma sinapse pode ter um efeito escalar de 1/10.000 unidades sinápticas, sendo cada sinapse responsável pela combinação de mais de 100.000 substâncias, que torna as densidades reativas unidades complexas de processamento que permitem uma infinidade de combinações de resposta que beira ao infinito.

Uma única célula neural pode gerar uma infinidade de conexões e atingir a profundidade se deslocando para se encontrar com dendritos em regiões bem distantes-alvo do seu centro de difusão de massa, ou seja, o seu soma.

Dentro desta topografia existe também variação da densidade de neurônios em uma determinada região que passam a se especializar coordenando atividades específicas. Além dos neurônios do SNP que se especializam em atividades de sensibilidade e motoras pelas quais gesta uma particularidade no órgão que se destina a solucionar uma gênese de desenvolvimento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [057] – Os Neurônios se Transformam**

Sob as células nervosas existe uma propriedade pela qual permite a adaptação biológica conhecida por plasticidade cerebral. De forma que seja possível que um neurônio modifique a sua forma e função de acordo com as respostas desencadeadas para o ambiente externo. Porém, a plasticidade não é algo uniforme ou passageiro, acompanha o indivíduo por toda a sua existência, e na fase do desenvolvimento atua com maior vigor.

Pode atuar como uma força regeneradora, axiomática, sináptica, dendrítica e somática. Como força regenerativa atua na recuperação de partes lesadas dos neurônios. O fenômeno de regeneração é mais producente no sistema nervoso periférico, já que no sistema nervoso central os neurônios estão envolvidos pela bainha de mielina que dificulta movimentos externos que provoquem a recomposição neural, porque as glias ao se tornarem estruturas constituintes surgem como uma barreira para o contato direto do neurônio com o meio intracelular dificultando a ação que poderá recondicionar o neurônio em termos fr funcionamento e atuação.

A organização e reorganização da resposta pode ser originada da plasticidade sobre os terminais axônicos, que também possui maior vigor na fase de desenvolvimento, e perde força na vida adulta.

A plasticidade sináptica é obtida pelo aumento ou diminuição da eficácia da transmissão sináptica que pode ocorrer de forma permanente ou não, que pode resultar em homeostase sináptica.

De forma similar a reorganização da resposta ambiental dos terminais axônicos, ocorre a plasticidade cerebral para os dendritos na forma de troncos, ramos e espinhas dendrítricas.

E por fim está sob a capacidade de plasticidade somática a regulagem e reprodução ou morte de células nervosas, que resultam em aumento ou diminuição de células nervosas em um organismo vivo.

Nem sempre a plasticidade cerebral traz um valor compensatório, pois as vezes não é possível restaurar funções que já foram perdidas, e em vez de ampliar o potencial condicionar a formação de resposta adaptativas que não sintetizam a necessidade de um indivíduo podendo conduzi-lo para uma condição patológica.

Portanto a neuroplasticidade é a capacidade de adaptação do sistema nervoso às mudanças ambientais, que incidem sobre as transformações neurais que se estende tanto as respostas às lesões traumáticas e processos resultantes de aprendizado e memória. Toda energia que incida sobre o corpo de um indivíduo quando processada pode provocar uma marca que modifica o organismo por meio de uma ação de plasticidade cerebral.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [058] – Os Tipos e Características da Neuroplasticidade**

Os neurocientistas descobriram que dentro da neuroplasticidade o grau adaptativo varia de acordo com a idade de um indivíduo. Quando ocorre o desenvolvimento ontogênico o sistema nervoso se torna mais plástico, e gradativamente vai deslocando o indivíduo para uma estabilidade que diminua o seu condicionamento às influências do ambiente.

Existe um período crítico da fase de desenvolvimento no qual o sistema nervoso é mais sensível ao condicionamento ambiental. Uma vez ultrapassado esta fase e a maturidade é atingida a plasticidade diminui, ou ao se adaptar se modifica de dimensão. De forma que a capacidade de reação da plasticidade ontogênica é diferenciada da plasticidade adulta.

Na plasticidade adulta outros processos entram em ação, já na plasticidade ontogênica é moldada especialmente para a fase de desenvolvimento, no qual se percebe ter um mecanismo próprio de ação sobre a formação das atividades cerebrais.

Dependendo das resultantes ambientais certas mudanças morfológicas podem ser desencadeadas nas células neurais. Como, por exemplo, o estímulo que irá desencadear uma ação em que o organismo passa a projetar mais neurônios em uma determinada região cerebral, ou o desaparecimento de neurônios numa determinada região por um fator inibitório ao seu desenvolvimento, ou as fibras nervosas sofrerem expansão ou modificação em seu trajeto de forma a gerar novos circuitos neurais, que afetam a configuração da árvore dendrítica de um neurônio, nos quais as funcionalidades poderão ser afetadas e desencadear modificações importantes nas respostas dos indivíduos as necessidades ambientais.

Essas mudanças irão modificar definitivamente o comportamento de um indivíduo, afetando o seu espaço psicológico, gerando uma espécie de condicionamento que repercuta uma plasticidade comportamental, porque a estrutura se recondiciona sempre a afetação adaptativa referentes as respostas do meio, que exerce força e influência sobre um indivíduo que se renova a cada instante.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [059] – Regeneração e Restauração Funcional**

Dentro das neurociências falar em regeneração sugere um fenômeno de proliferação celular e recomposição de um tecido nervoso lesionado. Essa proliferação ou recomposição somente pode ser organizada se fizer uso de células tronco capazes de se proliferar para a geração de tipos específicos de componentes que possam suprir as deficiências de uma terminada região do sistema nervoso de um organismo vivo que sofra algum tipo de complicação.

Algumas regiões restritas do cérebro humano mesmo depois da fase de desenvolvimento conseguem continuar com a capacidade proliferativa dos neurônios atuantes, mas na maioria do sistema nervoso esta capacidade decaí após a maturidade e término da fase de desenvolvimento, onde esta última é mais acentuada (no sentido de maior vigor da capacidade proliferativa).

Essa capacidade proliferativa está condicionada ao armazenamento de células tronco que são capazes, mesmo na fase adulta, de gerar tipos celulares deficitários (no sentido de recomposição).

Porém a capacidade regenerativa e proliferativa adulta é restrita em termos de crescimento quantitativo da população neural quando ocorre uma necessidade do organismo de se recompor, como, por exemplo, uma área lesionada.

Lent explica que a perda do tecido neural após a fase proliferativa embrionária não tem como resultado a retomada da proliferação, onde as respostas plásticas dependem exclusivamente dos neurônios sobreviventes.

No caso de uma agressão ambiental, que faça migrar um estímulo sobre o tecido nervoso, possa repercutir em várias células, a repercussão ocorre de forma diferenciada nas células nervosas por isto se facilita os processos de diferenciação celular.

A perca da função neural ocorre sobre as células lesionadas que não tiverem mais integradas dentro do sistema neural, no qual este decaimento de sua função, irá representar a sua morte celular. Porém, aquelas células que tiverem parcialmente danificadas, na forma que seus prolongamentos possam novamente se desenvolver no sentido do alvo ao qual fora projetada, terão sua capacidade plástica renovadas por meio do uso de células tronco. Desta forma é possível fazer com que um elemento neural estabeleça por meio de sua plasticidade cerebral, uma regeneração diante de uma agressão ou insulto ambiental que lhe devolva a sua plena capacidade funcional de atuar conforme sua funcionalidade ou razão de sua existência como elemento-componente neural.

A capacidade ontogênica é manifestada na fase etária de desenvolvimento cuja manifestação pode ser morfológica, funcional e comportamental; e a plasticidade adulta também pode se comportar, manifestando-se mofologicamente, funcionalmente e comportamentalmente.

Porém, na fase ontológica morfologicamente, o alvo pode ser: uma plasticidade **somática** (Neurogênese, morte celular programada); **axônica** (Regeneração de fribras lesadas, brotamento de fibras íntegras, regulação da mielinização); **dendrítica** (Ramificação dendrítica e brotamento de espinhas); **sináptica** (Sinaptogênese).

Na fase ontológica funcional o alvo pode ser uma plasticidade: **neuronal** (Parâmetros de atividade neuronal); **sináptica** (Fortalecimento e consolidação sináptica).

E na fase ontológica comportamental o alvo são os processos cognitivos que afetam ao aprendizado e afetam a memória.

Porém na fase adulta morfologicamente, o alvo pode ser: **somático** (Neurogênese e morte celular), **axônico** (Regeneração de fibras lesadas apenas no SNP e Brotamento de fibras íntegras); **dendrítica** (Formação e desaparecimento de espinhas); e, **sináptico** (Formação de novas sinapses).

Na fase adulta funcional o alvo pode ser uma plasticidade **sináptica** (Habituação, sensibilização, LTP, LTD e outras).

E por fim, na fase adulta comportamental o alvo são os processos cognitivos que afetam ao aprendizado e afetam a memória.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [060] – Regeneração Axônica Periférica**

Quando se fala em periféricos deve se ter em mente dedos, vasos sanguíneos, e membros, que quando amputados, sob a lógica deste tópico, podem ser recolocados no lugar através de cirurgia que lhe permitam devolver por meio da regeneração a mobilidade do membro lesionado.

As lesões traumáticas do sistema nervoso periférico podem ser contornadas por meio de reparos cirúrgicos em muitos casos, porque a vasta distribuição nervosa que percorre todo o organismo pode ser gerenciada para inervação ou reimplante de órgão que lhe devolva a condição de correspondência por movimentos.

Quando as fibras nervosas são esmagadas (traumatismo) a sensibilidade que decorre do acionamento do nervo é interrompida parcialmente ou integralmente, por ruptura parcial ou corte integral do nervo. O nervo esmagado com ruptura parcial é mais fácil de ser regenerado de forma natural por intermédio de uma intervenção terapêutica; no caso do nervo ser cortado a regeneração deve-se quase sempre a intervenções cirúrgicas a fim de devolver a mobilidade para o indivíduo.

Lent explica que em indivíduos adultos corpos celulares podem sobreviver à transecção do axônio, onde esta relação é válida tanto para neurônios sensitivos como neurônios motores. Mas para que este tipo de regeneração possa ser fato o soma não pode estar afetado, que irá reexpressar os seus genes de desenvolvimento sobre a parte lesionada. Existe sobre a área do axônio um microambiente que torna propícia a regeneração da parte lesionada.

O nervo periférico lesionado possui fibras mielinizadas e não mielinizadas. Quando o axônio é separado é formado dois cotos: um distal (entre a lesão e o alvo denervado) e outro proximal (conectado ao corpo celular. A parte distal tenderá a se degenerar, por ausência de conexões, devido a interrupção do aporte energético que vem do soma. Ocorre desfragmentação e desordem, seguida de deformação e desorganização da mielina do segmento distal, que são pelas células de Schwann removidos para o meio sanguíneo. Tais células começam o processo regenerativo proliferando em torno das estruturas degeneradas nova mielina. Para estimular o crescimento do axônio lesado por meio da ativação de fatores neurotróficos para que os macrófagos comecem a se difundirem na vizinhança a fim de contornar o problema da área lesada.

Ocorre nesta etapa a fabricação de moléculas para a matriz extracelular: laminina e a fibronectina principalmente, que contribuem para o crescimento celular.

O lado proximal do neurônio lesionado, também passa por transformações morfológicas. Ocorre o clareamento do neurônio e o surgimento de vacúolos, a substância Nissl produzida pelo retículo endoplasmático rugoso sofre alterações que irá contribuir para a regenerescência do neurônio (cromatólise). Porém, este efeito ocorre apenas em algumas horas, retornando o neurônio ao seu estado normal em seguida.

A expressão gênica do soma começa a atuar logo adiante onde os fatores neurotróficos começam a atuar com maior vigor no sentido de crescimento da fibra nervosa axomática, pela excreção de substâncias estimulantes ao crescimento através da célula de Schwann. Novos componentes são gerados e a lesão é parcialmente ou integralmente contornada, com organelas que se apresentam como estruturas do citoesqueleto para um novo prolongamento de axônio.

Mas antes da fase de seu crescimento, o coto proximal se degenera para formar um cone de crescimento semelhante aos estágios ontogênicos precoces. Daí surge o problema de como o crescimento deve ser orientado para alcançar o alvo distal que se situa na outra parte descolada da conexão neural.

Porém o coto distal passa a emitir um sinal que permite ao coto proximal se guiar no sentido de seguir os fragmentos do coto distal degenerado. Sendo a resultante o surgimento de sinapses funcionais que devolvem a funcionalidade para a parte lesionada.

Quando a lesão do nervo é completa a regeneração do nervo distante do alvo quase sempre é perdida. No qual o nervo não tem condições de encontrar por si próprio o caminho que lhe devolva a funcionalidade.

A solução encontrada por médicos no último caso é fazer um ponto de sutura no tecido conjuntivo envolvente que aproxime o coto distal do coto proximal para que o processo regenerativo seja desencadeado dentro dos limites biológicos de crescimento do axônio pela procura do alvo de conexão sináptica.

São usadas no último caso diferentes substâncias e células tronco para que o efeito regenerativo seja observado no paciente cujo efeito final é o reestabelecimento de terminações receptoras das fibras sensitivas para que os axônios motores se reconectem às fibras musculares devolvendo a funcionalidade sináptica.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [061] – Regeneração Axônica Central**

No sistema nervoso central a plasticidade regenerativa das fibras nervosas possui diferenças marcantes em relação a plasticidade regenerativa das fibras nervosas do sistema periférico. A lesão no sistema nervoso central provoca a morte de muitos neurônios ao contrário do observado no sistema nervoso periférico. Os neurônios sobreviventes não conseguem reconstituir e ter força suficiente para agir nos cotos proximais no trajeto original, reinervar os nervos e recuperar a funcionalidade.

Santiago Ramón y Cajal (1852 a 1934) percebeu que os cones de crescimento eram anômalos nos cotos proximais nos axônios centrais lesados que foi observado como um efeito abortivo.

Anos, mas tardes, 1980, Albert Aguayo estudando a interrupção do nervo óptico em ratos, percebeu que se implantasse um nervo periférico no sistema nervoso central, no sentido do nervo lesado, seria possível o reestabelecimento do nervo óptico antes interrompido. Reabilitando a visão nos roedores.

A observação de Aguayo levou a afirmar que os axônios centrais são capazes de regenerar longas distâncias desde que estejam em contato com o microambiente do sistema nervoso periférico; e, que, o microambiente do sistema nervoso central não facilita que se favoreça o crescimento regenerativo dos axônios centrais.

Quando uma fibra nervosa é lesada no sistema nervoso central ocorre intensa cromatólise dos neurônios axotomizados e degeneração seguida com morte de muitas células neurais. Como se o organismo se reorganizasse dentro da característica estrutural que devesse se organizar de acordo com a restrição observada no organismo.

Os fatores trópicos nos neurônios centrais diferentemente no sistema nervoso central as células glias (oligodendrócitos – que fabricam a mielina) não produzem os macrófagos fundamentais pela regeneração celular.

Os cotos distais tornam-se fragmentados e disfuncionais. Porém a remoção do tecido da lesão é lenta ao contrário do sistema nervoso periférico mesmo com grande presença de oligodendrócitos e astrócitos. E provenientes da corrente sanguínea surgem uma infinidade de microgliócitos, responsáveis pelo crescimento e inibição de fatores trópicos para a regeneração.

Os oligodendrócitos frisa Lent, sintetizam proteínas (proteínas Nogo) junto da mielina central que inibe fortemente o crescimento axônico, que ao se ligar com moléculas específicas disparam nos cotos proximais reações em cadeia intracelulares que desarmam os cones de crescimento.

Os astrócitos passam a associar ao bloqueio de regeneração ao sintetizar moléculas da matriz extracelular (proteoglicanos que possuem forte ação não regenerativa).

As glias que se concentram em torno da lesão formam uma extensa cicatriz que dificulta a progressão regenerativa dos axônios. Da forma explicada os cotos proximais não são capazes de promover o crescimento em busca dos seus alvos, e, o espaço da lesão passa a virar um trajeto restrito, virando uma barreira que bloqueia a regeneração celular.

Lent relembra o conhecimento de que os gliócitos imaturos desempenham funções promotoras da migração neuronal e do crescimento axônico durante o desenvolvimento normal. E no término da ontogênese apresentam ações opostas, inibindo o crescimento do axônio.

Atualmente a hipótese mais aceita para esta mudança é o surgimento de bordas que delimitam o crescimento de fibras nervosas e a formação de feixes no sistema nervoso central que se tornariam barreiras naturais para o crescimento vegetativo de um axônio neural a fim de que ele viesse a percorrer grandes distâncias para encontrar com um alvo em outra parte do cérebro.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [062] – Degeneração à Regeneração do Tecido Nervoso**

A Professora-associada do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Ana Maria B. Martinez no início de seus estudos se interessou pelo sistema nervoso e inicialmente algumas patologias sobre o sistema nervoso central.

Em 1980 na Inglaterra na fase do doutorado desenvolveu-se na técnica da microscopia eletrônica, guiando seus estudos através da ultraestrutura neural. Os estudos avançaram em torno da degeneração walteriana observada no coto distal desconectado do corpo celular da fibra na região lesionada, com foco na lesão periférica. Descrito pela primeira vez por Augustus Walter em 1850 se intencionava em saber como a degeneração era deflagrada.

Já no Brasil, os estudos prosseguiram dentro da degeneração walteriana e culminaram em pesquisas para estratégias de antidegenerativas e prórregenerativas para lesões traumáticas periféricas e centrais conforme a própria Doutora descreve.

Se tentava identificar possibilidades de tratamento ao estudar os eventos e mecanismos deflagradores da degeneração. Eram utilizados inibidores de proteases ativadas por cálcio (calpaínas) nas tentativas de inibir e bloquear a ação degenerativa após o esmagamento cirúrgico de uma fibra nervosa no nervo óptico.

Resultados esperados foram alcançados, porém o estudo não convergiu para uma regra absoluta em termos de recuperação funcional. Intensificando os estudos a partir desta percepção sobre estratégias prórregenerativas.

A parceria com a Universidade de Campinas desenvolveu-se a técnica de tubulação de nervos periféricos após secção com uso de células tronco de medula óssea como estratégia prórregenerativa.

Os resultados dos estudos indicaram regeneração de fibras nervosas em comparação com um grupo de controle. Apesar de gratificante os estudos, era um desafio enorme trabalhar com sistemas nervosos mais complexos e limitados quanto aos fatores tróficos regenerativos.

Os estudos iniciais de Santiago Ramón y Cajal (1852 a 1934) foram fundamentais pela ciência da lógica primária que o sistema nervoso central não conseguia se regenerar os cones de crescimento devido o alinhamento que se formava por sobre as bordas da lesão. Também integrado a estes estudos primários foi fundamental as descobertas de Alberto Aguayo com seu trabalho de regeneração do sistema nervoso central a partir de um implante de um nervo extraído do sistema nervoso periférico.

Esse segundo achado foi fundamental para perceber que a capacidade regenerativa do sistema nervoso central não estava completamente perdida após a fase de desenvolvimento ontogenético. Havia que se estudar uma forma inteligente de anular as barreiras, bloqueios e entraves para o cone de crescimento, que repercutisse uma estratégia regenerativa que condicionasse o crescimento do axônio na direção do alvo antes estabelecido para seu laço funcional dentro do sistema nervoso central.

Os estudos se aprofundaram então em modelos de lesão sobre a coluna espinhal e estratégias incentivadoras da regeneração central e recuperação funcional, conforme suas próprias palavras.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [063] – Plasticidade Axônica Ontogenética**

A plasticidade axônica se forma pelo crescimento do coto proximal do axônio. Mas reações plásticas, mesmo que sutis, podem ser geradas a partir dos neurônios não atingidos no processo que levou a lesão de alguns outros neurônios. A sensibilidade neste processo leva em consideração ao fator etário, pois está diretamente condicionado ao seu estágio de desenvolvimento do seu sistema nervoso, que dependendo do estágio poderá repercutir em uma elevação ou diminuição, ou, restrição da plasticidade cerebral.

Malformações congênitas ocorrem em indivíduos humanos quando a plasticidade ontogênica dos axônios não funciona adequadamente. Existe um mecanismo ainda desconhecido que impede que os crescimentos das fibras nervosas mudem o seu trajeto além da linha média, durante a fase embrionária, para a formação de feixes disfuncionais longitudinalmente nos dois lados do cérebro. Um dos primeiros estudos foi sobre a informação luminosa que chega até a retina, que situam de dados que foram gerados em um sistema nervoso central, e estudados em animais da patologia conhecida como ambliopia (falta de visão tridimensional – desalinhamento dos olhos na fase crítica do desenvolvimento).

O nervo óptico é a via de neurônios que emergem de cada retina em direção ao cérebro. Essas fibras ao transitar pelo sistema nervoso central atingem a região do tálamo, especificamente no geniculado lateral (GL) que apresentam camadas celulares organizadas. Os axônios neste trecho se arborizam em camadas específicas separados para cada olho. No tálamo a informação de cada olho é armazenada de forma separada.

Quando o sinal transmitido chega até o córtex visual cada mensagem ocular é mantida separadamente uma da outra, porque as arborizações são mantidas separadas uma da outra.

As bandas, colunas ou domínios de dominância ocular, segundo Lent, independem em termos de organização das vias retinianas de cada olho e se firmam precocemente ainda na fase de desenvolvimento de um indivíduo humano e se consolida com a experiência visual quando o indivíduo já teve o seu nascimento. Assim o indivíduo passa a ser dotado de plasticidade ontogenética devido a influência do ambiente luminoso durante o seu desenvolvimento.

Através de injeção de substâncias químicas é possível se comprovar as bandas de dominância ocular, no qual se interioriza em cobaias, nas células da retina e/ou do tálamo um reagente que acaba chegando ao córtex visual que o fluxo endoplasmático anterógrado provoca o movimento de expansão do reagente, a fim de ser medido em termos de radioatividade através de um microscópio eletrônico ou equipamento de ressonância eletromagnética. Onde o rastreador pode sinalizar uma energia que quando colorida dá ideia da dimensão das transmissões sinápticas como a um circuito que carrega pela transmissão a informação óptica.

O experimento acima também foi útil para demonstrar o efeito de desenvolvimento das bandas de dominância ocular na fase de desenvolvimento ontogênico após o nascimento, ainda na fase de desenvolvimento, e as influências oriundas do ambiente e da representação monocular.

Lent traz como resultado deste estudo duas conclusões: que a estimulação visual natural os axônios de representação monocular de cada olho competem para manter o território cortical que ocupam durante o desenvolvimento antogenético e mantém a ocupação do território do mesmo tamanho; e, quando a estimulação visual é desequilibrada por uma sutura palpebral o olho estimulado vence a competição e ocupa a maior área do território cortical.

A plasticidade ontogenética submete ao desenvolvimento as bandas de dominância ocular, no qual os fatores ambientais são fundamentais para a ocupação do território cortical. Então se pode concluir que ocorre a plasticidade axônica ontogenética toda vez que o ambiente influenciar o desenvolvimento padrão e normal.

O estudo da plasticidade ontogenética ainda é muito genérico, falta ainda demonstrar alterações na morfologia dos axônios individuais sob a influência do ambiente visual. Foi o passo adiante que começou a ser dado por diversos pesquisadores. Observou-se a partir destes estudos que os axônios se desenvolvem sob controle e influência do ambiente e que, portanto, os recém-nascidos estão sujeitos à plasticidade axônica ontogenética.

O aminoácido GABA (ácido gama-aminobutírico) é capaz de detectar o desalinhamento interocular devido ao estrabismo ou privação sensorial cujo papel inibitório, como neurotransmissor, ativa um grupo específico de neurônios GABAérgicos conhecidos como células em cestas (células amplas com dendritos em cesta) que apresentam axônios horizontais que intercomunicam os domínios de dominância ocular e contribuem para detecção de desequilíbrios oculares, tendo como função a inibição horizontal dos neurônios piramidais dos domínios de dominância ocular.

Lent explica se o desequilíbrio entre excitação e inibição ocorrer durante o período crítico, os neurônios piramidais sofrem alterações neuroquímicas com uma molécula matriz extracelular (ativador de plasminogênio de tipo tissular Tpa).

A motilidade das espinhas dendríticas, região onde se formam as sinapses, que neste caso vem dos axônios talâmicos ao qual se vinculam a informações dos olhos, surge a partir da dissolução da matriz extracelular pelo tPA que transforma o plastiminogênio em plasmina que é uma protease. Ela privilegia as áreas onde houver atividade neural fortalecendo as sinapses nestas regiões.

Os axônios possuem capacidade de crescimento e decrescimento, ou seja, mecanismos progressivos e regressivos respectivamente. Tais fenômenos antagônicos cooperam na lapidação dos circuitos neurais. Ao final da ontogênese a plasticidade ontogênica decai, sinal que o indivíduo ingressou em sua vida adulta.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [064] – Plasticidade: Períodos Críticos**

Com o avanço do estudo sobre a plasticidade ontogenética procurou-se saber informações sobre o período crítico para vários componentes funcionais dos seres de classificação animalia.

Desde o século XVIII se observou que a infância, a influência do ambiente era determinante para o desenvolvimento de características fisiológicas e psicológicas que estariam presentes em um indivíduo adulto. E existia assim, uma fase nesta infância que era decisiva para que as transformações estivessem ativas e presentes na constituição do indivíduo.

No caso de crianças que viveram apenas com animais por um determinado tempo, quanto mais tarde foram encontradas dentro desta condição restritiva, e introduzidas na sociedade através do aprendizado da linguagem e diversas habilidades cognitivas, mais fraco era o seu desempenho.

Assim, os observadores conseguiram descrever os períodos críticos dentro da fase da infância bem antes de serem conceituados pelas neurociências.

O período crítico para o aprendizado da linguagem vai até a adolescência, porém não é um ponto de afirmação que seja evidenciado em 100% dos casos observados, existem variações. No caso de crianças com lesões corticais que as regiões linguísticas são afetadas podem se recuperar funcionalmente se as lesões ocorreram ainda na fase do período crítico, quando ultrapassam esse limite a recuperação é de difícil trajetória.

O estudo dos períodos críticos é de difícil mensuração porque existe muitos fatores envolvidos, então se tentou estudar este parâmetro através do estudo com animais. A conclusão destes estudos com animais, é que existe um fator decisivo de influência interativa com outros membros de uma espécie durante o período crítico que é decisivo para a fase de desenvolvimento.

Assim trabalhar com o reconhecimento, para determinados padrões de comportamento social requer a observação para repetição do molde de comportamento ainda na fase da infância do animal ou ser humano.

Desta forma o sistema visual é representativo para diversos estudos de elaboração do período crítico uma vez que o sensor óptico é de fundamental importância em sua relação com a percepção de informações decisivas para as fases que levam o indivíduo ao comportamento que se situa em sua vida adulta.

Animais de espécies distintas possuem diferentes desenvolvimentos dos circuitos binoculares, e que, portanto, possuem diferentes tipos de regras para a transição de seu período crítico. E estuda-los permite ao homem uma melhor compreensão de si mesmo no que tange seu desenvolvimento ao atingir a vida adulta.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [065] – Plasticidade Axônica de Adultos**

Observou-se a existência de plasticidade cerebral em adultos através de um controverso experimento realizado por cientistas de amputação de braços de macacos onde se observou a partir deste momento a existência ou não da plasticidade cerebral.

As conclusões da pesquisa em que Lent relata são que os circuitos axônicos que vinculam informação para o braço não geraram regeneração após a interrupção das raízes dorsais correspondentes; os circuitos axônicos que vinculam informações da face dos animais que não foram atingidos pela cirurgia diretamente, apresentaram plasticidade, ocupando regiões do córtex antes pertencentes ao braço; e, o cérebro de animais adultos são dotados de plasticidade axônica.

Vilayanur Ramachandran estudou a fisiologia sensorial de indivíduos com membros amputados que possuíam a síndrome do membro fantasma no qual existia nestes indivíduos, sensações de dor provenientes da extensão do membro amputado. Observou-se que mesmo aplicando anestesia sobre o coto do membro amputado a dor não cessava. Os estudos se concentraram sobre as regiões vizinhas dos membros amputados. E o movimento percebido fantasma se observou a estimulação da face, na visualização de uma sensação sensorial sobre esta região, como se o indivíduo tivesse empregando um cotonete por sobre o ouvido e fazendo movimentos que limpasse a secreção.

Este psicólogo desenvolveu a ideia de que a representação do sistema somestésico dos indivíduos amputados, havia a hipótese de ocorrência de plasticidade axônica, em que a face representada, se estendia, em termos de representação, até as dimensões da extremidade amputada, uma vez que estes circuitos estavam inativos para a extensão do braço que havia sido retirado. Segundo Ramachandran ocorria uma espécie de brotamento colateral na região do córtex com o aparecimento de ramos colaterais nos axônios das regiões não afetadas pela amputação, para a nova funcionalidade, onde o crescimento era dirigido para a área onde antes era destinada a representar a região amputada.

Outra hipótese era da interconexão que as áreas estavam interfusionadas de forma que a ativação de uma afetava o funcionamento de outra, e que anterior a amputação do braço havia de existir um sistema inibitório em que a ativação de uma região não era sentida sobre o membro em outra localidade. Estudos de neuroimagem puderam avançar os conceitos de plasticidade axônica no adulto, no qual não se tornou mais necessário a amputação de membros de macacos para se chegar a tais conclusões.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [066] – Plasticidade Dendrítica Ontogenética**

Os dendritos são verdadeiras antenas de recepção que se estabelece via sináptica de um neurônio para outro, por isto são candidatos a sofrerem a ação da plasticidade dendrítica, de forma estrutural e morfológica. A ação do ambiente pode ocasionar a plasticidade dendrítica na fase de desenvolvimento ontogenética, nos animais adultos apenas uma parte, as espinhas dendríticas, podem ocorrer este tipo de plasticidade cerebral.

O genoma do neurônio contém a chave para o desencadeamento da plasticidade dendrítica em um neurônio. Cultivados em laboratório de forma dissociada conseguem se desenvolver segundo o padrão observado dentro da normalidade de seu funcionamento.

Cada tipo de neurônio possui uma expressão de instruções genéticas que caracteriza cada tipo de neurônio, por isto existe tantos neurônios de características distintas no sistema nervoso periférico e central.

O tipo de neurônio é definido no plano geral através do desenvolvimento dendrítico, sendo que o ambiente pode influenciar, mas não determina a natureza estrutural de um neurônio. Porém, é capaz de determinar as populações em termos de quantidades em que cada agrupamento de neurônios deve possuir para sua disposição e comprimento espacial das ramificações dendríticas, e a densidade de espinhas também sob o foco quantitativo.

O Neurocientista Brasileiro Rafael Linden e Hugh Perry (Inglês) após analisar a retina de ratos recém-nascidos, com um corte de bisturi, no qual se interrompeu os axônios de algumas células ganglionares foi possível perceber o desenvolvimento das ramificações dendríticas. Com este experimento foi possível perceber a existência de competição entre os dendritos pelos aferentes de outras células retinianas, que estavam distribuídos de forma uniforme em torno do corpo celular. Os dendritos lesados cresciam mais, devido à ausência de competição, provocado pela retirada de neurônios da parte lesada no experimento.

O fator modulador alterado, da morfologia dendrítica, era uma substância trófica liberada pelas fibras aferentes situadas ao redor do soma chamada BDNF (fator neurotrófico derivado de cérebro) ao qual foi atribuído o ajuste da forma dos dendritos para a formação das novas sinapses, para a produção de potenciais sinápticos, nos quais nestes sistema também tinham o envolvimento de neuromediadores e não somente fatores tróficos.

A atividade neural incidente podem ser modeladas a partir da árvore dendrítica das células ganglionares da retina, tal como o GL no tálamo, porque é visível a quantidade de ramificações dendríticas e espinhas quando se impregna as células aferentes com TTX ou bloqueadores de glutamato do tipo NMDA.

Lent explica que no ***córtex cerebral o crescimento e a arborização do dendrito apical dos neurônios piramidais são regulados durante o desenvolvimento por moléculas atratoras e repulsoras na hora certa nas duas superfícies do córtex***. (pág 165 – Cem bilhões de Neurônios) Gerando um sentido de propagação radial que acompanha a borda do córtex pela meninge pia-máter ao arborizar nesta região, ou mais abaixo por meio de retração.

A esquizofrenia, a síndrome do X frágil e de Down incidem alterações do quantitativo e morfologia dos ramos dendríticos. E estudar este contexto pode proporcionar um avanço para se compreender como tais patologias agem dentro do cérebro humano.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [067] – Quando o Cérebro não Esquece um Membro Perdido**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel relata que antes da descoberta dos antibióticos a única saída para a necrose de um paciente era a amputação, a fim de que a morte fosse evitada. O problema deste método era que a dor excessiva era armazenada como uma lembrança que passava a atormentar o indivíduo mesmo meses após a amputação. Dentre os sintomas a sensação de dor física persistia, como também a sensação de movimentação do membro perdido. Não se sabia ao certo nestas condições onde se deveria aplicar o analgésico, ou se a dor era uma alucinação ou delírio, e como lidar com esta condição? Era um problema de difícil resolução.

São raras as descrições de membros fantasmas antes do século XIX. Ambroise Paré (1510 a 1590) foi pioneiro neste tipo de cirurgia que exigia amputação, e partem alguns relatos sobre o membro fantasma.

René Descartes (1596 a 1650) e François Magendie (1783 a 1855) que distam um do outro, 200 anos de atividades descreveram também casos de membros fantasmas.

Como os casos apresentados eram raros e isolados era difícil se chegar a uma conclusão fisiológica sobre este fenômeno, bem como a ausência de equipagem que fornecesse dados precisos sobre o interior dos corpos. Assim as sensações ocorriam e não existia um tipo de explicação moldada em conhecimentos naturais para designar o que verdadeiramente estava sendo projetado sobre estes indivíduos. Talvez a alma fosse a explicação lógica de fácil compreensão, para a época, que permitia o indivíduo se sentir envolvido pela estrutura corporal representada pelo corpo biológico ao qual na sua ausência, pela amputação, continua a desenvolver as suas funções alquímicas de existência celestial.

Silas Weir Mitchell (1829 a 1914) durante a guerra civil americana (1861 a 1865) como cirurgião, passou a administrar uma quantidade expressiva de casos, com centenas de soldados feridos, dos quais 90 haviam sido amputados no hospital onde ele estava trabalhando.

Mitchell observou que apenas 4 pacientes haviam esquecido o membro fantasma depois de algum tempo, e os remanescentes, que foram a maioria tiveram sintomas de sensações e reconhecimento por um certo período. Os relatos dos pacientes tinham certa coerência. As sensações eram sentidas no rosto e na pele, como sensações de dor e de movimento. A crença do médico era que uma irritação provocada nos nervos lesados e interrompidos provocava as sensações pelos corpos dos pacientes.

Mitchell usava o seu conhecimento da época para tratar seus doentes, como a cauterização, uso de analgésicos locais e até mesmo uma segunda amputação que geralmente não gerava o efeito esperado.

As reações fantasmas somente foram registradas no fim do século XX a partir de técnicas de registro eletrofisiológico da atividade cortical. Michael Merzenich e Edward Taub descobriram que a porção do córtex somestésico é invadida pela vizinhança neural das áreas corticais da região, onde antes servia como processadores para a área que não era amputada, e que por esta razão não mais geria seu funcionamento adequado, passando a se neutralizar e a invasão aferente das áreas corticais planejavam uma nova funcionalidade para a região cortical.

A consequência direta é que as regiões vizinhas passam a ter representação na região que antes servia ao membro antes da amputação. Ao trabalhar com ressonância magnética, Merzenich e Taub perceberam que a dor fantasma existe uma causa central e não periférica, e que existe uma forte correlação direta entre o grau de reorganização cortical após a amputação e a intensidade da dor fantasma.

Assim, as imagens passadas represadas forneciam a condição para que as sensações aflorarem como um elemento perceptivo de tais pacientes. Em que o efeito da recordação era suficiente para despertar a funcionalidade que estava sob controle de outra representação que tomou conta da região cortical que antes abastecia sensorialmente a região que fora amputada.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [068] – Plasticidade Dendrítica em Adultos**

Na fase do desenvolvimento a árvore dendrítica se estabelece em um indivíduo, e na fase adulta já se encontra consolidada, mas é possível existir diferenças significantes de quantidades na complexidade das ramificações. Adultos submetidos a ambientes enriquecidos, diferentes espécies animais apresentaram um aumento quantitativo do número de ramificações dendríticas em paralelo com o aumento do número de sinapses nervosas.

Em humanos, a complexidade de se determinar a conclusão logo acima é enorme, porém existem estudos que correlacionam nível educacional com a complexidade dendrítica na área de Wernkicke (área da compreensão e aspectos de linguagem). Outra área com bastante complexidade é a área de representação dos dedos das mãos que trabalham com processos que exijam a digitação.

A morfologia básica das ramificações dendríticas são organizadas na fase de desenvolvimento ontogenética. E após consolidada, o ambiente fornece uma influência pequena sobre outras transformações de ramificações finas e terminais.

As informações sobre este conteúdo são levantadas com base em estudos estatísticos para grandes populações de células através de técnicas de observação estáticas. As ferramentas de análise dinâmica são bem mais recentes, e de longa duração morfológica neural, em que pode se construir um controle longitudinal através da ação do tempo para que as transformações possam ser coletadas e percebidas. As primeiras conclusões apontaram grande instabilidade das espinhas dendríticas (nascimento, morte e desenvolvimento).

A plasticidade estrutural em adultos apenas é percebida nas espinhas dendríticas (protrusões que emergem dos troncos dendríticos) no qual apresenta um pequeno ramo com uma formação esférica na ponta. No qual se atribui a compartimentos que propiciam sinapses excitatórias glutamatérgicas, que multiplicam em quantidade quando um fator enriquecido no ambiente promove o despertar pelo interesse do indivíduo, como a adição de cores, sons, imagens sobre o ambiente que estimulam a memória e o aprendizado.

As espinhas dendríticas são instáveis e móveis e em fração de minutos podem surgir ou desaparecer dentro de seu meio específico. As espinhas dendríticas que têm a capacidade de se manter por mais tempo podem se mover em termos de posicionamento. A presença de actina (que é uma molécula contrátil do citoesqueleto presente no interior das espinhas) é responsável pela grande motilidade das espinhas dendríticas.

Os estudos ainda são iniciais, mas a crença atual é que as espinhas dendríticas que ainda são muito móveis e instáveis são responsáveis por transmissões em que o aprendizado e a memória ainda não estejam estabilizados.

As espinhas dendríticas que ainda são instáveis tem correlação direta de instabilidade também com os axônios aferentes em que as conexões sinápticas se estabelecem.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [069] – Plasticidade Sináptica**

O psicólogo Donald Hebb (1904 a 1985) propôs uma teoria através de livro, para a memória, com base na plasticidade sináptica antes da comprovação definitiva sobre elas. O seu raciocínio foi que uma transmissão de informações entre neurônios dependia de uma estabilidade de coincidência temporal, na forma de uma sincronia, entre eles.

De forma que a transmissão de sinais entre os neurônios poderia ser objeto de regulagem. Longe de ser uma ideação fixa e imutável, mas passível de modulação.

No início sua teoria não teve grandes repercussões, depois houve a necessidade de que determinados fenômenos comportamentais fossem explicados, razão que sua teoria começou a tomar importância e vulto histórico.

A teoria de Hebb tornou-se o modelo celular e molecular para a memória. Eric Kandel utilizou caramujos marinhos sem concha, um invertebrado de nome aplísia que existe no pacífico norte para estudar a plasticidade cerebral.

O seu sistema nervoso possui algo em torno de 20.000 neurônios. E possui um comportamento reduzido e não apresenta uma grande complexidade em relação ao seu sistema nervoso.

Alguns reflexos defensivos do caramujo foram escolhidos para estudo, conforme Lent, os movimentos do encolhimento da calda, do encolhimento da cabeça, e a refração brânquia e do sifão que forneciam estimulados em diferentes intensidades.

A contração do sifão e as vezes da brânquia é provocada pelo estímulo fraco desencadeado sob o sifão. Já a estimulação da cauda poderia provocar o encolhimento ou retração da mesma. No caso de contração forte uma tinta era expelida para o meio.

Observou-se que quando o estímulo fraco era desencadeado repetidamente, logo o efeito reativo era esquecido pelo indivíduo que sofreu o estímulo e o condicionamento fazia com que ele parasse de reagir ao estímulo (habituação).

E quando um estímulo forte era aplicado se observava uma contração imediata, e caso o pesquisador recorresse novamente a outro estímulo, só que desta vez de leve intensidade ocorria a retirada da parte estimulada (sensibilização).

E quando o estímulo aplicado era forte e repetido a sensibilização ocorria mais vezes do que a condição normal. Como se o animal passasse a reagir indefinidamente nas próximas semanas ao sinal fraco como se percebesse, pela lembrança, o sinal forte aplicado durante várias vezes em uma sequência definida pelo pesquisador.

Havia de interesse e o objetivo de conseguir uma explicação para o fenômeno de plasticidade sináptica. Como a aplísia era muito simples em termos de constituição de seu sistema nervoso se recorreu ao estudo dos neurônios que implicavam nos movimentos descritos nos parágrafos anteriores.

Estudou-se em seguida a transmissão sináptica dos neurônios envolvidos nestas transmissões sinápticas na incidência e recorrência dos reflexos. Os estudos foram ampliados para vertebrados e se observou grandes semelhanças. A plasticidade sináptica tornou-se na atualidade a base para a construção fisiológica da memória.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [070] – Habituação**

Quando uma resposta diminui com uma repetição de comportamento ocorre uma habituação. É algo natural no reino animália. Os estímulos repetitivos e inócuos são habituados, ou seja, passa a deixar de ter correspondência. Quando um movimento é exercido sobre um membro de um animal uma reação natural pode ser a retração, quando o estímulo fraco fica repetitivo a tendência é cada vez mais o animal interpretar com menor intensidade a cada novo estímulo até que a correspondência cessa e deixa de existir.

No caso do caramujo aplísia os seus neurônios sensitivos inervam várias regiões do corpo e conectam-se com neurônios motores, recebendo sinapses diretamente desses, que ativam a brânquia ao ser estimulada (estímulo excitatório). Mais internamente, os interneurônios podem abastecer a aplísia com sensações excitatórias ou inibitórias, através de sinapses dos neurônios sensitivos em combinação com os neurônios motores, conforme a interpretação sensorial do estímulo desencadeado sobre o animal.

Esta descoberta foi possível graças ao implante de um microelétrodo no neurônio sensitivo e outro no motor da aplísia. E sobre o sifão borrifaram água, usaram um pincel e fizeram outro estímulo mais fraco, para simular um estímulo ambiental.

O primeiro estímulo gerou um potencial de ação no neurônio sensitivo. E um potencial pós-sináptico excitatório no neurônio motor. A introdução do estímulo forte repetitivo provocou a continuidade do potencial de ação sobre o neurônio sensitivo, porém o potencial pós-sináptico excitatório caiu de amplitude por sobre o neurônio motor desaparecendo o sinal depois de alguns instantes.

A causa para este fenômeno foi o decréscimo na liberação de glutamato no terminal pré-sináptico excitatório por sobre o neurônio sensitivo, que fez o decrescimento do potencial pós-sináptico excitatório sobre o neurônio motor, porque menos vesículas eram utilizadas para abastecer de neurotransmissores a membrana pré-sináptica.

Então pode se concluir que o fenômeno se concentra entre o neurônio sensitivo e o neurônio motor pelas razões expostas levantadas no parágrafo anterior. A fundamentação teórica é que os canais de íons de cálcio do tipo N ficam desativados causando a diminuição da entrada de íons de cálcio no terminal, causando limitação para a ancoragem das vesículas sinápticas a fim de gerar zonas ativas para o neurotransmissor ser finalmente liberado pela fenda sináptica. Essa redução programada de glutamato transmite a condição de habituação em que o ser vivo se condiciona a sua reação natural.

Então ocorre uma redução passageira da eficácia de transmissão podendo ser comparada como um processamento de memória celular simples de curta duração. E não se trata de um sistema de processamento de memória. Este mecanismo possibilita armazenar informações de memória por curto espaço de tempo e constitui um tipo de memória universal.

O período refratário, em que a comunicação do neurônio fica interrompida por determinado tempo, pode ser um fator que não deve ser ignorado, no qual o neurônio sensitivo fica inibido de forma temporal e parcialmente no qual o novo estímulo repetitivo é ignorado pelo sistema neural até que ele volte a condição de hiperpolarização a fim de estar em condições para ser despolarizado novamente. Isto faz que ele reaja com menor intensidade porque cada vez passa a se habituar canalizando menos estímulos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [071] – Sensibilização**

Quando uma resposta aumenta após um sinal de aviso; é a uma definição bem resumida para o complexo sistema que envolve uma sensibilização. A sensibilização pode ser encarada como um aprendizado cotidiano entre os seres do reino animália. Em resumo se a recepção de um estímulo sinaliza que sua intensidade é muito grande, então este estímulo precedente, alerta para que novas ondas de estímulo possam surgir em detrimento do primeiro. E sendo desencadeado o estímulo forte, o estímulo seguinte irá provocar igual reação, mesmo que de intensidade inferior, como se gestasse um sistema preditivo para a recepção de um sinal proveniente do estímulo excitatório.

No caso do caramujo marinho aplísia o estímulo forte pode ser um jato de água mais forte por sobre o sifão do animal, a introdução de uma pinça sobre a calda do animal, ou um estímulo elétrico artificial via equipagem. No qual após o estímulo forte o animal se retrai completamente: calda, cabeça e a retirada da brânquia do sifão, liberando uma tinta como forma de defesa.

Nos instantes seguintes mesmo se for aplicado um novo estímulo leve a resposta motora completa com nova carga de tinta é ministrada sobre o ambiente onde se encontra o animal.

Para a compreensão deste fenômeno descobriu-se que na aplísia existe interconectado ao neurônio sensitivo, um interneurônio facilitador que o axônio abastece sinapses axoaxônicas fixados no terminal pré-sináptico do neurônio sensitivo do sifão.

O microelétrodo posicionado no neurônio motor, segundo Lent, mostra um potencial pós-sináptico excitatório de uma amplitude considerável, precedendo a resposta motora.

No instante seguinte o pesquisador aplica um choque elétrico sobre a calda cuja correspondência comportamental do animal é a retração completa devido ao nível de descarga exercido sobre o caramujo. Seguido de um estímulo suave de um pincel que provocou forte reação de correspondência no animal, conforme registro da equipagem, sobre o neurônio motor um grande potencial pós-sináptico excitatório bem maior que o anterior.

Sobre o neurônio facilitador descobriu-se que o neurotransmissor liberado pela fenda sináptica é a serotonina que é reconhecida por receptores metabotrópicos no terminal pré-sináptico do neurônio sensitivo do sifão. Os receptores acionam a adenililciclase, produzindo o segundo mensageiro AMPc e a fosfolipase C (PLC) produzindo a diacilglicerol (DAG).

O aumento do segundo mensageiro sobre o terminal ativa a proteína-cinases provocando o fechamento dos canais de íons de potássio que retarda a repolarização do impulso nervoso e prolonga a duração do potencial de ação no terminal. E a abertura dos canais de íons de cálcio do tipo N aumenta a entrada destes íons no terminal.

O resultado é o aumento das zonas ativas, provocado pelo número de vesículas sinápticas que as ancoram, gerando o aumento da produção e liberação de glutamato na fenda sináptica na região entre o terminal do neurônio sensitivo e motor. Tudo isto decorre graças à intervenção do neurônio facilitador serotoninérgico que facilita as sinapses entre os neurônios sensitivos e motores.

Portanto desta forma a eficácia de transmissão é garantida, ou seja, ocorre a sensibilização. Que é o oposto da habituação. Assim, pode-se concluir que o ambiente é capaz de modificar respostas através do controle do desempenho ou morfologia do sistema nervoso. Também, a sensibilização pode ser idealizada como uma memória de curto prazo para muitos circuitos neurais.

Observou-se na pesquisa da aplísia se o sinal forte fosse introduzido diversas vezes seguidos de sinais fracos, a resposta incentivada poderia produzir uma duração da sensibilização por muito mais tempo, podendo durar os efeitos em vez de horas, por várias semanas. A sensibilização foi considerada um fenômeno típico de memória.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [072] – Potenciação de Longa Duração**

Timothy Bliss e Terje Lφmo ao pesquisarem o hipocampo descobriu ou comprovou a sinapse hebbiana que ficou conhecida como potenciação de longa duração (LTP) que passou a ser considerada como um dos mecanismos moleculares auxiliares de memória dos vertebrados.

Tanto a potenciação de longa duração como a memória possuem três fases distintas: uma fase inicial de duração de alguns minutos; uma fase precoce de duração de algumas horas; e, uma fase tardia de duração de horas, semanas ou meses... ambas dependem da síntese de RNA e segundo Lent de proteínas para se chegar a fase tardia.

Para compreender a potenciação de longa duração é necessário compreender o hipocampo. Esta região possui duas áreas principais: o corno de Amon (CA1, CA2, CA3, CA4); e o giro denteado (GD). As células perfurantes fazem sinapses com as células granulares do giro denteado.

Lent explica que ***os axônios das células granulares se estendem até a região CA3, onde estabelece sinapses com os dendritos das células piramidais***. (pág. 170 – Cem Bilhões de Neurônios?)

As células piramidais da área CA3 projetam os axônios para fora do hipocampo mas distribui vias para a área CA1(Colaterais de Schaffer) que as sinapses desta região também se projetam através de células piramidais para fora do hipocampo (Veja imagens no Google).

Através do registro de sinal proveniente de microelétrodos, de energia elétrica repetitiva (estimulação tetânica) foi registrado a atividade pós-sináptica das células piramidais da região CA1. Desta forma tomou-se o conhecimento das transformações que o ingresso de informação no hipocampo criava de sinalização para este setor neural que comanda as emoções.

O potencial pós-sináptico excitatório foi comparado em dois momentos: antes e depois da estimulação tetânica e se observou um aumento expressivo do potencial pós-sináptico excitatório na célula piramidal.

Então se observou que na área CA1 o efeito da estimulação se mantinha por várias horas e até mesmo dias depois da estimulação tetânica, o que se supôs que o estímulo era forte o bastante para a manutenção dos colaterais de Schaffer. E este efeito só ocorria na região CA1.Que se encaixava na descrição do psicólogo Hebb sobre a plasticidade sináptica específica entre um neurônio pré-sináptico e pós-sináptico.

Os colaterais de Schaffer possuem sinapses de glutamato e as espinhas pós-sinápticas comuns possuem 3 tipos de receptores de glutamato: NMDA, não-NMDA (primeiro em resposta) e o tipo metabotrópico. Quando os receptores glutamatérgicos do tipo não-NMDA entram em ação, os primeiros potenciais de ação chegam ao terminal de Schaffer.

Ocorre então as aberturas dos canais de íons de sódio e potássio provocando a despolarização da membrana pós-sináptica, que atingir um certo valor remove o íon de magnésio que é responsável por bloquear o canal NMDA, sendo este último liberado para sua abertura, aumentando o deslocamento transmembrana dos cátions monovalentes.

Os íons de cálcio passam em grande quantidade do exterior para o interior das espinhas. Alguns canais de íons de cálcio dependentes de voltagem passam a ser ligados ao receptor NMDA, sendo abertos, ativando também o receptor metabotrópico gerando uma ação através da fosfolipase C para ativar as cinases dependentes de íons de cálcio (ex.: calmodulina-cinase).

Então existe a partir deste processo um mecanismo responsável pelo prolongamento do sinal que colabora para a potenciação de longa duração que tenha um sentido retrógrado, para concorrer a novos processos de liberação do glutamato pela ativação do potencial pós-sináptico excitatório. O mensageiro responsável por este processo retrógrado é o óxido nítrico (gás:NO – não é um neuromediador convencional) cuja síntese é devido a ação da NO-sintase, que a enzima está na região dendrítica da área CA1 em grande escala. Que ativa pela ativação das cinases dependentes de íons de cálcio.

O óxido nítrico atravessa livremente as membranas não é represado pelas vesículas, e ao ser sintetizado se difunde por todas as regiões. E é capaz de influenciar todos os elementos pré-sinápticos de sua região de alcance. Sua função base é contribuir para a liberação de glutamato pelo terminal pré-sináptico. A alternativo deste processo é o uso do monóxido de carbono (CO) também considerado mensageiro gasoso dos fenômenos plásticos no sistema nervoso central.

A expressão gênica tem a capacidade de provocar a síntese de proteínas nos novos receptores glutamatérgicos, moléculas de adesão e componentes de novos sítios pós-sinápticos nas espinhas dendríticas, conforme Lent como a explicação mais moderna e atual para a potenciação de longa distância.

Segundo esta lógica, os inibidores de RNA aplicados um pouco antes e durante o estímulo indutor da potenciação de longa distância, provocam um decaimento acelerado da potenciação, sendo o mesmo efeito gerado para inibidores de síntese proteica até 15 minutos após a estimulação. Os inibidores perdem o efeito após desta demarcação temporal abrindo espaço para a sinalização da potenciação de longa distância, mas não apresentando a fase tardia da potenciação de longa distância, onde esta última chega no núcleo através das espinhas dendríticas. No qual a expressão gênica é ativada pela síntese de proteínas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [073] – Depressão de Longa Duração**

A depressão de longa duração é um tipo de plasticidade sináptica semelhante a potenciação de longa distância com sinal contrário que ocorre no cerebelo, hipocampo e no neocórtex. O circuito da depressão de longa duração é o mesmo para a potenciação de longa duração no hipocampo; no cerebelo o circuito utilizado para a depressão de longa duração é o neurônio pós-sináptico da célula de Purkinje em que os dendritos recebem sinapses de fibras trepadeiras e fibras paralelas que exige coordenação entre essas duas vias aferentes, conforme Lent.

Nos vertebrados o cerebelo é responsável por hospedar a memória motora. Então existe uma forte presença da plasticidade sináptica nesta região.

Célula de Purkinje é um neurônio encontrado no córtex cerebelar que possui uma árvore dendrítica robusta e um axônio que vai do córtex as partes profundas do cerebelo. Ela recebe dois tipos de aferentes: oliva inferior (pertence ao núcleo bulbar) que armazena informações musculares; e, os axônios das células granulares, que ocupam as camadas vizinhas da célula de Purkinje e se apresentam na forma de fibras paralelas, semelhante a uma fiação que interceptam perpendicularmente a árvore dendrítica da célula de Prukinje, onde cada célula recebe até 1.000 fibras paralelas.

Masao Ito detectou em seus projetos de pesquisa pela primeira vez a existência de plasticidade sináptica neste circuito de fibras. Neste estudo realizou-se primeiro a estimulação elétrica das fibras paralelas e se registrou o potencial de ação pós-sináptico excitatório com microelétrodos na célula de Purkinje e se pareou as respostas da estimulação das fibras paralelas com as fibras trepadeiras e se colheu uma baixa frequência como resposta. Durante minutos e horas seguintes a análise demonstrou que a baixa frequência ainda persistia como resposta, descobrindo-se a assim a existência da depressão de longa duração.

Os mecanismos ativos na depressão de longa duração são as enzimas desfosforilantes ativas chamadas de fosfatases dependentes de íons de cálcio. Lent explica que o resultado da ação das fosfatases é inverso a ação das cinases, onde os receptores de glutamatérigocos do tipo AMPA por endocitose são retirados, diminuindo a sensibilidade da membrana pós-sináptica gerando a depressão da resposta.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [074] – Plasticidade Somática**

Os epitélios sensoriais especializados retêm alguma atividade proliferativa, ou sejam, são capazes de manter células precursoras neurais que podem ser utilizadas para a diferenciação de neurônios maduros. Isto fortalece a tese da existência de células tronco no sistema nervoso central em um indivíduo adulto em certas regiões, como por exemplo, a zona subventricular dos hemisférios cerebrais e a camada subgranular do giro denteado do hipocampo.

As células precursoras também estão presentes na mucosa olfatória, na retina, na substância negra, na amigdala, na membrana basilar, na pele humana e da membrana otolítica. No qual seus neurônios receptores são muito especializados, glias e células de apoio. Sua organização é em camadas semelhantes a pele humana.

Essas células têm em comum a recomposição e substituição quando necessárias ao contínuo funcionamento de sua essencialidade. Portanto estão sujeitas à proliferação e a diferenciação de células que despertam diferentes tipos de funções tróficas.

Ao que parece esse designo de se recomporem está atrelado a uma capacidade de se organizar frente a um desgaste e a ação do tempo que provoca a necessidade de repovoamento dessas células neurais.

Dentro do encéfalo existem ilhas proliferativas na fase adulta mesmo depois de terminado a fase ontogenética, como no caso do bulbo olfatório.

As células tronco, que são células capazes de autorregeneração e multipotencialidade, podem ser explicadas para que o fenômeno de plasticidade somática seja observado em determinada parte do sistema nervoso central. No qual podem se ciclar gerando outras células tronco ou vários tipos de células maduras a fim de serem utilizadas em outros processos somáticos quando requisitadas e necessários para o desenvolvimento orgânico no adulto.

As células tronco podem ser: totipotentes, que geram quaisquer tipos de células no organismo; e, multipotentes, que geram diversos tipos celulares dentro do mesmo agrupamento orgânico (presentes do encéfalo).

Não se sabe se a neurogênese adulta é um mecanismo de simples reposição neural ou é coparticipante de mecanismos da neuroplasticidade.

O efeito contrário da proliferação e diferenciação celular ocorre com o estresse comportamental em que são secretados glicocorticoides antineurogênicos, onde apenas uma parcela dos novos neurônios é integrada no circuito do hipocampo, no qual o efeito positivo é verificado na influência positiva do exercício físico sobre a neurogênese do hipocampo.

Os fatores do ambiente são vitais para moldar este tipo de comportamento no qual podem influenciar da depressão de longa duração para a ampliação ou redução da correspondência. Identifica-se fatores pró-neurogênicos sobre os fenômenos de acasalamento, gestação e lactação.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [075] – A Plasticidade Maléfica**

A plasticidade cerebral pode ser prejudicial ao organismo, no caso de amputados que sofrem uma reorganização celular, onde o movimento fantasma pode ser uma das consequências não bem-quistas em que um indivíduo pode sofrer devido este tipo de plasticidade cerebral, visualizado pela dor que pode ser sentida mesmo com o membro ausente.

O psicólogo Gerald Schneider realizou um experimento visiomotor em hamsters em que se estudava o movimento da cabeça em relação ao direcionamento do corpo, a partir de um estímulo relevante da região periférica do campo de visão do animal. Os animais colocados em uma posição alta não podiam sair e nem cair, e ensinados a olhar para frente sem se mover. O pesquisador atraía os hamsters com uma semente de girassol agitando-as para frente e para trás.

Observou-se que todos os animais giravam a cabeça de acordo com a orientação espacial do grão, para esquerda ou direita. Schneider realizou lesões no sistema visual dos animais e concluiu que a integridade do mesencéfalo (colículo superior) estava ligada diretamente com a capacidade de administrar o campo de visão.

Lent explica que os neurônios do colículo superior identificavam a posição do estímulo no espaço e transmitiam essa informação topograficamente aos motoneurônios que comandam a musculatura do pescoço e do tronco.

O que resulta no reflexo que irá desencadear a necessidade de organização funcional como um reflexo de orientação que cria a necessidade do giro da cabeça e do tronco na direção da semente do girassol.

Quando o experimento era realizado logo após ao nascimento do hamster o animal apresentava um comportamento bizarro deslocando-se a cabeça no sentido contrário a presença da semente de girassol sendo o seu desejo de alcançá-la. Isto se deve ao fato que o mundo topográfico visual do hamster passou a estar invertido no mesencéfalo. Embora a ação fosse anormal a funcionalidade havia se organizado nestes animais porque ainda passavam pela fase ontogenética.

Assim, Schneider desenvolveu a tese de que a plasticidade nem sempre condizia ao retorno da funcionalidade dentro do seu modelo padrão e normal de ocorrência. Então criou-se a condição hipotética de que algumas doenças neurais poderiam fazer parte de um problema ocorrido durante a fase de desenvolvimento seguidas de alterações plásticas que condicionaram o indivíduo ao evento adaptativo realizado de forma imperfeita.

Outro exemplo geralmente observado em músicos e digitadores é a distonia focal, onde os dedos passam a travar com o tempo e o indivíduo passa a perder a sintonia fina prejudicando o seu desempenho funcional. Nestes casos a fusão da representação cortical dos dedos no hemisfério cerebral que comanda a mão doente é um exemplo de distúrbio causado por plasticidade mal adaptativa devido os excessos dos usuários.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [076] – A Plasticidade Benéfica**

A plasticidade também tem seu efeito benéfico quando ela contribui para proliferação e diferenciação celular devolvendo a função para a região do sistema nervoso ou adaptando o indivíduo que sofreu uma ação de degradação colaborando para a plasticidade cerebral.

Os cegos possuem uma acuidade auditiva no geral mais desenvolvidas que pessoas videntes. Outros casos de cegos desenvolvem uma visão tátil mais apurada que pessoas que têm a visão perfeita (videntes).

O estudo em experimentos é realizado a partir da sutura nos dois olhos, através de experimentos comportamentais em cobaias. O estudo em gatos suturados foi possível comparar o desempenho da audição e a percepção somestésica com um grupo de controle, formado de gatos com visão normal.

Estudou-se nestes grupos a capacidade de investigar o ambiente, as áreas do córtex cerebral da localização espacial dos sons e observaram que os gatos suturados haviam desenvolvido esta região cortical bem mais eficaz do que o grupo de controle. As regiões corticais que antes pertenciam a visão agora tinham sito invadidas por ramificações de outros centros da vizinhança.

Os gatos suturados conseguiram se desenvolver bem mais para localizar estímulos provenientes do ambiente que os gatos normais.

Este tipo de plasticidade compensatória em seres humanos tem sido estudado em modernos equipamentos de imagiamento que revelam as regiões em funcionamento cerebral.

Assim, há que supor que a organização do córtex de pessoas surdas segue outro padrão de conexões que ultrapassam o limite de seus lugares topográficos de funcionamento.

Os cegos que usam Braile possuem uma representação maior do córtex motor.

Muitos mecanismos ainda necessitam ser conhecidos para a compreensão integral da plasticidade benéfica. Entre as hipóteses que estão sendo avaliadas Lent descreve como: entrada em atividade de circuitos previamente existentes; estabilização de conexões transitórias, que desapareceriam em circunstâncias normais; e, brotamento colateral de axônios vizinhos às regiões lesadas ou inativas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [077] – Os Detectores do Ambiente**

O intrigante é saber quando a percepção começa; geralmente algo é extraído do ambiente quando uma energia incide em alguma interface da estrutura corporal em que se demarca uma distância entre o corpo e o ambiente, seja através da superfície corporal ou internamente pelo acionar das vísceras. O sistema nervoso tem uma linguagem própria que é obtida graças a informação que é extraída através de células específicas capazes de interpretar o ambiente.

É através destas células que dão forma e margem aos sentidos humanos. Os sentidos são conhecidos através de um plano de interação com o ambiente externo de forma mais superficial por: audição, visão, paladar, olfato e tato; e através de uma interação do ambiente externo mais profundo com as vísceras por: cenestesia, cinestesia, sinestesia, somatotopia, propriocepção, clariaudiência, clarividência, ...

Os cinco sentidos clássicos detectam informações sutis, em que a fronteira da percepção com o organismo é acionada de forma que o ser humano possa compor um gradiente de forças que se deslocam em sua direção. Os sentidos mais internos são bem mais sutis e podem determinar mudanças de posicionamento, pressão, temperatura, composição que influenciam os estados fisiológicos de um organismo vivo e seus movimentos viscerais.

Há também em que se pensar em submodalidades sensoriais que diferentes aspectos físicos são possíveis de serem abstraídos pelo organismo e representar uma unidade de percepção como: a visão das cores, profundidade, movimento, sensibilidade tátil, sensibilidade térmica, dor, tons, timbres, acuidade, pressão, luminosidade, luminescência, ...

Graças a estes sutis mecanismos ou submodalidades cada aspecto físico é levantado e é responsável pelo que sentimos, como sentimos, quanto sentimos, e por quanto tempo as sensações estarão agindo em prol do que sentimos.

Os receptores são especializados na captura de energias distintas. Para a energia do tipo mecânica existe os receptores conhecidos como mecanorreceptores; para a energia luminosa, os receptores fotorreceptores; para a energia térmica, os receptores termorreceptores; e para a energia química, os receptores conhecidos por quimiorreceptores.

Essa variação é graças à proteínas específicas presentes em cada uma destas estruturas capazes de seletivamente absorver uma única forma de energia, o qual a mensagem a ser transmita é uma variável bioelétrica.

Cada tipo de célula é especializada em uma função específica, onde, por exemplo, os mecanorreceptores são responsáveis pela detecção sonora, ou estímulos incidentes sobre a pele, ou o alongamento dos músculos, ... E os fotorreceptores serem responsáveis por detecção de radiação de azul, verde e/ou vermelho.

As alterações na membrana dos receptores seguem as lentas operações de voltagem sobre ela, que diz respeito sobre a intensidade em que o parâmetro do estímulo conduz a dinâmica da percepção sobre a célula nervosa que a faz disparar um sinal em direção ao sistema nervoso central, na forma de um pulso digital.

Porém, os tipos de energia ao qual o organismo humano possui canais de absorção, que foram levantados anteriormente, não entram de forma pura no corpo humano, sofrem uma transformação conhecida como transdução, no qual se converge em um impulso que sai do sinal analógico para um sinal “digital” que se estabelece através de potenciais de ação, no qual a codificação se firma.

A base da transdução é uma incidência de energia sobre uma proteína específica, que reage e absorve a energia e a converte a partir de sua membrana plasmática dos receptores, pelo emprego, como força inicial que dá sentido a abertura de canais iônicos, onde uma força interna e visceral passa a conduzir potenciais de ação, que liberam neuromediadores e neurotransmissores e outras células nervosas em uma sistema em cadeia pelo qual a informação codificada é traduzida por um órgão de comando e encaminhado por uma via eferente como uma resposta para corresponder a exigência funcional que fez com que o organismo desencadeasse a ação em que é exigido para sua sobrevivência na direção do ambiente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [078] – O Mundo Real e o Mundo Percebido**

A percepção absorve um conteúdo com características próprias da espécie que se condiciona a captar as propriedades físicas dos objetos que está em interação. Assim, a visualização do planeta terra, visto de fora, na percepção da cor azul diz respeito ao segmento de seres que detêm a propriedade, vista como função, de interpretar a aparência segundo sua regra biológica. Pode acontecer que se um outro grupo de seres de estrutura biológica distinta observasse a terra pelo mesmo ângulo sua impressão pictórica, vista como uma percepção, apresentasse outro tipo de característica, na visualização do planeta a partir de outro espectro de luz. Porque o seu condicionamento para interpretar o real difere da primeira espécie.

Assim, elementos perceptíveis, tais como: sonoridade, luz, gosto e cor; são propriedades descritas como estímulos que são incorporados, que apenas possuem significado quando capturados por receptores. No mundo real, a relação com que estes princípios circulam possui um fundamento que distingue do efeito aquisitivo, portanto somente possuem existência quando incorporados.

O som por exemplo, é existente apenas quando partículas entram em atrito com as cavidades do ouvido médio, que por meio da sensibilidade dispara a influência da pressão em que esta informação passa a circular por transdução através dos nervos.

Enquanto estas partículas estão em movimento no plano real não produzem efeitos sonoros, apenas circulam como forças que podem ou não serem interceptadas por meio da aquisição, em que o elemento perceptivo se forma.

A luz que se propaga, pode convergir em sinal caso seja percebida, ou vir a se integrar com outras forças e passar desapercebida de uma espécie por não ter sido incorporada ou não haver receptores capazes de interpretar sua frequência.

O gosto é o efeito gerado pela sensação do degustar. Enquanto não incorporado o objeto alimentar com suas propriedades é apenas um composto químico, como frisa Lent.

Uma espécie através de sua percepção arca com um ônus de interpretar o plano real. Que não pode ser tocado, apenas experimentado, porque os receptores nada são do que instrumentos de coleta da fronteira do universo com o organismo biológico, que está inserido dentro dele neste processo.

O mundo percebido tenta se sustentar diante do mundo real. Captando as urgências deste que lhe permite perpetuar a si próprio e a espécie. O plano real, ou seja, a natureza, é o holístico, ou seja, o todo que dá sustentação e base para fixação de quaisquer indivíduos de uma espécie, mesmo que a fixação seja algum lugar no espaço, longe de um plano terrestre.

Como os receptores são codificadores físicos do plano real, há que se pensar que o biológico possibilita diferenciações na forma aquisitiva de consulta ao plano externo. E se colocadas em torno de métricas, a combinação de diferentes aquisições de uma infinidade de receptores, introduz dentro do indivíduo percepções de níveis variados para todos os indivíduos de uma espécie. Embora as aquisições sejam diferentes, se observadas em grau de precisão, é possível imaginar um intervalo de combinações de frequências capturadas, em que a similaridade de um movimento, por exemplo, confere a percepção que desperta o mesmo tipo de funcionalidade, ou seja, a diferença comparativa do movimento indivíduo à indivíduo não permite observar diferenças relevantes, razão que para um observador os movimentos se situam dentro da mesma faixa de expressão, portanto são classificados como iguais ou similares.

O genoma e as experiências condicionam o indivíduo a reagir internamente, no qual a experimentação fica cada vez mais condicionada, com o passar do tempo, as influências internas em que um conhecimento que se acumula passa a coordenar e a influenciar cada vez mais as novas aquisições perceptivas. Tornando-se ainda mais expressiva a diferença de percepção indivíduo a indivíduo dentro de uma espécie.

Outro fator relevante é o efeito do deslocamento do indivíduo ao longo do dia, que lhe permite estar em contato diferenciado do real em relação a outro indivíduo, gerando fases caracterizadas por mudanças de estados em que não são coincidentes em termos de estímulo para outro indivíduo posicionado georreferencialmente em posição distinta de outro ser de sua espécie.

A percepção pode despertar uma sensação ou um elemento racional. Enquanto a sensação é uma codificação de determinados tipos de energia, o racional é da ordem superior em que os efeitos coletados possuem um sentido aquisitivo que indexa o tipo de influência que parte do plano real.

Os sistemas sensoriais que integram o sistema nervoso são especialistas na coleta de informações que permitem interpretar: a energia luminosa, a energia mecânica, a energia química e a energia atmosférica.

Nas Neurociências percepção se distingue de sensação. Porque sob a dimensão conceitual que o termo percepção foi concebido, está mais próxima de uma estrutura racional, onde há processamento da informação primária, e não apenas o despertar fisiológico da influência do meio visualizado por uma sensação.

Isto não impede que uma sensação possa vir a ser percebida, quando um indivíduo se desloca em complexidade para um nível de associação que se estrutura em subjetividade, ou seja, a construção de elos mentais que permitem fazer a nomeação do que se sente como estrutura vivenciada.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [079] – A Serventia da Informação Sensorial**

A percepção nas neurociências é uma consequência como resposta para uma sensação, onde se torna um elo consciente, quando mecanismos de atenção, foco, emoção, sono, valoração, aquisição, construção mnêmica, ... se tornam atuantes. Por isto alguns sons do ambiente, por exemplo, quando se exerce uma atividade, não são percebidos, porque os elementos essenciais para sua percepção estão alocados em outra atividade. Isto não significa que tais sons deixem de ativar o ouvido, a sensação pode estar presente, porém não percebida.

Se o plano real traz toda a gama de informações que podem interceptar um indivíduo, os receptores ao ativarem os sentidos restringe a grosso modo, um contencioso de informações para fazer com que o indivíduo acesse aquilo que está mais próximo e necessário para sua continuidade e existência, do mesmo modo, a percepção é capaz de refinar ainda mais o conjunto de informações coletadas a fim de restringir o sentido de uma ação para a atividade mais essencial que deve ser despertada e realizada pelo indivíduo. Portanto, as informações sensoriais irrelevantes tendem a serem parcialmente bloqueadas, e as mais importantes, assumirem posicionamentos estratégicos que permitem trabalhar com os sentidos e a mente humana.

Este movimento que “aprisiona” o indivíduo a uma atividade permite que a conexão seja duradoura o suficiente para condicionar elementos associativos para a sua realização. De forma, como no exemplo de Lent, quando uma pessoa se propõe a ler um livro, a atenção e foco canalizados para a atividade desperta o sentido dentro do afunilamento em que a restrição do efeito do conhecimento faz brotar inúmeras relações com a atividade, despertando um aprofundamento vivencial que se incorpora na interpretação do que está contido e sendo dito como elemento influenciador do comportamento.

A atenção e o foco permitem o controle da motricidade, da regulagem das funções orgânicas e a manutenção do ciclo circadiano.

A regulagem da motricidade é essencial para despertar a coordenação do organismo para que uma atividade ou tarefa possa ser cumprida dentro dos quesitos que integram sua essencialidade e eficácia na produção de resultados.

Por outro lado, a canalização de sensações, como elementos perceptivos dota o organismo de controle de suas funções orgânicas uma vez que músculos, braços, mãos, dedos, sistema urinário, sistema pulmonar sofrem coordenação para o desempenho da atividade. No qual para permanecerem funcionais é preciso que determinadas atividades sejam organizadas internamente a fim da correspondência ser específica como resposta para a atividade fim.

Então, há necessidade do processo ser um mecanismo que é desencadeado conscientemente por intermédio de um sistema de aprendizagem contínuo que permite poupar energia, ser célere e se condicionar a suprir uma necessidade do indivíduo.

As vísceras, os sistemas venais, as atividades excretoras das zonas sudoríferas, os batimentos cardíacos, as dilatações dos vasos que irrigam os sistemas venais, tudo deve estar sincronizado pelo ciclo circadiano a fim de que as correspondências sensoriais abasteçam o ser com a atividade necessária para suprir as atividades que devem ser desencadeadas pelo indivíduo a fim de que sua realidade seja de correspondência com as forças que interagem com este indivíduo em seu habitat.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [080] – O que Sentimos: Modalidades e Submodalidades Sensoriais**

Mas o que é o sentimento? É uma sensação que torna consciente e desperta um tipo de “ressentimento” corporal, que pode ser da ordem do ressentimento que gera benefícios ou saturação do organismo. Que ocupa um lugar no psíquico, no mental, como elemento perceptível que tece inúmeras informações associativas condicionando à reação o ciclo circadiano de uma pessoa.

Seja através de um toque, seja através de um olhar que gera uma expressão corporal, como uma reação para com o que se observa, que faz repercutir uma impressão no próprio corpo, como um suspiro indexado.

Por isto que Cruzeiro afirma, que para existir o sentimento precisa conjugar associativamente mais de um sentido, porque a complexidade exige mais de uma modalidade e submodalidade sensoriais que se interceptam.

As modalidades que estão na fronteira como expressão corporal são: a audição, visão, olfato, paladar e tato. Que geralmente atingem o nível consciente para controlar as funções motoras e orgânicas.

Cada modalidade é responsável por administrar uma fonte de energia que chega como influência até o organismo humano. Os sensores biológicos de uma espécie são concebidos pela lei da evolução para suprir uma necessidade de uma faixa de variação da energia ao qual se destina capturar; que reflete a urgência das atividades motoras e orgânicas. Por isto, nem toda a luz é percebida, nem toda a influência eletromagnética é percebida, e nem toda influência mecânica é percebida. Somente as faixas de energia que repercutem numa espécie que são necessárias e condicionantes ao seu desenvolvimento a percepção é despertada. Estas forças que não são gerenciáveis ou capturadas pelos sensores passam desapercebidas e invisíveis diante das apreensões de um indivíduo pelo organismo julgá-las desnecessárias em termos de administração ao seu desenvolvimento cujo fenômeno é fruto de milhares de anos de adaptação que observou a força como não necessária à administração.

Então pode se falar em espectro visual, audível, olfatório, tátil e gustativo; em que faixas de frequências são administradas para catalogar o “ambiente que importa” ser seletivo para uma espécie e para um indivíduo.

As submodalidades sensoriais dentro das neurociências são os aspectos qualitativos indexáveis as projeções sensoriais percebidas como sentimentos. Percebidas como elementos internos de expressam da aquisição da energia, como por exemplo: cores, forma, densidade, tons, timbres, dor, doce, amargo, salgado, azedo, temperado, umami, luminosidade, luminescência, eco, odor, pressão, temperatura, ...

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [081] – Onde, Quanto e Por Quanto Tempo Sentimos**

A vantagem de compreender o despertar do sentir através de modalidades e submodalidades é que através da experiência sensorial além de saber de qual fonte de energia parte o contato com o ambiente seja possível relacionar métricas eficazes para a medição temporal com que os eventos influenciam o ser em sua jornada pela vida.

Com isto é possível gerar uma localização espacial instanciada no meio que permite o homem, mesmo que temporariamente se apropriar de um sentido que o faz se preparar para interagir com as forças ao seu redor.

A posição das coisas é fundamental para uma leitura do ambiente e para um condicionamento que permita ao homem gestar os instrumentos de que necessita para fazer repercutir suas atividades motoras, orgânicas, psíquicas e organizacionais.

Assim, o homem poderá gerenciar uma série de atributos, percebidos como instruções que permite deslocar o seu conhecimento para a determinação comportamental que melhor represente o seu deslocamento pela vida.

A localização espacial difere de modalidade e submodalidade, em intensidade, características e sentido. Cada dimensão física é importante como modelo que permite um indivíduo se sujeitar para uma proximidade ou distanciamento entre objetos.

Por isto a relevância em um modelo cognitivo das dimensões descritas como submodalidades pois seus atributos são essenciais para descrever a tendência que uma estrutura de decisão deve canalizar uma ação a fim de responder a um regime de urgência ambiental.

Como a localização espacial, também é importante a determinação da intensidade do estímulo como uma segunda componente que irá determinar o tipo de balanceamento lógico que um indivíduo deva se sujeitar para a correspondência ambiental.

Observe que a primeira característica é um fenômeno de localidade, e a segunda um fenômeno de variação do atributo que indica um deslocamento no ponto onde a margem do atributo gera um gradiente (derivada) que permite ajustar a correspondência com o comportamento para se influenciar no comportamento quanto ao que está perto e longe e assim proferir a decisão mais justa ou adequada para se realizar uma ação ou atividade.

A diferença em um brilho ou um odor por exemplo, pode levar um indivíduo a tomar uma decisão, para moldar o seu comportamento, que lhe permita criar um relacionamento com um objeto que se situa a uma determinada distância do seu corpo, e se projetar no sentido que melhor sinalizar uma medida de conservação que lhe permita preservar a sua característica individual.

Conforme Lent, uma avaliação de um sistema sensorial permite dimensionar uma carga, ou seja, uma quantidade de energia, contida em determinado estímulo, no qual, complemento, ser necessário para que a consciência aflore ajustada dentro do padrão aceitável de correspondência aos desígnios desencadeados pela natureza.

Porém existe uma terceira dimensão tão importante quanto as outras duas anteriores: a determinação da duração de um estímulo, que faz o indivíduo perceber uma variação do estímulo como agente de transformação. E que conjugado com a intensidade do estímulo seja possível perceber o quão relativo este estímulo se aproxima da noção de perto e distante que tenha o indivíduo de acionar, através de seu comportamento, o desencadeamento de eventos pulsionares que lhe permitem ativar o seu sistema de luta e fuga, ao coordenar a necessidade por ativar ou não o sistema simpático ou parassimpático a fim de ajustar-se diante da demanda ambiental. O estímulo se aproxima ou se afasta, se intensifica ou dilui?

Recapitulando, para se coordenar um indivíduo deve ter em mente atributos de sua localização espacial, atributos de intensidade dos estímulos e atributos da variação dos estímulos através da métrica de transformação, ou seja, o tempo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [082] – Plano Geral dos Sistemas Sensoriais: componentes estruturais de células e conexões**

A informação que chega através do ambiente ao atingir os sensores do corpo é encaminhada na forma de estímulos para complexos neurais, vistos como circuitos, que são carregados energeticamente por vias aferentes, passando inicialmente, antes deste passo, por uma transformação da energia em pulso (transdução) e de forma serial, tais neurônios específicos vão gerenciando as intensidades das submodalidades a fim de gerar o balanceamento ideal, para a formação de “conceitos” ou “qualidades” ou “argumentos” ou “subjetividades” a ser repercutido no sistema nervoso central especificamente nas áreas de processamento cerebral para ser integrado como conteúdo-resposta que deva ser canalizado para as vias eferentes a fim de distribuição de atividades que permitam gerenciar funcionalidades-respostas que moldarão o comportamento gerencial de um indivíduo.

A origem dos estímulos sensoriais é a energia que circula, conforme, sua fonte, que é captada pelos sensores do corpo humano. Porém somente a energia incidente da fonte no raio de atuação do receptor é capturada a fim de ser interpretada e percebida, mas nem toda energia incidente é capturada, ainda tem que se levar em conta, conforme visualizado antes, que a energia deve estar dentro do espectro de atuação do receptor a fim de ser canalizada para o interior do corpo humano.

Lent esclarece que os receptores são sistemas primários de primeira ordem sensoriais. Células especializadas podem fazer este papel e assim não vir a ser caracterizadas como neuronais.

As células de segunda ordem, os neurônios, se conectam com as células receptoras que são consideradas de primeira ordem. Existem também células de terceira ordem, que são estruturas celulares capazes de influenciarem as sinapses dos neurônios secundários a fim de criar um efeito de modulação que permite ajustar a intensidade com que a resposta deva fluir em meio celular. Também há que se pensar em outros tipos de ordem de infiltração de respostas que se pode observar o sistema nervoso como ecossistema bastante complexo de variações e flutuações de informações que se compensam.

Lent argumenta que os circuitos em cadeia levam a informação traduzida do ambiente pelos receptores a níveis progressivamente mais complexos do sistema nervoso.

Os neurônios especializados junto com as células receptoras situam-se estrategicamente em partes do corpo humano onde contribuem para a captura do estímulo.

Assim, para informar condições de pressão das paredes sanguíneas, os receptores ficam situados próximos aos vasos sanguíneos. Essa adaptação contínua e continuada torna a especificidade da espécie ao longo dos anos para a funcionalidade muito mais eficiente diante de suas eras de evolução.

Os receptores são posicionados em tecidos e órgãos do corpo humano. Já os neurônios ficam focais nas partes mais internas constituindo o sistema nervoso periférico e o sistema nervoso central. A concentração dos neurônios permite observar os circuitos neurais na forma de feixes ou nervos compactos, que interpretam informações submodulares para coordenações motoras ou orgânicas.

O estímulo, concebido como uma informação sensorial que parte do ambiente, é encaminhado e transformado em uma linguagem em que o sistema nervoso é capaz de acessar para computar processamentos que permitam uma devolutiva do processamento a fim de organizar o biológico para a sobrevida em relação ao habitat. As equações percentuais resultam de inúmeras interpretações que os feixes neurais na forma de circuitos neurais, realizam para precisar as intensidades com que os estímulos são encaminhados.

Conforme visto anteriormente grupos de receptores são responsáveis por canalizar fontes de energia diferenciadas. Esses deslocamentos de força que influenciam o organismo não podem entrar dentro do corpo humano, então os receptores se tornaram células especializadas em reagir diante destas forças e a transformar a energia que está na área projetiva em contato com o corpo em um movimento de bioeletricidade, no qual é possível fracionar a força em pulsos de energia, por transformação modular, que permite o sistema nervoso interpretar a influência sem correr riscos para a organização do corpo. Este fenômeno é realizado em uma velocidade muito grande, o que permite a um indivíduo se aproximar ou distanciar da influência da energia conforme a interpretação dada pelo sistema nervoso.

O primeiro sinal canalizado por um receptor de uma sequência de pulsos é conhecido como potencial receptor ou potencial gerador. Que é o impulso inicial que fornece a gênese para outros potenciais de ação dentro do organismo.

A propagação dos potenciais de ação através dos neurônios cria a condição essencial para os mecanismos de integração sináptica através da coordenação pela liberação de neurotransmissores e neuromediadores pela fenda sináptica interconectando redes neurais em torno do estímulo que foi gerado na superfície do corpo para o interior do sistema nervoso.

Assim, os processos fisiológicos abastecem o sistema nervoso com insumos para novas canalizações a fim de formar a construção mental dos objetos, - uma interpretação do espaço externo aos corpos por meio da sua influência projetiva.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [083] – Princípios Gerais de Funcionamento dos Receptores**

Os tipos morfológicos e funcionais de receptores são bastante variados, como também a diversidade de fontes de energia que eles se propõem a interpretar como uma informação gênica.

Assim, a visão consegue corresponder a todas as submodalidades cujo estímulo específico é a luz e órgão receptor é o olho, e o seu tipo funcional é conhecido como fotoceptores, sendo o tipo morfológico cones e bastonetes.

Já a modalidade da audição também corresponde a todas as submodalidades cujo o estímulo são vibrações mecânicas do ar, no qual o órgão receptor é o ouvido, e o seu tipo funcional são os mecanoceptores auditivos, sendo o tipo morfológico as células esteriociliadas da cóclea.

A somestesia possui como submodalidade o tato, a sensibilidade térmica, a dor, a propriocepção e a interocepção. Os estímulos específicos do tato são mecânicos; os da sensibilidade térmica são o calor e o frio; os da dor são os estímulos mecânicos, térmicos e químicos intensos; os da propriocepção são os movimentos e posição estática do corpo; a Interocepção possui múltiplos estímulos. O órgão receptor da propriocepção são os fusos musculares, órgão tendinoso; as demais submodalidades somesatésicas não possuem órgão receptor ou é ignorado. O tipo funcional do tato são os mecanoceptores; da sensibilidade térmica são os termoceptores, da dor são os nociceptores; da propriocepção são os mecanoceptores; e da Interocepção possui todos os tipos funcionais. A modalidade somestésica tem como tipo morfológico os neurônios ganglionares da raiz dorsal.

O olfato não possui submodalidade conhecida, o estímulo específico são substâncias químicas voláteis, o órgão receptor é a boca, onde o tipo funcional são os quimioceptores, sendo o tipo morfológico as células das papilas gustativas.

Os estímulos contínuos ou vibratórios são captados pelos estímulos mecanorreceptores, que também são responsáveis por vincular informações sensoriais de controle motor e das funções orgânicas com alguns neurônios ganglionares da raiz dorsal que possuem fibras sensíveis aos ângulos dos músculos.

A derme recebe alguns receptores somestésicos e tornam-se sensíveis a estímulos lesivos ou a detecção a microvariações de posição. Os corpúsculos de Pacini são especializados para capturar informações de estímulos vibratórios não prolongados.

Os estímulos químicos são capturados pelos quimiorreceptores através do contato direto, presentes no ar, nos alimentos, no sangue, urina, fezes, etc. A detecção ocorre a dissolução de determinadas substâncias sensíveis a presença do material na forma líquida que banha as células receptoras. Sendo possível, por serem bem diversificados, interpretar uma infinidade de substâncias químicas, com considerável precisão qualitativa, e ainda ser capaz de ser percebido com intensidades variadas entre fraco, suave, forte, irritante, intrigante, fétido, cheiroso, ...

Os estímulos luminosos são capturados por fotorreceptores através dos olhos, ligados à modalidade visual. No qual se percebe as variações da radiação eletromagnética em condições de transparência, brilho, luminescência, luminosidade, foco, formação das imagens, distorção, distância, composição, densidade, gradação, cores, vazios e preenchimentos, ...

A temperatura corporal é capturada pelos receptores conhecidos como termorreceptores, no qual é possível fornecer ao organismo o controle da dissipação do calor e a concentração de energia.

Quando a integridade o organismo corre o risco, os nociceptores entram em ação, a fim de sinalizar através da dor, que a fonte de energia em contato está sendo prejudicial ao organismo. Sendo possível ter correspondências com substâncias irritantes, lesivas ou que geram incomodo intenso.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [084] – Especificidade dos Receptores: A Lei Das Energias Específicas**

A morfologia e funcionalidade dos receptores é bastante diversificada. Os estímulos são capturados por cada tipo de receptor conforme sua funcionalidade e morfologia. Dependendo de uma faixa restrita de estimulação um receptor torna-se sensível a uma fonte de energia específica para fornecer uma resposta ao sinal ambiental.

Johannes Müller (1801 a 1858) foi o primeiro a catalogar este conhecimento no qual foi capaz de gerar uma teoria sobre a lei das energias específicas, no qual diz que cada sentido é responsável por apenas uma fonte de energia específica. No qual mais tarde foi reformulada para sinalizar que a especificidade não partia dos sentidos e sim dos receptores onde na época a informação era desconhecida.

O limiar de sensibilidade é mínimo para a forma de energia específica e a sensibilidade é máxima para a fonte específica de energia que o receptor se propõe a interpretar.

O limiar da sensibilidade é registrado por biofísicos para um determinado receptor, através do registro da atividade bioelétrica isolada, controlando as respostas a estímulos físicos.

Um estímulo aplicado torna possível o registro de uma resposta elétrica da célula e a variação da intensidade permite descobrir qual o ponto mínimo que o estímulo passa a não mais ser percebido até se descobrir qual o limiar absoluto.

Certas faixas restritas de estimulação são percebidas pelos receptores que vai variar dependendo do tipo de energia e do tipo de receptor condicionado a sua recepção.

Os receptores por sua vez se interconectam no córtex cerebral, no sistema nervoso central, com linhas sensoriais exclusivas, através de vias aferentes. No qual a informação lapidada é armazenada para posterior processamento.

Assim é possível listar funções específicas para tipos de receptores como por exemplo:

O equilíbrio tem como estímulo específico a posição e movimentos da cabeça, sendo o seu órgão receptor o labirinto, ativado inicialmente pelo tipo funcional conhecido como mecanoceptores de tipo morfológico de células ciliadas do labirinto.

A função de controle motor possui o estímulo específico de estiramento muscular ativado pelo órgão receptor conhecido como fuso muscular, através do tipo funcional mecanoceptores cujo tipo morfológico são os neurônios ganglionares da raiz dorsal.

O controle motor, também, tem como estímulo específico a tensão muscular, possui órgão receptor conhecido como órgão tendinoso, o seu tipo funcional são os mecanoceptores, sendo o tipo morfológico os neurônios ganglionares da raiz dorsal.

O controle motor, pode ser relacionado também, ao estímulo específico do ângulo articular, não possui órgão receptor conhecido para esta funcionalidade, tem como tipo funcional os mecanoceptores e seu tipo morfológico são os neurônios ganglionares da raiz dorsal.

O controle cardiovascular possui como estímulo específico a pressão sanguínea, cujo órgão receptor é o seio carotídeo, do tipo funcional de mecanoceptores específicos conhecidos como baroceptores de tipo morfológico de neurônios do tronco encefálico.

O controle cardiorrespiratório possui o estímulo específico pH, Pco2 e Po2, sem órgão receptor específico, de tipo funcional para quimioceptores, com tipo morfológico par neurônios do hipotálamo.

O controle da hidratação (sede) possui o estímulo específico para a concentração sanguínea de Na+ (osmolaridade) cujo órgão receptor e conhecido como órgãos circunventriculares, de tipo funcional para quimioceptores conhecidos como natrioceptores, com tipo morfológico para neurônios do hipotálamo e do tronco encefálico.

O controle da alimentação (fome) possui o estímulo específico para a concentração sanguínea de nutrientes, com órgão receptor para órgãos circunventriculares, de tipo funcional para quimioceptores cujo tipo morfológico são neurônios do hipotálamo e do tronco encefálico.

O controle da temperatura corporal gera um estímulo específico para a temperatura do sangue, através do órgão receptor conhecido como órgãos circunventriculares cujo tipo funcional são os termoceptores, do tipo morfológico de neurônios do hipotálamo e do tronco encefálico.

O controle da digestão gera o estimulo específico para a distensão visceral, sem órgão receptor específico, do tipo funcional para mecanoceptores de tipo morfológico de neurônios do tronco encefálico.

A reprodução e sexualidade gera estímulo específico para substâncias químicas específicas (feromônios) cujo órgão receptor é conhecido como órgão vômero-nasal cujo tipo funcional são os quimioceptores do tipo morfológico de neurônios da mucosa olfatória.

As interações sociais geram estímulo específico para substâncias químicas específicas (hormônios) cujo órgão receptor é chamado de órgão vômero-nasal de tipo funcional para quimioceptores cujo tipo morfológico são os neurônios da mucosa olfatória.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [085] – Transdução: Entre a Linguagem do Mundo e a Linguagem do Cérebro**

Existe um mecanismo de tradução da linguagem do plano real, ou seja, do habitat, para uma linguagem cerebral. Que faz movimentar um continente cinético, onde circuitos entrelaçados despertam a somatização de funcionalidades que permitem o movimento.

Mas como já sabemos, levar o universo exterior para o universo interior, existe uma divisória, que separa o que é o ser, ou indivíduo, e o que é o ambiente e o não alcançável.

E essa divisória está justamente nos mecanismos receptores que são capazes de reduzir e fracionar a influência para ser percebida e assim o organismo ser capaz de ser independente do ambiental.

E este fracionamento é se não, um fenômeno de transdução e um fenômeno de codificação, em que faz uma via aferente trafegar a informação do exterior para o interior do indivíduo.

Assim no fenômeno de transdução a energia do ambiente é absorvida gerando um princípio ativador que permite gerar ciclos de pulsos até encontrar-se com o trato neural que permite armazenar temporariamente a informação catalogada para ser processada em outros feixes e combinada para representar a resposta mais justa que proceda o organismo a uma resposta como atividade sensorial que irá moldar o seu comportamento. Como se houvesse um mecanismo inato no córtex cerebral, capaz de estimar a sua própria continuidade e proceder com ajustes quando necessário.

Já a codificação consiste na transformação do potencial receptor em potenciais de ação, conforme Lent. Que permite que as transformações rápidas que o ambiente remete ao indivíduo possa ser coletado o efeito a fim de ser tratado após a coleta da transdução e gerar o mental necessário para coordenar a resposta que irá ajustar o indivíduo frente a sua demanda ambiental, para conduzi-lo a suprir uma falta que a fonte de energia despertou como influência projetiva do meio sobre o indivíduo, para este canalizar o fluxo correto que seu conhecimento é capaz se sinalizar a tratativa mais correta de se conservar dentro deste universo.

A transdução não é uniforme, o tipo de transdução, portanto, varia de acordo com a característica do receptor. Os mecanorreceptores, por exemplo, possuem transdução mecanoneural ou mecanoelétrica; os fotorreceptores possuem transdução fotoneural ou fotoelétrica; existe também transdução termoneural ou termoelétrica e transdução quimioneural ou quimioelétrica.

Para compreender à fundo cada mecanismo há necessidade de estudar cada receptor em específico para compreender como é o seu funcionamento quando ativado.

Na transdução a proporcionalidade do estímulo e a resposta influencia na intensidade e duração da codificação ou pulso. Este último no sentido de deslocamento em que a velocidade dos potenciais de ação passa a ser mais ou menos célere em virtude a urgência ambiental.

Portanto, um potencial maior provocado por um estímulo mais forte, poderá influenciar no transporte da informação quando a celeridade de seu deslocamento. Se o potencial for acima do limiar que é a condição essencial para a transposição da informação e encaminhamento do pulso para a realização de transferência sináptica.

A transdução segue um modelo de dados análogo-analógica, segundo Lent que envolve dois códigos analógicos: a energia da fonte da demanda exterior e a transformação da energia capturada pelo receptor específico com uma amplitude própria proporcional ou correspondente ao nível do estímulo.

Uma vez que se conclui a fase de transdução o fluxo bioelétrico flui para a posição analógico-digital. Onde os potenciais de ação passam a ser concebidos na forma de funções pulsionares, conhecidos como pulsos nervosos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [086] – Codificação Neural: A Linguagem do Cérebro**

A representação dos parâmetros do estímulo sensorial sobre os parâmetros do código digital gera a codificação neural. No qual uma via de expressão gênica, conduz a informação periférica, extraída do ambiente, para uma região central onde ocorre o processamento da informação. Porém, este não é um fenômeno isolado e ao mesmo tempo várias vias das trilhões existentes ficam ativas em determinado momento, fazendo um circuito energético emergir no interior do sistema nervoso (continente cinético).

Este é o nível macro com que este fenômeno é conhecido no sistema nervoso. No nível micro observa-se unidades vetoriais como processos isolados, em que cada neurônio possui um regramento próprio segundo sua morfologia e funcionalidade responsável por encaminhar a informação até o seu eixo ou ponto de destino.

A cadeia sensorial é complexa. Existem vários níveis de interação ao qual cada componente passa a ser um influenciador dentro deste processo, razão que a máquina humana é impossível de ser concebida como um sistema binário puro e simplesmente, porque existem várias composições que requerem implementações analógicas como por exemplo, mecanismos químicos que ativam bioeletricidade através de sinapses deste tipo.

O potencial do estímulo é proporcional ao potencial receptor, isto faz influenciar o disparo através da fibra gerando um código de frequências com modulação diferenciada.

É um sistema de representação bastante eficaz, e que o processo de aprendizado e as condições inatas herdadas do genoma humano, são capazes de ser bons influenciadores na catalogação do ambiente.

Os receptores se associam em uma zona de influência, e coordenam ações de forma que elas podem ser visualizadas em uma condição macro, como por exemplo, o olho ser responsável pela canalização da visão.

Da mesma forma a pressão sobre a epiderme de determinada região do corpo humano fornecer os parâmetros de uma zona que se estimulada ou infiltrada poderá apresentar uma sensação de dor, através da ação conjunta de n-receptores conhecidos como nocirreceptores. Que associados sinalizam para o cérebro um efeito conjunto de uma moléstia ou uma lesão sobre a região.

O efeito conjugado de vários receptores de uma determina região da pele, por exemplo, não apresenta uma sensibilidade uniforme, conforme a atenção e foco que um indivíduo projeta da área afetada, pode ocorrer que um indivíduo perceba um gradiente onde algumas subrregiões da área lesada sejam percebidas com um pouco mais de sensibilidade que outras partes mais distantes do centro de um hematoma.

Quando o pulso é gerado e circula pela via aferente até se encontrar com o sistema nervoso central um ramo na forma de um trajeto é instanciado, desde a origem até o processamento.

O conjunto de ramos ativos de bioeletricidade fornece um mapa dinâmico que se mantém em milésimo de segundos, o suficiente para ajustar as funcionalidades numa integração pelo desenvolvimento de uma saída que visa solucionar o problema que é o contato do indivíduo pela excitação do ambiente, em que o problema na foz é instanciado e direcionado com a resposta eferente que mais se ajusta ao condicionamento que o indivíduo espera resolver o seu conflito interno face o avanço do meio em relação a sua unidade de processamento individual.

Então o mapa sensorial fornece uma topografia do estímulo pelos potenciais de ação que permite construir uma organização topográfica através de uma bússola hipocampal que coordenará as funções somatizadas do indivíduo como resposta.

Essa somatotopia aponta geralmente sempre para o sentido de conservação da vida e distingue-se conforme o tipo de frequência do estímulo e fonte de energia que se aplica também ao estímulo, como por exemplo, na visão o aglomerado de vias que se ramificam são conhecidos como visuotopia.

Assim, a localização espacial, as intensidades das submodalidades e o efeito do deslocamento temporal das submodalidades no continente cinético converge para uma razão somatotópica no qual o indivíduo desabrocha uma armação de funcionalidades que entrelaçam em coordenação para gerar o efeito motor esperado ou orgânico para continuar a existir dentro do seu projeto e propósito biológico da espécie.

Então pode-se pensar em um elo gênico entre o receptor e a área cerebral do sistema nervoso central que corresponde ao efeito de armazenar a informação que é projetada em sua direção. Da mesma forma que a área de destino possui um elo gênico com a área gestora, ou seja, somatotópica que corresponde ao sistema receptivo ativo dentro deste processo, e um sistema que coordena todas as somatotopias para que a solução encontrada abasteça por integração uma correspondência que se destina ser viável na gestão do conflito.

Os tratos ou feixes são verdadeiras tramas ou redes em paralelo com a função de unir os gradientes em torno de uma unidade de processamento cerebral. Enquanto as vias aferentes sinalizam a gestão do sinal, como um instrumento que fotografa o ambiente para deste conseguir compreender o que é exigido para evoluir em sintonia com sua necessidade. Existem alguns tratos, que conectados as vias de transmissão, também executam o papel de geração de gradientes para que as submodalidades que são expressões gênicas físicas possam ser filtradas a fim de condução das informações para integrações com outros materiais físicos, submodalidades, para estabelecer sistemas e meios compensatórios, de carga, que permite solucionar o problema e encaminhar para as vias eferentes, de ordem seriais as consequências para afetação do organismo que melhor sinalize sua conservação no habitat.

O campo receptor é capaz de capturar apenas uma porção restrita das forças que compõem o ambiente. O que está além da capacidade do receptor para capturar a informação é ignorado.

As fibras nervosas aferentes carregam o código enquanto a fonte está ativa canalizando informações no sentido do campo receptor do indivíduo, que é condicionada à frequência dos potenciais de ação despertados pelo efeito ativador dos receptores específicos.

O mesmo efeito é percebido para receptores de segunda ordem e os neurônios de ordem superior no sistema límbico. Os campos receptores dos neurônios são distintos conforme o tipo de receptor e finalidade de sua funcionalidade. Sua organização pode ser simples ou complexa nos mesmos moldes anteriores.

Os campos receptores são estruturas dinâmicas porque podem se expandir, contrair, deslocar em relação as influências geradoras de sinais como atenção, foco, estresse, sono, vigília, e outras atividades internas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [087] – Adaptação**

Muitos estímulos sensoriais são muito duradouros, mas nem todo receptor é capaz de resistir em pleno funcionamento por um tempo que excede sua capacidade de reagir perante a influência de um estímulo. Quando uma informação é processada continuamente uma acomodação sensorial estabelece uma ausência de sensibilização ao qual o nível do estímulo passa a não mais corresponder na presença do estímulo ambiental.

Quando um estímulo se inicia, potencial receptor atinge uma amplitude e decai a um valor menor e se torna estável, conforme Lent. A condição estável passa com o tempo a se tornar imperceptível necessitando de um esforço adicional para que o receptor seja sensibilizado novamente, isto é adaptação.

Existem sensores de adaptação lenta ou tônicos e, receptores de adaptação rápida ou fásicos. Os primeiros, o potencial receptor decresce pouco depois de atingir a amplitude proporcional ao estímulo, e vagarosamente atinge o nível estável e cessa completamente no momento de interrupção do fluxo de informações externas. Os segundos, ou seja, os fásicos, o potencial receptor decresce muito e rapidamente, ao atingir a amplitude proporcional ao estímulo e o seu liminar pode chegar a zero. Os receptores fásicos são especializados em indicadores para estímulos persistentes, pulsáteis ou vibratórios, e, estímulos de movimento. Eles podem facilmente permitir a percepção de momentos de início e final do estímulo.

Assim um estímulo fásico é possível perceber que quando se inclina um fio de cabelo da perna não é possível perceber toda a sensibilização do material quando se solta a penugem. Apenas é capaz de identificar o instante que se estendeu o fio de cabelo e o instante final que o soltou e o fio se acomodou sobre a pele.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [088] – O Código Binário dos Sentidos**

A Professora-adjunta de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel afirma que um cérebro exposto à luz, ao som e ao tato diretamente não desencadeia nenhum tipo de sensação em um indivíduo. É necessário que um órgão que desperte sensibilidade desencadeie a sensação para que o sentir seja manifestado.

Edgar Adrian (1889 a 1977) nas primeiras décadas do século XX conseguiu identificar através de experimento um código sensorial para explicar o cérebro humano.

Os estudos começaram a partir da observação da contratura muscular. Keith Lucas (1879 a 1916) estava intrigado como o processo de contratura muscular era realizado em diferentes níveis, em vez de uma reação que significasse apenas um tipo de movimento.

Então fora lançado duas hipóteses para este fenômeno, conforme a Professora expõe: a primeira delas dizia que todas as fibras do músculo se contraem parcialmente; sendo a segunda hipótese, que apenas algumas fibras do músculo se contraiam com o estímulo, mas a fibra acionada tinha contração total.

Em seu experimento, utilizou um minúsculo pedaço de poucas fibras de um músculo intercostal da rã, e aplicou uma aferição a partir das respostas elétricas de uma corrente aplicada a parte do animal.

O resultado deste experimento revelou que uma fibra ou encurta totalmente ou não tem reação sobre ela. Onde se constatou que a contração das fibras segue um modelo de: tudo ou nada.

Estudos posteriores sobre nervos tinham como hipótese que a contração total de algumas fibras é também um sinal nervoso total sobre essas poucas fibras, e não um sinal progressivo para todo o músculo.

No experimento de Adrian se utilizou um vapor de álcool para enfraquecer a transmissão do impulso no nervo, sem causar o bloqueio, e segundo as palavras da Professora, mediu-se o quanto de álcool era necessário em um segundo ponto mais abaixo para bloquear o impulso.

A gradação do bloqueio fora medida a partir do consumo gradativo de álcool necessário para inibir o impulso no nervo. Adrian observou que se o impulso era capaz de passar pelo primeiro ponto era necessário mais álcool para ativar num processo de “tudo ou nada” o nervo seguinte.

Mas um acidente aéreo que vitimou Lucas e os efeitos da guerra mundial paralisam os estudos por um longo tempo prejudicando a continuidade dessas pesquisas.

Após a guerra, a expansão da tecnologia permitiu-se trabalhar com uma válvula eletrônica a vácuo para a amplificação de sinais com distorção mínima. Foi uma oportunidade de desenvolvimento para o fisiologista Alexander Forbes que construiu um amplificador que aumentava o potencial de ação em um fator de até 50 vezes. No qual tais estudos foram muito úteis para a retomada do projeto de Adrian.

Adrian utilizando o nervo da coxa de uma rã tinha por objeto efetuar o registro de impulsos do nervo e também de um único neurônio. Sua dificuldade era posicionar a equipagem para registrar um único nervo. Até que Yngve Zotterman usando uma técnica deixada por Lucas cortou continuamente o músculo da rã até permanecer somente um feixe de fibras com um só fuso muscular ligado ao nervo que encaminhava sinais para somente um axônio.

Neste último experimento foi possível a comprovação do esquema de “Tudo ou Nada” do acionamento do nervo em relação ao sinal nervoso. Observou-se também que no mesmo axônio os potenciais de ação trafegavam na mesma intensidade. E que sinais mais fortes possuíam potenciais de ação que trafegavam com uma intensidade mais elevada dentro do mesmo axônio (uniforme). E sinais mais fracos a intensidade do pulso era mais baixo (também uniformes no mesmo axônio).

Desta forma foi possível constatar o código primário dos sentidos – binário – em sua versão neuronal, onde se constatava a presença ou não do potencial de ação.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [089] – Os Receptores da Sensibilidade Corporal**

Nos animais a sensibilidade corporal é atividade sensorial mais antiga na escala evolutiva. No qual faz parte de um princípio evolutivo do contato da célula com o meio, como nos protozoários em que finos estímulos químicos ou físicos são capazes de mudar a sua trajetória.

Os seres multicelulares desenvolveram este sentido criando um sistema nervoso, e com os primeiros neurônios os princípios sensoriais de coleta do ambiente foram aprimorados. No qual este segundo avanço foi substancial para o desenvolvimento perceptivo do mundo externo, e separação do que era interno.

O organismo de um ser pluricelular, como o humano, possui uma variedade de tipos de receptores especializados e dispersos para várias finalidades a fim de suprir as exigências de sua estrutura corporal.

Os receptores vão de simples terminações livres de fibras nervosas ramificadas à complexas e associativas células não neurais, no qual este último é possível ser concebidos como órgãos receptores. Sendo os complexos de receptores mais complexos os relativos à visão e a audição.

A maioria dos receptores do corpo humano da sensibilidade corporal são formadas a partir de mecanorreceptores. Mas além destes tipos encontram-se também os quimiorreceptores e os termorreceptores. Lent expõe que a maioria dos casos o corpo celular é situado nos gânglios espinhais (gânglios da raiz dorsal) ou em gânglios homólogos situados na cabeça. São neurônios pseudounipolar, onde do soma sai um único prolongamento longo que se bifurca, no qual se gera um ramo periférico e outro central. Existem 9 tipos fundamentais de receptores conforme pode ser identificado abaixo:

As Terminações Livres fazem transdução mecanoelétrica, termoelétrica, quimioelétrica e polimodal. Suas fibras são do tipo C e Aσ, onde o limiar é alto (C > Aσ). E se localizam em toda a pele, órgãos internos, vasos sanguíneos e articulações. Sua função é a transmissão da sensação de dor, temperatura, tato grosseiro e propriocepção. Esses possuem adaptação lenta. São pequenas arborizações terminais na fibra sensorial. Suas fibras são mielínicas e amielínicas finas, e ainda se necessita o desenvolvimento de muitos estudos para sua integral compreensão.

Os Corpúsculos de Meissner têm transdução mecanoelétrica. Possuem um tipo de fibra Aβ, e possuem um limiar baixo. Localiza-se no corpo na epiderme glabra. E tem como função o tato e pressão vibratória (textura de objetos). Sua adaptação é rápida. Eles estão envolvidos por uma cápsula, como uma bolsa na extremidade receptora da fibra. É um elemento fásico e rápido. Respondem à 50% da inervação da mão junto com os corpúsculos de Pacini.

Os Corpúsculos de Pacini possuem transdução por mecanoelétrica. Seus tipos de fibra são Aβ, e sua localização corporal é na derme, periósteo e paredes das vísceras. Sua função está relacionada a pressão vibratória (textura fina dos objetos). Eles possuem adaptação rápida. Sua adaptação é rápida também. Eles estão envolvidos por uma cápsula, como uma bolsa na extremidade receptora da fibra. É um elemento fásico e lento. Respondem à 50% da inervação da mão junto com os corpúsculos de Meissner.

Os Corpúsculos de Rufini fazem transdução por mecanoelétrica. Seus tipos de fibras são Aβ, e possuem um limiar baixo. Sua localização no corpo situa-se em toda a derme, ligamentos e tendões. Têm como função a indentação ou estiramento da pele. Possuem adaptação lenta. São estruturas encapsuladas com fibras sensoriais mielínicas rápidas. Respondem a aproximadamente 20% da inervação sensorial da mão.

Os Discos de Merkel fazem transdução por mecanoelétrica e termoelétrica. Suas fibras são do tipo Aβ, eles possuem um limiar baixo. Sua localização está sob toda a epiderme glabra e pilosa, principalmente dedos, lábios e genitália. Têm como função o tato e a pressão estática (forma dos objetos). Eles têm adaptação lenta. São pequenas arborizações das extremidades receptoras de fibras sensoriais mielínicas. Em cada ponta existe um disco que se associam às células epiteliais, que possuem vesículas secretoras, que podem gerar influências hormonais (?). Os Discos de Merkel são tônicos e representam em torno de 25% da inervação da mão, muito específicos para os dedos, lábios e genitália conforme descritos anteriormente.

Os Bulbos de Krause fazem transdução por mecanoelétrica. Suas fibras são do tipo Aβ. Não há registro por Lent do nível do limiar. Localizam-se nas bordas da pele comas mucosas. A função ainda era incerta, talvez se relacione com o tato e a temperatura. Supõe-se que a adaptação seja lenta.

Os Folículos pilosos fazem transdução mecanoelétrica. Suas fibras são do tipo Aβ. O seu limiar é baixo. Localizam-se na pele pilosa, e têm como função o tato. Possuem adaptação rápida. São fibras sensoriais mielínicas em espiral em torno da raiz dos pelos. São fásicas ou tônicas e são responsáveis por detectar a movimentação dos pelos.

Os Órgãos tendinosos de Golgi fazem transdução mecanoelétrica. Suas fibras não do tipo lb. O seu limiar é médio e se localizam nos tendões. Sua função é a propriocepção, e possuem adaptação lenta.

Os Fusos Musculares fazem transdução por mecanoelétrica. Possuem fibras do tipo Ia e II. O seu limiar é baixo. Localizam-se nos músculos esqueléticos. Tem como função a propriocepção e sua adaptação é lenta e rápida.

A transdução para cada tipo de receptor dependerá do tipo de moléculas disponíveis na região da membrana exposta às energias ambientais incidentes.

São receptores moleculares do tipo TRP (transiente receptor potential) no qual no ser humano seu genoma administra mais de 30 tipos identificados até o momento. São exemplos de moléculas para receptores: vaniloide, anquirina, mentol, ...

Nos mecanorreceptores, Lent explica que, a extremidade da fibra possui receptores moleculares dependentes de deformação mecânica. Onde a deformação da membrana é a forma de ativação interna de energia que permite o surgimento do pulso condicionado aos potenciais de ação dos neurônios de segunda ordem.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [090] – Os Receptores da Audição e do Equilíbrio**

Na escalada da evolução, como regra adaptativa, os indivíduos que moldaram o seu comportamento para localizar e identificar presas, predadores e obstáculos ao disparar relações de correspondência numa medida de distância que privilegiava a sobrevivência se tornaram mais aptos na escala da vida. Este desenvolvimento levou tais indivíduos a organizarem na detecção de distância de estímulos provenientes do meio capazes de detectar as menores variações de vibrações e movimentos. Órgãos auditivos surgiram através deste movimento evolutivo, no qual o desenvolvimento de mecanorreceptores auditivos passaram a canalizar as variações do campo magnético da terra (campo gravitacional) que condicionam ao equilíbrio e ajuste postural mediante a detecção da posição da cabeça do indivíduo.

As células de origem epitelial são responsáveis pela origem e formação dos mecanorrreceptores da audição, que geram potenciais receptores quando estimulados. Elas realizam um processo de transdução mecanoelétrica ao estabelecerem contato sináptico com fibras nervosas através de células de segunda ordem, que realizam a codificação através de potenciais de ação.

Os órgãos da audição geraram receptores complexos e em miniatura aproveitando a energia mecânica de estimulação.

No ser humano o órgão auditivo está posicionado na cabeça, bilateralmente, embutido no osso temporal, formando uma estrutura conhecida como labirinto ósseo, que possui câmeras e dutos delimitados por estruturas celulares membranosas (labirinto membranoso), conforme Lent. No interior, um líquido com substâncias iônicas preenche a câmara que banha os mecanorreceptores desencadeando a função de captura química do sinal para sua transdução a fluir a informação pelos neurônios de segunda ordem.

O papel do ouvido externo é concentrar as vibrações que são deslocadas em sua direção para a captação do material que deverá ser utilizado para propagar internamente o estímulo.

O ouvido externo possui um pavilhão auricular, uma concha e um meato auditivo externo que permite amplificar e concentrar as ondas sonoras de forma seletiva.

O meato auditivo externo encontra-se na posição terminal com a membrana timpânica e vibra quando um estímulo sonoro é canalizado pelo meato e atinge o tímpano.

O tímpano por sua vez, separa o ouvido externo do ouvido médio. Ele, o ouvido médio, é uma cavidade cheia de ar com ossículos articulados entre si: martelo, bigorna e estribo. Capazes de transmitir as vibrações do tímpano para a janela oval.

As paredes da membrana oval separam o ouvido médio do ouvido interno. A cóclea, em forma de caracol, no ouvido interno é que estão alojados e presentes os receptores auditivos.

Existe um processo que permite colher o som amplificado e concentrado, do ouvido externo, de forma seletiva.

Os movimentos refletidos pelo meio líquido da cóclea proporcionam um condicionamento de operação de pilos no interior do ouvido interno que são sensíveis ao movimento que resgatam as variações do estímulo segundo a profundidade do estímulo em que os diferencias dos espectros sonoros são coletados e arquivados fracionadamente.

A maior parte da energia que passa pelo tímpano é absorvida pelo martelo e a bigorna e apenas uma fração mínima da intensidade, proporcional a amplitude do sinal irá movimentar o líquido que se encontra alojado dentro da cóclea.

Existe no ouvido médio um engenhoso mecanismo de amplificação do estímulo que faz vibrar a janela oval dentro dos parâmetros necessários para a coleta da informação sensorial.

Os septos que se encontram no interior da cóclea, tem uma relação de profundidade com o sinal, no qual ondas mais curtas são captadas em uma extensão deste mecanismos e ondas mais longas em outra extensão deste aparelho que permite acompanhar o comprimento do caracol. Isto irá fornecer um gradiente de tons, timbres e sons que são coletados como frequências diferenciadas dos movimentos sonoros, que são encaminhados para o sistema nervoso central a fim de processamento temporal da informação.

No interior da cóclea existem três canais: timpânica, vestibular e média. Nas duas primeiras um líquido conhecido como perilinfa rico em íons de sódio e de alta concentração de íons de potássio. Os três canais ou escadas vibram com o som. Mas a transdução é realizada na escada média. Os receptores auditivos estão posicionados na membrana basilar muito sensível à vibração. Sob a membrana basilar está um teto conhecido como membrana tectorial que é rígido e menos propenso à vibração. Um feixe ciliar de 30 a 200 estereocílios que apresentam microtubulos alinhados regularmente em fileira na forma de uma escadinha como filamentos (pontes apicais) contráteis e flexíveis, que quando acionados pela vibração do som ocorre um desnível em relação a membrana tectorial gerando a deformação dos estereocílios (pelos ou pilos) a cada onda vibratória.

O deslocamento das fileiras estereociliadas provoca o estiramento das pontes apicais e a abertura dos canais de íons de potássio e cálcio nos estereocílios. O fluxo aumenta gerando a despolarização da célula ciliada iniciando o potencial receptor.

Lent explica que a onda sonora é periódica: a crista se transforma em um vale, e o deslocamento seguinte ocorre em sentido contrário. E quando as pontes apicais estão relaxadas, resulta no fechamento dos canais de íons (situação de repouso - hiperpolarização).

A proteína miosina Ic possui um papel importante neste processo como motor molecular, contribuindo para a contração das células fortemente. As emissões sonoras (emissões otoacústicas) podem representar fenômenos de utilidade diagnóstica para doenças do ouvido interno.

Um movimento mínimo de 0,3 nanômetros de um estereocílios ou uma vibração de 10 μs é suficiente para que o estímulo seja transmitido para o sistema nervoso central. Por esta razão, devido a elevada eficiência este mecanismo não necessita de segundo mensageiro.

Durante este processo o neurotransmissor glutamato é liberado na membrana basal para realização da transmissão sináptica química, acionando um neurônio bipolar potenciais pós-sinápticos excitatórios ao produzir potenciais de ação.

O código auditivo, visto como informação auditiva, é encaminhado codificado para o nervo auditivo até o tronco encefálico seguindo mais adiante para o córtex cerebral.

O equilíbrio é gestado pelo órgão vestibular, na forma de canais cheios de líquido conhecido como labirinto membranoso que fica localizado no labirinto ósseo. Ele possui órgãos otolícos (detectores de posição estática e de aceleração linear da cabeça) e os canais semicirculares (detectores de aceleração rotacional angular da cabeça). O líquido que abastece este sistema é chamado de endolinfa, que banha o espaço entre o labirinto membranoso e o labirinto ósseo, líquido este, semelhante à escada média da cóclea.

Os receptores epiteliais estão alojados nas máculas e ampolas que também são abastecidos por estereocílios, organizados em fileiras e unidos por pontes apicais. E são responsáveis para iniciar o processo para a transmissão sináptica química.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [091] – Os Receptores da Visão**

A visão tornou-se uma grande implementação evolutiva porque permitiu melhorar a detecção de estímulos, no qual o fator de segurança, pela manutenção da distância de um alvo foi possível de ser estabelecido e assim estender ainda mais a vida de um espécime. A visão, portanto, foi essencial para detecção de predadores, observação de presas, busca por alimentos, ... estabelecendo uma eficácia muito mais avançada para os seres que desenvolveram somente a audição.

A precisão dos indivíduos que desenvolveram a visão tornou-se mais eficaz do que os seres de desenvolvimento mais avançado da audição, porque se tinha como instrumentos de controle muitas mais submodalidades para detecção de movimento e mudança de estado.

Sete ossos cranianos sustentam o olho humano que é um globo esférico duplo e rotativo, posicionado na órbita (cavidade hemisférica).

Seis tipos de músculos esqueléticos permitem criar ou condicionar o indivíduo com uma motilidade específica que amplia a sua precisão e rapidez em suas ações ou comportamento.

Os olhos se movem em sintonia para todas as direções, para isto ele possui a ajuda da articulação do pescoço. Além do movimento do tronco que possibilita que um indivíduo possa mapear uma localidade em 360° de seu eixo estático de fixação no solo.

Além disto o olho possibilita o movimento conjugado dos dois globos oculares, no qual cada globo é responsável por armazenar uma informação parcial que mais tarde será processada a fim de formar a informação, na forma de uma visualização integral da cena visualizada ou catalogada.

Com a visão gerou-se a facilidade de um indivíduo em focalizar um objeto, e trazer para dentro de si a sua representação para lidar com o elemento natural previamente a fim da manifestação da consciência.

Os estímulos, através da motilidade dos olhos podem ser acompanhados, possibilitando a fixação rápida e o reconhecimento do objeto no campo visual, que possibilita processar cálculos que muito facilitam um movimento instanciado de luta e fuga, ou de proximidade ou distanciamento de um alvo.

Portanto, o olho humano pode ser comparado em termos de função com uma máquina fotográfica, em que a analogia se pesa por ambos possuírem lentes, foco, noção de profundidade, e capacidade de armazenar elementos de apreensão da fotossensibilidade para a representação da imagem.

Conjunto de proteínas formam o globo ocular. Onde existem poucas células e poucos vasos sanguíneos. As lentes do olho são formadas pela córnea, que se apresenta de forma esférica responsável pela geração de convergência da imagem, percebida como estímulo, que estabelece contato exterior como uma pele junto com o ar e que é umedecida pela secreção lacrimal que é produzida por uma glândula chamada de mucosa ocular.

Logo atrás da córnea está a câmera anterior cheia de um líquido chamado de humor aquoso, responsável por banhar a superfície anterior, processando-se de forma gelatinosa consistente, na forma de uma lente biconvexa chamada de cristalino.

Na porção à frente do cristalino se encontra a íris, que além de circular ao meio encontra-se um orifício chamado de pupila. A íris é dotada de pigmentos que conferem a colocaram do olho de acordo com a genética do indivíduo herdada pelos progenitores. Dependendo da densidade do pigmento o olho pode aparentar ser mais claro ou escuro. As cores mais comuns da íris são: preto, castanho, verde, azul e acinzentado. Combinações genéticas dos país possibilitam grandes variações de adensamento dos pigmentos em muitos indivíduos.

Por outro lado, a pupila é sempre negra e dá passagem ao interior escuro do olho. Suas paredes formam uma espécie de diafragma que contrai e expande variando o seu diâmetro de acordo com a genética do indivíduo e da variação dos espectros de luz.

As imagens são focadas na retina que contribui para o controle da intensidade de luz que penetra sobre o olho. O cristalino também é transparente e possui uma convergência pouco significava em relação ao observado pela córnea. O cristalino humano pode mudar de forma facilitando a convergência da imagem o que permite focar objetos em diferentes distâncias em um ambiente. Por trás do cristalino está a câmara vítrea do olho cujo preenchimento é um líquido conhecido por humor vítreo, na forma de um gel transparente que na face posterior toca a retina.

Os componentes descritos até o momento possuem funções específicas para otimizar a informação luminosa que incide sobre a retina. Este sistema converge para uma transdução fotoneural que permita uma movimentação ágil ou rápida dos músculos extrínsecos do olho, a fim de posicionar a imagem sobre a região da retina com melhor resolução possível.

As pálpebras e a íris controlam a intensidade da luz incidente, sendo a córnea responsável pelo foco e o controle do foco pelo cristalino.

Lent comparou a retina a um filme fotográfico onde a imagem do ambiente ao redor do indivíduo é formada. Ela se encontra na parte posterior do globo ocular. E é formada por três camadas de células que uma delas permite o contato com os fotorreceptores que fazem o trabalho com uma ótima qualidade da representação ambiental.

Na superfície externa da retina estão situados os fotorreceptores obrigando a luz atravessar por todo o globo ocular a fim de ser gerada nesta posição. As camadas são finas e transparentes e não possuem bloqueios para uma absorção. Os poucos vasos sanguíneos estão alojados na superfície interna da retina, para que o sangue não represente um obstáculo visual em relação a sua coloração avermelhada.

A evolução da retina acabou afastando a maioria dos vasos sanguíneos para a sua periferia a fim de não prejudicar a acuidade e foco da visão. As imagens que são fixadas nos olhos são formadas na região central da retina. Essa região é conhecida pelo nome de fóvea, no qual existe uma grande densidade de fotorreceptores nesta região. É na fóvea que a precisão ou acuidade é mais desenvolvida em relação a absorção de uma imagem.

Lent explica que a retina está organizada em sete camadas paralelas: camada fotorreceptora; camada nuclear externa; camada plexiforme externa; camada nuclear interna; camada plexifomre interna; camada de células ganglionares; e, camadas de fibras ópticas.

Os fotorreceptores da visão são de dois tipos: cones e bastonetes. Os cones são curtos e os bastonetes um pouco mais alongados. Porém ambos são alongados. E ficam posicionados de forma radial na retina. Cones e bastonetes possuem um cílio modificado (segmento externo fotorreceptor) onde a membrana invagina várias vezes, formando uma pilha de discos que ativam mecanismos moleculares de fototransdução. Eles são empacotados lado a lado formando uma camada fotorreceptora.

O segmento interno forma múltiplos botões sinápticos com dendritos das células de segunda ordem. Existem diferenças funcionais bastante significativas entre cones e bastonetes.

A identificação de objetos em condições normais de luminosidade e foco é tarefa conjunta de milhares de fotorreceptores e os neurônios de ordem superior posicionados na retina e no cérebro.

O receptor é responsável por gerenciar um código de apreensão de um ponto de luz de um determinado comprimento de onda, projetado por um período e com determinada intensidade. Os fotorreceptores traduzem os parâmetros do estímulo para a linguagem dos potenciais bioelétricos.

Este processo é desencadeado a partir de uma molécula (fotopigmentos ou pigmentos visuais) que absorve a luz e utiliza a energia consumida para disparar uma sequência de reações bioquímicas criando potenciais de ação. Essas proteínas integrais de membrana ficam encravadas nos discos dos segmentos externos em grande número.

O pigmento do bastonete é a rodopsina = proteína opsina + o retinal; na ausência de luz o retinal fica ligado a opsina, quando a luz incide sobre o disco do segmento externo o 11-cis-retinal a absorve, resultando em uma transformação em trans-retinal soltando-se da opsina, depois a conformação alostérica muda transformando-se em opsina ativada. O trans-retinal cai no espaço extracelular, conforme Lent, e é captado pelo epitélio pigmentar de volta aos fotorreceptores ciclicamente. A alimentação rica em vitamina A repõe a perda de retinal neste processo.

O domínio intracelular da opsina se liga a uma proteína G (transducina) que ativa mudanças de conformação alostérica provocada pela luz. O GDP (difosfato de guanosina) da transducina é transformado em GTP (Trifosfato deguanosina) que separa a subunidade α do complexo fazendo com que a resultante deslize internamente na membrana até encontrar com uma enzima que hidroliza o GMPc (Monofosfato Cíclico de Guanosina). A enzima que é uma fosfodiesterase reduz a concentração intracelular de GMPc (a proteína GMPc regula o fluxo iônico de cátions para o interior da célula: “Corrente de escuro”). A consequência é a despolarização relativa do fotorreceptor na ausência de luz. Por isto o potencial de repouso dos bastonetes é de aproximadamente -40 mV; menor que outras células. Lent explica que quando ocorre estimulação luminosa a concentração de GMPc diminui e muitos canais iônicos se fecham. Gerando a hiperpolarização do fotorreceptor.

É um potencial receptor diferente quanto a polaridade, em vez de ser despolarizante como os demais receptores. Quanto maior a intensidade luminosa dos estímulos, mais moléculas de pigmento irão absorver a luz. E mais queda da concentração de GMPc irão fechar os canais iônicos, sendo maior a hiperpolarização e maior será a amplitude do potencial receptor. Lent conclui que quando maior a duração do estímulo luminoso, maior a duração do potencial receptor nos bastonetes.

Quando cessa o estímulo luminoso, a opsina ativada é fosforilada por uma cinase específica, o que a torna suscetível de ligar uma outra proteína – a arrestina – responsável pela recomposição da transducina com suas três subunidades, levando à interrupção imediata da ação da fosfodiesterase. O trabalho da guanililciclase volta então a predominar, cresce a concentração local de GMPc, abrem-se novamente os canais de cátions e o potencial da membrana retorna aos -40 mV de antes.

Robert Lent

A transdução da retina tem altíssima sensibilidade capaz de sintetizar a presença de um único fóton. Só uma molécula de rodopsina ativada (R\*) ativa centenas de transducinas. E a ativação de uma única subunidade de fosfodiesterase é capaz de hidrolisar dezenas de moléculas de GMPc por segundo, segundo Lent.

A transdução fotoneural é pouco conhecida para os cones. Estes são subdivididos em três tipos, que trazem pigmentos sensíveis a uma faixa diferente de comprimento de onda. Cones azuis absorvem comprimentos de onda na faixa de 420 nm, os verdes 530 nm, e, os cones vermelhos 560 nm essa variação permite segmentar a submodalidade de cores.

Após a transdução o potencial receptor ativa a membrana até o axônio do fotorreceptor, caso seja hiperpolarizante, inibe a liberação do neurotransmissor. Ocorre maior liberação de neurotransmissores quando o receptor está no escuro. O glutamato estimula neste caso os fotorreceptores do escuro. As oscilações do glutamato são proporcionais a incidências de estímulos luminosos na retina para ativar a célula bipolar seguinte incapaz de gerar potenciais sinápticos, mas é capaz de gerar potenciais pós-sinápticos de tipo analógico. Mas neste trecho ocorre transmissão sináptica para o neurônio de terceira ordem sendo a informação digitalizada enviada para o cérebro na forma de pulso.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [092] – Em Busca dos Circuitos Funcionais da Retina**

A Professora-titular do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo Dânia Emi Hamassaki despertou o interesse pelo estudo da retina durante o seu doutorado no Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. Ela utilizava métodos eletrofisiológicos e neuroanatômicos para investigar a importância funcional do núcleo óptico acessório, que são responsáveis por estabilizar a imagem na retina.

Era necessário compreender quais neuromediadores faziam parte deste processo. Um estágio nos EUA tornou possível fazer o mapeamento dos neuromediadores da retina. E foi possível o registro de vários deles através de injeções de rastreadores retrógrados no núcleo por imuno-histoquímica.

A relevância deste trabalho é porque a retina possui grande fonte de aferências para o núcleo óptico. O estudo em aves e mamíferos demonstraram uma complexidade enorme da retina.

Neste estudo houve dificuldade para caracterizar os alvos pós-sinápticos em tipos celulares específicos da retina devido à escassez de métodos adequados.

O avanço das técnicas de biologia molecular solucionou este conflito. Com novas colaborações o estudo de Emi progrediu para os receptores ionotrópicos de glutamato (AMPA, cainato e NMDA) e o receptor nicotínico da acetilcolina, abundante na retina, conforme suas próprias palavras.

De volta para São Paulo o seu interesse foi investigar o papel de algumas proteínas envolvidas nas comunicações celulares. Por isto utilizou-se galinhas, por seus hábitos diurnos; e, ratos e camundongos, por seus hábitos noturnos para processos degenerativos induzidos ou hereditários.

O principal neurotransmissor dos fotorreceptores é o glutamato, também das células bipolares e ganglionares. Os seus receptores estão distribuídos de forma diferente na retina dos grupos de seres vivos estudados.

Afirma Doutora Emi que na degeneração hereditária de fotorreceptores e nas degenerações induzidas por excesso de luz ou de glutamato e análogos, ocorre alteração em alguns receptores.

Diversos processos na retina foram estudados como por exemplo, as sinapses químicas e a importância funcional do acoplamento entre células através das junções comunicantes na retina.

E os primeiros resultados apontaram que as diferenças gênicas durante o desenvolvimento sugerem a participação de conexinas (fornecem canais de junções comunicantes) específicas em processos como morte e proliferação celular da retina. Sendo a expressão gênica da modulação de algumas delas apresentam diferentes períodos de adaptação ao escuro indicando um papel específico, em distintos níveis de luminosidade, das conexinas adaptação à luz.

Em seguida se estudou o grupo de GTPases de baixo peso molecular que pertencem à família Rho (RhoA, RhoB, Rac1 e Cdc42, ...) responsáveis por auxiliar o processo de regulação do citoesqueleto de actina, e, expressão gênica das células, proliferação celular e apoptose. Resultados iniciais sugeriram uma função dessas proteínas na diferenciação neuronal, sinaptogênese e apoptose durante o desenvolvimento e na manutenção e regulação da morfologia de células gliais de Muller.

Observou-se através deste estudo que a via Rac 1 parece desempenhar um papel potencial na morte de neurônios da retina na fase de desenvolvimento e na degeneração induzida ou hereditária.

Os estudos mais atuais descrito no livro de Lent da Doutora Emi é o possível potencial regenerativo da retina através das células-tronco retinianas. Ela observou que em aves, peixes e alguns mamíferos, as células proliferantes estão localizadas na retina periférica (zona marginal ciliar) e no corpo ciliar, mas diferentemente, em camundongos e outros mamíferos pertencem de forma exclusiva ao corpo ciliar.

Para estudar as disfunções retinianas este estudo da Doutora Emi pretendeu em 2012 elucidar os processos que ocorrem em disfunções retinianas sendo necessário compreender a formação e o funcionamento da retina. A fim de compreender diversas patologias e defeitos específicos que acometem o órgão receptor da visão. A ideia é contribuir para a criação de novas abordagens terapêuticas para o controle da degeneração retiniana e para promover sua regeneração.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [093] – Os Receptores da Olfação e da Gustação**

Os quimiorreceptores exercem um papel relevante na alimentação, na vida sexual e o comportamento social de um ser humano. No nariz estão os quimiorreceptores olfatórios que desempenham mais de uma função, seus neurônios bipolares que agem em parceria com células epiteliais, em que um único dendrito penetra na superfície interna do nariz, no qual se emite múltiplos cílios para a cavidade nasal.

Lent explica que os axônios desses neurônios primários emergem no outro polo da célula, e atravessam a mucosa penetrando no crânio através de orifícios da placa crivosa do osso etmoide.

Esses axônios se apresentam de forma dispersa no primeiro nervo olfatório e se projeta para o bulbo olfatório (gânglios de base). A presença de cílios nos receptores é abundante, no qual estão envolvidos por uma camada de muco produzidos pelas células epiteliais da mucosa.

Os odorantes são dissolvidos no muco, eles são responsáveis por despertar os quimiorreceptores ou são ligantes de receptores moleculares presentes na membrana dos cílios.

Durante a respiração os odorantes, que são os estímulos gasosos, penetram o nariz, no qual se empurra as substâncias para o contato com a mucosa nasal. Os alimentos quando mastigados emitem cheiros que contribuem para a percepção final do paladar.

A após a ligação dos odorantes com os receptores moleculares ocorre a transdução quimioelétrica, quase sempre metabotrópicos. Surgindo uma mudança de conformação alostérica do receptor, conforme Lent, ativação da proteína G e da enzima adeniltilciclase, e a síntese de AMPc dentro do neurônio receptor.

Ocorre despolarização quando o AMPc liga-se internamente aos canais de cátions de cálcio e sódio. Com a entrada de cálcio, abrem-se também os canais de cloreto dependentes de cátions. A elevada concentração de cloreto no neurônio bipolar acentua-se a despolarização. O neurônio primário gera a codificação se o potencial atingir o limiar no segmento inicial do axônio.

O ser humano possui aproximadamente 400 genes funcionais para moléculas receptoras de olfato por isto somos capazes de perceber milhares de cheiros diferentes. Muitos ainda possuem os ligantes desconhecidos. O estudo do genoma humano mostrou a presença de aproximadamente 1000 genes para receptores de odorantes.

Lent relata que 60% destes genes sofreram mutação ao longo da evolução, portanto são classificados como pseudogenes e não são capazes de gerar uma proteína receptora. Cada célula olfativa expressa um gene especializado em um odorante. Quando um odorante expressa em uma célula, mecanismos repressores bloqueiam a atividade que desperta os demais genes. Na mucosa existem cerca de 400 tipos diferentes de neurônios receptores olfatórios, cada um dentro de sua especificidade (conhecimento descoberto por Richard Axel e Linda Buck).

A capacidade discriminativa ainda está em estudo e as teorias atuais sugerem que se deva à cooperação funcional entre neurônios receptores e os demais da via olfatória.

Na língua está alojada os quimiorreceptores gustativos que absorvem a função do paladar, mastigação e fala. Além da língua existem concentrações de quimiorreceptores no palato, na epiglote e nas regiões iniciais do esôfago.

As papilas gustativas estão na superfície da língua. Cada uma possui dezenas de botões gustativos e dentro delas estão alojados os quimiorreceptores do paladar.

Um único ser humano tem de 2000 a 5000 botões gustativos. E cada botão gustativo possui de 50 a 150 células receptoras. São células de origem epitelial, não neurais. A presença de microvilosidades aglomeram ao poro do botão gustativo que são expostas à saliva. A saliva é necessária para dissolver substâncias gustantes. As sinapses químicas decorrem das extremidades basais das células receptoras com os botões das fibras nervosas das células de segunda ordem.

Dependendo da submodalidade capturada, os mecanismos de transdução dos receptores gustativos são variantes. As submodalidades na forma de sabores são: salgado, azedo, amargo, doce, agridoce e umami.

O sabor salgado é sensível ao NaCl, para sintetizar usa-se o sabor do íon de sódio. Quando o sal entra nas papilas gustativas o canal de sódio se abre (canais amiloride) que se situam nas microvilosidades das células receptoras provocando a despolarização. Existem outros cátions que não evocam o sabor salgado.

O sabor azedo, presente nos ácidos tem como estimulante o íon H+ no qual reage ao pH das imediações da membrana da célula receptora. O H+ penetra do botão gustativo através de canais específicos que permeiam o íon de sódio ocorrendo o bloqueio dos canais de íons de potássio gerando despolarização. Dentro da célula ocorre a liberação de neurotransmissores presentes nas vesículas sinápticas, sendo a informação gustativa passada para o segundo neurônio da cadeia.

O sabor doce e amargo possui transdução diferente dos processos descritos anteriormente, suas moléculas são metabotrópicas ligadas por uma proteína G chamada gustatina ou gustducina presentes nas correspondentes células receptoras. A ativação, nestas células, de enzimas PLA ou PLC (fosfolipases A e C) produzem o trifosfato de inositol (IP3) que é um segundo mensageiro que abre canais de íons de cálcio, adicionando este material no citosol da célula receptora liberando neurotransmissor na fenda sináptica do neurônio de segunda ordem. Neste caso não existe potencial sináptico, mas apenas a liberação do neurotransmissor pela fenda sináptica.

O sabor umami por sua vez é característico da influência do aminoácido de L-aminoácidos, como por exemplo, o glutamato monossódico (tempero Ajinomoto) e o aspartato. Os mecanismos de ativação são semelhantes ao sabor doce.

Embora alguns neurocientistas estudem o sabor agridoce como sendo uma das submodalidades do sabor, Lent não faz a descrição deste parâmetro como uma submodalidade da gustação.

Os genes ligados as submodalidades doce, amargo e temperado tratam-se das famílias T1R e T2R (taste receptor 1 and 2) que são proteínas que se agrupam em pares iguais (homodimeros) ou diferentes (heterodimeros) vindo a compor diversos receptores para gustantes de doces, amargos e temperados.

A sensibilidade gustativa nem sempre é restrita na mesma espécie química. A glicose e a sacarose por exemplo, sais orgânicos como as sacarinas, proteínas como a monelina, e peptídeos como o aspartame e D-aminoácidos são carboidratos naturais encontrados em substâncias de sabor doce. Uma mesma molécula de um receptor é capaz do reconhecimento de diferentes compostos.

Existe na mucosa receptores somastésicos que correspondem a submodalidade da textura, temperatura, propriedades irritantes dos alimentos, ... Como a capsaicina presente nas pimentas que é capaz de inflamar a gengiva e o mentol, substância presente na hortelã, que estimula os termoceptores ao gerar a sensação refrescante. A consequência, como contribuição destes receptores é a geração de um fenômeno gustativo multissensorial.

Através do paladar é possível avaliar os conteúdos dos alimentos, a fim de evitar o consumo de substâncias tóxicas. A submodalidade doce sinaliza o consumo abundante de energia, o salgado sinaliza o equilíbrio eletrolítico, o amargo e o azedo servem de alerta para a ingestão de substâncias nocivas. Combinar bem estas informações em um prato gera um prazer intenso percebido na forma de gustação.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [094] – Os Sentidos do Corpo**

A modalidade sensorial capaz de receber informações sobre diferentes partes de um corpo e que possui diversas submodalidades (tato, dor, propriecepção, termossensibilidade,...) é conhecida como somestesia. Essas informações colhidas podem ser utilizadas para se tornarem sensações, percepções para a coordenação de motricidade e/ou funcionamento interno.

Compõem o sistema somestésico: um subsistema exteroceptivo, outro proprioceptivo e interoceptivo.

O subsistema exteroceptivo é rápido, discriminativo e de representação espacial da superfície detalhada (a submodalidade principal é o tato). Seus receptores estão situados na pele e na mucosa. Os seus neurônios de primeira ordem estão no gânglio periférico e os de segunda ordem no tronco encefálico; os neurônios de terceira ordem estão no tálamo somestésico do lado oposto. E os neurônios de quarta ordem estão no giro pós-central do córtex cerebral. As ordens podem ser percebidas por transformações diferenciais na cadeia neural na propagação do sinal dentro do sistema cerebral.

O subsistema proprioceptivo é rápido e informa o cérebro sobre músculos e articulações. O sistema interoceptivo fornece uma noção do estado funcional do corpo (bem-estar ou mal-estar). Ele é responsável pela orientação motora. Seus neurônios primários estão no gânglio periférico, os neurônios de segunda ordem podem ser encontrados na medula (projeção do tálamo e do cerebelo), a consciência e a inconsciência se projetam na percepção deste modelo para desencadear ações rápidas e dinâmicas.

O subsistema interoceptivo reúnem informações dolorosas, térmicas e metabólicas para tecidos e órgãos. Os seus neurônios de segunda ordem estão situados na medula sob a lâmina I, levando axônios ascendentes para medula e tronco encefálico, para passar pelo tálamo e córtex insular e cingulado responsáveis pela geração das emoções.

A organização somatotópica das vias aferentes e das sinapses são responsáveis por organizar a localização espacial, criando um mapa ordenado das representações do corpo. O mapa é menos catalogável ou identificável como uma medida de impressão para o subsistema interoceptivo.

O córtex cerebral é responsável pela discriminação dos estímulos que ativam o sistema somestésico que, ao ativar as submodalidades de toque, pressão, temperatura, movimento, ... começam, segundo Lent, nas áreas que compõem o giro pós-central (3a, 3b, 1, 2 e S2); onde cada área possui um mapa somatotópico.

Uma submodalidade muito importante é a dor, porque ela é um forte sinalizador da proteção e sobrevivência de um indivíduo. Os mecanismos analgésicos endógenos conhecidos como vias aferentes e vias descendentes (vias eferentes) permitem o controle da transmissão sináptica na medula.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [095] – As Informações do Sentido**

O ser humano possui uma parte do seu corpo consciente e outra inconsciente. Pode-se dizer que a parte consciente é aquela que exige coordenação volitiva. A parte inconsciente atua em uma coordenação quase sempre procedural. Lent afirma que a maior parte de nossa existência não nos damos conta de nosso corpo.

A estrutura corporal é dinâmica e o cérebro está ativo constantemente, e, poucos são os fatos percebidos em uma fração de minuto registrados pela consciência. Somente a percepção aflora conscientemente para os fatos significativos em que a atenção e foco de um indivíduo se tornam centrados em torno de seu desempenho funcional.

As informações de posição e movimento das partes do corpo e de somatização corporal, sob forma de impressão, percebida como um estado das vísceras, torna apto o sistema nervoso para catalogar e processar continuamente conteúdos extraídos dos aspectos ambientais. É um registro seletivo, onde passa pela consciência aquilo que é fundamental atribuir uma canalização mais específica expressa pela vontade de um indivíduo, onde outras submodalidades são requisitadas para registrar de forma mais eficiente um conteúdo assistido. Assim, se registra a forma, a textura, a temperatura, a densidade dos objetos que tocamos. Tornando-se dimensões ou informações aparentes da coisa concreta para sinalizar uma existência dentro de um indivíduo.

Lent engenhosamente descreve que essas informações são selecionadas, filtradas e encaminhadas a diferentes regiões neurais. O raciocínio e o comportamento afloram deste represamento voluntário de um indivíduo que usando sua consciência evoca informações adicionais que partem de sua vivência, através de sua memória.

A parte inconsciente é geradora de bem-estar, no sentido de execução de tarefas sem a necessidade de contínua orientação, onde os processos que sustentam o consciente, dando ou gerando aporte as conexões mais internas, são capazes de influenciar as emoções, o humor, os movimentos, a postura corporal e o equilíbrio corporal. Este sistema de dois tipos de funcionamento (fases) permite ajustar os órgãos e as vísceras de acordo com as necessidades vitais ou fisiológicas de um indivíduo.

As informações reunidas e integradas deste sistema são conhecidas como somestesia. E que por não ser uniforme é pulverizada na forma de várias submodalidades que interagem e se completam em uma integração sensorial, como por exemplo o tato (percepção de objetos), a propriecepção (distinção estática-dinâmica do corpo), a termossensibilidade (temperatura dos objetos e ambiental), e, a dor (capacidade de identificação de estímulos fortes nocivos).

As submodalidades possuem subaplicações que permitem segmentar estudos ainda mais aprofundados, como por exemplo, a sensibilidade ao frio e sensibilidade ao calor; o tato pode ser segmentado entre fino e grosso; a dor fragmentada em ardência, coceira e contrações.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [096] – Plano Geral do Sistema Somestésico**

O sistema somestésico se organiza estruturalmente em conjuntos sequenciais de neurônios, fibras nervosas e sinapses. Onde os estímulos ambientais após coleta geram potenciais bioelétricos que despertam uma função projetiva, na forma de um campo com gradientes de energia que a sensibilidade das vísceras imprime ou processa a informação holográfica do ambiente sobre o indivíduo. Mas ainda não é conhecido o órgão no sistema nervoso central que integra somatotopicamente a informação holográfica que constrói ou constitui o mental de um indivíduo, que é extraído de um conteúdo aferente e eferente. Este evento é percebido como um grande sistema onde cada órgão é informante de uma submodalidade e registro de atividades distintas que uma vez integradas transferem a informação externa para o interno.

Os receptores sensoriais encaminham estímulos que trafegam pelas vias aferentes até o sistema nervoso central que centraliza todas as energias incidentes sobre o corpo humano. Onde os potenciais receptores se transformam em potenciais de ação. Esses potenciais de ações somatizados geram uma densidade de energia que contrasta com um eixo gravitacional gerando uma sensação de peso que é capturada por receptores internos que posso supor que estejam ligados com o subsistema de nocirreceptores. Que seria uma terceira função, além da identificação de estímulos fortes e nocivos; e, sensibilidade do corpo, para a funcionalidade de Dor, que encaminhados para o tálamo passa coordenadas de sensibilidade na distribuição de informações para o córtex cerebral. Onde as submodalidades são interpretadas e o evento somático do corpo acarreta a percepção do próprio indivíduo (como uma estrutura corporal fundida) e do ambiente.

Porém, é bom lembrar que existem pessoas que apresentam insensibilidade para a manifestação da Dor. Mas mesmo assim, são capazes de identificar sua estrutura corporal unificada, o que pode significar a existência de um mecanismo neural de segunda ou terceira ordem responsável por encaminhar estas informações para o processamento somatotópico, que independe do primeiro mecanismo de manifestação da sensibilidade da Dor, mas que possa fazer parte deste sistema como uma submodalidade específica. Talvez a proporcionalidade com que esta função seja despertada seja relevante em termos de contribuição ou representatividade do nocirreceptor para este sistema. Hipótese que deve ser trabalhada. (Neuroglias?)

Lent explica que existem receptores somastésicos por todo o corpo exceto no cérebro, mas existem receptores sensoriais por todo o corpo humano, o que leva a crer, segundo Cruzeiro, que possa existir um outro mecanismo para sinalizar a dor profunda cerebral no caso de uma doença crônica que manifeste dor de cabeça.

As fibras que transmitem informações podem ser mielinizadas ou não mielinizadas. Se juntam em filetes, feixes, órgãos e subsistemas nervosos. Elas podem emergir a partir de miniórgãos. E penetram no sistema nervoso central pela raiz dorsal da medula espinhal ou direto no encéfalo. Os gânglios espinhais e o gânglio trigêmeo são os órgãos em que os corpos celulares dão origem a essas fibras. As fibras se reúnem em subsistemas somestésicos diferentes, e diferem em termos de funcionalidade e organização morfológica despertando as submodalidades como o tato e propriocepção.

Assim, é possível identificar a presença de dois subsistemas somestésicos já identificados: o subsistema epicrítico e o subsistema protopático. O primeiro coordena a capacidade discriminativa e alta precisão sensorial conhecida como acuidade. O segundo se relaciona à termossesibilidade e a dor, sendo menos preciso e pouco discriminativo.

Charles Scherrington (1857 a 1952) desenvolveu uma teoria revolucionária que reformulou a percepção destas atribuições em três distintos sistemas: um exteroceptivo (inclui a sensibilidade tátil discriminativa da pele), outro proprioceptivo (inclui a sensibilidade dos músculos e articulações: coordenação motora) e um terceiro interoceptivo (capaz de monitorar dinamicamente o estado funcional do corpo).

Nos subsistemas descritos, o neurônio primário conecta-se com o neurônio secundário por contato sináptico na medula ou tronco encefálico. E ao cruzar uma linha média se conecta com neurônios de terceira ordem.

A representação somestésica quase sempre é contralateral, ou seja, as informações do lado direito se comunicam com o lado esquerdo cujas informações são encaminhadas para o tálamo (neurônios de terceira ordem destes sistemas), projetando-se para o córtex cerebral. Pode ocorrer que fibras sejam encaminhadas para o mesmo lado cerebral. Lent explica que muitas fibras nociceptivas de segunda ordem estabelecem contato com neurônios do tronco encefálico.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [097] – Tato: Receptores e Neurônios Primários no Corpo e na Cabeça**

O Braile para um Cego fornece uma experiência que expande uma vantagem perceptiva do contado dos dedos com objetos. A percepção torna possível graças aos gradientes em que diferentes densidades sinalizam relevos sobre o alvo de coleta dos receptores do dedo sobre um objeto. Lent explica que são necessários apenas 4 centésimos de milímetro para que uma flutuação de densidade (textura) seja percebida. As mãos podem servir de instrumento de coleta em substituição a visão, por exemplo.

Além do contato direto com a pele por parte de um objeto, pêlos podem ser estruturas auxiliares para o tato. Existem algumas diferenças entre os subsistemas somestésicos. Elas se expressam na forma de diferenciais sobre as submodalidades, os receptores, as fibras periféricas, a velocidade de condução, a localização do neurônio de primeira ordem, as vias espinhais, as vias supraspinhais, o local de cruzamento, a localização do cruzamento, a localização do neurônio de terceira ordem, a localização do neurônio de quarta ordem, a somatotopia e suas propriedades funcionais.

No **subsistema exteroceptivo** a submodalidade é o tato fino, onde são utilizados Mecanoceptores, que apresentam fibras periféricas Aβ, com alta velocidade de condução, onde os neurônios de primeira ordem se localizam nos gânglios espinhais e gânglio trigêmeo. E a localização do neurônio de segunda ordem são nos núcleos da coluna dorsal e núcleo principal do trigêmeo A. As vias espinhais são os feixes da coluna dorsal (grácil e cuneiforme). As vias supraspinhais são o Lemnisco medial e as radiações talâmicas, a localização do cruzamento é o tronco encefálico, a localização do neurônio de terceira ordem é o núcleo ventral posterior do tálamo, a localização do neurônio de quarta ordem são as áreas somestésicas no giro pós-central e outras áreas menos conhecidas. Esse subsistema apresenta uma somatopia precisa e tem como propriedades funcionais os campos receptores pequenos e unimodais.

O **subsistema Proprioceptivo** apresenta como submodalidades a propriocepção consciente e inconsciente. Os receptores deste subsistema são os Mecanoceptores, os termoceptores, os quimioceptores e os polimodais. As fibras periféricas utilizadas são Ia e Ib. Possuem uma alta velocidade de condução. A localização do neurônio de primeira ordem são os gânglios espinhais e gânglio trigêmeo. A localização do neurônio de segunda ordem são os núcleos da coluna dorsal e núcleo principal do trigêmeo e núcleos mediais da medula (Propriocepção inconsciente – apenas o último). As vias espinhais utilizadas são os feixes da coluna dorsal e feixes espinocerebelares (Propriocepção inconsciente – apenas o último). As vias supraspinhais utilizadas são o Lemnisco medial, as radiações talâmicas, os pedúnculos cerebelares A. O local de cruzamento é a medula (para vias espinhais) e tronco encefálico (para vias trigeminais) e não há cruzamento para as vias espinocerebelares (Propriocepção inconsciente). A localização do neurônio de terceira ordem é o Cerebelo (Propriocepção inconsciente) e núcleos do diencéfalo. A Localização do neurônio de quarta ordem são as Áreas somestésicas no giro pós-central e cerebelo (Propriocepção inconsciente). A somatotopia ainda é pouco conhecida como também as propriedades funcionais.

O **subsistema interoceptivo** apresenta como submodalidades o tato grosseiro, a sensibilidade visceral, a termossensibilidade, a dor e a coceira. Possuem receptores mecanoceptores, termoceptores e quimioceptores. As fibras periféricas utilizadas são do tipo Aσ e C (veja mapa anatômico). A velocidade de condução é média e baixa. A localização dos neurônios de primeira ordem são os gânglios espinhais e o gânglio trigêmeo. A localização dos neurônios de segunda ordem é o Corno dorsal (principalmente a lâmina I) e núcleo espinhal do trigêmeo A. As vias espinhais são os feixes da coluna anterolateral (espinotalâmico e espinorreticular) e, fascículo medial da coluna dorsal. As vias supraspinhais são o lemnisco espinhal e diferentes vias ascendentes do tronco encefálico e radiações talâmicas. O local de cruzamento é a medula. A localização dos neurônios de terceira ordem são os diferentes núcleos do tronco encefálico e núcleo ventral medial do diencéfalo. A localização do neurônio de quarta ordem são os diferentes núcleos do tronco encefálico, núcleos ventral medial e mediodorsal do tálamo, núcleos do hipotálamo e córtex insular anterior. A somatotopia é grosseira e as propriedades funcionais são campos receptores grandes e polimodais.

Todos os receptores têm sua especialização das pontas das fibras nervosas sensoriais, agrupadas na forma de nervo e que são encaminhadas para o sistema nervoso central. Os receptores dispostos na cabeça unem-se a fibras de alguns nervos cranianos (nervo trigêmeo – nervo craniano V) que penetra através do encéfalo.

Cada par de raízes dorsais, de constituição embrionária, é responsável pela organização segmentar da medula. Por sua vez, a medula possui 30 filamentos ou segmentos em 4 grupos: cervical (C1 a C8), torácico (T1 a T12), lombar (L1 a L5) e sacro (S1 a S5). O desenvolvimento de cada grupo tem semelhanças embrionárias. Lent detalha que ao centro da medula, forma uma estrutura parecida com a letra “H”, onde estão alojados neurônios que recebem informações somestésicas, além de outras funcionalidades. Ao centro está a substância cinzenta onde se situa os neurônios no segmento em que se apresenta na pareontologia da letra “H”. À sua volta concentra-se uma substância branca formada por milhões de fibras nervosas. Nesta estruturam existem ramificações ascendentes e descendentes. A área de inervação do segmento medular é conhecida por dermátomo.

As diferenças anatômicas de cada segmento são mínimas. Lent relata que os segmentos medulares diferem mais fortemente pelos dermátomos que representam do que por suas características anatômicas. Os segmentos cervicais situam na parte posterior do couro cabelo (ver atlas anatômico). Os dermátomos do segmento torácico situam na região do tórax e parte do abdômen. Os segmentos lombares chegam fibras do abdômen e região das pernas. Os segmentos sacros cobrem as regiões genitálias, o períneo e a face posterior das pernas.

Os dermátomos possuem extensão variável de acordo com cada indivíduo. Uma lesão isolada em alguma raiz espinhal pode comprometer um dermátomo de um segmento específico.

A face não possui organização segmentar tão clara que a represente. A inervação tátil do sistema nervoso central é gestada pelo nervo trigêmeo. Por sua vez, o trigêmeo possui 3 grandes ramos: **ramo oftálmico** (testa, olhos e frente do nariz), **ramo maxilar** (maça do rosto, lábio superior, dentes superiores e cavidades naval e oral) e **ramo mandibular** (têmporas, queixo e dentes inferiores).

A pele estimulada ativa mecanorreceptores pelo envio de estímulo na forma de salvas de potenciais de ação, na direção do sistema nervoso central. Essas fibras na realidade são dendritos dos neurônios primários do tato, situadas nos gânglios espinhais. O axônio conduz o potencial de ação pelo respectivo filamento que corresponde ao grupo situado na medula. Muitas fibras de diâmetro elevado ou de baixo calibre são ativadas.

Os potenciais de ação percorrem o nervo até atingir a coluna e encaminha o fluxo de informações de forma ascendente até se encontrar com o bulbo para atingir os núcleos da coluna dorsal, no tronco encefálico, para alcançar os neurônios de segunda ordem. Lent detalha que os ramos colaterais emergem desses axônios logo à entrada na medula, penetrando na substância cinzenta medular nos neurônios do corno ventral para que o movimento organizado por um membro do indivíduo receba o fluxo reverso da decisão sensorial do sistema nervoso central na realização da ação motora.

Através de fascículos as fibras vão se juntando das regiões sacras até as regiões cervicais. O fascículo mais medial é o que contém as fibras originárias do membro inferior chamado fascículo grácil que faz conexão com o núcleo grácil do bulbo. O mais lateral representa o ombro e pescoço (segmento torácico mais altos e nos cervicais) conhecido por fascículo cuneiforme que fazem conexão com o núcleo cuneiforme.

As fibras Aσ conduzem em menor velocidade (+/- 20 m/s) até a medula e nervos raquidianos das raízes dorsais. Lent expõe que as lâminas I e V contém neurônios de segunda ordem recebem sinapses das fibras somestésicas mais finas. As lâminas II, III e IV contém interneurônios moduladores. Muitos neurônios de segunda ordem, cruzam na linha média do mesmo segmento, fazendo uma curva ascendente penetrando na coluna anterolateral para formar feixes espinotalâmicos, para se dirigir até o tálamo, no diencéfalo. Conhecer a comunicação com os núcleos da coluna dorsal e com o núcleo principal do trigêmeo do sistema perceptivo permite a compreensão do sistema exteroceptivo.

Já as que trafegam pela coluna anterolateral e as que terminam no núcleo espinhal do trigêmeo fazem parte do sistema interoceptivo que permite administrar o tato fino (epicrítico) e o grosseiro (protopático).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [098] – Somestesia: da Evolução aos Neurônios-espelhos**

O Professor-adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte Antônio A. Pereira Jr. bem cedo se interessou pelo comportamento animal. Jorra à tona o conhecimento de Charles Darwin nos processos e pressões ambientais que desencadeiam a seleção natural, que muitas informações sobre os seres vivos podem ser catalogadas graças aos estudos científicos. Que as fundamentações teóricas serviram de fundamentação e inspiração para o início de sua carreira.

Seus estudos iniciais foram sobre o sistema visual de um marsupial Sul Americano (gambá). Porém, Carlos Eduardo Rocha Miranda e Eduardo Oswaldo Cruz na década de 1960 já haviam realizado um estudo com esse mamífero marsupial.

O estudo do sistema nervoso deste animal permitiu realizar comparações de forma e função com ancestrais do mamífero que vivera na era jurássica.

A evolução deste mamífero foi mapeada. Os avanços em termos de capacidade e as adaptações ao ambiente foram objeto de estudo. Onde se constatou ou observou que ocorre de forma modular, onde os circuitos neurais mais ancestrais são sobrepostos sob o efeito da evolução do indivíduo de uma espécie.

Após o Doutorado, o estudo com roedores estudou-se o sistema somestésico, a partir de módulos de processamento chamados barris presentes no tronco encefálico, tálamo e córtex. O estudo da correlação da forma e função, visualizados como dois fatores do sistema somestésico em situações normais e após procedimentos instrumentais foi possível chegar à conclusão de o campo de barris do camundongo revela uma enzima que está envolvida na síntese de óxido nítrico (neurotransmissor gasoso que contribui para a plasticidade do sistema central nervoso de um adulto). Professor Pereira lembra de estudos anteriores que a plasticidade do campo de barris na área somestésica primária do córtex é controlada pela maturação de proteoglicanos da matriz extracelular, abrindo portas para intervenções farmacológicas para restauração do sistema nervoso após lesões. Estudos sobre a atuação do sistema somestésico com o fator de envelhecimento foi o passo seguinte de seus trabalhos.

A cutia, que é um roedor da fauna brasileira, foi introduzida nos estudos como modelo experimental. Seu sistema somestésico é bastante organizado e por possuir hábitos diurnos possui um sistema visual avançado.

Equipamentos permitiram fazer o registro por eletrofisiologia extracelular multiunitária e a injeção de neurorrastreadores, no qual foi possível mapear as representações somestésicas no córtex da cutia.

O estudo, mais tarde, evoluiu para a caracterização eletrofisiológica das propriedades de resposta de grupos de neurônios do hipocampo a estímulos táteis com precisão sem levar em consideração sua posição espacial. A conclusão que aflorou a partir deste estudo, foi que o processamento detalhado da informação distribuída pelo cérebro não é estritamente compartimentado.

O avanço dos estudos da imagética motora em seres humanos e a forma de identificação das informações somestésicas proprioceptivas interagem com os códigos motores, segundo suas palavras, um paradigma experimental de rotação mental de objetos e parte do corpo é processada de forma diferente no cérebro humano, porque a movimentação de partes do corpo humano o movimento é contingencial e é fornecido pelas propriedades biomecânicas do membro imaginado. A cíclica do estudo permitiu chegar no resultado que sugere que o substrato neural responsável pela rotação mental seja compartilhado com o sistema de neurônios-espelho, conforme suas palavras.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [099] – As Grandes Vias Ascendentes do Tato**

Os neurônios táteis de segunda ordem exteroceptivos e alguns proprioceptivos situam-se nos núcleos da coluna dorsal e no núcleo principal do trigêmeo. Ambos no tronco encefálico. Os interoceptivos estão presentes no corno dorsal da medula e no núcleo espinhal do trigêmeo. E muitos proprioceptivos (controle motor) estão localizados no cerebelo. A maior parte dos axônios são projetados para o tálamo contralateral para se conectarem às células de terceira ordem, projetando-se para as regiões somestésicas desta ordem.

Lent explica que o tato fino e grosseiro ficam separados até o tálamo, formando vias ascendentes distintas. Ajustando a sensibilidade do corpo e da cabeça. As fibras do tato fino abastecem contralateralmente as fibras do lado oposto. E se aglomeram em feixes com as fibras que derivam do núcleo principal do trigêmeo. Dois feixes achatados próximo do plano mediano do tronco encefálico são gerados, conhecido pela denominação de lemnisco medial posterior do tálamo, para emergir radiações do tálamo, onde as fibras saem do diencéfalo pela cápsula interna. Ela penetra na substância branca central, no lobo parietal e termina no giro que dá margem ao sulco central, no lobo parietal (giro pós-central). A área S1, que é a área somestésica primária e uma segunda área cortical que recebe fibras talâmicas e de S1 é chamada de área somestésica secundária (S2) são responsáveis por parte da somatopia.

O lemnisco espinhal é formado pelas fibras que compõem os feixes espinotalâmicos que emergem do núcleo espinhal do trigêmeo, próximo do lemnisco medial descrito anteriormente. As fibras do lemnisco espinhal terminal no núcleo ventral posterior do tálamo cujas informações são encaminhadas para o S1. Nele, trafegam fibras que conduzem as sensibilidades térmica e dolorosa, conforme Lent.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [100] – Como as Vias do Tato Representam o Corpo: o Conceito de Somatotopia**

Para representar uma superfície é necessário organizar as informações na forma de um mapa. O mapa é uma base pictórica em que um conhecimento sobre si está impresso. Então uma reflexão e refração do universo maior é impresso em minimidade para a projeção onde os elementos pictóricos estarão impressos.

Desta forma um espaço amplo é minimizado de forma que suas dimensões físicas sejam preservadas em termos de proporcionalidade. Da mesma forma o cérebro humano ao converter a energia que o circula, em sinal, na forma de estímulo, encaminha as submodalidades, que é capaz de reter, para o centro de decisão de um indivíduo que é o sistema nervoso central, onde a percepção se forma a partir das sensações capturadas.

É possível utilizar mapas cerebrais para representar um sistema visual, no qual a projeção da imagem é focada através da retina. Para o sistema auditivo, a impressão pictórica que cria o mapa sensorial é formada pelas impressões sobre a superfície helicoidal da membrana basilar alojada dentro da cóclea. A impressão da superfície cutânea irá formar o sistema somestésico.

As impressões são dados que são distribuídos no sistema nervoso central de forma que cada submodalidade representará uma informação que deve ser analisada e avaliada, como, por exemplo, um ponto luminoso na imagem que fora coletado. Ou no caso auditivo, a faixa de frequência em que um tom se converteu em estímulo que foi captado pela região coclear.

A representação do corpo através das vias e núcleos somestésicos, de representação da superfície cutânea, é conhecida como somatotopia. A maioria das regiões somestésicas possui representação somatotópica. E dependendo da função a ser gerenciada o nível de precisão pode ser elevado ou baixo. Lent aponta a conclusão de que a somatotopia tátil é mais precisa de todas. Que nos permitem manipular frações de movimentos coordenados, por exemplo, para promover um ato de digitação. Para indicar um local de inflamação. Para corrigir o passo de um movimento.

Os neurônios de primeira ordem inervam cada dermátomo que projeta suas fibras ao segmento medular correspondente.

O homúnculo somatotópico é uma representação dos pares de núcleos de um mapa corporal que guarda estreita relação com o corpo humano. A representação da cabeça fica no corpo do tálamo. Porque o núcleo ventral posterior recebe as fibras de segunda ordem tanto dos núcleos da coluna dorsal como do núcleo principal do trigêmeo. O tamanho da representação de cada parte do corpo humano é proporcional a quantidade de complexos neurais necessários para ativar a somatotopia da região.

Todos os animais possuem mapa somatotópicos. E um número elevado de receptores pode sinalizar a necessidade de complexos neurais mais densos para registrar as funcionalidades da região, elevando pictoricamente o tamanho da área desenhada para a funcionalidade. Os desenhos se assemelham a uma caricatura. E estudando um pouco de artes o conceito de caricatura pode sinalizar a expressão do objeto corpóreo do personagem em que o desenhista crê ser o de maior expressão ou evidência de seu cliente. Semelhante ao modelo idealizado por Hughlings.

Conforme o tipo de ser vivo existe uma deformação no mapa pictórico que corresponde a expressão da área mapeada. As proporções são diferenciadas porque cada área possui uma representação definida que compõem o exercício de sua atividade. Assim, na representação humana do seu mapa somatotópico a impressão das mãos é bastante expressiva devido à complexidade neural necessária para organizar sua funcionalidade.

Os mapas somatotópicos foram produzidos pela primeira vez por John Hughlings Jackson (1835 a 1911) onde foi possível imaginar o deslocamento de uma crise epilética poderia refletir a ordem de representação das regiões no córtex cerebral.

Atualmente técnicas de imagem funcional através de ressonância magnética funcional são utilizadas para se trabalhar com um mapa somatotópico. Esses estudos permitiram a constatação da dinamicidade dos mapas somatotópicos. A representação de um membro amputado por exemplo, pode desencadear um efeito fantasma pela representação somatotópica da região dentro da área cerebral correspondente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [101] – Representação Tátil no Córtex Cerebral: da Sensação à Percepção**

O estudo eletrofísico em animais e em voluntários humanos são realizados com microeletródios inseridos em segmento de pele em nervos periféricos e regiões somestésicas do sistema nervoso central pela captação bioelétrica dos potenciais bioelétricos gerados e propagados pelas células nervosas.

Um estímulo mecânico da pele por meio de instrumentações como: pontas de cristal, pelos de um pincel, finos jatos de ar, texturas, as alterações de temperatura variadas, ... e as alterações da atividade elétrica de cada neurônio, conforme Lent, em função da localização e das características do estímulo.

Existe um campo receptor para cada neurônio do corpo humano. Os receptores do tato na maioria dos casos possuem campos receptores restritos e bem delimitados na pele. Onde a aplicação de um estímulo dentro do campo receptor provoca uma elevação das frequências dos potenciais de ação do neurônio correspondente. Lent explica que fora do campo do setor a atividade do neurônio não se altera. Quanto maior a densidade de receptores menor é o campo receptor, como por exemplo, o dedo humano.

O fato de um campo receptor ser pequeno contribui para uma precisão na localização espacial dos estímulos. Lent frisa, que nos núcleos da coluna dorsal, cada neurônio pode receber terminações sinápticas de mais de uma fibra receptora. Criando campos receptores maiores e mais complexos, onde as vezes inibe um centro excitatório. A estimulação do centro excitatório amplia a frequência de potenciais de ação do neurônio, já o efeito inibitório apresenta uma correspondência contrária, ao provocar a diminuição da frequência de impulsos.

A teoria sugere que as bordas do campo receptor são delimitadas por este tipo de organização concêntrica antagônica, gerando uma precisão maior dos neurônios na resposta a uma impressão de um estímulo em uma área, vista como uma superfície corporal.

Existe uma complexidade adicional nos neurônios de terceira ordem que é o recebimento das sinapses de fibras provenientes da própria região cortical via projeção da área somestésica primária.

O controle da passagem das informações somestésicas que são encaminhadas para o córtex cerebral é realizada pela projeção descendente sobre os neurônios talâmicos. De forma que o córtex cerebral é responsável por controlar suas próprias informações; as encaminhadas e as de transferências.

Em 1950 acreditava-se que um mapa sensorial era formado apenas a partir da região sensorial S1, mais tarde descobriu-se a existência de um segundo mapa formado pela área S2 o giro pós-central próximo ao sulco lateral.

Pela classificação numérica de Brodmann o giro pós-central é dividido em quatro áreas, a saber: 3a, 3b, 1 e 2. Onde grande parte das fibras talâmicas terminam no giro pós-central na área: 3a e 3b. Os axônios das duas áreas descritas no período anterior são projetados para as áreas 1 e 2, e, S2.

Assim, observando as áreas no mapa anatômico é possível caracterizar as áreas 3a e 3b como córtex somestésico primário, ou S1. Mas existem pesquisadores que usam o termo S1 para fazer referência para todo o giro pós-central ou somente para a área 3b.

Os campos receptores da área 3a são grandes e as células respondem a estímulos proprioceptivos (percepção de músculos e articulações). A área 3b possui campos receptivos pequenos e simples e são responsáveis por toques finos como a expressão de uma agulha sobre o dedo. Na área 1 os campos receptivos são grandes e os estímulos ótimos são dinâmicos. Na área 2 os campos receptores são grandes e os neurônios correspondem ao toque proprioceptivo maior.

A área 3a é responsável pela identificação da posição espacial relativa de cada parte do corpo. Enquanto a área 3b é responsável pela discriminação da forma dos objetos que tocam a superfície cutânea, conforme Lent, e, identificação da textura.

A função da área 1 é a discriminação da textura em parceria com a coordenação da área 3b.

A área 2 discrimina objetos segundo a sua forma e o seu tamanho.

A atuação de todas as áreas ocorre em conjunto. Existem ainda estudos em andamento para a função S2. Elas possuem acesso as informações primárias sobre os objetos que estimulam a pele pelo contato. A função somatotópica é pouco precisa os estímulos respondem a campos receptores grandes, o que sugere que o S2 participe da integração de diferentes regiões da pele. Seus neurônios se projetam para o córtex insular, conforme Lent, e regiões do lobo temporal relacionadas com a memória. O S2 participa dos processos de aprendizagem tátil. As áreas posteriores ao giro pós-central ainda estão sendo amplamente estudadas, elas integram informações proprioceptoras dos músculos e articulações.

A área 5 possui inúmeras conexões inter.-hemisféricas pelo corpo caloso e parece ser especial para a coordenação intermanual na utilização conjunta das mãos. A área 7 que está pouco atrás da área 5, recebe informações visuais além das informações somestésicas, e são importantes para a avaliação de relações espaciais entre objetos e entre objetos e corpo do indivíduo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [102] – Propriocepção: Onde Estão as Partes do Nosso Corpo?**

A propriocepção permite que um indivíduo saiba a posição do seu corpo, mesmo se encontrando com os olhos fechados. O que nos confere a condição para perceber os movimentos dos membros e do corpo conhecido como propriocepção (Charles Sherrington) que significa a percepção de posição do próprio corpo. O termo traz um conceito relativo que indica parcialidade no sentido de estar restrito aos receptores dos músculos e articulações e conexões com o sistema nervoso central, conforme Lent, até o córtex cerebral.

A propriocepção possui dois componentes: um consciente, e outro inconsciente, sendo o último responsável pelo controle da motricidade. Na propriocepção as informações que os receptores musculares e articulares desencadeiam no sistema nervoso, que induzem a percepções conscientes, geram também respostas e ajustes motores, adequando as posições do corpo em uma estrutura de eficiência corporal.

Os campos receptores são muito grandes nas áreas 5 e 7. Grandes nas áreas corticais 3a, 2 e S2. Médios na área 1 e pequenos, mas maiores do que os campos receptores dos neurônios de ordem inferior.

Os estímulos preferenciais para a área 3a desencadeiam toques fortes, manipulação de músculos e articulações. Os da área 3b desencadeiam toques leves de pequenos objetos. Os estímulos da área 1 desencadeiam deslocamento de objetos sobre a pele. Os da área 2 desencadeiam os toques de objetos complexos. Os estímulos da área S2 desencadeiam o toque leve de objetos orientados. E finalmente, os estímulos das áreas 5 e 7 desencadeiam movimentos complexos.

O efeito de lesões restritas causa na área 3a déficits de identificação de posição. Na área 3b causa déficits de discriminação de forma, tamanho e textura dos objetos. Na área 1 gera déficits de discriminação de textura. O efeito de lesões restritas na área 2 canaliza déficits de coordenação digital e na identificação de forma e tamanho de objetos. Os efeitos de lesões restritas na área S2 eram desconhecidas quando o livro de Lent fora publicado, e, por fim, as áreas 5 e 7, lesões podem desencadear déficit de coordenação visuomotora.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [103] – Receptores e Vias Aferentes Proprioceptivas do Corpo e da Cabeça**

Os mecanorreceptores situados nas partes internas dos músculos, tendões e cápsulas articulares são os receptores proprioceptivos. As fibras do tipo Ia mielínicas, de grosso calibre e alta velocidade de condução formam receptores musculares (fusos musculares).

Os fusos musculares detectam variações de comprimento do músculo onde estão fixados. A extensão de um músculo gera um potencial receptor de amplitude proporcional criando um disparo de carga de potenciais de ação cujas fibras Ia conduzem na direção da medula através dos nervos espinhais, para atingir o tronco encefálico, pelo nervo trigêmeo.

As fibras aferentes do tipo Ib são receptores do tipo tendinosos, no qual fazem parte dos órgãos tendinosos de Golgi. O estímulo é extraído da tensão sobre os tendões. O resultado é salvas de potenciais de ação conduzidos até a medula pelos nervos espinhais, ou pelo nervo encefálico através do nervo trigêmeo.

As articulações não possuem receptores especializados, porém existem terminações livres de fibras que integram nervos espinhais e ao nervo trigêmeo. Os estímulos capturados são variações do ângulo articular e alguns seguem o princípio da ativação pelo movimento oposto, que sinaliza no fechamento da articulação.

O movimento dos corpos gera a ativação das fibras aferentes. As fibras que originam na cabeça são neurônios primários no gânglio trigêmeo, que conectam terminações nervosas com neurônios de segunda ordem neste órgão. Já as fibras que têm origem no corpo, seus somas, estão no gânglio espinhal cujos prolongamentos centrais são encaminhados por feixes para a coluna dorsal aos núcleos grácil e cuneiforme (neurônios de segunda ordem). As fibras secundárias passam a se reunir às fibras do núcleo principal do trigêmeo no lemnisco medial, atingindo o núcleo ventral posterior do tálamo, fazendo sinapse com neurônios de terceira ordem. Lent detalha que a região cortical recebe informações proprioceptivas é a área 3a do giro pós-central do lado oposto. As vias proprioceptivas são semelhantes as vias formadoras do tato fino.

Lent finaliza este tópico esclarecendo que as informações codificadas pelos proprioceptores musculares, tendinosos e articulares são utilizadas pelo sistema nervoso de forma simultânea para reproduzir a percepção a fim do exercício do controle da motricidade.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [104] – Receptores e Vias Aferentes da Termossensibilidade**

A termossensibilidade apresenta elementos conscientes e inconscientes. Não existe um funcionamento diferenciado de receptores para que os efeitos conscientes e inconscientes sejam reproduzidos por um indivíduo. A temperatura do ambiente é percebida pela componente consciente. Receptores situados nas paredes das vísceras digestivas e respiratória permitem a percepção através de termorreceptores.

Existem receptores especiais situados no sistema circulatório e no cérebro que cuidam das respostas vegetativas que despertam a inconsciência cerebral. A termossensibilidade é o controle da temperatura do corpo para que o equilíbrio dinâmico fique operante.

Por toda a superfície cutânea estão alojados termorreceptores na forma de terminações livres, também na mucosa e nas vísceras digestivas. Os receptores de calor são diferenciados dos receptores de frio. E dependendo da região existe uma probabilidade do quantitativo de células receptivas ser diferente de outra região, mais ou menos, densamente povoada com os termorreceptores.

A molécula da família TRP (transiente receptor potencial) formada por canais iônicos termossensíveis produz potenciais receptores de temperatura, gerando um diferencial da temperatura normal.

Os termorreceptores correspondem a uma variação de temperatura da ordem de 10 a 45º C. O frio age como um anestésico, bloqueando a condução de potenciais de ação. Lent alerta que temperaturas abaixo de zero podem provocar dor e acima de 45º C pode ocorrer lesão do tecido da pele, ativando também, este último, conexões com os nociceptores ao provocar a dor.

Receptores de frio trabalham na faixa de 10 a 35º C e os receptores de calor trabalham na faixa de 30 a 45º C. Os termorreceptores são sensíveis para ampliam ou diminuem a temperatura a partir de um ponto inicial. O sentido das sinapses é a despolarização para ambos os casos.

As salvas de potencial de ação são produzidas em fibras do tipo Aσ ou C, que são fibras finas, pouco mielinizadas e com baixa velocidade de transmissão. No sentido da medula espinhal, pelos nervos espinhais, ou através do tronco encefálico pelo nervo trigêmeo. Os neurônios primários ficam no gânglio trigêmeo, as fibras que emergem a partir dele fazem sinapses no corno dorsal da medula ou no núcleo espinhal do trigêmeo. Axônios de neurônios de segunda ordem são emitidos da medula para cruzarem a linha média na própria medula, trafegando pela coluna anterolateral até o tronco encefálico, encontrando-se com os axônios do núcleo espinhal do trigêmeo oposto (lemnisco espinhal) para projetar até o tálamo.

Parte dos neurônios termossensíveis, no tálamo, de terceira ordem, são encaminhados pelo núcleo ventral posterior e as conexões axonais emergem do núcleo talâmico pela região S1. Outra parte dos neurônios termossensíveis estão alojados na lâmina 1, na entrada do corno dorsal.

Muitos neurônios são sensíveis a estímulos mecânicos e químicos por isto são chamados de polimodais. Eles se conectam com o córtex insular pelos núcleos talâmicos distintos do ventral posterior. Lent complementa que em conjunto, as vias da termossensibilidade fazem parte do sistema somestésico introceptivo, este, responsável pela síntese do estado funcional de todo o corpo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [105] – As Dores do Corpo**

A dor se apresenta como uma sensação desagradável no qual quase todos são reativos no sentido de evitação percebida como uma espécie de sofrimento. Isto faz raciocinar uma evolução em que os indivíduos de uma espécie não venham a desencadear a dor dentro de seus corpos. Haveria uma funcionalidade para que a dor fosse concebida como um atributo da evolução de uma espécie?

Pessoas descritas na medicina como insensíveis à manifestação da dor dentro de um mecanismo congênito, em vez de se tornarem mais aptas e prolongarem sua existência, quase sempre vêm terminado o seu ciclo de vida ainda na infância. Esse tipo de insensibilidade observada se percebe que as defesas do organismo não passam a auxiliar um indivíduo na ocorrência de lesões e ferimentos, o que lhe permite não se tratar com antecedência a uma gravidade do ferimento que lhe conduza à normalidade de suas funções biológicas.

Deformações na coluna são observadas nestes casos devido ao agravamento que a indiferença ao ajuste da postura causa vícios lombares-cervicais-torácicos que comprometem a estabilidade de um indivíduo de manter-se ereto diante de suas necessidades de deslocamento. O risco neste caso se amplia, os ferimentos demoram a ter cicatrização por falta de sinalizações de reparo orgânico, o sistema digestivo e urinário pode sofrer colapsos sem que as causas iniciadas sejam identificadas a tempo de seu agravamento, tudo porque a ausência da dor foi incapaz de sinalizar ao indivíduo uma necessidade reparadora.

Lent com excelência, expõe que a dor é um demarcador de limites para o organismo e um importante sinalizador sobre a ocorrência de estímulos lesivos em um organismo. O limite ajuda a perceber a fadiga do músculo quando ele sofre um mecanismo que conduz a uma condição de estresse ou trauma. Por isto a dor é essencial para dizer ao indivíduo qual o ponto que deve paralisar a continuidade de um movimento.

A posição e a postura incômoda são sentidas com uma sensação de dor que sinaliza que algo caminha para um estresse que pode ser prejudicial a um indivíduo. No caso de contato com substâncias e objetos, a sensação que desperta a dor é essencial para alertar do perigo nas proximidades do corpo.

A dor está correlacionada com uma forte experiência emocional. A complexidade da função da dor foi tão decisiva para a ampliação e conservação da vida, que o corpo humano acabou especializando estrutura receptoras conhecidas como nociceptor capazes de coletar informações intrusivas que poderiam sinalizar uma ruptura do equilíbrio do ser humano.

Lent deixa bem claro que ao contrário do que se poderia supor, a dor não é veiculada pelos receptores táteis e termorreceptores submetidos a estímulos muito fortes.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [106] – Mecanismos Periféricos da Dor**

Praticamente todos os tecidos do organismo possuem receptores especializados na propagação da sensação de dor. Exceto o sistema nervoso central, onde não há presença de nociceptores. No tecido nervoso não há nociceptores, apenas é detectada sua presença nos vasos sanguíneos mais desenvolvidos e nas meninges do Sistema Nervoso Central.

Os nociceptores estão presentes na superfície cutânea, na parede de vísceras, no parênquima das vísceras sólidas, na vasculatura, nos ossos, articulações, na córnea, nas raízes dentárias, e em todos os tipos de tecidos, exceto o tecido nervoso.

Os nociceptores são diferenciados para diferentes estímulos: mecânicos, térmicos e químicos. A luz é a exceção como estímulo incapaz de existir um nociceptor específico para interpretá-la. A luz forte, capaz de aquecer a superfície material da pele é capacitada pelos nociceptores térmicos. A luz fria pode gerar ocorrência de dor na retina.

Ondas fortes de energia, podem ativar os nociceptores situados na parte vibracional do ouvido e provocar, como efeito, a dor.

Existem dois tipos de dores: a **dor rápida ou aguda** que pode ser observada por introdução de objetos perfurantes; e, a **dor lenta ou crônica**, geralmente ligada a reações inflamatórias no tecido ferido. Os mecanismos celulares que envolvem os dois tipos descritivos de dor possuem vínculo com diferenciados receptores e vias ascendentes.

As fibras Aσ são terminações nervosas responsáveis por dores rápidas. Suas fibras possuem pouca mielina, com sua velocidade média-baixa de condução de potenciais de ação em torno de 20 m/s. Essas vias possuem sensibilidade para estímulos mecânicos e/ou térmicos. Havendo potencial de ação nas extremidades dos terminais livres do receptor, as salvas de potencial de ação são disparadas por estas fibras, que são vias aferentes a se deslocar em direção do sistema nervoso central.

O caminho da dor lenta é mais complexo. Geralmente a dor está associada a uma ruptura da pele em que muitos fenômenos podem ser percebidos. Entre eles sangramento, anóxia do tecido nutrido pelos vasos que se romperam, inchaço, inflamação, pulsão, coagulação, ...

Lent explica que a liberação de sangue é desencadea sobre a superfície da pele hemácias (células vermelhas) e glóbulos brancos conhecidos como leucócitos, mastócitos capazes de secretar substâncias algogênicas (aquelas que provocam dor: serotonina – 5HT e a histamina). A pele lesada também libera peptídeo bradicinina e outras substâncias irritantes, tais como derivados de ácido araquidônico (protaglandinas), também algogênicas que estão num sistema de potenciação da dor.

As terminações nervosas para reações lentas são organizadas por fibras do tipo C. Que são finas, sem mielina e com baixa velocidade de condução de potenciais de ação.

O material perfurante e o material químico liberado pela lesão ou inflamação, ativam ou sensibilizam os nociceptores do tipo C, geralmente polimodais (sensíveis a mais de um tipo de estímulos). A despolarização dos potenciais de repouso aproxima o limiar de disparo de potenciais de ação, que conforme Lent, faz com que um estímulo inócuo faça ativar a sensação de dor.

Uma região inflamada desperta a hiperalgesia, gerando uma espinha ou furúnculo, ou em uma pele mais grossa. A dor decorre de uma sensibilização dos receptores moleculares nos terminais sensitivos (sensibilização periférica) ou dos receptores da região dorsal da medula (sensibilização central).

Lent explica que a sensibilização periférica resulta da ação aditiva dos estímulos termoalgésicos e das substâncias liberadas pela reação inflamatória. Cada um dos estímulos de natureza variada, provocam a abertura de diferentes canais iônicos, no qual gera o potencial receptivo que ativa as salvas de potenciais de ação, para a condução seguinte ao sistema nervoso central.

O efeito da despolarização dos neurônios por meio das sinapses libera substâncias secretadas que provocam a sensação de dor. Essas substâncias são prostaglandinas e neuropeptídios que fazem ação de vasodilatação local que resulta em inflamação neurogênica.

A aspirina, neste sistema inibe a enzima ciclo-oxigenase, que é responsável por sintetizar prostaglandinas. Esses impulsos são desencadeados em uma baixa velocidade de condução de impulsos nervosos sobre as fibras C e, conforme Lent, a reação inflamatória que se segue à lesão do tecido sinaliza uma resposta lenta para a dor.

Uma indução de dor por estímulos considerados inócuos pelo organismo, que por vezes pode não haver inflamação periférica é um fenômeno conhecido como alodínia, para a sensibilidade central.

A cicatrização provoca o declínio das funções que despertam a sensibilidade à dor, porque o limiar da dor retorna aos níveis anteriores à lesão.

A lesão, no caso da diabetes, AIDS, esclerose múltipla, alguns acidentes vasculares (dor neuropática), experiência dolorosa crônica; os próprios neurônios nociceptivos são atingidos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [107] – Uma Alfinetada nas Velhas Teorias da Dor**

Mas o que é dor? O que um beliscão desperta como sensação capaz de provocar a dor? A dor é seletiva, determinadas regiões do corpo são mais propícias a sua manifestação por concentrarem mais nociceptores em torno de sua periferia. Esse é o conhecimento que a Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Suzana Herculano-Houzel deixa à tona como fruto de seu esforço em catalogar os mecanismos de reprodução da dor.

Seria a dor uma punição divina a um indivíduo, que correspondesse a uma infração por uma conduta não permitida? Assim, se acreditava os povos da antiguidade.

A dor deixou de ter meramente conotação espiritual depois do século 5 a. C. quando o filósofo grego Demócrito (ca. 460 a 370 a. C. manifestou um conhecimento que os objetos emitiam átomos que agiam em interação com os átomos da alma, sendo a visão de Aristóteles bastante parecida.

O foco dos ensinamentos de Aristóteles partia da influência do coração sobre o corpo. Então a emanação que induzia a dor havia uma relação, segundo o seu parecer com os vasos sanguíneos que detinham maior quantidade de material sanguíneo em seu interior. Assim, o sentido era despertado a partir das impressões emanadas dos objetos sensíveis a percepção das interligações que chegavam até o coração.

No século II, o médico romano Galeno (130 a 200) argumentava que a dor era gerada pela irritação, que era responsável por canalizar uma impressão sobre os nervos macios, abaixo da pele, das feições dos objetos externos.

Não se conhecia naquela época nada sobre a diferenciação dos sensores do corpo, os receptores, e esta ampliação de conhecimento começou a ganhar forças a partir do século XIX, sob a forma de visualização de pontos que eram responsáveis para canalização de frio e pressão, distintos segundo o tipo de estímulo.

Friedrich Kiesow (1858 a 1940) estudou pontos do corpo humano que não tinham sensibilidade para a dor, mas que tinham sensibilidade para o toque chegando a conclusão que existiam mecanismos diferenciados para estímulos diferentes.

A sensibilidade a dor, intuiu Kiesow corresponde às concentrações de receptores específicos conforme a área de um organismo vivo.

Max von Frey (1852 a 1932) associou a dor as terminações nervosas livres na pele, tornando a dor uma submodalidade sensorial dos sentidos.

Hoje, o aspecto punitivo da vida se vincula ao cógnito dos indivíduos de praticamente todas as sociedades humanas, mesmo sendo sua função uma eficiente forma de integração da conservação do corpo, longe de ser um castigo, mas uma condição que limita o risco de perda da integridade da vida.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [108] – Vias Ascendentes e Mecanismos Centrais da Dor**

Através da transdução, salvas de potenciais de ação são geradas a partir de estímulos químicos, mecânicos ou térmicos desencadeados sobre os nociceptores. Para este processo são utilizadas fibras Aσ e C como nervos periféricos que penetram na medula pelos nervos espinhais e no tronco encefálico como por exemplo, este último, através do trigêmeo. As fibras entram pelo nervo dorsal ramificando em ramos ascendentes e descendentes que penetram no corno dorsal nos segmentos medulares.

O baixo poder de localização da dor remete a complexidade com que as fibras nociceptivas se segmentam. Os corpos neurais de transmissão da dor estão localizados nos gânglios espinhais e no gânglio trigêmeo, como submodalidades somestésicas.

Em várias lâminas do corno dorsal da medula e do núcleo espinhal do trigêmeo localizam-se os neurônios de segunda ordem, capazes de gerar sinapses excitatórias dos aferentes de primeira ordem e outras codificações da vizinhança. Que conjugados integram o sistema que desperta a sensação de dor.

Muitos aferentes primários da dor, pontua Lent, fazem sinapses especificamente com neurônios da lâmina 1 da medula, no corno dorsal, integrando o sistema somestésico interoceptivo.

Os axônios dos neurônios de segunda ordem cruzam o lado oposto dentro da medula nos segmentos que entram os aferentes primários incorporando aos feixes espinotalâmicos na medula pela coluna anterolateral, estas por sua vez, transportam fibras do tato e fibras da termosenssibilidade.

Lent complementa que os feixes espinotalâmicos ascendem por toda a medula até o tronco encefálico, onde se encontram com fibras nociceptivas de segunda ordem no núcleo espinhal do trigêmeo formando o lemnisco espinhal.

No trecho biológico descrito no parágrafo anterior, as fibras de dor rápida (Aσ) e de dor lenta (C) não estão separadas o que não impede a sua classificação distinta em: neospinotalâmico ou espinotalâmico lateral (dor rápida); e, leospinotalâmico ou espinotalâmico medial (dor lenta).

Algumas fibras do sistema nociceptivo terminam em regiões do tronco encefálico, na formação do núcleo reticular, núcleo parabraquial e grísea periaquedutal, no quais as reações comportamentais costumam a ser desencadeadas, além das fisiológicas à dor.

O núcleo talâmico posterior e o núcleo talâmico ventral posterior se encarregam dos impulsos da dor rápida, condicionados ao funcionamento dos neurônios de terceira ordem, ondem os axônios atingem as áreas S1 e S2.

Lent sugere a existência de uma via direta para a dor a partir deste sistema por meio de três neurônios e duas sinapses antes do córtex. É muito importante esta colocação de Lent porque sinaliza o aspecto determinante para a localização da dor, onde se pode construir e identificar uma correlação entre estímulo e localização espacial (extensão da pele acionada).

Assim, a dor rápida é um importante instrumento para afastar uma pessoa de uma zona ou ação limítrofe cujo estímulo desencadeado é nocivo para o organismo.

Na dor lenta o estímulo nocivo para, mas seus efeitos perduram por uma certa medida temporal dificultando uma localização precisa, porque se movimenta em ondas reativas de sensações corporais de dor. Internamente, muitas variações de reações orgânicas ocorrem neste processo, além de reflexos de retirada, geralmente observados em episódios onde se manifesta uma dor rápida. O interno, na forma de cógnito pode manifestar na dor lenta o sofrimento.

Após o acesso à dor lenta, seus efeitos não cedem enquanto o efeito direto da proporção do estímulo aplicado não for integralmente absorvido. O processo inflamatório passa a amplificar a dor sinalizando alterações cardíacas, alteração do ritmo respiratório, sudorese, mal-estar, alterações digestivas, e talvez um intenso sofrimento.

A dor se espalha sobre o corpo, por isto a localização de onde se parte o estímulo é desconhecida, ou se encontra dificuldades para uma organização do tratamento.

Lent adverte que na angina do peito ou na dor do infarto, por exemplo, é comum a dor no braço ou no estômago. Um cálculo biliar provoca dor no abdome e no alto das costas. Esse efeito transacional da dor é conhecido por dor referida.

Na dor referida ocorre uma difusão e indistinção dos mecanismos que gerem ou formam a dor visceral. A dor visceral possui vários trajetos. Um deles acompanha a via anterolateral, e outra via recém descoberta está na região mediana do H medular, onde esta última traz axônios posicionados na coluna dorsal.

Já os axônios que conduzem a dor das vísceras abdominais ocupam um fascículo no plano da medula dorsal, e, os aferentes cujo vínculo é a dor das vísceras torácicas são encaminhadas pelo septo entre os fascículos grácil e cuneiforme. Os pacientes com câncer abdominal são submetidos a processos cirúrgicos a partir desta informação cuja intervenção sugere ao médico interromper o fascículo mediado da coluna dorsal a fim de aliviar a dor extrema.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [109] – A Dor é Controlável, segundo Lent?**

O contexto psicológico e social afeta a percepção da dor, bem como, fatores de intensidade correlacionados a sua manifestação. Um exemplo clássico em que Lent torna evidente este ensinamento é a manifestação da dor em soldados feridos em um front de batalha. Onde a motivação de lutar, fatores psicológicos como a expectativa, medo, perda, frustração e ansiedade atenuam ou ampliam a experiência dolorosa. Observa-se neste contexto de guerra que o efeito modal é a atenuação da sensação dor, devido ao grau elevado de ocupação mental necessário para a sobrevivência que não deixa o soldado associar-se a percepção da dor. O que não significa que ele seja inexistente, apenas não foi racionada pelo soldado.

Nos casos de acidente doméstico, os fatores psicológicos e sociais são canalizados para a afetação de um indivíduo em associação com o estímulo nocivo, onde sua consciência se afasta do seu padrão de comportamento social, para cuidar do fator nocivo que é prejudicial para a sua existência ou manutenção. Neste segundo caso o deslocamento sensorial sinaliza para a ampliação da percepção da sensação de dor.

Porém, é importante estabelecer que tais contextos não são essenciais para determinar se a dor será incorporada as funções psicológicas de um indivíduo ou não. Existem muitas ressalvas e outros fatores condicionantes que podem ser colocados em um modelo de comportamento sensorial.

No efeito placebo uma âncora é administrada a um paciente, no qual ela não possui efeito ou relação direta com uma sensação de dor. Como, por exemplo, uma pomada que não irá gerar refrescor na região lesada, mas que sua aplicação, é suficiente para sugerir para os mecanismos inconscientes do cérebro humano, que uma medida reparadora fora aplicada, e que, portanto, a área cerebral ativa para manifestar que a sensação de dor deve ser desativada para que o funcionamento de rotina seja desempenhado dentro de outros condicionantes ambientais, e não mais ao represamento da dor. Assim, o efeito placebo é um sinalizador de sugestão de efeito cognitivo capaz de abrir ou fechar comportas cerebrais.

Os mecanismos analgésicos endógenos dos seres humanos constitui em um sistema de conexões neurais conectadas às vias aferentes nociceptivas capazes de modular ou bloquear a passagem das informações de dor, no trajeto ascendente em direção ao córtex cerebral.

O primeiro mecanismo atua na entrada das fibras nociceptivas na medula onde as sinapses que abastecem os neurônios de segunda ordem ficam localizadas no corno dorsal. Outros mecanismos auxiliares estão distribuídos ao longo deste processo e recebem também sinapses inibitórias de interneurônios, em que estão presentes as fibras Aβ que vinculam as informações táteis.

O circuito intramedular que gera impulsos táteis ao serem canalizados na medula, como também os impulsos dolorosos podem inibir a transmissão sináptica entre o neurônio de primeira e segunda ordem.

Ronald Melzack e Patrick Wall propuseram a teoria da comporta da dor, no qual sugere que existem passagens que devem ser abertas para a canalização da dor, isto é, sinapses inibitórias que abrem e fecham em determinadas condições.

Outras vias descendentes moduladoras da dor cuja origem é o córtex somestésico e no hipotálamo, projeta-se pela região mesencéfálica em torno do aqueduto cerebral, conhecida como substância cinzenta ou grisea periaquedutal. A projeção passa a se estender para os núcleos bulbares, como o: núcleo parabranquial e os núcleos da rafe. O trajeto segue para o corno dorsal da medula.

Lent explica que a estimulação elétrica ou farmacológica experimental desses núcleos inibe a transmissão sináptica nociceptiva na medula, provocando o bloqueio da dor.

A descoberta dos peptídeos opioides foi um grande avanço para esclarecer os mecanismos analgésicos endógenos e seus efeitos. Estudos concentrados em torno da morfina (planta papoula) parente genealógico do ópio foi o campo de abertura para os seus efeitos analgésicos e euforizantes na geração de drogas ministradas pelos médicos.

O estudo da morfina foi possível identificar componentes opioides, tais como: encefalinas, endorfinas e dinorfinas. Todas possuem peso molecular diferenciados e compartilham uma mesma sequência de aminoácidos com ação analgésica. Todos os peptídeos são encontrados na substância cinzenta periaquedutal, nos núcleos da rafe e no corno dorsal da medula. Eles exercem funções moduladoras bloqueando a liberação de neurotransmissor excitatório pelo terminal pré-sináptico para hiperpolarizar a membrana pós-sináptica.

A dor que sentimos pode ser controlada através da razão, pela influência do córtex cerebral e pela emoção pela influência do hipotálamo. Tudo isto para corrigir os fatores evasivos e nocivos que um ser humano tem contato num modelo compartilhado de existência ambiental.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [110] – O que é Coceira?**

O prurido, ou seja, a coceira acompanha animais e os seres humanos em suas necessidades de higienização e conservação dos corpos. Em homens é comum a identificação da coceira através do esfregão sacal percebido muitas vezes como falta de asseio, ou tentativa de excitação ganhando o repúdio social, principalmente das mulheres que se sentem enojadas ao ter os seus olhos orientados para as partes íntimas dos machos.

A dor e a coceira possuem similaridades. A coceira é uma manifestação específica da pele e nas mucosas, enquanto a dor é uma sensação de manifestação mais profunda.

Na mucosa pode provocar espirros, pequenas lesões, pigarros e tosses. Enquanto a coceira aproxima mãos e pês das partes irritadas, a dor provoca uma tentativa de afastamento de um estímulo inócuo na área afetada. A coceira aproxima o movimento que faz o indivíduo fragmentar a sensação “indigesta” por meio do atrito que incidirá sobre a pele o contraestímulo que irá provocar o alívio que retirará a pessoa do conflito de canalizar a sua atenção e foco para a área afetada. Talvez o medo que o incômodo se alastre provoca a intervenção humana sobre a região afetada na forma de uma ranhura com os dedos, por exemplo.

O comportamento que envolver a dor também é condicionado pela busca do alívio, porém se administra este alívio com um certo afastamento, isolamento e reparação da área afetada, enquanto o comportamento da coceira, aproxima o tato, pelo contato ao esfregar a área crítica que sinaliza um distúrbio sensorial.

Coçar dá prazer, a dor gera desprazer. O prazer no comportamento da dor é sentido apenas após a correção de seu efeito quando o alívio é desencadeado. Enquanto a coceira o prazer é evidente no ato de espalhar o efeito do estímulo por sobre a pele.

Coçar pode provocar abrasão (cor avermelhada), arranhões, sangramento, pequenas rupturas da pele, acentuação da irritação, sangramento e irritação. Além de fatores psicológicos, como irritabilidade, libido, frescor, relaxamento e anestesia local (alívio).

As fibras da coceira e da dor são as do tipo Aσ e C. As vias centrais são parecidas. Na coceira a bradicinina é uma substância algogênica mais potente, e a histamina tem efeito pruritogênico maior. Assim, se concluiu pela existência de pruritoceptores, no qual o prurido era provocado pela liberação de histamina.

A histamina libera os mastócitos, conforme Lent, que entram nos tecidos durante episódios de sangramento local, ou, pelo extravasamento de plasma que causa uma reação alergênica.

Os pruritoceptores usam as fibras Aσ e C e expressão receptores moleculares histaminérgicos. Existem outros mediadores para a coceira, como por exemplo, o fator de crescimento neural ou NGF, a substância P, células do sistema imunológico, ...

Assim como na dor, as fibras aferentes da coceira partem de neurônios ganglionares espinhais por processos distintos. A coceira responde a estímulos químicos e fracamente a estímulos mecânicos e térmicos. Neurônios de segunda ordem estabelecem sinapses a partir da medula, nas lâminas superficiais do corno dorsal que os axônios ascendem pelos feixes espinotalâmicos. As áreas S1, córtex da ínsula do sistema interoceptivo, o córtex cingulado anterior (aspectos afetivos e emocionais) e as regiões motoras que organizam o coçar: conforme Lent.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [111] – O Sistema Interoceptivo: Como Você se Sente?**

Uma forma de se trabalhar com a percepção é a identificação consciente de diferentes tipos de percepção no qual é possível trabalhar com microconceitos, ou frações de algo estabelecido que possa identificar uma conexão para com o mundo ao nosso redor.

Esses elementos identificáveis e retidos servem para expressar alguma forma de conexão a um ente externo que possa ser mensurável, assim, se um indivíduo apresenta sua pele trêmula, este estímulo capturado como uma sensação de frio, irá despertar como estímulo dentro do cógnito de um indivíduo uma conexão de sua consciência superior com algum aspecto subjetivo integrado ao seu conceito de “Resfriamento” levando-o a inflexão do pensamento que conduzirá a resposta mais adequada para corresponder a sua necessidade de preservação frente ao ambiente, como por exemplo colocar um agasalho com o intuito de se proteger da temperatura geradora de incômodo.

Então a somestesia funde todas as submodalidades que em um dado momento foi possível um comportamento manifestar, capaz de influenciar as emoções, a razão, o humor e o inconsciente. William James (1842 a 1910) e Charles Sherrington (1857 a 1952) formam os cunhadores do termo que significava o conhecimento sobre a somestesia.

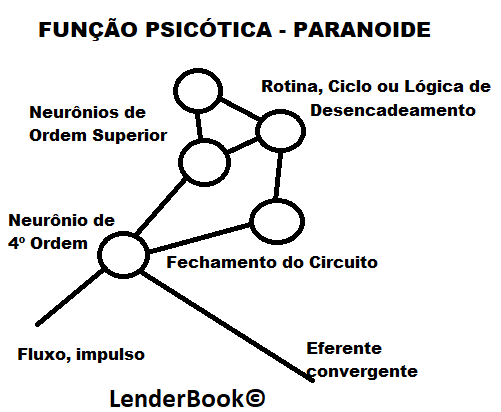
Esse sistema é bastante abrangente e é profundamente dependente das fibras do tipo Aσ e C, ele é capaz de somatizar as sensações termoalgésicas, aspectos discriminativos do tato e coceira, informações metabólicas dos tecidos, informações sobre rupturas celulares, introdução de parasitas na pele, estados inflamatórios, e, níveis de moléculas imunitárias e hormonais.

Praticamente muitas das fibras deste eixo de informações confluem para a lâmina 1 (50% das vias ascendentes encaminhadas ao tronco encefálico e ao tálamo) do corno dorsal H medular, que faz parte da primeira estação sináptica do sistema interoceptivo, onde se localizam muitos neurônios de segunda ordem.

Lent aprofunda que as fibras originárias da lâmina I cruzam a linha média nos vários segmentos medulares e ascendem através da coluna anterolateral ocupando os feixes espinotalâmicos (literalmente conforme o seu livro). Ramos podem ser emitidos pelo caminho para diversos núcleos do tronco encefálico, recebendo informações adicionais das vísceras digestivas.

As fibras da lâmina 1, no tálamo, terminam no núcleo ventral medial, o núcleo recebe as estações sinápticas do tronco encefálico, para ter como alvo o córtex insular dorsal que se comunica com uma região que “desperta” a emoção conhecida como o córtex cingulado anterior.

Através das terminações livres situadas na pele e nos órgãos, o efeito somestésico pode ser gerado, interligando aspectos submodais capazes de um indivíduo represar informações a respeito da temperatura, pressão, umidade, dor, coceira, prazer sexual, nojo, raiva, respostas corporais e comportamentos específicos. E a comparação dos diferenciais de tais elementos submodais indicar uma particularidade do comportamento em que o estímulo-resposta deve guiar a vontade de um indivíduo para posicioná-lo frente as demandas ambientais.



**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [112] – Os Sons do Mundo**

A percepção do som, em animais e no homem, é despertada a partir de uma modalidade conhecida como audição. Graças a esta catalogação de estímulo é possível perceber elementos distantes fornecendo uma vantagem relativa na identificação de estímulos.

As interrelações entre objetos podem provocar manifestações de contato, descritas como atrito cujas vibrações que se propagam atmosfericamente. Dependendo da faixa de frequência em que as ondas sonoras se deslocam, os receptores da audição tornam-se aptos para coletar a influência encaminhada a partir do meio físico.

Lent deixa claro que este processo requer órgão receptor capaz de transformar os estímulos em um movimento bioelétrico para processamento no sistema auditivo.

As frequências que o sistema auditivo é capaz de captar variam de 20 Hz e 20 k Hz e intensidades entre 0 e 120 dB. Para um leigo de física frequência é um deslocamento na linha do tempo de um pulso. E intensidade é o quão repetitivo é um ciclo de pulsos em uma métrica de segmento temporal.

Os receptores da audição recebem o nome de células estereociliadas presentes no ouvido interno, na região da cóclea. Os neurônios bipolares formam fibras aferentes contidas no gânglio espiral, onde o nervo auditivo forma o oitavo nervo craniano.

Existem três conjuntos de áreas corticais auditivas: o giro temporal superior; a região central (área auditiva primária A1 e o cinturão auditivo); e, o paracinturão auditivo.

A correlação entre: amplitude da onda sonora; amplitude da vibração da membrana basilar; a amplitude do potencial receptor; a frequência de potenciais de ações das fibras auditivas; número de elementos recrutados no processo; formam, **a discriminação da intensidade** sonora num modelo de análise multidimensional.

Já **os tons** são gerados a partir da correlação entre: a frequência da onda sonora; a frequência da vibração basilar; a área de propagação da vibração basilar; a frequência do potencial receptor; e, a frequência das descargas de potenciais de ação nas fibras auditivas.

**O timbre**, na percepção de ondas complexas, de composição harmônica, é obtido pela correlação da membrana basilar, e, a frequência de propagação sobre os núcleos subcorticais tonotópicos.

A submodalidade da **localização espacial dos sons**, que permite pontuar sons por um reflexo de origem, de posição horizontal e vertical e obtido graças a correlação da intensidade da informação sonora que chega no complexo olivar superior nos dois ouvidos, a detecção de diferenças de tempo, a detecção de diferenças de intensidade da informação sonora; e, a propagação de diferentes reflexões no pavilhão auricular.

A compreensão da fala depende das áreas corticais auditivas cujas submodalidades foram estudadas nos parágrafos anteriores. As áreas associativas são fundamentais para este sistema, em especial a área de Wernicke, que é apontada como região associada à compreensão linguística verbal.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [113] – O Que é o Som? Da Física à Psicologia**

A primeira modalidade do sentir que surgiu a partir do desenvolvimento da evolução nos animais foi a somestesia. Nos seres unicelulares se apresentava de forma rudimentar e evoluiu para complexos tipos de sistemas nervosos. A necessidade de detecção de movimentos nocivos nas proximidades tornou necessário a evolução no sentido de percepção da distância. No quais dois grandes eixos se desenvolveram em muitos animais: a percepção da propagação e a percepção do posicionamento-forma.

A ampliação da vantagem adaptativa surgiu, dentro do foco do parágrafo anterior, através da audição e da visão. Pela reflexão dos objetos através propagação eletromagnética do efeito da luz sobre as propriedades dos corpos gerou-se o gradiente de estímulos em que fotorreceptores se especializaram na coleta de informações de frequência de sinais. A segunda, os mecanorreceptores da audição se especializaram na coleta de vibrações direcionais, nos qual fosse possível observar o que estava orientado numa fração de distanciamento de si para outro corpo passando a perceber as frequências que se propagavam como uma impressão pictórica sobre os elementos atmosféricos na forma de uma vibração que se podia coletar propriedades específicas fornecendo informações valiosíssimas sobre outros corpos no habitat.

Mas o que é o som? Lent expõe um conceito sintético bastante apreciado no meio físico explicitando **a audição como** **a capacidade de perceber os sons**. Sendo o som as vibrações de ar perceptíveis, e que podem ser catalogadas pelos mecanorreceptores. Porém o som é uma medida relativa para cada espécie, em que fatores de evolução condicionaram a percepção de uma ou outra, em faixas mais ou menos elásticas de captura das ondulações de frequência sonora ou audíveis.

O homem desenvolveu equipamentos de captura e expansão sonora imitando o conceito audível, a invenção mais expressiva sem dúvida é o autofalante, que percebe deslocando sobre um material leve, para frente e para trás coordenado pelas variações eletromagnéticas que chegam através de uma bobina cujo efeito interativo com a caixa do alto-falante é a vibração como uma organização de um efeito vibratório do pulso de energia. Lent sintetiza a frase anterior da seguinte forma: **é um deslocamento do cone que provoca também o deslocamento das partículas e moléculas que constituem o ar**. Pode-se supor que é uma impressão pictórica do campo eletromagnético sobre a estrutura do cone que é fina e de material sensível às emanações eletromagnéticas da bobina.

O deslocamento do cone do autofalante aciona fracionamentos de correntes de ar, que se propagam na direção de expansão do evento sonoro. O retorno do cone na posição de descanso, gera a diferenciação do gradiente anteriormente propagado, sendo possível a produção de um código (pulso) que se propaga pela corrente atmosférica através da compressão do ar atmosférico. As ondas sonoras, conforme combinadas são percebidas através de distintas propagações de ruídos, que quando organizados pelo ouvido humano pode trazer informações sinfônicas harmônicas ou saturadas.

A velocidade do autofalante propaga uma média de 340 m/s, ou seja, 1.224 km/h. Um campo vibracional da bobina altamente expansivo e retrátil em um único segundo pode gerar uma infinidade de combinações de sons audíveis.

O autofalante convencional se propaga em linha reta, porém já existem experimentos de autofalantes que se propagam para todas as direções, possibilitando a impressão de sons multidirecionais.

Porém, autofalantes não são as únicas vias em que é possível propagar sons pela corrente atmosférica. Os instrumentos musicais também são especializados na propagação sonora, através do atrito em que um fluxo de ar interrompe a passagem atmosférica permitindo a uma impressão sobre o próprio ar em expansão da vibração pelo ambiente atmosférico.

A voz humana é formada a partir de uma combinação de sopros e impulsos de uma corrente de ar que se projeta ao expandir por sobre o eixo de abertura da boca para com a atmosfera. Isto apenas é possível graças ao controle das emanações de ar que passam pelas cordas vocais em combinação com o fluxo de ar das vias respiratórias, pode-se dizer que este mecanismo é um “instrumento musical” de grande perfeição e habilidades diferenciais.

Objetos que sofrem impactos com outros objetos também produzem efeitos sonoros, porque o atrito desencadeia efeito vibratório.

As **ondas sonoras** são a representação das vibrações periódicas de ar. Esse coletivo sintetiza tudo aquilo que possa ser percebível como audível. Pode-se pensar em ondas também como movimentos oscilatórios de partículas ou fontes de energia que se propagam numa direção que podem ser para melhor compreensão**: transversais e longitudinais**.

Nas ondas transversais as partículas vibram em direção perpendicular à sua propagação (formação de ondulação de corda). Nas ondas longitudinais a propagação possui a mesma direção (formação de aro).

Através do som é possível perceber tons, ritmos, timbres,... Os sons são formados por oscilações complexas. Os tons puros são senoides perfeitas, praticamente impossíveis de serem registrados no habitat, apenas através de potentes instrumentos mecânico-computacionais.

A amplitude é a altura da curva senoidal os tons puros. Ela tem a característica laboratorial de representar uma densidade de partículas para cada movimento. Quando possui maior compressão sua altura é máxima, quando possui menor compressão sua altura é mínima nos momentos de maior descompressão. As ondas sonoras neste modelo de pureza se propagem na forma de ciclos contínuos gerando variações de amplitude. A quantidade de energia de um pico sonoro é de carga mais elevada. A expansão da amplitude indica um aumento na intensidade do som originário da propagação.

O decibel (dB) é uma medida que representa a percepção de uma vantagem de poder representar uma grande faixa de variação de energia, conforme descrito por Lent. Possui uma base logarítmica e adimensional.

A frequência é uma velocidade de propagação de ondas sonoras através de uma métrica temporal, sua medida é fornecida em hertz (Hz) equivalente a um ciclo por segundo. Lent desperta o conhecimento que a mudança da frequência gera uma percepção de mudança de tom, como se uma nota saísse do dó, para o ré, ou para o mi, ou para o fá, ou para sol, ou para o lá, ou si, ... ou dó (de oitava superior). E assim continuamente, ...

Os sons da partitura são grandezas escalares de intervalos determinados cujas percepções podem variar de acordo com a cultura e época histórica de cada agrupamento. A sensação transmitida por um instrumento musical, independente ao tipo, numa partitura, desperta na memória o mesmo tom gerado como uma grandeza escalar.

Quando dois sons são aglutinados o resultado é a adição sobre a amplitude do sinal, mas a faixa de frequência não será alterada (tendência reforçadora). Neste caso mais de um som acoplado é dito se encontrar dentro da mesma fase de frequência (é uma relação de tempo entre duas ou mais ondas). Porque o autofalante tenderá a ser mais reativo aos movimentos vibracionais.

Se duas forças (efeitos vibracionais) forem aplicadas de mesma amplitude numa tendência inibidora ocorrerá a anulação da onda de propagação. Porque o autofalante não irá captar efeito vibracional.

Se duas forças (efeitos vibracionais) foram aplicadas de amplitudes aglutinadoras numa tendência aditiva o som produzido terá uma amplitude menor. Porque o autofalante tenderá a se mover menos gerando menos efeitos audíveis.

A complexidade sonora pode ser obtida através de processos aglutinadores e aditivos que não seja no meio de um ciclo. Esta informação é útil para se reunir uma composição musical em que vários instrumentos contribuem com informações perceptivas nas vibrações simultâneas.

O timbre representa a repercussão da complexidade da composição de ondas, de sons numa faixa de vibração sonora. Isto torna evidente a diferenciação de uma harpa e um violino dentro do mesmo tom em que o espectro audível é desencadeado pelos instrumentos.

Dentro do tom existe uma **frequência fundamental** que é comum a diferentes instrumentos que representam a mesma característica de uma nota musical, que a torna possível ser identificada dentro da mesma faixa vibracional. Assim, o timbre de uma flauta difere do timbre de um violão.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [114] – O Som como Forma de Percepção: As Submodalidades Auditivas**

Para a compreensão das submodalidades da audição é necessário fracionar, mitigar e digredir diversas componentes físicas. Áreas corticais específicas são responsáveis cada quais a um tipo de represamento ou apreensão de uma submodalidade auditiva.

O ouvido humano, através de seu sistema auditivo percebe sons que variam da faixa de 20 a 20.000 Hz. Esta faixa perceptiva é conhecida como **espectro audível**. O modelo adaptativo da fala fez com que sua gestão passasse a ser percebida e compreendida apenas dentro do espectro audível.

A coleta de informações mecânicas-computacionais do espectro audível é fornecida através de um teste conhecido como audiograma. Ele é capaz de definir o padrão médio característico dos seres humanos, as perdas e vantagens auditivas, causadas por doenças, traumatismos, acomodação, exercícios e repetição.

O audiograma tem como padrão de referência um limiar de audibilidade, ou, limiar de sensibilidade auditiva. O conceito anterior carrega como definição a intensidade mínima do som de uma certa frequência que gera capacidade auditiva.

O aparelho gera tons puros, através de um instrumento eletrônico, que permite a variação de volume. No teste perceptivo, uma pessoa fica isolada com o som de referência, em que deverá manifestar a percepção ou não do tom sugerido como espectro audível. A percepção é sinalizada através de um demarcador que o ouvinte manifestar estar percebendo o tom projetado pelo instrumento. No qual se constrói um mapa onde estudos estatísticos conseguem sinalizar qual o nível de audição o indivíduo encontra-se apto a perceber o espetro sonoro.

Sons que são lançados pelo equipamento não são registrados quando o respondente não sinaliza a apreensão da informação.

Este ponto onde o mínimo absoluto da manifestação do indivíduo dentro do teste representa o limiar de audibilidade onde esta pessoa consegue perceber o mínimo som representado pela manifestação do tom através deste experimento.

Existe uma tendência do limiar elevado, que a sensibilidade seja mais baixa nos extremos do espectro; e, no mais baixo limiar (2 kHz), maior se configura a sensibilidade. Observa-se em idosos que a sensibilidade para altas frequências é reduzida. Ocorre neste caso o estreitamento do limiar audível e as frequências superiores a 810 kHz deixam de serem percebidas.

A exposição excessiva de um tom grave por exemplo, pode proporcionar a perda gradativa a sensibilidade às baixas frequências.

A quantidade de energia contida num som é medida pelo sistema auditivo. Esta informação é fundamental para medir a intensidade e volume sonoros. As diferenças de carga, que transportam energia, podem variar numa faixa de 1 trilhão de vezes.

Porém o som não apresenta uma medida estática, mas se pode utilizar uma fotografia para se perceber um determinado instante, ou momento. Por ser uma estrutura altamente dinâmica, de realização contínua, sugere variações sobre a amplitude das vibrações sonoras incidentes.

O som é considerado forte ou fraco quando mais marcante for a correlação com uma medida de precisão, isto irá indicar uma fração de intensidade para uma taxa mais ou menos concentrada de percepção do espectro sonoro.

Estudando a **discriminação tonal**, aquela que é possível denotar diferenças entre diversos tons, sobre o espectro audível, entre 20 Hz e 20 kHz, no caso da espécie humana, nos permitem diferenciar o espectro a partir de variações de tons; sendo o caso particular da música a percepção de acordes e notas musicais.

Nem todo ser humano tem potencial para ter seu espectro audível delimitado entre as faixas de 20 Hz e 20 kHz, este dado é apenas um parâmetro modal observado em laboratório, que pode ser alterado pelas influências do meio e as influencias adaptativas-tecnológicas que levam os indivíduos a se adequarem as novas demandas ambientais.

Já a identificação dos timbres de tons, que é a percepção das variações dentro de cada tom, como visto antes, a diferenciação do ”Mi“ para dois ou mais tipos de instrumentações diferentes, pelo sistema auditivo, irá sinalizar para o Sistema Nervoso Central um movimento de percepção fino que permite a um indivíduo adquirir maior segurança quanto a natureza do estímulo, repassando novas informações que lhe permitem a identificação de diversos objetos situados à margem, na circunferência do contexto onde o indivíduo promove a ação.

Na composição harmônica, considerada atualmente a submodalidade mais complexa (2012), é um processo de integração de um trecho do comprimento audível. No qual cada tom, timbre, intensidade de som, ... é transformado em um padrão onde é reconhecido unidades conceituais que adquirem a expressão de um objeto dimensional, onde está representado um conhecimento inserido dentro de aspectos audíveis. Essa capacidade de juntar informações permite dotar um indivíduo de precisão e acurácia, na sua estrutura de decisão em perseguir ou não o espectro audível. Assim, uma música represa impressões que o “poeta musical” encaminha sua escuta através de acordes, onde é capaz de sinalizar uma linguagem sinfônica onde fragmentos de frequência integrais indiquem movimentos de luta, fuga, acasalamento, apaziguamento, inspiração, desejo, amor, retenção, ... que uma vez armazenados no cérebro serem de sinalizadores quando assim a urgência ambiental sinalizar a necessidade de uma ação ser integralmente iniciada.

Na localização espacial de sons, que é a submodalidade que conecta a composição harmônica aos referenciais do espaço físico, consiste na identificação do espaço onde as fontes sonoras se situam. A orientação espacial dos sons possui coordenadas verticais e horizontais.

A percepção musical parte de uma integração da composição harmônica com uma integração da localização espacial dos sons, por ser mais complexa ela gera um enquadramento da leitura musical sobre o contexto do indivíduo onde está sendo projetado suas ações.

A percepção da fala parte de uma integração da composição harmônica, da localização espacial, das variações no sentido de organização dinâmica com que os tons são produzidos, e a lógica em que um sentido interno se projeta em direção ao ambiente.

A poluição sonora é uma externalidade causada pelo excedente de sons dentro das faixas do espectro audível que geram incômodo para o desenvolvimento de outras atividades.

Um (1) B (Bel) equivale a um deslocamento de forças da ordem de 10-12 W/m2. Outro dado importante é que o ouvido humano em média não é capaz de perceber 0,1 B de diferença, observando dois sons nesta proximidade como a continuação do mesmo som projetado sobre o ambiente. Já o decibel (DB) é uma medida que já traz a informação de reserva adicional na percepção do som, que torna desnecessário a representação do número na forma fracionária, em que as unidades carregam dentro de sua formação a evidência de diferenciação e de diferença entre diferentes tons.

Lent listou alguns exemplos de intensidades sonoras em que um ambiente, um indivíduo, pode perceber em comprometer o seu equilíbrio interno: Limiar de dor (130 dB; 10 W/m2); Show de rock (120 dB; 1 W/m2) ; Britadeira de rua (100 dB; 0,01 W/m2); Rua com muito trânsito (80 dB; 10-4 W/m2); Estações e aeroportos (60 dB; 10-6 W/m2); Grande loja (50 dB; 10-7 W/m2); Auditório cheio (40 dB; 10-8 W/m2); Igreja vazia (20 dB; 10-10 W/m2); Limite de audibilidade (referência) (0 dB; 10-12 W/m2).

A submodalidae de **determinação de intensidade** possui o correlato físico a amplitude e seu mecanismo neural é a amplitude de vibração de membrana basilar e número de fibras auditivas recrutadas.

A submodalidade de **discriminação tonal** tem como correlato físico a frequência e o seu mecanismo neural é a sincronia de fase e tonotopia em todo o sistema auditivo.

A submodalidade de **identificação do timbre** possui como correlato a composição harmônica e seu mecanismo neural é o padrão de vibração e análise de Fourier na membrana basilar.

A submodalidade de **localização espacial** do som **vertical** e **horizontal** possuem como correlatos físicos as diferenças de reflexão auricular e as diferenças interaurais de fase e de intensidade, respectivamente; e tem como mecanismo neural a focalização e direcionamento pelo pavilhão auricular e detecção de diferenças no complexo olivar superior, respectivamente.

A Submodalidade da **percepção musical** possui como mecanismo neural a interpretação de padrões musicais no córtex. A Submodalidade da percepção da fala possui o mecanismo neural de interpretação de significados nas áreas linguísticas do córtex cerebral.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [115] – A Estrutura do Sistema Auditivo**

O sistema auditivo integra estímulos provenientes de propagação atmosférica através de um conjunto de receptores que transduzem os estímulos sonoros em potenciais receptores.

Os neurônios de segunda ordem são responsáveis por meio da transdução: receptor-neurônio; na geração da codificação que irá trafegar na forma de pulsos através do sistema nervoso de um indivíduo, onde situam os axônios do neurônio de segunda ordem é o nervo auditivo. Esse por sua vez, constitui uma componente do oitavo nervo craniano. Toda a informação é encaminhada para o Sistema Nervoso Central.

As fibras emergem formando o nervo pela extensão da cóclea e forma um grande leque espiral convergente. Na estrutura espiral da cóclea um aglomerado de células bipolares, na forma de dendritos formam feixes conhecidos como gânglio espiral.

O nervo auditivo se forma a partir do gânglio que percorrem axônios dos neurônios bipolares, quando o nervo auditivo reúne ao nervo vestibular na formação do oitavo nervo craniano.

As fibras aferentes e fibras eferentes estão presentes nas fibras do nervo auditivo. Algumas fibras saem do Sistema Nervoso Central e inervam sobre a cóclea, possibilitando a via, pelas fibras eferentes, que irá trafegar informações sensoriais no sentido periférico.

As fibras bipolares durante o trajeto fazem sinapses com diversos neurônios de ordem superior presentes em vários núcleos e níveis do encéfalo até atingir o córtex cerebral.

O sistema auditivo possui vários estágios sinápticos presentes no bulbo, ponte, mesencéfalo, diencéfalo e córtex cerebral.

Existe uma reciprocidade de quase todos os núcleos auditivos nos quais as fibras cruza através de decussações e comissuras. Portanto, deste aprendizado se tira que uma lesão do núcleo colear provoca surdez lateral. Porém outros tipos de adoecimento provocam perda parcial auditiva em ambos planisférios dos ouvidos.

Lent expõe que as fibras do nervo auditivo penetram no Sistema Nervoso Central bilateralmente pelo bulbo, inervando os núcleos cocleares (primeiro estágio).

Cada núcleo lateral pode ser segmentado em três divisões: anteroventral, dorsal e posteroventral, para melhor compreensão anatômica de como o órgão pode ser estudado e identificado.

A emersão de neurônios através de axônios na cóclea intrinca, como característica, no sistema auditivo (no sentido de permeabilidade).

O complexo olivar superior recebe a projeção de neurônios do núcleo coclear anteroventral e os do núcleo coclear posteroventral (estágio pontino). Ocorre nesta etapa o cruzamento lateral oposto pelo corpo trapezoide e pelas estrias auditivas, que esta última são comissuras na ponte, e outros feixes são encaminhados para o plexo olivar superior do mesmo lado.

Os neurônios do núcleo coclear dorsal deslocam fibras que ultrapassam o complexo olivar podendo ou não estabelecer sinapses no mesencéfalo no colículo inferior de projeção completamente cruzada.

O complexo olivar pode ser estudado a partir de três funções distintas anatomicamente: o núcleo olivar superior lateral, o núcleo olivar superior medial e o núcleo do corpo trapezoide. Todos esses núcleos recebem fibras dos núcleos cocleares ventrais: cruzadas e ipsilaterais. A emissão de axônios neste nível é um feixe achatado conhecido por lemnisco lateral, que sobe pelo tronco encefálico e termina no colículo inferior.

Existe um vizinho ao lemnisco lateral conhecido por núcleo do lemnisco lateral onde ocorre a recepção de fibras dos núcleos cocleares e ocorre a projeção de axônios para os colículos inferiores para ambos os lados.

O complexo olivar tem como função a regulação fina dos receptores, a localização espacial de sons que projetam pela esquerda ou pela direita. Através do colículo inferior todos os feixes inervados convergem de forma ascendente cuja origem são setores abaixo desta estrutura. O colículo inferior pode ser estruturado em três microrregiões: o núcleo central (percepção auditiva) que se projeta para o tálamo; o núcleo externo (reflexos audimotores); e, córtex dorsal (reflexos audimotores). O núcleo externo e o córtex dorsal emitem fibras para o mesencéfalo. Fibras do colículo inferior de um lado podem se estender para outro lado, facilitando o envio de informações de ambos os lados para o tálamo.

No mesencéfalo as fibras auditivas são encaminhadas pelo tálamo para o núcleo geniculado medial. Este último é um núcleo talâmico estudado em três partes: ventral, dorsal e medial. Seus neurônios emitem fibras que formam a radiação auditiva e se projetam pela cápsula interna até o lobo temporal até as áreas auditivas.

A identificação do córtex auditivo foi realizada através de estudo em animais, em seres humanos, este estudo é possível apenas através de pesquisa post mortem de pacientes com distúrbios auditivos ou técnicas de imagiamento e ressonância magnética.

Com o avanço dos estudos no século XX descobriu-se que o córtex auditivo ocupa parte do lobo temporal em ambos os hemisférios.

O cinturão auditivo é uma área que abrange diversas regiões que formam o circuito auditivo, na forma de uma região auditiva central, no giro de Herschl, dentro do sulco lateral. Em torno do cinturão auditivo encontra-se o paracinturão auditivo. Esses núcleos incorporam fibras talâmicas originárias do núcleo geniculado medial, no qual a área mais expressiva é conhecida como A1. Posteriormente situa-se a área de Wernicke especializada em interpretar os sons linguísticos (fala humana).

A surdez pode ser causada por traumatismos, infecções, substâncias nocivas, enrijecimento das estruturas do ouvido médio pelo fator de idade. Geralmente quando uma surdez é provocada por uma causa que se situa num nervo específico do ouvido, é possível que a surdez seja apenas unilateral.

Lent explica que a surdez pode ser “de condução” ou “neural”. O primeiro caso ocorre quando a lesão atinge o tímpano ou a cadeia ossicular. O segundo caso quando a avaria ocorre associada aos receptores auditivos ou nas fibras do nervo VIII.

Sons fortes e súbitos podem causar rupturas do tímpano. Como também objetos penetrantes e contundentes ou pontiagudos. Na impossibilidade de restauração desta membrana pode-se introduzir no ouvido, pequenos microfones e amplificadores posicionados na orelha e no meato auditivo externo cujo efeito esperado é a vibração do ossículo remanescente ou membrana remanescente.

No caso de lesão dos receptores com as fibras permanecendo normais, pode-se optar por um implante coclear, onde se introduz um fino eletródio, inserido ao longo da escala vestibular da cóclea pela janela oval gerando um estímulo tonotópico das fibras auditivas, habilitando o ouvido para conduzir a informação de frequência para os núcleos da cóclea.

É difícil o tratamento para a surdez central, porque as regiões auditivas do tronco encefálico, mesencéfalo, tálamo e córtex cerebral são mais difíceis em se administrar uma intervenção.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [116] – Sons Fracos, Sons Fortes e a Medida do Volume**

Se um espectro sonoro for desencadeado com intensidades variadas em sequência aleatória e for solicitado ao ouvinte que ele forneça uma nota de 0 a 100 provavelmente a escala subjetiva de volume irá coincidir com o volume do alto-falante.

A entrada de um som no ouvido externo gera uma vibração da membrana timpânica proporcionalmente. Em outras palavras, o som intenso está associado com a vibração intensa. A vibração do tímpano movimenta os ossículos amplificando proporcionalmente à amplitude da onda sonora incidente.

No estribo a vibração parte da janela oval, deslocando uma onda através da perilinfa da escada vestibular. A membrana basilar se move a partir das vibrações da perilinfa e a deflexão dos estereocílios dos receptores, fornecendo um potencial receptor oscilatório, obedecendo aos critérios de proporcionalidade de onda sonora incidente. Também aqui a relação de proporcionalidade da onda deflete sobre os esteriocílios dos receptores.

Sobre o sistema auditivo, diante de toda a cadeia de complexos submecanismos, a lei da proporcionalidade é válida dentro de todo o sinal bioelétrico e seus desdobramentos até o córtex cerebral.

O recrutamento de receptores é proporcional à intensidade do som. Lent explica que vibrações muito fracas da membrana basilar ativam poucas células ciliadas, se a tendência de ativação é crescente, ocorrerá a ativação de maior área da estrutura da membrana basilar.

A informação que traz o código que contém o som incidente através das fibras no nervo auditivo que conduzem o dado para o sistema nervoso central é feita a partir de neurônios de segunda ordem.

A intensidade com que o som se projeta através dos receptores é uma componente fundamental para explicar vários processos que se encontram internamente dentro do sistema auditivo.

Observou-se através de experimentos laboratoriais que a relação de proporcionalidade existe para as frequências de potencial de ação e a amplitude dos potenciais de repouso das células esteriociliadas.

O caminho dos estágios sinápticos até o córtex através dos nervos mantém uma proporcionalidade entre a intensidade sonora e a frequência de potenciais de ação. Quanto mais fibras forem recrutadas o fator de proporcionalidade estabelece uma maior probabilidade de elevação do volume de um som.

Quando um som ambiente está além da capacidade do contexto ambiental pode-se gerar uma sensação de desagradabilidade e se ultrapassado o limite de 130 dB pode até manifestar em um indivíduo a sensação de dor.

O reflexo de atenuação é o volume do sistema auditivo, que tem a função de regulagem timpânica e da cadeia ossicular. Uma de suas extremidades se insere no estribo, ao ossículo da janela oval, e parte do ouvido médio. A contração deste subsistema amplia a rigidez do conjunto, diminuindo a amplitude de vibração da pirilinfa das escalas vestibular e timpânica. O reflexo é condicionado à percepção de tons graves e agudos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [117] – Um Stradivarius no Ouvido**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Housel em 2012 nos fez questionar sobre as semelhanças entre o alto-falante e o ouvido. A resposta para este questionamento é que a semelhança está vinculada ao modo vibratório com que ambos distribuem para a atmosfera uma informação, além do fato que os mecanismos necessários para que o processo seja desencadeado de apropriação do som é realizado por minúsculas engrenagens cada quais responsáveis por uma funcionalidade.

Desde o século XVI a noção de que a transmissão sonora do ouvido era exercida pela movimentação da membrana e pequenos ossículos tornou-se conhecida. Volcher Coiter (1534 a 1600) descreveu no primeiro livro sobre otologia na exposição desta informação que a vibração do ar é recolhida pelo ouvido e transmitida através do tímpano, em que os ossículos do ouvido médio eram mecanicamente estimulados, cuja resultante era a movimentação da janela oval da cóclea, de lá para o cérebro através do nervo auditivo.

A nova progressão deste conhecimento ocorreu somente após o século XIX, que foram limitados pela escassez de instrumentações de nível de precisão exigidos. Um destes expoentes foi Ernst Chladni (1756 a 1827) que demostrou o efeito do som sobre placas de metal. Em 1824 Félix Savart (1791 a 1841) demonstrou a vibração da membrana timpânica na presença de sons.

Johannes Müller (1801 a 1858) acreditava que o atrito vigoroso de um meio sólido era essencial para melhorar a eficiência de propagação das vibrações sonoras.

Apenas em 1864 Adam Politzer conseguiu pela primeira vez demonstrar a vibração dos ossículos.

Hermann von Helmholtz (1821 a 1894) em 1857 propôs que o som é decomposto na cóclea a partir da combinação de aproximadamente 5.000 frequências diferentes cuja transmissão é dependente de fibra específica. A descoberta dava suporte aos estudos de Müller para energias nervosas específicas, inspirado na lei da acústica de Georg Ohm (1789 a 1854), que trazia uma forte contribuição de Jean-Baptiste Fourier (1768 a 1830) na decomposição de movimentos periódicos em componentes senoidais simples.

Helmholtz propunha que a decomposição de sons na cóclea seria através de zonas de ressonância da membrana basilar, onde frequências mais altas eram desencadeadas na base da cóclea e as mais baixas em seu ápice, o que não deixava de ser verdadeiramente correto com as teorias propostas no tempo atual (2018).

Em 1928 Georg von Békésy analisou a propagação das ondas sonoras no interior da cóclea, no qual sintetizou o mecanismo do ouvido médio e interior através de moldes feitos de materiais presentes e abundantes em sua época. Graças a este modelo foi possível comparar o movimento das partículas em relação à direção em que o movimento se encaminhava para o ápice de uma cóclea de vidro. Foi possível observar que acomodações diferentes ocorriam a partir de frequências distintas. E quando a frequência era muito elevada, mais próximo da janela oval de ficção era o pico do movimento.

Então se originou um questionamento em saber se o experimento validava os mesmos efeitos e fenômenos físicos descritos através do experimento no aparelho auditivo. O estudo teve então que evoluir para cócleas dissecadas de seres humanos. Após a confirmação outras conclusões se seguiram no qual chegou-se à conclusão que a cóclea diferencia no ouvido humano muito mais funções do que meramente uma amplificação. E tímpanos e ossículos funcionam como microfones e alto-falantes, e a cóclea se assemelha a ressonância de um instrumento musical. Herculano-Houzel finaliza que a gama de frequências proporcionadas por este instrumento é superior ao observado por um Stradivarius.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [118] – A Identificação dos Tons**

O ouvido humano é especializado na detecção de tons. Mas o que são tons? São faixas de frequências em que a percepção humana não consegue distinguir variação de intensidade de uma frequência de ondas sonoras. A música somente é possível de ser organizada sinfonicamente através da percepção desta submodalidade.

Um desdobramento importante desta descoberta-conceito é que o mecanismo da fala também segue este mesmo rito de transmissão de sons. É importante notar que o som extraído das cordas vocálicas se fragmenta em composições semelhantes a uma partitura de uma composição sinfônica. Diferentes letras, sejam consoantes ou vogais, ditam a sequência em que os tons são distribuídos dentro de um dimensionamento vocálico.

Os conteúdos racionais e emocionais são transmitidos através do processo da fala na forma de uma harmonia que se constrói e se identifica através de arranjos em que os tons se apresentam de forma associativa a ditar um rito metalinguístico, onde a fala se concentra em propriedades que despertam a bússola da ação através de um conhecimento que integra na mente a abertura de uma porta que sinaliza o tipo de movimento motor ou psíquico que deva um falante desencadear em sua ação a fim de corresponder a urgência em que o ambiente exige de si para a gestão de seu espectro vital.

E tudo isto é possível apenas graças a discriminação tonal, essa submodalidade que consegue criar parâmetros de desníveis entre um tom e outro que conforme a sequência despertada irá indicar o tipo de relacionamento exigido com o argumento da fala que deve fazer parte da rotina de providências que deve um indivíduo se ajuizar, ou ter como insumo de juízo a fim de que um processo de decisão seja ajustado para que o indivíduo possa identificar a saída para o seu problema-conflito.

Assim, uma língua é apenas uma estrutura de representação, o que verdadeiramente se colhe são as gradações de sequências, verdadeiras instruções do conhecimento, onde o fluxo irá significar grandezas de energia que a força do aprendizado fez sentido para um indivíduo, em um dado momento. Como a representação de uma senoide imaginária, onde cada arranjo, cada palavra possui um feixe de frequências que é absorvido na forma de impulso a fornecer instruções para que os ouvintes possam desencadear suas funções conforme as entonações de seus desejos.

A força da vogal se funde com o comprimento de onda da consoante, e pequenas notas vão sendo formadas, verdadeiras procedures que levam algo externo para uma implementação interna em um indivíduo.

Por sua vez as sílabas recebem influência de outras sílabas, e um segundo nível de apropriação de energia faz fundir uma procedure que aceita um conceito integral de ordem superior.

As procedures integrais de ordem superior elevam a grandeza da dimensão em que a base fonética é organizada, em outra ordem em construções lexicais através de um sentido mais aprofundado na forma de frases que trazem outro tipo de ordem superior para integração de uma ideia. As ideias se fundem em ordens mais superiores, em um processo de gradação que ampliam o leque de informações que se fusionam completando uma procedure também de valor integral que pode gerar o efeito de despertar o movimento perfeito que o aprendizado armazenou como possível resposta para a solução de um problema-conflito.

O que se colhe na verdade é um vetor de energia, que o processo de transdução encaminha na forma de pulso, para a área do córtex cerebral cujo dado é interpretado como informação que traz um sentido externo que é reconhecido internamente e que a resposta é uma sequência planejada que a experimentação um dia colheu e identificou como uma saída válida para resolver os problemas humanos e ampliar a sobrevida de um indivíduo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [119] – Sincronia de Fase e o Princípio das Salvas**

Os receptores auditivos ciliados respondem a um potencial bifásico, despolarizante e hiperpolarizante, através das vibrações da membrana basilar gerando uma propagação proporcional ao som incidente. As salvas de potencial de ação nas fibras auditivas são desencadeadas através da fase despolarizante, e interrompem o fluxo na fase hiperpolarizante. A sequência de salvas, vista como combinações de fluxos despolarizados e hiperpolarizados indicam uma frequência, que é a cópia do sinal em que o receptor ciliar coletou como influência do estímulo extraído da propagação do som externo, para o interior do indivíduo. As combinações de salva fornecem ciclos de ondas sonoras, na forma de pulsos que trafegam no sentido do sistema nervoso central.

Outro dado importante é a intensidade com que o sinal é encaminhado como fluxo, que gerará informações para um tipo de organização cerebral que muito contribuíra para a percepção do volume do som.

A frequência em cada salva, depois de disparada vai caindo com o tempo devido ao efeito da adaptação dos receptores cuja resposta decai com a manutenção contínua do estímulo. Como se o cérebro ficasse acomodado para perceber o estímulo.

A sincronia de fase é um processo onde ocorre um ajustamento dos impulsos de acordo com as proporcionalidades dos estímulos sonoros. De forma que durante todo o percurso adequações diferenciais são propagadas a fim de que o sentido original do pulso não seja perdido no fracionamento da informação que é encaminhada para o sistema nervoso central.

Em 2012 ainda não se compreendia corretamente como este mecanismo era funcional para discriminar os tons agudos (20 kHz).

Assim, é possível perceber que a discriminação tonal fornece o insumo para outros centros de decisão cerebral de uma infinidade de diferentes frequências cuja ordem desencadeia um tipo de funcionalidade que desperta um laço com algo do ambiente, contida de forma velada em um espectro audível.

A membrana basilar tem funcionamento semelhante a uma harpa, afirma Lent. As cordas mais curtas vibram em alta frequência, e as cordas mais longas vibram em baixa frequência. A rigidez da membrana contribui para que o efeito excitatório sobre ela funcione de forma similar a uma corda de um instrumento musical, de forma a ser mais próximo possível a representação em que a proporção da propagação sonora sinaliza indicar o estímulo externo apropriado.

Então desta relação se construiu o conceito de tonotopia como uma representação ordenada dos tons ao longo da membrana basilar.

Existe uma faixa de apreensão de um tom que o permite ser identificado, os tons que estão próximos da frequência característica e os mais distantes não contribuem de forma eficaz para o reconhecimento do som dentro do tom. Isto porque existe uma área em que a correlação do ouvinte na identificação de um objeto de dimensão sonora, permite ele encontrar mais elementos que sua associação mnêmica permita identificar o conceito apreendido dentro de sua regra social de assimilação de conteúdo. Sons que distam de forma diferenciada do tom característico tendem a manter fracas correlações com o aprendizado absorvido por um indivíduo e armazenado por sua memória. As curvas de sintonia descrevem a capacidade neural da diferenciação de tons.

A teoria tonotópica estabelece que o comprimento de onda absorvido se encaixa dentro da respectiva área coclear. E que, portanto, como a coleta é diferenciada de acordo com a frequência para cada faixa de ondas sonoras apreendidas, existe camadas específicas de neurônios que detêm a função para uma faixa de frequência exclusiva quando ativados.

Mas neste sistema tonotópico não significa que um som emitido apenas uma faixa tônica seja ativada, dependendo da variação do estímulo o seu efeito é distribuído proporcionalmente por toda dimensão coclear. O que significa que proporções neurais são utilizadas dentro deste modelo auditivo para a representação mais fiel possível do som capturado do ambiente.

A teoria tonotópica e a teoria de salvas ainda é insuficiente para explicar integralmente as percepções multilineares em que princípios combinatórios são utilizados no fracionamento do espectro audível. Lent supõe a partir desta percepção que existam outros mecanismos ainda não identificados que possam gerar respostas como esta composição é possível de ser operada.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [120] – O Amplificador Coclear**

Existem dois tipos de receptores auditivos: as células estereociliadas internas em fileira única, e, as células estereociliadas externas em fileiras triplas. Cerca de 95% das células aferentes, conforme Lent, são elementos pós-sinápticos das células internas que são menos numerosas.

As células estereociliadas externas são inervadas pelos axônios eferentes originários do complexo olivar superior que pertencem ao feixe olivococlear. As fibras eferentes inervadas das células externas se projetam como efetores: motores ou secretores.

Estudos passaram a sugerir a contração das células esteriociliadas externas para funções motoras. Encontrou-se uma organização em filamentos de actina nos estereocílios e nas proteínas contráteis na membrana (Lent).

Biofísicos isolaram células externas fora da área coclear e por estimulação elétrica observaram a contração da membrana basilar.

Fisiologistas, através de emissões otoacústicas, aquelas registradas por microfones miniaturizados muito sensíveis e sons produzidos pela própria membrana basilar perceberam contrações das células estereociliadas externas.

Quando um estímulo sonoro penetra pelo ouvido é gerado uma transmissão de vibrações para a membrana basilar, ativando potenciais de ação de receptores nas células estereociliadas dos dois tipos: as células estereociliadas externas e as células estereociliadas internas.

As células estereociliadas internas realizam a transdução e transfere as informações para as fibras aferentes.

As células estereociliadas externas contraem a membrana basilar pela ação da área da membrana tectorial que apresenta uma acentuada rigidez e na captação do impacto do movimento a membrana basilar é levada a entrar em atrito com o teto (membrana tectorial) gerando um estímulo no cílio que é capturado por um neurônio e transferido aferentemente para o sistema nervoso central. O efeito deste movimento é estendido para as células estereociliadas internas.

O feixe olivococlear é responsável pelo refino das curvas de sintonia dos receptores e das fibras auditivas. Se o sistema não tivesse a influência do núcleo olivococlear haveria perda de precisão da tonotopia sobre a membrana basilar exclusivamente. O papel desta tripla fileira de esteriociliados externos é servir como um amplificador para a sensibilidade e precisão dos receptores, fornecendo preciosas informações de refino para ativar a capacidade de discriminação tonal do sistema auditivo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [121] – Em Busca do Motor Molecular para o Amplificador Coclear**

O Chefe da Seção de Biologia Celular Estrutural do National Institute on Deafness and other Communication Desorders, NIH, EUA em 2012 Bechara Kachar teve a oportunidade em 1980 o trabalho de videomicroscopia no NIH.

Com o desenvolvimento desta técnica, surgiu um aprimoramento através de novo método pelo uso combinado da amplificação de contraste de câmera e da propriedade de raios de iluminação oblíquos para formar imagens com melhor resolução, conforme suas próprias palavras.

No momento deste fato, William Brownell conseguiu isolar células ciliadas externas da cóclea, colhendo a informação da existência de contração na aplicação de um estímulo elétrico ou do neurotransmissor acetilcolina.

A sacada de Brownell foi percebida através da videomicroscopia que os potenciais elétricos oscilatórios nas células ciliadas externas isoladas produzem rápidos movimentos oscilatórios de alongamento e contração.

Neste modelo iterativo não foi considerado a presença do ATP como elemento ativo na operação, mas a proporcionalidade da força do campo elétrico.

Graças a este estudo foi possível avançar conceitos sobre a acuidade auditiva em mamíferos, visto como um fenômeno eletrocinético capaz de operar frequências audíveis percebido como um mecanismo ativo no qual se percebe a cóclea como um amplificador.

Este fenômeno ficou conhecido como eletromotilidade, no qual trabalhou Federico Kalinec na fixação focal de voltagem (patch clamp) que percebeu a eletromotilidade como um instanciamento (no sentido de propriedade) da membrana lateral das células ciliadas externas, que o citoesqueleto não está ativo no modelo.

A eletromotilidade é observada em segmentos de membrana isolados da célula, o que levou a supor que o campo elétrico da célula que atravessa a membrana é o responsável pela motilidade, em que a percepção de uma variação sinaliza uma mudança de área ativa cuja membrana retrai no potencial despolarizante expandindo-se na fase hiperpolarizada.

Uma hipótese de que determinados tipos de proteínas (arranjos semicristalinos) sobre a membrana ciliada externa, sob a parede lateral da célula, é a responsável pela propriedade eletromotriz capaz de gerar mudanças de conformação na variação do potencial da membrana.

Essas proteínas não inibem canais iônicos, mas respondem a bloqueadores de proteínas de transporte aniônico.

Em 2000, o laboratório de Peter Dallos identificou uma biblioteca de DNA complementar da célula esterociliar externa, na forma de uma proteína (sequência de aminoácidos) homóloga a uma transportadora de ânions. A proteína descrita no período anterior é chamada por prestina que em determinadas condições ativam a característica de serem eletromotoras.

Estudos de imunocitoquímica e hibridização in situ da proteína prestina identificou sua localização em regiões geradoras de eletromotilidade. Sua expressão gênica ocorre no mesmo período pós-natal em que surge a eletromotilidade, conforme suas próprias palavras.

O avanço dos estudos pela Universidade de Harvard, em Boston e Peter Dallas verificou que a perda da eletromotilidade in vitro e a redução da sensibilidade coclear em 40 a 60 dB in vivo eram decorrentes de modificações genéticas. A eletromotilidade foi percebida como a estrutura de amplificação coclear.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [122] – A Identificação dos Timbres**

Se o tom está relacionado a uma intensidade em que um indivíduo é capaz de detectar uma diferença perceptiva, o timbre é a sensação que desperta uma diferença perceptiva de dois ou mais sons dentro do mesmo tom sonoro. Assim, fica fácil entender porque o ré de um violão é percebido de forma diferenciado da mesma nota de um ré de um saxofone.

O timbre é uma diferenciação complexa de objetos que repercutem dentro da mesma imagem sonora. Os sons podem ser classificados de distintas formas, para melhor exemplificar existem três tipos que acumulam propriedades importantes: o som puro, o som da natureza e os ruídos das civilizações. Os primeiros apenas podem ser registrados em laboratório, porque a probabilidade de insurgência na natureza é praticamente desprezível. Os sons emitidos pela natureza são gerados por fatores de interação entre os objetos físicos; e, os sons gerados pelas civilizações correspondem a devolução da influência ambiental sobre os seres.

Os sons são somas algébricas, verdadeiros vetores de incidência de energia, que se propagam como conteúdo atmosférico, na forma de ondas que podem ter um registro de uma senoide, que para melhor exemplificar: de diferentes frequências, amplitudes e fases.

O comportamento diferenciado de diferentes fontes propagadores de estímulos sonoros gera ondas na forma de ruídos que devem ser tratadas e filtradas a fim de que as componentes físicas do sinal possam ser interpretadas para a extração da informação na forma de dados submodais que represam o conhecimento primário que deverá ser cruzado para que a força da experiência possa devolver o deslocamento motor e/ou psíquico necessário para o desencadeamento de uma ação.

Existe uma infinidade de ondas sonoras, o que possibilita ao ouvido humano ter uma diversificação incalculável de vetores sonoros para se trabalhar com a habilidade de interpretar o mundo em sua volta.

Para se ter som é necessário deslocamento de massa que se contrapõe com um meio presente em um conteúdo atmosférico. Então surge o grande dilema? É possível reproduzir som no vácuo, sendo este considerado ausência de conteúdo atmosférico?

Se for considerado que no vácuo não existe barreiras para o deslocamento, se uma onda sonora é deslocada como um fluxo de massa na direção do infinito, então a tendência da massa é ser deslocada infinitamente na direção de sua propagação. Porém, quando essa massa de energia se encontrar com uma superfície que imprima e sirva de barreira para um fenômeno de deslocamento é possível que a onda sonora gere a atividade mecânica em que o efeito da massa energética é sentido como um sinal imagético. Um fato relevante sobre este estudo foi que as primeiras transmissões de rádio e televisão foram anos atrás capturados por um satélite as bordas de um buraco negro.

Um fator importante é que a qualidade de percepção do som está intimamente correlacionada com o aprendizado de sensibilidade em que um indivíduo se condiciona a perceber as sensações transmitidas pelo som.

Lent exemplifica bem este conceito do parágrafo anterior, ao trazer à tona o conhecimento de que uma mãe possui muito mais facilidade de identificar a falta contida no choro de um bebê, para corresponder dentro do limite de seu conhecimento com a ação que trará conforto para sua criança.

A capacidade de reconhecimento é muito importante para questões e aspectos de luta, fuga e acasalamento das espécies, inclusive nos humanos. Os sons, sob este ponto de vista possuem grande contribuição no sentido de fornecer preciosas informações sutis que o convívio social deixa pequenos registros mnêmicos capazes de orientar as decisões dos víveres por tratativas de comportamento, vistos como uma influência que detém um certo peso na formação do ajuizamento e transferência do saber para o comportamento social.

Então há que se pensar que no processo de captura e armazenamento dos elementos que são decompostos do som a existência de uma estratégia de relacionamento com os signos sonoros, uma destas estratégias é a informação primária do tom, em seguida o timbre, outra é a fixação sobre os padrões sonoros complexos.

O padrão sonoro represa uma rotina que repercute um ensinamento que pode ser indexável a outros processamentos cognitivos de influência de um fenômeno de localidade, onde se situa o contexto apreendido e vivenciado por um indivíduo.

A forma de captura dos sons puros, ambientais e civilizatórios é a mesma para todos os tipos sonoros. A análise espectral (análise de Fourier) é que proporciona o despertar da sensação em que as particularidades do fenômeno são capazes de perceber microelementos que distinguem uma estrutura sonora de outra percebida.

As decomposições de ondas sonoras e as características de cada componente da onda na forma de amplitude, frequência e fase são encaminhadas para o córtex cerebral. Onde feixes que carregam o código analisam o dado convergindo para a forma de saída espectral correspondente a uma resposta planejada para a conservação do organismo, mesmo se o sentido de conservação estiver invertido, sendo este último terá um valor reflexo.

Os sons de frequência modulada são gerados a partir de mudanças da dinâmica da frequência, em que o sinal sofre deformação da influência da fase, da influência da intensidade, da influência da amplitude e da velocidade de transmissão. No qual a frequência sonora passa a ser percebida como um espectro que pode estar contido dentro de uma representação gráfica imaginária.

A atividade temporal sintetiza um padrão de funcionamento cujas atividades de fibras e neurônios do sistema auditivo estabelecem uma sequência de informações que trafegam numa linearidade de tempo capaz de expressar a percepção de uma pictografia do sinal, na forma de som incidente, que corresponde a um mapa tonotópico de representação da realidade catalogada.

A frequência modulada é trabalhada no núcleo coclear dorsal, no colículo inferior e nas áreas corticais. Isto leva a dedução que nestes órgãos o sinal está fundido para várias características submodais. E que o filtro que leva as separações do espectro audível se situa da influência com que estes órgãos irão fracionar a informação para ser encaminhada para o córtex cerebral. Onde as informações são encaminhadas por submodalidades cada uma por seus neurônios específicos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [123] – Localização dos Sons no Espaço**

As submodalidades discriminativas do sistema auditivo são essenciais para a análise das características do som incidente. Porém apenas discriminar o som não é tudo que potencialmente este sistema tem a nos fornecer de informações. Existe outra submodalidade capaz de orientar a localização das fontes sonoras no espaço que geralmente trabalha em parceria com o sistema ocular.

Portanto a localização pode ser orienta no sentido esquerda-direita (posicionamento horizontal) e para baixo – para cima (posicionamento vertical). Que permite um indivíduo que desenvolveu capacidade sonora de deslocar a orientação de seu corpo para o ajuste de seu posicionamento de Localidade para melhor se preparar às necessidades adaptativas do ambiente.

O subsistema de posicionamento horizontal detecta diferenças entre os sons transmitidos pela orelha esquerda e direita para encaminhamento ao sistema nervoso central.

O posicionamento horizontal estabelece uma comparação entre o som capturado pelo ouvido esquerdo e o som capturado pelo ouvido direito. Fatores de interação entre as direções, diferenças de intensidade e proximidade sonora irá gerar uma série de informações discriminativas para o sistema auditivo no qual tornará um indivíduo apto a reagir diante de um fenômeno de Localidade onde um objeto se aproxima ou distancia.

O complexo olivar (especialmente o núcleo olivar superior medial) é responsável pelo mecanismo que corrobora para o processo de discriminação sonora. Suas células bipolares têm dendritos bastantes prolongados, posicionados transversalmente, no qual a árvore dendrítica fornece um leque de capturas de sinais. As inervações destes neurônios ocorrem através dos neurônios cocleares anteroventrais de ambos os lados do cérebro. O núcleo coclear direito inerva a oliva superior medial direita do mesmo lado, e a esquerda, também segue o mesmo princípio biológico válido.

Mas como o cérebro é capaz de perceber as diferenças sonoras situadas a partir da transmissão do estímulo a partir de cada ouvido? Lent explica que essa diferença situa a partir do tempo do comprimento das fibras ipsilaterais em relação as contralaterais, a relação do deslocamento do pulso entre os fenômenos pós-sinápticos em cada neurônio olivar, da ordem de microssegundos.

Assim o som emitido da palavra AMOR pode chegar no ouvido esquerdo 300 microssegundos à frente do que o ouvido direito, a coleta de informações faz com que o som mais forte e direcional obtido através do ouvido esquerdo chegue mais célere sobre o complexo olivar, logo após, o som da palavra AMOR sobre o ouvido direito chega também ao complexo coclear, que já possui uma informação primária, o feixe de neurônio combina as duas informações no qual a diferença de fase é percebida, conectando o indivíduo para fornecer informações primárias de deslocamento, na parceria com outros centros de decisão que poderá fazer com que o indivíduo movimente o pescoço para se projetar na direção do som percebido.

Surge então uma questão interessante para se pensar: A que distância temporal um som introduzido no ouvido esquerdo causa uma discriminação pela percepção do mesmo som sobre o ouvido direito no mesmo instante de projeção sonora? Lent facilitou a descoberta em tornar pública a informação de que o processo de discriminação pode gerar percepção de ondas sonoras até 3kHz de frequência.

Os neurônios do núcleo olivar superior lateral recebem fibras do núcleo coclear anteroventral direito capazes de receber sinapses inibitórias do núcleo do corpo trapezoide conectados por fibras do núcleo coclear anteroventral esquerdo. No qual esse subsistema é imitado também para o sistema auditivo do ouvido direito.

Lent explica através de um conceito mais refinado a discriminação sonora, como resultado de ondas sonoras que chegam ao ouvido mais próximo e produzem excitação dos neurônios ipsilaterais do núcleo olivar superior lateral e inibição dos neurônios correspondentes no lado esquerdo. As ondas que chegam no ouvido mais distante, ainda segundo Lent, produzem uma excitação menor dos neurônios da oliva superior lateral do lado correspondente e uma inibição menor dos neurônios do outro lado.

Haverá assim um diferencial de carga propagada produzida por diferenciais no quantitativo de salvas de potencial de ação que emergem da oliva superior lateral de cada lado, para chegar até o colículo inferior. Em 2012 ainda não se sabia se a diferenciação de intensidade era organizada nos núcleos mesencefálicos ou no pontino, ou, no córtex. O indício explorado na época era que a lesão residual afetava a precisão da capacidade residual de localização espacial dos sons.

Já o posicionamento vertical existe muitas questões em aberta para se estudar o seu princípio de funcionamento, no qual em 2012 não se sabia bem ao certo como o pavilhão auricular, com suas dobraduras e concavidades, e, o meato auditivo externo funcionava como um sistema de apropriação de coordenadas de posicionamento vertical. Lent explica que a diferença no tempo de chegada ao tímpano das ondas da direita refletidas na orelha deveria fazer parte de um circuito ou sistema ainda ignorado.

Talvez um gradiente de percepção acústica utilizasse o mesmo subsistema horizontal em que o fracionamento da onda indicava uma maior concentração de propriedades sobre neurônios ativados específicos que sinalizasse a origem vertical do som. No qual fosse possível estudar através de um experimento que condicionasse a audição a partir de um movimento sonoro de baixo para cima e outro estímulo de cima para baixo a percepção de que as concentrações de salvas de potencial de ação era um indicador de posicionamento vertical embutido na intensidade sonora.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [124] – Audição Complexa e o Córtex Cerebral**

As submodalidades vistas como características do som, na forma de tom, intensidade, timbre e localização passam por uma fase analítica para a geração de percepção auditiva.

Então há que se perceber este mecanismo em que os mecanorreceptores são capazes de absorver o estímulo sonoro através da vibração estereociliada cuja sensibilidade dos cílios transferem uma componente de força capilar que a transformação de uma transdução converte o sinal na forma de pulso que se projeta para o núcleo olivar.

Observe que este pulso que conecta a membrana basilar da cóclea, passou por várias transformações mecânicas que também podem ser consideradas processos de conversão de energia, como elementos de transformação mecânica do movimento.

Porém, o sinal que sai da membrana basilar ainda é uma frequência modular, que precisa filtrar todas as informações na forma das submodalidades descritas no primeiro parágrafo, para que os sinais possam ser objeto de comparação via diferenciação, a fim de que feixes neurais específicos possam indicar o tipo de apropriação que foi fornecido para o ambiente.

Durante este processo as fases codificadas de cada informação servem como atributos lógicos de estruturas neurais comparadoras, que possibilita gerar estudos analíticos organizados pelo sistema nervoso central.

A cóclea tem uma função muito importante ao longo deste sistema, uma vez que ela fornece, como “instrumento” o suporte para a quebra do sinal, que permite decompor todas as frequências em que foi possível resgatar do ambiente através de processo vibracional.

Esse caracol chamado cóclea através de sua membrana basilar é o órgão intermediário essencial para a condução dos vetores de informações. Ela permite que funções mais sofisticadas da acústica sejam transferidas para o córtex cerebral.

A localização espacial horizontal é fornecida pelos núcleos cocleares ventrais ( o termo está no plural porque cada ouvido tem o seu órgão correspondente).

Existem neurônios que se projetam em frequência modulada direto para o colículo inferior aos quais estabelecem conexões com núcleos motores que orientam os olhos e a cabeça pela coordenada sonora percebida do ambiente. O tom não é suficiente para explicar um fenômeno de discriminação auditiva para todos os casos.

No sentido contrário a recepção sonora, existem neurônios especializados na oliva superior em diferenças interaurais que modulam a intensidade tonal da cóclea cujas fibras eferentes inervam pelos receptores.

Lent argumenta que o núcleo central é fortemente tonotópico e projeta ao núcleo geniculado medial do tálamo, no qual o sinal é presente na forma de sons de frequência modulada, pares de tons curtos com intervalos específicos, e vocalizações da espécie. Porém quando se fala em sons dentro desta dimensão na realidade se está trabalhando com salvas com a frequência gerada pelo efeito de despolarizações e hiperpolarizações, na formação de um pulso contínuo enquanto o sinal é capturado, porém fragmentado em estrutura de potenciais de ação.

As áreas auditivas foram descritas como regiões que a absorção sonora causa uma reação de base bioelétrica. Essas regiões são situadas no lobo temporal, em torno do sulco lateral. Por ser uma área muito interna existe dificuldades em se apropriar das informações geradas a partir destes núcleos. Essas áreas podem ser divididas para melhor serem estudadas em: região central, o cinturão auditivo e o paracinturão auditivo. Onde existe um tipo de conexão recíproca entre elas.

Existe uma área auditiva primária conhecida por A1. Ela é codificada pelo número 41, da classificação de Brodman. As áreas de número 42 e 52 é o cinturão auditivo que está presente nas laterais da área 41. E supõe-se em 2012 que o paracinturão situa-se nas áreas 22 e 38 que estão representados nas extremidades de todo o córtex auditivo, semelhante à sequência:38[22[52[41]42]22 visto como um feixe que integra todo o sistema no neurocórtex.

O mapa tonotópico de A1 ocupa o eixo anteroposterior. Lent aprofunda que as bandas isotonais são faixas de córtex dispostas ortogonalmente ao eixo anteroposterior. As camadas das bandas isotonais represam as propriedades em que se permite a um indivíduo perceber a informação como uma unidade tonal.

A coluna de bandas isotonais faz cruzamento com neurônios bilaterais. Predomina no sistema auditivo a influência ipisolateral, mas existem neurônios que são influenciados pelos dois ouvidos.

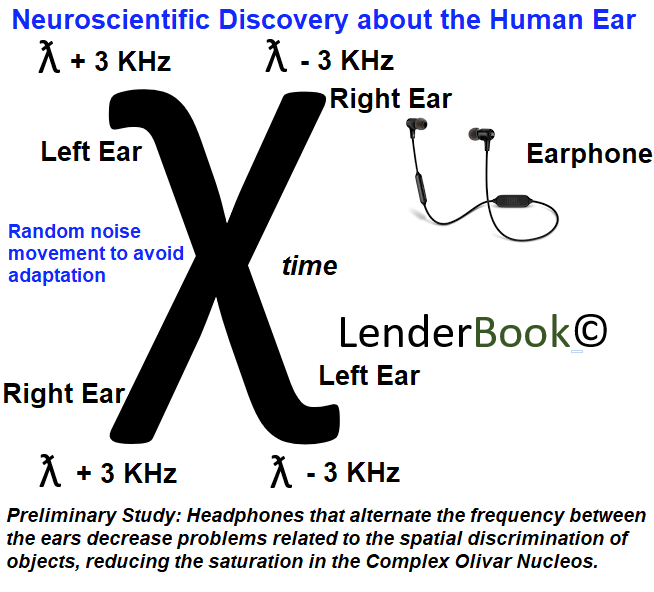
Nos núcleos subcorticais os dois tipos de influência se misturam. Na área A1 os neurônios se segmentam em colunas binaurais de dois tipos: colunas de somação (neurônios EE), e, colunas de supressão (neurônios EI).

A área auditiva primária é sensível a sons de frequência modulada, vocalizações e ruídos como cliques e sopros.

O processo de formação da fala tem representação tonotópica na área A1 enraizando-se através do sulco lateral e pela face lateral do encéfalo em parte do giro temporal superior. Essa região é conhecida por área de Wernicke, descoberta por Karl Wernicke como região onde brota a expressão para explicar a compreensão da fala. Através dela é possível gerenciar vários elementos de expressão linguística, o que vai além apenas da manifestação da capacidade auditiva. Embora exista um consórcio de atividades funcionais entre fala e audição, a falta ou ausência da audição não prejudica a capacidade de funcionamento cerebral para a fala, apenas impede que seja utilizado este circuito, gerenciador da fala, para geração de aprendizado que permita absorver a apreensão do ruído, visto como um código linguístico. Para fazer uma pessoa com surdez integral memorizar mecanismos de apropriação sonora é necessário condicionar o indivíduo a um outro parâmetro pictórico, que seja a percepção da vibração sobre as próprias cordas vocálicas, que se estabelecem comandos em que o som é projetado, mas não audível aos ouvidos.

Para o caso descrito acima, um amplificador pode ser condicionado na região das cordas vocálicas, externo ao pescoço, sensível a projeção sonora, que fornece uma estrutura amplificada da vibração para guiar o deficiente auditivo na codificação tátil das suas cordas vocálicas. Da mesma forma esse amplificador pode servir como um microfone que captura o ruído e desencadeia o estímulo tátil sobre o pescoço, gerando o código que pode ser interpretado pelo deficiente auditivo como uma mensagem a fim de ser analisada pelo córtex central.

O aparelho já simplifica o trabalho auditivo, na separação dos tons, cabendo ao usuário apenas fixar a sequência em que os tons são projetados. Estruturas silábicas possuem codificação fornecida como uma estrutura de linguagem, no qual o exercício diário devolve para o deficiente auditivo a habilidade de se comunicar e ser influenciado pelas frequências sonoras.



**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [125] – Visão das Coisas**

A visão é um dos sentidos humanos mais desenvolvidos e que apresenta grande vantagem perceptiva. Este sentido foi desenvolvido ao longo de anos de evolução para corresponder a estímulos de luz que são encaminhados através da retina pela deflexão dos corpos.

O olho humano é uma poderosa lente, que ao captar o estímulo de luz a converge para um campo espacial em que uma imagem é formada na retina. Essa câmera superautomática é capaz de reter várias informações físicas, na forma de submodalidades, como por exemplo: fornecimento de uma medida de direção de objetos, focalização de objetos, percepção de densidades, cores, profundidade, acuidade, luminescência, luminosidade, serve de medida de distância, colabora para a localização espacial, medida de intensidade, identificação da forma de objetos, detecção de objetos móveis.

Receptores específicos conhecidos como fotorreceptores se encarregam de provocar uma reação de transdução fotoneural para que a geração de um potencial fotorreceptor forneça um sinal bioelétrico para os neurônios da via aferente em direção ao quiasma óptico, a fim de que o pulso possa integrar a imagem no sistema nervoso central.

No complexo da visão o pulso ou sinal é encaminhado em direção às regiões visuais do encéfalo: no mesencéfalo, no diencéfalo, no córtex occipital, e outras regiões mais específicas.

Inicialmente após o fenômeno de transdução a informação óptica é encaminhada via serial e desta forma passa por transformações em paralelo em que as submodalidades são extraídas como coordenadas físicas que permitem computar informações preciosas de intensidade, densidade, luminescência, e outras matizes que o estimulo luminoso possa fornecer como informações.

Cada setor do campo visual possui um neurônio específico que conduzirá a informação da retina, porém as submodalidades são extraídas quando esses circuitos seriais se ramificam em construções de feixes em que as informações seriais podem ser comparadas como elementos com carga diferencial em circuitos que se comunicam paralelamente.

Assim, é possível pensar na geração de mapas topográficos precisos, gerados no colículo superior do mesencéfalo, por exemplo, onde o feixe de neurônios que são encaminhados a partir do contato com a retina, ponto a ponto, são responsáveis por coordenar os músculos do pescoço, olhos e do corpo. Esse subsistema contribui para a formação do enquadramento e do foco, da atenção e retenção do quadro para a formação da imagem.

Repare que o mecanismo do colículo superior do mesencéfalo, é um agrupamento de neurônios sensíveis as comunicações em paralelo, capaz de perceber uma diferenciação entre cada elemento serial do feixe em paralelo, que converge para uma saída eferente mecânica a partir da coleta de múltiplas fases de cada segmento neural, que se apresenta na forma de feixe-comunicante, que as medidas compensadoras sinalizam o gral em que o pescoço, o olho e o corpo deve se movimentar, como resultante para que a retenção da luz seja capturada pelo movimento mais eficaz dentro do regime de urgência.

Para melhor explicar, imagine que o feixe em que uma fração de luz foi deslocada através da retina, ao entrar em um órgão os neurônios que estavam encaminhando o pulso de cada setor do campo de visão passam a receber influência de cada neurônio com todos os outros neurônios. As fiações seriais situam-se em fases distintas dentro do órgão, fatores de atração de energia provocam uma necessidade de balanceamento cuja saída do órgão é o calibre de uma fibra motora que irá gerar o movimento a ser propagado para corresponder ao aprendizado biológico contido na codificação da estrutura do DNA. Que no caso do colículo superior do mesencéfalo, irá encaminhar como elemento efetor uma sequência de pulsos correspondentes a necessidade da próxima ação motora requerida para o movimento.

Mas caro leitor, você deve estar se questionando como dentro de um órgão como o colículo superior do mesencéfalo vias aferentes que antes andavam serialmente ponto a ponto sem trocas em paralelo ao entrarem dentro do órgão com uma especificidade que desperta uma função privativa é capaz de provocar mutações no código de envio de uma mensagem óptica sensorial?

A resposta é simples, dentro de órgãos deste tipo, os neurônios estão numa densidade de povoamento elevada formam camadas permitindo trocas sinápticas eletroquímicas, no qual os neurônios efetores conseguem trabalhar as cargas como frações de energia, a sinalizar uma carga, que se compensam a formar uma bateria que toda a vez que o limiar do neurônio efetor do órgão for atingido, irá provocar a salva de potenciais de ação em que o pulso é liberado.

É fácil pensar que dentro de um órgão como o colículo superior as trocas sinápticas eletroquímicas permitem a geração de um gradiente, que sinaliza para os neurônios efetores uma medida de intensidade ao qual é fundamental para se saber o calibre certo da força quer deve despertar uma movimentação de pescoço para o foco de visão se posicionar sobre um objeto.

Como a influência da corrente biolóetrica carrega dados dinâmicos, cada nova iteração e interação, nova sequência de salvas de potencias são liberadas pelos neurônios efetores do órgão. O que possibilita a coordenação dos músculos, no caso do colículo superior do mesencéfalo, que irá canalizar com outros órgãos de controle um estiramento do pescoço por exemplo, para ajustar o posicionamento de um foco de visão.

Cada vez que o sinal entra em um órgão, uma transformação específica irá registrar a passagem como o despertar de uma funcionalidade, que se combinam com outras ramificações que trazem informações vindas de outros órgãos, outros sentidos, e outros sistemas que trazem informações sensoriais. Dependendo do órgão, após o dado, na forma de pulso, receber sua influência, a saída efetora pode ser uma relação de todos os neurônios para um ou poucos, ou de todos os neurônios para um feixe neural que caminha em paralelo sem comunicação serial, onde cada fiação serial irá encaminhar uma informação, de ponto a ponto do campo de visão, já modulada pelos órgãos que passarão para a fase seguinte em que a inervação em outro órgão irá adicionar ou subtrair informações de coordenadas físicas para que novos processos despertem informações que podem ser úteis para a manutenção do equilíbrio do indivíduo.

A retina é sensível as intensidades luminosas e se adapta conforme as intensidades de claro e escuro condicionam o represamento de luz.

A forma de um objeto é obtida pela combinação das bordas dos objetos, onde a combinação das informações de saturação de cores, contraste e orientação espacial e outras informações complementares permita observar a luz como um elemento de propriedade integral ou total.

As cores recebem tratamento a partir de filtros contidos na própria retina, onde a intensidade de energia, vista como uma carga emitida através de uma frequência, após passar pelo mecanismo de conversão de energia pela transdução, na forma de uma bioeletricidade, irá indicar um potencial de ação em que o nível fásico de seu deslocamento contém a informação primária da frequência de luz, pelo seu comprimento de onda, aprisionada através do sensor óptico.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [126] – A Luz como Forma de Energia**

Mas o que é a luz? Mas o que é energia? Mas o que é carga? Mas o que é Corrente Elétrica? O que é fase? O que é tensão? O que é Resistência? E, o que é Voltagem?

A luz pode ser interpretada como uma emissão de partículas numa determinada direção que possuem um campo eletromagnético que é percebido como um princípio de luminescência quando defletido sobre um corpo ou meio. A luminescência é a propriedade de um corpo de expandir o efeito das projeções das partículas de luz sobre si mesmo na direção de propagação do meio atmosférico. Enquanto a luminosidade é a capacidade do próprio corpo de emitir sua própria luz. O efeito do campo eletromagnético sobre uma superfície é uma impressão pictórica de desencadeamento de um fenômeno de visibilidade de um objeto, na forma de uma coloração, em que é percebido um espectro de energia como um comprimento de onda. Entenda comprimento de onda como sendo um nível de conteúdo de energia (partículas) que se desloca como um espectro de luz dentro de uma frequência e densidade específica. Densidades e frequências específicas sinalizam diferentes comprimentos de onda, ou sejam manifestam a luz dentro de espectros que carregam distintas cores de luminescência.

Energia é formada por um conjunto de partículas que possuem campo eletromagnético sensível a mutações do tempo e condicionantes do espaço. Quando estas partículas estão em movimento podem gerar ou não um fenômeno de luz, o que irá depender da concentração de partículas dentro de um meio onde a energia esteja circulando e a capacidade da espécie em ser sensível a percepção do registro da onda eletromagnética.

Carga é uma quantidade de energia represada em um meio, que geralmente é utilizada para ativar funcionalidades, na presença de um limiar, ou seja, um ponto de saturação, onde o represamento da energia não é mais possível, em que todo o seu conteúdo energético passa a ser transferido para outro meio.

Corrente elétrica é um fluxo de energia que foi deslocado a partir da liberação de uma carga, ela representa uma medida de intensidade no qual informa o vigor de uma força no deslocamento de partículas.

Fase é uma medida de nível, onde a corrente elétrica se condiciona a fluir dentro de um canal de transmissão de energia. Ela é uma relação em que fatores de corrente elétrica, voltagem e resistência, indicam uma sequência modular que indica o nível com que a onda de energia é deslocada.

Tensão é uma medida de deslocamento de forças muito próxima da Voltagem, Corrente Elétrica e Resistência. É uma medida do padrão em que a dimensão física pode ser observada como represada que permite atribuir um conceito, visto como uma informação, ou um tom, que possa ser nomeada.

Voltagem é a amplitude com que a energia sofre deslocamento por um meio aonde se conduz uma carga energética.

As partículas de energia menores são conhecidas como fótons, que detém a propriedade de propagação (irradiação) e vibração num determinado sentido angular, que é condicionada a uma reação em relação a uma força propulsora que desperta o deslocamento do fóton fornecendo a direção e sentido em que o fluxo de energia é encaminado.

No estudo da visão as características irradiantes e ondulatórias da luz são os elementos físicos que associados na forma de um código dos objetos, fornece o estímulo que é encaminhado através de meio atmosférico, que ao atingir o olho humano e consequente registro sobre a retina, a informação espectral do registro do objeto no ambiente é capturada na forma de estímulo fotosensorial.

O espectro de luz que incide sobre os corpos através de uma fonte de irradiação de fótons e a própria energia represada dos corpos que emitem sua própria luz como uma fonte de energia, encaminham estímulos que trazem diferentes associações de amplitude e comprimento de onda, na forma de um código que representa uma deformação-registro de um objeto defletor da energia, ao qual o seu conteúdo físico-tridimensional fica arquivado sobre o código energético transmitido via meio atmosférico com baixa resistência, o que mantém o conceito de integridade da forma do objeto que sofreu um processo de luminescência.

Quanto mais forte uma luz, maior é a amplitude de uma onda. A amplitude é um diferencial da quantidade de energia irradiada, enquanto comprimento de onda é uma distância entre dois homólogos, ou segmentos de energia idênticos, que conforme vistos antes represa uma noção de nível de frequência e intensidade sobre uma variável temporal.

Lent facilita o entendimento de frequência como sendo o número de vibrações que os fótons apresentam ao longo do tempo. O efeito da impressão do comprimento de onda sobre uma superfície indica uma medida de concentração de luminescência em que um fenômeno de fotosensibilidade é despertado na visualização de uma imagem cromática.

Uma luz sofre influência de acordo com os meios que ela interage ou penetra. A densidade dos meios pode provocar um fenômeno de redução ou ampliação da velocidade da luz (Refração), ou mudança de direcionamento (Reflexão). Ou ambas (Refração com Reflexão). E a absorção ocorre quando parte ou toda a energia de um raio de luz que penetra em um meio é transferida a ele (Lent). Já a transformação ocorre quando parte ou toda a energia de um raio de luz que penetra em um meio incorpora novas informações modificando a característica da energia (Cruzeiro).

O cérebro humano evolui para interpretar pequenas variações de intensidade da luz, em que diversas informações físicas podem ser capturadas e transformadas em ações que permitam uma melhor adaptação da espécie sobre o solo terrestre.

Uma espécie é condicionada a perceber apenas a luz dentro do espectro visível de sua radiação no limite em que a evolução dos receptores do corpo é sensível à frequência e ao comprimento de onda.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [127] – A Luz como Forma de Percepção: As Submodalidades Visuais**

A capacidade visual é tão complexa quando a capacidade auditiva. O sistema nervoso humano avançou muito na captura e no processamento da informação luminosa.

Represada na luz existe uma quantidade enorme de informações “imperceptíveis” devido o adensamento das partículas que a compõem. A habilidade do cérebro humano de interpretar e fracionar sua composição tornou-se de grande valia para determinar as mínimas variações perceptíveis em um habitat, proporcionando uma vantagem para a espécie humana na sua fixação sobre a natureza.

A luz é tão valiosa para nossa espécie que muitas funções internas são reguladas devido a sincronização destas variações de energia. Ela é responsável por ativar a regulação de ciclos biológicos. Como por exemplo o batimento cardíaco, o estado de vigília, o estado de sono, a regulagem parcial da pressão arterial, e todo o ciclo circadiano.

A influência interna da luz sobre o corpo humano contribui para ajustar as demandas que garantirão a vida de um indivíduo, fornecendo informações que permitam ao ser orientar processos metabólicos e fisiológicos, vistos como diferenciação na estrutura de decisão que refletirá sobre o comportamento social, que faz uma pessoa desejar num determinado instante tirar uma soneca, ou aproximar de uma necessidade de reidratação devido o contato com uma fonte de energia em um dado momento do dia, ou perceber uma vantagem da necessidade alimentar em hora marcada, como uma forma de mitigar conflitos da ordem do abastecimento e recomposição hormonal.

Porém como compreender a percepção visual? A resposta é simples, através da interpretação das submodalidades, no qual o fracionamento da luz foi possível identificar a informação contida dentro do espectro.

Assim, uma medida de intensidade da luz ambiente; uma medida de detecção do movimento, uma medida de variação de fase entre pontos distintos do campo de visão; uma medida de frequência, modulação e comprimento de onda de um estímulo capturado; uma medida de retenção com que um espectro é diferenciado de um globo ocular de outro, ou uma medida de retenção de um espectro é diferenciado entre um globo ocular e um objeto em um diferencial de tempo, uma medida associativa em que uma fase permite relacionar uma continuidade com outra fase dentro do campo óptico, ou uma medida associativa em que uma fase permite apresentar uma ruptura ou distanciamento de outra fase dentro de uma mesma região do campo óptico,... são informações, ou seja, submodalidades, que geram sentido, geram subjetividade, geram portanto percepção: a manifestação de uma qualidade, - de atributos que dizem respeito a algo interno que se apropriou uma interação, e que portanto está gerindo uma influencia sobre o indivíduo e que para corresponder à lei de sobrevivência deve ser interpretada através de uma análise de dados.

Os fotorreceptores possuem papel fundamental dentro deste modelo perceptivo de coleta das impressões dos estímulos encaminhados pela luz.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [128] – O Olho, uma Câmera Superautomática**

Há muito tempo o homem compara o olho humano com uma máquina fotográfica. Embora algumas máquinas fotográficas sejam avançadas em algumas funcionalidades, o olho humano (2018) ainda é insuperável em termos de complexidade e capacidade para abstrair o mundo ao seu redor. O sistema ocular recebe comandos efetores sem necessidade de requerer o funcionamento por meio de instruções conscientes. A própria natureza humana, foi capaz de sintetizar os reflexos inatos e primitivos da espécie nos quais ficaram presentes na estrutura do código genético e a partir do contato, pelo aprendizado no agrupamento, tornou a gestão procedural da captura da imagem algo mecânico, interativo e automático.

Além de se focalizar sozinho, o olho humano não necessita que o seu filme, ou seja a retina, seja trocado de tempos em tempos. O próprio sistema alimentar cuida para que os complexos biológicos possam ser repostos e correspondam à atividade durante o ciclo de vida de um indivíduo até chegar à idade senil.

Outra vantagem do olho humano é de conteúdo adaptativo, capaz de suportar a pressão da luminosidade e responder as mínimas variações de intensidade pela compressão da pupila.

Os músculos extracelulares são responsáveis pelo posicionamento automático dos olhos. Este movimento ocular é essencial para ajustar a imagem dentro do foco na retina.

A base da percepção ocular é uma retenção da imagem, por breves instantes que permite gerar apreensão, em outras palavras o vigor do sinal de bioeletricidade deve ser forte o suficiente para que o impulso possa ser desencadeado dentro do sistema nervoso central.

Quando ao movimento ocular pode haver coordenação binocular através de movimento conjugado (mesmo sentido e mesma velocidade), através de movimento disjuntivo (sentidos diferentes), apresentar velocidade sacádica (muito rápida e independentes do movimento de objetos externos), através de movimento de seguimento (lentos e presos ao deslocamento de um objeto), ou, possuírem trajetória radial (quando o eixo se desloca angularmente para quaisquer direções), ou torcionais (quando o eixo permanece fixo e os olhos se movem em rotação), e, em alguns espécimes existe o movimento ocular de deslocamento do olho para dentro da porção cutânea ou carapaça do ser vivo.

Cada movimento amplia as possibilidades de interação perceptivas, que permitem a um indivíduo se posicionar diante das capturas de luz retiradas do espectro ambiental. Um movimento de reposicionamento da leitura de uma linha para outra é um tipo de movimento sacádico, porque a decisão de interromper o fluxo em que o olhar se direciona, não é atraído pela influência do objeto linear em que a tendência dos olhos do leitor se situa, mas outro tipo de informação, em que a ruptura da sequência sinaliza a necessidade de se prender a outro objeto que está justaposicionado na linha imediatamente abaixo (no caso de um idioma ocidental).

Os movimentos de segmento são mais lentos que os sacádicos. Outra curiosidade levantada por Lent é da impossibilidade de se realizar movimentos lentos sem retenção de objetos dentro do campo visual. Os movimentos convergentes auxiliam o posicionamento da fóvea para corresponder a focalização da imagem sobre a retina. O deslocamento do corpo no distanciamento dos objetos fixados, sinaliza para o sistema nervoso central movimentos oculares divergentes, onde o grau de importância dos elementos antes posicionados passa a ser residual e outros elementos passam a ter um valor qualitativo mais forte.

Pequenos ajustes da visão através do pescoço e até mesmo do globo ocular pode representar movimentos compensatórios que servem para ajustar uma imagem, quando este sistema está operante o tipo de movimento é torsional.

O controle dos movimentos compensatórios no globo ocular é formado a partir de três pares de músculos: Reto superior e Reto inferior; Reto lateral e Reto medial; e, Oblíquo superior e Oblíquo inferior. Eles são responsáveis pelo controle da motilidade ocular.

O tipo de Fibra Muscular Estriada esquelética coordena ação dos músculos Reto superior, Reto inferior, Reto lateral, Reto medial, Oblíquo superior e Oblíquo inferior. O tipo de fibra muscular lisa opera em músculos oculares ciliares, circular da íris e radial da íris.

As fibras motoras somáticas do nervo oculomotor III coordenam os músculos oculares reto superior, reto inferior, reto medial e oblíquo inferior. As fibras motoras autonômicas do gânglio ciliar coordenam os músculos oculares ciliar e circular da íris. As fibras motoras somáticas do nervo abducente VI coordenam o músculo ocular reto lateral. A fibras motoras somáticas do nervo troclear IV coordenam o músculo ocular oblíquo superior. E por fim, as fibras motoras autonômicas do gânglio cervical superior coordenam o músculo ocular radial da íris.

O músculo ocular reto superior produz os movimentos gerados pela contração na forma de: vertical de elevação, sacádico e de seguimento.

O músculo ocular reto inferior produz os movimentos gerados pela contração na forma de: vertical de abaixamento, sacádico e de seguimento.

O músculo ocular reto lateral produz os movimentos gerados pela contração na forma de: horizontal de abdução, disjuntivo divergente, sacádico e de seguimento.

O músculo ocular reto medial produz os movimentos gerados pela contração na forma de: horizontal de adução, disjuntivo convergente, sacádico e de seguimento.

Os músculos oculares oblíquo superior e oblíquo inferior produzem os movimentos gerados pela contração na forma de: torsional e talvez sacádico.

O músculo ocular ciliar produz os movimentos gerados pela contração na forma de: relaxamento da zônula e aumento da curvatura do cristalino.

Os músculos circular da íris e radial da íris produzem o movimento gerado pela contração na forma de: Miose e Midríase, respectivamente.

A combinação dos músculos extraoculares dota o mecanismo do globo ocular de mobilidade que o permita movimentar a angulação do olhar para a correspondência da atividade que irá ajustar a precisão do encaixe do campo de visão à área onde é requerido retenção de algum elemento que esteja presente na ação que deve ser catalogado.

Para isto este sistema trabalha dentro da regra de sincronia e de desativação do antagonista quando a finalidade do deslocamento não requerer mais a continuidade da trajetória do movimento. O calibre angular que leva uma pessoa a direcionar-se numa direção específica dentro de margens horizontais e verticais de enquadramento é um processo minucioso e preciso que amplia a vantagem do indivíduo no reconhecimento dos elementos presentes ao seu redor.

Os movimentos são provocados por atração ou não a objetos dentro do campo visual e podem ser voluntários ou involuntários. Os sinais são encaminhados para regiões específicas do córtex cerebral, que conforme a necessidade ajusta a nova tendência do movimento de acordo com a projeção de uma necessidade que se interliga de forma associativa com o conteúdo mais próximo que ajusta o direcionamento do olhar para que a sequência desejada de apreensões possa dar continuidade ao ente perceptivo. O colículo superior possui um papel muito importante deste ajustamento muscular que prioriza o cumprimento da tarefa ao qual o indivíduo esteja desencadeando uma atividade relacional com os critérios de urgência na correspondência da realidade de um indivíduo.

Para criar um autofoco para os olhos, a natureza desenvolveu um sistema duplo chamado de córnea (contribui para a convergência em 40 dioptrias) e cristalino (contribui para a convergência em 10 dioptrias), capaz de gerar convergência dos raios luminosos que vêm do ambiente, para o interior do olho. Porém existem outros mecanismos dentro deste sistema de menor contribuição para o autofoco.

O estímulo que é encaminhado para a cóclea que forma a imagem, sofre grande refração ao penetrar a córnea, pela relação ar-[curvatura esférica do globo ocular]. Este processo gera a conversão da luz a fim de ser encaminhada para a retina.

Sobre o humor aquoso a refração é menor. A luz quando ultrapassa o cristalino sofre nova refração. E por meio da convergência atinge o humor vítreo e projeta-se na retina.

A elasticidade do cristalino e a sustentação das fibras conjuntivas da zônula gera a focalização automática dos objetos visuais. As fibras da zônula que fixa circularmente o cristalino estendem-se radialmente por toda circunferência e fixa o corpo ciliar.

O cristalino em repouso fica esticado. Quando as fibras musculares da zônula se contraem a tensão sobre o cristalino diminui, tornando-se mais esférico. A contração do músculo ciliar provoca o relaxamento da zônula, criando um mecanismo de variação controlada da curvatura do cristalino. Este mecanismo regula a convergência para diferentes distâncias.

A elasticidade do cristalino decresce com a idade, pois o envelhecimento causa rigidez, tornando o cristalino menos esférico. Este fenômeno gera o efeito de vista cansada (presbiopia).

A focalização automática é conhecida como acomodação que envolve o mecanismo de variação da curvatura do cristalino, a vergência dos olhos, e, a variação do diâmetro popular.

A pupila é formada pela íris, ela possui dois conjuntos de músculos lisos. O primeiro músculo provoca o fechamento da pupila (miose) o outro radial causa a abertura da pupila (midríase). O funcionamento da pupila é semelhante a um diafragma de uma máquina fotográfica. Quando se fecha ocorre o estreitamente do feixe de luz incidente, quando se abre ocorre o alargamento do feite de luz incidente sobre a retina.

Uma acomodação para perto depende da convergência dos olhos, da miose e do aumento da curvatura do cristalino. Uma acomodação para longe depende da divergência dos olhos, da midríase e da diminuição da curvatura do cristalino.

Lent aprofunda que para promover a constrição pupilar e o relaxamento da zônula, os neurônios pré-tectais acionam os neurônios do núcleo de Edinger-Vestphal, no mesencéfalo que incorporam o nervo craniano III que alcançam o gânglio ciliar do sistema nervoso autônomo inervando o músculo circular da íris e o músculo ciliar.

A imagem formada na retina é duplamente invertida. A relação esquerda-direita ocular se projeta direita-esquerda na retina.

O olho humano é capaz de filtrar os raios indesejados e eliminar os reflexos espúrios, este mecanismo é fruto de contínuas adaptações e evolução ao longo dos anos do sistema visual.

Parte dos raios ultravioletas que acompanham as frequências de luz emitido por fontes luminosas é absorvido na córnea, gerando proteção natural das células fotorreceptoras a fim de não causar danos de radiação para regiões mais internas.

O segundo sistema envolve a funcionalidade de fechamento reflexo da pupila. Conforme visto antes no mecanismo da tríade de acomodação. O filtro é ativado quando um aumento da intensidade de luz que chega à retina pode causar danos para as áreas mais internas. Como também quando baixa quantidade de intensidade de luz requerer a dilatação da pupila para calibrar a luz incidente. (Reflexo fotomotor da pupila) Que é um mecanismo de luminância da imagem formada sobre a retina.

Uma vez que a imagem está formada na retina, o mecanismo de transdução fotoneural atinge a face interna da esclera (parte branca do olho) uma camada coroide rica em vasos sanguíneos, coberta por um epitélio rico em um pigmento conhecido como melanina (absorve a luz), nutrem a retina impedindo a reflexão da luz na esclera para inibir que a luz volte a atravessar a retina no sentido contrário.

Uma visão normal é dependente da forma esférica do olho e os meios ópticos do globo ocular, em que pesam mecanismos específicos de manutenção dentro e fora do olho.

O fluído lacrimal faz a manutenção da córnea contra partículas e invasão de microrganismos. O fluído lacrimal também pode estar associado a eventos ligados a emoção em que um indivíduo manifesta sentimentos por meio da manifestação do choro, na forma de lágrimas. A pálpebra é também um mecanismo externo específico de manutenção fora do olho. O nervo craniano VII é responsável pelo controle lacrimal.

O nervo craniano III movem diversos músculos da face para comandar movimentos oculares. O movimento das pálpebras é natural de 10 a 20 segundos uma ocorrência cujo reflexo é uma estimulação somestésica da córnea, iniciada por estímulos súbitos ou pela ação da própria pessoa.

A manutenção do lado interno organiza a transparência dos meios ópticos e o arranjo que garanta a forma esférica do globo ocular. Esta função é realizada pelo líquido que banha o interior do olho conhecido como líquido intraocular.

Lent aprofunda que uma pequena parte atravessa as fibras da zônula e o humor vítreo, formando um fino líquido entre este e a retina.

O líquido intraocular cria uma pressão interna da ordem normal de 15 a 16 mmHg cuja homeostase depende do equilíbrio entre a secreção e a drenagem do humor aquoso. Este sistema está represado num pequeno canal conhecido como Canal de Schlemm ao redor da córnea. A obstrução deste canal aumenta a pressão intraocular gerando problemas oculares, um dos efeitos é a geração de catarata.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [129] – Pela Luz dos Olhos Teus**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Holzel coloca à tona em seu depoimento um trecho de uma bela canção de Vinícius de Morais: “**Quando a luz dos olhos meus e a luz dos olhos teus resolvem se encontrar**...” cujo tom de propriedade poética traz a lembrança da Professora de um poema da Grécia Antiga.

Os gregos acreditavam que a senda da vida somente era possível graças a um “fogo interno”, que emanado dos nossos olhos, iluminava os objetos do mundo, ... conforme sua ideia de expressão.

Ela ressalta que os gregos tinham por premissa fundamental, dentro deste conceito, que: **o semelhante é percebido por semelhante**. Cuja fundamentação partia da doutrina Jônica.

Aristóteles (384 a 322 a. C.) postulou sobre a percepção do som, em que suas conclusões o fizeram raciocinar que o ar em movimento era o agente que despertava a percepção do som, graças a presença do ar no ouvido, fazendo uma adaptação moderna de seu aprendizado.

“assim como a visão seria impossível sem luz [entre o objeto e o olho], também o seria se não houvesse uma luz interior [ao próprio olho]”

O grego Alcmaeon no século 5 a. C. é o registro mais antigo que se tem conhecimento (2012) sobre um cientista que dissecou e estudou o nervo óptico. Até então a ideia de “fogo interno” da cultura Jônica prevalecia no conceito de visão, percebida pela presença de um “fogo”, como elemento desencadeador de luz e calor vermelho, que comparava o olho a uma lanterna vermelha, talvez pela comparação primitiva dos olhos de bovinos que na presença de tochas em plena escuridão, os seus olhos fossem percebidos como dois imensos pontos de luz luminosos que refletiam a luz ígnea do fogo (vermelho).

Assim, o “fogo” tocado nos olhos acende o seu interior. E Platão (ca. 429 a 348 a. C.) anteriormente à Aristóteles acreditava que os olhos emitiam uma espécie de fogo “que não queima”, que uma vez tocado pela luz exterior fundia-se a ela, desta forma se formava um único corpo, a luz sobre a pupila como uma impressão pictórica, compacta e homogênea da representação do “fogo” sobre a retina (Deslocando os desdobramentos para os dias atuais).

No qual o campo visual é a plataforma onde é impressa essa luz natural que está presente na natureza, e que o deslocamento do efeito ígneo da energia fez imprimir nos olhos a presença, de forma que a representação passa a existir dentro do ser, através do despertar da “flâmula interior”, um fogo que pertence ao “objeto” ou seja, este indivíduo que reage arquivando a presença do fogo elemental.

O fogo real é transacionado pelo ar, como um conteúdo que é migrado pela influência projetiva que o fogo é capaz de transmitir no exercício de sua influência sobre o indivíduo. O fogo se transforma em objeto. Essa representação que ativa o sujeito, esse indivíduo que internaliza os elementos da natureza para reagir conforme as análises daquilo tudo que apreendeu como uma devolutiva para significar o que o fogo realmente o é para si mesmo.

Assim, Platão justifica que o interior represa um elemento dissimilar, e não mais é a mesma coisa que se situa no âmbito externo. E se encontrava a razão para o sono e uma razão para o não-sono. Em que o fechar das pálpebras pudesse ser percebido como o fogo interior razão para explicar a ausência, vista como sono, e razão para explicar a presença, vista como o não-sono. Em que o sono era possível devido este represamento da luz que fora colhida durante o dia.

Epicuro (ca. 341 a 270 a. C.) passou a não perceber mais a luz como sendo uma emanação que sintetizava o princípio natural para a ativação da visão, mas que unidades, menores, na forma de partículas que eram deslocadas dos objetos que distavam do indivíduo em sentido de propagação, eram os reais responsáveis, pela projeção da visão.

Quem então estaria certo? Platão? Aristóteles? Epicuro? Ou, o grego Alemaeon? Será que a validade de um postulado perde a valor de “Verdade” se a dimensão do observador é colocada sob outra dimensão da lógica do argumento? O que torna um pensador mais exato em contextos e épocas que não se cruzam, para fazer da classificação um argumento válido ou inválido para o momento atual?

Talvez o modismo com que os conceitos circulam numa época são inapropriados para dizer do modismo conceitual de outra época, que faça as pessoas perceberem contradição dentro do limite do valor histórico. Porém, a verdade de Platão, não é menor que a verdade de Aristóteles, e deste de quem sabe Epicuro e do grego Alemaeon. A linguagem em que fatos são expostos diferem em sentido para o contexto de épocas de conhecimento não homologas.

O grego Galeno (130 a 200 d.C.) não mais percebia uma comunicação para significar o conceito de Epicuro que pudesse perceber um link conceitual para dizer sobre o sistema visual como um conhecimento que fosse possível ser compreendido em sua época, pelo argumento de distorção do tamanho real, caso a propagação de partículas fosse observada pela presença de objetos.

Ele não conseguiu construir em sua mente como uma montanha tinha representação dentro de uma pupila. Porque o tamanho real de uma montanha, era inconcebível para seu imaginário ser encolhido para significar o mesmo objeto em uma estrutura tão pequena quanto ao olho humano.

Galeno evocava o conhecimento de que os espíritos animais, ou seja, a essência do ser vivo, tinha o armazenamento da área cerebral, sistema nervoso, que o conceito de sua época apenas o permitia raciocinar como a formação de um espírito através de um ventrículo cerebral.

E que os espíritos dos animais, ao utilizar o nervo óptico emanava a força que canalizava a visualização da imagem. O que também, nos dias atuais (2018), pode ser concebido como uma verdade.

Os espíritos visuais chegavam ao acessarem os olhos, deslocava-se até o objeto, em que a conversão da imagem era formada na distância impressa no próprio objeto defletido pela luz solar, pela modificação do fator interativo do ar (atmosférico). No qual o ar transformado traria a imagem defletida, ou seja, o elemento pictórico formado pela luz para a forma do objeto, deslocaria proporcionalmente até atingir o olho humano, através do cristalino voltando aos ventrículos através do nervo óptico levando ao espírito a informação colhida.

Galeno já tinha conhecimento do nervo óptico conhecido como quiasma óptico. E admitia a comunicação do nervo com o ventrículo cerebral, dentro do contexto de suas ideias de sua época.

Sabia galeno que a convergência do quiasma óptico geraria a imagem visual como uma percepção da natureza. Também era de seu conhecimento que o efeito conjugado do trabalho dos dois olhos permitia a ampliação da visão do mundo e que a correspondência da realidade com apenas um olho, reduzia a amplitude da imagem colhida pelo espírito do indivíduo.

Galeno admitia que se um olho deixasse de funcionar o olho sadio iria acoplar toda a visão do espírito.

Sir Isaac Newton (1642 a 1727) foi o primeiro relato do mundo ocidental da organização parcialmente cruzada do nervo óptico. Onde aflorou os primeiros conhecimentos sobre a visão binocular. Sendo a confirmação desta descoberta fornecida por Gottfried Zinn (1727 a 1759) no ano de 1755.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [130] – A Estrutura do Sistema Visual**

O sistema visual possui como funcionalidade principal a ser despertada a focalização da imagem, como uma retenção do espectro ambiental, sobre a retina a fim de formação da ilusão de realidade dentro de um organismo biológico, na forma de canalização do que é apreendido para o sistema nervoso central a fim de que seja gestado um tipo de processamento que seja possível compreender o mundo à sua volta.

Como visto anteriormente, a retina ocorre uma transformação do sinal propagado, na conversão de sua forma essencialmente composta de energia em espectro de luz incidente, para uma transdução, onde se verifica o encaminhamento de feixes neurais para o interior através de um fenômeno de pulsos de energia, na forma de salvas de potenciais de ação.

O nervo óptico é composto por fibras de células ganglionares, que transmitem a informação gerada a partir de fotorreceptores que são sensíveis aos estímulos propagados de luz que o sistema de transdução permite desencadear um sistema de acúmulo de irradiação de energia, no qual a luz convertida em carga de energia sendo suficientemente forte dentro deste subsistema, faz o nervo óptico iniciar a sua atividade caso o liminar da excitação de energia atinja o nível ou intensidade de energia necessária para propagar a informação pelas estruturas seguintes deste sistema interativo. A linguagem bioelétrica do cérebro humano se especializou na coleta de informações sobre a região periférica onde se situa ambientalmente o seu organismo. Esta relação de dependência e transferência de conteúdo é uma lei válida para toda a estrutura ou espécime de base e configuração biológica. Onde o bio é responsável pela retenção e evolução do aprendizado que é possível a gênese de uma espécie adaptar-se frente as interferências e intervenções do habitat.

A visão pode ser classificada por duas distintas formas de interação ambiental: a visão escotópica – quando a adaptação é realizada para a produção de imagem em baixo nível de luz; e, a visão fotópica – quando a adaptação é realizada para a produção de imagem em alto nível de luz.

A visão escotópica exige que níveis elevados de concentração sejam orientados para uma elevação da sensibilidade que compense a perda de dados, provados pelo efeito da escuridão, que permita a um fenômeno adaptativo compensar a perda de algumas funcionalidades a fim do ajuste do padrão visual.

Por outro lado, a visão fotópica, existe um excedente de iluminação luminosa no ambiente que deve ser ignorada, a fim de que o foco da imagem sobre a retina, não desencadeie elementos perceptivos que confundam o processamento cerebral que é mais lento em um modelo de fracionamento do sinal que se distingue em termos de velocidade de transmissão inferior à velocidade da luz, como uma medida de cautela em não absorver um conteúdo externo, sem antes sofrer um processo de validação interna. Então durante o dia, a sensibilidade sob controle, permite que o nível de intensidade luminosa que o organismo é condicionado por sua espécie a proceder com a correspondência ambiental.

A mácula lútea dota um organismo mamífero, de especialização para operar em uma faixa luminosa extensa, geralmente esta área possui a coloração amarelada.

A fóvea tem como especialização a formação da acuidade visual, onde os detalhes das imagens são fixados. Ela é formada por cones que detectam diferentes faixas de comprimento de ondas, no qual torna possível o conhecimento das cores. Os cones da fóvea são conectados a células bipolares ou ganglionares posicionadas na periferia da mácula. Cada célula, vista como uma rede neural-gangliar corresponde a 0,005 de informação, vista como um grau de ângulo visual que é deslocado para o sistema nervoso central.

Existe uma escassez de cones quando um observador se afasta das bordas da mácula em direção das margens da retina. E uma quantidade de células conhecidas pelo nome de bastonetes fazem conexões com células bipolares e ganglionares em ordem direta ou por mediação de uma célula amácrina.

Sob a retina central ocorre um maior desempenho da visão fotópica, com a presença de maior número de cones, e possui como circuito mais frequente uma linha exclusiva, com baixa sensibilidade à intensidade luminosa, e possibilita uma ótima integração para uma visão à cores, é uma ótima discriminação de formas, quando esta área sofre lesão ocorre uma cegueira total focalizada.

Sob a retina periférica ocorre um maior desempenho da visão escotópica, onde a presença de bastonetes é mais frequente, os circuitos de projeção convergentes são mais frequentes, ocorrendo uma alta sensibilidade à intensidade da luz, a discriminação de formas é precária, como também é precária a distinção de diversos tipos de comprimento de onda que possibilita a visão das cores, o resultado de uma lesão nesta área é a cegueira noturna.

Enquanto os cones são sensíveis a alta concentração luminosa os bastonetes são sensíveis a baixas concentrações luminosas, isto permite que a característica adaptativa possa contribuir para a formação das imagens em estágios diferenciados de conformidade ambiental da abundância do espectro de luz. Em outras palavras pode significar uma vantagem para se perceber o ambiente ou habitat quando o espectro de luz é percebido como dia, ou em sua composição noturna, na ausência de energia luminosa solar.

Os bastonetes podem gerar sensibilidade a partir da coleta de um único fóton. Esse sistema cone-bastonete é um sistema que evoluiu para uma melhor adaptação que favorecia a sobrevivência. Que sofreu seguidas evoluções ao ponto também da retina ser dotada da capacidade de autorregulação, como medida de controle, da intensidade de luz ao qual está sujeita a retenção de uma propagação de luz.

A vantagem deste sistema de equilíbrio à variação da intensidade do espectro visual é o constante ajuste da percepção de acordo com uma expectância, em que um gradiente de intensidade luminosa ambiental se apresenta para dizer qual a escala projetiva mais confortável para um organismo em se trabalhar com o espectro de luz que permita dizer em módulo adaptativo, a extração do nível de informação ideal para a sobrevivência de um organismo biológico.

Assim, o diâmetro da pupila é variável de acordo com o ajuste automático necessário para equilibrar o nível de trabalho do sistema visual necessário para corresponder com excelência sua especialidade de retenção do espectro visual.

Os fotopigmentos presentes neste modelo, permitem equilibrar fatores internos nos cones e bastonetes a fim de que a frequência, o comprimento de onda, saturação, brilho, densidade do espectro, ... possa representar uma métrica precisa de composição de fatores físicos que uma vez por transdução encaminhados através da retina pelo nervo óptico ao sistema nervoso central possa canalizar instruções de como proceder diante da influência do meio na vida do organismo biológico.

Existe um ponto cego no globo ocular, no disco óptico, onde não há retina. Região em que não há como capturar imagem.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [131] – Diferentes Destinos, Diferentes Funções das Fibras Ópticas**

O conjunto de fibras de células ganglionares retinianos conhecidas como nervo óptico é formada pelo par de nervo craniano II. Cada olho humano é conectado a um nervo que se desloca até um posicionamento médio no interior do cérebro que se projetam para encontrar com um entroncamento conhecido por quiasma óptico. Ele possui um formato de “X” que o nervo que vem do lado esquerdo faz cruzamento para o lado direito, e, o nervo que procede do lado direito, emerge para o lado esquerdo numa angulação projetiva de aproximadamente 60% formado por fibras retinofugais.

Lent fornece a informação de que do quiasma óptico emergem os tratos ópticos, que possuem a forma de nervos, mas que se fundem no encéfalo na forma de feixes de fibras. As fibras retinofugais na região do encéfalo ramificam em diferentes alvos sinápticos no sentido de propagação do sinal na direção do diencéfalo e no mesencéfalo.

O primeiro destino dos feixes retinofugais é o hipotálamo, através do núcleo supraquiasmático. Corticalmente situa-se em região diametralmente acima do quiasma óptico, presente nos dois hemisférios cerebrais e participa da sincronização do nosso relógio biológico com o ciclo dia-e-noite, que é de responsabilidade de ativação da glândula pineal.

O hipotálamo nesta função é responsável por coordenar as informações pré-existentes do aprendizado experimental e vivencial do organismo a uma intensidade reativa ao qual o vínculo com a experiência foi capaz de produzir efeitos de afetação sobre a pele de um indivíduo (pele no sentido de influência do meio sobre o organismo) conhecida como emotividade. No qual ele indexa a informação visual uma sensibilidade que a composição de pulsos que indicam a influência projetiva da visão, é capaz de fornecer como elemento que deve se ajustar ao ensinamento interno já “consagrado”.

O fato de Lent relacionar parte do mecanismo do ciclo circadiano ao núcleo supraquiasmático é porque parte de uma fundamentação científica de que ele é um dos núcleos que possuem papel regulador sobre o ciclo de atividades reguladoras fisiológicas do organismo, e que também, assim, como a glândula pineal, desempenha papel similar dentro deste circuito de sincronismo que permite também atribuir uma função que combinada com outros núcleos constitui um grande sistema com papéis especializados em segmentos desta sintonia fina das atividades diurnas e noturnas.

As fibras do nervo óptico são enviadas para três grandes regiões encefálicas: o diencéfalo; a região que delimita o diencéfalo com o mesencéfalo; e, o mesencéfalo.

No diencéfalo situa-se o núcleo geniculado lateral que recebem fibras de células ganglionares retinianas de ambos os olhos, onde axônios são propagados para a conexão com o córtex cerebral visual primário do mesmo lado.

Cruzeiro, em seu escasso conhecimento sobre o sistema óptico, com os dados fornecidos de Lent até o momento supõe que no entroncamento conhecido como quiasma óptico, a ramificação que se desloca após o encontro em um grau de 60% deve compor fibras de ambos os olhos, em cada hemisfério cerebral, para abastecer o diencéfalo com informações parciais do olho esquerdo-direito.

Na região que delimita o diencéfalo com o mesencéfalo que possui posição anatômica pré-tectais forma sinapses com fibras retinianas de ambos os olhos. Este subsistema contribui para a estabilização da imagem na retina, na acomodação de reflexos oculomotores no caso de movimentos.

As fibras que se ramificam na direção do mesencéfalo se propagam para o colículo superior que fornece sincronia para os reflexos de orientação dos olhos, da cabeça e do corpo, para o sistema visual. Esse subsistema projeta axônios para diversos núcleos motores do tronco encefálico, afirma Lent, e também para a medula espinhal.

O núcleo geniculado lateral apresenta seis camadas celulares (2,3, e 5 – que recebem fibras da retina do mesmo lado, ipsilateralmente; e, 1, 4 e 6 que recebem fibras do lado oposto, contralateralmente.)

As camadas 1 e 2 são formadas por grandes grupos de neurônios e por isto são conhecidas por magnocelulares. Já as camadas 3 e 6 apresentam neurônios pequenos (parvocelulares).

Entre as camadas existem sequências de neurônios muito pequenas e numerosas com funções distintas das áreas numeradas chamadas de neurônios interlaminares.

O órgão geniculado lateral lança muitos axônios para o córtex cerebral. Lent aprofunda nos dizendo que certa de 80% das sinapses excitatórias desse núcleo são de axônios corticais.

O sistema geniculado lateral, é responsável pela transmissão de informações sinápticas retinogenicular que age no organismo humano como um interruptor que gerencia a necessidade de deslocamento do sinal para outras partes do córtex cerebral a fim de canalização de uma resposta do organismo frente ao sinal luminoso capturado, ou seja, se o sinal deve ou não desencadear uma sequência reativa que mereça ao organismo adaptar-se à influência externa. Aqui se institui o lema: ignorar a imagem ou propagar uma pulsão de equilíbrio.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [132] – Múltiplas Áreas do Córtex Visual**

O geniculado imite fibras em direção ao córtex conhecidas como radiações ópticas, propagando-se como um leque sob forma de substância branca cortical. Na área V1 a substância cinzenta é alcançada a partir das fibras geniculares terminando sobre a camada 4.

O córtex cerebral é formado pelo funcionamento fracionado de diversas áreas, onde cada uma se especializa em realizar uma função de coordenação que permita utilizar a informação visual para uma finalidade do regime de urgência.

A área relacionada a atividade visual que é bastante importante dentro deste sistema é a área de projeção conhecida como V1 (área visual primária) que está situada no córtex occipital, também conhecida como área estriada. O núcleo geniculado lateral exerce grande influência para a manifestação da atividade da área V1.

As Áreas anteriores, em relação a posição da nuca, na projeção da face de um ser humano, que integram o sistema visual, após a área V1 são áreas extrastriadas conhecidas pelas denominações V2, V3, V4, V5, V6, 7a, LIP, TEO, STP e TE.

Leslie Ungerleider e Mortimer Mishlin propagou estudos que reuniam as funcionalidades destas áreas em dois sistemas funcionais diferenciados, conectados a porção de área visual primária V1.

Desta construção se integrou a percepção de uma via dorsal que coordenava aspectos espaciais da visão, contribuindo para a localização dos objetos no espaço, a identificação da direção em movimentos dos objetos, e a coordenação visual dos movimentos, segundo Lent. Então a via dorsal foi percebida por Ungerleider como o processamento das informações visuais relacionadas com informações espectrais de movimentação dos corpos.

Leslie&Mortimer observou o segundo subsistema como uma via ventral, que era responsável pelo reconhecimento dos objetos, formas e cores. Este cientista percebia a via ventral como o conjunto de instanciamentos cerebrais que permitiam a identificação do ambiente.

A noção totópica de Ungerheider&Mishlin privilegiava a formação do conceito de visão a partir da posição em que a formação da informação no sentido de integrar um vínculo psicológico sinalizava uma percepção de vias de localização cerebral concentradas dentro de um eixo de densidade biológica onde se situa a coordenação de um processo identificado que sinaliza a relação com a funcionalidade descrita como sua fundamentação de existência para a finalidade do órgão. Onde o topo parte de um lugar que pode ser mapeado fisicamente, e que se percorrido gerará a compreensão de como a funcionalidade é despertada dentro de um indivíduo de uma espécie.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [133] – Operações Funcionais dos Neurônios da Visão**

Para se compreender as operações funcionais dos neurônios da visão é necessário antes a compreensão de algumas siglas importantes: V1 – área visual primária; STP – área temporal superior polissensorial; TE – área interotemporal anterior; TEO – área interotemporal posterior; LIP – área parietal inferior lateral; 7A – área 7a de Brodmann. V2 – área anterior superior, medial e inferior localizado na periferia da região V1; V3 área limítrofe superior a região V2; V4 – área limítrofe a região V3 e a porção inferior da área V2; V5 – é a região do lobo pariental inferior isolada na porção medial do cérebro que se conecta ao sistema do diencéfalo (lobo temporal); V6 – área que se projeta no lobo parietal e temporal não descrita no Livro de Lent. É necessário a visualização anatômica para integrar o conhecimento no cérebro para a visualização da atividade receptora em pleno funcionamento a fim da percepção de autodiagnose dos diversos parâmetros do modelo de funcionamento do sistema visual de um ser humano.

Para que serve então estudar as operações funcionais dos Neurônios da visão? Serve para a compreensão do refino em que a característica visual apropriada irá gerar como conteúdo lexical de correspondência projetiva do ambiente, que permita aprimorar a gestão dos conflitos e da identidade de relacionamento de um indivíduo.

Assim, a compreensão de tais parâmetros, como brilho, intensidade de luz, frequência de sinal, modulação da frequência espacial dos tons, as propriedades das cores, vistas como elementos combinados a partir de comprimento de onda, a combinação do mapa totópico das fibras ganglionares onde o diferencial de frequência irá indicar variações na composição da imagem que desperta informações sobre o ambiente, as diferenciações de densidade, que permitem ajustar o movimento para que um indivíduo permaneça na postura correta da necessidade de seu enquadramento dentro do contexto em um dado instante na área projetiva do habitat, ... tudo isto resulta num tipo de apropriação de sentido, em que as operações funcionais irão repercutir na forma de geração de subjetividade que conectada as informações sociais irá despertar o comportamento psíquico de um indivíduo.

Quanto mais profundo for o conhecimento de um ser humano para estes aspectos de extração de informações físicas, torna mais apto o indivíduo a coordenar a influência projetiva sobre o meio, que o faz perceber dentro do aspecto de estrutura de prazer contida na percepção de seu desempenho volitivo de base adaptativa, lhe permite gestar saberes que contribuirão para melhorar a qualidade de vida do padrão de funcionamento necessário para a manutenção de sua própria sobrevivência.

As atividades bioelétricas que compõe o arranjo destes diversos subsistemas fornecem preciosas e precisas informações de amparo projetivo de ideias, mapas sensoriais, e, coordenação do relacionamento humano com o habitat. Assim, a compreensão da dimensão como fator bioelétrico corrobora para expressar um tipo de conhecimento pela rota em que os processos cognitivos são desencadeados dentro do cérebro humano.

Assim, um movimento na rede bioelétrica, pela sinalização de um estímulo, poderá ativar uma ou mais áreas, em que o sentido lógico da afetação da imagem visual indicar como sinalização o despertar de uma curiosidade, manifesta na forma de um diferencial entre quadros, ou flutuações de diferentes dados neurais de uma fibra cuja participação da linha neural é de 0,005 ângulos de visão cuja informação retida sinaliza um aspecto do ambiente que o geniculado lateral pelo seu sistema de chaveamento sinaliza ou não que a transferência do modulo de atividade bioelétrica deva ser encaminhado para a área visual primária V1 e tratada como uma necessidade que se desloca via conexão dorsal, ou uma necessidade que se desloca como uma via de conexão ventral.

Assim, um observador que compreender este processo, poderá facilmente perceber a influência que a impressão do habitat sobre o organismo ativa de consequência direta sobre o fracionamento das atividades corticais dentro do cérebro humano, no qual imperfeições de aprendizado possam ser corrigidas pela análise fisiológica, no módulo cognitivo dos processos em que estas “imperfeições” geram de incômodo para o equilíbrio homeostático de um ser humano.

Lent finaliza que o paradigma experimental da visão tem sito utilizado para todas as partes do sistema visual, da retina ao córtex, e que o estudo leva à compreensão das operações funcionais dos neurônios da visão.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [134] – Neurônios e Circuitos da Retina: As Primeiras Ações de Processamento Visual**

Na fototransdução quando bastonetes e cones são atingidos pela luz resulta em um potencial receptor hiperpolarizante. No caso da iluminação da retina na formação da imagem o estímulo fotorreceptor é escuro resultando no potencial despolarizante. Assim é possível pensar em um sistema dual, fracionado em dois aspectos elementares de carga simples, onde o estado hiperpolarizante é um momento de recepção de sinal em que ocorre um acúmulo de carga na retina (retenção da fração do quadro visual), ao qual irá sofrer uma rotação de influência quando uma despolarização, ou seja, um impulso para dizer que a carga já está completa seja encaminhada pelo pulso ativado da influência do fotorreceptor, sinalizando a densidade da informação apropriada através do estímulo em sua versão lógica longitudinal de um segmento do momento que sinaliza os tipos de transações que o filete linear de informação (0,005 ângulos de visão) transporta como informação para o interior do sistema nervoso central através do quiasma óptico.

Por isto o sistema bastonetes-cones é fundamental para a geração de gradientes visuais, pois eles fornecem informações de rupturas de 0,005 angulações visuais, do feixe de luz, em que cada neurônio retém a informação do ângulo, em que o processamento cerebral passa a perceber como uma mutação de estado no ângulo, como um fenômeno translúcido onde mínimas detecções de flutuações de onda servem para a percepção do espectro, sinalizando uma motivação para o indivíduo, através desta modalidade sensorial, captar uma impressão que parte do habitat, a partir de uma análise do Sistema Nervoso Central.

Esse sistema permite dar poderosas pistas de renderização de frames de imagens, onde uma informação visual é percebida no interior do sistema nervoso central como um espectro contínuo, não fracionado no sentido de catalogação dinâmica da imagem.

O glutamato é liberado toda vez que um efeito despolarizante é percebido que estatiza uma influência química, como uma força de conteúdo energético que é alocada para o funcionamento do sistema visual, como um ponto de partida para uma intensidade bioelétrica correspondente a pulsão necessária e mediadora para que todo o sistema corresponde ao vínculo projetivo em que o estímulo se projeta no sentido de sinalizar a energia vital alocada para o padrão de resposta sugerida como ponto de partida primário da afetação de um indivíduo.

Na fóvea linhas de transmissão exclusivas através de cada cone faz conexão com apenas uma célula bipolar e cada neurônio bipolar se conecta com apenas uma célula ganglionar. Assim, todas as informações combinadas cada uma em sua linha de transmissão exclusiva segue na forma de um feixe óptico, para cada olho, na direção central onde está localizado o quiasma óptico. Onde o feixe é um canal onde todas as linhas de transmissão exclusivas cada quais carregam a informação do código de imagem.

Devido a área exclusiva das linhas de transmissão ser muito pequena, o efeito gerado pela transmissão do estímulo por meio de luz sobre o cone praticamente repercute sobre as dimensões em que o efeito pós-sináptico se propaga na direção do neurônio bipolar. Por isto que analiticamente se despreza o efeito transversal de uma linha exclusiva por influência de mais de um cone dentro a ativação deste limiar de potencial de ação que se estabelece a partir da influência do fotorreceptor.

As linhas de transmissão exclusivas somadas geram um campo receptor, que é sensível a influência do estímulo fotoelétrico e eficaz para gerar atividade elétrica a fim de ativar o neurônio visual.

O campo visual realiza fototransdução e algumas operações de processamento da informação visual. Lent esclarece que tanto as células bipolares como as ganglionares possuem campos receptores circulares com uma região central e uma periferia antagônica. Um estímulo sobre a parte central do campo visual é conhecido pela denominação centro-on (ligado), em que dependendo da influência periférica se estabelece um efeito de antagonismo em relação ao centro necessário para a percepção dos corpos, no sentido do que é perto, próximo, longe ou distante.

A incidência de um estímulo mais escuro que o fundo gera um diferencial que é utilizado por núcleos talâmicos para que a informação seja sensível para perceber uma frequência de disparo. No qual este sistema é fundamental para a compreensão do fenômeno físico de saturação da luz, em que aspectos sutis da forma dos objetos passam a ser percebidos. Esta composição é conhecida como centro-off (desligado).

Então o efeito centro-on e centro-off estabelece duas informações de saturação, em que é permitido ao cérebro humano através de seu lobo temporal se interligar há um princípio dinâmico em que a variação da intensidade da luz permite decompor coordenadas de movimento. Pela projeção em que as variações de centro-on e centro-off incorrem para transmitir um grau, como tons, em que os processamentos de claro e escuro ganham uma representação psicológica.

Estudos recentes (2012) localizou um tipo de proteína fotossensível presente no sistema ocular chamada de melanopsina que responde a um tipo de transdução independente de cones e bastonetes até então considerada desvinculada da percepção visual, de correspondência direta aos níveis de detecção de luminosidade do ambiente. A proteína possui correlação, em termos de efeito do seu funcionamento, com o ciclo de ritmos fisiológicos no hipotálamo, como por exemplo, a função sono-vigília, níveis hormonais, atividades motoras, ect...

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [135] – A Vias Paralelas da Retina ao Tálamo**

O sistema visual possui três tipos de células ganglionares, na forma de canais que carregam informações com diferentes conteúdos com aspectos diferenciados de coordenadas físicas extraídas do estímulo visual. Essas vias são conhecidas por M, P e K.

O canal M projeta e propaga axônios ganglionares para uma camada magnocelular do geniculado. Lent faz relembrar, que as fibras de cada olho que cruzam no quiasma terminam na camada 1, e as que permanecem no mesmo lado terminam na camada 2.

No canal P projeta e programa axônios ganglionares para camadas parvocelulares do geniculado. Os gânglios que cruzam terminam nas camadas 4 e 6, e os que se situam ipsolateralmente (mesmo lado) terminam nas camadas 3 e 5.

O canal K projeta e propaga axônios ganglionares para as terminações dos espaços interlaminares do geniculado, sendo este último topo formado por neurônios tão pequenos conhecidos pela denominação konios (poeira).

Os campos receptores dos grupos neurais do geniculado são semelhantes aos gânglios retinianos. As células magnocelulares são grandes, tem organização centro-periférica antagônica, e, como recebem informações provenientes de vários tipos de cones, carregam conteúdos acromáticos.

Os campos receptores parvocelulares são formados por neurônios pequenos e possuem oposição de cor do centro-periferia; são sensíveis a ondas longas (Vermelho) e sensíveis a ondas médias (Verdes). O condicionamento da resposta é uma manutenção da duração do estímulo.

Os campos receptores interlaminares são formados por neurônios de dimensões adversas, e fazem oposição de cor entre azul e amarelo.

O canal P contribui para a visão em alta resolução espacial contribuindo para a detecção do tamanho, forma e cor dos objetos. Aqui ocorre a transmissão de eixos de cores oponentes verde-vermelho.

O canal M contribui para a visão com alta resolução temporal para a captura de diferenciais de velocidade e sentido dos objetos em movimento. Aqui ocorre a transmissão de eixos de cores oponentes branco-preto

O canal K contribui para a visão de alta resolução espacial para a detecção de cores do eixo azul-amarelo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [136] – Módulos e Paralelismo no Córtex Visual Primário (V1)**

David Hubel e Torsten Wiesel estudaram os campos receptores do córtex visual primário (V1) gerando informações sobre o processamento visual no córtex cerebral.

O experimento de injeção de baixa concentração de um aminoácido radioativo em um olho de um macaco em 1950, foi possível mapear a transmissão do sinal ocular através das fibras do sistema óptico (nervo óptico). O transporte da informação fora percebido através das sinapses geniculares para os axônios das radiações ópticas e acumulações de material radioativo sobre a camada 4 de V1.

O contraste de radiação entre a comparação do efeito de cada olho, no sentido de verificação da radiação desencadeada pelo olho radioativo, e o olho sem efeito radioativo foi a forma encontrada no experimento de mapear a ação da transmissão dos dados pelo sistema visual, no qual foi observado o efeito da produção da informação contralateral e ipsolateral.

Esse estudo possibilitou a descoberta de bandas, na forma de colunas ou bandas de dominância ocular da representação dos dois olhos.

O aprofundamento da descoberta tornou possível a identificação que os campos receptores dos grupos neurais da área V1, os campos receptores retinianos, e, os campos receptores talâmicos diferem em sua composição. A forma varia, assim como a faixa antagonista, o alongamento dos axônios, e a projeção de detecção do espectro de luz sobre eles.

Outra descoberta de Hubel&Wiesel foi a sensibilidade à orientação dos estímulos e a seleção da orientação. E o alinhamento das colunas em relação a dominância ocular através da inervação da camada 4.

Lent aprofunda que colunas adjacentes apresentavam preferências por orientações ligeiramente diferentes. Isto gerava a percepção de inervação sob o topo de 180º para uma inclinação de estímulos.

A especialidade de neurônios sensíveis à orientação da luz é ativada por retângulos de luz on-off dentro do campo receptor. Porém, dependendo do tipo de campo receptivo a exigência pode ser da ordem de um movimento de direção determinada do pulso de informações. Isto garante a gestão de uma métrica temporal em que movimentos possam ser percebidos.

Margaret Wong-Riley ao estudar uma enzima mitocondrial no córtex (citocromo-oxidase) percebeu a presença de grumos, na forma de pequeninos pilares de atividade enzimática mais intensa, conforme Lent, na forma de um mosaico em toda a camada 3 de V1. Os pilares estavam correlacionados com as propriedades corticais dos neurônios cerebrais.

A sensibilidade dentro dos grupos possibilitava a percepção da diferenciação das faixas de comprimento de onda, no qual a sensação de cor emergia a partir da análise realizada das informações contidas dentro desta área cerebral. As áreas adjacentes (área visual secundária) foram detectadas também a presença de módulos de citocromo-oxidase, como bandas finas e espessas em vez de grumos.

A visualização do córtex visual primário é formada na semelhança de uma hipercoluna cujo processamento é capaz de analisar as principais propriedades formado a partir da captura de um estímulo visual. Dotado de capacidade para extrair informações do espectro visual de forma, movimento e cor.

O córtex visual é formado por canais paralelos que fazem segregação da informação. Como por exemplo, o canal M responsável pela análise do movimento. Ou o canal P destinado a análise e cor dos objetos. Onde as vias trafegam para as regiões intergrumos de V1, conforme Lent, sensíveis à orientação, mas não a direção do movimento dos estímulos. E outra via que passa pelos grumos de V1 com sensibilidade para o comprimento de onda verde-vermelho. Ou, o canal K cujo trajeto passa pelas regiões interlaminares do geniculado que chegam em células com sensibilidade para detecção de ondas curtas em torno do tom azul nos grumos de V1.

Lent deixa claro que o sistema descrito no parágrafo anterior é muito complexo em que se pode perceber algumas exceções ainda não explicadas totalmente, no qual sugere a presença de propriedades mistas dos canais originais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [137] – Localização Espacial dos Objetos no Mundo Visual**

Para que servem as operações funcionais da área cortical do córtex visual primário? Serve para realização de coleta de efeitos discriminantes que permitam a um indivíduo criar e gerir cognição, ou seja, capacitar-se em percepção de atributos de qualidades contidos no espectro visual no qual objetos possam ser nomeados, localizados, sofrer ações, ... a partir das consultas adjacentes das submodalidades visuais que indicam o tipo de vínculo permitido, ou acionado a partir do ambiente, que induz ao contato com o mundo.

Os reflexos visiomotores orientam os olhos, a cabeça, o corpo em relação a campo de visão, onde se extrai a partir destas coordenadas físicas funções projetivas, na forma de conceitos que integram um modelo de reação, visto como uma propriedade qualitativa que ativa o pensamento. Como por exemplo, uma verbalização de uma ação em que um menino credita com a expressão de sua fala: “Que a bola correu da esquerda para a direita”.

As informações do campo de visão são encaminhadas através da fóvea que possui capacidade de ajustar a acuidade através da retina, e encaminhar as informações contidas no espectro de luz como submodalidades que são extraídas a partir dos órgãos descritos em outras atividades desta série de informações.

As relações topográficas do cérebro, percebidas como porções corticais concentradoras do despertar de funcionalidades, confere ao sistema nervoso central, a alta precisão para uma orientação visiomotora do corpo a fim de facilitar as interações do organismo com o ambiente.

Os mapas topográficos são especializados em discriminar informações de mesma base submodal a fim de que o pacto de apreensão, estabeleça um sentido interno, para a força do estímulo e sua influência para o organismo.

O campo visual então é sensível as variações do espectro de luz, no qual abstrai deste um sistema de referências para a identificação de diversas partes do mundo visual.

A fixação de um ponto no campo visual estabelece uma conexão com o mundo, mas esta conexão possui um vínculo que não pode reter sua criatividade, e assim é necessário que novas conexões sejam projetadas dentro de uma dinâmica de frames que fotografam o mundo imprimindo um filme onde os eventos, percebidos como mutações de estados, conectam o indivíduo com a percepção da influência das “coisas”-objetos que desencadeiam fatos que sofrem identificação através da ativação da subjetividade interna.

O campo de visão é um sistema bipartite que passa por um processo de conferência, ou sobreposição parcial dos campos de cada olho, que fornecem ângulos diferenciados de apropriação de conectores de luz. No qual cada linha de transmissão possui o seu par diametralmente correspondente, que permite gerar discriminantes, nos quais as submodalidades possam ser extraídas. Para a pessoa que possui apenas uma única entrada ocular, por algum problema gênico ou por uma lesão irreparável, este mecanismo funciona apenas no feito da discriminação parcial das variações de saturação contidas apenas no olho que ainda é responsável por sintetizar as operações funcionais do córtex visual primário.

O campo visual de cada olho, por convenção, está segmentado em duas regiões: os hemisférios nasais (próximo as fossas nasais), e, o hemisfério temporal (próximo da têmpora).

Os hemicampos podem ser divididos imaginariamente por um plano horizontal que passa através da fóvea. Em que possa a representação deste hemicampo ser percebido por um conjunto de quatro quadrantes: superior nasal, superior temporal, inferior nasal e inferior temporal.

Assim é possível criar um mapa, que contém um meridiano a partir da imagem formada pela conjunção dos dois olhos, ao fixarem sobre o mesmo ponto, na formação de um ponto que se situa dentro de um quadrante, num setor do campo visual formado, no qual o meridiano pode ser percebido a partir de uma coordenação de um meridiano horizontal e outro vertical. Onde o cruzamento dos meridianos cai sobre uma região central onde os objetos percebidos podem ser geridos por uma propriedade de enquadramento, como uma influência, vista como uma submodalidade que carrega a informação de disposição das coisas.

Esta submodalidade permite a identificação com precisão da posição de quaisquer pontos no campo visual. O gradiente que se forma a partir das composições angulares fundamenta o tipo de apropriação de sentido que possa ser gerado semanticamente, para exercício de uma subjetivação em que o indivíduo possa se assessorar diante de um contexto presenciado: “Maria está perto da mesa, e João está longe da parede”.

A imagem formada na retina leva a informação inversa da representação das coisas. Essa inversão estabelece que o quadrante inferior de cada olho tem correspondência com o quadrante nasal superior do campo visual correspondente.

A informação retinotópica é preservada para cada olho e encaminhada para as áreas subcorticais. Lent aprofunda que mapas retinotópicos no colículo superior, no pré-tecto e no núcleo geniculado lateral também estabelecem conexões com atividades específicas.

As informações dos mapas retinotópicos estabelecem condições de funcionamento de acordo com a finalidade que as suas respectivas áreas corticais sinalizam como atividade no desempenho de suas tarefas de gestão da captura do estímulo visual.

As funções percentuais que têm por base o reconhecimento dos detalhes da forma, movimento e cor detectados pela fóvea são de atribuição do núcleo geniculado lateral e do córtex visual primário.

Lent aprofunda que no colículo superior e no pré-tecto a função predominante não é percentual.

É dito que uma função do córtex cerebral é percentual quando os dados aferentes convergem para uma forma de energia que integra um conceito armazenado na forma de código, no qual o feixe, condensa todas as linhas neurais que inervam o órgão para significar algo em que o ambiente esteja sinalizado para a realização de uma atividade humana que deve ter uma resposta, por uma atividade percentual que sinalize qual é a medida mais viável de reação dentro de um modelo de resposta, para sinalizar a retomada do equilíbrio que a interferência ambiental indicou um conflito interno, que deve ser resolvido.

A grafia do gráfico, como nos mapas somatotópicos, possuem dimensões variadas conforme a representação do topo sobre o contexto cortical necessário para a discriminação percentual correspondente para despertar a submodalidade.

O núcleo supraquiasmático do hipotálamo é responsável por detectar os níveis gerais de luminosidade do ambiente sem distinção de posição espacial, conforme Lent. O que possibilita sincronizar os ciclos fisiológicos do organismo com os efeitos temporais (dia-noite).

Aprofundando Lent os setores mais posteriores do colículo superior esquerdo, representam a hemirretina nasal direita, na projeção de fibras para regiões do tronco encefálico inervando núcleos do nervo abducente direito e do nervo oculomotor esquerdo. Este sistema permite a localização de objetos.

Os neurônios das camadas profundas do colículo superior, além do já citado, projetam seus axônios para os segmentos cervicais da medula espinhal contralateral pelo feixe tecto-espinhal. A funcionalidade desperta o movimento do pescoço e o giro da cabeça.

A retinotopia permite a análise detalhada de cada pequeno segmento da imagem projetada. Uma finalização deste tópico por Lent deixa bem claro este contexto: ***Deste modo podemos identificar cada frase, cada palavra ou cada letra da região de fixação, sem perder a sua relação com a vizinhança, como se estivéssemos realizando zooms sucessivos com a nossa atenção.***

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [138] – A Medida da Intensidade Luminosa**

O sistema visual é capaz da distinção de diferentes intensidades de frequências de energia, no qual se correlaciona, uma informação, com o potencial da luz incidente. Existe uma relação direta entre potencial do estímulo e o desencadeamento de potenciais de ação que partem pelos fotorreceptores presentes na retina, que fazem o caminho através do nervo óptico em direção aos núcleos do sistema visual.

A detecção da intensidade de iluminação está intimamente relacionada ao nível de adaptação da retina, ao nível de “ruído” interno do próprio sistema visual, da cor do estímulo, das condições de contorno extraídas do estímulo. As diferenças luminosas levam em conta todos estes e outros fatores não nomeados da rede de formação da energia representada como luz imagética.

Lent reforça o conhecimento da adaptação como um mecanismo de regulação da sensibilidade retiniana. Onde na presença da escuridão a sensibilidade se amplia. Na presença do claro a sensibilidade a exposição de uma luz, como por exemplo, uma lâmpada gera pouco efeito visual no ambiente.

Lent apresenta uma brilhante conclusão ao afirmar que na vigência de uma condição de adaptação, é válida a proporcionalidade entre energia incidente e a frequência de impulsos.

O sistema visual possui algo ainda não compreendido pelos neurocientistas, que é a sua capacidade de geração espontânea para disparar impulsos a uma certa frequência na ausência de impulsos visuais. E este mecanismo é interpretado como um ruído e não uma interferência ambiental que repassa uma informação para a porção interna de um indivíduo.

Lent novamente reforça o conhecimento de que estímulos muito fracos não são detectados, mesmo que sejam capazes de provocar ativação de fotorreceptores.

O limiar da sensibilidade varia de acordo coma as variações metabólicas, o estado de saúde, o ciclo circadiano, e outros fatores.

A intensidade luminosa pode ser medida a partir de um conceito que integra um vetor de conformidade de uma componente que traz como informação da faixa do comprimento de onda de um espectro de luz.

É possível desta relação de sensibilidade atribuir maior ou menor reatividade numa visão fotópica, onde a sensibilidade é maior para comprimentos de onda em torno de 555 nm (verde-amarelado). Já na visão estocópica a sensibilidade é maior para frequências de 500 nm (verte-azulado). No qual é possível gerar uma escala de influência para a cadência do comprimento de onda azul, e para a cadência do comprimento de onda vermelha. A observação de estímulos verdes e azuis, de mesma luminância (equiluminantes), o verde se apresentará mais forte que o azul. Porque a relação de salvas de potenciais de ação para despertar a característica que reforça o conceito de verde é superior às salvas de potenciais de ação necessárias para produzir psicologicamente o efeito da tonalidade azul.

As condições de contorno do estímulo interferem sobre uma medida de intensidade. Uma figura de mesma luminância que outra pode ter percepção mais intensa na presença de um fundo escuro, que outra que estiver sob a influência de um fundo claro.

O interior dos objetos não traz tantas informações quanto aos seus contornos. Por isto bordas necessitam percepção de nitidez em que fatores de acuidade estejam presentes e possam fortalecer o enquadramento de uma imagem. No qual a presença do fundo ajuda no enquadramento necessário para guiar o sentido do estímulo apreendido. A borda, portanto, é um divisor que leva o olhar a se guiar por uma medida de intensidade da projeção interior de uma figura, imagem ou objeto.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [139] – A Identificação da Forma dos Objetos**

A combinação dos canais M e P do sistema visual é essencial para uma identificação da forma dos objetos, ao qual podem ser observadas dois tipos básicos de operação: identificação das bordas de contraste que delimitam os objetos, e, é uma avaliação tridimensional dos objetivos que o delimita em relação ao ambiente.

Uma inibição lateral da estrutura tangencial das células horizontais e amácrimas gera a percepção das bordas de contraste, responsáveis pela geração de uma periferia antagônica em relação ao centro do campo receptor de células bipolares e ganglionares.

Este efeito é gerado a partir de um sobressalto em que a forma da imagem é firmada ao centro e a influência da periferia é parcialmente descompensada. Como a um fenômeno de fosforilase onde o centro tem um padrão de luminância que supera a luminosidade do padrão periférico. Assim o padrão bioelétrico da periferia gera um contraste com o centro bem estimulado.

Essa inibição lateral também está presente nas camadas parvocelulares do núcleo geniculado e na camada 4 de V1, conforme frisa Lent; nesta região é encontrado neurônios com campos circulares de estrutura antagonista. Deste sistema surgem neurônios alongados e intergrumos do córtex visual primário. O resultado desta operação é o reconhecimento das bordas em diversas direções e perspectivas.

A área V1 é responsável pela iniciação da análise da forma dos objetos. O caminho da análise do estímulo visual segue a via ventral das áreas corticais extrastriadas, dirigindo-se para as regiões interbandas de V2, em seguida para V4, encontrando-se com o córtex interotemporal (no giro temporal inferior), ocorrendo uma expansão ao longo do trajeto dos campos receptores dos neurônios e gerando uma menor precisão da retinotopia, mas como uma forma de compensação, os requisitos de estimulação passam a ser mais sofisticados.

As células gnósticas, aquelas que trazem posições específicas para as unidades de reconhecimento das formas complexas são fundamentais para a percepção das formas.

Uma lesão nesta área corrobora para a perda da capacidade de reconhecer objetos e desenhos (agnosias). Podendo a capacidade de reconhecimento de faces ser perdida (prosopagnosia).

A visão tridimensional ou estereoscópica é uma submodalidade que permite um tipo de discriminação para uma detecção de formas no qual se condiciona com vários princípios ativos de informações físicas. Um deles é o efeito da binocularidade no qual um sistema percentual é sensível ao instanciamento homólogo em ambas as retinas. Outro fator importante é a distância que separa a imagem de um elemento fixado do ponto homólogo à retina oposta (disparidade).

O efeito da disparidade, como por exemplo, posicionar uma cor de tom verde, próxima de um prolongamento de cor vermelha irá transmitir uma sensação de salto em que a imagem passa a ser percebida como um conteúdo tridimensional.

Mesmo com uma atividade de apenas um olho, a imagem tridimensional pode ser gerada. O que significa a existência de outras pistas para a formação da imagem 3D, como por exemplo, o mecanismo que permite a interpretação de linhas retas convergentes e segmentos paralelos, como aspectos também de proximidade ou distanciamento de objetos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [140] – A Detecção de Movimentos**

Mas o que é o movimento? É uma percepção de mutação de um estado físico, percebido como um deslocamento de uma imagem. É um fenômeno percentual em que distintos momentos sofrem um feito de contraste, para significar uma divergência do padrão estabelecido em determinado ponto de um campo visual receptivo que sinaliza uma ruptura do comprimento de onda de uma frequência indicando que houve uma retenção não similar ao momento passado, e que portanto, é um indício de deslocamento, ou seja, ocorreu uma mutação, ou movimento.

Um objeto em movimento apreendido pela visão passa por diferentes regiões da retina numa sequência espacial e temporal ativando muitos fotorreceptores, células bipolares, ganglionares, geniculares, ..., regiões corticais mais avançadas, hipotálamo, tálamo, ... A atividade dentro deste circuito existe uma grande contribuição dos canais M e P.

A passagem da imagem sobre diferentes pontos da retina, e, a informação proprioceptiva e motora que parte da ativação dos músculos extraoculares pelos núcleos correspondentes são exemplos de mecanismos de como o sistema visual utiliza insumos do campo visual para a coleta de movimento.

As células M geram precisão para a percepção de mudanças do padrão do comportamento do movimento. Já as células P geram coordenadas espaciais dos objetos. A integração de todas as informações das submodalidades cria o conceito-objeto que passa por uma transformação psicológica, onde o elemento psíquico é formado.

Lent expõe o caminho do processamento de movimento como sendo a extensão de grupos da camada 4B de V1, às bandas largas de V2 e depois às áreas V3 e V5 da via dorsal do córtex visual.

O caminho consegue extrair a sensação de velocidade com que as mutações de uma imagem geram uma sensação de movimento, onde a medida relativa de velocidade é percebida pela coleta de informações retinotópicas correspondentes à posição do objeto em cada movimento.

A área MT (V5 – temporal média) é a região que mais sinaliza processamento de informações para movimento.

Existe um outro mecanismo conhecido por “espionagem visual” onde se pressupõe a existência de uma região do sistema visual que receberia uma cópia do sistema motor de responsabilidade dos mecanismos extraoculares, na realização de cada movimento ocular. Este mecanismo traz um tipo de informação denominado de cópia eferente, que é um condicionamento a um padrão motor dos músculos oculares capaz de despertar o movimento dos olhos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [141] – Visão de Cores**

As cores são geradas a partir da percepção de comprimento de ondas, elas são um mecanismo tonal bastante importante para refinar a percepção de objetos, e também particularidades em que as partes dos objetos se firmam para integrar o conceito de um elemento de ordem visual.

Padrões estabelecidos de cores servem para facilitar o enquadramento de uma cena visual. O ser humano é capaz de perceber as cores: verde, vermelho, azul, amarelo, branco, preto e suas combinações. Existe na natureza uma infinidade de comprimentos de onda, porém, apenas uma parte do espectro uma espécie se aprimora no comportamento de extrair aquilo que é essencial para o seu desenvolvimento. Em espécies em processo evolutivo, os espectros visualizados tendem a serem ampliados, e nas espécies em processo involutivo a perda da capacidade é percebida como uma cegueira para o comprimento de onda.

Isaac Newton (1642 a 1727) realizou um experimento de decomposição da luz a partir da incidência de luz sobre um prisma cujo efeito da entrada da luz branca sobre o prisma foi a geração de um feixe multicolorido nas cores do arco-íris.

A descoberta de Newton foi fundamental para a compreensão das composições dos espectros, no qual o conhecimento sobre o comprimento de onda sinalizou uma descoberta do efeito da luz sobre os corpos.

O ser humano é dotado de capacidade para a visualização de 16 milhões de comprimentos de onda. Thomas Young (1773 a 1829) descobriu que o globo ocular tinha evoluído um sistema complexo, inteligente e eficiente que permitisse catalogar diferentes padrões de energia visualizados na forma de um espectro de luz. Seu estudo resultou na descoberta das cores primárias, capazes de gerar a sensação que desperta a percepção de todas as outras cores: vermelho, verde e azul (Teoria tricromática).

O avanço deste conhecimento permitiu assimilar 5 tipos de pigmentos visuais com capacidade relativa de absorção de luz para o espectro visual.

Os cones possuem 3 tipos de pigmentos em que cada um sinaliza uma correspondência com uma das cores primárias.

Os bastonetes possuem como pigmento a rodopsina (proteína melanopsina) sensível principalmente a cor primária verde.

A maior parte dos cones, - relembrando – ficam concentrados na fóvea e têm operação mais acentuada em condições fotópicas (presença da luz intensa). E colaboram para a visão cromática.

A maior parte dos bastonetes, - relembrando – ficam concentrados na periferia da fóvea e possuem operação mais acentuada em condições estocópica (baixa presença da luz). E colaboram para a percepção visual especulativa.

Lent deixa bem claro que a maior sensibilidade de cada cone a uma faixa restrita de comprimentos de onda significa apenas que é maior a probabilidade de um fóton ser absorvido se estiver vibrando na frequência preferencial do seu pigmento.

A denominação dos cones leva a cor correspondente de sua atividade: cones azuis, cone verdes e cones vermelhos.

Existe apenas um único tipo de bastonetes nos seres humanos e eles absorvem faixas de luz em torno de 496 nm. Os cones azuis absorvem comprimentos de onda na faixa de 419 nm. Os cones verdes absorvem comprimentos de onda na faixa de 531 nm. E, os cones vermelhos absorvem luz na faixa de 559 nm. Os arranjos da seletividade cromática contribuem para uma percepção de uma infinidade de tons sobre o espectro visível.

Os fótons podem ser absorvidos por quaisquer cones, lembre-se, caro leitor, que a cor é derivada de uma constância de emissão de fótons, então a sensibilidade despertada em um cone ou bastonete irá depender da quantidade de fótons impressos sobre a estrutura visual em uma dada métrica de tempo que faça o órgão reagir a uma secreção proteica capaz de desencadear uma reação sobre a retina.

Existe outro tipo de classificação para cones dependendo de sua sensibilidade para a impressão do comprimento de onda sobre sua membrana plasmática: S (small), L(large) e M(medium).

Cones e bastonetes trabalham em uma composição no qual o efeito do trabalho em equipe gera a impressão da retina na forma da geração de um campo visual.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [142] – Os Canais de Cor**

As células ganglionares retinianas (que formam gânglios ou feixes), recebem informações convergentes dos cones na composição do espectro de correspondência ao estímulo luminoso que incide sobre a retina. Da mesma forma atingem neurônios do núcleo geniculado lateral do tálamo, onde informações cromáticas são transferidas para o córtex visual, a partir da recepção da retina, propagando para diferentes áreas corticais a percepção cromática.

As células cromáticas do tipo P podem ser encontradas na retina e no geniculado sinalizando informações para o vermelho e verde.

As células cromáticas do tipo K sinalizam informações para o azul e amarelo. Enquanto a célula M sinaliza informação para branco e preto.

Os dois canais de cor: P e K são sensíveis a intensidade dos fotopigmentos, na manifestação de sensação de cor. Os sistemas trabalham em uma regra de oposição, onde um espectro é contrastado com outro a partir de seu comprimento de onda. Perceba este fenômeno, como um balanceamento onde dois comprimentos de onda se contrastam percentualmente, no qual a conversão da variação do comprimento sinaliza o tipo de tom cromático que foi identificado como elemento percebido no ambiente.

Existem dois tipos de oposição cromática: os coextensivos (o par de oposição atua em toda a área do campo); e, concêntricos (a segregação da cor é o par centro-periferia).

A retina transfere uma quantidade de salvas de pulsos proporcionais ao comprimento de onda coletado por cones e bastonetes. Por isto é um sistema preciso e requer análise do quantitativo de potenciais de ação transferidos como código em que a informação projetada contém o recurso apropriado por meio da canalização atmosférica.

Lent aprofunda que o caminho cromático passa por grumos de citocromo-oxidase de V1 (campos receptores concêntricos e oposição cromática dupla), pelas bandas finas de V2 e em toda extensão de V4. Lent deixa claro que, o neurônio pode ser ativado neste sistema quando o centro do campo receptor é estimulado por uma cor e inibido pela cor complementar, enquanto a periferia é inibida pela primeira cor e estimulada pela cor complementar.

Na Área V4 o fenômeno de transdução perde a conexão com o comprimento de onda deslocado da retina, agora o código apresenta um outro tipo refratário de composição que não mais é identificado a partir da informação inicial (base neurobiológica do fenômeno da constância de cor).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [143] – Navegando no Espaço de Cores**

O Professor-associado do Departamento de Fisiologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará Luiz Carlos Lima Silveira traz à tona o conhecimento tirado da psicofísica visual da cor como atributo definido a partir de três percepções físicas: matiz, saturação e brilho. A variação destes parâmetros interdependentes fornece uma variabilidade de tons da ordem de 16 milhões de cores.

A percepção surge de uma variabilidade como uma medida de contraste em que determinado objeto é apresentado sobre uma forma de influência descrito em uma pictografia sobre o campo visual.

Deste princípio é possível criar um contexto que possa ser gerenciável na percepção dos elementos que integram uma cena onde uma imagem é formada.

Esse sistema de três coordenadas: matiz, saturação e brilho, é suficiente para representar toda a extensão do espectro visual necessário para a sobrevivência do ser humano, nos quesitos de controle, permanência e manutenção da vida.

A visão fótopica do ser humano é tridimensional (tricromática) e é fornecida pelo efeito mais evidente e forte da influência da atividade dos cones azuis, cones verdes e cones vermelhos.

Os trabalhos do Doutor Silveira se concentram sobre os mecanismos neurais que nos permitem identificar os topos em que a formação do conceito metapsicológico de base fisiológica do espaço de cores gerencia a atividade que desperta a sensação da cor apropriada do espectro ambiental por parte de um indivíduo observador.

Doutor Silveira emprega métodos morfológicos com trabalhos em equipe, e trabalhos eletrofisiológicos e psicofísicos dentro do mesmo padrão de investigação.

Entre os seus questionamentos trouxe à tona algumas indagações: a visão a cores pode ser explicada pelas propriedades dos neurônios visuais? Quais são eles e como operam?

Ewald Hering (1834 a 1918) propôs em 1878 a existência de três mecanismos de combinação algébrica dos cones na formação da visão humana: sistema de tonalidade preto-cinza-branco; sistema azul-amarelo; e, sistema verde-vermelho. O último sistema de tonalidade é o mais avançado presente nos primatas e de evolução tardia.

Os matizes de cores permitem verificar um gradiente onde as cores se projetam e geram a percepção de intensidade em que o deslocamento de uma atividade de gradação da intensidade sinaliza projetivamente o avanço de uma sequência que desencadeará um limite para um posicionamento da tonalidade.

A saturação carrega uma informação dentro do gradiente de como níveis de intensidade se comportam entre si.

O brilho é uma constância psicofísica de como a intensidade de um espectro se fixa num dado momento para aflorar uma luminância do espectro de cor.

Os conceitos de tonalidades de cores seguem a combinação destes três princípios psicofísicos: matiz, saturação e brilho, que traz à tona o conceito, como uma reserva psicológica para denominar a impressão pictórica observada por um indivíduo que tem conexão com as propriedades.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [144] – A Percepção das Cores**

A percepção das cores é fortemente influenciada por fatores biológicos, ambientais e culturais. Os fatores biológicos detêm apenas uma verdade parcial da apropriação de um atributo que traz uma representação psicológica. Essa representação psicológica deve estar associada com algum elemento, que pode ser indexado da ordem ambiental ou a partir de outro atributo interno, para que um relacionamento seja desencadeado a partir do código de valor apropriado. Por sua vez, os atributos se inscrevem dentro de cenários, em que os contextos projetivos estão delineados. A natureza desta variável de comportamento traz um espaço psicológico contido dentro de um padrão onde a sociedade constrói a sua relação com o mundo, cujo efeito direto é a manifestação da cultura como expressão da identidade de um agrupamento.

Existem quatro sistemas percentuais do sistema biológico, fundamentais ao longo deste processo de aprendizado: a discriminação das cores, a oposição cromática, o contraste de cor, e, a constância de cor.

Neste modelo de raciocínio que difere da percepção psicofísica, a combinação das submodalidades sinaliza o despertar de um elemento subjetivo que se contextua em relação ao ambiente e deste laceia a cultura onde o entendimento é gerido por uma linha procedural na forma de pensamento em que a característica aflorada servirá de informação para a gestão dos conceitos necessários para o desencadeamento de ações humanas.

Na discriminação de cores, por exemplo, a cor magenta é resultante da combinação de cones vermelhos e dos cones azuis. Relembrando, existem três sistemas formadores de cores: preto-cinza-branco; sistema azul-amarelo; e, sistema verde-vermelho. Assim, ativar os cones vermelhos, o sistema verde-vermelho irá acionar um esquema de oposição de cores para uma convergência do sinal, e o sistema azul-amarelo também irá acionar uma oposição de cores para a convergência da componente do tom. As duas coordenadas de matizes são encaminhadas para a área V1 sofrendo um processo de discriminação de cores onde será levado em consideração percentuais de contraste e constância da cor, para que a tonalidade venha a significar um valor nominal, abstrato para representar a frequência contida no comprimento de onda resultante, para ser identificada como MAGENTA.

O sistema de oposição de cores limita a formação de outros tipos de espectro, no qual torna imperceptível para o ser humano uma apropriação de sentido para uma tonalidade que possa indicar, por exemplo, um: verde-avermelhado, ou amarelo-azulado.

Como se sabe os neurônios que são acionados para apropriar das propriedades do verde são canalizados por excitação, enquanto o vermelho é inibitório. Para o par azul-amarelo a mesma relação é válida. Então uma boa escolha de cores para se desenhar uma pintura irá retirar a pessoa de uma situação de insurgência de um enquadramento que sinalize uma expressão excitatória-inibitória ao mesmo tempo.

O contraste das cores tem representação em relação ao enquadramento do objeto com a relação de seu fundo. O equilíbrio destes elementos irá determinar a qualidade do realce necessário para que o grau de equilíbrio do objeto em um contexto possa sinalizar uma harmonia em uma composição visual.

A constância da cor é uma propriedade de irradiação, que a intensidade da cor permanece constante para representar sempre o mesmo nível de atividade sensorial.

A teoria retinex escrita por Edwin Land (1909 a 1991) postula que a percepção das cores é obtida pela comparação de diferentes pontos da cena visual, correspondendo a diferentes pontos da retina e no restante do sistema visual, e não pela detecção isolada de cada ponto independentemente, conforme explana Lent. Sob esta perspectiva o conjunto é levado em consideração para a percepção das cores dentro de um enquadramento no campo visual de uma imagem.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [145] – Os Sentidos Químicos: Sistemas Olfatório e Gustatório**

Na atmosfera circulam uma infinidade de partículas, na forma de substâncias que podem ser projetadas pelas correntes de ar para a proximidade e o contato com os seres vivos. A capacidade de percepção destas substâncias que são trazidas pelo ar e líquidos fracionados na atmosfera foi um dos processos evolutivos que tornou o homem capaz de detectar tais componentes ao seu redor.

Através da olfação, o homem desenvolveu a sua habilidade para coletar partículas que circulam através das correntes de ar. O nariz possui uma quantidade expressiva de coletores, na forma de receptores sensoriais conhecidos como quimiorreceptores que se encarregam de transformar o estímulo em informação sensorial através de reações químicas que despertam bioeletricidade através de transdução de energia.

Cada receptor se especializa em um tipo de odorante. Os seres humanos possuem aproximadamente 400 genes ativos para captura de informações químicas.

O sistema olfativo não é restrito a zona em que se situa o nariz, também está presente o bulbo olfatório, o córtex piriforme, a amigdala, ... este sistema consegue traduzir as informações olfatórias que são transformadas em padrões, onde os impulsos são reconhecidos por regiões corticais especializadas.

O sistema gustatório permite a captura de informações que são encaminhadas através da boca. Os quimiorreceptores gustativos situam-se sobre a cavidade oral. Três fibras de nervos cranianos aferentes abastecem este sentido que possui conexão com o trato solitário, que se situa no tronco encefálico. A informação é distribuída para o tálamo e para o córtex e para regiões de controle da digestão.

Outro sentido duplo entre a olfação e gustação, envolve terminações livres nas mucosas faciais, que é capaz de gerar a somestesia química. Ela é sensível as substâncias irritantes e/ou poluentes, e como reação sinaliza para o organismo o vômito ou tosse. Esta modalidade permite despertar um sentido de depuração do paladar numa escala multissensorial em que submodalidades de temperatura, textura, irritabilidade, dor são medidas do contato pele introdução, de substâncias através da boca.

A parede de grandes vasos sanguíneos também traz quimiorreceptores que permitem a detecção na corrente sanguínea de gases respiratórios. A osmolaridade é detectável através de osmorreceptores em núcleos prosencefálicos específicos. É uma capacidade limitada para o despertar da respiração, da ingesta hídrica e da diurese.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [146] – Os Sentidos Químicos: Sistemas Olfatório e Gustatório – um breve compasso**

Embora seja possível perceber um peixe envolto dentro de um líquido, os seres vivos que habitam as áreas terrestres também estão envoltos de substâncias contidas nos conteúdos atmosféricos.

Da mesma forma que na água existe uma infinidade de moléculas dissolvidas, em meio atmosférico existe outra infinidade de partículas em suspensão. Dentro dos corpos ocorre o represamento de algumas destas substâncias presentes no espaço exterior: o habitat. O corpo serve como um filtro que sinaliza os tipos de substâncias que devem auxiliar processos orgânicos no interior dos corpos.

As moléculas voláteis, ou sejam, aquelas que circulam em meio atmosférico são abundantes. Algumas nocivas e outras benéficas dependendo da concentração que estejam influenciam na interação dos corpos.

Internamento as partículas podem se associar a meios líquidos, como a urina e a corrente sanguínea, ou a meios sólidos como o bolo alimentar e fezes. E vir a fazer parte de trocas celulares entre vários tipos de organismos que trabalham internamente dentro dos corpos, de forma consorciadas.

As moléculas tanto na porção externa periféricas aos corpos, quanto na porção interna são verdadeiros sinalizadores do espectro ambiental. Nos quais circuitos específicos neurais se encarregam de gerenciar as informações capturadas a fim de promover uma saída de construção de uma tomada de decisão para uma aproximação, distanciamento, acasalamento, irritabilidade, manutenção, repulsa, despertar comportamentos de alimentação, despertar comportamentos de ingestão de líquidos, agressão, medo, riso, submissão, ...

Os sinais das moléculas voláteis podem partir tanto do habitat como no sentido interno para o externo, de forma que o sistema nervoso pode perceber a influência que a introdução da partícula passa a exercer dentro do organismo.

A convivência em grupo torna as pessoas perceptíveis pelo cheiro ou odor inalados. Os dados capturados são comparados com outros sentidos humanos, que faz com que o despertar da atenção de um observador abstraia conceitos que o permitem gerar construções semânticas em que processos de subjetivação passam a ser despertados, visualizados através da expressividade de um olhar, da captura da direção de um som ambiente, ou até mesmo pelo exercício da fala quando se expõe o que se sente a partir da informação catalogada despertada, neste exemplo, pelo sentido olfativo

Este tipo de detecção pode influenciar em um padrão de menstruação de um grupo de mulheres que convivem juntas, de forma que os sentidos químicos capturados inconscientemente sincronizam os processos sexuais para emergirem dentro do mesmo período, e preparar todas dentro do mesmo ciclo de acasalamento.

Da mesma forma pode orientar machos no sentido de demarcação de territórios, onde as idas ao banheiro do grupo passam a ser coincidentes dentro do mesmo ciclo de atividade mictórica em um ambiente corporativo, por exemplo.

O sentido da gustação é essencial para a gestação de sabor que permite gerenciar medidas discriminantes para sintetizar as acentuações sociais das preferências gustativas dos indivíduos durante a maturação de suas experiências no hábito da alimentação. O que este princípio de predileção pode significar, o despertar de uma qualidade, que é essencial para uma geração de qualificação para um indivíduo se especializar em gastronomia.

Ou contribuir para que substâncias tóxicas possam ser expelidas do organismo para limitar os dados causados pela toxicidade destas substâncias.

Os sentidos químicos, portanto, despertam um tipo de sensibilidade, de que partículas expostas a células receptores traduzem o grau e o nível de influência de uma ou mais substâncias específicas. No qual este conceito pode ser classificado pela interação de três tipos de sentido: olfação, paladar e somestesia química.

Através da somestesia química é possível coletar a sensação por exemplo, do ardor de uma pimenta ou condimento. Ou pelo frescor de uma hortelã por exemplo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [147] – A Percepção das Moléculas que vêm do Ar**

As moléculas de ar são agrupadas, similares a faixas de variação de tons, na percepção de cheiros e odores. Os cheiros e odores são gerados a partir de uma discriminação percentual que a vivência individual sinaliza como uma relação subjetiva da substância na avaliação de sua composição. Em que fatores de proximidade ou influência da substância nos arredores do indivíduo é levada em consideração para o efeito da tomada de uma decisão.

A discriminação percentual é decisiva para associar a intensidade com que um cheiro ou odor percebido possa sinalizar uma aproximação do perigo ou a manutenção de um certo distanciamento de um alvo.

Os primeiros estudos tentaram qualificar os cheiros como estímulos primários, no qual cheiros básicos significavam a presença de moléculas primárias, numa tentativa de gerar um padrão similar ao comprimento de onda para a organização dos espectros das cores, no caso da visão.

Em 1950 foi gerada a primeira classificação subjetiva para cheiros: irritantes, florais, almiscarados, canforados, mentolados, etéricos e pútridos. Esta percepção não evoluiu o suficiente para a geração de um padrão que fosse sinalizado como modelo de comportamento padronizado para a espécie humana.

A dificuldade deste tipo de abordagem é a inexistência de cheiros básicos que mesclados possam originar outros tipos de cheiros dentro de um sentido de conexão estendida das qualidades nomeadas por uma classificação primária.

O aprofundamento deste estudo permitiu a identificação de feromônios que são cheiros paradoxais de sentido inconsciente, não expresso ou verbalizado, que pode despertar conceitos conscientes.

Os feromônios nos animais despertam sentido de acasalamento, demarcação, reprodução, empatia, estímulos para caça ... o sistema neural de detecção de cheiros possui uma organização morfofuncional separada no sistema olfatório.

Os odorantes, por outro lado podem ser: álcoois, éteres, ácidos, aminoácidos, carboidratos, compostos orgânicos, ... onde cada um reproduz um odor diferente, capaz de gerar um tipo de percepção química única. Um cheiro, na forma de odor, pode ser formado por um ou vários tipos de compostos químicos.

A multiplicidade de cheiros e odores é obtido através da combinação de cerca de 400 tipos de genes de recepção odorífera que combinados é capaz de codificar uma extensa gama de variedades perceptivas de mecanismos moleculares através dos quimiorreceptores.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [148] – Gostos Cheirosos, Cheiros Gostosos**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel torna público a lembrança do conhecimento que anos atrás a ingestão de medicamentos era obtida através do manejo dos pais, através de muito custo, na sensibilização da criança para ingestão dos conteúdos líquidos.

Houzel nos instrui para uma construção de que uma “pseudo-aparência” de que a subjetividade gestada a partir do contato do cheiro inalado pelo medicamento produz de imediato a repulsa na criança pela ingestão do conteúdo líquido que deve ser consumido para a manutenção da vida.

Parte de uma apropriação primária, em que a impressão olfativa sinaliza para o organismo quando a via aérea o cheiro expelido pelo medicamento abastece sensorialmente o indivíduo que não tem referências para supor a essencialidade do consumo, no qual o faz conectar com as sensações de envenenamento .

Enquanto os cheiros se apresentam aos milhares os gostos podem ser sintetizados conforme a classificação em 4 a 11 categorias.

Demócrito (ca. 460 a 370 a. C.) descreveu os gostos básicos em: doce, amargo, azedo, salgado, ácido, pungente e suculento. E os odores básicos foram classificados em agradáveis e desagradáveis.

A classificação de Aristóteles (384 a 322 a. C.) definiu os gostos básicos em: doce, amargo (os dois extremos), azedo, salgado, adstringente, pungente, desagradável (os intermediários). E os odores básicos em doce, azedo, pungente, desagradável, suculento e fétido (correspondente ao amargo).

Carolus Linnaeus (1707 a 1778) sintetizou o conhecimento dos gostos básicos em: doce, amargo, ácido, salgado, adstringente, pungente, oleoso, viscoso, insípido, aquoso, nauseante. E os odores básicos em aromático, fragrante, aliáceo (alho), hircino (bode), repulsivo e nauseante.

Já Albrecht von Haller (1708 a 1777) classificou os gostos básicos em doce, amargo, azedo, salgado, áspero, urinoso, espirituoso, aromático, acre, pútrido e insípido. E os odores básicos em doce, fétido e intermediários.

Wilhelm Wundt (1832 a 1920) descreveu os gostos básicos como: doce, amargo, azedo, salgado, alcalino e metálico.

Edward Tichener optou por estabelecer uma classificação para gostos básicos em: doce, amargo, azedo, salgado, vápido (doce-salgado).

E Henning (1885 a ?) classificou os gostos básicos em: doce, amargo, azedo e salgado. E os odores básicos em fragrante, etéreo (frutado), resinoso, picante, pútrido e queimado.

Professora Herculano traz a referência de Aristóteles na apresentação pareada entre cheiros e odores de mesma denominação em sua classificação. Talvez o pensador quisesse sinalizar a observação de exceções de uma e outra classe, em que suas descobertas lhe sinalizavam representar que moléculas que sinalizavam o mesmo conceito tinham representação nos dois eixos: cheiros e odores; conforme características psicofísicas e quimiofísicas despertadas.

Notem que as variações da classificação na linha temporal são muito influenciadas, pelas metodologias e instrumentações disponíveis adotadas pelos teóricos de suas épocas. Alguns conceitos eram firmados a partir de elementos voláteis encontrados em grande quantidade que permitiam ser importantes sinalizadores do comportamento humano, no qual permitia nomear o estímulo conforme um padrão de comportamento identificado na sociedade de época.

No século 20 o desenvolvimento seletivo da descoberta, adotou o padrão científico de isolamento de um sinal bioquímico, que permitisse ver o efeito somente do despertar da causa da molécula, na reprodução de consequências diretas sobre o indivíduo alvo de um experimento.

Doutora Herculano cita como vantagem deste modelo mais coerente para nossa época de produção científica (2018), tirado das ideias de Luigi Luciani (1840 a 1919) o controle das variáveis estimuladas, o período de espera entre dois estímulos e a utilização de um método analítico anteriormente não presenciado (visão cega) que não permite ao indivíduo que participa do experimento nomear a experimentação a partir de outro sentido conjugado que o auxilie na identificação.

E os estudos dentro desta área perceptiva apenas está começando, como por exemplo, a descoberta aromática dos receptores para glutamato monossódico presentes no atum e no Ajinomoto, conhecido como sabor umami. E mais recentemente descobriu-se receptores para a percepção de água. Seria o sentido gustativo-olfativo um sentido sensório que ainda está em fase acelerada de evolução?

Linda Buck e Richard Axel descobriram em 1991 que o olfato dispõe de 1.000 genes capazes de codificar receptores de moléculas para cheiros. Porém, segundo Lent ainda vale a tônica de padronização de 400 genes, pois estudos mais profundos devem sinalizar a concordância científica em torno das recentes descobertas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [149] – O Órgão e os Receptores da Olfação**

O olfato possui como órgão o nariz. Os cílios capilares que ficam nas paredes do nariz se conectam com o muco. Este muco é sensível as reações químicas de elementos introduzidos pela narina por meio da aspiração, ocorrendo uma transferência do sinal específico para os receptores olfatórios que se encontram na placa da mucosa. As células basais dentro deste nível servem como uma parede, um verdadeiro filtro de sustâncias. Também neste nível existe a insurgência de células de Browman, que será aprofundado à diante. Os receptores olfativos chegam até a Placa crivosa mais interna por meio das fibras do nervo olfatório (I) conectando-se a glomérulos na forma de Célula periglomerular que abastecem células m/t que estão conectadas as fibras do trato olfatório.

Conforme visto a cadeia de neurônios começa pelo nariz. E se distribui até as fibras do trato olfatório. O segredo deste sistema está na retenção das partículas suspensas do conteúdo atmosférico através da viscosidade do muco na área da mucosa.

Os neurônios quimiorreceptores da olfação são cada um específico para um tipo de recepção química. Existe apenas uma única camada de células olfativas sujeita a regenerações constantes. As células basais são células de suporte, semelhantes as glias, em termos de função, precursoras de novos neurônios receptores. Também nesta área existem elementos na configuração de glândulas produtoras de muco. O muco é essencial para a produção do sinal químico.

A renovação do muco ocorre a cada 10 minutos. A viscosidade do muco é gerada por mucopolissacarídeos. Ricos em enzimas e anticorpos gestando uma proteção inicial contra moléculas nocivas e microorganismos que penetram no nariz.

As moléculas odoríferas se dissolvem no muco, pois nele está contido proteínas ligadas de odorantes com a função de capturar os odores lipossolúveis e age como um facilitador, na produção de energia (bateria) para a membrana dos quimiorreceptores.

Os quimiorreceptores são renovados em cada 6 a 8 semanas devido a ação e proliferação com diferenciação das células basais. Os quimiorreceptores que finalizam o ciclo através do envelhecimento são descartados e por substituição outros são ativados no lugar. Este modelo de repovoamento neural não segue a lógica do desenvolvimento ontogenético estudado na formação do desenvolvimento embrionário e na fase de desenvolvimento de um indivíduo.

Os dendritos do quimiorreceptor olfatórios (neurônio bipolar) apontam para a cavidade nasal. Eles se conectam a uma estrutura globular chamada de Glomérulo (célula periglomerular) que contém 6 a 12 cílios finos (0,1 a 0,2 μm de diâmetro).

Os cílios ficam posicionados de forma enovelada sobre a superfície da mucosa nasal. E na membrana dos cílios se concentram as moléculas receptoras para a geração de transdução quimioneural (receptores olfatórios).

O axônio do neurônio receptor (fibras de primeira ordem) emerge para cima e penetra a cavidade craniana pelo orifício da placa crivosa do osso etmoide.

Lent aprofunda que o primeiro nervo craniano é formado por filetes nervosos conhecido por nervo olfatório.

O órgão vômero-nasal que são folhetos ósseos que formam o septo nasal, reúne quimiorreceptores para a detecção de feromônios, geralmente responsáveis por despertar significado sexual reprodutivo, mas ainda não se chegou em um consenso científico sobre a existência deste órgão (2012), que não é percebido macroscopicamente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [150] – As Vias Centrais da Olfação**

Dentro do crânio fica posicionado o bulbo olfatório, que possui a fórmula de um gânglio na base do encéfalo, no ponto onde as fibras primárias transpassam a placa crivosa, onde os neurônios de segunda ordem e interneurônos estão alojados, que realizam estágios iniciais pós-transdução dos receptores e encaminhados no sentido do encéfalo.

As células mitrais (neurônios de segunda ordem) e as células tufosas (m/t) desencadeiam sinapses axodendríticas das fibras olfatórias primárias dentro de estruturas histológicas especializadas (glomérulos) – conforme Lent.

Os glomérulos são pequenos globos delimitados por interneurônios periglomerulares e células gliais com terminais das fibras primárias de dendritos das células m/t; e células olfatórias de segunda ordem que se projetam para fora do bulbo. Neste sistema existem dois tipos de conexões de interneurônios: um que se conecta a células m/t do mesmo glomérulo; e outro, que se conecta com glomérulo da vizinhança.

Histologicamente existe uma região no bulbo olfatório conhecida por bulbo acessório. Ela recebe fibras primárias do órgão “vômero-nasal” cuja suposta função é a detecção de feromônios que carece de confirmação científica nos seres humanos (2012).

Do bulbo olfatório a informação olfatória segue para o córtex cerebral. E inerva sobre o córtex olfatório primário, conhecido por córtex piriforme. Este sentido faz chegar a informação ao córtex sem que o trajeto chegue inicialmente pelo tálamo. Por ser primitivo nos seres humanos o córtex piriforme é conhecido como paleocórtex olfatório.

Mas através do paleocórtex olfatório é que a informação é projetada para o tálamo, e deste para o lobo frontal do neocórtex onde a conectividade sensorial é finalmente formada. Somente depois deste trajeto que a percepção consciente é gestada para o sentido da experiência olfatória.

As células m/t emitem axônios longos que se projetam para o córtex piriforme e regiões prosencefálicas (núcleo olfatório anterior, tubérculo olfatório, área entorrinal e complexo amigdaloide). Aqui se integram neurônios de terceira ordem que se conectam até o hipotálamo e hipocampo, na conexão com o sistema límbico (vida emocional).

Os circuitos neurais que se formam a partir das conexões dos órgãos descritos no parágrafo anterior permitem a geração de comportamentos motivados para a olfação através de impulsos conscientes. O componente racional é atribuído as conexões pré-frontais.

É desconhecido para o sistema olfativo a presença de submodalidades, como verificado em outros sistemas sensoriais nos seres humanos. A função percentual presente no lobo frontal do neurocórtex permite a consciência dos cheiros. E a via que conecta o bulbo olfatório ao sistema límbico desperta comportamentos de homeostasia e emocionalidade.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [151] – Como o Cérebro Processa os Cheiros**

Quando os odorantes entram pelo nariz através da inspiração o ar se impregna no muco que passa por um processo de insolvência, visto como uma forma de captura das propriedades por meio de proteínas ligadoras de odorantes sensíveis a captação pelos quimiorreceptores que permitem transduzir estímulos olfatórios.

Existem junto com os cílios milhões e bilhões de moléculas receptoras, o que facilita o encaixe da molécula a uma unidade receptora. Existe uma proteína G específica do epitélio olfatório de 1.000 genes diferentes, dos quais 400 são funcionais (faz correspondência com moléculas odoríferas).

Um odorante se liga a um receptor molecular por meio de modificação alostérica que ativa proteína G olfatória pela face interna da membrana do cílio, segundo Lent.

A proteína G liga-se a uma molécula de GTP (Trifosfato de guanosina), desacoplando uma subunidade do receptor e ativando os segundos mensageiros que pode ser um AMPc (Monofosfato de adenosina, ou AMP cíclico) que fora sintetizado pela adenililciclase (enzima) sob ativação da proteína G olfatória.

As cinases (enzimas fosforilantes) são ativadas pelo AMPc gerando a abertura dos canais de cátions (Na+ e Ca++) despolarizando a membrana na geração do potencial receptor, onde o sinal se desloca pelo axônio olfatório.

A entrada de Ca++ no sentido interior dos cílios abre os canais de cloreto (Cl-) dependentes de Ca++. A despolarização amplia quando a concentração do ânion Ca++ no interior dos cílios é maior que a quantidade externa, gerando saída de Cl-.

A capacidade de reconhecimento odorante do ser humano é estimada da ordem de 1 trilhão de combinações. Graças ao modelo de despolarização observados nos últimos parágrafos deste texto.

Existem também canais de K+ que se apresentam hiperpolarizados, opondo-se a regra modal observada no sistema nervoso. A saída de K+ dos cílios, supõe-se criar uma modulação da quimiotransdução.

No epitélio olfatório existe uma enzima que sintetiza monóxido de carbono (CO), gás essencial para a modulação da transdução. A olfação também sofre efeitos adaptativos.

O processo de adaptação decorre de um aumento da concentração intracelular de Ca++, gerando uma despolarização intracelular do estímulo olfatório gerando o efeito de bloqueio das moléculas receptoras.

Neste sistema vários odorantes podem ativar o mesmo neurônio olfativo, embora cada quimiorreceptor tenha um ou poucas entradas receptoras.

As salvas de potenciais de ação são proporcionais à concentração odorante capturada a partir da incidência das moléculas no muco. Então gerou-se o conhecimento de um espectro receptor como um conjunto de moléculas capaz de ativar os potenciais de ação. A contagem do espectro receptor pode ser fornecida pelo número de átomos de carbono presente nas moléculas de odorantes do mesmo tipo molecular.

Lent aprofunda que a distribuição dos quimiorreceptores de um mesmo espectro receptor no epitélio olfatório é bastante difusa.

Existem de 500 a 100 fibras para cada célula m/t e analisar o espectro que passa neste nível pode gerar um mapa de representação dos cheiros, como o processamento de uma imagem de representação no sistema nervoso central do cheiro apropriado.

Já no bulbo olfatório a representação olfatória é mais específica onde cheiros podem ser percebidos individualmente.

Existe um recurso para uma acentuação de contrastes conhecido como inibição lateral, presente em vários sistemas sensoriais também contida no sistema olfatório.

Existem duas hipóteses do processo de discriminação de cheiros: a teoria das linhas exclusivas – no sentido do caminho determinado para cada cheiro que permite a comparação percentual; e, a teoria dos padrões de cheiro, num sistema de combinação de cheiros que fornece um registro para uma identidade odorífera que pode ser comparada com outro arquivo cortical como um elemento de processamento percentual.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [152] – As Moléculas que Captam os Cheiros**

A Professora-associada do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo Bettina Malnic relata que o homem possui aproximadamente 400 tipos de receptores olfatórios que estão localizados nos cílios dos neurônios olfatórios. O tipo destes receptores é GPCRs e possuem 7 níveis de formação (domínios) de sua membrana plasmática.

Após o Doutorado, Malnic aplicou os conhecimentos moleculares ao estudo das questões Neurocientíficas.

A professora aprofundou os estudos na Escola Médica de Harvard, em Boston, EUA, local este onde se descobriu os receptores olfatórios, as moléculas presentes nos cílios, que possibilitam a detecção odorífera.

A descoberta da proteína G acoplada à superfamília de receptores olfativos apresentam uma estrutura de serpentina foi fundamental para a compreensão do sistema olfativo.

O ser humano possui capacidade discriminante de 10.000 a 400.000 combinações de odorantes. Seus estudos possibilitaram a identificação combinatória dos odorantes para a formação dos cheiros, onde cada odorante é reconhecido por uma combinação única de receptores. No esquema combinatório integrar uma percepção através de uma análise combinatória dos 400 tipos de entradas para odorantes (400!) permite identificar um número bastante expressivo de possíveis combinações de odores.

Em seus trabalhos mais recentes na USP é a compreensão de como os odorantes são reconhecidos pelo sistema olfatório e como as percepções são processadas.

Uma análise simultânea artificial de vários receptores olfatórios na ativação de diversos odorantes foi a saída encontrada para que o estudo fosse aprofundado.

Procurou-se identificar fatores de seletividade no agrupamento dos receptores olfativos. Para saber da existência de diferenças entre receptores e diferenças perceptivas. E conforme a natureza da apropriação da informação o receptor olfatório ser percebido como um processo de encaminhamento de informações para diferentes regiões do cérebro pelo tipo de apropriação, como por exemplo, uma correspondência olfatória para designar uma repulsão, e uma correspondência olfatória para designar uma atratividade.

Outro objeto de estudos são as vias bioquímicas intracelulares que abastecem estruturas neurais olfatórias. Que culminou na descoberta de uma proteína conhecida pelo nome de Ric-8B que é encontrada em abundância nos neurônios olfatórios e algumas regiões do sistema nervoso central. Em 2012, o grupo de cientistas da USP se empenhavam em descobrir o papel central para a funcionalidade desta proteína.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [153] – Questão de Gosto: A Percepção das Moléculas que Entram Pela Boca**

Uma das experiências sensoriais mais ativas desde o nascimento é a percepção originada da introdução de alimentos através da boca. A sucção do leite materno surge como uma necessidade de contato com o mundo externo no qual é capaz de conservar a vida em seus estágios iniciais e provocar desenvolvimento biológico.

Portanto, fala-se aqui da submodalidade conhecida como gustação que também pode ser chamada de paladar. Que é responsável pelas transferências do ambiente para aquilo que lhe permite desenvolver e conservar a vida.

O sistema gustatório é ativo pela infiltração de substâncias dentro da boca que o processo conjugado de mastigação e saliva determina um tipo de fracionamento dos materiais a serem ingeridos que desperta a sensibilidade dos quimiorreceptores presentes em várias partes no interior da boca, principalmente na região da língua de um indivíduo.

Essas moléculas apropriadas do espaço são dissolvidas na saliva e despertam sensações denominadas sabores. Os sabores podem ser agrupados por características comuns em uma representação que codifica uma unidade sensorial, ou sensação, em que a introdução do material desperta uma relação subjetiva em relação a si mesmo e ao mundo a sua volta.

Atualmente a ciência considera apenas cinco sabores que detém aceitação padrão e uniforme por parte das Neurociências: salgado, doce, azedo, amargo e temperado (umami). E outros candidatos a fazerem parte desta lista como o sabor representante da: água, agridoce, picante, adstringentes, metálicos, fluorescentes, ...

O reconhecimento do sabor salgado é essencial para a manutenção interna do equilíbrio eletrolítico. O sabor doce e temperado, para o organismo humano resulta na detecção e reconhecimento de muitos açúcares e alguns aminoácidos que contribuem para o fornecimento de energia. A detecção do sabor azedo permite determinar níveis de acidez necessários para a utilização de síntese proteica. E a detecção do sabor amargo é importante para a percepção prematura da entrada de substâncias tóxicas que possam provocar o envenenamento da estrutura corpórea, observado por princípios reflexos de rejeição quando introduzidos na boca.

Os gostos “básicos” ainda são motivos de muitas controvérsias. Quando a introdução de uma substância química provoca uma sensação de sabor o princípio ativo é denominado como gustante.

Os sabores podem ser originários de diversos tipos de combinantes químicos, e não necessariamente estar vinculado a um agrupamento onde o gustante esteja contido.

A gustação e a olfação trabalham em conjunto. Assim uma aproximação de uma macarronada que acabou de sair do forno pode sinalizar um aroma de picância proporcionado pelo efeito do molho, como expressão do olfato, e despertar no paladar uma acentuação do que o indicador nomeou projetivamente como introdução do produto dentro da boca como azedo ou agridoce ou agrisalgado.

O tato também tem sua função compartilhada na integração deste sistema que fornece informações psicofísicas sobre a textura dos alimentos. Como também a termossensibilidade, a integridade dos alimentos, e o prazer que se constrói pela dinâmica em que os alimentos são projetados para a ingestão de uma pessoa.

Os reflexos obtidos no ato de mastigação, permitem sinalizar determinados processos que podem sofrer um tipo de regulação e controle como a deglutição, a digestão de alimentos, a expulsão de substâncias tóxicas ou incômodas, e outros reflexos somáticos e viscerais. A gustação também é um processo multissensorial.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [154] – O Órgão e os Receptores da Gustação**

A língua é o principal órgão receptor da gustação por estar represada em sua constituição a maior parte dos quimiorreceptores gustatórios. Outros locais que também são alimentados por rede de quimiorreceptores é a mucosa oral, a faringe, a laringe e porções superiores do esôfago. Desta forma costuma-se a considerar toda a cavidade orofaríngea: língua e órgãos gustatórios.

A concentração dos quimiorreceptores na língua não é uniforme. Os quimiorreceptores são chamados de botões gustatórios (semelhantes a alhos), agrupados de 50 a 150 unidades, formando esférulas, onde a extremidade mais externa forma uma espécie de poro, ou depressão de superfície suficiente para que a substância impregnada na saliva que parte do alimento possa reagir e entrar em contato com o botão gustatório a fim de que o sabor seja assimilado pelo quimiorreceptor.

O sentido de gustação possui ao todo aproximadamente 5.000 botões gustatórios, sendo três quartos na língua. Os botões estão situados em indentações sobre a mucosa conhecidas como papilas gustatórias.

As papilas gustatórias são visualizadas a olho nu, enquanto os botões gustatórios somente no nível microscópico. A aparência das papilas são pequenos cogumelos (fungiformes), as papilas nas laterais da língua são alongadas. Por isto recebem nomes diferenciados denominadas por papilas foliadas. No interior e profundo da língua existem grandes papilas conhecidas por circunvaladas.

Basicamente existem dois tipos de botões gustatórios: os quimiorreceptores e as células basais. Atribui-se as células basais a propriedade de serem precursoras do quimiorrecpetores no seu processo de formação e recomposição quando necessários.

Os botões gustatórios degeneram e morrem num intervalo de 2 semanas. Eles são células epiteliais, por isto não são considerados neurônios. Possuem especializações que também são observadas em outros neurônios como o estabelecimento de sinapses químicas. Sua forma foi trabalhada por princípios evolutivos que permitem adaptar o contato fácil com os gustantes.

A existência de microvilosidades projetadas fora dos botões, semelhantes aos cílios olfatórios, concentram moléculas receptoras de gustação.

Os corpos dos botões gustativos na forma de quimiorreceptores são justapostos e unidos por junções comunicantes para um funcionamento na base do sincronismo.

As extremidades basais e laterais, conforme Lent, estão em contato com terminais aferentes. Sobre eles se concentram vesículas e espessamentos de membrana onde se formam sinapses químicas, no espaço entre quimiorreceptores e as fibras aferentes.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [155] – As Vias Centrais da Gustação**

Os quimiorreceptores são as células primárias do sistema gustatório cuja origem é epitelial que não é da classe neural. Os neurônios bipolares são as células secundárias do sistema gustatório. As fibras aferentes são formadas por dendritos das células de segunda ordem, na forma de prolongamentos distais que recebem as sinapses dos quimiorreceptores no sentido de condução da informação por potenciais de ação até o soma que está posicionado mais distante da rede de comunicação dendrítica. Os somas dos neurônios gustatórios periféricos têm morfologia de gânglios, alojados em distintas partes do crânio. E em cada parte do cérebro fazem conexão com três nervos cranianos: facial (VII), glossofaríngeo (IX) e vago (X).

As ramificações das fibras aferentes são próximas aos botões gustatórios, fornecendo uma comunicação fibro-tronco, que possibilita uma convergência funcional para vários botões gustatórios.

O nervo facial VII conecta-se as papilas fungiformes da região anterior da língua e no palato mole. O nervo glossofaríngeo IX conecta-se às papilas circunvaladas da região posterior, as foliadas das faces laterais e os botões da nasofaringe. O nervo vago X conecta-se aos botões da epiglote e do esôfago superior.

Os axônios dos nervos são encaminhados para o núcleo do trato solitário que pertence ao tronco encefálico. Os nervos cranianos são classificados como células de terceira ordem. O nervo fácil se projeta para a face rostral do núcleo, o vago para a área caudal e o glossofaríngeo para a área intermediária.

O núcleo do trato solitário também recebe aferentes viscerais relacionados à digestão e outras funções semelhantes. Seus neurônios emitem axônios ascendentes que são encaminhados direta e indiretamente ao núcleo ventral posterior medial do tálamo.

Quando a informação gustatória chega ao córtex cerebral, num segmento do sulco lateral do encéfalo chamado de córtex insular chega finalmente ao córtex gustatório primário. Neste ponto é que são formados os elementos perceptivos para a apreciação dos sabores.

Lent aprofunda que o núcleo do trato solitário se conecta com os núcleos motores de alguns nervos cranianos responsável pelos reflexos de deglutição, tosse e vômito; onde tais fenômenos despertam aspectos subjetivos psicológicos de agradabilidade ou rejeição de conteúdos ou alimentos posicionados na boca. Outra conexão deste órgão de relevante importância é um tipo de conexão indireta com o hipotálamo e a amígdala cujo efeito de controle está relacionado com a fome, suas reações e fatores de emoção envolvidos no ato de deglutição.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [156] – Processamento Neural dos Sabores**

O sabor surge de um processo em que um alimento é introduzido na boca, fracionado, e as partículas que são liberadas do processo de mastigação são dissolvidas na saliva gerando a condição ideal para captação do teor das substâncias através dos quimiorreceptores. A quantidade de quimiorreceptores é abundante nas microvilosidades das células.

Os sabores básicos cada um possui um mecanismo próprio de ativação para uma realização de transdução. O salgado é percebido pela transdução de íons de sódio. As quantidades de ânions sinalizam a intensidade com que os sais são percebidos. O sal por exemplo, quando introduzido na boca é percebido por um gradiente com que a substância passa a ativar as concentrações de sódio ao longo das papilas gustatórias, na forma de receptores despolarizantes.

O azedo é percebido pela transdução da acoplagem de íons de hidrogênio dissociados dos ácidos incorporados pela boca, como por exemplo, a apreciação de um limão. O hidrogênio livre apresenta níveis que podem formar gradientes de forma que a intensidade do sinal é propagado como uma característica de intensidade do sabor. Os excedentes de cátions de hidrogênios fecham os canais de potássio, intensificando a despolarização da membrana.

Os sabores doce e temperado são percebidos pela transdução ativada pela proteína G (gustarina ou gustducina) em contato com sacarídeos (glicose, frutose, sacarose), peptídeos (aspartame), ânions orgânicos (sacarina sódica), proteínas (monelina), glutamato monossódico (sabor temperado). Os ligantes realizam metabolismos por diferentes vias de receptores do tipo T1R. Em 2012 não se sabia se as vias estão presentes nos mesmos receptores ou é uma combinação de células diferentes.

O segundo mensageiro para o gustante sacarídeo é o AMPc. A gustarina ativa os fosfodiesterases (fosfolipase C) na ativação de terceiros mensageiros (IP3 e DAG) resultando em fechamento dos canais de potássio gerando a despolarização. Os gustantes não-sacarídeos e do glutamato monossódico o segundo mensageiro é o IP3 resultante da enzima fosfolipase A (PLA).

O sabor amargo é percebido pela transdução através de íons gerados nas microvilosidades de gustarina, para receptores do tipo T2R, utilizando como segundo mensageiro o IP3. Pela liberação de íons de cálcio no citoplasma que provoca a liberação de neurotransmissores a partir do quimiorreceptor na direção aferente. Até então, (2012) não se sabia sobre a gênese de potencial receptor.

O que estes sistemas têm em comum é a despolarização a partir de correntes iônicas na microvilosidade e a ancoragem sobre as vesículas sinápticas acumuladas na base da célula.

Estes sistemas possuem como principal neuromediador o ATP, porém existe a suspeita da presença de serotonina, glutamato e acetil-colina que podem atuar para a geração de salvas de potenciais de ação no sentido de alcance do núcleo do trato solitário.

A amplitude do sinal é indicada pela concentração de gustante, conforme visto antes através da percepção de um gradiente, influenciando a frequência que é encaminhada através dos nervos craniados correspondentes.

As fibras do nervo facial respondem melhor a um tipo específico de gustante seja: doce, salgado ou azedo. As fibras do nervo glossofaríngeo são sensíveis aos estímulos produzidos para os sabores amargos e azedos. E as fibras do nervo vago são sensibilizadas por gustantes azedos e a água pura.

Não há, portanto, um indício de utilização de vias exclusivas para cada tipo de sabores básicos, devido a não discriminação dos sabores pelos neurônios individuais.

Existe uma hipótese que a discriminação dos sabores necessita do sistema olfativo, através da combinação da atividade neural para a geração de um padrão de ativação reconhecido por níveis superiores no neurocórtex. Isto leva ao reconhecimento por exemplo do sabor característico de uma fruta.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [157] – Os Nervos Cranianos**

Entenda como nervos cranianos aqueles que emergem para um ponto do encéfalo, através de um trajeto intracraniano para ramificar diferentes regiões da cabeça e do corpo. Não são parecidos com os nervos espinhais que emergem da medula espinhal.

Ao todo são 12 pares de nervos cranianos. Que podem ser exclusivamente sensoriais (geralmente possui longos dendritos de neurônios bipolares) ou motores, ou mistos, ou possuir fibras autônomas. As vibras motoras e autonômicas são formadas por axônios de neurônios com somas situados em diferentes núcleos do mesencéfalo e do tronco encefálico.

Os nervos cranianos e suas funções:

**Nervo Craniano: I - Olfatório**

Fibras Componentes: Sensoriais

Alvo ou Origem Periférica: Epitélio olfatório

Funções: Olfação

**Nervo Craniano: II - Óptico**

Fibras Componentes: Sensoriais

Alvo ou Origem Periférica: Retina

Funções: Visão

**Nervo Craniano: III - Oculomotor**

Fibras Componentes: Motoras e Autonômicas (parassimpáticas)

Alvo ou Origem Periférica: Motoras (Músculos extraoculares, reto superior, reto inferior, reto medial, reto oblíquo inferior e elevador da pálpebra); Autonômicas (Músculos introculares: constritor da pupila e ciliar)

Funções: Motoras (Movimentos oculares); Autonômicas (Miose e acomodação)

**Nervo Craniano: IV - Troclear**

Fibras Componentes: Motoras

Alvo ou Origem Periférica: Músculo extraocular: oblíquo superior

Funções: Movimentos oculares

**Nervo Craniano: V - Trigêmeo**

Fibras Componentes: Sensoriais e Motoras

Alvo ou Origem Periférica: Sensoriais (Pele da face, córnea, cavidade nasal, cavidade oral, dura-máterA); Motoras (Músculos da mastigação, músculo tensor do tímpano)

Funções: Sensoriais (Somestesia); Motoras (Abertura e fechamentoda boca, regulação da tensão do tímpano)

**Nervo Craniano: VI - Abducente**

Fibras Componentes: Motoras

Alvo ou Origem Periférica: Músculo extraocular, reto lateral

Funções: Abdução do globo ocular

**Nervo Craniano: VII - Facial**

Fibras Componentes: Sensoriais, Motoras e Autonômicas (parassimpáticas)

Alvo ou Origem Periférica: Sensoriais (2/3 anteriores da língua); Motoras (Músculos mímicos músculo estapédio); Autonômicas (Glândulas salivares e lacrimais)

Funções: Sensoriais (Gustação); Motoras (Movimentos da face, regulação de tensão da cadeia ossicular); Autonômicas (Salivação e lacrimejamento)

**Nervo Craniano: VIII - Vestibulococlear**

Fibras Componentes: Sensoriais e audiomotores

Alvo ou Origem Periférica: Cóclea e aparelho vestibular

Funções: Audição e equilíbrio

**Nervo Craniano: IX - Glossofaríngeo**

Fibras Componentes: Sensoriais, Motoras e Autonômicas (parassimpáticas)

Alvo ou Origem Periférica: Sensoriais (1/3 posterior da língua, laringe, trompa de Eustáquio, ouvido médio, corpo carotídeo); Motoras (Músculo estilofaríngeo); Autonômicas (Glândula parótida)

Funções: Sensoriais (Gustação, somestesia, quimiorrecepção e barorrecepçãoG); Motoras (Deglutição); Autonômicas (Salivação)

**Nervo Craniano: X - Vago**

Fibras Componentes: Sensoriais, Motoras e Autonômicas (parassimpáticas)

Alvo ou Origem Periférica: Sensoriais (Faringe, laringe, esôfago, ouvido externo, corpúsculos aórticos, vísceras torácicas e abdominais); Motoras (Palato mole, faringe, laringe e esôfago); Autonômicas (Vísceras torácicas e abdominais)

Funções: Sensorias (Somestesia, químio e barorrecpeção; sensibilidade visceral)

**Nervo Craniano: XI - Acessório**

Fibras Componentes: Motoras

Alvo ou Origem Periférica: Músculos do pescoço e dos ombros: esternoclidomastóideo e trapézio

Funções: Movimentosda cabeça e ombros.

**Nervo Craniano: XII - Hipoglosso**

Fibras Componentes: Motoras

Alvo ou Origem Periférica: Músculos da língua

Funções: Movimentos da língua

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [158] – Somestesia Química**

As substâncias irritantes e poluentes são percebidas por nociceptores presentes na mucosa da face (nasal, oral e ocular) fornecendo para a olfação, gustação e visão qualidades como dor, ardência e sensações térmicas. Que a qualidade despertada pode significar uma vivência positiva ou uma vivência negativa, conforme o padrão, a intensidade e a subjetivação em torno da experiência de vida.

O efeito da capsaicina, um gustante de sabor picante característico das pimentas pode gerar ardência pela aproximação ou pelo contato direto com a substância.

Outros efeitos percebidos pelo contato com estas substâncias são a salivação, a secreção nasal e o lacrimejamento. O efeito direto do organismo é uma lavagem ou limpeza da região com o objetivo de diluir as substâncias causadoras da irritabilidade das mucosas.

Os termorreceptores da mucosa oral e os mecanorreceptores contribuem para a percepção de temperatura e textura dos alimentos respectivamente.

Essa submodalidade se situa na fronteira entre a somestesia e os sentidos químicos, por isto é qualificada pelo termo de somestesia química. Estudos preliminares indicam que três nervos estão envolvidos dentro deste sistema: trigêmeo, glossofaríngeo e o vago; através de terminações livres. E são os mesmos correspondentes para o sistema gustatório. As terminações estão presentes no sistema olfativo-gustativo. E da mesma forma, suas fibras aferentes são encaminhadas para o núcleo do trato solitário.

As dimensões de dor e ardência, vistas como dimensões somestésicas dos gustantes irritantes, que transmitem de forma coadjuvante sensações de frio, calor e textura são transmitidas do núcleo do trato solitário para o tronco encefálico ao núcleo ventral posterior medial do tálamo, direcionando-se para o córtex insular na formação do córtex somestésicos primário e secundário.

Demais dimensões olfativas-gustativas deste estímulo químico são encaminhadas para o córtex insular. Devido à proximidade das regiões corticais correspondentes da somestesia funcionam de forma cooperada para a geração de percepção simultânea gustatória-somestésica dos gustantes trazidos à boca.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [159] – Os Sentidos Químicos Ocultos**

O ser humano está imerso em um oceano de moléculas. O corpo internamente contém também outra infinidade de moléculas represadas, que ora se apresentam dissolvidas em líquidos corporais, ou combinadas na forma de unidades proteicas que carregam um sentido aglutinado responsável por ativar algum tipo de processamento interno.

O ser humano é curioso em essência, e busca com a apropriação de conhecimento monitorar os níveis de concentração, que o irão permitir uma melhor eficiência do controle de intensidade com que tais substâncias se tornam essenciais, inócuas ou nocivas para a sua sobrevivência.

Assim se insere os níveis de oxigênio, os níveis de gás carbono, os níveis de glicose e sais minerais presentes no interior dos organismos biológicos.

Através da pressão osmótica, tais substâncias estão sujeitas à processos de degradação, onde o caminho do fluxo da água dentro do indivíduo corrobora para transportar as partículas de um lado para outro, de forma a construir um grande ecossistema onde a percepção de vida é observada.

Essa pressão osmótica também é passível de monitoramento: por controle e regulagem. Para que o equilíbrio hídrico interno não seja rompido. Bem como a preocupação com o ideal de volume de líquidos no interior dos corpos para que a circulação do sangue e de outros fluídos cumpra a sua função de levar e trazer substâncias, ou moléculas, para todos os órgãos vitais deste grande ecossistema vital.

Estes sentidos químicos são ocultos porque não necessitam de coordenação consciente, as leis da física e da química permitem que as condições biológicas sintetizem propriedades em que o tráfego de informações (moléculas) siga um sentido de conservação do bioma humano.

Neste ponto a regulação automática das funções orgânicas independe da ativação consciente. Que gera um princípio dinâmico conhecido por homeostasia (Walter Cannon que viveu entre 1871 e 1945).

De forma que se pode pensar em um sentido secreto, que tem um funcionamento distinto dos mecanismos receptores abastecido por leis da dinâmica químico-física que também sua influência não deve ser ignorada.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [160] – Dosagem Automática dos Gases da Respiração**

Os principais gases da respiração são o oxigênio (O2) e o dióxido de carbono (CO2). O sistema respiratório estabelece uma lei de compensação e trocas, onde vários processos celulares necessitam de oxigênio, no qual as células compensam pela liberação de concentrações de dióxido de carbono. Semelhante a um sistema vegetativo no veio vegetal em que o processo de fotossíntese estabelece uma lei de trocas entre oxigênio-“dióxido de carbono”.

Na verdade, por estes dois gases serem abundantes na atmosfera pouco se sabe do despertar de funções que outros gases incorporados ao processo respiratório possam significar de processamento interno no nível celular.

A fisiologia do organismo humano estabelece que o sistema de compensação de gases seja propagado, para uma síntese celular, através da corrente sanguínea, onde os gases são carregados e passam a circular em todo o organismo. De um lado são encaminhados grandes concentrações de oxigênios coletados pela etapa de inspiração ou inalação, por outro lado o sistema venoso arterial se encarrega de coordenar ações para a retirada do excedente de dióxido de carbono resultante dos processamentos das células do organismo, que encaminhados para o sistema pulmonar coordena o impulso para que o gás tratado possa ser eliminado e expelido pelo organismo através do processo de espiração.

Os ritmos respiratórios e cardíacos são coordenados pelo sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático.

Alguns segundos de falta de oxigenação no cérebro humano (anóxia) podem levar uma pessoa a um profundo nível de inconsciência, em breves instantes, de minutos pode levar alguém ao óbito.

Por isto os parâmetros metabólicos devem ser bem ajustados, para controle do ritmo e regulação respiratórios. Para que a profundidade da respiração corresponda ao fluxo de energia que permite calibrar os batimentos cardíacos para a coordenação das funções vitais de todo o organismo. Os deslocamentos dos fluxos sanguíneos fornecem uma relação direta com o diâmetro dos canais vasculares, que de certo modo está interligado ao fluxo dos níveis de concentração de O2 e CO2.

Em 1930 se descobriu que nas paredes da aorta e a artéria carótida existem sensores de oxigênio, na bifurcação onde se forma a carótida interna, responsável pela irrigação cerebral.

Os corpos receptores especializados conhecidos por corpos aórticos e carotídeos alojam quimiorreceptores (células glomus) e mecanorreceptores sensíveis ao estiramento das paredes arteriais.

As células glomus recebem inervação aferente de fibras dos nervos glossofaríngeo e vago; formando sinapses químicas semelhantes ao sistema gustatório. Essas células possuem canais de potássio e de cálcio sensíveis a concentração de oxigênio. A diminuição no nível de oxigênio bloqueia os canais de potássio e abrem os canais de cálcio. A entrada de cálcio gera a despolarização da membrana aumentando a concentração de cálcio no citosol.

Lent aprofunda que as células glomus expressam proteínas que alojam moléculas de heme que é um radical envolvido na captura do oxigênio pela hemoglobina. “Quimiossomos” são gerados no interior da célula que contribuem na cooperação dos canais iônicos na detecção dos níveis de oxigênio. Os canais da membrana sinalizam respostas rápidas, enquanto os quimiossomos trazem respostas lentas de ordem crônica.

A despolarização gera o potencial de ação nas fibras aferentes. As vesículas das células glomus desencadeiam neurotransmissores na fenda sináptica, por isto o surgimento dos potenciais de ação nas fibras aferentes.

Os estudos sobre as células glomus em 2012 ainda eram muito restritos, mas já sinalizava a presença da dopamina, acetilcolina, substância P e o ATP como parte deste sistema, que coordenam ações excitatórias e inibitórias sobre as membranas.

Lent aprofunda que os neurônios de segunda ordem sensoriais do nervo glossofaríngeo que são projetados para o núcleo do trato solitário distribuem inúmeras informações para núcleos do tronco encefálico para o estabelecimento do ritmo respiratório e cardíaco, controle dinâmico das vias aéreas e dos vasos sanguíneos, por meio de sua inervação motora dos músculos da respiração, dos músculos cardíacos e da musculatura lisa da árvore brônquica e dos vasos. Através deste processo observa-se que a informação de concentração de oxigênio não é encaminhada para as regiões sensoriais do córtex cerebral, por isto a respiração pode ser desencadeada sem a utilização da consciência.

Pouco se sabe sobre quimiorreceptores para o monitoramento da quantidade de dióxido de carbono, mas Lent suspeita que a resposta possa estar no tecido cerebral nas regiões bulbares.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [161] – A Monitoração da Água**

A osmolaridade do organismo deve ser monitorada continuamente. A quantidade de solutos dentro dos compartimentos orgânicos dentro de uma estrutura de concentração é objeto de investigação de suas propriedades físico-químicas.

Os fluídos corporais podem estar presentes no interior das células ou nas áreas intersticiais, se a concentração de solutos é maior no interior das células em relação ao meio, o meio é chamado de hipotônico em relação à célula. Agora se a concentração de solutos é maior no meio do que no interior das células, a célula é chamada de hipertônica em relação ao meio.

Isto gera a condição hídrica do solvente passar para o interior da célula para o estabelecimento do equilíbrio osmótico, pois as diferenciações nos conteúdos geram um tipo de gradiente de falta-consumo em que um equilíbrio local deve ser gerado por fatores de atratividade de materiais.

Porém a obtenção deste tipo de equilíbrio osmótico é orientada para ser influenciada de acordo com os níveis de toxidade das substâncias, que sinalizam perigo da absorção por parte das células oriundas de ingestão excedentes de sais, por exemplo.

Existem mecanismos sinalizadores no organismo de reposição hídrica, que podem ativar e desativar, por exemplo, a diurese e a sudorese, na geração da sensação de sede, auxiliar no processamento de conteúdos psicológicos que fazem um indivíduo refletir, como um despertar de um reflexo que sinalize a necessidade de ingestão e reposição hídrica.

Alguns receptores de osmolaridade estão alojados nas paredes do fígado, outra grande parte concentra no tecido nervoso. Os osmorreceptores estão no diencéfalo, próximos do terceiro ventrículo no órgão vascular da lâmina terminal, o órgão subfornical, os núcleos anteriores do hipotálamo, os núcleos neurossecretores paraventricular, os núcleos supraópticos e no hipotálamo.

O antidiurético HAD um monopeptídeo que distancia os túbulos renais, diminuindo a formação de urina é sintetizado nos núcleos surpraóticos e no hipotálamo.

A secreção de HAD é regulada pela ativação dos neurônios paraventriculares e supraóticos, tais neurônios também são osmorreceptores. Onde constitui um circuito eferente e aferente formado por um único neurônio. Outros osmorrecpetores emitem axônios no sentido de neurossecretores.

A osmossensibilidade é observada a partir da sensibilização a diminutos estiramentos e relaxamentos da variação do volume celular pela entrada e saída de água, onde os osmorreceptores possuem canais catiônicos nas membranas celulares.

Lent esclarece que quando o meio está hipertônico (corrente sanguínea muito concentrada) a célula declina suas funções vitais (murcha) porque cede água para o meio. A membrana relaxa, a tensão mecânica diminui, os canais são ativados, e, a resultante é a despolarização do neurônio, gerando potenciais de ação que são encaminhados para o sistema nervoso central na sinalização de que o meio se tornou hipertônico.

Uma hidratação pode tornar o sangue hipotônico, neste caso a célula incha com a entrada de água, a tensão mecânica aumenta, os canais são desativados, e resulta em uma hiperpolarização do neurônio, gerando inibição na sinalização de que o meio se tornou hipotônico. Esses quimiorreceptores atuam como se fossem mecanorreceptores. A sequência de salvas de potenciais de ação dos osmorreceptores com os neurônios excretores é proporcional à tonicidade do meio extracelular.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [162] – Movimentos, Músculos e Reflexos**

O sistema motor possui quatro elementos operacionais para o desencadeamento de movimentos: efetuadores, ordenadores, controladores, e, planejadores. Os efetuadores são os órgãos que realizam o desencadeamento na percepção de movimento. Os ordenadores são os órgãos que desencadeiam o comando sobre os efetuadores. Os controladores são os órgãos que coordenam a execução correta do movimento. E os planejadores são os órgãos que antecipam o efeito que deve ser reproduzido na forma de deslocamento motor que coordena os controladores para a realização mais próxima do esperado do movimento idealizado.

O sistema motor somático tem como efetuadores os músculos estriados esqueléticos. Os músculos deste sistema possuem proteínas contráteis. O deslocamento motor parte de um encurtamento ou prolongamento, uma sobre as outras, de partes deslizantes do citoesqueleto do músculo. As propriedades das células musculares dependem do tipo de célula que está vinculada a uma funcionalidade específica que atende sua finalidade dentro do sistema.

Os motoneurônios da medula e do tronco encefálico são os primeiros ordenadores que entram em contato direto com os efetuadores musculares.

Um músculo pode ser inervado por motoneurônios, onde cada um pode receber inúmeras células musculares.

Pequenos receptores musculares conhecidos por fusos contidos na massa muscular e os órgãos de Golgi localizados nos tendões fornecem informações efetuadoras para que os ordenadores funcionem dentro de um padrão desejado. As informações repassadas para os ordenadores através dos órgãos efetuadores pelas fibras nervosas aferentes é uma medida motorfísica de comprimento relacionada ao encurtamento ou prolongamento do movimento; e o grau de tensão do músculo acionado para a geração do movimento.

Os reflexos são operados por circuitos de neurônios conhecidos como arco reflexos, formados por mecanismos bem simples, contidos na medula ou no próprio tronco encefálico.

Os reflexos monossinápticos são aqueles produzidos a partir de dois neurônios, como exemplo, os miotáticos. Os reflexos dissinápticos são produzidos a partir de três neurônios como por exemplo, os movimentos miotáticos inversos. Os reflexos multissinápticos são produzidos a partir da utilização de múltiplos neurônios, como por exemplo, o movimento que gera os reflexos flexores de retirada.

O local de estimulação, a força empregada, a duração da resposta, no processo de ativação muscular de geração de reflexos são condicionados ou dependentes da intensidade do estímulo. O comando motor coordenado possui como forma mais elementar de movimento os reflexos descritos no parágrafo anterior.

O ato de digitar por exemplo, é um movimento coordenado mais elaborado obtido por sequências de comandos automáticos de geração de ciclos rítmicos coordenados pelas informações encaminhadas através da medula.

A locomoção é uma característica do reino animal e torna-se essencial para a sobrevivência de uma espécie que necessita se aproximar de uma fonte de alimentação, portanto, a motricidade permite o deslocamento do corpo, na orientação de seu posicionamento perante as influências do ambiente.

Ainda o corpo tem que compensar as forças que o deixa fixo ao chão, na forma de uma influência da gravidade do planeta. Outra vantagem da locomoção é a retira do corpo de uma zona de influência que comprometa a segurança, como por exemplo, a proximidade de predadores, ou de outros elementos no habitat, como um vulcão, que possa representar risco da integridade do corpo físico.

A necessidade humana de melhorar a eficiência da motricidade tornou complexa a confecção de utensílios e instrumentos de apoio que diminuem o trauma sofrido do impacto do corpo com o meio, elevem o prazer pelo movimento, permita dotar o corpo de celeridade nas interações que desencadeiam o movimento e geram economia para o organismo poder chegar na fase senil com muito mais conservação orgânica se a intervenção tecnológica não tivesse sido propagada, isto, na forma de uma luvas, tênis, bicicleta, veículos, joelheira, tornozeleira, óculos, cantil para hidratação, medidores e marcadores metabólicos ...

A locomoção também é influenciada pela influência dos sentidos faciais que resultam em subjetivação na forma expressa de ideias, sentimentos, impulsos, e outros elementos psicoativos.

Além dos músculos, os movimentos dependem da complexidade dos processos de programação, comando e controle nos quais diversas regiões cerebrais estão envolvidas e tem sua finalidade realizada através da contração das fibras musculares. O sistema motor é o conjunto neuromuscular responsáveis pela troca sensitiva dos músculos na formação do movimento referencial ao próprio corpo e ambiente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [163] – Movimentos e a Organização Básica do Sistema Motor**

Existem movimentos conscientes conhecidos como movimentos voluntários, e movimentos inconscientes, aqueles que não existem uma inflexão do pensamento para uma coordenação, que age proceduralmente, na forma de movimentos involuntários. A diferença básica de movimentos voluntários e involuntários é a manifestação da vontade (sistema volitivo) no qual é percebida no primeiro tipo e não percebida no segundo tipo.

Existem outros tipos de movimentos como por exemplo, os movimentos viscerais, que também podem ter base voluntária ou involuntária. A intencionalidade é outro aspecto definidor da base de organização de um movimento que possa classifica-lo como voluntário ou involuntário.

Os movimentos involuntários reflexos ou de atos reflexos são movimentos simples que envolvem poucos músculos, estereotipados (parecidos), que fornecem respostas automáticas a um estímulo sensorial. Como por exemplo, uma martelada no joelho.

Os movimentos involuntários complexos são conhecidos por reações reflexas na forma de uma associação entre vários reflexos, onde partes do corpo e inúmeros músculos estão envolvidos, como por exemplo, a manutenção da posição ereta após um solavanco.

Os movimentos posturais são as combinações de movimentos voluntários e movimentos involuntários que coordenam as ações por justaposição do corpo no ambiente. São também conhecidos por axiais ou proximais por envolver músculos posicionados próximo à coluna vertebral. Os músculos apendiculares ou distais são aqueles nas extremidades que participam dos movimentos posturais.

Os músculos distais são responsáveis com acionamento de músculos, através de atos motores mais delicados, através de movimentos voluntários e involuntários. Eles compõem membros e a face das partes do corpo que destacam.

Os movimentos básicos do andar são involuntários são desencadeados em sequência rítmica no qual ocorre o lançamento de uma perna enquanto a outra se torna apoiadora no processo e de forma automática a inversão do sentido de apoio promove a fixação da perna lançada sobre o solo, e como num processo de alavanca, a tensão exercida pela perna de apoio é aliviada, para ser lançada como um contrapeso, na propulsão que gerará o movimento da estrutura corporal numa expansão sucessiva do deslocamento do corpo. Neste processo involuntário pode ser reorganizado psiquicamente, por meio de intervenção consciente, através de mudanças de direção e mudanças sobre a velocidade da marcha no qual uma inflexão da vontade dita a entrada de um impulso de energia que sinaliza a alteração do padrão do ritmo.

O corpo humano possui cerca de 700 músculos com funções diferenciadas e específicas.

Os músculos **efetores** recebem influência de motoneurônios ordenadores presentes na medula, no mesencéfalo os ordenadores estão no colículo superior e no núcleo rubro. E no tronco encefálico na formação reticular e nos núcleos vestibulares. Os **controladores** no tronco encefálico estão posicionados nos núcleos pontinhos e na oliva inferior; nos núcleos de base estão posicionados no caudado/putamen, nas substâncias negra, no núcleo subtalâmico, no globo pálido (externo) e no globo pálido (interno); no tálamo se posicionam na porção ventroanterior/ventrolateral; e, no cerebelo no córtex denteado, no córtex interposto e no córtex fastigial. Os **receptores e aferentes** na medula se posicionam sobre a coluna de Clarke; e no Labirinto. Os **planejadores** estão contidos no córtex cerebral.

O cerebelo em parceria com os núcleos de base e suas comunicações talâmicas têm como sua principal função a checagem de cada movimento na coordenação do movimento idealizado. Os ordenadores transmitem aos músculos o comando para a geração da ação. Os efetores por sua vez executam as tarefas requeridas.

As informações que partem dos receptores sensoriais através de vias aferentes abastecem os ordenadores no córtex cerebral.

As estruturas planejadoras e programadas são desencadeadas por sequências ordenadas e precisas de instruções para os ordenadores no sentido da transmissão dos comandos aos músculos. Onde os circuitos de comandos não se encontram na mesma posição topográfica do planejamento motor.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [164] – Os Músculos: efetores**

Mas o que é um músculo? São conjunto de células que quando ativadas sofrem deformação em seu comprimento, podendo se alongarem ou contraírem-se na forma de conjuntos maciços ou armações de células, que o controle direto ou indireto das fibras nervosas, em movimento ritmo interno, de forma espontânea ou controlada, manifesta capacidade contrátil através de proteínas especializadas no seu citoesqueleto cuja ação muscular é desencadeada por moléculas ativadores de potencial de ação capazes de influenciar nas condições de estiramento das membranas dessas células fornecendo uma gradação proporcional de contratura ao estímulo desencadeado (condição de excitabilidade do músculo) como uma sinalização de disparo sobre a membrana plasmática.

As células musculares são lisas ou estriadas e organizadas na forma de proteínas contráteis. As lisas influenciam movimentos sobre a maioria das vísceras, exceto o coração. Onde Lent lista os principais pontos onde ocorre a ativação: o peristaltismo do trato gastrointestinal, a constrição e a dilatação dos vasos sanguíneos e das vias respiratórias, as mudanças no diâmetro da pupila e na curvatura do cristalino, ...

As células musculares estriadas são de natureza esqueléticas ou cardíacas. Os músculos estriados esqueléticos no processo de contração deslocam dois ou mais ossos em articulação conjunta. Movem também estruturas da face e dos olhos, produzem movimentos nos membros, corpo, movimentos oculares, respiratórios, faciais (principalmente a fala humana), ...

As fibras estriadas esqueléticas são alongadas porque sofrem fusão durante o desenvolvimento embrionário, a partir de precursores de mioblastos. A finalidade de extensão sinaliza a função deste tipo muscular na obtenção de variação de comprimento e/ou tensão pelo encurtamento ou alongamento do citoesqueleto.

O tecido conjuntivo é formado por centenas ou milhares dessas fibras que se aglomeram na forma de fascículos que mantém paralelismo, organizados de uma extremidade a outra do músculo. Lent colabora com uma informação adicional que nas extremidades do tecido conjuntivo ele se torna mais fibroso e rígido criando tendões que ligam músculos aos ossos, enquanto na superfície do músculo o tecido conjuntivo, forma uma capa ou lâmina fibrosa como revestimento conhecida pelo nome de aponeurose. Onde a sarcolema, uma membrana plasmática por fora do tecido conjuntivo, na forma de uma camada espessa da matriz extracelular conhecida por lâmina basal fornece proteção.

Um único neurônio inerva uma fibra muscular, mas um único neurônio pode inervar várias fibras musculares. A célula muscular e o neurônio formam uma relação interdependente, onde fatores tróficos, na forma de sinalizadores químicos na manutenção vital de ambos, são trocados na formação do vínculo entre tais componentes de função muscular. A atrofia acontece quando célula muscular ou neurônio específico deixa de atuar conforme sua especificidade.

Na poliomielite a atrofia muscular decorre da morte neural da medula espinhal na inervação muscular, nos músculos afetados pela doença.

A fibra muscular é formada por células multinucleadas devido sua fusão ser constituída na fase embrionária. Ocorrendo também a presença de células satélites, na constituição de células-tronco como reserva repositória que podem ser transformadas em mioblastos para o repovoamento de novas fibras musculares caso haja necessidade.

Ao longo do comprimento próximo à face interna da membrana, os núcleos de cada fibra muscular ficam alojados nas proximidades das regiões pós-sinápticas em junção com os terminais das fibras nervosas, tais núcleos desencadeiam a síntese de proteínas sinápticas especializadas no estiramento do órgão.

O aparelho contrátil do músculo fica no centro da fibra muscular formado por miofibrilas de cerca de 1μm de diâmetro. As miofibrilas são envolvidas por um retículo sacoplasmático (uma especialização do retículo endoplasmático liso) com a finalidade de armazenar íons de cálcio disponíveis no citosol numa contração desencadeada pelo sistema nervoso, e numa apropriação no caso de relaxamento muscular.

A sarcolema (membrana da célula muscular) inerva-se por todo o túbulo transverso (túbulos T) nas proximidades do retículo sarcoplasmático, formando uma tríade (lado do retículo sarcoplasmático, túbulo T, e, outro lado do retículo sarcoplasmático). O acoplamento entre a excitação elétrica da membrana e os sinais químicos que desencadeiam a contração muscular é gerado na tríade dentro da fibra muscular.

Os sarcômeros são estruturas que se apresentam repetidas nas fibras bem organizadas de alguns micrômetros de comprimento que geram um aspecto estriado na formação do músculo. Formam filamentos grossos e finos, longitudinais, gerando linhas Z (bandas perpendiculares), na forma de filamentos de proteínas contráteis, verdadeiros motores abastecidos por moléculas que acionadas geram contração das fibras musculares e o efeito conjunto radial sobre todo o músculo, na percepção de motilidade do conjugado células-neurônios na expressão do movimento.

A proteína miosina faz parte dos filamentos grossos, formada por duas cadeias trançadas, contendo cada uma, uma cadeia de aminoácidos que na parte terminal gera uma parede comprimida como um delimitador de área. Muitas moléculas de miosina formam filamentos na forma de feixes, onde as áreas delimitadoras sobressaem-se como divisórias. Essas divisórias de miosina são ricas em ATPases (enzimas que quebram o ATP para geração de energia) que fazem ligação com os filamentos finos.

As linhas Z fazem âncora com os filamentos finos. Esta faixa do nervo é formada pelas proteínas alongadas: actina-F4, tropomiosina; e a proteína globular troponina (ligadora de íons de cálcio). As linhas Z são ricas em proteínas do tipo α-actinina.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [165] – A Máquina Molecular em ação da Musculatura**

Na junção neuromuscular, a fibra nervosa motora sofre o efeito de potenciais de ação através de sinapses excitatórias gerando a despolarização da membrana do terminal, na região conhecida como placa motora situada na junção neuromuscular.

A transmissão neuromuscular inicia-se com a despolarização da membrana pré-sináptica pela liberação de neurotransmissores cuja base é a acetilcolina. O efeito da excitação muscular proporcionado pela acetilcolina é a liberação deste neurotransmissor pela fenda sináptica e captura pelo receptor colinérgico (de tipo nicotínico) sobre a membrana plasmática da fibra muscular, abrindo canais de sódio e potássio na geração despolarizante de um potencial pós-sináptico, onde também as áreas vizinhas da placa motora sofrem influência da excitabilidade, caso o limiar seja atingido, se espalhando em efeito radial por todo o sarcolema. O interior dos túbulos T são atingidos e suas respectivas tríades.

Na tríade a contração muscular é desencadeada pelos mecanismos iônicos, formados por canais de cálcio dependentes de voltagem, do tipo L, sobre as membranas dos túbulos T. A despolarização abre canais de cálcio do tipo L que estão justapostos aos canais de cálcio de receptores rianodina, estes últimos, ancorados na membrana do retículo sacoplasmático. Os receptores de rianodina mudam a conformação molecular liberando ainda mais íons de cálcio no interior do retículo sarcoplasmático. Forma-se um gradiente pelo movimento de concentrações de íons de cálcio no citosol gerando uma contração muscular proporcional a influência do princípio ativo sobre o órgão muscular.

As moléculas contráteis são alcançadas pelos íons de cálcio, porque as miofibrilas estão na área fronteiriça do retículo sarcoplasmático (proximidade). A substância chamada tropopina capta os íons de cálcio, onde os filamentos finos alteram a conformação do complexo molecular gerando o afastamento entre tropomiosina e actina, no qual cria-se a condição da actina se ligar a miosina nos campos delimitadores (cabeças de miosina) conhecidas como pontes transversas que deslizam a actina sobre a miosina gerando a aproximação das linhas Z. A observação visual é de encurtamento do sarcolema, na percepção de encurtamento da fibra muscular. Quando mais o sarcolema se aproximar das linhas Z maior será a contração muscular.

O acoplamento excitação-contração é um fenômeno eletroquímico gerado a partir da produção de potenciais de ação da célula muscular e o encurtamento das miofibrilas. Quando a despolarização é terminada no sarcolema ocorre o relaxamento da fibra muscular e a tendência do retorno do sarcolema em relação a sua posição de distanciamento das linhas Z. A concentração de íons de cálcio volta ao nível padrão de atividade na parte interna do retículo sarcoplasmático pela influência do ATPases, que são bombas de cálcio, conforme Lent, da membrana do retículo, que transportam de volta os íons de cálcio do citosol.

As pontes transversais que ligam os filamentos grossos e finos de um feixe muscular possibilita a geração dos movimentos nos seres vivos, proporcionando os deslizamento de um sarcômero sobre outro, em que as fibras podem ser encurtadas por fatores de contração da influência dos potencias de ação no módulo de despolarização, ou sofrer relaxamento, que se verifica o distanciamento dos sarcômeros, um do outro, na condição de hiperpolarização, em que as fibras passam a retornar a sua condição de repouso livre da influência do estiramento.

Um músculo pode ser estirado, mesmo se encontrando na posição de repouso, para isto é necessário gerar um efeito de despolarização, na geração de potenciais de ação. A resistência do músculo depende de fatores de elasticidade das fibras musculares e do tecido conjuntivo que envolve as fibras musculares.

As pontes transversais aumentam quando o músculo se contrai, a consequência natural é a ampliação da resistência ao estiramento. As mitocôndrias das fibras musculares fornecem a energia para a contração muscular. A morte de uma pessoa faz cessar sobre esta a energia necessária para a contração muscular. O cadáver fica rígido pelo congelamento das pontes transversais (rigor mortis).

O seguinte comando abaixo é gerado para uma formação de movimento muscular:

I – O comando neural é desencadeado na forma de potenciais de ação sobre os terminais axônios;

II – Começa a transmissão neuromolecular pela liberação de acetilcolina e consequente liberação do potencial de placa motora;

III – Ocorre a geração da excitação do músculo pelo surgimento do potencial de ação muscular e consequente despolarização do sarcolema;

IV – Os mecanismos iônicos passam a ser acionados pelas aberturas dos canais de íons de cálcio (Ca++) do tipo L, pela abertura dos receptores de rianodina e pela entrada de íons de cálcio no citosol;

V – Os mecanismos moleculares contráteis são acionados pela formação de pontes transversais seguidas dos deslizamentos dos filamentos e resultando em aproximação das linhas Z;

VI – Por fim o movimento executado, e não mais necessário, deve fazer com que o músculo volte a posição de repouso, através da repolarização do sarcolema, bombeamento dos íons de cálcio do retículo, resultando em deslizamento reverso dos filamentos e consequente afastamento das linhas Z.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [166] – Os Tipos de Fibras Musculares**

Em um músculo existem vários tipos de fibras musculares. Se observado uma carcaça de um animal o conjunto de fibras provenientes de localizações distintas sinaliza diferenciações na forma em que os tratos são organizados no organismo destes animais.

A forma de organização das fibras musculares sinaliza um tipo de ordenamento de acordo com a função em que um órgão é essencial para o indivíduo.

Existem três tipos de fibras fundamentais: as fibras vermelhas e lentas (L ou I), as fibras brancas rápidas (R ou IIB), e, as intermediárias.

As fibras vermelhas lentas do tipo L e do tipo I são ricas em irrigação sanguíneas, possuem muitas mitocôndrias, possuem muita mioglobina (ligantes de oxigênio) e possuem metabolismo fortemente aeróbico.

As fibras brancas rápidas do tipo R e as do tipo IIB possuem poucos capilares, possuem poucas mitocôndrias, possuem pouca mioglobina, possuem grandes reservas de glicogênio e possui um metabolismo anaeróbico gerador de ácido lático. As fibras brancas do tipo R têm como especificidade a geração de contrações rápidas, fortes e transitórias, Lent pontua que estas fibras são muito fatigáveis.

As fibras intermediárias possuem maior proporção de fibras do tipo R e do tipo intermediário para os bíceps dos braços, que são exemplos de músculos com fibras intermediárias. São responsáveis pela geração de maior força e velocidade da contração. No geral, as fibras intermediárias possuem maior proporção de fibras do tipo L e contribuem para uma contínua sustentação corporal.

A regra modal para as fibras intermediárias é a predominância das fibras musculares do tipo R em músculos distais, e a predominância das fibras musculares do tipo L para músculos proximais, segundo critérios de proporcionalidade.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [167] – A Produção de Energia nas Células Musculares**

O Professor-associado da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro Mauro Sola-Penna traz à tona a consciência do conhecimento que as células musculares possuem grande especialização na contração, para geração de diversos tipos de movimentos corporais.

A locomoção, respiração, os batimentos cardíacos somente podem ser organizados e gestados dentro de métricas de excelência a partir do pleno funcionamento das células musculares.

Porém, para que o sistema funcione adequadamente há necessidade de um tipo de organização e controle para que as instruções de movimento não sejam desencadeadas de forma desordenada.

O processo de contração exige uma base de troca, de cunho energético, no qual o encurtamento do sarcômero se torna dependente, bem como o seu relaxamento, pela queda da concentração de íons de cálcio da célula pela hidrólise do ATP.

O consumo de energia causa dependência de reposição em métricas temporais bastante curtas e de forma de deixar disponíveis concentrações de ATP para novas atividades motrizes.

Para a geração de energia geralmente o organismo utiliza as reservas de glicose e de ácidos graxos para transformar este concentrador de energia em uma fonte de energia do tipo ATP.

As estruturas contráteis sofrem regulagem metabólica muscular através de sinalizadores hormonais.

Os Estudos inicias do Professor Sola-Penna foi sobre a influências das enzimas ATPases transportadoras de íons de cálcio, cujo foco central era a percepção do efeito energético que sustenta as células musculares.

Depois convergiu para processos que sinalizam o tipo de regulagem da produção de ATP no processo de recomposição para preparar as células musculares a um novo desempenho. Onde se estudou a regulação do metabolismo de glicose, com foco sobre as células musculares.

Uma das descobertas foi que os hormônios, tais como, a adrenalina e a insulina, aumentam o consumo de glicose no músculo e estão ligados com enzimas glicolíticas que aceleram o metabolismo em torno da glicose na actina-F existentes nos sarcômeros, onde o resultado é o aumento da velocidade de produção de energia no músculo.

É de conhecimento que as enzimas de produção de ATP estão associadas às proteínas contráteis, de forma que a contração muscular pode ser gestada por níveis de produção de ATP, pelo metabolismo glicolítico, na ampliação da conversão de energia metabólica em movimento.

Outro dado importante que foi demonstrado pela equipe do Professor Sola-Penna, que níveis plasmáticos de serotonina sofrem ampliação com a prática de atividade física ou pela aparição de diabetes mellitus, fazendo associação com enzimas glicolíticas com a actina-F. Em outras palavras, a ativação de serotonina melhora o vigor físico e para pacientes diabéticos aumenta o consumo de glicose plasmática reduzindo o nível desta substância no organismo.

Outros metabólicos como o lactato são capazes de modular a associação das enzimas com as proteínas do sarcômero, possibilitando a conversão imediata de glicose em energia. O Professor argumenta numa construção com mais detalhes que os níveis aumentados de tais substâncias como o ATP e o lactato causam uma diminuição no consumo de glicose e a produção de energia, por meio da dissociação das enzimas. Já o ADP e a frutose-2,6-bifosfato sinalizadores de carência de energia na célula geram associação das enzimas, por ampliação do fluxo glicolítico e a produção de ATP.

Em tecidos mamários cancerosos as enzimas glicolíticas se mostram mais associadas com a actina-F, do que em situações em que os tecidos mamários estão saudáveis. O que implica que em tumores, existe uma maior concentração de consumo de glicose e consequente maior produção de energia na área do tumor, fornecendo uma breve explicação do crescimento acelerado do tumor na região incidente.

Professor Sola-Penna chegou à conclusão que o corte no fornecimento de energia nas regiões tumorais contribui para a morte do tumor, o que pode significar a produção de medicamentos antitumorais. Seus estudos apontam uma ligação com o mal de Alzheimer e da doença de Huntington a associação das enzimas glicolíticas com neurônios, pela associação estimulatória com a actina-F e as enzimas associadas a microtúbulos (efeito inibitório) em que se espera a compreensão da regulagem dessas ligações.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [168] – Os Músculos sob Comando Neural**

As lesões neurais podem provocar paralisias e paresias nos músculos esqueléticos porque estes possuem o funcionamento estrito sob o comando neural. Os motoneurônios (conjunto de neurônios motores) são os ordenadores situados na medula espinhal para os músculos do corpo, maioria do pescoço; e no tronco encefálico para os músculos da cabeça, e alguns músculos do pescoço.

Na medicina os motoneurônios são da ordem dos neurônios motores inferiores, na relação de dependência da ativação do córtex cerebral (região superior), que também é utilizado para uma sinalização de acordo com o tipo de lesão sofrida por um paciente.

No corno ventral estão os motoneurônios medulares. Em alguns núcleos de nervos cranianos no tronco encefálico também estão aglomerados os motoneurônios.

Existe uma população de motoneurônios para cada músculo. Os motoneurônios de uma população apenas inervam-se no próprio músculo.

Lent aprofunda que existe uma representação de um mapa topográfico longitudinal de representação miotópica em relação a posição das colunas de motoneurônios medulares em distintos segmentos com a posição de cada músculo no corpo.

No sentido transverso, os músculos distais são influenciados pelo comando das colunas de motoneurônios situadas lateralmente no corno ventral, já os músculos proximais são comandados por colunas mediais (relacionados com a postura). Os motoneurônios laterais comandam os movimentos finos dos membros.

Os mapas miotópicos nos núcleos motores do tronco encefálico possui uma topografia mais complexa, principalmente porque o tronco se afasta durante a embriogênese, numa constituição tubular da medula, porque os músculos da cabeça se organizam de forma mais compacta que no corpo.

Abaixo está um esquema sobre os tipos de fibras musculares:

**Tipo L (ou I)**

Cor: Vermelha

Suprimento Sanguíneo: Rico

Número de mitocôndrias: Alto

Grânulos de glicogênio: Raros

Quantidade de mioglobina: Alta

Metabolismo: Aeróbico

Velocidade de contração: Lenta

Tempo de Contração: Longo

Força contrátil: Baixa

**Tipo R (ou IIB)**

Cor: Branca

Suprimento Sanguíneo: Pobre

Número de mitocôndrias: Baixo

Grânulos de glicogênio: Numerosos

Quantidade de mioglobina: Baixa

Metabolismo: Anaeróbico

Velocidade de contração: Rápida

Tempo de Contração: Curto

Força contrátil: Alta

**Tipo Intermediário (ou IIA)**

Cor: Intermediária

Suprimento Sanguíneo: Intermediário

Número de mitocôndrias: Intermediário

Grânulos de glicogênio: Frequentes

Quantidade de mioglobina: Média

Metabolismo: Aeróbico e Anaeróbico

Velocidade de contração: Rápida

Tempo de Contração: Intermediário

Força contrátil: Média

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [169] – Motoneurônios e Interneurônios**

O corno ventral e os núcleos motores dos nervos cranianos em sua substância cinzenta medular contém motoneurônios e interneurônios, caracterizados por células com curtos axônios e sinapses próximas aos somas.

Segundo a forma, conexões e função os motoneurônios distinguem-se através de três tipos:

**I – Motoneurônios α**

Corpo celular: tamanho grande e médio

Dendritos: extensas árvores dendríticas

Axônios: emergem das raízes ventais medulares / emergem das raízes dos nervos cranianos

Integração: integrados aos nervos até encontrar-se com o músculo específico

Inervação Muscular: maioria das fibras musculares

Função: comandar a contratibilidade muscular

**I – Motoneurônios γ**

Corpo celular: tamanho diminuto

Dendritos: pequenas árvores dendríticas

Axônios: emergem certas fibras musculares modificadas na forma de fusos musculares

Integração: especializados na monitoração do comprimento muscular e suas variações

Inervação Muscular: nada citado por Lent

Função: participam de um mecanismo de controle indireto da contração muscular

**II – Motoneurônios β**

Corpo celular: tamanho intermediário

Dendritos: intermediárias árvores dendríticas

Axônios: bifurcam-se em ramos que inervam fibras musculares comuns (α e γ)

Integração: integrados aos nervos até encontrar-se com o músculo específico

Inervação Muscular: fibras musculares mistas

Função: Fornecer um tempo de contração intermediário com velocidade de contração rápida

Ramos colaterais chamados de recorrentes estabelecem cópias de comandos encaminhas aos músculos, brotam dos axônios dos motoneurônios antes destes emergirem do sistema nervoso central, arborizando no próprio corno ventral, a formar sinapses com interneurônios nesta região. As cópias de comando podem ser controladas, ajustadas e modificadas pelos circuitos locais.

Os axônios que inervam um mesmo músculo na formação de uma coluna a partir de uma população de motoneurônios se estende por diversos segmentos, e podem emergir através de raízes ventrais diferentes. A lesão nesta área, de uma raiz ventral, gera paresia do músculo danificado.

Edward Hennemann estudou as propriedades funcionais dos motoneurônios α, descobrindo uma correlação entre tamanho do soma e tipo de fibra muscular destas células que gera inervação.

Fibras R são inervadas por motoneurônios grandes (menos excitáveis) e fibras L por motoneurônios pequenos (mais excitáveis).

A ativação de um músculo canaliza inicialmente os motoneurônios pequenos (fibras L) e a continuação do movimento desencadeia a força e energia para acionar os motoneurônios grandes (fibras R). Lent explora o conceito para gerar a percepção de que um aumento da força muscular ocorre um progressivo recrutamento de motoneurônios de maior tamanho, observado pelo aumento da frequência de potenciais de ação disparados pelo motoneurônio (individual) e a entrada sucessiva da ação dos motoneurônios maiores, conhecido como o princípio do tamanho.

Na medula e no tronco encefálico existe uma mistura de interneurônios e motoneurônios. Excitatórios ou inibitórios, que uma vez acionados participam da modulação do comando motor.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [170] – A Unidade de Comando Muscular**

Uma fibra muscular é inervada por um único motoneurônio e este pode inervar várias fibras musculares. Uma unidade funcional de comando, na população de motoneurônios de um músculo é constituída por um motoneurônio e suas fibras musculares (unidade motora). Desta forma uma unidade motora é o menor elemento que realiza uma atividade motora do músculo sob o comando neural, na forma de um conjunto de fibras musculares agrupadas com seu motoneurônio ordenador.

A razão de inervação de uma unidade motora é baixa quando ela é constituída a partir de muitas fibras musculares. Como uma medida estatística, a razão de inervação é alta quando o seu indicador apontar para a máxima de (=1) no qual a unidade motora possui sobre seu domínio-influência apenas uma fibra muscular. Desta forma, o indicador de razão da inervação é uma relação inversa do número de fibras musculares.

Outra fórmula de cálculo para uma razão de inervação é o controle ou estatização através do quociente entre o número de motoneurônios e o número de fibras musculares do músculo analisado.

A resposta do indicador irá despertar o sentido de sua função de ativação muscular. Lent expõe que os músculos do polegar possuem razão de inervação de 0,5, o que implica a necessidade de alocar um grande número de neurônios a fim de acionar o movimento. Já os músculos do dorso possuem baixa razão de inervação (0,001) caracterizados por movimentos imprecisos, grosseiros e, que, portanto, necessitam de acionarem menos motoneurônios.

O tipo de unidade motora predominante de um músculo é correlacionado com a sua função. Lent aprofunda sinalizando que os tipos de unidades motoras, relacionam-se com as fibras musculares que cada motoneurônio inerva.

Cada unidade motora somente pode ter fibras de um mesmo tipo L, R ou intermediária. Este efeito se deve ao fato da gestão da organização do desenvolvimento embrionário, ou uma predisposição gênica para uma reinervação no caso de lesão no segmento. E dentro de um mesmo músculo essas fibras apresentam em composição dispersa.

A vantagem evolutiva da composição dispersa das fibras é uma medida de proteção do músculo quando sobre este incide uma lesão, visto então, como uma medida protetora e que os efeitos danosos de um prejuízo que gere um malefício para uma determinada parte do músculo, crie um efeito de fracionamento do dano através de um sistema de compensações, onde o funcionamento conjunto dilui o efeito dos prejuízos causados pelo aparecimento local de uma lesão.

Os fenótipos morfológicos e bioquímicos da fibra muscular podem ser modificados de acordo com o axônio que recebe a mensagem.

O sistema muscular leva em conta seus aspectos funcionais essenciais no tocante à velocidade de contração e a resistência à fadiga. Os estudos nesta área indicaram que o efeito contrátil de um estímulo gera uma diferença perceptiva em relação aos três tipos de unidades motoras, no que diz respeito, à velocidade de contração das fibras musculares da requisição do movimento, gerando um único potencial de ação ou muitos deles em sequência.

No caso de potenciais de ação repetitivos que provocam a contração máxima, algumas fibras musculares entram em processo de fadiga, num processo gradiente, em que novas fibras sentem o peso da requisição do movimento de forma que elas podem ser classificadas de acordo com estas características como: unidades lentas (L), rápidas fatigáveis (RF) e rápidas resistentes à fadiga (RRF).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [171] – O Comando é Bem Informado: Receptores e Aferentes**

O mais baixo nível de comando na hierarquia dos ordenadores do sistema motor é para os motoneurônios do tipo α que passam a exercer um tipo de influência próxima dos efetuadores.

Charles Sherrington (1857 a 1952) chamava os motoneurônios α como a via final comum do sistema motor. Mas Sherrington sabia que a classe de ordenadores necessita de informações sobre o seu desempenho, no sentido do estado dinâmico do músculo comandado. Onde indicadores de contração e relaxamento, comprimento de extensão e tensão exercida passam a ser informações preciosas necessárias para que o movimento possa ser regulado.

Essas informações que partem dos motoneurônios para níveis de comando mais elevados são auxiliares no planejamento motor, necessário para correção de comandos e a execução de movimentos.

Os receptores situados no tecido muscular e nos tendões dão suporte para a detecção que fornece informações de retroação ao sistema nervoso central. Eles são de dois tipos: fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi.

As variações do comprimento muscular dos órgãos receptores conhecidos como fusos musculares, de calibre pequeno, constituem-se por uma formação de 5-10 fibras musculares modificadas, conforme Lent, finas e agrupadas, que as separa das fibras musculares comuns, - fibras extrafusais -, que se contrai sob comando neural. Elas possuem fibras com motoneurônios γ com inervação eferente de comando motor, onde uma parte da inervação eferente dos fusos é formada por motoneurônios β (que inervam fibras intrafusais e extrafusais). Os motoneurônios γ e β são chamados de neurônios fusimotores.

Lent aprofunda que os axônios fusimotores estabelecem sinapses neuromusculares com as fibras musculares intrafusais, colinérgicas e excitatórias, que funcionam conforme sinapses de fibras extrafusais.

O receptor conhecido como fuso muscular possui uma inervação aferente (mecanorreceptoras do tipo Ia e II – calibrosas, mielíticas e com grande velocidade de condução de impulsos nervosos), a partir de neurônios pseudounipolares dos gânglios espinhais ou aos neurônios homólogos do gânglio trigêmeo na cabeça.

Os fusos musculares situam-se em conexões paralelas dispersas com as fibras extrafusais. Na contração muscular ou no relaxamento muscular no comando do motoneurônio α o comprimento do fuso varia junto com o músculo.

As variações no aumento ou a diminuição do comprimento muscular são detectadas pelo fuso muscular. Se o músculo recebe a tensão de um peso as fibras interfusais são estiradas, como também as extrafusais. A tensão mecânica recai sobre as fibras aferentes Ia que inervam o fuso, fazendo surgir um potencial receptor, no qual estímulos sucessivos irá deslocar pulsos de potenciais de ação no sentido da medula pelos aferentes.

Na diminuição do comprimento muscular que ocorre pela contração das fibras extrafusais (e desativação das fibras interfusais), haverá um bombardeamento dos fusos musculares, no qual irá desaparecer o potencial receptor nos terminais Ia e a interrupção de potenciais de ação pelas fibras aferentes (período silente). Assim, neurônios fusimotores contornam o efeito de decréscimo da transmissão de informações sobre o comprimento muscular pela contração das regiões distais das fibras intrafusais.

As fibras extrafusais e as fibras intrafusais são ativadas ao mesmo tempo por neurônios fusimotores β automáticos.

O cerebelo controla de forma eficiente o centro motor superior, através dos neurônios fusimotores γ seletivos e dedicados às fibras intrafusais. A tensão deste sistema determina a amplitude do potencial receptor dos terminais Ia e II, bem como a frequência de disparo das fibras aferentes pertencentes ao fuso muscular (sem projetar período saliente). As fibras aferentes Ia codificam a frequência dos potenciais de ação capturando as variações do comprimento muscular que está contido a informação de retroação para suprir a necessidade dos motoneurônios.

A contração do músculo tem uma variação de comprimento denominada de isotônica (igual tonicidade de tensão muscular). Já a contração isométrica a tensão é variante e o comprimento do músculo inalterado.

Os órgãos tendinosos de Golgi são um segundo tipo de receptores de estrutura encapsulada como os fusos, sem células internas modificadas, com a presença de fibras colágenas em rede intrincadas, entrelaçadas com as ramificações das fibras aferentes do tipo Ib. Tais órgãos são seriais entre o músculo e o tendão. Possui como função a detecção de variações de força, na forma de tensão muscular, na comunicação com um tendão. No aumento da tensão, as fibras colágenas destes órgãos ficam estiradas estimulando terminais Ib a eles entrelaçados.

Lent esclarece que quanto maior a tensão, maior é o potencial receptor e maior é a frequência dos potenciais de ação conduzidos pela fibra aferente Ib no sentido do sistema nervoso central. O sentido inverso, de decréscimo da tensão, também é válido para este postulado.

São receptores tônicos os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi, ambos possuem adaptação lenta, o que contribui para a precisão dos níveis de comprimento e tensão muscular. A faixa de variação dos órgãos tendinosos de Golgi é relativamente restrita, devido ao limiar mais alto e ausência de regulador de sensibilidade. Já os fusos musculares possuem faixa de variação ampliada pela atuação do seu sistema aferente, que proporciona a regulagem da sensibilidade dos receptores aos níveis extremos de comprimento muscular.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [172] – Os Tipos de Unidades Motoras e a sua Correlação com as Fibras Musculares**

**Unidade Motora de Tipo L**

Fibras musculares: L

Motoneurônos: Pequenos

Axônios: Finos

Limiar de excitabilidade: Baixo

Velocidade de Condução: Baixa

Frequência de disparo: Baixa

Tempo de contração: Longo

Velocidade de contração: Lenta

Força contrátil: Pequena

Resistência à fadiga: Alta

**Unidade Motora de Tipo RF**

Fibras musculares: R

Motoneurônos: Grandes

Axônios: Calibrosos

Limiar de excitabilidade: Alto

Velocidade de Condução: Alta

Frequência de disparo: Alta

Tempo de contração: Curto

Velocidade de contração: Rápida

Força contrátil: Grande

Resistência à fadiga: Baixa

**Unidade Motora de Tipo RRFL**

Fibras musculares: Intermediárias

Motoneurônos: Médios

Axônios: Médios

Limiar de excitabilidade: Médio

Velocidade de Condução: Média

Frequência de disparo: Média

Tempo de contração: Intermediário

Velocidade de contração: Rápida

Força contrátil: Média

Resistência à fadiga: Alta

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [173] – Os Movimentos Reflexos**

Os movimentos reflexos são os mais simples e compõem um tipo de movimento automático e esteriotipado que fornece uma resposta a um estímulo sensorial. Embora se construa uma noção de que tais movimentos sejam de ordem acidental, muitos movimentos reflexos são geradores de ação na forma de um mecanismo regulador de diferentes condicionamentos de motricidade, que interferem sobre a postura e o movimento e possui uma correlação com a tensão (força) desencadeada pela contração em um músculo.

Circunstâncias eventuais podem ativar os movimentos reflexos. Os reflexos podem ser classificados por: o estímulo de origem; o principal tipo de músculo envolvido; tipo de estimulação aplicada por um avaliador; o seu circuito neural (arco reflexo).

Um sistema simplificado de regulagem do comprimento muscular é o reflexo miotático. O estudo dos circuitos neurais necessários para a geração do movimento conhecidos por arcos reflexos e os tipos de movimentos desencadeados na forma de atos reflexos são importantes para a compreensão dos mecanismos neurais que envolvem o movimento.

O reflexo patelar é um tipo de reflexo miotático realizado através de um exame neurológico de rotina para avaliar a percussão do ligamento da patela, através de uma estimulação de um instrumento conhecido como martelo que introduz o estímulo tático sobre a perna do paciente, na expectativa que uma reação, percebida como um movimento que pode sinalizar o reflexo miotático.

Existem outros reflexos miotáticos, como por exemplo: o reflexo mandibular (estimulação do músculo masseter, que move a mandíbula), o reflexo tricipital (estimulação do tríceps do braço) e o reflexo aquileu (estimulação do tríceps da perna, através do tendão de Aquiles).

Os reflexos miotáticos são extensores ou antigravitários de grande importância postural, pois eles fornecem o arcabouço motor para a sustentação corpórea na postura básica, em oposição aos efeitos da gravidade. Porém o conceito de funcionalidade antigravitária é relativo na condição postural depende do tipo de desenvolvimento de uma espécie. Da mesma forma que perceber reflexos miotáticos como extensores também deve-se gestar um posicionamento ou opinião com determinada cautela. Porém a relação que sugere a construção de movimentos reflexos miotáticos como um reflexo extensor antigravitário é mais acertads para se referir a um comportamento de importância postural.

A alteração dinâmica da postura exige modulação dos miotáticos em administrar convoluções de uma variedade por movimentos que apresente rígidos pilares, em sintonia com a contração da musculatura extensora para que seja gerado o efeito de locomoção.

O reflexo miotático colabora para a contração de um músculo em resposta ao seu próprio estiramento, através da percussão de um ligamento que sofre ação da gravidade sobre o corpo, que resulta em contração brusca, gerando uma condição de sustentação (condição tônica) na ativação de extensores que mantêm firme ou fixo um movimento, podendo provocar estiramentos em alguns músculos para esta finalidade, contraindo outros complexos de reflexos conforme for a necessidade de deslocamento ou locomoção.

Classificações dos Principais Reflexos:

**Reflexos miotáticos ou de estiramento (Mandibular, Patelar, Bicepital, Aquileu, Outros)**

Quando ao estímulo de Origem: De origem muscular

Quanto ao principal tipo de músculo envolvido: Extensores

Quando à Natureza da estimulação: Profundos

Quanto ao circuito neural: Monossinápticos

**Reflexos miotáticos inversos**

Quando ao estímulo de Origem: De origem tendinosa

Quanto ao principal tipo de músculo envolvido: Flexores

Quando à Natureza da estimulação: Profundos

Quanto ao circuito neural: Dissinápticos

**Reflexos de retirada (Do membro superior; Do membro inferior; Outro)**

Quando ao estímulo de Origem: De origem cutânea

Quanto ao principal tipo de músculo envolvido: Flexores

Quando à Natureza da estimulação: Superficiais

Quanto ao circuito neural: Multissinápticos

O estiramento muscular de um reflexo patelar também provoca o estiramento dos fusos musculares, que os disparos dos potenciais de ação geram o aumento da frequência de disparo das fibras aferente Ia e II.

Para efeito de padronização quando um músculo é excitado é chamado de músculo agonista, que também pode ser chamado de músculo principal ou músculo homônimo, os demais são chamados de agonista auxiliares ou sinergistas. Os músculos que são inibidos para mover uma contração em sentido contrário no balanceando do movimento são conhecidos por músculos antagonistas.

O circuito mais básico do reflexo miotático é monossináptico, que proporciona o contato direto entre o neurônio aferente que é sensorial e o neurônio motor eferente, no qual a informação do arco reflexo incide diretamente no ordenador.

Lent aprofunda dizendo que a mesma informação aferente que é utilizada para ativar os motoneurônios do quadríceps é também utilizada para inibir os que comandam os músculos antagonistas (Princípio da inervação recíproca – que é aplicado a todos os reflexos).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [174] – Reflexo Miotático Inverso, um Sistema de Regulação da Força Muscular**

O reflexo miotático inverso caracteriza-se por um relaxamento muscular que se submete a uma força contrátil forte. Este tipo de reflexo foi apelidado por reflexo de canivete, mas o último termo não é considerado em estudos científicos na atualidade.

O reflexo miotático é uma espécie de reflexo protetor do músculo contra fortes tensões que possam provocar lesões. Um exemplo para esta aplicação é a força colocada no antebraço que libera tensão de um bíceps quando se carrega um objeto de grandes dimensões.

O seu arco reflexo é formado um receptor de órgão tendinoso de Golgi de fibras aferentes Ib, estas fibras possuem o limiar bem alto, e o acionamento ocorre sobre forte pressão ou impacto em comunicação com o tendão, local onde está o receptor.

Um potencial receptor, nas extremidades das fibras aferentes, dispara salvas de bioeletricidade na direção da medula, ou através do tronco encefálico; as fibras Ib inervam no sentido do sistema nervoso central através das raízes dorsais da medula, ou pelo trigêmeo. Já no sistema nervoso central ocorre uma bifurcação em dois ramos, e de forma análoga, o mesmo ocorre para as fibras Ia e II. Uma das fibras ascende para estruturas superiores levando informações sobre a tensão muscular. O outro ramo se arboriza na substância cinzenta, fazendo sinapses com interneurônios inibitórios com conexões curtas com motoneurônios α no comando do músculo agonista.

O resultado é a inibição dos potenciais de ação dos motoneurônios α em vez da excitação verificada em um movimento reflexo miotático. Nesta etapa de inibição, os motoneurônios α tentam manter a contração isométrica gerando a siliência (silenciamento), provocando o relaxamento muscular. O exemplo de Lent para o bíceps do braço indica que ele “cede” impotente à resistência oposta pelo braço do adversário numa disputa de queda de braços.

O arco reflexo de um reflexo miotático inverso é dissináptico, porque é necessário um interneurônio inibitório e o motoneurônio do músculo agonista entre uma fibra aferente. Alguns ramos emergem na substância cinzenta a fibra aferente, outros fazem terminações com motoneurônios inibitórios, estes, fazem contato sináptico com motoneurônios de músculos agonistas auxiliares, gerando um relaxamento solidário com o agonista. Outros ramos da fibra aferente fazem terminações sobre outros tipos de interneurônios excitatórios, para ativar motoneurônios de músculos antagonistas, para gerar uma contração antagonista e relaxamento do agonista.

Os reflexos miotáticos e inversos são simples e requerem circuitos de controle da execução de movimentos. Também são autônomos e funcionam mesmo na transecção da medula espinhal quando esta é separada do encéfalo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [175] – Reflexo Flexor de Retirada, Protetor e Suavizador dos Movimentos**

O reflexo de retirada é percebido quando um estímulo sensorial, que emite sensação de dor, atinge um órgão periférico (mãos, dedos, pé, braço, ...) no caso de um estímulo forte e altamente concentrado que faça um indivíduo perceber uma lesão, todos os músculos flexores do membro inferior tornam-se passíveis de acionamento, promovendo o afastamento brusco da parte próxima da fonte de onde o estímulo está sendo emitido. Observa-se que este mecanismo tem uma ação protetora como também mantém uma proporcionalidade em relação a força que o estímulo é influenciador do flexor de retirada sobre o órgão periférico.

Deste modo o estímulo é um “amaciador”, segundo Lent, dos contatos da parte do corpo com os objetos, no sentido de provocar sucessivas flexões que suavizam o contato com as barreiras físicas.

Existem diferenças para reflexos de origem cutânea (eventuais, fásicos e frequentes em músculos flexores) e muscular. O elemento efetuador do reflexo de origem cutânea é o músculo. Assume a função protetora e não postural.

Os reflexos de retirada são multissinápticos. O arco reflexo inicia pelos receptores cutâneos, que pode envolver nociceptores, ou receptores somestésicos, no encaminhamento de informações pelas fibras do grupo C e Aσ que inervam o sistema nervoso central, pelas raízes dorsais ou por nervos cranianos específicos. Chegando na substância cinzenta emitem ramos com conexões a segmentos medulares, ocupando vastas extensões no tronco encefálico. Os ramos podem estabelecer conexões sinápticas com neurônios de segunda ordem do subsistema interoceptivo, onde seus axônios são encaminhados para o tálamo. Outros ramos estabelecem cadeia sinápticas com interneurônios de forma sequencial formando conexões com populações de motoneurônios α no comando dos músculos flexores.

Os flexores operam os princípios de inervação recíproca de músculos antagonistas, como também verificados com os reflexos miotáticos.

A retira do membro periférico da zona onde o perigo se concentra exige a inibição dos extensores e a flexão dos membros próximos da área onde se concentra o estímulo nocivo. A intensidade do estímulo interfere sobre a qualidade do movimento reflexo. Um efeito de compensação advém da alteração postural provocado pelo movimento brusco de um membro. Desta forma, pode-se evitar uma queda, por exemplo.

O reflexo de extensão cruzada é uma contração reflexa dos extensores do lado oposto em que um movimento reflexo foi acionado, onde é organizado por um circuito de inervação recíproca dos músculos de cada membro acionado. O arco reflexo é formado por interneurônios em que os axônios cruzam para produzir o sistema somestésico anterolateral na emissão de ramos para o lado oposto. Neste caso, uma segunda cadeia sináptica estabelece terminais com motoneurônios de comando da musculatura extensora. Na entrada da medula, as fibras aferentes dos grupos C e Aσ emitem ramos para muitos segmentos, semelhante ao lado oposto. A inervação recíproca, na medula, ativa músculos extensores do pé, joelho, coxa, axiais do tronco, ... É o arco reflexo mais complexo de ser explicado, porque envolvem muitos mecanismos de coordenação neural.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [176] – A Coordenação dos Reflexos e Sequências Motoras Automáticas**

Os reflexos são condicionados à afetação correspondente ao local de incidência do estímulo, para o acionamento do respectivo músculo que abastece a região de “contato” cujo movimento pode ser uma contração ou relaxamento do órgão. A resposta ao estímulo é a resultante de uma combinação da força aplicada por ele, na forma de uma intensidade com que uma influência física se projeta sobre o corpo de um indivíduo.

Os reflexos operam de forma simultânea e coordenada nas ações humanas da vida cotidiana. Para praticar uma simples ação, as vezes pode ser requerido um reflexo extensor seguido de uma correção através de um reflexo motor. Ou a utilização de reflexo miótico inverso ou de retirada para ajustar determinada postura que venha deixar ou permanecer um indivíduo em posição ereta.

A reação reflexa, ou seja, uma sequência coordenada de reflexos para ajuste postural, ou de proteção, ou de suavidade dos movimentos estabelecem sequências automáticas de movimentos reflexos que podem ou não serem iniciadas por um estímulo sensorial, gerando procedimentos que independem da coordenação consciente para serem acionados, por isto sua natureza autômata.

As reações autômatas para reações posturais envolvem diferentes núcleos do tronco encefálicos. Existe a coordenação da medula espinhal para pequenos anos como coçar e caminhar que se estabelece um padrão repetitivo de ativação e inibição muscular. A iniciação dos dois últimos atos descritos pode requerer que comandos sejam acionados das regiões superiores do sistema nervoso central. Uma vez iniciados o gerenciamento da medula independe do planejamento motor, por se tornar um movimento rítmico e estereotipado.

A coordenação do planejamento motor no centro superior encaminha informações de regramento do movimento repetitivo, no qual pode diminuir a sua incidência ou alterar o padrão desejado para que ela sinalize o tipo de interação desejada. Assim, apreende-se que a medula abastece um certo nível de coordenação, no que diz sentido sobre uma constância de um movimento já validado, mas ela não é capaz de tomar a decisão de inibir ou acionar pela primeira vez o movimento, à menos que sofra uma coordenação por parte de outro circuito a ela indexável.

Lent explica que os níveis supramedulares desempenham papéis mais elaborados, capazes de propiciar maior complexidade dos movimentos voluntários e dos movimentos involuntários.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [177] – Locomoção: Reflexos ou Ritmos Intrínsecos?**

A Professora adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel fala de Charles Sherrington (1857 a 1952) que ao escrever em 1906 o seu livro ***A Função Integradora do Sistema Nervoso*** descreveu sobre o arco reflexo na medula espinhal, seus circuitos básicos, e propôs uma teoria que explicava os deslocamentos motores a partir de coordenação de reflexos simples realizados pelo sistema nervoso.

A grande contribuição de Sherrington foi a associação da medula com os neurônios de comando da locomoção. O pensamento evoluiu após 1976 quando se acrescentaram os estudos a informação de que a locomoção é comandada por ritmos internamente criados em centros gerados na própria medula.

Na primeira década do século XIX três tipos de movimentos foram identificados em relação ao ponto de origem onde fora desencadeado o estímulo: movimentos voluntários, movimentos respiratórios e movimentos involuntários.

Os movimentos voluntários foram inicialmente concebidos como aqueles que necessitam de integridade do cérebro para seu funcionamento. Os movimentos respiratórios partiam de uma concepção de dependência de integridade do tronco encefálico e não do cérebro. E por último, os movimentos involuntários eram dotados da concepção que dependiam de um princípio de irritabilidade direta da fibra muscular geradora da contração.

Marshall Hall (1790 a 1857) em 1833 postulou um quarto tipo de movimento decorrente de ações indiretas não correlacionadas com o cérebro ou tronco encefálico. No qual sua percepção associava tais reflexos a deglutição, espirro, tosse e vômito; dependentes da integridade de medula espinhal e não tinha uma origem com a irritação direta do músculo. Hall denominou estes movimentos de instintivos ou automáticos (chamados de movimentos reflexos) na forma de um mecanismo de reflexão de impressões a partir da influência da medula.

Doutora Herculano-Houzel traz à tona o conhecimento que a locomoção é formada a partir de um conjunto de movimentos voluntários, mas em animais cujo cérebro foi lesado ou desconectado da medula a locomoção não se interrompe, não irá interromper por completo o movimento, que é gerador de locomoção. Assim, o estudo de Hall sobre os movimentos reflexos foi a oportunidade verificada por Sherrrington para aprofundar no tipo de influência que tais mecanismos de movimento afetavam ou se condicionam ao processo de locomoção.

Em 1960 Grigori Orslovski e Mark Shik estudaram o controle voluntário da locomoção pelo cérebro, e através de estudo em animais, descobriram uma região do tronco encefálico que provocava o efeito da marcha lenta, a partir de uma estimulação de corrente mais forte. Depois se estudou o trote e o galope destes animais.

Em 1970, o estudo da lampreia, estimulando-se o seu tronco encefálico obteve-se registro, em meio de cultura, das raízes ventrais da medula espinhal deste ser vivo. Pelos axônios dos neurônios motores foi gerado um estímulo de “natação fictícia”. Em outras palavras, um estímulo aplicado pelo tronco encefálico, os comandos motores davam a ordem de locomoção que era encaminhada através da medula, independentemente de reflexos, o movimento era percebido. O aprofundamento das conexões entre neurônios foi possível através deste experimento conceber um circuito medular de funcionamento para o movimento, na forma de um centro gerador de padrões rítmicos, capaz de gerar comandos locomotores e fazer a comunicação com os motoneurônios executores.

A pura coordenação de reflexos atribuídas para a respiração e o ato de coçar já não é mais percebida como válida, mas por outro processo de coordenação de vários pequenos centros geradores de padrões para movimentos repetitivos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [178] – A Locomoção: Reflexos Rítmicos ou Ritmo de Reflexos?**

Mas o que uma locomoção de um animal? É um deslocamento de um organismo biológico diante referenciais de seu habitat em que percepções do espaço são identificadas como mudanças de coordenadas físicas entre momentos distintos em que o corpo se situava em uma posição de coordenadas horizontais e verticais no ambiente deste ser vivo em relação ao ambiente.

Lent lista uma série de comportamentos que podem ser descritos como locomoções: **propulsão ondulatória**, como nos anfíbios; **rastejamento** **ondulatório** como em répteis; o **voo**, percebido em aves; a **marcha**, **trote** e **galope**, de animais quadrúpedes; e, o **caminhar**, a **marcha** e a **corrida** em seres bípedes como os humanos.

O que é comum a todas elas? É que o deslocamento através da locomoção é dotado de um padrão instanciado em uma sequência rítmica e cíclica dos movimentos locomotores. E também se observa a presença de um automatismo com que os movimentos possam ser executados sem a necessidade de tutoramento constante consciente do ser vivo. Mas a porção consciente pode ser integrada ao sistema de movimento locomotor, no sentido de intervir com pequenos procedimentos corretivos intencionais para adaptar o indivíduo diante das variações do habitat, que requerem mudanças ou alterações de estratégia sobre o deslocamento.

Então existe uma natureza rítmica e semiautomática da locomoção da forma de uma coordenação de uma sequenciação de reflexos, comandados por circuitos geradores de padrões rítmicos na medula e em níveis supramedulares.

Em 2012 ainda não havia sido identificado os neurônios medulares responsáveis pelos efeitos oscilatórios, geradores de salvas cíclicas de potenciais de ação que foram encaminhados para motoneurônios extensores e flexores.

Lent exemplifica pelo caminhar, o circuito descrito acima, onde em um ciclo, os extensores de uma perna são ativados e os flexores são inibidos, e de forma contrária abastece a rotina para ser propagada na outra perna. No próximo ciclo o padrão é invertido, onde os flexores são ativados e os extensores inibidos, e o padrão oposto move a outra perna. Gerando um ciclo completo para sintetizar uma marcha, ou um movimento projetado sobre a dimensão de passos. Esse movimento padronizado sofre influência das informações sensoriais das raízes dorsais e dos centros surpamedulares cujas informações são encaminhadas pelas vias descendentes. No homem este circuito é dependente do córtex cerebral e lesões corticais podem gerar alterações da marcha.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [179] – O Alto Comando Motor**

Os centros ordenadores do córtex cerebral e regiões subcorticais são o alto comando do sistema motor, organizados hierarquicamente, geram ações de controle contrátil das unidades motoras por meio de vias descendentes.

O equilíbrio corporal e a postura recebem controle através de comando dos músculos da coluna vertebral (eixo central do corpo) e por ligações com os membros: pernas, ombros, ... através de um sistema chamado medial. O sistema lateral coordena movimentos distais dos membros (braços, mãos e pé) através de vias de comando voluntários.

Os movimentos do corpo são simultâneos e coordenados com a interação do fator de gravidade graças aos núcleos do tronco encefálico que os reflexos de estiramento são modulados gerando a percepção do tônus muscular constante que pode ser regulado para a manutenção da postura.

As sequências reflexas de posicionamento do corpo em relação ao ambiente têm sua coordenação a reações posturais através dos núcleos do tronco encefálico.

Porém o corpo corresponde as informações também coletadas de estímulos visuais e auditivos, no sentido de conexão com um alvo na proximidade, que possa ser um predador ou uma caça, ou um simples objeto. Os movimentos oculares são os mais rápidos receptáculos de estímulos que recebem controle do mesencéfalo e do córtex cerebral, onde o sistema ocular é projetado para garantir a estabilidade de uma cena visual e a fixação de um objeto presente ou instanciado no mundo. Assim movimentar os olhos pode exigir coordenação de movimentos da cabeça e do corpo para ajustar-se a uma demanda de captura de uma situação ambiental.

A expressão da liberdade de ação é conferida através dos movimentos voluntários, nos qual pode orientar o organismo sobre a permanência ou transição de diversas posições: estável, parado ou em movimento.

Portanto, os movimentos voluntários são movimentos planejados, programados e comandados pelo lobo frontal pela subrregião do córtex motor, onde planifica-se a representação de um mapa sensorial ordenado do corpo que coordenam informações através de neurônios motores de força, velocidade, amplitude e direção dos movimentos com relativa precisão para cada membro.

O cerebelo e os núcleos da base são responsáveis pela execução harmônica dos movimentos dotando-os de objetivos e finalização de uma ação, na forma de uma assessoria do córtex motor, que avalia os comandos encaminhados aos ordenadores medulares e a execução das contrações musculares na geração dos movimentos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [180] – O Alto Comando Motor: Para que estudar?**

Os seres humanos são criaturas moventes, que necessitam se locomover para aproximar-se de fontes de alimentos, para promover a segurança, e, se adaptar no espaço ao qual esteja inserido. Para isto os sentidos humanos são instrumentações reguláveis que orientam como as movimentações do corpo devem melhor se ajustar de acordo com as necessidades despertadas ou requeridas.

Assim uma visão pode ser deslocada através do giro da cabeça com a finalidade de melhor posicionamento para o enquadramento de algum alvo que tenha chamado a atenção de um indivíduo. Ou as pálpebras deste mesmo indivíduo serem acionadas para um melhor ajuste da luz incidente.

Da mesma forma a audição fornecer a localização de um espectro no sentido de conectar o indivíduo na direção em que o som se propaga de forma que o reconhecimento permita elaborar uma estratégia de aproximação ou afastamento de acordo com vivências psicológicas armazenadas que sinalizam qual a melhor forma de interação com tais objetos.

Ou quando se anda de skate onde uma série postural é necessária para que o praticante possa se posicionar ereto enquanto faz as manobras requeridas pelo objeto auxiliar na locomoção.

Dependendo do movimento, as vezes é necessário a realização de centenas de submovimentos através da ativação de vários músculos esqueléticos, na forma de atos reflexos: voluntários e involuntários ou automáticos. Que combinados geram reações posturais mais complexas, que podem sinalizar um posicionamento perante o ambiente: ficar em pé, sentado, movimentar-se, paralisar-se, ...

Movimentos complexos formam sequências de comandos voluntários que desencadeiam ações involuntários gerando movimentos que posicionam o corpo diante das demandas ambientais na manutenção do equilíbrio corporal e atos de locomoção, movimentos de captura da imagem e fixação de alvos no habitat.

Uma sequência de movimentos exige programações corretas dos movimentos, iniciação coordenada de cada movimento, ativação de comandos para cada músculo correspondente no tempo requerido e, controle da força, velocidade e direção dos movimentos, para que o modelo de gestão possa interromper a série em sua finalização ou quando não mais necessária no contexto do ambiente.

As ações de planejamento e programação motora são realizadas por áreas específicas do córtex cerebral, enquanto o comando direto dos músculos é realizado pela influência da medula e núcleos motores dos nervos cranianos. As ações de planejamento abastecem as ações de controle cortical sobre a medula e o tronco encefálico, onde estes últimos atuam na modulação de reflexos e movimentos mais grosseiros. O cerebelo e os núcleos de base exercem um sofisticado sistema de controle para iniciação e término dos movimentos dentro do *time* coreto, na realização harmônica prevista para o movimento pelas áreas de planejamento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [181] – Organização do Alto Comando Motor**

Charles Sherrington (1857 a 1952) introduziu o conhecimento dos motoneurônios como sendo a via final comum do sistema motor, no qual o sistema nervoso se interconecta com os músculos. Este sistema é funcional graças aos receptores encontrados nos próprios músculos que abastecem de informações as vias aferentes que se projetam para o alto comando motor.

Os arcos reflexos e os atos reflexos não funcionam isolados, são circuitos básicos que realizam ações motoras grosseiras, onde recebem informações modulares que descendem através dos centros superiores.

John Hughlings Jackson (1835 a 1911) concebeu a teoria da hierarquia dos centros motores, onde os centros superiores podem ativar ou desativar os centros inferiores. Os estudos do seu tempo eram gestados a partir de lesões artificiais provocadas em animais seguido da análise e avaliação do surgimento de sequelas originadas destes processos interventivos (distúrbios de falta ou excesso). Os distúrbios gerados artificialmente que sinalizavam uma “falta” indicava intuitivamente qual a função da parte lesionada. Os distúrbios gerados artificialmente que sinalizavam um “excesso” indicava intuitivamente uma função de controle da parte lesionada.

Assim, as secções foram realizadas em partes distintas de córtex de gatos e cachorros, onde eram coletadas as informações de alterações observadas nos reflexos e na motricidade natural do animal.

Deste experimento concluiu-se que os movimentos voluntários são dependentes dos centros superiores, mas havia a independência dos reflexos em relação aos centros superiores.

A desconexão do tronco encefálico destes animais, através de outro experimento, fez Sherrington concluir que a rigidez de descerebração resultava de uma hiper-reflexia produzida pela transecção do tronco encefálico, ou seja, constatou que os reflexos não são 100% independentes dos centros superiores.

Das interrelações dos dois experimentos vistos nos últimos parágrafos fez o cientista concluir que acima do nível de corte cirúrgico onde a desconexão do tronco encefálico fora realizada, deveriam existir outros neurônios que inibiam os do tronco encefálico. Ele percebeu os núcleos motores do tronco encefálico na produção de modulação positiva dos reflexos medulares, e modulação negativa por parte do córtex cerebral. Isto fazia crer na presença de hierarquia na estrutura funcional do movimento na forma de que órgãos superiores controlavam os inferiores.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [182] – Os Centros Ordenadores e as Vias Descendentes**

O tronco encefálico é sede de alguns centros ordenadores do comando motor através de vias descendentes, como também, os núcleos motores dos nervos cranianos que alojam os motoneurônios da musculatura dos olhos, cabeça e pescoço.

Os núcleos ventriculares próximos no bulbo, próximos à ponte possuem neurônios que recebem aferentes do nervo vestibulococlear abastecidos por mecanorreceptores do labirinto.

Os neurônios vestibulares emitem axônios que formam feixes vestibuloespinhais na geração de vias descendentes de manutenção da postura e equilíbrio postural.

Na extensão rostrocaudal da ponte existe uma formação reticular formada por neurônios mais dispersos e extensos que os núcleos vestibulares que alcança a parte inferior do bulbo como o mesencéfalo acima. Seus axônios geram feixes reticuloespinhais que também participam dos mecanismos posturais.

As regiões motoras no mesencéfalo são: o núcleo rubro (uma esfera no interior do mesencéfalo) e o colículo superior (um agrupamento neural na superfície dorsal do mesencéfalo – tecto mesencefálico). O feixe rubroespinhal é formado por vias descendentes que partem do núcleo rubro e sua função é de ser um coadjuvante (intermediário) do comando motor dos membros. O feixe tectoespinhal é formado por vias descendentes que partem do colículo superior e sua função é fornecer orientação sensorial motora, de suas fibras multissensoriais (visuais, auditivas e somestésicas) para o posicionamento dos olhos e da cabeça na percepção da direção do estímulo ambiental.

O córtex motor primário (M1) emitem axônios descendentes e outras áreas motoras adjacentes e somestésicas do córtex parietal dão origem a feixes corticoespinhais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [183] – As Vias Descendentes de Comando**

Os primeiros estudos as vias motoras eram classificadas em sistema piramidal e sistema extrapiramidal. Com a introdução do conhecimento de Henricus Kuypers (1925 a 1989) na década de 1960 outra distinção lógica para as vias descendentes em relação as suas origens e principais funções foi estabelecida.

No estudo mais recente levou-se em consideração a população lateral e medial de motoneurônios do corno ventral da medula.

Os braços, pernas, mãos e pés, que fazem parte da musculatura apendicular distal fazem inervação através de motoneurônios laterais que são especialistas no desencadeamento de comandos dos movimentos finos das extremidades.

A musculatura axial do tronco e a musculatura apendicular proximal, ou seja, que abastecem os antebraços e ombros, sofrem inervação de população de motoneurônios mediais, no qual as funções de comando dizem respeito ao movimento axial do corpo, que sinalizam a postura e o equilíbrio corporal.

Kuypers descobriu que os axônios dos núcleos vestibulares, da formação reticular bulbar e pontina, do tecto mesencefálico e parte do córtex cerebral expandem entre interneurônios e motoneurônios mediais. Já as fibras do núcleo rubro e a maioria das fibras que emergem do córtex cerebral fazem terminações sobre os interneurônios e motoneurônios laterais.

No funículo ventromedial da substância branca da medula ficam posicionados os feixes: corticoespinhal medial, vestibuloespinhais, reticuloespinhais e tectoespinhal. E no funículo lateral se posicionam os feixes: corticoespinhal lateral e rubroespinhal.

Pelos experimentos se descobriu que uma lesão do funículo lateral provoca perda dos movimentos finos das extremidades com a manutenção da postura, conforme Lent, e uma secção do funículo anterior provoca distúrbios posturais sem perdas dos movimentos apendiculares. Este conhecimento resultou na seguinte classificação das vias descendentes: sistema lateral e sistema medial.

O sistema lateral é responsável por veicular comandos motores para a musculatura dos membros, na produção de movimentos voluntários finos de funcionalidade de cada membro.

O sistema medial é responsável por veicular comandos motores para a musculatura axial associada aos movimentos posturais.

Os feixes do sistema medial que se originam no tronco encefálico baixo (vestíbuloespinhal lateral, reticuloespinhal bulbar e reticuloespinhal pontinho), na região do bulbo e ponte se projetam do mesmo lado ao longo de todo o trajeto. Já o feixe vestibuloespinhal medial contém axônios com origem de núcleos vestibulares mediais de ambos os lados que cruzam a linha média, no bulbo, sendo a exceção observada no período anterior para a regra do sistema medial.

Os feixes tectoespinhal (origem: colículo superior) e rubroespinhal (origem: núcleo rubro) originam no mesencéfalo e no córtex cerebral e fazem cruzamento após a emergirem dos núcleos de origem.

Muitas fibras corticoespinhais percorrem um extenso trajeto pelo córtex cerebral até a medula, atravessando a cápsula interna no mesencéfalo, o pendúculo cerebral no diencéfalo, segundo Lent, e no mesencéfalo e depois a pirâmide bulbar, onde a maioria das fibras cruzam a linha média na decussação piramidal segundo o trajeto pelo funículo lateral da medula onde o feixe corticoespinhal lateral é formado. Os feixes que não fazem o cruzamento, descende pela medula no funículo ventromedial chamado de feixe corticoespinhal medial.

Lent aprofunda dizendo que muitas fibras desse feixe cruzam a linha média na medula ao atingir o segmento em que terminam, criando uma via de projeção bilateral.

Nem toda fibra motora de origem do córtex cerebral chega até a medula. Essas, que possuem este padrão estrutural controlam o desempenho dos núcleos subcorticais.

A cabeça, pescoço, face e boca tanto a musculatura esquelética ou estriada de alguns tecidos moles são inervados por motoneurônios presentes em diversos núcleos de nervos cranianos que recebem aferentes do córtex cerebral e dos núcleos motores do tronco encefálico. Neste caso, a separação anatômica das vias não é adequada, sendo a distinção dos sistemas meramente funcional.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [184] – O Corpo Equilibra-se contra a Gravidade**

Existe dois sistemas, ou sejam, dois mecanismos básicos de sustentação do corpo em animais: tecidos moles; e, um esqueleto rígido. Geralmente o esqueleto rígido sustenta por dentro os tecidos moles, como é o caso de uma tartaruga, ou pode vir como uma estrutura base internamente fixada, como no caso dos seres humanos. Porém existe um problema de sustentação de um ser vivo que é se projetar-se fixo ao chão pela influência constante da gravidade.

Os músculos ficam parcialmente contraídos, em uma proporção diferenciada entre eles, que condiciona o ser vivo a aptidão de se correlacionar ao efeito gravitacional, na manutenção da postura.

Quando um corpo perde a sua condição vital, a consequência é a queda, porque os sensores que estavam posicionados em relação ao efeito gravitacional deixaram de exercer sua função postural fazendo com que o corpo se projete em direção ao solo. Este estado permanente em tensão muscular é chamado de tônus muscular.

Embora o tônus muscular seja permanente, enquanto o indivíduo está vivo, ele não é uma condição fixa e imutável, pois sofre influência do sistema nervoso, em que mudanças no ambiente que exijam modificação da postura sejam necessárias para alteração da mudança de posição do corpo, ou pela manifestação da vontade de um indivíduo.

Quando estamos parados o tônus muscular é distribuído de forma simétrica, mas quando existe a pressão de um movimento, como no caso de um indivíduo que esteja em um ônibus em movimento, alguns músculos apresentam uma pressão sobre o tônus muscular com tensão muscular mais forte que outros.

Portanto, o controle do tônus muscular é dinâmico, está sujeito as variações do solo/piso e mudanças na velocidade onde um corpo está estacionário. Ainda pode-se adicionar à influência do tônus, movimentos voluntários, ou sejam, conscientes, como andar dentro de um ônibus em movimento.

Características dos sistemas de vias descendentes

**Sistema Lateral**

**Origem no córtex cerebral nas áreas 6 e 4**

Feixe: Corticoespinhal lateral

Lateralidade: Contralateral (decussação piramidal)

Terminação: Motoneurônios e interneurônios laterais

Função: Movimentos apendiculares voluntários

**Origem no núcleo rubro**

Feixe: Rubroespinhal

Lateralidade: Contralateral (cruzamento no tegmento mesencefálicoA)

Terminação: Motoneurônios e interneurônios laterais

Função: Movimentos apendiculares voluntários

**Sistema Medial**

**Origem no córtex cerebral nas áreas 6 e 4**

Feixe: Corticoespinhal medial

Lateralidade: Bilateral (cruzamento parcial na medula)

Terminação: Motoneurônios e interneurônios mediais

Função: Movimentos axiais voluntários

**Origem no colículo superior**

Feixe: Tectoespinhal

Lateralidade: Contralateral (cruzamento no tegmento mesencefálico)

Terminação: Motoneurônios e interneurônios mediais

Função: Orientação sensoriomotora da cabeça

**Origem na formação reticular pontina**

Feixe: Reticuloespinhal pontino

Lateralidade: Ipsolateral

Terminação: Motoneurônios e interneurônios mediais

Função: Ajustes posturais antecipatórios

**Origem na formação reticular bulbar**

Feixe: Reticuloespinhal bulbar

Lateralidade: Ipsolateral

Terminação: Motoneurônio e interneurônio mediais

Função: Ajustes posturais antecipatórios

**Origem no núcleo vestibular lateral (núcleo de Deiters)**

Feixe: Vestibuloespinhal lateral

Lateralidade: Ipsolateral

Terminação: Motoneurônios e interneurônios mediais

Função: Ajustes posturais para a manutenção do equilíbrio postural

**Origem no núcleo vestibular medial**

Feixe: Vestibuloespinhal medial

Lateralidade: Bilateral

Terminação: Motoneurônios e interneurônios mediais

Função: Ajustes posturais da cabeça e do tronco

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [185] – O Controle do Tônus Muscular**

O reflexo de estiramento é o mecanismo mais simples de controle do tônus muscular. Quase todos os músculos do pé empregam mecanismos de reflexo simples, no acionamento de músculos extensores antigravitacionais quando se está em pé, onde nesta posição permanecem continuamente estirados, ativando aferentes dos fusos musculares provocando a contração reflexa do próprio músculo.

Um movimento ágil exige que alguns músculos recebam um tônus diferenciado. Uma necessidade de uma marcha rápida, por exemplo, pode exigir um aumento do tônus para uma articulação melhor do movimento do joelho.

Os motoneurônios α quando disparados em níveis diferenciados afetam a percepção do tônus muscular. Os motoneurônios α são controlados por neurônios fusimotores (β e γ) que inervam as fibras musculares intrafusais, gerando a sua contração no processo de regulagem do fuso muscular. Desta forma o tônus muscular pode sofrer regulação voluntária ou involuntária. Onde esta regulagem indireta sobre os neurônios fusimotores, e, direta sobre os motoneurônios α.

O controle é exercido pelas vias descendentes mediais que regula o tônus muscular axial e a postura corporal. O controle involuntário decorre das influências dos feixes vestibuloespinhais, no reflexo do tônus muscular. Sua principal função é a orientação da posição da cabeça através do acionamento dos motoneurônios (α e fisimotores β e γ) cuja coleta são informações de órgãos de equilíbrio do labirinto.

O controle voluntário do tônus muscular é desencadeado de forma descendente através dos feixes reticoespinhais, na geração de reações antecipatórias, os neurônios reticulares recebem muitas aferências corticais.

Doenças do sistema nervoso podem afetar o tônus muscular diminuindo o efeito da impregnação da manutenção da tensão gravitaria (hipotonia) ou aumentando o efeito da impregnação da manutenção da tensão gravitaria (hipertonia).

Lent esclarece que algumas doenças podem apresentar hipertonia branda; ou, forte (espasticidade).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [186] – Reações Posturais**

Sequências de reflexos conhecidas por reações posturais junto com a regulagem do tônus muscular, este último, no ajuste da postura através da modulação dos reflexos do estiramento (tônus) e, o primeiro, na forma de cadeias reflexas específicas garantem velocidade e eficiência para o movimento. Os estudos se intensificaram a partir da década de 20 com a utilização de gatos.

A reação de endireitamento é um tipo de movimento de ajuste da cabeça em direção do corpo, que proporciona para o corpo a reação motora que canaliza a postura de um animal em sintonia com o seu referencial gravitacional, observado, por exemplo, em um gato em queda livre de cabeça para baixo que reposiciona o seu corpo e cai em pé. Os receptores que detectam a posição angular da cabeça estão posicionados no labirinto vestibular, responsáveis por movimentos oculares que ativam os fusos dos músculos extrínsecos do olho, cujo efeito é a rotação da cabeça pela contração dos músculos do pescoço, que o acionar dos fusos cria o movimento rotacional reflexo de toda a extensão do corpo para seguir o padrão gerenciado do movimento da cabeça.

A reação de sustentação é um tipo de movimento de ajuste de estiramento de membros com o intuito de permanecer em pé logo após uma queda. A queda vertical é detectada pelos órgãos otolíticos do labirinto, pelos fotorreceptores do globo ocular e pelos receptores somestésicos. Os motoneurônios extensores são ativados criando uma reação antecipatória involuntária no preparo da queda. Ao tocar o solo, o animal, irá projetar reflexos miotáticos de absorção do impacto, gerando o efeito de sustentação.

As reações tônicas são movimentos correcionais aplicados para a manutenção do equilíbrio do corpo, na forma de ajustes que devolvem o sentido ereto em relação ao eixo gravitacional.

As reações saltatórias são movimentos correcionais aplicados para a manutenção do equilíbrio do corpo em que uma sequência de flexão e extensão lateral da perna mais próxima na direção do deslocamento (salto) projeta a perna para um sentido de sustentação.

Os estímulos que disparam reações são de diversas naturezas, sua origem pode ser vestibular (mudanças lineares ou angulares; rotacionais) e/ou proprioceptiva.

O nervo vestibulococlear (VIII nervo craniano) em sua divisão vestibular penetra no tronco encefálico, e na porção mais alta do bulbo infiltrando na ponte, no complexo de núcleos vestibulares, provocam potenciais receptores nas células ciliadas dos canais semicirculares e nos órgãos otolíticos, pela ação dos neurônios bipolares dos gânglios vestibulares. Essas fibras de feixes vestibuloespinhais que inervam muitos motoneurônios mediais que fazem relação com a musculatura axial e a musculatura proximal dos membros. E inervam núcleos dos nervos motores do globo ocular (III, IV e VI). A consequência é a que as informações do labirinto se conectam aos músculos oculares e aos músculos axiais do pescoço e do tronco.

Os aferentes Ia e II dos fusos quando se encontram com a medula ou no tronco encefálico sofre uma bifurcação em dois ramos: um de fechamento dos reflexos de estiramento; e o outro, usa as colunas de Clarke como encaixe terminal. O ramo da coluna de Clarke ascende axônios pelo funículo lateral até o cerebelo na formação dos feixes espinocerebelares. Portanto o cerebelo também está envolvido em reações posturais.

Nem todas as reações posturais são automáticas, involuntárias. Algumas são conscientes, geralmente organizadas na forma de reações antecipatórias, o que sugere haver uma conexão do córtex cerebral com os circuitos descendentes que ativam os movimentos posturais. Lent traz como fato que inúmeras fibras do córtex cerebral terminam nas formações reticulares pontina e bulbar na formação de feixes reticuloespinhais. Esse conhecimento permite a identificação dos movimentos de ajuste postural de natureza voluntária.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [187] – O Corpo Orienta-se no Espaço**

O centro de gravidade de um corpo situado num eixo central deste corpo é mantido pelos movimentos posturais, que fazendo uso de uma base, geralmente percebido como solo ou piso, passa, o indivíduo, a controlar dinamicamente as alterações que diferenciais do meio desencadeiam necessidades perceptivas de regulagem da fixação ou do movimento. Existem, porém, alguns movimentos que sobrepõem a postura, que servem de orientação no sentido de organização dos elementos percebidos no ambiente com referência à própria estrutura corporal.

Assim, as reações de orientação sensoriomotoras são aquelas em que os sentidos são utilizados para o posicionamento do corpo favorável a identificação de um referente ambiental, geralmente uma fonte de estímulos.

Um exemplo de movimentos de orientação é o posicionamento do olhar em relação a um objeto que se move. Em que primeiro o sistema de visão faz o enquadramento do objeto levando a informação para o sistema motor da necessidade de deslocamento corporal para incidir o melhor ângulo de visão, uma postura que melhor se adeque a necessidade de captura do elemento, que pode ser identificada através de um reposicionamento da cabeça pelo giro do pescoço, seguido dos ajustes posicionais do corpo.

Alguns animais possuem sensibilidade de orientações das orelhas para melhor capturar o som proveniente de uma fonte de excitação.

Os estímulos são disparados por reações visuais e vestibulares, podendo também ser influenciados por reações auditivas, somestésicas e olfativas.

No mesencéfalo concentra a informação sensorial para coordenação das reações de orientação, no quais originam axônios que controlam os músculos motores de nervos cranianos III, IV e VI controladores da motricidade ocular. Partem também do mesencéfalo fibras do feixe tectoespinhal para comandar a musculatura do pescoço e ombros, pela inervação dos motoneurônios cervicais.

Um dos principais órgãos no mesencéfalo para o comando dos movimentos de orientação é o colículo superior que dispõe de um mapa topográfico capaz de orientar a repercussão dos olhos (movimento fundamental para o homem), a cabeça e o corpo perante as demandas ambientais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [188] – Movimentos Oculares: Reações “Magnéticas” de Contato com o Mundo**

Segundo a função dos movimentos oculares é possível classificar em dois grupos: movimentos de estabilização ocular; e, movimentos de desvio do olhar. Os movimentos destinados a estabilizar o olhar são involuntários e essencialmente reflexa. O seu objetivo principal é a manutenção da estabilidade da imagem retiniana, mesmo se o objeto estiver em movimentação. Os deslocamentos fracionados da cabeça ajustam a posição que dará estabilidade a visão. Já, os movimentos de desvio do olhar podem ter um mecanismo voluntário que estabeleça perceptivamente elementos conscientes que sinalizem a ruptura do comportamento.

Acredita-se que o processo evolutivo dos movimentos de desvio do olhar, tem sua origem a partir dos movimentos de estabilização. Sobre os movimentos de estabilização integram circuitos reflexos mesodiencefálicos com a origem em fotorreceptores do olho e nos mecanorreceptores do labirinto vestibular.

Os circuitos subcorticais, do desvio do olhar, acrescentaram fortes influências do córtex cerebral através de fibras que terminam no colículo superior e áreas vizinhas. O estímulo relevante, em um ponto do espaço, estabelece um ponto de saturação no olhar, no quais os circuitos subcorticais ou os circuitos reflexos mesodiencefálicos, passam a funcionar como um “ímã” canalizando o olho e a cabeça, para o sentido em que o objeto chama a atenção.

**Principais movimentos oculares:**

**Grupo: Estabilização do olhar**

Características: Involuntários, reflexos

Tipos: Vestíbulo-oculares ou Optocinéticos

Circuitos: **Vestíbulo-oculares** (Labirinto 🡪 Núcleos vestibulares 🡪 Cerebelo 🡪 Núcleos motores oculares); **Optocinéticos** (Retina 🡪 Núcleos pretectais 🡪 Oliva inferior 🡪 Cerebelo 🡪 Núcleos vestibulares 🡪 Núcleos motores oculares)

**Grupo: Desvio do olhar**

Características: Voluntários ou involuntários

Tipos: **Conjugados** (Sacádicos ou De segumento) ou **Disjuntivos ou de vergência** (Convergentes ou Divergentes)

Circuitos: **Conjugados–Sacádicos** (Córtex frontal e núcleos de base 🡪 Colículo superior 🡪 Formação reticular 🡪 Núcleos motores oculares); **Conjugados-“de seguimento”** (Córtex visual 🡪 Núcleos pontinos 🡪 Cerebelo 🡪 Núcleos vestibulares 🡪 Núcleos motores oculares); e, **“Disjuntivos ou de vergência”-Convergentes** ou **“Disjuntivos ou de vergência”-Divergentes** (Formação reticular mesencéfálica 🡪 Núcleos motores oculares)

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [189] – A Estabilização do Olhar**

A estabilização do olhar surge da necessidade de um indivíduo de se ajustar a dois padrões: o primeiro é quando a estrutura corpórea de um indivíduo está em movimento; e, o segundo é quando o elemento externo é que está em movimento.

Embora as duas condições possam ser percebidas apenas rotacionando os referenciais, se convenciona a medir a estabilização do olhar em um referente que estatize sobre uma base em que um corpo de um indivíduo transita.

No caso da estrutura corpórea do indivíduo está em movimentação, os movimentos vestíbulo-oculares entram em ação.

No caso do elemento externo é que está em movimento, os movimentos optocinéticos entram em ação.

Quando os dois tipos de movimentos ocorrem ao mesmo tempo os movimentos passam a se comporem.

As respostas reflexas a rápidas alterações de posição da cabeça na ativação de mecanorrecpetores dos canais semicirculares são desencadeadas por movimentos vestíbulo-oculares, de estabilização do olhar quando a estrutura corporal de um indivíduo está em movimento.

As informações de desvio angular da cabeça, encaminhadas pelas fibras dos neurônios bipolares dos gânglios vestibulares, aos núcleos vestibulares do tronco encefálico redistribui-se numa medida de compensação do tônus muscular do corpo por feixes vestibuloespinhais.

Outros neurônios vestibulares cujos axônios fazem ligações diretas ou indiretas com os núcleos motores do globo ocular na percepção do movimento compensatório de mesma amplitude do deslocamento original, porém, de sentido contrário, utilizam a mesma informação sensorial do labirinto descrita no parágrafo anterior.

Durante a vigília, estando um indivíduo de olhos abertos, o reflexo é operante de forma contínua e automática.

O movimento conhecido por movimento nistagmo vestibular é aquele que uma força, geralmente centrípeta, desloca um corpo em uma velocidade relativamente rápida em que a expressão do globo ocular fica orientada para posicionar-se na posição do olhar em relação ao estágio inicial antes do movimento, e quando a situação estressora é cessada, o globo ocular, como num ímã se desloca rapidamente, num salto projetivo, para a curvatura em que a rotação de seu corpo foi capaz de paralisar-se no posicionamento. E caso o movimento seja lento para uma direção ocorrerá uma compensação do movimento pela expressão do olhar. Em condições patológicas o movimento nistagmo vestibular configura-se num teste para verificar associações do indivíduo com doenças do labirinto, dos núcleos vestibulares ou de regiões associadas.

As respostas reflexas a estímulos disparadores visuais são chamadas de movimentos optocinéticos. Onde repercute-se a sensação do mundo em movimento e o indivíduo estático perante as transformações ao seu redor. O gerenciamento da imagem sobre a retina é atribuído aos núcleos pretectais, que são neurônios agrupados na borda rostral do colículo superior, entre o mesencéfalo e o diencéfalo. Os axônios deste núcleo fazem contato com núcleos motores do globo ocular, na geração do movimento compensatório de sentido oposto. Esses movimentos podem ser percebidos por fases lentas e fases rápidas, por isto são chamados de nistagmo optocinético.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [190] – Desvios do Olhar**

Os movimentos sacádicos são movimentos dos olhos rápidos de velocidade aproximada de 800º por segundo, de extrema precisão, capazes de fixar um alvo em pequenas frações de tempo.

Conforme visto em outros estudos o sistema visual possui um mapa topográfico do campo visual e através deste mapa foi possível estabelecer uma correlação entre o colículo superior e as coordenadas dos receptores do campo visual, e, a posição dos neurônios na superfície mesencefálica.

Estudos em laboratório identificaram que na introdução de um ponto luminoso, na observação do mapa do campo visual, ocorre um movimento de sacada, em que o globo ocular se desloca para a região onde o ponto de luz é incidente, que está correlacionado com a superfície mesencefálica aonde está representado o ponto de luz final no experimento.

Então pode-se dizer que o mapa topográfico do campo visual é uma estrutura interna que pode ser comparada dentro de uma lógica vetorial, onde cada ponto, ou ângulo, se vincula, ou se estabelece, com um elemento interno no mesencéfalo. E que para um efeito discriminante, pode-se pensar na existência de um ponto central da órbita e um ponto onde se situa o objeto ou elemento, visto como um ponto de luz, onde a comparação pode ser efetuada. Os pontos do campo visual possuem correspondentes no colículo superior, e este último possui um mapa visuotópico da superfície, um mapa somatotópico, e, um mapa auditivo em suas camadas mais internas.

Lent demonstrou em seus estudos que é no colículo superior que os movimentos sacádicos de orientação sensoriomotora, indiferente do estímulo formador, são ordenados.

Os axônios das células coliculares projetam para os neurônios da formação reticular pontina que emitem fibras aos núcleos dos nervos cranianos que inerva os músculos extraoculares.

O colículo superior trabalha em parceria para a propagação dos movimentos sacádicos com uma área do córtex frontal conhecida por campo ocular frontal ou área 8, e, dos núcleos da base. Estas regiões são hierarquicamente superiores e estabelecem comandos voluntários (conscientes) dos movimentos sacádicos.

É no colículo superior que dá origem ao feixe tectoespinhal, conforme Lent, é o ordenador dos motoneurônios cervicais que comandam a musculatura do pescoço. O reposicionamento da cabeça na direção do estímulo é uma característica dos movimentos sacádicos.

Os movimentos de seguimento são movimentos de orientação ocular que acompanha um alvo em todas as direções que seu deslocamento fluir projetivamente dentro do campo visual. São movimentos lentos, limitados a uma certa velocidade, necessita que o objeto esteja no campo visual em movimento, e impossíveis de serem realizados no escuro. É associado ao processamento do movimento na área V5 e por neurônios da ponte e cerebelo.

Os movimentos disjuntivos ou de vergência são aqueles que provocam o desvio do olhar em que os olhos podem convergir ou divergir em relação ao objeto. A “tríade da acomodação”: movimentos de fechamento, movimentos de abertura e movimentos de mudança de curvatura do cristalino; possuem como função a manutenção no foco um objeto que muda de distanciamento em relação a visão (olhos).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [191] – A Liberdade dos Movimentos**

A lista de movimentos reflexos ou endógenos, automáticos e estereotipados, em que as informações sensoriais, cognitivas, mnemônicas, emocionais, químicas, ... modificam o sentido dos movimentos estabelece-se uma gênese contemporânea para os movimentos voluntários.

O desencadeamento de um movimento voluntário, e que, portanto, é consciente, gera um diferencial de tônus postural, que será arquivado na memória para uso posterior caso o movimento tenha sido percebido. Sobre o córtex cerebral situa-se o planejamento e os comandos para os movimentos voluntários.

Eduard Hitzig (1838 a 1907) e Gustav Fritsch (1837 a 1927) desenvolveram estudos em que a participação do córtex cerebral no comando dos movimentos tornou-se conhecida.

Wilder Penfield (1891 a 1976) na década de 1950 identificou o giro pré-central como a principal área motora.

Lent postulou quatro regras gerais, como critérios para uma classificação de áreas como motoras corticais:

I – a área deve projetar e receber informações de outras regiões motoras;

II – a área deve provocar distúrbios motores em caso de lesão;

III – a área deve provocar movimentos quando estimulada;

IV – a área deve possuir atividade neural e fluxo sanguíneo ampliado anteriormente e no acompanhamento de uma execução de movimentos pelo próprio indivíduo ou por terceiros.

As regiões corticais dada as regras descritas acima são: área motora primária (M1) no giro pré-central do lobo frontal (comandos voluntários); a área motora suplementar (MS) que se localiza rostral e dorsalmente a M1; a área pré-motora (PM) que se situa rostral e lateralmente à M1; a área motora cingulada (MC) na face medial do córtex, acima do corpo caloso.

A área motora suplementar (MS) e a área pré-motora (PM) são responsáveis pelo planejamento dos movimentos voluntários, e a área motora cingulada (MC) participa de movimentos com características emocionais.

As áreas corticais motoras são densamente interconectadas, conforme Lent. Elas possuem conexões somestésicas primária (S1) e com os lobos parietal e frontal. M1 é a área de maior densidade de neurônios na formação de vias descendentes para as regiões subcorticais, é a área de menor limiar de estimulação, região que surgem os comandos que sobrepõem os reflexos, as reações posturais, a locomoção e os movimentos de orientação sensoriomotoras; e, é a sede do comando motor. Todas as áreas motoras projetam-se para regiões subcorticais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [192] – Como o Córtex Motor Salvou Ferrier da Prisão**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel traz à tona o conhecimento, de que por muito tempo, a utilização da lesão experimental foi o principal método de estudo do cérebro.

O método da lesão experimental as vezes falhava ao apontar uma funcionalidade para um órgão lesado. A dificuldade se concentrava em posicionar-se diante de uma lesão e inferir se a correspondência era uma propriedade sensorial ou motora, ou, ambas.

O estudo sobre as áreas motoras e sensoriais distintas que representavam o corpo e os movimentos de forma separada foi desencadeado no século XIX. Já no século XX a introdução de frações de correntes elétricas no cérebro de pacientes permitiu estudar o comportamento em seres humanos.

Mas os estudos de microestimulação foram de fato iniciados no século XIX com Eduard Hitzig (1838 a 1907) e Gustav (1838 a 1927). O estudo inicial de Hitzig concentrou em uma estimulação elétrica sobre a nuca de pacientes que convergia para um movimento ocular. Outra observação médica era que vítimas de guerra lesionadas no crânio apresentavam tremores do lado oposto do corpo.

Buscou-se inicialmente tentar imitar os movimentos a partir da introdução de correntes elétricas no córtex cerebral, ainda era muito incipiente nesta época a utilização de animais como cobaias, e os experimentos eram realizados em humanos, em sua maioria pessoas com trauma decorrentes de guerra ou acidentes.

Nos experimentos com eletricidade Fritsch e Hitzig, com um mínimo possível de energia, se utilizaram como cobaias na introdução de correntes elétricas na própria língua. Numa fase mais adiante cães foram introduzidos no experimento que resultou na descoberta de uma zona cerebral de estimulação das patas, focinho e pescoço, do lado contrário, destes animais.

Em 1870 um artigo foi publicado no qual relacionada movimentos e funções psicológicas à centros corticais circunscritos.

David Ferrier (1843 a 1928) realizou estudos em uma instituição psiquiátrica começando sob os ataques epiléticos a partir do mal funcionamento do córtex cerebral. Em seu estudo com coelhos, gatos, cachorros e macacos demonstrou que ataques epiléticos severos, caso uma corrente elétrica aumentada fosse introduzida no córtex, poderiam ser provocados.

Ferrier acreditava que a área somestésica ficava no lobo temporal, enquanto Frisch e Hitzig as relacionava as áreas corticais.

Harvey Cushing (1869 a 1939) demonstrou que enquanto a estimulação da zona motora provoca movimentos, a faixa logo posterior, no córtex parietal e não no lobo temporal, resulta em sensações de tato sem provocar iniciações em movimentos.

Já em 1940, Wilder Penfield (1891 a 1976) obteve mapas detalhados dos córtices motor e somestésicos no ser humano sinalizando que representações motoras e sensoriais independentes estavam localizadas em zonas diferenciadas.

Ferrier em 1881 foi julgado por não portar licença, devido uma intimação alegada por ativistas da Sociedade pela Prevenção contra a Crueldade com Animais, na utilização de animais em seus experimentos, no qual pode escolher a sentença através de um Júri Popular ou um só Juiz, optando pelo último, porque na Inglaterra vitoriana o movimento antivivisseccionista era muito popular. Durante a audiência ficou claro que os procedimentos eram realizados por Gerald Yeo que possuía os certificados previstos em Lei para atuar com animais. Outro aspecto ao favor de Ferrier foi o depoimento de que muitas de suas descobertas salvaram vidas de pacientes. Desta forma conseguiu o veredito ao seu favor.

Os mapas funcionais de Ferrier tornaram possíveis prever, a partir dos sintomas a localização de abscessos e tumores para a remoção cirúrgica. Assim, foi possível o diagnóstico de forma a diminuir as mortes tumorais de sua época.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [193] – O Mapa do Corpo em M1**

A quantidade de variações por movimentos é bastante expressiva de forma que pode falar que o ser humano saudável é dotado de liberdade de movimentos. Um corpo pode mudar a direção, o sentido, a intensidade, o impacto, a composição, a combinação, a forma, a força, a precisão, a constância, a adaptação e o significado para uma alteração do movimento ou de uma postura corporal.

A somatotopia da área M1 permite uma representação ordenada na superfície cortical, das regiões corporais, os músculos e os movimentos. A descoberta desta área partiu dos experimentos de Jackson com certos pacientes epilépticos, em que numa observação de uma crise se visualizava uma migração do estímulo para a superfície cortical onde ocorria uma impressão da disfuncionalidade no paciente. Desta forma foi possível gear um mapa de organização topográfica organizada de correspondência de áreas com o movimento e a postura de um paciente.

O “homúnculo” imaginário desenhado para o mapa topográfico no giro pré-central mostra a região de representação da cabeça mais lateralmente em M1 e mãos, braços, antebraços e tronco têm representação mais dorsalmente, sendo o membro inferior de representação na face medial do respectivo hemisfério. Mãos e pés apresentam maior representação corticais.

Lent aprofunda sintetizando o conhecimento de que o mapa somatotópico motor é importante para a medicina porque a face medial do giro pré-central é irrigada pela artéria cerebral, e a face dorsolateral é irrigada por outra. No surgimento de um AVC – acidente vascular cerebral – o distúrbio é sentido na artéria da perna contralateral, e um AVC que ocorre na outra artéria irá provocar um distúrbio motor no braço. A observação deste efeito permite uma localização da lesão por parte de um médico que tenha conhecimento do mapa somatotópico motor.

Em M1, o córtex motor representa músculos, movimentos e regiões corporais de forma consorciada em que vários músculos estão envolvidos. O que sinaliza que um único neurônio possa inervar uma população de motoneurônios de diferentes músculos. Este princípio é chamado de divergência.

Na convergência um mesmo músculo pode ser ativado por pontos próximos mas distintos de M1. Onde diferentes motoneurônios de M1 podem convergir um mesmo neurônio motor medular.

Existe um pequeno mosaico de pequenas regiões de M1(extremamente plástico) capazes de comandar ou influenciar um músculo no seu processo de ativação. As regiões se aproximam e se fundem quando no movimento há necessidade de ativação de mais de um músculo.

Lent conclui que a grande plasticidade, pode ser um forte indício de que o córtex motor seja dotado de grande plasticidade importante para a recuperação da motricidade em muitos pacientes portadores de lesão neurológicas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [194] – As Unidades de Comando**

Ainda não se sabe, em 2012, de que modo os neurônios motores comandam os movimentos voluntários do córtex motor primário M1 e as modificações, no sentido de coordenação dos demais movimentos representados em níveis subcorticais. Edward Evants (1926 a 1985) estudou neurônios isolados e suas propriedades na área M1 em macacos, condicionando os animais a movimentos de flexão e extensão do punho ao manipular uma barra móvel com diversos pesos.

Os macacos foram condicionados a carregar o peso toda vez que uma luz fosse acessa em troca de recompensa na forma de um suco de frutas. Após o treinamento, os macacos recebiam uma prótese cerebral com um microeletródio metálico posicionado no córtex motor.

Os dados dos potenciais de ação, dos potenciais musculares e as medidas de deslocamento do braço do animal eram coletados e armazenados em um computador.

Os parâmetros de disparo (frequência) puderam ser correlacionados com os parâmetros do movimento (força muscular, velocidade de contração, ...). Lent revela que os resultados deste experimento que o aumento das frequências de potenciais de ação (ação antecipatória neural) sempre ocorria antes que os músculos se contraíssem.

O peso das barras fora modificando e novo tipo de experimento realizado, onde se descobriu que a força empregada pelo macaco para mover a barra, quanto maior, maior seria a frequência de potenciais de ação disparada pelo neurônio motor.

Assim se estabeleceu a função da área M1 no comando de forças para cada movimento. O estudo convergiu para uma lista de parâmetros em que o modelo sugeria sensibilidade para ser ativado: força muscular, variação da força no tempo, velocidade, direção do movimento e posição da articulação no início do movimento. Descobriu-se uma natureza específica para cada neurônio, no qual cada movimento exigia uma ação coordenada e cooperativa de vários neurônios motores específicos.

Descobriu-se uma correlação proporcional dos disparados dependendo das coordenadas angulares de direções em que o movimento deveria ser desencadeado.

Lent levanta a principal conclusão destes experimentos que os movimentos voluntários recebem o comando do córtex M1 pela ativação simultânea de populações de neurônios motores para músculos de determinado movimento. Os parâmetros do movimento surgem de processos interativos de coordenação e cooperação neural. E outras áreas seriam responsáveis por decidir quais neurônios motores seriam selecionados para comandar os movimentos e o processo de volição na movimentação do corpo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [195] – A Representação do Movimento do Cérebro**

A Professora-associada do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro Cláudia D. Vargas, sempre foi apaixonada pelas impressões que eram abstraídas aos sistemas biológicos. No início de sua carreira, em 1989 investigou alguns circuitos de interligação com núcleos subcorticais do gambá.

O contato direto com o trabalho do Dr. Sakata na investigação de propriedades de resposta de neurônios do córtex parietal posterior em primatas possibilitou o conhecimento de que a visão e ação interagem intimamente no córtex cerebral de mamíferos.

Vargas então, se dedicou ao estudo dos circuitos parietofrontais e do controle motor humano. Onde os estudos se concentraram no controle da postura e dos movimentos voluntários, e os mecanismos de plasticidade.

O controle da postura foi levado em consideração os aspectos cognitivos de sua formação, no controle da ação humana. A produção de movimentos e representações, como reconhecimento e aprendizado pela utilização da observação e a capacidade de simulação mental de movimentos.

Os Estados S são estados de recrutamento de simulação em que o movimento é projetado na mente antes de sua execução, e que envolvem determinados circuitos neurais envolvidos no planejamento de um movimento.

São exemplos de Estados S: simulações mentais de movimentos, ações pretendidas, ações imaginadas, as ações desencadeadas em sonhos, ... são ações antecipatórias dos sistemas motores em que as redes neurais codificam a ação mais não ativam os músculos dentro desta fase de identificação.

Os estudos de Vargas tentam compreender a simulação mental e a observação dos movimentos, através da estabilometria que é uma técnica de registro das oscilações do centro de gravidade de uma pessoa; através da eletromiografia que é uma técnica de registro da atividade elétrica cerebral – EEG.

O fator da deficiência visual precoce ou tardia é levado em consideração para a análise dos Estados S e a execução dos movimentos. Tenta-se compreender os mecanismos cerebrais envolvidos nas predições das ações e se a modulação que precede uma execução por movimentos carrega um conteúdo emocional que o ato motor se desloca em relação a um objeto referente.

O estudo da plasticidade cerebral seguiu o trajeto da reversibilidade da reorganização cerebral provocada por um transplante de um membro, conforme suas palavras, no estudo da dinâmica temporal na recuperação pós-operatória.

Através da técnica de TMS foi possível identificar em pacientes biamputados que a representação dos músculos das mãos após o implante de órgão cedido por um doador fora refeita alguns meses após o transplante.

Em 2012, este foi um pequeno passo, diante do fenômeno da plasticidade cerebral que coexistem muitos questionamentos a serem respondidos. E trabalhar clinicamente com estratégias que potencializem a recuperação de pacientes em termos de ganhos funcionais é o objetivo pretendido.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [196] – Planejamento Motor**

A área MC possui três mapas somatotópicos, dois na área PM e dois na área MS fornecendo um indicador de que estas áreas são subdivididas. As propriedades funcionais dos neurônios destas áreas são parecidas. Os neurônios direcionais também estão presentes em todas as áreas acima nomeadas.

Os estudos de neuroimagem funcional (PET, SPECT e RM) em que aspectos psicológicos e comportamentais tirados de tarefas atribuídas para voluntários mostrou que as regiões cerebrais listadas no parágrafo anterior possuem um maior fluxo sanguíneo ou um maior metabolismo neuronal. Assim, voluntários que como tarefa movimentaram o dedo ou outras partes do corpo, o registro encefálico do movimento indicava as regiões envolvidas com a tarefa.

Observou-se através deste experimento que a área M1 apresenta uma maior atividade neural porque comanda os movimentos da atividade sugerida ao voluntário. E que em alguns casos a área S1 também era ativada, como no caso do dedo, como resultado da estimulação somestésica originária do movimento do voluntário.

Quando ao voluntário é dado a tarefa de fazer um movimento sequencial utilizando mais de um membro, como por exemplo dois dedos, o padrão do movimento é alterado, sendo agora as áreas ativas: M1 S1 e MS e as regiões do córtex pré-frontal.

Na ativação do Estado S (imaginação do movimento) apenas a área MS passa a sinalizar atividade. No qual a conclusão do experimento é que a área MS é responsável pelo planejamento que irá despertar os comandos da área M1.

Pessoas que apresentam lesões nas áreas MS e PM e permanece intacta a área M1 apresentam distúrbios motores que impossibilitam gerenciar impulsos sequenciais. Tais distúrbios são conhecidos por apraxias. Quando as apraxias impedem movimentos de manipulação motora como por exemplo utilizar: martelos, lápis, chaves, telefone, ... são chamadas de apraxias ideomotoras que são impeditivas até do reconhecimento dos movimentos corretos de objetos.

O plano ou ideia de um movimento, parte de uma representação no córtex cerebral rostral de M1, em que diferentes aspectos como a localização de um alvo, da trajetória de um movimento, da velocidade de um ato motor, a distância a percorrer, entre outros aspectos levantados por Lent, são levados em consideração para a construção do mapa que desperta as funcionalidades despertadas na região do córtex específica.

Lent sinaliza que o plano motor poderia consistir na seleção das unidades de comando em uma razão direcional do alvo, em que neurônios motores estão diretamente envolvidos. O processo de seleção leva em conta as dimensões que devem privilegiar, pela ativação, a dinâmica de projeção do movimento.

Apreende-se que a região M1 é uma estrutura ordenadora (comando motor superior) e que as áreas MS e PM são estruturas planejadoras. Planejamento significa a transferência de instruções para a área M1 na forma de um script no no qual M1coordena das fibras eferentes, as vias descendentes as instruções de ativamento das estruturas executoras, os músculos.

A experiência sensorial ainda não aprendida (somestésica, visual, proprioceptiva) é uma via exterior, conforme Lent, e uma via interior, é aquela que repousa sobre o aprendizado, a memória e o pensamento em geral. Os movimentos novos ativam a área PM e o cerebelo, com o córtex parietal posterior e o córtex pré-frontal; quando o cérebro apreende a experiência vivenciada para a realização do mesmo movimento, as áreas que passam a ser ativadas são MS e o hipocampo, com as áreas occipitais e temporais.

Então a área PM seria a região do planejamento exterior (do caráter de apropriação de novas apreensões); e a área MS seria a região do planejamento interior (do conteúdo que já estava armazenado na memória).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [197] – Os Neurônios-Espelho**

Giacomo Rizzolatti num experimento com macacos descobriu um tipo de neurônio que antes e depois de um movimento disparava potenciais de ação de seu braço que se projetava sobre um objeto com o objetivo de agarrá-lo. Este mesmo neurônio sofria novo processo de disparo quando o macaco percebia outro de sua espécie a realizar a mesma sequência de agarrar um objeto com as mãos. No qual Rizzolatti percebeu o disparo como um objetivo que requeria um certo grau de planejamento. Este circuito neural ficou conhecido como neurônio-espelho.

Os neurônios-espelhos foram encontrados nas áreas PM e MS, em áreas parietais (responsáveis pela percepção visuoespacial) e nas junções dos lobos: temporal, parietal e occipital responsáveis pelas funções cognitivas complexas.

Nos seres humanos a técnica de RMf identificou sistemas-espelho em que uma atividade observada por um indivíduo que é realiza por outro, ativa tais grupos neurais: neurônios-espelho), pela observação; através de um acúmulo de atividades preceptivas nestes neurônios motores. Supõem se a função dos neurônios-espelhos é a imitação como recurso de aprendizagem motora.

Os neurônios-espelho são estruturas auxiliares em funções cognitivas complexas, seu efeito “imitante” sinaliza um tipo de apropriação de pensamento ou sentido auxiliar no reconhecimento de objetos e transferência de conteúdos subjetivos quando similaridades são reconhecidas em alguma relação de atributos quando um objeto sofre um processo de nomeação.

Relações mais profundas dos aspectos e funções cognitivas têm mostrado que os sistemas-espelho podem estar relacionados aos aspectos volitivos e intencionais, além da manifestação exclusiva da característica de percepção motora. Em que funções mentais auxiliares podem utilizar-se deste sistema que independem de atos ou comportamentos motores.

Outra curiosidade que Lent relaciona em seu livro: ***Cem bilhões de neurônios?*** É que o ***sorriso de alegria genuína*** ativa a área motora MC; e, o ***sorriso amarelo***, aquele sem identificação com o objeto, que não traz uma carga emocional que gera sustentação do músculo facial, sofre planejamento da área MS.

As decisões que signifiquem escolha numa atribuição de uma decisão final para um comportamento é função de planejamento da área MC. Mas se a decisão final que signifique uma “escolha amarela”, não poderia estar ativando a área MS?

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [198] – O Controle dos Movimentos**

O cerebelo e os núcleos de base são complexos que controlam, que verificam, a todo momento, se cada momento é iniciado no instante correto, dentro da velocidade certa, dentro da precisão requerida pela vontade do usuário e dentro da intenção ao qual se destina o movimento, é um sistema sofisticado que termina no momento adequado o movimento, no qual a necessidade que deu início à ação é satisfeita através de um instrumento de checagem finalizador.

Tanto o cerebelo quanto os núcleos de base são estruturas controladoras e não ordenadoras. Lent deixa bem claro que tais órgãos não participam diretamente do comando motor, mas da preparação para o movimento e da harmonia dos múltiplos movimentos. Esses órgãos funcionam de forma independente e não possuem acesso direto aos motoneurônios.

Possuem um circuito básico que pode ser retroalimentado. Onde informações são projetadas dos córtex cerebrais para eles, e eles (cerebelo e os núcleos de base) projetam de volta, as informações, ao córtex motor através do tálamo.

O cerebelo contém aproximadamente 80% do total de neurônios do cérebro e ocupa quase 1/4 do volume craniano no homem. Sua importância funcional é elevada. Evolutivamente o cerebelo é o órgão que mais evoluiu nos últimos milhares de anos nos seres humanos em quantitativos de células, mas o córtex cerebral é o órgão multifacetado que mais evoluiu em tamanho.

O cerebelo tem formato de um globo com dois hemisférios, quase compacto-ovoide, e de dobraduras paralelas transversais denominadas folhas, que são arqueadas por fissuras. Anatomicamente o cerebelo recebeu divisões teóricas na forma de lobos para melhor identificação dos processos: lobo anterior; lobo posterior; e lobo floculonodular (parte de baixo, inferior).

A superfície do cerebelo é um córtex de três camadas e uma substância branca que na parte interna possui quatro núcleos profundos em cada hemisfério:

I – Núcleo fastigial;

II – Núcleo interposto globoso e emboliforme;

III – Núcleo denteado.

A região mediana do cerebelo conhecida como Verme, devido seu aspecto alongado e segmentado, encaminham aferentes para os núcleos fastigiais. As zonas longitudinais intermediares no cerebelo, entre o verme e os hemisférios abastecem com fibras os músculos interpostos (globoso e emboliforme). Agora os núcleos denteados recebem fibras das regiões mais laterais dos hemisférios do cerebelo. O córtex do lobo floculonodular faz conexão com os núcleos vestibulares. Conforme a classificação os núcleos vestibulares podem ser considerados núcleos profundos do cerebelo, mesmo estando anatomicamente localizados no tronco encefálico.

Nova classificação para o cerebelo permitiu segmentar cada hemisfério em quatro regiões anatômicas:

I – Lobo floculonodular;

II – Verme;

III – Hemisfério intermédio;

IV – Hemisfério lateral.

O verme e o lobo foculonodular são evolutivamente as regiões mais antigas e o hemisfério lateral é considerado o mais recente entre as espécies animais.

O controle dos reflexos somáticos e autonômicos; e movimentos compostos (ex. locomoção) são funções das regiões mediais.

O controle dos movimentos voluntários é função do hemisfério intermédio.

O controle das funções cognitivas complexas, como a linguagem é função do hemisfério lateral.

Os circuitos cerebelares são homogêneos em todas as partes do cerebelo. As funções de cada região do cerebelo correspondem dos aferentes que abastecem o órgão, e dos eferentes que emergem dos núcleos profundos.

O lobo floculonodular também é conhecido pelo nome de vestibulocerebelo porque projeta aferentes dos núcleos vestibulares e exerce controle sobre o equilíbrio e postura antigravitária.

O verme e a zona intermédia recebem muita inervação da medula por feixes espinocerebelares que estão reunidos no espinocerebelo que envia fibras eferentes para o tronco encefálico e mesencéfalo, segundo Lent, através do **núcleo fastigal** inervando os núcleos do sistema descendente medial (núcleos vestibulares, formação reticular e colículo superior) e dos **interpostos** inervando o sistema lateral (núcleo rubro).

Se o espinocerebelo está lesionado o indivíduo passa a apresentar erros de execução motora.

Os hemisférios laterais recebem aferentes dos núcleos da base da ponte que projeta uma extensa inervação do córtex cerebral de origem do córtex frontal (regiões motoras e cognitivas), no córtex parietal (regiões somestésicas e associativas) e no córtex occipital (V5 para estímulos em movimento).

Os núcleos denteados, aprofunda Lent, emitem fibras eferentes para o tálamo: ventrolateral (VL) e ventroanterior (VA); do tálamo emergem para o córtex motor, pré-motor e pré-frontal. Este sistema dos hemisférios laterais é chamado de cérebrocerebelo cujas lesões neste sistema causam distúrbios de planejamento motor alterando movimentos voluntários e automáticos aprendidos e distúrbios de origem mental (cognitiva, emocional).

Existe um funcionamento básico para todo o cerebelo e um circuito básico homogêneo para todas as regiões, que sugerem também semelhanças no processamento das informações. O circuito básico do cerebelo possui uma unidade ou módulo funcional conhecido por microcomplexo.

O microcomplexo cerebelar possui dois tipos de fibras externas: musgosas (provém de neurônios do tronco encefálico, exceto do núcleo olivar inferior) e trepadeiras (núcleo olivar inferior).

As fibras musgosas são a principal via de entrada no cerebelo, trabalham na base excitatória com o neurotransmissor glutamato, elas terminam no córtex cerebelar e logo ao entrar no cerebelo, é encaminhada para os núcleos profundos através de colaterais. As fibras musgosas no córtex cerebelar fazem ramificações formando estruturas conhecidas como glomérulos, um misto de terminais musgosos, terminais inibitórios das células de Golgi e dendritos das células granulares em volta de células gliais (permite a ampliação da eficiência da informação). As células aferentes ativam fortemente as células granulares, emergindo para uma camada suprajacente sofrendo bifurcação em dois ramos antípodas como fibras paralelas onde os terminais são células de Purkinje. As células de Purkinje são influenciadas por fibras muscosas e por fibras trepadeiras.

As fibras trepadeiras são excitatórias e terminam exclusivamente no córtex. Uma célula de Purkinje ativa uma fibra única estabelecendo mais de 25 mil sinapses nos seres humanos. E cada célula Purkinje recebe cerca de 180 mil fibras paralelas no cerebelo humano. As células Purkinje são inibitórias e possuem como neurotransmissor essencial o GABA seus axônios projetam para os núcleos profundos do cerebelo gerando a saída final do córtex cerebelar inibitória.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [199] – Controle On Line da Execução dos Movimentos**

Os axônios que emergem dos núcleos profundos, quase todos, são excitatórios, os axônios inibitórios projetam da oliva inferior. As informações de saída, excitatórias e inibitórias combinadas são frequências de coordenação encaminhadas para os núcleos motores. Os núcleos formam um mapa somatotópico da metade ipsolateral do corpo.

Os núcleos vestibulares combinados com informações provenientes do labirinto participam dos ajustes posturais. E fazem parte do sistema medial do comando motor.

A ação inibitória das células Purkinje interrompe a ação motora dos feixes vestibuoespinhais. A marcha e postura atáxica é observada toda vez que uma lesão no vestibulocerebelo interrompe a modulação cerebelar.

Parte do sistema descendente medial tem formação reticular e recebe axônios dos núcleos fastigais do cerebelo. Uma pessoa com lesão nesta área apresenta movimentos atáxicos do eixo do corpo.

O culículo superior participa na formação do sistema medial, bem como seus axônios eferentes, ele recebe fibras do núcleo fastigal e uma lesão nesta área gera a patologia chamada de nistagmo patológico (manifestação de movimentos oculares anormais).

Essas ações descritas nos dois últimos parágrafos controlam a ação motora do sistema descendente medial, contribuindo para a manutenção do equilíbrio (ajuste do tônus muscular) pela mudança da cabeça e corpo e a regulagem dos movimentos oculares sacádicos.

Os núcleos interpostos estão no sistema espinocerebelo e fazem conexão com o núcleo rubro, no controle do sistema descendente lateral para influenciar movimentos voluntários dos membros. Lesões nesta área fazem um paciente apresentar incoordenação dos movimentos voluntários dos braços e pernas. Este sistema harmoniza o movimento e estabiliza os reflexos de estiramento.

Os núcleos denteados estão no sistema cerebrocerebelo e se apresentam como vias de saída para o córtex motor, pré-motor e pré-frontal pelos núcleos talâmicos VA e VI. É um circuito de retroação que encaminha as informações do cerebelo para as áreas corticais. Está envolvido nos movimentos voluntários, finos, precisos e distais dos membros e as sequências de movimentos das articulações. Indivíduos com lesões nesta área desencadeiam distúrbios de motricidade, apresentando incapacidade de combinar movimentos de diversas partes do corpo (assinergia) quando complexos. E erros de execução espacial, conforme Lent, nos movimentos chamado de dismetria.

Os neurônios dos núcleos fastigiais, mesmo o indivíduo estando em repouso, disparam tonicamente uma frequência média. No ajuste da postura e durante a locomoção aumentam a atividade.

Os neurônios dos núcleos interpostos, na mudança de posição de um membro, modulam a frequência de disparo, quando verificado uma co-contração de agonistas e antagonistas.

Os neurônios do núcleo denteado disparam antes dos movimentos complexos, em especial os associados a estímulos visuais e auditivos.

A plasticidade sináptica da função cerebelar das fibras paralelas com os dendritos das células de Purkinje são geradores de potenciação de longa duração (LTP) e depressão de longa duração (LTD) essenciais para a formação da memória.

O cerebelo participa de vários processos de aprendizado e memória motora. Quem desejar se aprofundar deve estudar os reflexos condicionados escritos por Ivan Pavlov (1849 a 1936) e também buscar informações sobre o condicionamento do reflexo corneano.

Atualmente existem vários modelos de classificação do cerebelo, alguns o observam apenas dentro do contexto de ser o cerebelo um reforçador tônico, outro modelo concebe o cerebelo como um gerador de ritmos. Um terceiro modelo concebe o cerebelo como um comparador entre as instruções de comando de instruções gerado pelo córtex motor e a tarefa executada pelos músculos. Um último modelo percebe o cerebelo como um participador de funções mentais e tarefas motoras de natureza superior, como a linguagem, aprendizagem, que vai além do controle motor e também um instrumento de planejamento da capacidade mental.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [200] – Estrutura e Circuitos dos Núcleos da Base**

Os núcleos da base são um conjunto de órgãos em diferentes partes do sistema nervoso que estabelecem conexões entre si e coordenados fazem participação no sistema motor. Se dividem em três grupos: telencefálicos, diencefálicos e mesencefálicos, são eles:

**Núcleos de Base:**

Núcleos da Base Telencefálicos

- Corpo estriado (Núcleo caldado - Cd, núcleo putâmen – Pu e núcleo acumbente - Ac)

- Globo pálido (Externo - GPe, interno - GPi e ventral - GPv)

Núcleos da Base Diencefálicos

- Núcleo subtalâmico - ST

Núcleos da Base Mesencefálicos

- Substância negra (Parte compacta - SNc, parte reticulada – SNr e área tegumentar ventral - ATV)

Características dos núcleos de base:

I – recebem aferentes corticais;

II – emitem eferentes de saída exclusivamente para o tálamo e o mesencéfalo;

III – seus aferentes são inibitórios.

O corpo estriado, porta de entrada dos núcleos da base, tem um aspecto rajado porque é atravessado por fibras da cápsula interna (principal feixe de fibras comunicantes com o córtex cerebral e regiões subcorticais), ele é separador das funções do núcleo caldado do putâmen embora sejam semelhantes. George Huntington (1850 a 1916) em 1872 descreveu a doença de Huntington na forma de movimentos incontroláveis que um paciente realiza sem noção de controle. E está associada à degeneração de neurônios do corpo estriado. Do estriado partem axônios para outros corpos do sistema motor.

O globo pálido está na posição ventromedial ao corpo estriado e subdivide-se em um núcleo externo (GPe) e outro interno (GPi) faz o processamento final da informação dos núcleos da base. Este núcleo acessa o tálamo através de axônios da divisória GPi.

O núcleo subtalâmico está situado na região diencefálica ventral ao tálamo, é um núcleo de entrada de informações motoras e recebe amplas projeções do córtex cerebral.

A substância negra (compacta e reticulada) faz comunicação recíproca com o reticulado (SNc) e encaminha aferentes ao colículo superior do mesencéfalo (SNr).

Praticamente todas as regiões corticais, em relação ao estriado, emitem fibras nesta direção. As fibras que chegam ao caldado partem de regiões associativas, a maioria que termina no putâmen são sensoriais e motoras.

Lent afirma que todas as fibras são excitatórias glutamatérgicas e estabelecem sinapses com a ponta das espinho dendríticas do principal tipo neuronal do corpo estriado: a célula espinhosa média. São 95% das células do núcleo estriado que convergem da substância negra, fibras glutamatérgicas do tálamo e axônios colinérgicos e GABAérgicos de neurônios locais, e, aferentes locais.

Os axônios de saída dos núcleos da base emergem dos neurônios inibitórios (GABAérgicos), segundo Lent, do núcleo interno do globo pálido e da substância negra reticulada.

Os neurônios do núcleo interno do globo pálido inervam núcleos do tálamo e a substância negra inerva o colículo superior do mesencéfalo. O tálamo faz a conexão com as áreas corticais adjacentes do córtex motor completando o sistema. O colículo superior também completa o sistema inervando os núcleos de comando dos músculos dos olhos. Onde os movimentos corporais (via palidotalâmica) e movimentos oculares (via nigrotectal) são influenciados.

As conexões do córtex cerebral com os núcleos da base são duas: via direta pelo corpo estriado (GPi); e, via indireta de estágio sináptico intermediário no GPe. Na forma de um circuito de retroação.

Os neurônios espinhosos médios recebem influência de axônios dopaminérgicos da substância negra compacta. Os neurônios da via direta têm receptores diferenciados (D1) despolarizados, e da via indireta possui receptores (D2) hiperpolarizados.

Lent esclarece que o balanço entre essas ações opostas das duas vias em relação aos seus receptores é essencial para a compreensão da função e disfunção dos núcleos da base.

O núcleo subtalâmico mantém conexões recíprocas como o GPi e participa de controle dos movimentos oculares, inervando saídas para a substância negra reticulada. O núcleo subtalâmico também recebe muitas fibras do córtex cerebral, onde se constrói um entendimento que o controle dos movimentos oculares tem um sistema próprio do controle dos movimentos corporais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [201] – O Enigma da Função dos Núcleos da Base**

O estudo das lesões sobre os núcleos da base tem servido para o aprofundamento do estudo que visa identificar a sua essencialidade. Logo se concluiu que os núcleos de base iniciam e finalizam os movimentos, onde o disparo inibitório para o tálamo seria a ordem de parada de um movimento não mais desejado, liberando o acesso para movimentos de comandos motores corticais para ordenadores subcorticais. O oposto ao final do movimento ocorreria nos núcleos da base.

Os núcleos da base extrapolam o sistema motor e se supõe extrapolar sobre a ação iniciadora e terminadora sobre comportamentos complexos.

Se a ação é frenadora e excessiva, uma pessoa passa a apresentar dificuldades no movimento: acinesia (poucos movimentos) e bradicinesia (movimentos lentos). No caso de deficiência motora os movimentos anormais incontroláveis podem ocorrer (hipercinesia).

No transtorno obsessivo-compulsivo um indivíduo é levado a inibir alguns comportamentos e executar outros de forma repetitiva e dentro de critérios de exaustão. Parte-se do pressuposto na teoria na existência de equilíbrio da via direta e indireta dos circuitos retroativos entre o córtex e os núcleos da base. O início do movimento, pressupõe-se predomínio da via direta, no córtex os neurônios inibitórios são ativados no estriado, bloqueando os neurônios do GPi. Resultando na liberação do tálamo para fazer repercutir o movimento. Na circunstancia normal o predomínio seria da via indireta, que possui um neurônio inibitório a mais na sequência, onde a consequência é o impedimento do tálamo de autorizar os movimentos ou interromper a sua execução. Os demais núcleos seriam mediadores em influências moduladoras, que equilibra os comandos entre vias diretas e indiretas para inicialização ou terminação de um momento ou comportamento.

No caso de doenças degenerativas como a doença de Parkinson ocorre a degeneração dos neurônios da substância negra compacta que teoricamente deveria projetar fibras para o estriado. A consequência deste processo é a grande dificuldade do movimento, rigidez muscular, tremor constante dos membros e da mandíbula. A ausência da modulação da via direta (modulação positiva: facilitação – D1) e sem a modulação da via indireta (modulação negativa – D2) o resultado é a não ativação do Tálamo como influenciador das áreas corticais, onde as programações e os comandos de movimentos e comportamentos deixariam de ser encaminhados onde a consequência é a percepção do distúrbio.

O balismo é outra doença dos núcleos da base. Os pacientes apresentam amplos movimentos anormais do membro, de forma involuntária, e de forma incontrolável. O problema para esta doença está na lesão ou mal funcionamento do núcleo subtalâmico. Onde se verifica a ausência do segundo neurônio subtalâmico inibitório da via indireta (ausência de facilitação). Desta forma, segundo a teoria o sistema inibiria menos vezes os neurônios talâmicos, e um acesso cada vez maior das vias diretas proporcionaria ativações indevidas do córtex motor, além do necessário para a gestão do movimento.

Na doença de Huntington a lesão atinge os neurônios espinhosos médios do corpo estriado. As vias direta e indireta ficariam sem controle. Que o gradual descontrole geraria uma demência progressiva levando à morte de 10 a 15 anos um indivíduo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [202] – Macro e Microambiente do Sistema Nervoso**

O sistema nervoso é isolado do ar. O sistema nervoso está envolvido em um líquido especial, que favorece as trocas metabólicas, e gera proteção mecânica. Mas para reter este líquido existe um sistema de membranas chamadas meninges: dura-máter, aracnoide e pia-máter. O espaço subaracnóideo comunica com as cavidades internas do sistema nervoso central por ventrículos e canais por uma zona que fica abaixo da meninge aracnoide.

Este líquido especial recebe o nome de líquor ou líquido cefalorraquidiano, de produção dos ventrículos pelos plexos coroides. O caminho do líquor é a circulação pelos ventrículos, pelo espaço subaracnóideo para ser drenado pelo sangue venoso.

A nutrição do sistema nervoso e o aporte de oxigênio de seu tecido necessita de outras fontes além do líquor, sendo necessária uma rede vascular ramificada e extensa.

A artéria da via anterior ou carotídea e a artéria posterior ou vertebrobasilar são responsáveis pela irrigação sanguínea dentro do encéfalo humano. Existe uma comunicação entre elas conhecida por círculo anastomótico que se localiza na base do encéfalo. A via vertebrobasilar também irriga a medula e também recebe aporte arterial da aorta descendente.

A barreira hematoencefálica é uma rede capilar diferenciada dos demais tecidos que possibilita a nutrição do tecido nervoso pelo sangue arterial. Ela é formada por células endoteliais gerando a parede capilar, e são unidas por junções oclusivas. Algumas substâncias possuem livre passagem pela barreira (propriedade de seletividade) e outras sofrem bloqueio. As substâncias nutricionais passam facilmente pela barreira a fim de alimentar o sistema nervoso, como também, os gases respiratórios. O que é tóxico e lesivo é bloqueado para passar na barreira.

Quando a barreira hematoencefálica nutre neurônios e glias o sangue deixa a rede capilar pelo sistema nervoso, através de drenagem e é encaminhado para o coração. O início deste procedimento ocorre pela ação das vênulas e veias finas, seguindo o fluxo para as veias mais calibrosas, e destas para estruturas tubulosas formadas pela dura-máter, os seios venosos. O sistema dos seios venosos drena o sangue e escoa o líquor do espaço subaracnóideo. O sangue venoso chega às veias de saída do sistema nervoso, e como dito antes é encaminhado para o coração.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [203] – Macro e Microambiente do Sistema Nervoso: segundo contato**

As influências químicas indesejáveis e as influências de abalos mecânicos são contidas por membranas conjuntivas que revestem o sistema nervoso central propiciando uma segurança máxima quanto à elementos que podem ser nocivos ao seu funcionamento. O cérebro, sob a influência do líquor, faz flutuar o encéfalo e a medula espinhal. O líquido banha a superfície do sistema nervoso central e transita em suas cavidades internas.

Um abalo sobre o corpo, por exemplo, será amortecido antes de alcançar o sistema nervoso. Isto implica também na geração de compensações perante as forças gravitacionais. A barreira hematoencefálica irá filtrar os agentes químicos que tentem chegar as regiões externa e interna do sistema nervoso central.

Você poderia pensar que as artérias poderiam trazer substâncias tóxicas através da corrente sanguínea, porém, a barreira hematoencefálica é um grande filtro que limita a influência e a passagem de substâncias tóxicas ou elementos nocivos para um indivíduo.

A proteção rigorosa do sistema nervoso é para garantia da estabilidade diante de uma necessidade de funcionamento de alta performance e precisão pela comunicação por sinais elétricos gerados por neurônios e glias através de suas membranas plasmáticas, e tais conteúdos de informações necessitarem trafegar por vias dinamicamente estáveis que permitam a troca sensorial e motora de informações.

O estímulo, ou energia do ambiente externo utiliza-se de vias sensoriais para comutar a sua manifestação com os indivíduos, assim, se alcança o microambiente interno através da via neural ou circulatória.

Se o sistema nervoso não fosse dotado de proteção coexistiria uma confusão de potenciais de ação em diversas regiões, afetando pensamento, memória, motricidade, sinestesia, somestesia, somatotopia, propriocepção, ...

E caso o microambiente neural fosse exposto as interferências ambientais, as alterações do meio externo poderiam ser tão prejudiciais que não daria tempo do organismo se ajustar frente as demandas ambientais. Ou se um agente patológico inserido na corrente sanguínea, afetasse o microambiente interno, isto poderia comprometer várias funções essenciais necessárias para a manutenção do equilíbrio e vida de um indivíduo.

Então surge um problema: como bloquear a passagem dos excedentes que são prejudiciais ao desempenho de um organismo e ao mesmo tempo garantir as quantidades ideais de transferência, pelas vias venais, de oxigênio e glicose, para o processo de alimentação das vias neurais?

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [204] – Envoltórios e Cavidades**

A dura-máter é a meninge mais externa cujo significado do termo cunhado está associado com consistência. Ela é rica em fibroblastos, que é uma característica universal para todo tecido conjuntivo. Tem por diferencial a produção enorme de colágeno necessário para a rigidez e resistência desta membrana conjuntiva. Por ser rica em vasos e bastante inervada apresenta sensibilidade dolorosa. Ela é formada por dois folhetos justapostos: o folheto externo e o folheto interno.

O folheto externo fixa-se sobre os ossos cranianos, funcionando como uma membrana conjuntiva que envolve os ossos com a responsabilidade pela osteogênese em casos de fraturas, no qual define o termo como funcionamento periósteo. Mas, o funcionamento periósteo do folheto externo tem contribuição limitada para uma soldagem óssea em caso de fratura.

O folheto interno sofre adesão ao folheto externo, exceto nos seios, que são canais que contêm sangue venoso. Nos locais onde o folheto interno é afastado do folheto externo ocorrem a formação de pregas necessárias para o afastamento dos hemisférios cerebrais (esquerdo-direito) e entre o cerebelo. A foice do cérebro é a “prega” que separa os hemisférios cerebrais e penetra fundo no sulco inter-hemisférico. A tenda do cerebelo é a “prega” que separa o cerebelo.

Um folheto contínuo com o folheto interno da dura-máter encefálica circula a medula que não gera adesão à face interna do canal vertebral. Este efeito é fundamental para a gestão de mobilidade, permitindo a flexibilidade necessária, da medula (livre dentro do corpo), para um indivíduo curvar, agachar, sentar, inclinar o corpo para os lados, andar, flutuar, ...

Já a estrutura do crânio possui ossos não articulados na formação de uma rígida carapaça soldados entre si, por isto a dura-máter nesta região deve se fundir com as estruturas ósseas, de forma a manter com esta uma fixação que permita flexibilizar a dinâmica interna do encéfalo.

A dura-máter em torno da medula fornece um sistema envoltório como uma luva, que permite emergir nervos raquidianos de cada lado, conforme Lent, resultantes da confluência das raízes e dos gânglios espinhais.

As raízes da medula têm maior extensão dentro do canal vertebral e emergem dos forames intervertebrais para formar gânglios nos quais os nervos seguem para a periferia. O acompanhamento do nervo pela dura-máter é até o encontro dos tecidos conjuntivos que envolvem os nervos periféricos, conhecidos pela denominação de epineuro. Esses pontos de fuga do nervo pela dura-máter são saídas do nervo pelo canal vertebral, possuem bordas seladas pelo epineuro no qual impede o vazamento do líquido para o interior do organismo.

A aracnoide é a segunda camada abaixo da dura-máter sendo uma meninge também formada por tecido conjuntivo, por ser formada por trabéculas e pertuitos que podem ser ideadas como esponjas, que possui uma consistência menos rígida do que a dura-máter. Seu posicionamento é adjacente à dura-máter cuja separação é um fino filete de líquido entre as duas meninges como uma espécie de lubrificante. As trabéculas separam a aracnoide da terceira meninge, a pia-máter, completado por um grande espaço de conteúdo líquido.

A pia-máter é a mais fina das meninges e mais delicada de todas é formada por tecido conjuntivo e recobre a superfície do sistema nervoso central. Ela acompanha os giros, os sulcos e penetra superficialmente no tecido neural seguindo os vasos até certo ponto no interior do parênquima neural, contínua com o interior do tecido conjuntivo que recobre os vasos através de suas paredes. O parênquima neural é um tecido de um órgão sem considerar as membranas anexas que o recobrem, a vasculatura que o irriga e os nervos que o inervam, segundo Lent.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [205] – Espaços Comunicantes**

As meninges delimitam espaços comunicantes cheios de líquido na forma de quatro grandes compartimentos gerais do sistema nervoso central:

I – intracelular;

II – intersticial;

III – sanguíneo; e,

IV – liquórico.

O compartimento intracelular abastece o citoplasma dos neurônios e gliócitos como conjuntos.

O compartimento intersticial é o espaço entre as células cheio de líquido e de matriz extracelular.

O compartimento sanguíneo é o espaço dentro do sistema venal cheio de líquido e componentes moleculares de alimentação do sistema neural-glial.

O compartimento liquórico é o que reúne alguns espaços delimitados pelas meninges e outras cavidades internas do sistema nervoso central.

Entre a dura-máter e os ossos do crânio não existe espaço. Mas na condição patológica este fenômeno pode ser identificado (hemorragias que segregam folheto externo e interno).

Na medula existe um espaço epidural ou extradural no qual tem preenchimento de tecido adiposo e vasos sanguíneos.

O espaço subdural é o local onde ocorre o preenchimento entre dura-máter e a aracnoide em todo o sistema nervoso. É um local bem estreito que lubrifica com um fino líquido o preenchimento entre estas duas meninges.

O local conhecido como subaracnóideo é a posição entre a meninge aracnoide e a pia-máter. Tem uma importância acentuada, retém muito líquido, e mantém vasos sanguíneos superficiais (artérias e veias piais) responsáveis pela irrigação e ramificação do tecido nervoso. Neste local é gerado a comunicação interna do encéfalo e da medula espinhal.

A pia-máter acompanha o relevo da superfície do encéfalo, a aracnoide varia suas dimensões formando grandes dilatações conhecidas por cisternas, cheias de líquor que amortecem o impacto da pressão sanguínea a cada batimento cardíaco.

O local conhecido por espaço subpial é a região que aparece quando a pia-máter é descolada da superfície do encéfalo pela presença de hemorragias. Os prolongamentos, pedículos, dos astrócitos (formando uma membrana conhecida como pioglial) aderem a pia-máter à superfície encefálica.

As cavidades do espaço subaracnóideo possuem locais cheios de líquido denominadas ventrículos, que são interligados por aberturas, são formados por uma camada de células cuboides conhecida por epêndima no qual ocorre a separação do tecido nervoso e do líquor, essencial para a regulação homeostática do tecido nervoso. Os ventrículos laterais, fazem comunicação com a cavidade diencefálica, ficam nos hemisférios cerebrais e acompanham a grosso modo a morfologia dos hemisférios, fazendo junção com pontas em relação a cada lobo.

O terceiro ventrículo fica na cavidade diencefálica e fazem comunicação com os ventrículos laterais pelos forames interventriculares, um de cada lado. O terceiro ventrículo é estreito e desemboca na cavidade mesencefálica que é o aqueduto cerebral (ou de Sylvius) e este, estende até o quarto ventrículo no nível do tronco encefálico fazendo comunicação com o canal medular (fino cilindro terminal da medula sacra). No quarto ventrículo ocorre a comunicação das cavidades internas do encéfalo com o espaço subaracnóideo por meio de uma abertura mediana e duas laterais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [206] – Líquor: Um Fluido de Função Polivalente**

O líquido cefalorraquidiano ou líquor é o fluído presente nas cavidades internas do sistema nervoso central que carrega funções essências de homeostasia e proteção do tecido nervoso. O líquor faz o sistema nervoso central flutuar desempenhando o papel de suporte mecânico para o encéfalo e a medula espinhal.

O peso do sistema nervoso central é da ordem de 1.300 a 1.500 gramas sendo necessários para gerar o efeito de flutuação do encéfalo uma massa de 300 gramas de líquor. O líquor é dimensionado para a manutenção da forma do encéfalo e da medula e na redução dos danos da deformação da estrutura.

Esta constituição protege preventivamente o sistema nervoso central e a medula de impactos internos e externos.

Os impactos externos vão desde movimentos naturais com a cabeça e pescoço, a movimentos bruscos proporcionados por deslocamentos e acidentes.

Os impactos internos se inscrevem pulsação sanguínea, movimentos causados pela contração do coração, picos de tensão arterial, rompimentos de vasos ...

No espaço subaracnóideo as arteríolas que irrigam o sistema nervoso central ficam imersas no líquor e aquelas que penetram no parênquima possuem espaços perivasculares de poucos milímetros.

O líquor absorve os picos de pressão para não causar interferências no tecido nervoso.

O líquor tem também como função a excreção de produtos do metabolismo neural organizado na forma de uma circulação linfática, em que neste processo, as substâncias são transportadas para a corrente sanguínea através dos seios venosos.

Também, o líquor desempenha o papel de veículo de comunicação química, onde ocorre intensa tronca entre o líquor e o compartimento intersticial do tecido nervoso, pelos espaços perivasculares, através da camada ependimária da superfície interna dos ventrículos e outras cavidades.

Na região do hipotálamo, aprofunda Lent, ocorre secreção hormonal dos axônios para o espaço interesticial, sendo capturados pelos capilares desta região e encaminhados à circulação hipofisária e à circulação sistemática, onde uma parte mínima passa para o líquor por entre células ependimárias das paredes dos ventrículos. O epêndima parece sintetizar e secretar peptídeos, na forma de hormônios e fatores de crescimento com função sobre si mesmo (autócrina) ou sobre células e estruturas situadas à distância (endócrina).

**Liquor contém:**

# 99% de água;

# 35 proteínas a cada mg/dL;

# 60 moléculas de glicose a cada mg/dL;

# 265 densidades de osmolaridade para cada mOsm/L;

# 138 íons catiônicos de Na+ para cada mEq/L;

# 2,8 íons catiônicos de K+ para cada mEq/L;

# 2,1 íons catiônicos de Ca++ para cada mEq/L;

# 0,3 íons catiônicos de Mg++ para cada MEq/L;

# 119 íons catiônicos de Cl- para cada mEq/L;

# 7,33 pH.

**Plasma contém:**

# 93% de água;

# 7.000 proteínas a cada mg/dL;

# 90 moléculas de glicose a cada mg/dL;

# 295 densidades de osmolaridade para cada mOsm/L;

# 138 íons catiônicos de Na+ para cada mEq/L;

# 4,5 íons catiônicos de K+ para cada mEq/L;

# 4,8 íons catiônicos de Ca++ para cada mEq/L;

# 1,7 íons catiônicos de Mg++ para cada MEq/L;

# 102 íons catiônicos de Cl- para cada mEq/L;

# 7,41 pH.

O líquor é produzido pelo plexo coroide, que está no ventrículo e é altamente vascularizado. Ou pelas células ependimárias que recobrem as cavidades em menor quantidade de produção. A matéria prima é retirada do sangue pelo plexo coroide. O processo de filtragem é seletivo e completada pela ação da secreção de componentes do plexo coroide. Existe uma barreira hematoliquórica que separa o plasma (sangue) do líquor gerando a seleção do que será incorporado como líquor quando produzido.

As dobras da pia-máter formam a estrutura folhada do plexo coroide, bem como os grandes grupos de vasos sanguíneos e uma cobertura de células ependimárias modificadas. Todos os ventrículos possuem um plexo coroide flutuando no líquor.

O surgimento dos plexos coroides remontam da fase de embriogênese, no momento em que o teto dos ventrículos forma uma camada ependimária fina aderida à pia-máter, gerando proliferação de capilares e envaginamento para dentro da cavidade.

É muito importante os elementos ependimárias na produção do líquor, tanto no plexo coroide, quanto nas cavidades ventriculares. Lent aprofunda que são células cúbicas ou cilíndricas com inúmeras microvilosidades na membrana que projeta facialmente com a cavidade ventricular e a face oposta faz contato direto com a parede capilar.

Junções oclusivas justapostas umas às outras mantém as células ependimárias fortemente aderidas e vedam a passagem de algumas substâncias do sangue através do espaço intersticial para o líquor. Este sistema obriga as células ependimárias a utilizar o caminho através da membrana celular por dentro do citoplasma.

Lent aprofunda que os capilares dos plexos coroides liberam as substâncias transportadas pelo sangue porque as paredes apresentam aberturas entre as células endoteliais conhecidas por fenestrações. Mas quando o sangue encontra com a parede ependimária do plexo coroide são impedidas de passar pelas junções oclusivas.

Somente as substâncias reconhecidas por moléculas transportadoras ou canais específicos do ponto descrito no parágrafo anterior, passam do sangue para o líquor e vice e versa.

Existem quatro mecanismos de transferências de moléculas do sistema sangue-líquor:

I – transporte ativo de moléculas utilizando o gradiente de concentração (contra o gradiente);

II – difusão facilitada de moléculas no sentido de propagação do gradiente (à favor do gradiente);

III – passagem de íons através dos canais no sentido de propagação do gradiente (à favor do gradiente);

IV – transporte de íons por meio de bombas transportadoras (contra o gradiente).

Os plexos coroides produzem cerca de 500 mL de líquor por dia. O volume das cavidades e no espaço subaracnóideo total é de 150 mL, o que significa renovação de todo o volume de líquor de três a quatro vezes por dia.

Para a manutenção do volume constante de líquor deve existir um sistema compensatório e de absorção deste conteúdo líquido que mantenha o equilíbrio do sistema nervoso.

A circulação do líquor é unidirecional e pulsátil em relação aos ventrículos laterais para o terceiro e quarto ventrículos e do último para o espaço subaracnóideo, segundo Lent, através de duas aberturas laterais e uma mediana. Lent pontua que no espaço subaracnóideo, o líquor circula pela medula espinhal e o encéfalo até a drenagem no topo do encéfalo e ao longo da medula.

As células da aracnoide são justapostas em junções oclusivas que impedem a passagem do líquor e restringem a drenagem de áreas específicas.

A circulação do líquor pode ser registrada através da ressonância magnética.

O quarto ventrículo comunica com o canal central da medula e abre para o espaço subaracnóideo que penetra o sistema nervoso central. O resultado é ausência de líquor no interior da medula.

Quando o líquor passa pelas cavidades ventriculares e o espaço subaracnóideo ocorrem intensas trocas do líquido intersticial com o sangue através do epêndima, no complexo coroide e nas paredes ventriculares, e nos espaços perivasculares.

Os espaços conhecidos por granulações e vilosidades aracnoides ocorrem a drenagem do líquor. São pequenas invaginações da aracnoide para dentro dos seios venosos. As invaginações são espaços conhecidos como vilosidades aracnóideas que formam estruturas macroscópicas chamadas de granulações na linha média dorsal do encéfalo e nas saídas dos nervos espinhais.

Lent aprofunda que nas vilosidades o líquor vem separado do sangue venoso que circula dentro dos seios e das veias radiculares por uma fina camada de células aracnóideas que apresentam uma extensa formação de vacúolos que transportam o líquor do espaço subaracnóideo para seio venoso, e vice-versa.

As diferenças de pressão entre o espaço subaracnóideo e o sangue venoso permitem a passagem do líquor para o sangue diretamente entre as células em processos de frenestrações entre as células aracnóideas das vilosidades.

A drenagem do líquor especializada do sistema nervoso central apresenta uma espécie de drenagem linfática. Existe também outra forma de drenagem do líquor ao longo dos nervos, através dos filetes do nervo olfatório, passando pela placa crivosa do osso ectmoide.

O líquor na medicina é importante para a realização de diagnósticos e veículos para alguns tipos de medicamento. O controle da pressão produzida no espaço subaracnóideo ajuda na detecção da presença de obstruções nas cavidades. Amostras de líquor podem ser extraídas logo abaixo no espaço subaracnóideo, geralmente na coluna lombar. Bactérias no líquor podem sinalizar meningites, e a presença de sangue hemorragias, e outras alterações sutis podem indicar distúrbios do metabolismo neural.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [207] – A Circulação Arterial do Sistema Nervoso**

As artérias irrigam com sangue, o interior dos tecidos nervosos, enquanto o líquor banha as superfícies externas e interna do sistema nervoso central. Pode-se pensar nas artérias como um sistema que leva o sangue para o encéfalo e para a medula espinhal.

Quanto mais profundo é a irrigação, os vasos das artérias se tornam mais finos, esses vasos se ramificam em extensas redes capilares para abastecer todas as regiões neurais.

Mas o que as artérias levam? Oxigênio e os nutrientes necessários para a plena atividade dos tecidos nervosos. A rede vascular do sistema nervoso se distingue da rede de circulação sistêmica.

Existe uma dependência muito forte do sistema nervoso da circulação sanguínea, que excede à necessidade manifesta de outros órgãos.

O encéfalo possui aproximadamente 2% da massa corporal de um indivíduo da espécie humana, porém recebe 15% de todo o fluxo sanguíneo e seu consumo de oxigênio é da ordem de 20% de todo oxigênio disponível na circulação, que sinaliza para uma alta taxa de metabolismo do tecido nervoso.

A glicose é utilizada como uma fonte anaeróbica de energia pelos neurônios representando o consumo de altas concentrações deste material.

O que tem em comum o oxigênio e a glicose? É que ambos não são produzidos no sistema nervoso, e devem ser transportados para o sistema nervoso a fim de alimentar de forma contínua e ininterrupta através do sangue arterial os tecidos nervosos.

Na ocorrência de anóxia ou isquemia são suficientes para o surgimento de distúrbios na área em que a falta de oxigênio foi identificada podendo representar um risco a integridade da vida quando o problema de irrigação persistir por breves minutos.

Quando mais ativo um indivíduo for, maior será a aceleração de seu metabolismo. O que significa que mais sangue será necessário ser bombeado para a região cerebral para que os processos metabólicos exigidos sejam realizados dentro do tempo requerido para a ação e processamento cerebral de um indivíduo.

A descoberta da informação acima teve por base a utilização de métodos de imagem funcional através da ressonância magnética e a tomografia por emissão de pósitrons, entre outras técnicas.

A dificuldade de deixar o metabolismo cerebral em equilíbrio é que para a finalidade de equilíbrio cerebral há necessidade de que a pressão arterial esteja estável para a própria proteção do tecido nervoso.

A atividade funcional dos neurônios é estritamente dependente do fluxo do metabolismo cerebral a fim de coordenar o sistema operacional, de que o sistema nervoso necessita, para o seu pleno funcionamento.

O fluxo do metabolismo cerebral além de permanecer estável deve ser regulado localmente, sem a presença de oscilações da pressão arterial, em função das variações da atividade neural continuamente operantes.

Substâncias que venham a interferir sobre o pleno funcionamento neural, nas funcionalidades dos neurônios, não podem penetrar o parênquima neural por intermédio da circulação sanguínea.

Até mesmo neurotransmissores em quantidades desproporcionais à segurança do meio neural, suas concentrações sanguíneas, podem representar riscos de integridade para o sistema nervoso.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [208] – A Mente Respira e Consome Energia: Imagens do Cérebro em Ação**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel começa seu artigo questionando a existência de uma relação entre a mente humana e o funcionamento do cérebro, que pudesse talvez ser encontrado a resposta sobre o metabolismo cerebral.

Em uma relação de maior consumo de glicose e oxigênio, decorre de uma relação de quanto mais uma célula está ativa. Louis Sokoloff (1921 a 2015) foi tão importante para as neurociências que suas descobertas permitiram projetar o conhecimento para o desenvolvimento de técnicas como a PET e a RMf que permitiam enxergar a mente humana em funcionamento.

Os estudos da importância do metabolismo cerebral e a atividade mental teve origem no século XIX, em trabalhos como do fisiologista Angelo Mosso (1845 a 1910) que levantou a hipótese que o volume de sangue no cérebro durante para uma atividade intelectual ou “emocional” de voluntários aumentava durante a atividade.

A demonstração era simples, o voluntário era colocado na condição de repouso sobre uma mesa com um tênue equilíbrio horizontal sobre um único apoio (gangorra), quando era solicitado que um indivíduo exercesse a faculdade de pensamento, era percebido sobre a plataforma da mesa uma pequena descompensação na direção da cabeça do voluntário, que supostamente estaria mais pesada devido o excedente de sangue bombeado para a região que resultaria das trocas do sistema nervoso para a acionar a manifestação do pensamento no indivíduo.

O EEG foi a primeira técnica de imagem que possibilitou a verificação da mente humana em pleno funcionamento. Este fato ocorreu na década de 1920 com Hans Berger (1873 a 1941), nos seus 10 anos anteriores havia se dedicado em encontrar uma relação entre mudanças na temperatura cerebral e o nível de atividade mental dos seus pacientes, não logrando sucesso.

Ao registrar a atividade cerebral humana, Berger descobriu que as ondas EEG sofriam alteração quando o cérebro estava em atividade mental, assim, intuiu que se as ondas do EEG correspondessem a um aumento de excitação neuronal, era sinal que a atividade mental corresponderia em aumento do metabolismo cerebral.

Seymour Kety (1914 a 2000) em 1948 desenvolveu métodos mais modernos de medição do fluxo sanguíneo e de consumo do oxigênio no cérebro do ser humano em consciência. Deste trabalho resultou um novo campo das imagens funcionais do cérebro.

O fluxo sanguíneo e o consumo de oxigênio no cérebro humano em repouso foram comparados em 1955 por Sokoloff, onde não se encontrou para esta condição, nenhuma diferença.

Utilizou-se uma medida de distribuição de um gás radioativo inerte no cérebro para capturar o fluxo sanguíneo em cada local. Sokoloff mais tarde desenvolveu um composto de glicose radioativo (a 2-desoxiglicose) que parcialmente se acumulava no interior das células depois de ingerido, quanto maior fosse a taxa metabólica, e que tinha o composto pouca decomposição. Em 1961, através da estimulação sensorial de um gato através desta técnica, permitiu verificar um aumento de fluxo de sangue nas áreas visuais do cérebro, com uma estimulação luminosa da retina, que era certo o desencadeamento de atividade neuronal. A medida serviu para um código de cores radioativo sobre uma imagem do cérebro na visualização de um mapa cerebral colorido da atividade cerebral.

Em 1978 o primeiro mapa colorido foi apresentado na Society for Neuroscience, as áreas cerebrais foram mapeadas praticamente por completo após 20 anos desta demarcação que conforme as palavras de Doutora Herculano sintetizando a contribuição de Sokoloff: “a mente respira e precisa de energia”.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [209] – Uma Rede Vascular Especial**

As artérias da rede vascular cerebral são geralmente muito sinuosas, o que resulta numa ótima dissipação de impactos em virtude de picos de pressão arterial de cada ciclo cardíaco. Outra característica favorável a atenuação do impacto da pressão arterial são que as artérias menores e arteríolas da superfície do encéfalo e da medula, conhecidas pela denominação de artérias piais, no espaço subaracnóideo ficam imersas no líquor, e as artérias que penetram no parênquima, conhecidas por arteríolas penetrantes, aprofundam-se nos espaços perivasculares ricos em líquor.

A rede vascular especial é anastomose, ou seja, possui poucas vias de comunicação entre artérias e entre arteríolas. Tornando a estrutura local neural dependente de uma artéria e seus ramos de arteríolas, se houver uma obstrução local não haverá circulação colateral para a compensação de perdas.

Na posição das bordas do encéfalo existe um sistema de sobreposição entre a irrigação de distintas artérias para duas regiões, onde a perda de irrigação de uma artéria pode ser compensada pela irrigação de outra.

Uma arteríola pode ser regulada localmente em relação ao seu diâmetro para manter o fluxo sanguíneo constante ou para alterá-lo em razão de necessidades funcionais. As variações no diâmetro das arteríolas seguem uma faixa de 60 a 150 mmHg e as concentrações dos gases: O2 e CO2; não muito expressivos que possam prejudicar a membrana da arteríola.

A parede das arteríolas é composta por uma camada de fibras musculares lisas coordenadas por nervos simpáticos. Quanto mais ramificadas e diminutas, menor a contratilidade dos seus capilares devido a dependência de células isoladas e pouco adaptadas à contração (pericitos). Supõe-se em 2012, que a contratilidade desses capilares seja controlada por mediadores locais secretados pelo próprio endotélio (ex.: óxido nítrico) através dos pedículos dos astrócitos na parede, conforme Lent, e prolongamentos de axônios que terminam nas proximidades.

Se a pressão arterial decai, uma vasoconstrição pode ocorrer em algumas regiões do corpo. O controle é exercido pela ação de regiões do tronco encefálico e do sistema nervoso autônomo. O controle do fluxo sanguíneo retorna a pressão para a sua condição normal de funcionamento. O efeito do decaimento da pressão arterial não pode prejudicar o sistema nervoso, uma vez que ele é altamente sensível às variações metabólicas. Por isto o sistema nervoso possui prioridade sobre o fluxo sanguíneo.

Lent explica que na condição descrita a autorregulação do diâmetro vascular no sistema nervoso atua inversamente: em vez de vasoconstrição, sofre uma vasodilatação compensatória. A queda da pressão geraria uma vasoconstrição sistêmica e uma vasodilatação neural, em compensação, para a constância em todo o sistema nervoso.

No caso de elevação da pressão arterial, as artérias no sistema nervoso sofrem vasoconstrição e sistemicamente ocorrerá uma vasodilatação. Sempre com o intuito de preservação do sistema nervoso.

Em algumas condições a concentração de O2 e CO2 presente no sangue pode afetar e influenciar o metabolismo. O que pode sinalizar a entrada em anôxia do sistema nervoso. Este fato faz as artérias do sistema nervoso se vasodilatarem e geração de grande aumento do fluxo sanguíneo encefálico.

O conteúdo atmosférico possui cerca de 0,04% de CO2, e em condições anormais que um indivíduo venha a inalar 7% de CO2 isto pode provocar uma elevação da corrente sanguínea do sistema nervoso do dobro da condição normal.

As variações locais do diâmetro das artérias e arteríolas são provocadas entre outras coisas por alterações do diâmetro vascular. Chega-se à conclusão que certos neurônios são responsáveis pela regulação das artérias e arteríolas conforme a dinâmica das atividades mentais.

O óxido nítrico (NO) é uma destas substâncias que regula o diâmetro da musculatura das arteríolas de acordo com as oscilações da atividade neural, percebidas por neurônios situados próximos das artérias que fariam a liberação deste gás para influenciar na vasodilatação (muita emissão de óxido nítrico) ou vasoconstrição (pouca emissão de óxido nítrico) dependendo do influxo dessa substância na área correspondente.

Outro mecanismo de vasodilatação são íons de potássio em que um aumento da concentração extracelular destes íons hiperpolarizam as fibras musculares lisas.

Lent aprofunda dizendo que o próprio endotélio secreta peptídeos vasoativos, podendo agir sobre a membrana dos pericitos, na regulagem de uma membrana vascular.

Os astrócitos secretam o gás monóxido de carbono (CO), nucleosídio de adenosina e o ácido araquidônico que também são mediadores vasoativos.

Assim, se entende por acoplamento neurovascular a regulação do fluxo sanguíneo em função de atividades neurais. Conforme descritas nos parágrafos anteriores.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [210] – Organização do Sistema Arterial que Irriga o SNC**

Existem três vias de entrada para o sistema arterial que irriga o sistema nervoso central: a **via anterior** ou carótidas, que irriga os hemisférios cerebrais e o tronco encefálico; a **via posterior** ou vertebrobasilar que faz irrigação compartilhada das carótidas com o tronco encefálico, além da irrigação da medula espinhal; a **via sistêmica** que irriga a medula por anastomose com a via posterior.

As artérias em praticamente todos os indivíduos segue um trajeto consistente. E emitem numerosos ramos, alguns superficiais e outros profundos. Os ramos superficiais cobrem a superfície externa da medula e do encéfalo, desenvolvendo arteríolas penetrantes que aprofundam no tecido e se abrem na rede capilar. Os ramos profundos orientam-se internamente no encéfalo no sentido dos núcleos da base, diencéfalo, e outros.

A via anterior e posterior possui origem na aorta e de seus primeiros ramos do pescoço, de cada lado, uma artéria carótida comum e uma vertebral.

Os ramos vertebrais penetram diretamente no crânio pelo forame magno, conforme Lent, junto com a medula (via posterior).

As vias carótidas comuns se segmentam na parte mais alta do pescoço, cada uma em interna e externa. As vias internas irão formar a via anterior de irrigação arterial do encéfalo cuja penetração pelo crânio é pelos forames carotídeos. As vias externas irão irrigar os tecidos extracranianos.

As carótidas internas e seus ramos forma a via anterior ou carotídea, o seu trajeto é um amortecedor de picos de tensão, atravessa a dura-máter, perto da base do encéfalo, na altura do quiasma óptico, distribuindo-se pelo espaço subaracnóideo, bifurcando-se sucessivamente em ramos menores penetrando no sentido dos ramos profundos ou para ramos superficiais. São tantas as subdivisões desta via que as arteríolas penetram no interior do parênquima.

Lent aprofunda que na base do encéfalo, cada carótida interna se divide em dois ramos maiores (artéria cerebral anterior e posterior) e um menor (artéria comunicante posterior).

As vias cerebrais de cada lado irrigam grandes extensões dos hemisférios cerebrais. As vias comunicantes são curtas e emitem poucos ramos (são anastomoses) fazem a comunicação da via anterior com a posterior.

Duas artérias vertebrais formam a via posterior ou vertebrobasilar depois de penetrar no crânio pelo forame magno, unindo-se ao bulbo para formar a artéria basilar (única) que é formada na linha média da superfície basal da ponte, conforme Lent.

As artérias vertebrais emergem ramos bilaterais encaminhando-se para baixo para irrigar a medula e uma das artérias que irrigam o cerebelo.

Segundo Lent, da artéria basilar emergem duas artérias cerebelares de cada lado, e várias artérias pontinas. A artéria basilar se bifurca em duas artérias cerebrais posteriores, de irrigação ampla posterior dos hemisférios cerebrais. As artérias cerebrais posteriores unem-se as artérias comunicantes posteriores.

A via sistêmica tem sua origem na medula espinhal, faz conexão com a via posterior. Tem formação de artérias radiculares (ramos de várias artérias segmentadas no pescoço e do tronco encefálico que emergem da aorta descendente) penetrando o espaço subaracnóideo junto com os nervos espinhais, e com as artérias espinhais da via posterior se anastomosam-se.

As vias de irrigação arterial do sistema nervoso pouco se anastomosam. Mas as anastomoses configuram a única alternativa para manter irrigada uma região.

O círculo arterial da base do encéfalo ou polígono de Willis é a principal estrutura anastomótica que é formado por artérias cerebrais anteriores, conectadas com comunicante anterior, e pelas carótidas internas, que se conectam com cerebrais posteriores pelas comunicantes posteriores.

Lent aprofunda que a comunicante anterior conecta a circulação de ambos os lados. Já as comunicantes posteriores anastomosam a via anterior com a posterior. Pode acontecer do ciclo estar anatomicamente incompleto em muitos indivíduos, mas não implica em prejuízos funcionais. Há outras anastomoses menos expressivas em outros ramos superficiais das artérias no encéfalo. A anastomose entre as vias posterior e sistêmica na medula, é realizada pela conexão entre as artérias radiculares e as espinhais.

Os médicos devem compreender profundamente os territórios de irrigação das principais artérias do sistema nervoso central porque doenças podem manifestar pelo mal funcionamento das artérias o que irá possibilitar uma rápida identificação da patologia dependendo do sintoma.

Exames de imagem podem ser solicitados da árvore vascular de artérias sob suspeita.

As artérias cerebrais anteriores, médias e posteriores irrigam os hemisférios cerebrais.

Lent explica que em cada lado, a artéria cerebral anterior emerge da carótida interna em direção rostral, perto da linha média, inserindo-se no sulco inter-hemisférico e contornando o joelho do corpo caloso no sentido anterior, onde são gerados ao longo do caminho vários ramos que irrigam as faces medial e dorsal do córtex cerebral.

A artéria cerebral média emerge da carótida interna em sentido lateral e recebe no sulco lateral, emergindo lateralmente na superfície externa do encéfalo, ramificando verticalmente, para baixo e para cima, irrigando toda face lateral do lobo temporal, conforme Lent, a face dorsolateral dos lobos frontal e parietal e o lobo da ínsula.

A artéria cerebral posterior tem sua origem basilar contorna o tronco encefálico e se ramifica profusamente pela extensão da superfície medial e lateral do lobo occipital.

Lent explica que os núcleos da base e o diencéfalo são irrigados pelos ramos profundos das três artérias cerebrais e por um ramo que emerge diretamente da carótida interna (artéria coróidea anterior), esta última, irriga parte do hipocampo.

A artéria oftálmica é responsável pela irrigação que deverá ativar a retina e o nervo ótico. Lent conclui que o mesencéfalo e o tronco encefálico são alimentados pelas artérias que constituem a via posterior.

**Resumo:**

**Principais vias de irrigação arterial do sistema nervoso central:**

**Via anterior**

# Carótida comum (par bilateral)

## Carótida interna (par bilateral)

- Ramo cerebral anterior (par bilateral): tem como principal território as regiões dos lobos frontal e parietal e cápsula interna.

- Ramo cerebral média (par bilateral): tem como principal território as regiões laterais do lobo frontal, parietal, temporal e da ínsula, cápsula interna e núcleos da base.

- Ramo comunicante posterior (par bilateral): tem como principal território anastomose com a via posterior.

- Ramo oftálmica (par bilateral): tem como principal território o nervo óptico e a retina.

- Ramo coróidea anterior (par bilateral): tem como principal território o hipocampo, diencéfalo e núcleos da base.

**Via posterior**

# Vertebral (par bilateral)

## Basilar (única mediana)

- Ramo cerebelar inferior anterior (par bilateral): tem como principal território regiões superiores do cerebelo.

- Ramo pontinos (várias bilaterais): tem como principal território a ponte.

- Ramo cerebelar superior (par bilateral): tem como principal território regiões superiores do cerebelo.

- Ramo cerebral posterior: tem como principal território regiões mediais e laterais do lobo occipital.

## Cerebelar inferior e posterior (par bilateral): tem como principal território regiões inferiores e caldais do cerebelo.

## Espinhal anterior (única mediana): tem como principal território região anterior da medula espinhal.

## Espinhal anterior (par bilateral): tem como principal território a região posterior da medula espinhal.

**Via sistêmica**

# Segmentares (algumas bilaterais)

## Radiculares (muitas, bilaterais): tem como principal território anastomose com a via posterior

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [211] – Neuroimagem por Ressonância Magnética**

O Doutor Médico Jorge Moll Neto e o Físico-médico Ivanei E. Bramati do Instituto D’or de Pesquisa e Ensino em seu artigo sobre Neuroimagem por ressonância magnética traz o conhecimento de que as técnicas de neuroimagem possuem um objetivo nobre, de se trabalhar com seres humanos em estudos não invasivos em seu estado normal ou patológico.

A ressonância magnética (RM) é flexível, rápida e possui resolução espacial. Um sinal de RM é gerado a partir do campo magnético homogêneo e de alta intensidade de um indivíduo que deseja ser estudado.

Os Doutores explicam que os núcleos atômicos podem ser percebidos como pequenos magnetos e carregam estruturas conhecidas como spins. Por sua vez, spins associam-se, as possíveis orientações que partículas subatômicas carregadas, como o próton e o elétron, e alguns núcleos atômicos podem apresentar quando imersas em um campo magnético.

Os spins fornecem um momento magnético, ou seja, uma impressão que caracteriza a passagem de um núcleo de um átomo em terminado local e tempo percebidos, que pode ser capturada como uma concentração de energia incidente que flutua pelo local.

O alinhamento dos spins através do campo magnético homogêneo e de alta intensidade do aparelho gera uma imagem dinâmica e tridimensional onde as concentrações de energia incidente flutuam no local, mostrando operações de tráfego de átomos, na percepção dos núcleos destes.

A energia do aparelho de ressonância magnética parte de um pulso de ondas de radiofrequência que ao ser absorvida por um organismo vivo, geralmente um ser humano, amplie os ângulos dos spins, identificando os núcleos em torno do eixo do campo eletromagnético.

Na interrupção do pulso de radiofrequência, os núcleos dos átomos deixam de estar orientados e voltam a sua condição dinâmica de funcionamento. O energizamento dos átomos tornam os núcleos ricos em energia dotados de propriedades de radiação, que permitem a captura e a coleta através de sensores especiais da localização dos spins pelo aparelho RM.

As imagens anatômicas são formadas a partir de manipulações complexas deste sinal, na interpretação de coordenadas de localização e de densamentos das concentrações dos núcleos atômicos capturados.

O desenvolvimento desta técnica permitiu o avanço do equipamento para coletas dinâmicas de um organismo in vivo. Ela ficou conhecida como Ressonância Magnética Funcional (RMf).

A técnica de RMf estabelece uma linha direta com tarefas motoras e mentais e aumento local de atividades neuronais que desencadeiam respostas a estímulos sensoriais e motores.

Nesta técnica pode ser levado em consideração fatores como vasodilatação e vasoconstrição.

No caso de uma redução da resistência vascular um aumento de aporte de sangue arterial é verificado no equipamento.

Os Doutores argumentam que a concentração de oxi-hemoglobina neste caso em específico tem-se uma elevada concentração relativa e ao mesmo tempo a partícula química desoxi-hemoglobina tem uma redução da concentração relativa.

As propriedades paramagnéticas da partícula desoxi-hemoglobina, gera uma distorção do campo e intensidade do sinal magnético, em que a flutuação reduzida nestas áreas do sinal RM gera um diferencial que pode ser capturado como dado a ser codificado, analisado e transformado em elementos percentuais pelo equipamento. Ao mesmo tempo que a partícula desoxi-meoglobina é paramagnética, a oxi-hemoglobina não afeta o campo eletromagnético do equipamento. Desta forma a contagem percentual e localização das partículas a partir das informações coletadas do equipamento fornecem apenas o contraste dependente do nível de oxigenação do sangue (BOLD) da informação da desoxi-hemoglobina, não apresentando nenhum efeito combinado das duas partículas, uma vez que a condição oxi-hemoglobina é inócua para o registro do equipamento.

Assim, quando uma região está mais ativa, o efeito da atividade é capturado em atuação no cérebro no instante em que a atividade mental é realizada.

Durante a tarefa são necessárias, para a criação de mapas estatísticos de ativação, a aquisição de imagens durante várias fases da tarefa. Assim se obtém vários dados de cortes (volumes) através do cérebro ao longo do tempo.

Os cortes possuem poucos milímetros de diferença onde é possível criar uma matriz para a formação integral da imagem encefálica em todas as suas coordenadas e dimensões. Esses elementos formadores da imagem são chamados de voxels (volume elements). Os diversos volumes são a base para uma série temporal da onda de resposta. Os voxels são testados em termos de consistência para que os elementos colhidos sejam o mais fiel e preciso as características internas do indivíduo avaliado, a fim de tirar ruídos e impressões que não sinalizem um conteúdo legítimo do retrato da imagem de um indivíduo.

O resultado da depuração dos voxels é a formação de uma imagem na forma de um mapa colorido representando dinamicamente o grau de ativação de cada voxel sobrepostos às imagens anatômicas. Sendo o resultado uma imagem tridimensional, caso seja rendererizado, do funcionamento do cérebro humano.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [212] – A Rede Capilar: Um Sistema Protegido**

O compartilhamento intersticial do tecido nervoso que fornece acesso ao compartilhamento intracelular é responsável por chegar o sangue aos capilares do sistema nervoso central.

Somente substâncias como oxigênio, glicose, e outros nutrientes são capazes de passar por esta fronteira, tudo que é adverso as funções dos neurônios são bloqueadas, por uma predisposição do organismo em filtrar tudo que aparenta ser nocivo ou interferir no funcionamento neural.

Da mesma forma o sentido inverso, que o sistema nervoso, através de suas células secretam substâncias para serem capturadas pelas arteríolas e delas para o compartilhamento intersticial, revela uma predisposição de filtragem de alguns elementos que podem passar a fronteira do sistema capilar e outros são retidos pela barreira hematoencefálica. Essa barreira está presente no encéfalo e na medula espinhal.

Além da barreira hematoencefálica que separa os compartimentos no sistema nervoso central existe outra barreira, conhecida por barreira hematoliquórica formada pela camada ependimária do plexo coroide. Outra barreira é a camada de células aracnóideas que mantém o líquido confinado dentro do espaço aracnóideo.

Células justapostas endoteliais, ependimárias e aracnóideas apresentam junções oclusivas bem seladas, e vistas como barreiras, impedem a passagem de conteúdos líquidos pelo interstício.

Os núcleos que ficam em torno do terceiro ventrículo na região do encéfalo, necessitam de comunicação livre entre sangue e tecido neural, por isto eles se apresentam permeáveis à infiltração de líquidos dos ventrículos para o tecido neural e vice-versa.

Lent conclui que a natureza da comunicação necessita de barreiras quando se verifica uma necessidade de restrição à passagem de substâncias de um compartimento para outro e deixar a passagem liberada no sentido reverso no caso de necessidade do órgão.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [213] – Capilares muito Especiais**

No século XIX ocorreram os primeiros estudos sobre a barreira hematoencefálica e partiu da simples observação de que corantes injetados diretamente no líquor coloriam os tecidos nervosos, e quando os mesmos corantes eram injetados na corrente sanguínea o mesmo efeito não era reproduzido para o tecido nervoso. Assim, concluiu a existência de algum diferencial entre os capilares do tecido nervoso e os capilares sistêmicos.

Os capilares sistêmicos apresentam uma camada formada por células endoteliais dispostas lado a lado, intercalados com espaços e poros (conhecidas por fenestrações) onde há liberdade de trânsito de componentes sanguíneos e moléculas grandes. Neste caso devido as fenestrações, a seletividade como um processo de filtragem de partículas é bem menor. A passagem é de natureza vesicular, no qual se transporta pequenos conteúdos líquidos em invaginações da membrana da vesícula (pinositose). A pinocitose, conforme Lent, é inespecífica: a membrana da célula endotelial engolfa e internaliza substâncias junto com seu veículo. E seletividade nos capilares sistêmicos pode ocorrer a partir de receptores moleculares específicos presentes na membrana.

Os capilares do sistema nervoso apresentam uma camada formada por células endoteliais justapostas, sem fenestrações, com a presença de junções oclusivas que impedem a liberdade de trânsito de moléculas entre o compartimento sanguíneo e o intersticial. A passagem de moléculas do sangue, nestes capilares neurais, apenas pode ocorrer por dentro das células endoteliais, por caminhos transmembranar ou transcelular que exigem a seleção de moléculas em um processo de filtragem de elementos. O endotélio dos capilares neurais é pobre em transporte vesicular, de forma que obriga o acesso de componentes químicos somente através da membrana. São duas membranas no endotélio: a lumial (membrana da face da luz) e a adlumial (membrana oposta à face da luz). Ambas fornecem um duplo controle neste sistema.

Na parede dos capilares do sistema nervoso central existem vários componentes, um deles é o pericitos que é um tipo celular com capacidade contrátil aparentado às células musculares lisas. Outro componente é a lâmina basal que é uma estrutura da matriz extracelular. Também se observam ancorados no endotélio pendículos dos astrócitos e alguns terminais axônicos de interneurônios das redondezas.

A barreira hematoencefália é formada pelo próprio endotélio capilar no qual ficou evidente após um experimento de Thomas Reese nos anos de 1960. Descobriu-se que a membrana basal é uma estrutura da matriz extracelular produzida pelos pericitos, que reviste as paredes externas dos capilares. A membrana basal está represente em todos os capilares do corpo humano. Supõe-se que uma de suas funções é a participação da integridade funcional da barreira hematoencefálica. Os pericitos também estão presentes nos capilares do corpo humano, e agem na reparação dos capilares em caso de lesão e regulação do diâmetro dos capilares devido sua natureza contrátil, neste último caso.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [214] – Uma Barreira Altamente Seletiva**

A identidade da barreira hematoencefálica permite identificar quatro tipos de passagem de substâncias:

I – difusão livre;

II – transporte mediado por receptores a favor do gradiente de concentração (difusão facilitada);

III – transporte mediado por receptores contra o gradiente de concentração (transporte ativo); e,

IV – passagem por canais iônicos.

Na difusão livre somente é possível para substâncias lipossolúveis. Os lipossolúveis são substâncias que carregam propriedades que permitem a dissolvência dos lipídios de constituição de sua membrana plasmática. A projeção do gradiente químico na parede endotelial permite a passagem das substâncias lipossolúveis, o que permite uma maior ou menor concentração de O2 e CO2 (gases da respiração) no sentido da parênquima neural. Na medicina substâncias são selecionadas para serem infiltradas nas células neurais a partir das propriedades físico-químicas dos fármacos que permitem identificar alto grau de lipossolubilidade. É o caso do tranquilizante diazepam; da heroína, metanol e heroína; é o caso do fenobarbital e a fenitoína que são medicamentos anticonvulsivantes de ação lenta. As exceções: glicose e L-DOPA (pouco lipossolúveis mais possuem mecanismos transportadores que passam pela barreira).

A difusão facilitada é o caso da glicose, que é um tipo de transporte mediado por receptores que têm o gradiente químico ao seu favor. O transportador da glicose é o GLUT1, que possui mais de 500 aminoáciddos, presentes na membrana endotelial. Ele é encontrado nas duas membranas: lumial e ablumial. Ocorre então o transporte da glicose do sangue para o citoplasma endotelial e deste para o tecido nervoso. Alguns aminoácidos são transportados por um transportador conhecido pelo termo de sistema L (ex.: valina, leucina e L-DOPA). Não é necessária transformação de energia para a difusão facilitada, apenas passagem transmembranar da substância que se utilizam de diferenças de concentração para provocar o efeito de deslocamento da substância.

Existem sistemas transportadores dependentes de energia, que é o caso de aminoácidos pequenos e neutros como a glicina, a alanina e a serina que são carregados de um compartimento para outro através de transporte ativo, contra o seu gradiente de concentração. Os transportadores deste tipo apenas estão presentes na membrana ablumial do endotélio e atuam do meio intersticial do tecido nervoso para dentro da célula endotelial. Uma enzima que hidrolisa o ATP é responsável pelo fornecimento de energia para o transporte contra o gradiente químico, chamada Na+-k+-ATPase ou bomba de Na+/K+ que também é um transportador iônico.

Os canais iônicos estão presentes na membrana endotelial e permitem a passagem de diferentes íons. Tais canais estão presentes na face lumial da membrana endotelial. Eles permitem a passagem de Na+ para dentro da célula endotelial e K+ para fora. De forma que o íon de sódio é carregado do sangue para dentro da célula endotelial e o íon de potássio para fora da célula edotelial. A bomba de Na+/K+ regula a passagem no sentido inverso, no qual o íon de sódio é encaminhado para o meio extracelular e o íon de potássio passa a acumular dentro da célula endotelial.

Existem quatro funções essenciais da barreira hematoencefálica descritas por Lent:

I – garantir o equilíbrio iônico do compartimento intersticial do tecido nervoso;

II – mediar a entrada controlada de substâncias de importância fisiológica;

III – limitar a neurotoxidade, ao possibilitar a saída de substâncias acumuladas no tecido nervoso com potencial de risco; e,

IV – metabolizar as aminas circulantes, inativando-as para que não penetrem o tecido nervoso e interfiram com a transmissão sináptica.

Existem regiões sem barreiras hematoencefálicas no sistema nervoso central situadas próximas da região dos ventrículos, os chamados órgãos circunventriculares. Nestas regiões alguns capilares são fenestrados em outras e as células endoteliais apresentam grande transporte de vesícula inespecífica.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [215] – O Sangue que Sai do Sistema Nervoso**

A troca de substâncias na rede capilar do tecido nervoso é estimada em aproximadamente 180 cm2 por grama de substância cinzenta. O que representa 20 m2 de superfície endotelial de substâncias necessárias para promoção do sistema nervoso central humano.

Após as trocas de substâncias entre o sangue arterial pelos capilares e tecido nervoso, a coleta do material nos capilares desprovido de O2 e rico em CO2 para o retorno ao coração e renovação do plasma pelo pulmão. Essa drenagem ocorre através do sistema venoso do encéfalo e da medula.

Lent aprofunda que o sague é coletado pelas vênulas do parênquima pelos capilares que se reúnem em vênulas maiores e segue o fluxo para veias maiores. Vênulas do tecido que desembocam em veias superficiais fazem a drenagem da medula e da porção caudal do bulbo. As vênulas emergem junto com os nervos espinhais e na circulação venosa sistêmica se incorporam levando o sangue de volta ao coração.

No encéfalo, sua drenagem venosa é indireta. Onde o sentido é a coleta inicial do sangue dos capilares em vênulas do parênquima, unindo-se a veias mais calibrosas superficiais ou profundas que levam sangue para os seios venosos (estruturas tubulares formadas pelas meninges).

Os seios venosos recebem o sangue venoso da rede capilar que irriga o encéfalo e o líquor que flui pelos ventrículos, eles podem ser segmentados em dois grupos: os seios da abóboda craniana; e, os seios da base do crânio.

Os seios da abóboda craniana estão na superfície dorsolateral do encéfalo:

I – seio sagital superior: drena a face dorsolateral dos hemisférios;

II – seio occipital: drena as regiões ventrais dos hemisférios;

III – seio reto: responsável por trazer o sangue venoso das vias profundas através da veia magna pela confluência dos seios venosos;

IV – seio sigmoide: responsáveis pela condução de sangue para cada veia jugular do pescoço no sentido da volta do fluxo ao coração.

V – seios transversos: (essas estruturas não foram descritas no livro).

O diencéfalo e os núcleos da base são drenados pela veia magna através de veias profundas. A confluência dos seios venosos encaminha sangue para os seios transversos formando um segmento contínuo com seios sigmoides.

Os seios da base do crânio não possuem uma forma clara de visualização, apresentam-se como conjuntos de tubos e espaços intercomunicantes. Podem fazer uma drenagem para seios sigmoides ou para veias jugulares internas, ou ainda, para o sistema venoso vertebral.

I – seio cavernoso: faz a drenagem venosa dos olhos e de algumas regiões encefálicas;

II – seio intracavernoso: (essas estruturas não foram descritas no livro).

A medula espinhal não possui seios.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [216] – O Sistema Nervoso Autônomo e o Controle das Funções Orgânicas**

O ambiente externo é o maior influenciador dessa máquina chamada organismo que tem o seu funcionamento contínuo frente as demandas da natureza. O sistema nervoso autônomo é responsável pela manutenção do equilíbrio interno para a gestão da homeostase. É um circuito neuronal cujos axônios fazem comunicação com todos os órgãos e tecidos do corpo. As regiões superiores do sistema nervoso central exercem parte da influência o que torna o sistema nervoso autônomo parcialmente autônomo.

O sistema nervoso autônomo pode ser segmentado por duas formas: sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático. Lent esclarece uma controvérsia na classificação relativo a divisão gastroentérica, formada pelos plexos intramurais, sobre as paredes das vísceras: um intrincado sistema neural.

O sistema nervoso simpático ocupa a medula toracolombar, possui sinapse ganglionar (neurônio central e um alvo periférico), o neurônio pré-ganglionar neste sistema é curto e um pós-ganglionar longo, o alvo sináptico é a liberação de noradrenalina. Este sistema atua de forma vigorosa em situações de emergência, mas também exerce controle orgânico.

O sistema nervoso parassimpático ocupa uma parte do tronco encefálico e outra parte da medula sacra, possui sinapse ganglionar (neurônio central e um alvo periférico), o neurônio pré-ganglionar neste sistema é longo e um pós-ganglionar curto, o alvo sináptico é a liberação de acetilcolina. Este sistema atua de forma vigorosa e contínua da regulação dos órgãos e sistemas, e participa em algumas situações estressantes que venham a ocorrer.

Nos dois sistemas o neurotransmissor predominante é a acetilcolina. O sistema nervoso autônomo faz o controle dos órgãos pela ativação de efetores musculares, de fibras lisas na maioria das vísceras e fibras estriadas no coração; e, células glandulares. No sistema digestivo é responsável por regular as glândulas que dissolvem o bolo alimentar (e seus movimentos peristálticos), pelo controle da secreção, e lubrificação do trato gastrointestinal. O sistema cardiovascular regula a força e a frequência dos batimentos cardíacos, e o diâmetro dos vasos sanguíneos, para exercer o controle da pressão arterial, e a irrigação dos tecidos, conforme a necessidade do movimento. O sistema nervoso autônomo colabora no controle da respiração, no quais os movimentos ventilatórios sofrem influência dos músculos estriados comandados por outras regiões, as glândulas mucosas das vias aéreas e as variações do diâmetro dos órgãos envolvidos. Também exerce controle sobre a micção, através do processo de contração da bexiga e relaxamento de um de seus esfíncteres geradores do ato de urinar, ou no sentido contrário de armazenamento de líquidos a serem secretados. Também participa no processo de ereção do falo e o ingurgitamento no caso da vulva, a produção de esperma e secreções vaginais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [217] – O Organismo sob Controle**

O efeito da gravidade em um corpo que está em repouso e um corpo ereto apresenta distintas necessidades de esforço do sistema nervoso autônomo para vencer a distância entre cabeça e coração. De forma que possa se pensar que uma posição ereta exija muito mais batimentos cardíacos para que o sangue seja bombeado para a porção do corpo que se situa mais vertical em relação ao solo. Porque o cérebro não pode ficar sem o bombeamento sanguíneo.

O esforço dos movimentos, como andar, caminhar e correr gera exigências funcionais por controle da eficiência dos movimentos, e conforme o ritmo do movimento praticado haverá necessidade por mais ou menos movimentos cardíacos na coordenação que permitirá uma maior ou menor irrigação das áreas demandantes de tais movimentações.

Então as variações de comportamento exigem diferentes intensidades de distribuição e canalização de forças e energias a fim de que os movimentos sejam desencadeados dentro da necessidade de um indivíduo. Pode-se supor a existência de um sistema de controle da circulação do sangue que corresponda a essas variações de comportamento.

Porém as tarefas que condicionam o movimento necessitam do controle e coordenação de muitos subsistemas, como: o metabolismo das células e órgãos, a respiração, a digestão dos alimentos, a ativação sexual, o sistema urinário, ...

Esses subsistemas devem estar sob controle e de preferência de forma automática e inconsciente para que os sentidos superiores possam se prender ou concentrar em atividades mais complexas que exijam atenção, foco e tomada de decisão.

Homeostasia é o controle automático descrito pela primeira vez por Walter Cannon (1871 a 1945) cujo significado a uma constância do meio interno vista como uma tendência permanente de manutenção de um equilíbrio. Sabedoria do corpo.

A evolução da homeostasia dotou os organismos biológicos de maior grau de independência em relação ao habitat. Fenômenos climáticos, resistência ambiental e a escassez de alimentos são processos em que o organismo precisou adaptar-se e resultou numa maior homeostase para contribuir para uma maior sobrevivência.

Então quando um parâmetro ambiental modifica o organismo tem que gerar em seu processo de gestão e controle de atividades compensatórias que retirem o indivíduo da zona de influência que pode apresentar uma ampliação de risco para sua integridade, através de processos de gestão de equilíbrio que devolvam a estabilidade para o organismo.

É, portanto, preciso coordenar respostas reflexas locais: no coração, vasos, trato gastrointestinal, ... e estabelecer reações globais que integrem o organismo dentro do funcionamento requerido. E a canalização dos movimentos voluntários efetuar pequenas correções que contribuam para o esforço homeostático.

A integração das ações voluntárias e involuntárias geram a percepção homeostática, no qual participam várias regiões do sistema nervoso central, principalmente o hipotálamo, no diencéfalo, o tronco encefálico e a medula espinhal.

Ocorre também coordenação dos sistemas endócrino e imunitário com a atuação de efetores, tais como: glândulas exócrinas, glândulas endócrinas, órgãos linfoides, músculo estriado do coração, músculo estriado do sistema respiratório e musculatura lisa das vísceras.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [218] – A Rede que Controla o Organismo**

John Langley (1853 a 1925) criou o conceito de sistema nervoso autônomo para designar seus componentes funcionariam em grau de independência do restante do sistema nervoso. Para efeitos de refinamento da teoria, outros teóricos tentaram propor outras nomenclaturas: sistema regulatório visceral, sistema motor visceral, sistema nervovegetativo, sistema vegetativo e sistema automático. Porém, houve predominância do modelo adotado por Langley.

O consenso em torno do sistema nervoso autônomo é pela forte evidência de que este sistema reúne um conjunto de neurônios na medula e tronco encefálico, exercendo controle através de gânglios periféricos sobre a musculatura lisa dos vasos sanguíneos, das vísceras digestivas, a musculatura estriada do coração, e, gânglios exócrinos e endócrinos no corpo.

Existe uma tendência de muitos autores em considerar o sistema nervoso autônomo como um sistema efetor devido a visualização de muitos mecanismos de neurônios secretores e visceromotores.

As funções autonômicas dependem de informações viscerais, de volumes, pressão interna, tensão das paredes, temperatura, osmoralidade, ...

Lent conclui que o sistema nervoso autônomo não é realmente autônomo, mas é dependente do controle de regiões neurais supramedulares e não funciona apenas através de controles efetores “cegos”, segue também o gerenciamento de informações aferentes viscerais na modulação de sua operação de funcionamento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [219] – Corpo, Cérebro e Mundo: um Equilíbrio Delicado**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel em seu artigo traz de forma criativa um conceito de ambiente interno, que é por definição muito diferenciado do contexto externo, pela simples questão de que uma membrana plasmática se torna divisora dos conteúdos que devem ter acessos através deste ambiente externo, e os conteúdos que devem ser introduzidos no organismo para trabalhar com seus quesitos de existência. Assim, são, os seres vivos, que conhecemos hoje, desde bactérias até o homem frisa Doutora Herculano. Assim, isolar-se mesmo que parcialmente, existe de um organismo que constituiu um ambiente interno, por intermédio de sua membrana plasmática, uma dependência de manutenção deste ambiente, que deve gestar o seu continuísmo independentemente das forças externas incidentes sobre ele.

Claude Bernard (1813 a 1878) aprendiz de François Magendie (1783 a 1855) observou o princípio da constância do ambiente interno, através da composição química do fluido corporal que possibilita a estabilidade da vida, cuja variação é limitada, que independe das variedades do ambiente externo, a faixa de concentração de tais substâncias internas tende a um padrão de concentração. Este princípio surgido em 1865 recebeu o nome de ***milieu intérieur*** (meio interno).

Os meios internos dos organismos são sensíveis às mudanças no ambiente externo, autocontrole e reações adequadas frente variações, no qual este princípio é válido para organismos unicelulares e pluricelulares.

Seres microscópicos captam sinais de mudanças, comandam reações e executam procedimentos vitais por difusão de moléculas. Em seres macroscópicos, trabalham-se com sinais de mudanças complexas, comandam reações de fracionamento de conteúdos para o padrão celular, e executam procedimentos vitais através de um complexo sistema nervoso que canaliza, analisa, programa respostas e executa o que mais sensato para a conservação do organismo.

Claude Bernard descobriu que o equilíbrio químico do corpo pode ser controlado pelo sistema nervoso. Suas observações experimentais permitiram chegar à conclusão de que deficiências de comunicação do sistema nervoso, como por exemplo uma lesão, não permitia que o controle químico exercido pelo sistema nervoso fizesse suas manobras pela a conservação da estrutura, levando futuramente a complicações de outra ordem, que a falta de gerenciamento sinalizava no acúmulo ou déficits de substâncias que afetavam dinamicamente o equilíbrio do organismo.

Walter Gaskell (1847 a 1914) e John Laugley (1852 a 1925) descreveram o setor nervoso envolvido em funções como o controle do fluxo sanguíneo e do ritmo cardíaco; estudo que gerou os primeiros indícios para a caracterização do sistema nervoso autônomo. No qual, no século XX, Walter Cannon (1871 a 1945) demonstrou o processo de regulagem do meio interno do corpo.

Através de raios-X os mecanismos de digestão, em 1912 foram estudados por Cannon. Descobrindo-se que as contrações do estômago geravam a dor da fome e que durante uma excitação emocional, essa dor se cessava. A partir desta observação Cannon se orientou para o estudo do sistema nervoso, percebendo mecanismos de funcionamento autônomos.

Ele fez uma vasta documentação sobre o sistema nervoso simpático e a medula adrenal na produção de adrenalina e noradrenalina. Mostrou que a excitação emocional é associada a uma ativação global do sistema nervoso simpático. A pressão arterial sobe com a liberação de adrenalina na corrente sanguínea pela medula adrenal, resultando em menor quantidade de fluídos para as vísceras e mais para os músculos, com o objetivo de uma melhor reação ao estímulo.

Novos experimentos de Cannon sugeriam que o sistema simpático adrenal é responsável por ajustes viscerais finos adequados à preservação de um indivíduo pela mobilização de recursos fisiológicos. O livro de Cannon sobre homeostasia (“reações fisiológicas coordenadas que mantêm constante a maioria dos estados do corpo ... e que são características do organismo vivo.”) intitulado ***A sabedoria do Corpo***, descreve bem as descobertas neste sentido.

Doutora Herculano deixa bem claro que hoje o sistema nervoso autônomo é concebido como um efetor de um sistema homeostático maior, controlados por vários núcleos do tronco encefálico, hipotálamo e prosencéfalo basal, abastecidos por sinais contínuos de várias partes do organismo.

Também se sabe que os pontos de ajuste homeostático podem sofrer mudanças ao longo da vida e ser influenciado pelo contexto em que os mecanismos sensitivos sofrem atuação. Em 1998 Steven Rose propôs o uso da palavra ***homeodinâmica*** para representar homeostasia por perceber a influência temporal do ajuste homeostático.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [220] – O Sistema Nervoso Autônomo tem Divisões**

A divisão clássica do sistema nervoso autônomo é o sistema nervoso simpático e o sistema nervoso parassimpático. Derivados do grego: “harmonia, solidariedade” profusamente relacionado com a função homeostática.

Este sistema é formado por axônios que emergem do sistema nervoso central que fazem terminações com nervos periféricos nos gânglios ou em plexos nas paredes das vísceras. Os axônios das vísceras inervam em estruturas efetoras.

Os neurônios centrais e seus axônios são chamados neste sistema de pré-ganglionares e os periféricos de pós-ganglionares. A diferença básica entre sistema nervoso simpático e parassimpático é que os axônios pré-ganglionares curtos, no sistema nervoso simpático, terminam em gânglios na proximidade da coluna vertebral e os axônios pós-ganglionares longos são projetados para órgãos específicos (alvos). E os axônios pré-ganglionares longos, no sistema nervoso parassimpático, terminam em gânglios longe da coluna vertebral e os axônios pós-ganglionares curtos são projetados para órgãos específicos (alvos).

No sistema motor somático o neurônio eferente central - motoneurônio -, inerva diretamente o músculo estriado. Não ocorre divergência periférica através de sinapses ganglionares no sistema motor somático, ao contrário do sistema nervoso autônomo. Este último permite que um único neurônio pré-ganglionar possa se conectar com inúmeros neurônios pós-ganglionares.

Tanto no sistema motor somático, quanto no sistema nervoso autônomo existe a presença de sinapses modificadas entre o neurônio pós-ganglionar e a estrutura-alvo (fibra lisa muscular ou célula glandular).

As fibras simpáticas e parassimpáticas no território-alvo sofrem variações sequenciais geralmente não-contíguas em relação às células-alvo, o contrário é percebido nas sinapses musculares.

As varicosidades possuem inúmeras vesículas que liberam neurotransmissores para o meio extracelular.

Lent aprofunda dizendo que as células-alvo apresentam receptores moleculares específicos para os neurotransmissores autonômicos, mas não há especializações pós-sinápticas. A difusão dos neurotransmissores é em longas distâncias (micrômetros), onde poucas distâncias são medidas por nanômetros, de uma fenda sináptica normal, para abastecer uma rede de receptores próximo, que serve para se auxiliar a estrutura funcional do sistema nervoso autônomo difusa e extensa. O termo, sinapse não direcionada, é utilizada para qualificar os contatos neuroefetores do sistema nervoso autônomo.

Walter Cannon cunhou o termo fight or flight (lutar e fugar) para significar a função para o sistema nervoso simpático. E o termo rest and digest (repousar e digerir) para significar a função para o sistema nervoso parassimpático. Hoje aceito parcialmente porque o sistema nervoso sináptico também participa da homeostasia de repouso e o parassimpático da homeostasia de emergência. Ambas atuam no funcionamento orgânico.

A divisão gastroentérica possui inúmeros neurotransmissores e receptores, uma variedade imensa de neurônios, e pequenos gânglios ou plexos densamente interconectados. Formam uma rede que desperta a motilidade digestória e vascular. Essa divisão entérica é uma rede multissináptica sob o comando do sistema nervoso autônomo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [221] – Organização da Divisão Simpática**

Sobre a coluna intermédia da medula estão a maioria dos somas dos neurônios pré-ganglionares simpáticos humanos, bilateralmente entre os segmentos T1 e L2. São pequenos neurônios que emitem axônios mielínicos finos.

As vísceras torácicas, os vasos sanguíneos, as glândulas sudoríparas e os músculos piloeretores são controlados por axônios que emergem das raízes ventrais com os axônios motores somáticos, criando um desvio conhecido por ramo comunicante branco e entram em um dos gânglios paravertebrais em ambos os lados da coluna formando sinapses com células pós-ganglionares.

As vísceras abdominais são controladas por axônios pré-ganglionares semelhante ao caminho do ramo comunicante branco, mas perpassam os gânglios paravertebrais sem interrupção formando sinapses com gânglios pré-vertebrais.

Nos dois casos descritos nos parágrafos anteriores, cada fibra sináptica pré-ganglionar inerva uma dezena de neurônios pós-ganglionares no gânglio ou vizinhanças.

Troncos nervosos interconectam os gânglios paravertebrais por onde passam ramos ascendentes e descendentes das fibras pré-ganglionares, formando duas cadeias laterais em cada lado da coluna vertebral responsáveis pela modulação e transmissão funcional da informação do neurônio pré-ganglionar para o pós-ganglionar.

Não existe uma ordenação aparente para os gânglios pré-vertebrais, não formando, portanto, cadeias, por isto são conhecidos pelo termo plexos, que formam no geral estruturas ímpares e não bilaterais. Os plexos são mais complexos, contêm fibras aferentes viscerais e interneurônios, que estabelece um controle ligado aos plexos intramurais (divisão gastroentérica) das vísceras digestórias.

Lent aprofunda sinalizando que os axônios pós-ganglionares simpáticos são amielínicos e muito finos e emergem dos gânglios através dos ramos comunicantes cinzentos reunindo-se a nervos mistos ou formam nervos exclusivos autonômicos.

A segmentação da cadeia ganglionar vertebral gera um gânglio para cada segmento no controle das estruturas da pele do tronco e dos membros na forma de vasos, glândulas e pelos. Ao contrário dos gânglios cervicais que se fundem na fase de desenvolvimento, que não refletem a segmentação (gânglios maiores). Seus axônios inervam estruturas da cabeça e algumas vísceras torácicas. Os gânglios pré-vertebrais, não acompanham a segmentação vertebral, e possuem vísceras abdominais e pélvicas.

A medula da glândula adrenal deriva, embrionariamente, da crista neural atípica, desprovida de prolongamentos e secretam catecolaminas, sua forma principal de adrenalina. Ela recebe inervação pré-ganglionar simpática cujos gânglios são parecidos com a divisão autonômica. Suas células secretoras são neurônios pós-ganglionares que o neurotransmissor estabelece uma ação de vínculo à distância pela circulação sanguínea; o resultado é a amplificação e generalização dos efeitos locais da ativação simpática.

Quadro dos gânglios simpáticos e seu alvos:

**Cadeia ou grupo Paravertebral**

#Gânglio cervical superior ou plexo solar

Tem como principais alvos a musculatura liso dos olhos, vasos dos músculos cranianos e vasos cerebrais, glândulas salivares, lacrimais e sudoríparas.

# Gânglio cervical médio

Tem como principais alvos a musculatura estriada do coração, musculatura lisa dos pulmões e brônquios.

# Gânglio cervical inferior ou estrelado

Tem como principais alvos a musculatura estrida do coração, musculatura lisa dos pulmões e brônquios

# Gânglios torácicos

Tem como principais alvos a musculatura estriada do coração, musculatura lida dos pulmões e brônquios, vasos sanguíneos e pelos do tórax e dos membros superiores, glândulas sudoríparas.

# Gânglios lombares

Tem como principais alvos a musculatura lisa dos vasos sanguíneos e pelos do abdome e dos membros inferiores, glândulas sudoríparas.

# Gânglio sacros

Tem como principais alvos a musculatura lisa dos vasos sanguíneos e pelos do abdome e dos membros.

**Cadeia ou grupo Pré-vertebral**

# Gânglio celíaco

Tem como principais alvos a musculatura lisa e glândulas do estômago, fígado, baço, rins e pâncreas.

# Gânglio mesentérico superior

Tem como principais alvos a musculatura lisa e glândulas do intestino delgado e colo ascendente.

# Gânglio mesentérico inferior

Tem como principais alvos a musculatura lisa e glândulas de parte do colo transverso.

# Gânglio pélvico-hipogástrico

Tem como principais alvos a musculatura lisa e glândula do colo descendente e vísceras pélvicas.

# Gânglio medula adrenal

-

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [222] – Organização da Divisão Parassimpática**

No sistema nervoso parassimpático os neurônios pré-ganglionares estão situados em dois setores bem distintos: um conjunto de núcleos do tronco encefálico e a coluna intermédia da coluna sacra dos segmentos S2 a S4. A divisão parassimpática também recebe o nome de divisão craniossacra do sistema nervoso autônomo.

Os neurônios pré-ganglionares parassimpáticos relacionam com os nervos cranianos:

- Nervo craniano oculomotor (III);

- Nervo facial (VII);

- Nervo glossofaríngeo (IX);

- Nervo vago (X).

Nos nervos III, VII e o IX suprem a inervação da cabeça e o nervo vago (X) é responsável pela inervação de todo o corpo, exceto a região pélvica inervada pelos neurônios pós-ganglionares sacros.

Os gânglios parassimpáticos se posicionam próximos dos alvos correspondentes, são estruturas arredondadas e bem delimitadas. Atrás do globo ocular está o gânglio ocular, super próximo ao nervo óptico e o pterigopalatino fica dentro do osso craniano, perto da mucosa nasal e da mucosa oral, e o mandibular e o ótico fica perto das glândulas salivares.

O nervo vago e seus ramos inervam os neurônios pós-ganglionares do corpo, situam-se nas proximidades dos gânglios ou plexos na região ou dentro da parede das vísceras torácicas e abdominais.

Os nervos parassimpáticos esplâncnicos inervam os neurônios pós-ganglionares pélvicos cuja origem é a coluna intermédia sacra.

O descrito nos dois últimos parágrafos ambos os gânglios são menores, mais numerosos e muito interconectados e recebem o nome de plexos, onde alguns posicionam-se fora das vísceras correspondentes (ex.: gânglios cardíacos), mas a maioria está no interior das paredes viscerais na formação dos plexos intramurais contendo neurônios sensoriais e interneurônios interconectados.

A musculatura lisa do trato gastrointestinal é inervada pelos neurônios pós-ganglionares que se responsabilizam pelos movimentos peristálticos que protelam o bolo alimentar. A atuação modulada é organizada por outros neurônios que formam o plexo.

**Os núcleos parassimpáticos, seus gânglios e seu alvos:**

**Núcleo pré-ganglionar acessório do nervo oculomotor (ou Núcelo de Edinger-Vestphal)**

Fibra Pré-ganglionar: Nervo oculomotor (III)

Gânglio: Ciliar

Alvos: Músculos ciliar e circular da íris.

**Núcleo salivatório superior**

Fibra Pré-ganglionar: Nervo facial (VII)

Gânglio: Pterigopalatino e Submandibular

Alvos: Pterigopalatino (glândulas lacrimais e mucosas nasais e palatais) e Submandibular (Glândulas salivares e mucosas orais)

**Núcleo salivatório inferior**

Fibra Pré-ganglionar: Nervo glossofaríngeo (IX)

Gânglio: ótico

Alvos: Parótida e mucosas orais.

**Núcleo dorsal do vago e núcleo ambíguo ou ventral do vago**

Fibra Pré-ganglionar: Nervo vago (X)

Gânglio: Gânglios parassimpáticos e plexos intramurais

Alvos: Musculatura lisa e glândulas das vísceras torácicas (respiratórias e digestórias) e abdominais (digestórias até o colo ascendente), musculatura estriada da faringe, laringe e esôfago, musculatura estriada do coração.

**Coluna intermédia sacra (S2 e S4)**

Fibra Pré-ganglionar: Nervo esplâncnicos pélvicos

Gânglio: Plexo pélvico

Alvos: Colos transverso e descendente, vísceras pélvicas

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [223] – Divisão Gastroentérica**

Existe nos seres humanos em seu trato gastrointestinal um número estimado de 80 a 100 milhões de neurônios nas paredes das vísceras. A quantidade é comparável a quantidade de células neurais presentes na medula espinhal.

Esses neurônios gastrointestinais podem ser segmentados em dois grandes grupos: mioentérico ou plexo de Aubach; e, submucoso ou plexo de Meissner. O grupo mioentérico é localizado entre as camadas circular e longitudinal do músculo liso. Já o submucoso é localizado entre a camada circular do músculo liso e a camada mucosa.

O controle da musculatura lisa é exercido por neurônios eferentes. Também existem neurônios que comandam as glândulas produtoras de muco e neurônios que regulam o diâmetro dos vasos locais. Neurônios sensoriais que medem as tensões sobre as paredes gastrointestinais. E neurônios sensíveis a sinais químicos proveniente da luz das vísceras.

Lent aprofunda que os movimentos peristálticos obedecem a uma sequência ordenada. O relaxamento da região onde está o bolo alimentar é relacionado ao trânsito de alimentos da musculatura lisa em torno desta região, mas a parede demonstra tensão de estiramento devido a presença do bolo. Dois anéis, um de constrição da parede, e outro anel de relaxamento, conhecidos pelo termo genérico de esfíncteres, segmentam o bolo alimentar em uma porção anterior e posterior. O anel de constrição propele o bolo para seguir o fluxo no sentido do reto, projetando um deslocamento dentro da via gastrointestinal.

Os neurônios mecanorreceptores dos plexos detectam o estiramento da parede causado pela chegada do bolo alimentar. Assim, a musculatura lisa distal, por intermédio de seu anel de relaxamento, através de interneurônios desencadeia um processo inibitório e a constrição da musculatura (o anel de constrição) projeta o bolo alimentar no sentido do reto. O efeito do anel de relaxamento e do anel de constrição permite a ocorrência da peristalse.

A falta de inervação das fibras pré-ganglionares e pós-ganglionares na divisão gastroentérica não cessam os movimentos peristálticos, mas o fazem perder o ritmo e se tornam mais desordenados.

A região gastroentérica é um pouco independente do sistema nervoso autônomo, sendo este último o responsável por um certo desencadeamento de ritmo excretório. O sistema nervoso autônomo concatena sua operação não apenas com informações que partem de todo o organismo, mas também informações emocionais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [224] – O Organismo sob Controle**

O controle exercido pelo sistema nervoso autônomo do organismo humano dispõe de dois módulos de coordenação: um modo reflexo e um modo de comando.

O modo reflexo age em cada órgão ou sistema orgânico pelo encaminhamento de informações específicas de cada um deles e a programação e a execução de uma resposta para cada exigência funcional. Um habito de alimentação, pode desencadear sobre o sistema gastroentérico o acionamento dos comandos parassimpáticos pode sinalizar que um conteúdo alimentar já preencheu as paredes do estômago, e isto indicar uma necessidade de acionar neurônios e seus efetores para lubrificar, dissolver, digerir e propelir adiante o bolo alimentar. De forma que se possa elevar a produção de muco, enzimas digestórias, ácido clorídrico e fibras musculares lisas.

O modo de comando envolve a ativação do sistema nervoso autônomo pelas regiões corticais ou subcorticais, em que efeitos voluntários podem também se manifestar.

Assim quando alguém está enamorado por outra pessoa, quando o objeto de desejo se enquadra dentro do campo de visão do (a) proponente a observação do ser amado acelera os batimentos cardíacos e pode provocar deslocamentos de ereção genital. Pode-se pensar dentro deste contexto uma elevação dos batimentos cardíacos no sentido emocional de preparação do indivíduo para um acasalamento e uma elevação da pressão arterial que faz entender o acionamento da divisão simpática, e um processo de vasoconstrição do sistema cardiorrespiratório quando a constatação de correspondência sensorial ativa a divisão parassimpática, que permite aquietar a mente quanto aos critérios de aceitação e término da postura de acasalamento foram concretizados.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [225] – Os Efetores**

As células ou órgãos que fornecem respostas a uma mensagem química fornecida por uma vida sináptica são chamadas de efetores. Elas podem ser disfusionais ou através da circulação sanguínea de efeito hormonal.

Os efetores precisam reconhecer receptores específicos capazes do reconhecimento dos mensageiros químicos que despertam a funcionalidade.

Os efetores do sistema nervoso autônomo recebem mensagens difusas porque os neurotransmissores e neuromoduladores das fibras pós-ganglionares, em sua maioria, são liberados no meio extracelular, difundidos por um gradiente até os receptores. Deve haver uma proximidade entre axônios e efetores, para que os mensageiros possam reagir à necessidade de captação dos receptores.

São dois, os tipos de receptores autonômicos: células secretoras (glandulares) e células contráteis (musculares ou miopiteliais). Elas podem estar agrupadas na forma de um órgão (ex.: pâncreas) ou estar presente em tecidos sem formar isoladamente um órgão (ex.: parede do trato gastrointestinal).

Os dois tipos de efetores descritos podem aparecer num mesmo órgão ou estrutura cooperada. (ex.: glândulas sudoríparas e lacrimais).

No caso da medula adrenal, as cromafins (secretam adrenalina e noradrenalina e distribuídas na corrente sanguínea), que são células secretoras, são neurônios pós-ganglionares modificados. Essas células são classificadas como neurônios porque o seu surgimento embrionário é na crista neural. O fato de serem modificados é a inexistência de dendritos e nem axônios em sua morfologia. Elas possuem função glandular. Por esta razão a medula adrenal é uma glândula endócrina, segundo Lent. A secreção sistêmica das cromafins de suas catecolaminas reforça a atuação simpática em situações de emergência.

Os efetores glandulares têm ação autonômica de dois tipos:

I – diretamente sobre as células secretoras (produção e liberação de secreção); e,

II – indiretamente sobre a rede vascular da glândula (alteração no fluído e volume da secreção).

A atividade parassimpática das glândulas salivares provoca uma secreção fluída e copiosa. Na simpática, produz uma saliva viscosa e rica em amilase.

As fibras musculares lisas são exemplos de efetores contráteis, elas promovem a motilidade do trato gastrointestinal, das vias respiratórias, do cristalino, da íris do olho, dos dutos urinários e da bexiga, conforme ilustra Lent, bem como vários dutos glandulares, dos corpos cavernosos e, da rede arterial e venosa. Tais fibras são fusiformes e bem mais curtas que as estriadas esqueléticas.

O acoplamento juncional das fibras musculares lisas e miocárdicas sincroniza uma contração a partir do envolvimento de um grande número de fibras. As proteínas contráteis são semelhantes as fibras estriadas, porém irregulares (dispersas no citoplasma). A contração é uma influência do citoesqueleto, que encurta a célula como um todo. Existe o efeito combinado da interação de vários citoesqueletos responsáveis pelo encurtamento das fibras.

A ativação autonômica também contribui para a contração das células musculares. Ou a contração pode ocorrer de forma espontânea, caso em que as fibras são chamadas de marcapassos fornecendo ritmo à motilidade da víscera.

A motilidade não é perdida quando as fibras são desnervadas, sendo o que é perdido é o ritmo dos movimentos. Gera-se neste caso uma desordem e diminuição da eficiência do músculo visto por graves distúrbios funcionais. Esse efeito no trato gastrointestinal faz uma pessoa perder a habilidade de excreção de suas fezes.

As células marcapassos do coração ficam localizadas nos nódulos sinoatrial e atrioventricular. O ritmo cardíaco é controlado por essas fibras finas musculares numericamente inervadas, em maior concentração que do miocárdio comum.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [226] – Estratégias de Controle**

O sistema nervoso autônomo emprega diferentes estratégias para comandar os efetores indiferente do modo de controle: reflexo ou de comando, o que permite regular com precisão dos órgãos através de sua função, que às vezes pode ser necessária seja de forma fina ou grosseira.

A divisão simpática e parassimpática, muitas vezes está presente na maioria dos órgãos do corpo humano, de forma que os axônios pós-ganglionares podem modular o efeito final através de interação. Lent traz o conhecimento de que a interação pode ser antagonista ou sinergista. Sendo a primeira a mais comum.

Na estratégia antagonista uma atividade que tenha desenvolvimento crescente na divisão simpática terá um correspondente parassimpático decrescente. E vice-versa.

Na estratégia sinergista uma atividade que tenha desenvolvimento crescente na divisão sináptica terá um correspondente parassimpático crescente. E na relação oposta seguirá a mesma lógica estruturada.

Lent ilustra com o funcionamento do coração, que é um órgão inervado por fibras pós-ganglionares simpáticas dos gânglios cervical inferior e torácicos mais altos, e por fibras pós-ganglionares parassimpáticas. Uma estimulação elétrica das fibras autonômicas do lado da estimulação simpática provoca taquicardia, e do lado parassimpático a bradicardia. Se acelerar o coração a atividade simpática cresce e a parassimpática diminui.

Na visão, a estratégia antagonista, uma ativação simpática provoca dilatação pupilar (midríase) pela contração das fibras musculares lisas radiais da íris, conforme Lent, e a ativação parassimpática provoca constrição da pupila (miose) pela contração das fibras circulares. Desta forma cria-se um mecanismo de regulagem pupilar.

No sistema respiratório o simpático provoca a broncodilatação e o parassimpático a construção brônquica.

Na bexiga a ativação parassimpática causa o esvaziamento vesical pela contração da musculatura lisa e do relaxamento do esfíncter interno, na divisão simpática provoca o relaxamento da musculatura e o fechamento do esfíncter no sentido do enchimento.

Lent deixa claro que a estratégia sinergista é mais rara. E seu exemplo mais conhecido é o da inervação das glândulas salivares que recebem fibras simpáticas e parassimpáticas, porém quando ambas divisões são acionadas provoca a secreção salivar.

Um exemplo de estratégia exclusiva é dos vasos sanguíneos. A musculatura lisa vascular é inervada só pela divisão simpática cuja fibra na condição de tônus simpático, ou tônus vascular, mantém a sua condição normal. Deste sistema se constrói um regulador da pressão arterial e do fluxo sanguíneo através da variação do tônus simpático pelo desencadeamento da vasoconstrição ou vasodilatação, para este caso.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [227] – A Neuroquímica Autonômica**

A maioria dos órgãos é controlada pela estratégia antagonista. Existe uma diferença entre a organização do sistema neuromuscular esquelético e cardíaco. O primeiro faz a contração muscular, por meio de potencias de ação excitatórios. O segundo, movimentam tecidos moles com características mecânicas.

Os receptores colinérgicos das fibras musculares esqueléticas na membrana pós-sináptica da placa motora são do tipo nicotínico despolarizados. Neste mecanismo a inibição parte da influência de interneurônios. Os músculos são distribuídos em articulações, no qual gera o efeito agonista e sinergista de alguns tipos de músculos e o efeito antagonista sobre outros tipos de músculo. Assim, o sistema motor somático ao adotar uma estratégia agonista vai depender da distribuição dos músculos nas articulações e não irá depender das fibras eferentes.

As fibras musculares cardíacas e lisas são comandadas por motoneurônios e conforme dito antes elas não movimentam articulações, apenas tecidos moles, e não ossos articulados. A íris do olho sofre coordenação de fibras musculares radiais e circulares. Mas o trato gastrointestinal e o coração coexistem um sistema duplo: agonista e antagonista. Graças as diferenças neuroquímicas na disposição dos efetores, diferentes neurotransmissores são responsáveis por separar a divisão em sináptica e parassimpática.

Grande parte das sinapses de neurônios pré-ganglionares e pós-ganglionares da divisão simpática e parassimpática é do tipo colinérgico havendo o emprego da acetilcolina como principal neurotransmissor para os receptores pré-ganglionares. Já os receptores pós-ganglionares são nicotínicos e muscarínicos. Existem gânglios de sinapses noradrenérgicas, dopaminérgicas e substância P.

O principal neurotransmissor da divisão sináptica é a noradrenalina. E o principal neurotransmissor da divisão parassimpática é a acetilcolina. Os dois períodos anteriores não trazem verdades absolutas porque as células efetoras apresentam diferentes tipos de receptores moleculares e as fibras pós-ganglionares possuem diversos neuromoduladores peptídeos.

A variedade neuroquímica gera diferentes efeitos de ativação para diferentes alvos de uma mesma divisão autonômica.

A vantagem farmacêutica é a possibilidade de administrar medicamentos específicos que apenas causam reação no órgão específico.

No caso da inervação sináptica do coração e dos vasos sanguíneos, os receptores cardíacos são adrenérgicos do tipo β. Os receptores dos vasos sanguíneos são receptores adrenérgicos do tipo α. Assim, podem ser produzidos medicamentos para vasodilatação ou somente para a frequência cardíaca. Existem subtipos β: no coração a predominância é do tipo β1; nas fibras musculares lisas dos brônquios é do tipo β2; o tecido adiposo a predominância é o tipo β3.

Na divisão parassimpática a variedade de receptores colinérgicos prevalece o muscarínico (M), onde existem quatro subtipos: M1 gera predomínio sobre as glândulas do trato gastrointestinal; M2 gera predomínio no miocárdio e nas fibras musculares lisas em geral; M3 predomina nas glândulas salivares e lacrimais; e, M4 atua na divisão entérica do sistema nervoso autônomo.

Os neuromoduladores possuem em maior diversidade dentro do sistema nervoso autônomo, que podem se apresentar como peptídeos: neuropeptídeo Y, galanina, dinorfina, peptídeo intestinal vasoativo, ... ou outras formas como purinas, adenosina, ATP e o óxido nítrico.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [228] – A Sintonia dos Órgãos**

Cada órgão possui um ritmo certo, uma afinação adequada, uma sintonia de pausas e entradas e um nivelador de funcionamento conhecido como emoção. Por isto o funcionamento de um órgão pode ser organizado na forma de uma partitura, que distintos tons, o maestro: sistema nervoso autônomo; desencadeia uma coordenação para seu funcionamento conjunto.

Porém, essa sinfonia pode receber influências através de outros sistemas, na forma de uma plateia que também tem capacidade de interagir com os músicos e também com os regentes. Portanto Lent conclui esta analogia sintetizando o conhecimento que essa orquestra de órgãos possui um maestro coletivo: a rede autonômica central.

A via final comum dos sistemas eferentes do comando dos órgãos são os neurônios pós-ganglionares, suas estações neurais de controle formam uma hierarquia descendente, onde as estações superiores regulam as inferiores. Como também existe um sistema ascendente de informações viscerais em operações dos centros de controle para responder ao ambiente externo e interno.

O primeiro nível hierárquico é formado pelo corno lateral da medula e alguns núcleos do tronco encefálico (neurônios pré-ganglionares). No tronco encefálico, ao lado destes neurônios, estão neurônios que controlam o coração, a respiração e a digestão.

O núcleo do trato solitário recebe aferentes que participam de diversos reflexos: cardiovasculares, respiratórios e digestórios; este órgão é essencial neste sistema e é um nível hierárquico imediatamente superior da rede autonômica central de função reticular, na produção de reflexos emergenciais e resposta a informações periféricas (ex.: tosse, vômito e expulsão de coisas irritantes).

O núcleo parabraquial e o hipotálamo, que são áreas no mesencéfalo e diencéfalo é o nível hierárquico imediatamente acima. Eles recebem conexões ascendentes do núcleo do trato solitário que se conecta com o tálamo, córtex e amíigdala. Neste nível é estabelecido a articulação dos reflexos específicos com as reações homeostáticas gerais (ex. reação de medo). Comportamentos menos emergenciais despertam funcionalidades no hipotálamo, tais como os comportamentos motivados (ex.: fome e sede).

O nível hierárquico mais elevado de controle dos órgãos: o córtex cerebral e as regiões prosencefálicas como por exemplo, a amígdala, ou outros órgãos como o córtex cingulado, córtex insular posterior, estes últimos responsáveis pela apreciação consciente das sensações viscerais e do paladar, segundo Lent.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [229] – Ações da Divisão Simpática e da Divisão Parassimpática**

**Órgão ou Tecido**: Bexiga

**Ativação Simpática**: Enchimento (relaxamento da musculatura lisa e contração do esfíncter interno

**Ativação Parassimpática**: Esvaziamento (contração da musculatura lisa e e relaxamento do esfíncter interno)

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Brônquios

**Ativação Simpática**: Broncodilatação (relaxamento da musculatura lisa)

**Ativação Parassimpática**: Broncoconstrição (contração da musculatura lisa)

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Coração

**Ativação Simpática**: Taquicardia e aumento da força contrátil

**Ativação Parassimpática**: Bradicardia e diminuição da força contrátil

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Cristalino

**Ativação Simpática**: Acomodação para longe (relaxamento do músculo ciliar)

**Ativação Parassimpática**: Acomodação para perto (contração do músculo ciliar)

**Mecanismo**: Antagonismo

**Órgão ou Tecido**: Esfíncteres digestórios

**Ativação Simpática**: Fechamento (contração da musculatura lisa)

**Ativação Parassimpática**: Abertura (relaxamento da musculatura lisa)

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Fígado

**Ativação Simpática**: Aumento da liberação de glicose

**Ativação Parassimpática**: Armazenamento de glicogênio

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Glândulas digestórias

**Ativação Simpática**: Diminuição da secreção

**Ativação Parassimpática**: Aumento da secreção

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Glândulas lacrimais

**Ativação Simpática**: Lacrimejamento (vasodilatação e secreção)

**Ativação Parassimpática**: Diminuição do lacrimejamento (vasoconstrição)

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Glândulas salivares

**Ativação Simpática**: Salivação viscosa

**Ativação Parassimpática**: Salivação fluida

**Mecanismo**: Sinergista

**Órgão ou Tecido**: Glândulas sudoríperas

**Ativação Simpática**: Sudorese

**Ativação Parassimpática**: -

**Mecanismo**: Sinergista ou exclusivo

**Órgão ou Tecido**: Íris

**Ativação Simpática**: Medríase (contração das fibras radiais)

**Ativação Parassimpática**: Miose (contração das fibras circulares)

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Órgãos linfoides (timo, baço e linfonodos)

**Ativação Simpática**: Imunossupressão (redução da produção de linfócitos)

**Ativação Parassimpática**: Imunoativação (aumento da produção de linfócitos)

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Pâncreas endócrino

**Ativação Simpática**: Redução de secreção de insulina

**Ativação Parassimpática**: Aumento da secreção de insulina

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Pênis e clitóris

**Ativação Simpática**: Supressão da ereção e do intumescimento após o organismo

**Ativação Parassimpática**: Ereção e intumescimento (vasodilatação)

**Mecanismo**: Antagonista

**Órgão ou Tecido**: Tecido adiposo

**Ativação Simpática**: Lipólise e liberação de ácidos graxos

**Ativação Parassimpática**: -

**Mecanismo**: Exclusivo

**Órgão ou Tecido**: Trato gastrointestinal

**Ativação Simpática**: Diminuição do peristaltismo (relaxamento da musculatura lisa)

**Ativação Parassimpática**: Ativação do peristaltismo (contração da musculatura lisa)

**Mecanismo**: Antagonismo

**Órgão ou Tecido**: Vasos sanguíneos em geral

**Ativação Simpática**: Vasoconstrição

**Ativação Parassimpática**: -

**Mecanismo**: Exclusivo

**Órgão ou Tecido**: Vasos sanguíneos pélvicos e de algumas glândulas (salivares, digestórias)

**Ativação Simpática**: Vasoconstrição

**Ativação Parassimpática**: Vasodilatação

**Mecanismo**: Antagonista

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [230] – O Controle da Digestão**

Desde quando uma pessoa sente fome até a eliminação de parte do conteúdo na forma de resíduos durante o trajeto do bolo alimentar (cocô), vários processos e eventos ocorrem dentro do organismo humano.

O despertar da fome e sede, são eventos antecipatórios à digestão que provocam ativação autonômica, que pode resultar em ativação salivar, gástrica e movimentos peristálticos no estômago.

Sequências voluntárias são ativadas quando o alimento é deslocado e posicionado sobre a boca, através de movimentos de mastigação comandados por aferentes gustatórios dos nervos fácil (VII), glossofaríngeo (IX) e vago (X) que fornecem dados e informações ao núcleo do trato solitário a presença e composição da comida. Onde indiretamente suas fibras pré-ganglionares parassimpáticas vagais ativam a secreção salivar.

O alimento mastigado, fracionado e fragmentado, além de umedecido e encaminhado para o esôfago. Neste nível, coordenações voluntárias e involuntárias fazem o fechamento da passagem respiratória para a passagem do alimento. Um terço das fibras musculares do esôfago são fibras musculares estriadas, os segmentos mais abaixo são fibras lisas. Os comandos autonômicos seguintes têm predominância parassimpática que ativam plexos intramurais para o surgimento de movimentos peristálticos para que o bolo alimentar seja encaminhado para os próximos estágios da ingestão. Nesta etapa as glândulas mucosas passam a entrar em ativação, vistas como um facilitador para o deslocamento do bolo alimentar. Ao todo Lent relaciona seis etapas:

I – Mecanorreceptores sensíveis ao estiramento da parede visceral detectam a presença do bolo alimentar;

II – As glândulas com ação lubrificantes e solubilizantes de ativação parassimpática ativam a saliva e o muco de todo o trato;

III – Movimentos peristálticos são acionados parassimpaticamente e intramuralmente em resposta a ativação sensorial (ativam uma região de relaxamento receptivo e uma região de contração proximal);

IV – Comandos coordenados da divisão simpática, parassimpática e intramural fornecem a abertura e fechamento dos esfíncteres;

V – Acionamento das glândulas digestórias da parede gastrointestinal de ativação parassimpática e intramural e de órgãos separados (pâncreas e fígado);

VI – Controle sináptico da interrupção da motilidade e da secreção.

O sistema parassimpático trabalha em conjunto com o sistema simpático, intramural no sistema digestório. O peptídeo intestinal vasoativo (VIP) tem participação muito importante no comando do peristaltismo e do movimento dos esfíncteres.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [231] – Neuropeptídeos em todo o Corpo**

O Professor-titular do Departamento de Anatomia, Instituto de Ciências Biomédicas, da Universidade de São Paulo Jackson C. Bittencourt em seu artigo fala que as proteínas neurais, na forma de neuropeptídeos, são sequências específicas de aminoácidos. No passado já foram associados à emoção, cura ou moléculas mensageiras.

Charles Stevens escreveu: “pelo menos três dos sete pecados capitais são mediados por neuropeptídeos”. Além do sistema nervoso, os neuropeptídeos estão presentes no sistema imunitário, sistema digestório e sistema circulatório.

Além de estarem, os neuropeptídeos correlacionados aos neurônios, também estão correlacionados aos gliócitos. Em neurônios, o Doutor Bittencourt relaciona quatro funcionalidades:

I – Atuam como neuromodulares;

II – Atuam como neurotransmissores (noradrenalina, ácido gama-aminobutírico, somatostatina, encefalina e inibina beta);

III – Atuam como moléculas mensageiras entre distinta partes do corpo humano (colecistocinina); e,

IV – Atuam como fatores de liberação ou inibição de neurohormônios (corticotrofina [CRF]).

Doutor Bittencourt propôs um projeto de procura do hormônio concentrador de melanina (MCH) em mamífero em seu curso de pós-Doutorado, onde descobriu o MCH em ratos. Com os trabalhos de Danqing Qu descobriu-se que o MCH é um neuropeptídeo com função orexígena, ou seja, é capaz de provocar fome. Essa descoberta gerou o interesse pela comunidade internacional do MCH e ao final de 1990 os receptores e os antagonistas já estavam identificados.

No laboratório de Sawchenko (1995 a 1996) Doutor Bittencourt participou da descoberta do segundo membro da família do CRF de neuropeptídeos, a urocortina-1 que faz junção com o receptor CRF2 (preferencial) e o CRF1.

O CRF e a urocortina-1 aumentam a liberação de ACTH desencadeando uma vasodilatação. A urocortina-1 é encontrada no núcleo de Edinger Westphal e no núcleo lateral superior da oliva. A suspeita, em 2012, é que esta substância participa de respostas ao estresse.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [232] – O Controle da Circulação Sanguínea**

Tanto vasos sanguíneos como o coração estão envolvidos no processo de circulação do sangue. O sistema digestório, por sua vez, apresenta ciclos de motilidade e secreção de acordo com as ingestões por alimentos. O sangue deve estar em constante movimento no sistema circulatório. Uma das grandes diferenças entre o sistema circulatório e o sistema digestivo é que o primeiro é fechado, e o segundo é aberto, na forma de um grande duto que trafega e faz o processamento do alimento a fim de conduzir para uma saída. O sague, por sua vez circula continuamente dos tecidos para o coração e deste para os tecidos.

O coração é como se fosse uma bomba propulsora continuamente ativada, na forma de um sistema tubular de distribuição e coleta da rede vascular. Os átrios contraem-se antes dos ventrículos, com ausência de movimentos peristálticos, e ao final do processo, o sangue é ejetado para as artérias, no sentido da rede capilar e para tubulações mais grossas, conhecidas como veias, já no sentido contrário para fechar o ciclo no coração.

O controle da pressão e do fluxo do sangue é exercido pela regulação da frequência e da força de contração do coração, bem como também é vantajoso regular o diâmetro de certos vasos distribuidores, chamados de arteríolas (vasos de resistência) para controlar fluxos diferenciados de plasma para diferentes órgãos e partes do organismo. Quem regulamenta esta atividade é o sistema nervoso autônomo.

Mecanorreceptores situados na parede da aorta e das carótidas são responsáveis pela detecção direta da pressão arterial. Eles formam fibras aferentes que se ramificam dentro da parede arterial, que segundo Lent, o aumento do estiramento provoca a elevação da pressão arterial. Esses mecanorreceptores são chamados por barorreceptores devido a detecção da tensão das paredes vasculares e, estes, se encontram em gânglios parassimpáticos conectados ao nervo vago e glossofaríngeo e com terminação no núcleo do trato solitário.

O trato solitário atua de modo antagonista em relação a dois alvos: o núcleo dorsal e o núcleo ambíguo do nervo vago e os núcleos bulbares de controle simpático.

Uma elevação da pressão acarreta em elevação dos potenciais de ação dos barorreceptores e dos neurônios do trato solitário. Na sequência os neurônios pré-ganglionares vagais, do núcleo dorsal e do núcleo ambíguo, e inibição simultânea dos neurônios bulbares que controlam os pré-ganglionares simpáticos. Resultando em aumento da atividade parassimpática e diminuição da atividade simpática nos neurônios pós-ganglionares na conexão com o miocárdio, contribuindo para a diminuição da frequência, pressão e força contrátil cardíaca. Outro efeito é a diminuição da atividade simpática dos neurônios vasomotores, provocando a vasodilatação pelo relaxamento da parede dos vasos, e contribuindo para a redução da pressão (reflexo barorreceptor).

O sistema nervoso autônomo pode alterar os parâmetros cardiovasculares através da resposta reflexa, ou em situações comportamentais e emocionais. Estas duas últimas podem ser percebidas quando determinado fato faz disparar o coração ou um efeito antecipatório diante de uma situação de estresse. Essa coordenação é desencadeada por vias eferentes ligadas ao hipotálamo no sistema simpático que é responsável pela amplificação sistêmica pela secreção de catecolaminas pela medula adrenal facilitadoras de conexões adrenergéticas.

A distribuição regional do sangue pode ser organizada por meio de atividade física como uma forma do restabelecimento do controle autonômico do sistema cardiovascular. Uma distribuição de fluxo sanguíneo seletiva regional pode ser organizada para exercícios que trabalhem com a flexão de um ou poucos músculos. Lent explica que a distribuição local não apenas ativa topograficamente as vias vasomotoras simpáticas específicas, mas também se condiciona pela liberação de hormônios, neurotransmissores e outras substâncias vasoativas (**participação na circulação coronariana**: óxido nítrico, endotelina, bradicinina; **participação na circulação renal**: angiotensina II e a vasopressina; **participação na circulação das vísceras digestórias**: colecistocinina e a gastrina).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [233] – Controle da Respiração**

A ventilação pulmonar deve estar ajustada às condições metabólicas e ao comportamento do indivíduo que é a tarefa principal do sistema de respiração.

Os movimentos respiratórios realizam esta tarefa principal em parte, instituindo uma frequência e profundidade que deve sofrer influência de algum órgão de controle para regulagem.

Os músculos respiratórios são estriados esqueléticos sob o comando de motoneurônios medulares e controle de vias descendentes.

O tronco encefálico é o “topo” que determina os parâmetros de movimentos a partir de informações de quimiorreceptores localizados nas paredes das vias aéreas, carotídeas e aórticas.

A gênese do ritmo respiratório dentro de bases de equilíbrio necessita de coordenadas da fala, mastigação, deglutição, postura, movimentos corporais, e outros parâmetros.

A passagem de ar pelas vias aéreas é papel de exercício de controle por parte do sistema nervoso autônomo.

As divisões simpática (brocodilatação) e parassimpática (broncodilatação) inervam as paredes da árvore respiratória (brônquios) no qual controlam o diâmetro em sintonia com o fluxo de ar.

A divisão parassimpática utiliza receptores muscarínicos através das fibras musculares lisas. A divisão simpática pode ter efeito constritor pela ativação dos receptores β pela norodrenalina, ou, ter efeito dilatador pela ativação dos receptores α pela adrenalina. Outro exemplo é o neuropeptídeo VIP, o dióxido nítrico e a substância P que também exercem controle do diâmetro das vias aéreas.

Lent conclui que o ar respirado também sofre controle de glândulas secretoras de muco, responsáveis por filtrar o ar inspirado e proteger o epitélio alveolar.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [234] – Controle da Diurese e da Micção**

A formação da urina e sua excreção é a função essencial do sistema urinário. O sangue que passa pelos capilares que forma os glomérulos dos rins é transformado em urina, neste processo substâncias são coletadas e reabsorvidas, e a secreção resultante dos componentes ao longo dos túbulos renais gera o líquido que deve ser excretado (diurese). Os túbulos dão acesso a bexiga, que é um reservatório que é abastecido por um sistema de dutos canalizados pelos ureteres. A micção é a ação de excretar urina que é formada nos rins e armazenada na bexiga.

O controle da inervação simpática da formação da urina não é essencial para a diurese e micção. A divisão sináptica influi sobre a excreção urinária de íons de sódio, pela vasoconstrição que diminui o fluxo sanguíneo e filtragem glomerular pela estimulação da secreção hormonal renina, em que Lent aprofunda, ativa a produção de outros hormônios, que aumentam a reabsorção de íons de sódio pelos túbulos renais.

O controle da micção é exercido pelo sistema nervoso autônomo. Existem densas inervações parassimpáticas e simpáticas na bexiga atuantes sobre a musculatura lisa.

A posição de repouso da bexiga é o relaxamento, exceto seu esfíncter interno contraído. O tônus parassimpático é baixo, é o tônus simpático é alto (em condições basais). A diferença tonal permite o enchimento gradativo da bexiga. O estiramento da parede da bexiga é medido por mecanorreceptores que avisam, através do arco reflexo da micção, quando é a hora de urinar.

A formação do circuito de arco reflexo envolve os nervos espinhais dos segmentos mais inferiores da medula, conforme Lent. A bexiga vazia que tem uma expansão moderada da parede sinaliza à medula e ao tronco encefálico, que o tônus parassimpático deve estar baixo, e que o tônus simpático deve estar alto, gerando o efeito de relaxamento da musculatura lisa da bexiga e fechamento do esfíncter interno da uretra: a bexiga desta forma fica cheia.

A tensão mais forte das paredes da bexiga aumenta o disparo de impulsos pelos nervos parassimpáticos sacros gerando a contração da musculatura da parede lisa fornecendo o sinal da necessidade de urinar. O tônus simpático decai e o esfíncter interno relaxa como resposta. Nesta fase a micção é contida apenas pelo efeito do esfíncter externo, na forma de fibras musculares estriadas cujos neurônios da ponte (núcleo de Barrington) exercem o controle voluntário e motoneurônios da medula sacra.

Lent esclarece que o núcleo de Barrington recebe informação sensorial sobre o enchimento da bexiga e os comandos do prosencéfalo sobre as condições “sociais” para fazer fluir o jato mictório pela liberação do esfíncter externo. O momento para fazer “xixi” fica a cargo da decisão do usuário que possui motoneurônios específicos que comandam o esfíncter externo, que ao gestar a sua inibição, provoca o relaxamento da musculatura estriada do esfíncter externo. O controle da micção envolve a área M1, o córtex motor primário e áreas pré-frontais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [235] – Controle do Ato Sexual**

Um ato sexual possui múltiplas determinações sociais, racionais, emocionais, sensoriais, instintivas, reflexas, orgânicas, fisiológicas, ... A sequência de comportamentos anteriores e posteriores ao ato sexual para a espécie humana, está além da necessidade reprodutiva, sobre ela se constrói várias lógicas perceptivas que abastecem os sensores do corpo humano.

No sistema nervoso autônomo apenas os aspectos do ato sexual são levados em consideração. A ativação parassimpática é responsável pela ereção do pênis, o ingurgitamento do clitóris e dos pequenos lábios da vagina. Esse processo é construído e identificado através dos nervos pélvicos que têm a origem na medula sacra.

A entrada maciça de sangue nas regiões pélvicas decorre da dilatação dos corpos cavernosos.

O efeito de vasodilatação sobre influência do papel importante do neuromediador conhecido por óxido nítrico. Medicamentos partiram deste princípio para reduzir os efeitos da impotência masculina.

O esperma e seu deslocamento é de natureza simpática pela contração da próstata, das vesículas seminais, epidídimos e canais deferentes.

A secreção de glândulas mucosas sob estimulação autonômica na mulher, ocorre a lubrificação do canal vaginal.

Ocorre inibição da micção e defecação em ambos os sexos pela ativação da ereção, ou ingurgitamento, a ejaculação e o orgasmo.

A interrupção da ereção ocorre ao final da cópula pelo controle da divisão simpática, provocando vasoconstrição dos corpos cavernosos e relaxamento do pênis.

Os movimentos rítmicos característicos da cópula, tanto no homem quanto na mulher, são comandados pela musculatura pélvica estriada.

Lent aprofunda que a genitália externa de ambos os sexos possui densa inervação somestésica que desempenha papel fundamental na excitação sexual.

As aferências somestésicas que levam informação a diversos níveis do sistema nervoso central partem do núcleo grácil do bulbo, do tálamo, do hipotálamo e do córtex cerebral.

Existe um forte elemento emocional além da função reprodutora do ato sexual nos seres humanos, no qual regiões do hipotálamo estão envolvidas, dos circuitos mesolímbicos de recompensa, e do córtex cerebral. É uma cadeia complexa de comportamentos além de reflexos, sensações, percepções e sentimentos que trazem um forte apelo psicológico.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [236] – Motivação para Sobreviver**

Os seres humanos conseguem se ajustar por meio de impulsos de expressão corporal interna e do comportamento através da motivação ou estados motivacionais.

As vezes o organismo necessita manter uma constância em suas atividades e para isto é necessário gerir o equilíbrio por meio da conquista da homeostase.

Todo o tempo um organismo necessita equilibrar a sua temperatura interna, no controle do frio e calor. Como também controlar o fluxo de substâncias em seu interior, que no caso da sede deve aprender a comandar o nível hidrossalino, ou no caso da fome, o organismo deve aprender a regular o nível de nutrientes. No caso do sexo, o sistema motivacional deve saber qual o melhor momento para uma aproximação e um ato sexual. E sobretudo manter organizado um psicológico que melhor conecte um indivíduo às fontes de prazer.

Diversos receptores sensoriais no hipotálamo centralizam as funções descritas no parágrafo anterior. Os receptores são do tipo termossensíveis e osmossensíveis. Também integram neste sistema vasos sanguíneos e informações químicas na forma hormonal secretados pelas glândulas endócrinas.

O hipotálamo é responsável por ativar o sistema nervoso autônomo e o sistema endócrino para a realização de ajustes fisiológicos necessários, através de comandos químicos e neurais para diversos órgãos e tecidos.

O mecanismo mais simples deste sistema é a termorregulação, que é um mecanismo de regulagem servomecanismo automático. A temperatura de ajuste do mecanismo é de 37º C, e as oscilações em torno desta métrica é função de controle do hipotálamo através de ajustes e comportamentos compensatórios.

A regulação da ingestão hídrica e alimentar têm parentologias, porém possui mecanismos muito mais complexos do que a termorregulação.

No caso da sede, para efetuar o controle é preciso que a constante de volume extracelular de líquidos seja mantida, bem como a concentração de sal.

No caso da fome, para efetuar o controle é preciso que o nível circulante de nutrientes e as reservas do tecido adiposo sejam mantidos.

A monitoração dos parâmetros pelo hipotálamo permite a manutenção da constância de forma mais precisa o possível. A regulação do sexo e da busca do prazer pelo hipotálamo leva em conta a interação entre hormônios, neurotransmissores e atividade neuronal.

Nem todos os comportamentos possuem conteúdos cognitivos e emocionais explícitos, alguns são complexos, outros automáticos como um reflexo.

Lent explica que comer e beber são impulsos internos de ordem complexa despertados por necessidades corporais na forma de fome e sede.

O impulso interior descrito por Lent é na realidade uma motivação ou estado motivacional, estas motivações geram comportamentos motivados.

Para ilustrar, a sede é um estado motivacional, enquanto o ato de beber é um comportamento motivado.

Os estados motivacionais estabelecem um conflito, visto como uma tensão, que eleva o nível de alerta de um indivíduo cuja resposta é uma execução de uma sequência ordenada, dirigida ao objetivo de gerar prazer, de comportamentos motivados, para dissipar o desconforto e a tensão provocada pela ativação do estado motivacional.

Os estados motivacionais e os comportamentos motivados são fortemente associados à manutenção do indivíduo e a sobrevivência da espécie. Que o vínculo do prazer é instanciado em um propósito de estado de conservação.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [237] – Motivações, Ajustes Corporais e Comportamentos Motivados**

Para melhor estudar as motivações elas podem ser segmentadas em três classes: motivações elementares, motivações de forças fisiológicas reguladoras e motivações complexas.

As motivações elementares são provocadas por forças fisiológicas bem definidas. Elas estão relacionadas as vantagens adaptativas do indivíduo frente as demandas da natureza. Como exemplo, está o controle da temperatura corporal, que envolve reflexos autonômicos e somáticos diferenciados e alguns comportamentos sociais, como inserir-se em um agasalho e abrigo. Nesta relação a temperatura externa sofre variação, mas a temperatura interna deve estar próxima dos 37º C para a maioria dos mamíferos. A conservação e geração de energia é condicionada a influência dos reflexos autonômicos e somáticos. O impulso interior no caso de afetação da temperatura pode ser de desconforto com o frio ou com o calor, que leva ao instinto de proteção com o agasalho ou outra medida reparadora. Outro exemplo é a regulação da ingestão de líquidos e alimentos. As motivações elementares são muito mais estudadas que os outros dois tipos.

As motivações de forças fisiológicas reguladoras não muito definidas. O impulso sexual é um exemplo deste tipo de motivação. Para que um indivíduo chegue a uma experiência de praticar um ato sexual, dentro de um padrão de normalidade, ele necessita de passar por uma série de coleta de atributos que irão influenciar em sua escolha e decisão de acasalamento, onde serão levados em consideração fatores como prazer, libido, atração, vigor físico, curvatura dos geons distribuídos no corpo, identidade sexual, ... A etapa de conquista é um comportamento sexual motivado. O estado motivacional pela busca do sexo pode estar indexado a outros elementos que não sejam exclusivamente os fatores de reprodução da espécie, como estar vinculado a conceitos subjetivos como prazer, realização, satisfação, carência, alegria, dor, regozijo, empatia, doação, solidariedade e colaboração.

As motivações complexas não necessitam de determinação biológica identificável. Exemplos: estudo e trabalho. Muitas vezes se estuda com o pensamento canalizado para uma possível consequência, como por exemplo, conseguir no futuro estabilidade financeira, ou se trabalha para conquistar alguma coisa que se tenha necessidade do convívio pessoal, ou pela manutenção de um prazer no exercício da profissão. Onde os impulsos internos são meramente subjetivos. Lent classifica esses comportamentos como afiliativos, porque envolvem a criação e manutenção de relações interpessoais na sociedade.

Os comportamentos descritos nos últimos três parágrafos envolvem dois tipos de ações: ações ou comportamentos apetitivos; ações ou comportamentos consumatórios. Os primeiros são atos preparatórios para a satisfação da necessidade motivante. Os segundos realizam definitivamente a satisfação final.

Procurar um alimento em um armário, ou a busca de um casaco no guarda-roupas e a preparação para o sexo são exemplos de comportamentos apetitivos (aprendidos).

O ato de comer, o ato de vestir uma blusa de frio e o ato sexual são comportamentos consumatórios (automáticos e reflexos).

Sobre os comportamentos motivados atuam duas forças: a homeostasia e a busca do prazer.

O prazer pode ser definido como uma descarga de energia que desperta sensações agradáveis e/ou geradoras de conforto que aproximam de um senso de realização de um comportamento consumatório.

A homeostasia é uma tendência do organismo de manter uma medida de constância de seu ambiente interno. Se conecta em termos de harmonia e manutenção do equilíbrio. Deste princípio se cunhou o termo: saliência do incentivo, para designar a busca de um fator de atração, mesmo que não signifique uma constância de satisfação ou manutenção do prazer.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [238] – O Hipotálamo no Comando da Homeostasia**

O hipotálamo comunica-se com inúmeras regiões do sistema nervoso central e com órgãos periféricos pelo sistema nervoso autônomo e sistema endócrino. Sua característica fundamental é o recebimento de informações de todos os órgãos que este órgão exerce seu controle.

Lesões no hipotálamo podem gerar desmotivação para a manifestação do comportamento, podendo surgir sintomas como: afagia (interrupção do consumo de alimentos) e adipsia (interrupção do consumo de líquidos). O hipotálamo é tão sensível que a percepção visual de alimentos pode ativar os neurônios desta região.

O hipotálamo, portanto, é um ordenador de comportamentos motivados que trabalha de forma articulada com áreas corticais de controle que despertam estados motivacionais de característica psicológica subjetiva. Conecta-se também a sistemas somáticos que comandam o comportamento correspondente, e também segundo Lent, conecta sistemas eferentes neurais e humorais com o sistema nervoso autônomo, sistema endócrino e de forma indireta o sistema imunitário no exercício de ações fisiológicas reguladoras.

O hipotálamo não trabalha com sistemas de base antagonista, não existindo assim um centro específico para a saciedade e outro para a fome.

O hipotálamo é alinhado com os comportamentos consumatórios, mais que os comportamentos apetitivos. Ele é o grande controlador da homeostasia controlando também ajustes fisiológicos em paralelo com os comportamentos consumatórios.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [239] – A Estrutura do Hipotálamo**

A porção mais ventral do diencéfalo é ocupada pelo hipotálamo. Ela segue desde a área coberta pelo quiasma óptico até a borda do mesencéfalo. A hipófise é conectada ao hipotálamo pelo infundíbulo, que é uma haste de tecido neural em forma de funil, ele é geralmente seccionado. A hipófise fica dentro de uma câmera osteomeníngea retida pela sela túrcica. O túber cinério é uma pequena elevação acinzentada atrás do infundíbulo. Nas proximidades estão os corpos mamilares.

O hipotálamo pode ser dividido em três colunas longitudinais de cada lado: coluna periventricular (faz margem como terceiro ventrículo), ela reúne o sistema endócrino e o sistema imunitário; coluna lateral; coluna medial. As duas últimas contribuem para a coordenação de movimentos motivados.

O hipotálamo na dimensão rostro-caldal pode ser subdividido em quatro grupos nucleares: área pré-óptica (mais rostral), hipotálamo anterior ou quiasmático, região tuberal e hipotálamo posterior ou mamilar.

O hipotálamo possui inúmeras funções em virtude de sua multiconexão com outras regiões. As conexões podem ser difusas ou através de cinco grandes feixes de fibras: o feixe prosencefálico medial, o fascículo longitudinal, o fórnix, a via amigdalófuga ventral e o feixe mamilotalâmico.

O feixe prosencefálico medial tem participação fundamental como gerador de estados motivacionais de prazer e controlador de comportamentos reforçadores positivos. O sistema mesolímbico tem a função associada às motivações e aos comportamentos motivados geradores de prazer.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [240] – Principais Núcleos Hipotalâmicos e suas Funções**

**Hipotálamo**

**# Coluna periventricular**

[ I ]

**Região Pré-óptica:** Órgão vascular da lâmina terminal 🡪 detecção de sinais químicos para termorregulação e sede.

**Hipotálamo Anterior:** Núcleo supraquiasmático 🡪 sincronização de ritmos cardíacos

**Região Tuberal:** Núcleo periventricular intermédio

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo periventricular posterior

[ II ]

**Região Pré-óptica:** Núcleo pré-óptico mediano

**Hipotálamo Anterior:** Núcleo periventricular anterior

**Região Tuberal:** Núcleo arqueado 🡪 monitoração da quantidade de gordura do tecido adiposo

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo hipotalâmico posterior 🡪 detecção de hipotermia; termorregulação.

[ III ]

**Região Pré-óptica:** Núcleo pré-óptico periventricular

**Hipotálamo Anterior:** Núcleo hipotalâmico anterior 🡪 detecção de hipotermia; termorregulação.

**Região Tuberal:** Eminência mediana 🡪 secreção de hormônios de liberação e inibição de hormônios de adenohipófise.

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo hipotalâmico posterior 🡪 detecção de hipotermia; termorregulação.

[ IV ]

**Região Pré-óptica:** Núcleo periventricular anterolateral

**Hipotálamo Anterior:** Núcleo paraventricular 🡪 síntese de hormônios da neuro-hipófise; comportamentos consumatórios de sede.

**Região Tuberal:** Eminência mediana 🡪 secreção de hormônios de liberação e inibição de hormônios de adenohipófise.

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo hipotalâmico posterior 🡪 detecção de hipotermia; termorregulação.

**## Coluna medial**

[ I ]

**Região Pré-óptica:** Núcleo pré-óptico medial 🡪 controle de comportamentos consumatórios sexuais

**Hipotálamo Anterior:** Núcleo supraóptico 🡪 síntese de hormônios da neuro-hipófise; comportamentos consumatórios de sede.

**Região Tuberal:** ventromedial 🡪 controle de comportamentos consumatórios de fome e sede.

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo pré-mamilar dorsal.

[ II ]

**Região Pré-óptica:** Núcleo pré-óptico medial 🡪 controle de comportamentos consumatórios sexuais

**Hipotálamo Anterior:** Área retroquasmática.

**Região Tuberal:** Núcleo dorsomedial

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo mamilares 🡪 talvez o controle de estados emocionais.

[ III ]

**Região Pré-óptica:** Núcleo pré-óptico medial 🡪 controle de comportamentos consumatórios sexuais

**Hipotálamo Anterior:** Área retroquasmática.

**Região Tuberal:** Núcleo pré-mamilar ventral

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo supramamilares.

[ IV ]

**Região Pré-óptica:** Núcleo pré-óptico medial 🡪 controle de comportamentos consumatórios sexuais

**Hipotálamo Anterior:** Área retroquasmática.

**Região Tuberal:** Núcleo pré-mamilar ventral

**Hipotálamo Posterior:** Núcleo túbero-mamilares 🡪 Regulação dos comportamentos de alerta durante o despertar e a vigília.

**### Coluna lateral**

[ I ]

**Região Pré-óptica:** Área pré-óptica lateral 🡪 termorregulação.

**Hipotálamo Anterior:** Área hipotalâmica lateral 🡪 controle de comportamentos consumatórios de fome.

**Região Tuberal:** Área hipotalâmica lateral 🡪 controle de comportamentos consumatórios de fome.

**Hipotálamo Posterior:** Área hipotalâmica lateral 🡪 controle de comportamentos consumatórios de fome.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [241] – As Informações que Chegam ao Hipotálamo**

O hipotálamo faz conexões:

**Conexões de saída de informações:**

I – Tálamo;

II – Infundíbulo e neuro-hipófise;

III – Núcleos efetores dos nervos cranianos;

IV – Formação reticular;

V – Coluna intermediolateral da medula.

**Conexões de Entrada de informações:**

I – Retina;

II – Núcleo do trato solitário e Núcleo parabranquial;

III – Núcleos de proteção difusa do tronco encefálico;

IV – Córtex olfatório;

V – Amígdala;

VI – Septo;

VII – Hipocampo.

Grande parte das informações sensoriais que o hipotálamo utiliza, vem do feixe prosencefálico medial e do fascículo longitudinal dorsal, para orientar os comportamentos motivados.

O comportamento alimentar e sexual necessita das conexões olfatórias. As informações que chegam dos nervos facial (VII), glossofaríngeo (IX) e vago (X) são utilizadas pelo hipotálamo em quase todos os comportamentos motivados. Essas projeções são recebidas pelo núcleo do trato solitário, da região ventrolateral do bulbo e do núcleo parabranquial provenientes principalmente do fascículo longitudinal dorsal.

As projeções especificas vindas do tálamo visual e da retina terminam no núcleo supraquiasmático e informa sobre as variações de luz ao relógio hipotalâmico, sincronizando o ciclo dia-noite.

As atividades do núcleo supraquiasmático são repassadas para outros núcleos hipotalâmicos na coordenação do ajuste de ciclos fisiológicos e os comportamentos motivados.

Grupos de neurônios histaminérgicos participam dessa função rítmica de comportamentos que apresentam alternância entre a vigília e o sono, para isto recebe colaterais de fibras aminérgicas contidas, segundo Lent, no feixe prosencefálico medial, que cooperam nos sistemas ascendentes difusos.

O hipotálamo também recebe informações provenientes do sistema límbico com grande potencial em abastecer o organismo com informações emocionais.

O subículo, que é uma parte da formação hipocampal, emite axônios através do fórnix para os corpos mamilares, segundo Lent, desencadeando as fibras no tálamo, pelo feixe mamilo-talâmico (circuito de Papez).

A área septal também é ligada ao sistema límbico e emite fibras para o hipotálamo pelo fórnix e o feixe prosencefálico medial.

O botão disparador das reações emocionais é o complexo amigdaloide que emite um número expressivo de fibras para o hipotálamo pela via amigdalófuga ventral.

O gerenciamento das emoções somente é possível graças ao sensoriamento do hipotálamo.

As informações que chegam ao hipotálamo são através de sistemas de feixes que podem trazer neurônios reunidos ou não, na forma de pulsos originários de deslocamentos de potenciais de ação. O hipotálamo não usa apenas os sinais de ajustes homeostáticos, como também sinais químicos circulantes para modulação fisiológica ou de comportamentos motivados.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [242] – A Penetração dos Sinais Químicos**

Vários órgãos do sistema nervoso incluindo o hipotálamo recebem sinais químicos e físico-químicos para orientar o funcionamento. São órgãos circuloventriculares porque ficam posicionados em lugares próximos aos ventrículos. Os seus receptores fazem fronteira com uma barreira hematoencefálica permeável (capilares fenestrados), além de possuírem receptores diferenciados para vários tipos moleculares.

Existem órgãos circunventriculares fora do hipotálamo, mas a grande maioria tem comunicação com ele.

Lent aprofunda que a eminência mediana e o órgão vascular da lâmina terminal estão localizados no hipotálamo. O primeiro é um espessamento pequeno da parede do infundíbulo terminais de neurônios hipotalâmicos. Neste local há um plexo de capilares fenestrados que deixam passar hormônios da circulação sanguínea. Os hormônios são sinais químicos que regulam a secreção de outros hormônios terminais que irão regular a secreção hormonal da adeno-hipófise.

A termorregulação e a regulação da ingestão de líquidos são organizadas pelo órgão vascular e as regiões hipotalâmicas vizinhas. Nesta região existe a presença de citocinas circulantes (que concentrada é correlacionada à febre) e, conforme Lent, células osmorreceptoras que estimuladas provoca a secreção de hormônio antidiurético pela neuro-hipófise e comandos de sede.

O órgão subfornicial e a área postrema estão fora do hipotálamo, mas emitem axônios para ele. O órgão subfornicial através da ação da angiotensina II é responsável pela regulação da homeostasia hídrica do organismo. A angiotensina II causa a sensação de sede sinalizando a necessidade de ingestão de água.

O reflexo do vômito é realizado pela área postrema, que fica numa área adjacente ao núcleo do trato solitário, no tronco encefálico e faz conexão com o hipotálamo. A área postrema também detecta a concentração sanguínea na presença de um hormônio secretado pelo trato gastrointestinal conhecido pelo nome de colecistocinina que ativa no início da digestão. Tais sinais químicos são reguladores do hipotálamo de hábitos alimentares e da função cardiovascular.

A neuro-hipófise não possui corpos neuronais, seus axônios têm origem no hipotálamo e seus gliócitos são chamados de pituicitos. Essa glândula secreta hormônios. Por possuir capilares fenestrados também é considerada um órgão circunventricular por onde circulam neuro-hormônios.

Lent traz à tona o conhecimento da glândula pineal como um tecido glandular de origem neural que apresenta células neuronais modificadas chamadas de pinealócitos, que secretam melatonina, um hormônio sob comando indireto do hipotálamo. A melotonina é responsável pela sinalização da noite para um organismo. Sua concentração sanguínea cresce ao anoitecer e assim se a noite for longa, maior será a concentração de melotonina. A glândula pineal também possui capilares fenestrados e barreira hematoencefálica permeável.

O órgão subcomissural fica situado abaixo da comissura posterior, na linha média mesodiencefálica e também possui capilares fenestrados.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [243] – Comandos Neuroendócrinos**

Os comandos neuroendócrinos fazem ajustes fisiológicos necessários para cada situação, na forma de secreção de hormônios circulantes. Esses hormônios foram descobertos na década de 1930, os neurônios que desencadeiam tais hormônios originam nos núcleos supraótico e paraventricular do hipotálamo, cirando um feixe ou eixo hipotálamo-hipofisário. Alguns axônios seguem para a neuro-hipófise formando intumescências com numerosos grânulos de secreção. Outros ramos mais curtos, terminam na eminência mediana (haste do infundíbulo que conecta o hipotálamo com a hipófise).

Bernardo Houssay (1887 a 1971) analisou o sentido do fluxo sanguíneo e a morfologia do sistema hipotálamo-hipófise e descreveu a circulação porta-hipofisária.

A entrada de sinais químicos provenientes do organismo ocorre devido a circulação porta-hipofisária, que também atua como veículo para comandos químicos de emissão do hipotálamo. Lent aprofunda dizendo serem hormônios que os axônios supraópticos e paraventriculares secretam na neuro-hipófise e na eminência mediana pelo processo da despolarização.

Os peptídeos vasopressina e ocitocina são secretados na neuro-hipófise. Eles penetram na circulação através dos capilares fenestrados para atuação nos rins (pela ação da vasopressina) e na musculatura lisa do útero (pela atuação da ocitocina).

Inúmeros hormônios são secretados na eminência mediana que penetram na primeira rede capilar da circulação porta e saem na segunda, sobre o parênquima da adeno-hipófise. Esse sistema regula a secreção da hipófise, por isto são conhecidos por hipofisiotróficos.

Lent aprofunda dizendo que a maioria destes hormônios hipotalâmicos provoca a secreção hormonal hipofisária, eles fazem a liberação do hormônio liberador de tireotrofina e de corticotrofina. No sentido da inibição estão os hormônios: somatostatina que reduz a secreção de somatotrofina pela hipófise.

Os principais hormônios do eixo hipotálamo-hipofisário são:

I – Prolactina (Mama);

II – Testosterona (Testículos);

III – Foliculostimulante (Testículos e Ovário);

IV – Luteinbizante (Ovário);

V – Ocitocina (Hipófise);

VI – Vasopressina (hipófise);

VII – Somatotrofina (Fígado);

VIII – Estrogênio (Ovário);

IX – Progesterona (Ovário);

X – Tireotrofina (Tireoide);

XI – Fator de crescimento (Fígado);

XII – Insulina-símile (Fígado);

XIII – Pro-opio-melanocortina (Córtex Adrenal);

XIV – Tiroxina (Tireoide);

XV – Triodotironina (Tireoide);

XVI – Adreno-corticotrofina;

XVII – Glicorticóides (córtex adrenal);

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [244] – A Regulação da Temperatura Corporal e a Sede e a Regulação da Ingestão de Líquidos**

A termorregulação consiste na manutenção da estabilidade da temperatura corporal. Você pode não se dar conta, mas o seu cérebro trabalha para que você mantenha uma constância de temperatura em torno de 37º C. Esse equilíbrio, na forma de uma variável dinâmica homeostática é essencial para estabilizar a configuração das macromoléculas. Desta forma o organismo consegue operar as suas funções metabólicas na utilização de enzimas para a quebra de moléculas. O organismo gera pouca influência de coordenação em um indivíduo se a temperatura média oscila de 20 a 25º C, transmitindo a percepção de agradabilidade e conforto. A sensação desconfortável de frio e calor é sentida quando o ambiente está mais frio ou mais quente que os parâmetros fornecidos através deste texto. Isto faz despertar comportamentos motivados, como beber um copo de líquido, ou procurar uma fonte de calor para promover o aquecimento, conforme cada caso. Os estados comportamentais variam de indivíduo para indivíduo, ou uma hipersensibilidade em um indivíduo sinalizar temperaturas diferenciadas do aspecto descrito. Os comportamentos escolhidos para aliviar o desconforto também dependem de conhecimentos vivenciais dos indivíduos em que fatores de experimentação sinalizam qual o melhor momento para buscar proteção ou conservação.

Os seres mamíferos têm sua origem primitiva dos oceanos. Então a ingestão de líquidos foi um processo natural de continuas adaptações e necessidades de regulação das concentrações necessárias para o desenvolvimento e desempenho das funções do ambiente interno. Este processo de controle tornou-se mais necessário quando os animais romperam o contato direto com a água, para viverem na superfície. Tornou-se necessário ajustar-se a um processo de hidratação que os efeitos do ar e do sol consumiam os conteúdos líquidos que necessitavam cada vez mais de reposição. Para muitas espécies além a ingestão de água, tornou-se necessário a ingestão de sal. Deste processo desenvolveram-se mecanismos automáticos de regulação do equilíbrio hidrossalino e outra vantagem adaptativa, foram assim, que os seres vivos evoluíram e passaram por transformações motivacionais no sentido de busca de fontes hídricas e de consumo de sal. Existem dois estados motivacionais deste mecanismo: a sede e o apetite salino. O primeiro sintetiza uma necessidade de hidratação das células do corpo moldado por um comportamento motivacional que aproxima da fonte hídrica e instala o conteúdo no ambiente interno, e o segundo consiste na necessidade de ingerir alimentos contendo sal.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [245] – Servomecanismos**

Os servomecanismos em analogia com máquinas construídas por engenheiros, são estruturas de termorregulação em que os receptores regulam automaticamente o seu próprio funcionamento. Um ar condicionado é um exemplo de um servomecanismo capaz de regular-se automaticamente em virtude dos diferenciais de temperatura no ambiente externo, fenômeno conhecido pelo termo: climatização. Os servomecanismos regulam a temperatura sanguínea nos animais. Onde a influência de uma temperatura elevada faz o servomecanismo desencadear uma reação ou comportamento que puxe para baixo a temperatura interna do corpo, e no caso contrário, o servomecanismo, atua em uma reação ou comportamento, que diante da temperatura baixa, promova a atitude e o comportamento, por exemplo, através de um arrepio que leve o indivíduo a despertar um comportamento motivacional para trazer a temperatura do ambiente interno para cima, no nível desejado.

Existem cinco elementos essenciais que Lent expõe para designar os servomecanismos:

I – ele deve possuir uma variável a ser controlada (ex.: temperatura);

II – deve ter um ponto de ajuste para a variável, que se juga mais adequado para o ambiente interno;

III – deve ter um sistema que informa sobre as condições da variável no ambiente externo;

IV – deve ter um detector de erros, que desperte a necessidade de ajustes toda vez que o ponto de controle sair do limite em relação ao ambiente interno;

V – deve ter um controlador que devolve a condição ideal da variável dentro do ambiente interno, elevando ou diminuindo o nível de influência da variável.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [246] – Um Servomecanismo Natural**

Lent aviva o conhecimento do tópico anterior para frisar que o sistema de termorregulação dos animais endotérmicos funciona como um servomecanismo cujo ponto de ajuste é de 37º C na maioria dos mamíferos. Como curiosidade Lent ilustra o ponto endotérmico para uma preguiça e gambá de 32º C.

O sistema de retroalimentação é formado pelos termorreceptores periféricos e centrais. O integrador é o hipotálamo e o controlador é formado pelo sistema nervoso autônomo, sistema endócrino e sistema neuromuscular,

O integrador hipotalâmico determina o ponto de ajuste. Existe uma oscilação do ponto de ajuste cuja temperatura corporal, em seres humanos, cresce lentamente ao longo do dia, descendo lentamente ao longo da noite. E nos primeiros raios solares volta a se elevar. Então, pode-se dizer que existe uma sincronização dia-noite através do núcleo supraquiasmático do hipotálamo e passada as regiões encarregadas a termorregulação, incluindo o hipotálamo.

O ponto de ajuste pode ser alterado por algumas situações patológicas, como no caso de infecções, pois o organismo pode se aquecer em virtude de bactérias, toxinas ou ativação de algumas substâncias pelo sistema imunitário no combate aos microorganismos.

No último caso, a liberação de citocinas pirogênicas que penetram no hipotálamo pelos capilares fenestrados do órgão vascular da lâmina terminal podem gerar a sensação de aquecimento do organismo. A área pré-óptica é conectada a esses neurônios onde as evidências apontam partir o ponto de ajuste que é fixado para a temperatura do organismo. A alteração deste ponto de ajuste provocado pela citocina faz o servomecanismo termorregulador admitir uma temperatura mais alta internamente, na visualização de uma febre, acelerando o metabolismo para reagir contra os microrganismos que estão invadindo o corpo.

O sistema de termorregulação apenas exerce controle sobre a variável temperatura, atuando na superfície externa da pele e interna nas mucosas digestivas e respiratórias, onde o contato mais próximo com o ambiente externo sinaliza a percepção da temperatura pelas trocas do interno-externo, e no sangue cuja temperatura expressa a dinâmica dos órgãos internos e das regiões do corpo.

O integrador hipotalâmico deve ser sensível as diferentes temperaturas em diferentes partes do corpo.

Lent sinaliza que a temperatura externa é monitorada pelos termorreceptores periféricos, situados na região pré-óptica e o hipotálamo anterior. São fibras aferentes cujos terminais estão na pele e em vísceras com propriedade de gerar potenciais receptores proporcionais as variantes de temperatura.

Experimentos sugerem a existência de neurônios sensíveis a variações de 1 a 2º C para mais e para menos no sentido de acionar o sistema de termorregulação.

A estimulação do hipotálamo anterior apresenta mecanismos de dissipação de calor: vasodilatação cutânea, sudorese e respiração ofegante. A estimulação do hipotálamo posterior apresenta mecanismos de apropriação/conservação de calor: vasoconstrição cutânea, tremores musculares, mecanismos de conservação e geração de calor. Assim, uma lesão no hipotálamo anterior torna um indivíduo hipertérmico, e uma lesão no hipotálamo posterior torna um indivíduo hipotérmico.

O integrador do hipotálamo corresponde a sinais de erro para cima e sinais de erro para baixo; onde uma ou outra constatação é suficiente para acionar os controladores hipotalâmicos.

Em casos que a temperatura ambiente é constantemente alta ou constantemente baixa em um período do ano coexistem internamento no sistema do hipotálamo um mecanismo de correspondência ao longo prazo para suportar a temperatura intensa.

No caso do frio intenso, o tecido adiposo marrom é ativado, ampliando o metabolismo energético, para a geração de calor. Pode ocorrer a secreção do hormônio tireotrófico pela adeno-hipófise, em seguida amplia a concentração de hormônios tireoidianos, e consequente elevação das taxas metabólicas, na produção de mais energia para enfrentar o frio intenso. Em virtude destes fatores o comportamento motivado é acionado e a pessoa passa a se preparar para enfrentar as dificuldades impostas pelo clima intenso.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [247] – O Servomecanismo de Regulação Hidrossalina**

A termorregulação é mais simples que o servomecanismo que regula a ingestão de água e sal. No modelo de regulação hidrossalina duas variáveis estão atuando. A primeira variável Lent denomina como o volume total de líquido do organismo ou o volume de sangue circulante (volemia); e a segunda variável como, a osmolaridade dos tecidos ou a concentração de íons de sódio nos compartimentos extracelulares do organismo.

Em função do peso, altura e da quantidade de gordura que cada ser humano possui, o ponto de ajuste da volemia difere muito de um indivíduo para o outro. A média para espécie humana é de 5% de volume de sangue para uma massa corporal. Lent especifica que o ponto de ajuste para a concentração extracelular de sódio é em torno de 140 mEq/L (mEq/L = milequilavantes de Na+ por litro de água, ou seja, 1 mEq/L corresponde a 23 mg de Na+ para cada litro de água), sendo menos variável que a volemia.

Existem duas condições para a geração da sensação de sede: a primeira é a diminuição do volume sanguíneo (hipovolemia) e o aumento da concentração de sódio extracelular (hipernatremia); a segunda condição é o aumento do volume de sangue (hipervolemia) e a diminuição da concentração de sódio extracelular (hiponatermia).

No primeiro caso busca-se a nutrição de um líquido, e no segundo caso um alimento que contenha sódio com ingestão de líquidos, como forma de despertar um comportamento motivado.

A volemia é detectada pelos barorreceptores, já que a pressão sanguínea está diretamente associada ao volume de sangue circulante. A segunda variável osmótica é detectada por osmorreceptores. Ambas são células capazes de detectar o estiramento de suas membranas (mecanorreceptores) sob variações de volemia sobre a parede dos vasos, ou a detecção de íons de sódio visto pelo murchamento pela saída de água ou intumescimento celular pela entrada de água, conforme Lent,

Os quimiorreceptores que detectam água e sal são hormônios do tipo angiotensina II e aldosterona.

Alguns destes receptores situam-se nas paredes de vasos sanguíneos específicos (quimiorreceptores periféricos). Os barorreceptores, osmorreceptores e quimiorreceptores podem estar nos corpos carotídeos, corpos aórticos, os barorreceptores estão também nas veias que drenam o coração.

Lent aprofunda dizendo que as fibras aferentes que trazem informações sobre pressão arterial e venosa transmitem tais conteúdos ao trato solitário através do nervo vago (X). O núcleo do trato solitário faz conexão indireta com os núcleos paraventricular e supraóptico fornecendo informações para o integrador hipotalâmico regular o equilíbrio hidrossalino.

Em órgãos circunventriculares como o órgão vascular da lâmina terminal, o órgão subfornicia e a área postrema; e algumas regiões hipotalâmicas como a área pré-óptica, o hipotálamo anterior e o núcleo supraóptico; estão os receptores centrais.

Se os rins passam para uma queda de volume de sangue, ocorre a secreção da enzima renina, responsável por canalizar no sangue a síntese de peptídeos angiotensina I e II, através do precursor angiotensinogênio que o fígado secreta. Este movimento é percebido pelos órgãos circunventriculares e a área pré-óptica do hipotálamo, fechando o circuito de retroação.

Essa retroação sobre volemia e osmoralidade chega ao eixo hipotálamo-hipofisário. Os núcleos paraventricular e surpaóptico são os dois principais integradores do servomecanismo de regulação hidrossalina. Na observação de hipovolemia os neurônios desses núcleos secretam vasopressina pela neuro-hipófise causando o efeito antidiurético. Pela sua ação vasoconstritora periférica reabsorve sódio e água pelos túbulos renais diminuindo a formação de urina. No caso da observação de hipernatremia os neurônios do mesmo núcleo liberam corticotrofina na forma de CTRH secretando adrenocorticotrofina (ACTH) através da adeno-hipófise, resultando em estimulação do córtex suprarrenal para secretar aldosterona, que é um hormônio antinatriurético cujo efeito é a reabsorção de íons de sódio diminuindo a formação de urina.

Os comportamentos consumátorios de ingestão de líquido e de sal no hipotálamo são condicionados à produção de hormônios antidiuréticos, uma lesão nestes locais gera adipsia (interrupção da ingestão de líquidos). Sabe-se que as regiões corticais desencadeiam junto com a influência do hipotálamo comportamentos motivados do tipo apetitivo para a busca e obtenção de fontes de água e ingestão de alimentos salgados.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [248] – A Fome e a Regulação da Ingesta Alimentar**

Comer pode ser o resultado da diminuição de reservas de energia, ou seja, combustíveis metabólicos, e outros nutrientes de que o organismo venha a depender geralmente percebido como um déficit nutricional cuja consequência desencadeada é o estado emocional conhecido pelo termo fome.

O estado de fome sinaliza a necessidade nutricional para um indivíduo. No caso de uma saciedade, o estado motivacional acionado é um estado emocional que sinaliza que o organismo de um indivíduo está devidamente nutrido.

Existe uma ideia neurocientífica que o impulso para comer é constante (mecanismo default) na forma de um instinto permanente que é inibido quimicamente e neuralmente por substâncias presentes nos alimentos e sobre as reservas do organismo.

Os comportamentos apetitivos são indicados como um estado motivacional da fome que desperta a busca por alimentos. Ele é complexo, as vezes antecipatório.

Do ponto de vista social muitos recursos são mobilizados para que o alimento chegue na hora exata, tais como: aportes financeiros, plantações, criações de animais, armazenagem de alimentos, preparação, condicionamento, ... mesmo com toda necessidade de ocupação e logística a humanidade ainda não conseguiu acabar com a fome crônica.

Alguns comportamentos consumatórios podem ser percebidos como característicos de uma espécie: caça, pesca, coleta de frutas, utilização de patas ou mãos para a extração de polpas, utilização de talheres, ...

A homeostasia alimentar é uma série de ajustes fisiológicos automáticos que servomecanismos fazem a manutenção metabólica das células, para atender suas demandas de funcionamento constante, em níveis energéticos que garantam a vitalidade. Ela envolve macronutrientes como proteínas, carboidratos e lipídeos; como também substâncias químicas essenciais aos processos metabólicos como os micronutrientes, aminoácidos, vitaminas e alguns minerais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [249] – No Fim da Trilha de Migalhas de Doce também Está a Neurobiologia**

A Professora associada do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul Carla Dalmaz traz as lembranças, em seu artigo, de sua infância, no qual sua memória represada evoca a palavra cientista para designar o sujeito de guarda-pó capaz de vincular-se a mistérios de difícil compreensão no mundo infantil. Sua vocação para química introduziu os estudos de Farmácia mais adiante.

O seu contato já na fase de Doutorado com o Professor Iván Izquierdo possibilitou o estudo dos hormônios do estresse como moduladores da memória. O estudo do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) é liberado em situações de estresse. Ele é responsável pela estimulação da glândula adrenal a liberar glicocorticoides e pequenas variações destes hormônios têm efeitos bastante variados sobre a memória.

No Pós-Doutorado os estudos seguiram a trajetória da neurobiologia do estresse. Os estudos iniciais sobre estresse e memória indicaram prejuízos na memória quando indivíduos eram submetidos ao estresse crônico, que indicava nessas cobaias que o hipocampo sofria um aumento do estresse oxidativo gerando danos no DNA.

O aprofundamento do trabalho foi a realização de um teste de memória do tipo apetitivo em cobaias que estavam em regime de contenção e por este motivo sofriam estresse crônico. Existia um sistema de recompensa para os animais que escolhessem determinados pontos do labirinto onde estavam confinados. Animais mais estressados comiam mais que os outros. Desejava-se saber qual o efeito agudo e crônico do estresse no comportamento alimentar. Observou-se que se o estresse era leve e não repercutia na ampliação de ração, e que o estresse crônico pode levar a um aumento ou diminuição da ração.

No caso de redução da ração era considerado que os animais tivessem entrado em estado depressivo. E quando os animais manifestavam aumento da ração era considerado que os animais tivessem entrado em estado de ansiedade, porque quando aplicados um ansiolítico o quadro do animal era revertido.

Os alimentos que condicionaram esses animais eram de natureza doce, uma rosquinha de cereal doce.

Um conhecimento prévio sobre ratos, sinalizava que a manipulação de ratos no período neonatal era capaz de reduzir a resposta ao estresse no animal adulto. Era observado o maior consumo de alimentos doce em vez de ração nesses animais.

Os níveis de dopamina no núcleo acumbente foram verificados (é o local que forma a resposta para este tipo de estresse), onde se verificou que a taxa de renovação neural era menor para respostas afetivas ao sabor doce. O que levou a constatação que diferentes animais apresentam diferentes respostas afetivas ao sabor doce.

Doutora Dalmaz alegremente postula sobre a fábula de João e Maria e o atrativo de crianças para o consume de doces em seu enredo, que ainda está seguindo as migalhas doces deixadas na trilha rumo ao desconhecido. Em 2012 o seu trabalho ainda estava muito incipiente e haviam muitos questionamentos sobre o estresse crônico do comportamento alimentar e a motivação para a ingestão ou não de alimentos. Ainda existe muito trabalho pela frente, frisa Doutora Dalmaz. O mistério é saber o que ela e sua equipe encontrará no final da trilha dos doces?

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [250] – O Servomecanismo da Regulação Alimentar**

Obter energia através de alimentação ou pela respiração contempla diferenças essenciais, nos qual o uso da respiração se emprega oxigênio do ar, que é abundante e que deve circular no organismo e logo seus resíduos serem liberados. Já a energia alimentar é armazenada nos tecidos, principalmente na forma de gordura, no tecido adiposo cuja composição contém compostos químicos conhecidos como triglicerídeos; ou de armazenamento nos músculos esqueléticos e no fígado na forma incorporada ao glicogênio.

O glicogênio tem limite de armazenamento, mas os triglicerídeos não têm limite de armazenamento.

A regulação alimentar através do servomecanismo precisa receber informações das quantidades de alimentos presentes no trato gastrointestinal, na circulação sanguínea e dos tecidos de reserva.

A complexidade do servomecanismo da regulação alimentar se deve a quatro fatores:

I – o ponto de ajuste é altamente variável;

II – as variáveis controladas são exponencialmente difusas (grande variabilidade de alimentos);

III – os sinais de retroalimentação também são inúmeros; e,

IV – os circuitos neurais envolvidos são mais complexos.

A regulação alimentar envolve mecanismos de curta duração, que se constrói um efeito para cada alimentação e o interstício para outra de natureza quase sempre adversa ou diferenciada nutricionalmente da primeira (estabilidade momentânea). Como também envolve mecanismos de longa duração responsáveis pelo metabolismo energético ao longo do tempo (estabilidade relativa do peso e das reservas energéticas).

O ponto de ajuste varia de indivíduo para indivíduo devido as distinções dos corpos e também devido a fatores emocionais e tipos de alimentos ingeridos, quantidade de exercício praticado, idade, fatores genéticos e culturais.

A teoria default argumenta não haver sinais de erros quando há um ponto de ajuste minimamente estável. Em situações de carência alimentar pode-se falar em déficit a ser compensado por ajustes fisiológicos e comportamentos motivados.

Os candidatos a variáveis para a regulação alimentar são: a concentração sanguínea de glicose e a concentração sanguínea de lipídeos. Existem duas hipóteses: a hipótese glicostática – uma queda na glicemia abre o apetite e a restauração dos níveis glicêmicos interromperia a necessidade por refeição; e a hipótese lipostática – o aumento da concentração sanguínea de lipídeos gera a necessidade de diminuição do consumo por alimentos e a lipidemia baixa provocaria disparo dos comportamentos alimentares, segundo Lent.

O pâncreas secreta insulina quando a glicemia sobe no hábito da alimentação. A insulina é um hormônio que faz o controle de processos metabólicos de síntese e armazenamento de glicogênio e outros conteúdos energéticos.

O final da ingestão alimentar é sinalizado pela presença de insulina na circulação sanguínea. No qual permite que as células dos tecidos metabolizem e absorvam a glicose sanguínea, na fase em que o alimento é absorvido pelo trato gastrointestinal.

A transformação da glicose circulante em glicogênio decai no armazenamento do fígado ou usa os músculos para a geração de movimentos, com o passar do tempo, a glicemia baixa sinaliza novamente outra necessidade alimentar.

Já a teoria glicostática possui controvérsias, porque a glicemia em animais que recebiam insulina artificial fica mais baixa do que a concentração atingida durante o período de absorção alimentar. Sendo mais caracterizada como uma resposta de emergência e não se pode provocar a interrupção da ingestão alimentar com a injeção de glicose em animais normais. A glicostática portanto, é uma alternativa de emergência para a hipoglicemia colaborando para homeostasia dos níveis fisiológicos.

A hipótese lipostática, com os estudos de Douglas Coleman passou a ser percebida como adipostática porque a quantidade de leptina circulante é proporcional à quantidade de tecido adiposo do indivíduo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [251] – Neurobiologia da Fome: Entre a Regulação do Dia a Dia e o Controle do Estoque**

Existem diversos sistemas reguladores da alimentação na forma de sinais químicos e diferentes neurônios. Em 1950 os estudos no hipotálamo lateral (centro da fome) indicavam que no caso de lesão, os animais deixavam de comer (afagia) ficando mais magros e morrendo mais rapidamente. Já as lesões do hipotálamo medial (centro da saciedade), os animais passavam a comer com maior intensidade (hiperfagia) ficando obesos. Porém, as conclusões anteriores não são totalmente aceitas sem considerar outros fatores, como sintomas de adipsia, inatividade motora e indiferença sensorial, que são condições também observadas nos animais que apresentavam lesões nas áreas descritas que levaram as conclusões dos períodos anteriores.

O feixe prosencefálico medial, no caso de lesão do hipotálamo lateral, quando atingidas podem gerar interrupção das fibras dopaminérgicas destes feixes. Este feixe é um sistema de controle de comportamentos motivados de reforço positivo (sistema mesolímbico). Outras fibras deste sistema participam do controle da motricidade em conjunto com os núcleos da base, conforme Lent.

Observou-se que animais obesos por lesão no hipotálamo medial não engordavam sem parar, ao atingirem um certo peso passavam a ter controle no novo nível atingido, mesmo sem ser capaz de gerar sinais de fome e de saciedade pelo comprometimento do hipotálamo. O que levou a conclusão científicas que haviam outros centros que também eram responsáveis pela indicação de fome e saciedade.

Estudo em ratos observou-se que quando um intervalo entre dois hábitos alimentares era longo, não produzia o efeito na próxima alimentação de ampliar a dosagem de alimentos, mas quando o rato comia muito, o intervalo seguinte era muito prolongado para nova ingestão. Como resultado a alimentação produz sinais de saciedade (retroação negativa) mais influenciadoras quanto maior a quantidade de alimentos ingeridos em uma refeição.

A ingestão alimentar é estimulada na introdução de alimentos na boca e inibida quando se começa a absorção no intestino. Os receptores gustatórios modulam o comportamento de ingestão pelo meio do núcleo do trato solitário e do córtex gustatório. Enquanto os aferentes vagais inervam o estômago, sinalizam seu enchimento pela distinção da parede gástrica, além de enviar também, informações para o trato solitário que conecta ao hipotálamo e ao córtex cerebral.

O alimento quando chega no estômago leva hormônios para a circulação sanguínea e em alguns órgãos circunventriculares através de receptores moleculares específicos.

Na área postrema e no núcleo do trato solitário atua o hormônio colecistocinina (CCK) trabalhando em sintonia com as informações que são carregadas através do nervo vago (X). O hormônio é responsável por reduzir a alimentação na administração sistemática, bem como outros peptídeos como a neurotensina, bombesina e o peptídeo semelhante ao glucagon-1 (Glp-1).

Podem existir outros sinais quando o estômago está vazio e coexiste um interstício para uma nova alimentação, um desses sinais pode ser o aumento da glicemia que vai aumentando durante e pós a refeição (ativação parassimpática do pâncreas). O pâncreas nesse processo também secreta insulina.

A leptina é um hormônio encontrado no tecido adiposo que atua informando ao hipotálamo da quantidade de gordura acumulada no organismo. Esse sinalizador mantém uma proporcionalidade em relação aos conteúdos lipídicos em estoque nas células adiposas. Eu outras palavras, quanto maior a concentração de leptina circulante significa uma maior quantidade de tecido adiposo (regulação de estoque).

Um estoque elevado significa a necessidade de uma inibição crônica da ingestão, na forma de um controle de apetite, ou seja, uma inibição direta do estado motivacional da fome, e não propriamente dos estados alimentares.

Com os experimentos que possibilitaram as conclusões descritas acima observou-se a importância na homeostasia alimentar do núcleo arqueado.

Algumas sínteses dos neurônios do núcleo arqueado são de neuropeptídios inibidores de apetite do tipo anoréticos e estimulantes de apetite do tipo orexígenos. Quando o nível de leptina fica elevado no sangue predomina a atividade dos neurônios de inibidores apetite. Este órgão faz conexão com o núcleo paraventricular que sob esta influência, gera-se o aumento do metabolismo dos tecidos, pela secreção dos hormônios hipoficários ACTH estimulador do córtex suprarrenal e TSH estimulador da tireoide. O núcleo arqueado também se projeta para a medula toracolombar cujo resultado é uma diminuição dos reflexos digestórios, vasoconstrição e elevação de leve temperatura corporal; acelerando o metabolismo das células do corpo. Outra projeção do núcleo arqueado é a conexão com o hipotálamo lateral no bloqueio ao comportamento da busca por alimentos.

A concentração de leptina baixa, observada pelo emagrecimento excessivo, diminui a atividade dos neurônios dos núcleos e sistemas sinalizados no parágrafo anterior entrando em ação outros tipos de neurônios do núcleo arqueado com ativam peptídeos estimuladores de apetite, resultando em diminuição do metabolismo dos tecidos e maior conservação e armazenamento de energia, conforme Lent, e a ativação de comportamentos alimentares de base apetitiva e consumatória.

Portando os gerentes de estoque da gordura no organismo são os neurônios arqueados que se articulam com o hipotálamo lateral, o núcleo paraventricular, e outras regiões, organizando o apetite e os comportamentos de busca e ingestão alimentar, segundo Lent.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [252] – O Sexo e a Busca do Prazer**

Não se pode detectar um déficit orgânico para justificar uma ativação para o impulso sexual que irá despertar o comportamento sexual.

A tendência default para o sexo e a busca do prazer também pode ser identificada neste mecanismo interligados a fatores biológicos e sociais que controlam a aptidão de um indivíduo em manifestar-se no sentido de ativar-se na postura de se vincular ao despertar das práticas sexuais.

Nos animais, a aproximação do macho com a fêmea desperta o impulso sexual e fatores de atratividade que levam ao ato sexual, a fim de garantir a sobrevivência da espécie. Em muitas espécies o ato sexual apenas acorre, depois que um fenótipo de característica sexual, atua como um sinalizador, para indicar, como um conteúdo hormonal, para o macho que a fêmea está pronta para uma postura e possível acasalamento.

Além da necessidade de reprodução da espécie, nos seres humanos o sexo também é utilizado para a geração de prazer, em algumas espécies de animais também este comportamento pode ser identificado.

O sexo também é uma medida socializante, pois é capaz de aproximar homens e mulheres em atividades de integração e correspondência.

Existem fatores biológicos e sociais bem específicos em desenvolvimento nos seres humanos e em outras espécies.

De forma que confere uma complexidade de comportamentos e estados motivacionais que torna praticamente difícil estabelecer uma razão com servomecanismos, como a termorregulação da sede e da fome.

O prazer no sexo tornou-se independente da função de procriação nos seres humanos. Mas o prazer não ocorre apenas em virtude de práticas sexuais, também está contido nos hábitos alimentares, nas bebidas, na prática de jogos e esportes, no hábito da leitura, televisão, teatro, e outros padrões artísticos, ... o ser humano hoje é um espécime que se prima pela busca de prazer.

O comportamento sexual depende de sinais neurais e químicos do corpo integrados ao hipotálamo e outras regiões. O sistema mesolímbico é muito importante dentro deste aspecto, pois gera correspondência reforçadora positiva de estados motivacionais complexos gerando o desejo de repetição do comportamento sexual, a fim de obter mais prazer. Que pode ser organizado como uma atividade que gerencia uma compulsão e dependência.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [253] – Comportamentos Sexuais**

Os comportamentos sexuais podem ser apetitivos ou consumatórios. Os apetitivos exercem fatores de atração entre machos e fêmeas, evocação a excitação sexual e preparação do organismo para os comportamentos consumatórios do ato sexual.

A atração entre machos e fêmeas é o primeiro estágio do comportamento sexual. Ela fornece a conduta para que machos e fêmeas dispersos e não conectados possam se aproximar ou orientarem os seus sensores para uma aproximação.

Durante este processo sinais podem ser detectados, como uma ereção, cheiros naturais, estiramento da pele na região mamária, expressão de aguçamento facial, salivação excessiva, gestos sedutores, exposição do corpo, expressão das cordas vocálicas para se chamar atenção, conexão do olhar, e uma outra série de indícios que podem ser administrados socialmente que caracterize um conteúdo de sedução.

Os níveis de atratividade podem ser regulados por certos hormônios sexuais das gônadas através de comportamentos apetitivos, que nas fêmeas é o ciclo astral ou menstrual.

Também podem ser percebidos no comportamento de fêmeas e machos um certo padrão de aproximação estereotipados de movimentos. A variabilidade do comportamento estereotipado em seres humanos está relacionada aos elementos culturais de indivíduos e de uma civilização, e é menos característico da espécie humana, conforme pode ser identificado em animais, principalmente aves.

Nos animais a postura somente é possível se a fêmea estiver dentro de seu período fértil do seu ciclo astral, mas nos seres humanos essa restrição não é válida. E em alguns animais dentro de uma espécie, também se verificam posturas não sujeitas a este comportamento, embora o aspecto modal e determinante seja o ciclo astral.

A decisão para que um par se condicione ao ato sexual na espécie humana parte por princípios de livre arbítrio e manifestação da vontade dos seres.

O segundo estágio do comportamento sexual é a cópula que se segue a formação do primeiro estágio de atratividade.

A estimulação tátil dos órgãos sexuais precede ao ato sexual em si. O resultado é a ereção do pênis e intumescimento do clitóris e dos lábios vaginais, bem como a lubrificação das vias genitais femininas.

Nos animais a postura é percebida como a “monta” do macho sobre a fêmea. Embora a posição predominante sexual na cópula humana é o homem sobre o corpo da mulher, existe uma infinidade de posições que podem variar o sentido da conexão carnal. As variações são percebidas como fontes adicionais de prazer.

A cópula consiste na introdução do pênis sobre a vagina, ou a introdução do pênis sobre o orifício anal, ou a introdução do pênis sobre o orifício oral, ou a introdução do pênis sobre as cavidades que estabelecem a divisória dos seios. Somente o primeiro caso é uma cópula no sentido procriativo, as demais são cópulas exclusivas com a finalidade de ativação de prazer.

O ato sexual é o momento em que os corpos fazem movimentos repetitivos e rápidos com o intuito de intensificar a libido e gerar o orgasmo do (s) parceiro (s), pelo aumento da excitação para atingimento do clímax de prazer na ejaculação pelo macho na forma de emissão de esperma ou sêmen onde estão milhares de espermatozoides, e no caso humano a ejaculação de material vaginal das mulheres, como forma propagadora de prazer, que contido no jato, pode estar um único e exclusivo óvulo, para fazer jus à necessidade de reprodução.

Durante o ato sexual, se os parceiros estiverem estimulados no sentido do consentimento da cópula, e inexiste algum conteúdo psicológico que trave a excitação na relação, a tendência natural será os parceiros atingirem um patamar que evolua para um orgasmo, caso contrário poderá evoluir apenas para o orgasmo de um, ou poucos (numa relação grupal), ou nenhum.

O organismo masculino geralmente apresenta dificuldade de desencadear mais de um orgasmo, mas essa métrica varia de pessoa para pessoa, pois existem homens aptos a administrarem uma média de 5 orgasmos por cópula. Após um orgasmo, o homem tem que passar por um período refratário para dar tempo ao seu corpo de produção de nova carga seminal caso seja seu desejo praticar outros atos sexuais. O corpo das mulheres é preparado para ter vários orgasmos, por esta razão ela não possui período refratário.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [254] – Comportamentos Afiliativos**

A cópula pode provocar além da gravidez, quando é realizada por pelo menos um macho que inclua pelo menos uma fêmea, indiferentemente à espécie; e também comportamentos afiliativos nos qual o grau de aproximação entre os víveres se condiciona a tecer comportamentos em torno de um relacionamento. Onde geralmente se espera estender a união com filhotes ou comportamento de simulação, onde se adota um filhote de outra cria.

Outro comportamento afiliativo é quando o filhote é introduzido no relacionamento de um núcleo familiar. Distintos animais possuem formas diversificadas de organização. Existem animais que se relacionam aos pares durante todo o ciclo de vida (monogamia – cerca de 3% das espécies e 90% das espécies de aves), outros existem a presença de um macho alfa com uma quantidade de matrizes que ficam à sua disposição na necessidade de acasalamento (poliginia; e no caso de uma fêmea para vários machos: poliandria); e em alguns casos podem convergir numa espécie de posse e territorialidade percebida como um harém. E tem espécies que se relacionam provisoriamente apenas durante o período da necessidade de propagação da espécie e outras que não apresentam nenhum tipo de filiação como no caso de moscas, muriçocas e mosquitos.

Os comportamentos filiativos em núcleos humanos, criam unidades denominadas famílias, que um aspecto interacional cognitivo e psicológico passa a reger os relacionamentos mais íntimos e mais próximos entre os indivíduos de uma mesma unidade familiar, em relação a outras de distintas famílias em uma sociedade.

A neurociências através de técnicas específicas têm procurado identificar traços genéticos e influências sociais nos comportamentos sexuais, para isto estuda dois tipos de camundongos para esta finalidade: um exclusivamente monogâmico por toda a vida o Microtus ochrogaster; e outro camundongo desencadeia o comportamento de promiscuidade o Microtus pennsylvanicus. E com estas diferenças de comportamento é possível estabelecer quais os genes que produzem hormônios para expressar comportamentos apetitivos sociais e sexuais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [255] – Hormônios, Neurotransmissores e Neurônios no Comando do Comportamento Sexual**

O principal integrador do comportamento sexual é o hipotálamo e os neuropeptíeos ocitocina e vasopressina são os principais moduladores neurais. A síntese ocorre nos núcleos paraventricular e supraóptico no hipotálamo, sendo conduzidos até a neuro-hipófise para a liberação de efeitos sobre a musculatura lisa do útero, das glândulas mamárias e vasos sanguíneos renais.

Esses peptídeos são produzidos por outros neurônios centrais. Lent afirma que a ocitocina é secretada em diversos núcleos hipotalâmicos, na amígdala, no núcleo acumbente, regiões do núcleo encefálico e medula.

A vasopressina é fabricada no núcleo supraquiasmático do hipotálamo. No núcleo do leito da estria terminal e na amígdala medial.

O comportamento sexual feminino sofre a ação mais contundente da ocitocina, enquanto no comportamento sexual masculino sofre a ação mais contundente da vasopressina. Níveis elevados destes hormônios são secretados na hora da cópula e atingem o pico de excreção na hora do orgasmo.

Os hormônios testosterona e estrogênios ativam a síntese e liberação de ocitocina e vasopressina para ativar os receptores das áreas pré-óptica medial, área tegmentar ventral, núcleo do leito da estria terminal, amígdala e bulbo olfatório. Desta forma os comportamentos afiliativos e sexuais podem ser programados e emitidos pelo cérebro para preparação do acasalamento ou de cuidados com a prole.

Em camundongos monogâmicos a administração de doses de citocina e vasopressina no cérebro gera um vínculo independente de acasalamento (reforço da monogamia). No experimento contrário, onde a citocina e a vasopressina foi inibida em camundongos monogâmicos após a cópula, os camundongos passam a se comportar de modo promíscuos (ativação da poligamia).

O camundongo que possui pré-disposição para a promiscuidade não apresenta efeito contrários dentro deste experimento porque sua gênese possui poucos receptores de citocina e vasopressina. Porém se o genoma deste camundongo é alterado e se introduz o gene da vasopressina, os animais passam para um comportamento de “primos” no sentido de afiliação monogâmicas.

Os comportamentos de posição sexual (comportamento consumatório) para a cópula são controlados pelo núcleo ventromedial das fêmeas. O núcleo pariaquedutal conecta-se na glísea periaquedutal (região do aqueduto cerebral, no mesencéfalo – atua em comportamentos emocionais). Desta se projeta para a formação reticular bulbar, que emite o feixe retículo-espinhal para controlar as ações da medula onde os circuitos das fêmeas passam a ser comandados.

O núcleo pré-óptico medial comanda as ações dos machos para a monta sobre as fêmeas. Quando se infundem androgênios através de mirocânulas na área pré-óptica o comportamento de montada nos ratos é verificado. O seguinte circuito é verificado: núcleo pré-óptico medial 🡪 tegmento mesencefálico 🡪 medula 🡪 inervação motora que comanda a ejaculação. O sinal químico deste circuito é a testosterona que se transforma em estradiol pela enzima aromatase que é encontrada no hipotálamo. O estadiol é reconhecido pelos receptores moleculares para os esteroides gonádicos.

O reconhecimento de indivíduos da mesma espécie é função dos núcleos da amígdala. A recompensa atrelada a sensação de prazer é função do núcleo acumbente e a área tegmentar ventral (sistema mesolímbico dopaminérgico) atuando na aproximação, corte e acasalamento.

Informações olfatórias específicas também contribuem para a realização do ato sexual, na liberação de feromônios sexuais captadas pelo vômero-nasal e veiculadas ao complexo amigdaloide e deste para o hipotálamo.

A neuroimagem hoje já permite estudar distintas situações de comportamento em seres humanos que envolvam paixão, erotismo, amor materno, e outras. O hipotálamo fica ativo durante o sexo, mas o mesmo tipo de ativação não é verificado no amor materno. No amor erótico as áreas frontais envolvidas no julgamento e razão ficam parcialmente desativadas, porém tais afirmações também devem ser levadas em consideração as variabilidades de comportamento dos seres humanos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [256] – Diferenciação Sexual do Sistema Nervoso**

Lent fala em dois gêneros que podem ser identificados com clareza mais comuns: masculino e feminino. O reconhecimento do sexo em animais é dependente da morfologia e do comportamento. Em seres humanos a forma do corpo é o principal sinal característico de reconhecimento do sexo, seguido dos cheiros, gestos, movimentos corporais, modos de falar, formas de olhar, elementos emocionais, peitos e seios, ... Os indicadores corporais facilitam a identificação de um homem e de uma mulher. Mas existem indivíduos que transitam entre os dois sexos (indivíduos intersexuais).

Várias nuances de percepção permitem a distinção de gêneros na espécie humana que devem ser levadas em conta fatores culturais e a vida social.

Os cromossomos e a composição gênica são um dos elementos de diferenciação de gêneros, onde a expressão XX é designado para os cromossomos de uma fêmea e a expressão XY é designado para o par de cromossomos um macho.

O cromossomo Y possui menos funções e genes diversificados, se comparado com o cromossoma X. Existe uma região determinante do sexo do cromossomo Y (SRY) que codifica, segundo Lent, a proteína conhecida por fator determinante de testículo.

O sexo, portanto, é determinado pela presença e ausência do gene tdf de forma que pessoas do sexo XX ou XXX são do sexo feminino e pessoas do sexo XY ou XXY são do sexo masculino. Existem outros genes mais são reguladores do gene tdf.

É possível também haver diferença entre o sistema nervoso de uma fêmea e de um macho. Onde essas diferenças podem surgir na fase de embriogênese ou em algum momento da vida do indivíduo.

Existe uma diferenciação das gônadas humanas até as seis primeiras semanas de gravidez, que irá gerar o processo de diferenciação sexual entre homem e mulher (ovários e testículos).

Se o feto manifestar o par de cromossomos XY será gerado produção de testosterona, gerando um tipo de diferenciação na fase embrionária para a formação dos testículos e da genitália masculina. Se o feto não tiver o cromossomo Y não irá gerar o segmento SRY, e, a diferenciação das gônadas na fase embrionária dará origem à genitália feminina.

Durante o processo de diferenciação sexual do sistema nervoso ocorre um dimorfismo sexual do cérebro de machos e fêmeas a fim da formação de gêneros diferentes.

O dimorfismo sexual no sistema nervoso ocorre em várias partes do cérebro humano, inclusive no hipotálamo onde seu volume é maior no macho e menor em fêmeas. Existe também dimorfismo na relação de quantidade de espinhas dendríticas e de sinapses entre machos e fêmeas.

As comissuras cerebrais também apresentam dimorfismo na relação entre homens e mulheres. Na medula espinhal o músculo bulbo-esponjoso existe apenas em machos ele se localiza na base do pênis.

Em andrógenos durante o desenvolvimento pós-natal mantém-se o músculo em machos e em fêmeas o musculo se atrofia.

William Young (1899 a 1965) criou a hipótese organizadora no qual existiria uma tendência default do desenvolvimento no qual todos os indivíduos seriam do sexo feminino se não fosse esta característica influenciada por hormônios esteroides testiculares dos machos, responsáveis pela masculinização do corpo, do cérebro e da vida pós-natal. O sentido da ativação da testosterona passaria por um período crítico e ao sair da puberdade atuaria apenas no sentido administrativo do genoma.

Quando se descobriu a modificação da testosterona na forma estradinol a hipótese organizadora de Young foi modificada, que acabou sinalizando que são os estrogênios que modificam masculinamente o cérebro humano. A proteína α-fetoproteína se liga aos estrogênios circulantes impedindo a passagem pela barreira hematoencefálica que permite ao feto feminino não masculinizar o seu cérebro em virtude do efeito do estrogênio.

Os machos produzem aromatase, que é uma enzima que transforma a testosterona em estradiol. Permite a expressão gênica que molda gradativamente os circuitos neurais masculinos condicionando o hipotálamo as manifestações de maior agressividade, marcação de território, comportamento de montadas no acasalamento, competitividade, ... O efeito da testosterona pelo resto do corpo, gera os condicionantes secundários das características sexuais para o masculino.

A menor concentração de testosterona nas fêmeas, o sequestro de estrogênios circulantes e a falta da aromatase no cérebro são responsáveis pela diferenciação do cérebro feminino e do comportamento característico do gênero. O estrogênio no corpo cria diferencias condicionantes secundários característicos da feminilidade.

Na puberdade esse efeito em machos e fêmeas é acentuado, ocorrendo o pico da secreção desses hormônios sexuais que aflora a atração e o desejo que desperta a necessidade de acasalamento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [257] – O Sistema Mesolímbico: Vias Dopaminérgicas de Repouso Positivo**

Os estados motivacionais produzem comportamentos apetitivos e consumatórios em grau maior ou menor de complexidade. Os estados consumatórios são comandados pelo hipotálamo, responsável pela monitoração de variáveis controladas, para isto exerce controle do nível de hormônios produzidos ou transferidos para este sistema.

Mas os sentimentos de prazer na forma de comportamentos aprendidos ou comportamentos apetitivos que despertam o desejo de repetição como são formados?

James Olds e Peter Milner conduziu experimentos que levaram a descoberta que algumas das fibras do feixe prosencefálico medial, desde o tronco cerebral até o mesencéfalo e núcleos da base e regiões mediais do córtex cerebral são responsáveis pela área da motivação que desencadeia os movimentos apetitivos. Esse sistema foi chamado de mesolímbico e envolve a área tegmentar ventral do mesencéfalo, o hipotálamo, o corpo estriado ventral (principalmente o núcleo acumbente), o córtex cingulado, o córtex pré-frontal; e fibras de controle motor nigroestriadas.

Recentemente (2012) passou a atribuir ao sistema mesolímbico interligação com a dependência de drogas e com a psicose maníaco-depressiva. No primeiro caso os comportamentos motivados repetitivos em função de reforço positivo geram a dependência e a utilização do sistema para esta finalidade. No segundo caso, envolve distúrbio funcional característicos da mania e não com a função de reforço positivo. Há relação com a transmissão dopaminérgica no sentido de aumento da liberação de dopamina, segundo Lent, nos terminais mesolímbicos. No caso da psicose maníaco-depressiva, o uso de antidopaminérgicos na forma de medicamentos antipsicóticos estabiliza a manifestação da mania.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [258] – Um Pouquinho mais de Eletricidade, por favor ...**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Doutora Suzana Herculano-Houzel, traz um belo conceito no qual nos instiga à manifestação do pensamento: ***de tudo o que é bom a gente quer mais***. Mas o problema levantado pela Professora Doutora Herculano é o que fazer caso o cérebro queira mais? Com as descobertas nas neurociências de que o comportamento possui um referente, na forma de um circuito interno, gerou um experimento de que a introdução de um estímulo causava aversão. Que resultou na invalidação desta assertiva.

Esse experimento aconteceu em 1953, época que se intencionava compreender os mecanismos da consciência. Em 1949 Geuseppe Moruzzi e Horace Magnun descobriu que a estimulação elétrica da formação reticular mesencefálica faz animais adormecidos despertarem. E o estímulo visualizado como uma energia excedente nestes animais, em estado de vigília, gerava um estado de alerta.

James Olds (1922 a 1976) fez experimentos em ratos no qual era aplicado uma carga elétrica em sua formação reticular mesencefálica, o animal estava em cima de uma mesa e toda vez que chegava em um de seus cantos era conduzido energia através de um eletrodo; se a estimulação fosse aversiva o rato passaria então a evitar o canto, caso contrário, se tivesse um efeito benéfico de “querer mais” ou gerar prazer, o rato passaria a visitar cada vez mais este canto da mesa.

Em diferentes combinações de trajeto do animal ficou comprovado que o animal passou a se sentir atraído pelos locais onde o estímulo elétrico introduzido através do eletrodo permitia ter contato com a experiência da eletricidade.

Mais tarde em outro experimento conhecido como caixa de Skinner que era uma caixa com uma alavanca que funcionava para abrir uma comporta que despejasse um grão de comida, foi utilizado para verificar a característica de aversão a um estímulo, uma vez que a característica da caixa sinalizava um tipo de comportamento repetitivo do animal pela busca de alimentos que beirava o exagero; o destravamentro da alavanca, a fim de pegar novos grãos. Se o comportamento fosse alterado em função da eletricidade que era desencadeada a partir do eletrodo posicionado em sua cabeça era sinal realmente que o movimento aversivo realmente existiria. Antes do efeito do choque o comportamento do animal era de 60 pedaladas em 10 minutos. E após o efeito do choque o comportamento do animal era até 1.000 pedaladas em 10 minutos.

Vários pontos do hipotálamo foram variados a fim de determinar qual a estrutura de fato gerenciada o efeito de “querer mais” descobrindo-se que o feixe prosencefálico medial era responsável pelo efeito de prazer pela atividade.

Esse experimento do tipo de autoestimulação foi adaptado para autoaplicação de opioides ou cocaína em ratos, conforme a palavra da Doutora Herculano, é um teste de rotina hoje em dia no estudo dos mecanismos de ação das drogas psicotrópicas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [259] – Consciência Regulada**

Todos os vertebrados apresentam uma repetição diária do ato de dormir na qual é possível estabelecer um ritmo para a vida. Lent aborda a existência de outros ritmos: atividade motora, atividades reprodutoras, desempenho cognitivo, temperatura corporal, secreção hormonal, ... todas caraterizadas por um condicionamento cíclico em que um fenômeno da natureza esteja presente. Assim, a sincronia entre organismo e natureza tem grande valor adaptativo para uma espécie.

Os organismos possuem uma propriedade de oscilar o seu nível energético de forma espontânea, em que o sistema nervoso dispara os sinais neurais de forma periódica. Então se pode falar em relógios biológicos que recebem informações do ambiente, onde a oscilação espontânea se acopla aos ciclos do habitat.

O relógio dos ciclos com ritmos sazonais (circanuais) fica no epitálamo; e o relógio dos ciclos com ritmos cotidianos (circadianos) fica no hipotálamo.

A oscilação cotidiana que sofre influência da atividade do sistema nervoso mais conhecida é o ciclo vigília-sono. Onde concentra comportamentos que exijam maior atividade durante o dia e comportamentos de menor atividade e repouso durante a noite.

Para regular os ciclos existem sistemas moduladores difusos que são grupos de neurônios distribuídos em grandes centros do córtex cerebral e regiões subcorticais, do tálamo até a medula espinhal.

A consciência em virtude da modulação difusa ao final do dia desconecta-se e o indivíduo pelo processo do sono mergulha no inconsciente. Ocorre também o relaxamento dos músculos pela observação do repouso e as funções orgânicas ficam mais pausadas e lentas.

Quando um indivíduo dorme, existe uma fase de transição chamada de sono paradoxal que consiste em mover pouco e sonhar muito. Ele envolve neurônios diferentes do tronco encefálico.

Lent aprofunda dizendo que o sono de ondas lentas é regulado por sistemas neuronais situados no tronco encefálico, onde a informação pode ser passada do córtex através do tálamo.

O sono é essencial para um ser humano, quando se dorme pouco é percebido como insônia e quando se dorme em excesso na forma de hipersônia. Acredita-se que o ser humano passe um terço de sua vida dormindo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [260] – Os Ritmos da Vida**

A cada 24 horas os seres humanos desenvolvem atividades de vigília e de sono e em condições normais dentro deste período um indivíduo dorme pelo menos uma vez. O sono é uma variável cíclica.

Em função das contingências pessoais e sociais existem variações de indivíduos para indivíduos, e em mesmos indivíduos em suas demandas por sono. A repetição diária do sono forma um ritmo ou ciclo.

Atividades motoras, desempenho psicomotor, a percepção sensorial, a secreção de alguns hormônios, a temperatura corporal, e outros fenômenos fisiológicos e psicológicos desencadeiam atividades na forma de ritmos ou ciclos. Por esses ritmos se repetirem ao longo do dia são chamados de ciclos circadianos.

Quando os ciclos não são diários, e pode representar uma repetição semanal, ou mensal, ou trimestral é chamado de ciclos infradianos. Outros ciclos de duração mais curta que um dia como por exemplo piscar ou beber água são chamados de ciclos ultradianos.

A secreção do hormônio luteinizante gonadotrofina, sua concentração varia de algumas horas, portanto, o seu ritmo é ultradiano. E o hormônio folículo-estimulante varia a concentração mensalmente, portanto, o seu ritmo é infradiano. Já o hormônio hipofisário conhecido por somatofrofina (hormônio do crescimento) tem ciclo circadiano.

Geralmente o comportamento sexual é infradiano para a maioria das espécies. Existem ciclos em alguns animais que acompanham as estações do ano, como por exemplo, a hibernação de ursos no inverno.

Os ritmos biológicos são parâmetros contidos em estruturas vitais ou biológicas, por isto são considerados universais.

Existem sistemas biológicos que entram em operação para a gestão dos ciclos biológicos em uma espécie. Estes sistemas possuem genes-relógio específicos que geram proteínas que detectam e controlam os ciclos biológicos dentro de um organismo.

Esse relógio interno existe tanto em plantas quanto animais. Mesmo que uma espécie seja condicionada em um ambiente totalmente claro ou totalmente escuro, o ciclo de vigília-sono se mantém de forma adaptativa.

Lent conclui que os relógios biológicos são ajustáveis ao ambiente pela ação de células sensoriais e vias aferentes, sincronizando-se aos ciclos naturais. E como se sabe os efeitos são eferentes. Os sistemas temporizadores são formados por três atividades: atividades aferentes, atividades eferentes e marcapassos. Os marcapassos sinalizam e pontuam eventos para que o corpo seja capaz de corresponder preditivamente na visualização da influência externa contida na natureza, para que o organismo possa modificar o seu comportamento conforme a necessidade momentânea.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [261] – O Relógio Hipotalâmico e os Ritmos do Dia a Dia**

O núcleo supraquiasmático do diencéfalo, no hipotálamo, acima do quiasma óptico, é um dos órgãos identificados como marcapassos de um sistema temporizador circardiano dos mamíferos.

Lent especifica que o núcleo supraquiasmático é um par de núcleos pequenos que recebem axônios de ambas as retinas cuja origem são certas células ganglionares da retina fotorreceptoras dotadas de capacidade de detecção luminosa e variações do ambiente através do pigmento melanopsina. Os receptores saem do trato óptico e são glutamatérgicos, ao formar o quiasma óptico forma-se um feixe muito curto denominado de retino-hipotalâmico. O tálamo também abastece com feixes o núcleo supraquiasmático, através de sua porção ventral do núcleo geniculado lateral.

Para fazer funcionar o temporizador circardiano a luz é absorvida pela melanopsina dos gânglios fotorreceptores ativando os neurônios surpaquiasmáticos que aumentam a frequência de disparo durante o dia pela infiltração da influência da luz, e diminuem a frequência de disparo durante a noite pela diminuição da luz.

O núcleo supraquiasmático desperta funções autonômicas de controle visceral devido suas conexões projetarem para diversos núcleos do hipotálamo, para o prosencéfalo basal e tálamo capazes de influenciar diversos comportamentos motivados.

Convém deixar claro que o núcleo supraquiasmático gera periodicidade às funções cerebrais, mas não participa delas, exceto quanto à ritmicidade. Apesar de um marcapasso ser capaz de gerar um ritmo, não significa que este ritmo esteja sincronizado com os elementos da natureza.

A luz é a influência que chega até o marcapasso e gera sua influência através das fibras retino-hipotalâmicas na formação do ciclo circadiano que o organismo permitiu identificar uma ou mais influências ambientais.

O relógio hipotalâmico é formado por neurônios que agem como osciladores naturais estabelecendo variações cíclicas. O potencial de repouso destes neurônios varia ciclicamente. Na despolarização do relógio marcapasso em cada ciclo, o potencial de ação é conduzido pelas vias de transmissão. Na repolarização o potencial de repouso é restaurado para o valor normal. Então ocorre a repetição do ciclo. Lent contribui com um dado adicional de que existe no feto a expressão de genes-relógio antes da sinaptogênese e não é bloqueada pela tetrodotoxina (bloqueador específico de canais de sódio dependentes de voltagem).

Existe uma certa imprecisão do relógio hipotalâmico e por esta razão ele necessita ser sincronizado ao ciclo natural dia-noite. Então o organismo passa a fazer o monitoramento da intensidade da luz através do núcleo supraquiasmático pelos aferentes visuais que faz o ajuste para os neurônios osciladores. Além disto, essas conexões aferentes comandam funções autonômicas, neuroendócrinas e comportamentais que possam sofrer necessidade de regulação em um período de 24 horas.

Existem na esfera da psicologia social outros tipos de temporizadores, como a jornada de trabalho, lazer diurno e lazer noturno, hábitos alimentares e de ingestão de líquidos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [262] – O Relógio Epitalâmico e do Ritmo das Estações**

O epitálamo é uma parte do diencéfalo localizada dorsalmente ao tálamo que controla os ritmos não circadianos. A parte mais saliente deste órgão é conhecida pelo termo glândula pineal ou epífise, ela emerge do diencéfalo como um pequeno cogumelo orientado para trás sobressaindo sobre o mesencéfalo entre os dois colículos superiores. Existe controvérsia em relação ao funcionamento da glândula pineal para os ciclos circadianos e a percepção de sua funcionalidade varia de autor para autor. Mas este estudo tem por base os conhecimentos de Roberto Lent, e para o núcleo de pesquisa deste pesquisador, o epitálamo cuida apenas dos ciclos não circadianos.

A glândula pineal é um marcapasso do sistema temporizador infradiano circanual que monitora e sincroniza as estações do ano e visualizado como por exemplo, em um comportamento reprodutor, hibernação, ...

A luz também é o mecanismo de ativação da glândula pineal. O circuito é formado: pelo feixe retinohipotalâmico 🡪 conexões do supraquiasmático com o núcleo paraventricular e adjacências 🡪 projeções descendentes dos núcleos para o corno intermediolateral da medula espinhal 🡪 a inervação do gânglio cervical superior 🡪 e as fibras que inervam a glândula pineal usando a norodrenalina como neurotransmissor.

Lent admite em seus estudos que existe uma integração entre o sistema do ciclo circadiano e o sistema temporizador circanual. A melatonina, na glândula pineal, sob ativação simpática aumenta durante à noite, em termos de síntese e secreção.

A melatonina reduz a função das gônadas durante o inverno: dias curtos e noites longas. Quando as noites são mais longas a melatonina tem seu pico de excreção. O que faz da glândula pineal um sensor de fotoperíodo. Esse pigmento proteico como medicamento diminui os efeitos do jet-lag, que são alterações do ciclo circadiano de quem faz viagens longas para distintos fuso-horários.

Os receptores MT1 e MT2 desencadeiam a ação da melatonina, onde os neurônios supraquiasmáticos fecham quimicamente o circuito do sistema temporizador circadiano com o circanual para uma regulação de efeito conjunto.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [263] – A Melatonina como Temporizador Circadiano**

O Professor-titular do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo José Cipolla Neto em seu artigo escreve sobre o ciclo vigília-sono e a ritmicidade biológica.

Seus primeiros estudos, na década de 1970, concentraram no controle neural da atividade elétrica cortical durante o ciclo vigília-sono das áreas paleocorticais cujo foco era o córtex olfativo primário.

Já no começo da década de 1980 introduziu no Brasil, junto com sua equipe estudos científicos sobre cronobiologia.

No começo da década de 1990 fez estudos sobre a glândula pineal e seu hormônio: a melatonina. Onde o estudo se concentrou no controle neural e nos aspectos fisiológicos celulares da produção e secreção de melatonina pineal e o papel fisiológico desse hormônio e seus mecanismos de ação; e após formação de cooperação internacional, além dos estudos anteriores descritos se pesquisou sobre o papel terapêutico da reposição de melatonina.

A primeira preocupação de seu grupo foi entender o papel funcional básico da glândula pineal e como age a melatonina na regulação dos fenômenos rítmicos circadianos, em que a melatonina é vista como um marcador circardiano, onde uma maior concentração deste hormônio ocorre da fase noturna, e, uma menor concentração deste hormônio é verificada na fase diurna.

Foi possível demonstrar através destes estudos que a melatonina é um importante agente de potencialização da insulina de forma central ou periférica, além de ser um regulador circadiano. E de acordo com as exigências energéticas do organismo ser capaz de temporizar as funções do tecido adiposo e muscular.

Em animais diabéticos o nível de melatonina decresce consideravelmente, constatação através de testes de microdiálise da glândula pineal. Deste resultado Doutor Cipolla abstrai que a redução de melatonina é um dos componentes importantes na resistência insulínica do paciente diabético ou do idoso.

Doutor Cipolla acredita que além do papel da melatonina descrito anteriormente, este hormônio tem o papel funcional, também, de temporizar as funções metabólicas diárias de alocação e eficiência do gasto energético do ciclo dia-noite, consonante à capacidade de armazenamento de nutrientes. Essa função dupla sugere o importante papel temporizador circadiano da melatonina e de temporizador sazonal.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [264] – Sistemas Moduladores**

Um dos ritmos circadianos é o ciclo vigília-sono, que também é sincronizado pelo sistema temporizador sob coordenação do núcleo supraquiasmático.

A secreção de hormônio do crescimento, por exemplo, os circuitos são fáceis de serem identificados porque se sabe que é a hipófise que secreta e produz o hormônio. E por sua vez, a hipófise é controlada por alguns núcleos do hipotálamo. Alguns aferentes destes núcleos partem do núcleo supraquiasmático.

O circuito circadiano para o sono é mais complexo. Quando uma pessoa intenciona em dormir, no ato, a impressão de um observador em estado de vigília é que o cérebro do dormente está paralisado ou desligado.

Então existe um complexo sistema que funciona para ligar e desligar o funcionamento do cérebro no módulo de consciência em que todos os mecanismos possam ser acionados de uma única vez e que muitas áreas possam ser ligadas ao mesmo tempo. De forma que sistemas específicos e sistemas difusos; e, sistemas moduladores devem comandar a necessidade do indivíduo frente a influência luminosa do espectro ambiental.

Os sistemas específicos são os elementos sensoriais, motores e fisiológicos que devem ser despertados e controlados.

Os sistemas difusos são os diversos elementos e órgãos distribuídos e conectados por todo o sistema nervoso central.

Os sistemas moduladores são as funções que devem ser despertadas para que aflore um nível de consciência desejada.

E os sistemas moduladores difusos são as funções atenuadoras do nível de consciência e o comportamento de um indivíduo reagente a um ou mais fatores provenientes do ambiente externo (natureza).

O ciclo vigília-sono é um ritmo circadiano que oscila níveis de consciência e de comportamento a cada 24 horas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [265] – Ligar o Sono ou Desligar a Vigília?**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Doutora Suzana Herculano-Houzel, começa seu artigo desvendando os mistérios da Antiguidade, desenvolvendo uma breve temática até quase a metade do século 20. Durante a fase descrita se acreditava que o sono era fruto da passividade, no sentido de que uma diminuição dos estímulos de conexão do indivíduo com o “estar acordado”, faria com que um indivíduo procurasse um ambiente tranquilo e preferencialmente escuro para repousar, onde o nível de atividade cerebral deste ato ficava restrito, provocando uma diminuição da tensão cerebral. Mas o conhecimento que condicionava esta visão romancista dos primórdios alterou quando uma epidemia de encefalite letárgica, conhecida como a doença do sono, se propagou pela Europa.

Doutora Herculano nos conta que o inverno europeu de 1918 a 1919, milhares de pessoas foram atingidas pela encefalite letárgica. Algumas pessoas tiveram o sintoma de letargia, que refletia num estado de sonolência permanente. Outras pessoas foram atacadas por uma insônia profunda.

Os estudos de autópsias realizadas pelo barão austríaco Constantin von Economo (1876 a 1931) constatou-se que uma região do cérebro havia sofrido lesão em todos os seus pacientes das duas configurações de sintomas. Possibilitando que fosse identificado um possível centro do sono.

Walter Hess (1881 a 1973) estudou cérebros de gato, provocando lesões em áreas indicadas do sono para tentar identificar suas áreas de controle. Em 1922 conseguiu atribuir duas áreas próximas ao hipotálamo com funções de controle do sono, uma funcionalmente oposta a outra: uma que ajuda a propagar a dormência (sono); e outra que ajuda o ficar acordado (vigília).

Em 1949 Giuseppe Moruzzi (1910 a 1986) e Horace Magoun (1907 a 1991) no posicionamento errado de eletródios fizeram uma descoberta acidental sobre a estimulação elétrica da formação reticular mesencefálica causava modificação no EEG, conforme as palavras da Doutora Herculano, semelhante à que ocorre na transição do sono à vigília (ficou conhecido como ativação EEG). Como o mecanismo interno descoberto independia de estímulos sensoriais, posicionou a formação reticular como um centro interno de controle do estado do cérebro.

Em 1959 Michel Jouvet descobriu que a formação reticular que ativa o cérebro na transição ao estado de vigília também ativa num determinado tempo o estado de sono (sono paradoxal).

Em 1953 Nathaniel Kleitman e Eugene Aserinsky foram os primeiros a postularem sobre o sono paradoxal. Logo foi associado aos sonhos, no controle ativo de atividades cerebrais estimulado pela formação reticular mesencefálica, na forma de introdução do processo de sonho, como para finalizar a dormência.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [266] – Os Sistemas Moduladores**

**Neurotransmissor: Noradrenalina**

Classificação Neuroquímica: A1

Equivalência Anatômica: Núcleo ambíguo

Projeção: Ascendente (hipotálamo)

Função: Modulação cardiovascular e endócrina

**Neurotransmissor: Noradrenalina**

Classificação Neuroquímica: A2

Equivalência Anatômica: Núcleo do trato solitário e Núcleo dorsal do vago

Projeção: Ascendente (hipotálamo)

Função: Modulação cardiovascular e endócrina

**Neurotransmissor: Noradrenalina**

Classificação Neuroquímica: A3

Equivalência Anatômica: Formação reticular bulbar

Projeção: Ascendente (hipotálamo)

Função: Modulação cardiovascular e endócrina

**Neurotransmissor: Noradrenalina**

Classificação Neuroquímica: A4 e A6

Equivalência Anatômica: Locus ceruleus

Projeção: Ascendente (todo o prosencéfalo e mesencéfalo) e descendente (rombencéfalo e medula)

Função: Modulação da excitabilidade cortical e subcortical; regulação do ciclo vigília-sono.

**Neurotransmissor: Noradrenalina**

Classificação Neuroquímica: A5 e A7

Equivalência Anatômica: Formação reticular pontina

Projeção: Descendente (medula)

Função: Controle do tônus muscular

**Neurotransmissor: Dopamina**

Classificação Neuroquímica: A8, A9 e A10

Equivalência Anatômica: Substância negra e área tegmentar ventral

Projeção: Ascendente (núcleos da base e regiões límbicas)

Função: Coordenação motora, modulação emocional e comportamentos motivados.

**Neurotransmissor: Dopamina**

Classificação Neuroquímica: A11 a A15

Equivalência Anatômica: Hipotálamo

Projeção: Local (infundíbulo e neuro-hipófise) e descendente (coluna intermediolateral da medula)

Função: Controle neuroendócrino e regulação do tônus simpático.

**Neurotransmissor: Dopamina**

Classificação Neuroquímica: A16

Equivalência Anatômica: Bulbo olfatório

Projeção: Local

Função: ignorada em 2012

**Neurotransmissor: Dopamina**

Classificação Neuroquímica: A17

Equivalência Anatômica: Retina

Projeção: Local

Função: Modulação da adaptação retiniana

**Neurotransmissor: Serotonina**

Classificação Neuroquímica: B1 a B3

Equivalência Anatômica: Núcleos da rafe bulbar

Projeção: Descendente (coluna intermediolateral da medula)

Função: Regulação do tônus simpático

**Neurotransmissor: Serotonina**

Classificação Neuroquímica: B4

Equivalência Anatômica: Núcleo magno da rafe

Projeção: Descendente (como dorsal da medula)

Função: Modulação da dor

**Neurotransmissor: Serotonina**

Classificação Neuroquímica: B5 a B9

Equivalência Anatômica: Núcleos da rafe pontina e mesencefálica (grísea periaquedutal)

Projeção: Ascendente (todo o prosencéfalo)

Função: Modulação da excitabilidade cortical e subcortical

**Neurotransmissor: Adrenalina**

Classificação Neuroquímica: C1

Equivalência Anatômica: Núcleo ambíguo

Projeção: Ascendente e descendente (hipotálamo e coluna intermediolateral da medula)

Função: Regulação do tônus vasomotor simpático e controle cardiovascular

**Neurotransmissor: Adrenalina**

Classificação Neuroquímica: C2

Equivalência Anatômica: Núcleo do trato solitário

Projeção: Ascendente (núcleo parabraquial)

Função: Modulação da motilidade gastrointestinal

**Neurotransmissor: Acetilcolina**

Classificação Neuroquímica: Ch1 a Ch4

Equivalência Anatômica: Área septal, núcleos da banda diagonal e núcleo basal de Meynert

Projeção: Ascendente (todo o córtex cerebral) e descendentes (tronco encefálico)

Função: Modulação da excitabilidade cortical e da memória

**Neurotransmissor: Acetilcolina**

Classificação Neuroquímica: Ch5 a Ch6

Equivalência Anatômica: Núcleos pontinos rostrais e formação reticular mesencefálica

Projeção: Ascendente (mesencéfalo e diencéfalo) e descendente (bulbo)

Função: Manutenção da vigília; iniciação do sono paradoxal.

**Neurotransmissor: Histamina**

Classificação Neuroquímica: E1 a E5

Equivalência Anatômica: Núcleo tuberomamilar do hipotálamo posterior

Projeção: Ascendente (todo o prosencéfalo) e descendente (rombencéfalo)

Função: Manutenção da vigília; controle do nível de alerta comportamental.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [267] – Neuroanatomia e Neuroquímica dos Sistemas Moduladores**

Os neurofisiologistas foram os primeiros a postular sobre sistemas difusos sobre o controle do nível de consciência a fim de especular sobre a fase de sono e a fase de vigília.

O interesse dos neuroanatomistas, alguns mais descritivos, estudaram os trajetos difusos de neurônios com ramificações difusas que atingiam extensas áreas do sistema nervoso. Os neuroanatomistas de tendência neuroquímica identificaram sistemas de neurotransmissores de caráter difuso. Gerando uma classificação morfológica e neuroquímica do mesmo fenômeno.

A maioria dos neurônios de origem do tronco encefálicos desses sistemas difusos foram identificados. Ora se observou que os neurônios estavam reunidos em núcleos, ou em fibras nervosas chamada de formação reticular que se estende do bulbo até o mesencéfalo. Muitos destes neurônios podem receber modulações difusas. São capazes de exercer ações sobre o diencéfalo e telencéfalo.

O locus ceruleus e os dois núcleos da rafe mediano no tegmento mesencefálico e no prosencéfalo basal: núcleo de Meynert e a área septal; foram identificados fora da região do bulbo e da ponte.

Os neurônios das estruturas descritas no parágrafo anterior possuem somas pequenos e axônios finos e circulam pulsos em baixo sinal de transmissão (1 m/s), disparam potenciais de ação como metrónomos entre frequências entre 1 a 10 Hz.

Descobriu-se que o sistema de modulação emprega distintos neurotransmissores. Então gerou o entendimento da presença de microclimas neuroquímicos presentes no sistema nervoso central.

Quando um neurotransmissor como a noradrenalina é propagada em meio neural as áreas em que o agente é distribuído forma um microclima para a propagação da noradrenalina. Se em outro caso houver o predomínio de propagação de serotonina, um outro microclima é gerado para serotonina. Esses fatores são substanciais para o controle do nível de consciência e da atividade comportamental geral do indivíduo.

Uma nomenclatura foi criada para os neurotransmissores deste sistema, no qual cada sistema foi codificado com uma letra e um número. A letra é a referência ao neurotransmissor e o número a localização rostro-caudal de cada grupo de neurônios no contexto do neurotransmissor já mapeado. Os números menores representam níveis mais caudais e os maiores os níveis mais rostrais. A única exceção é a acetilcolina que tem codificação inversa ao descrito nos períodos anteriores em relação à numeração.

Os neurônios mais numerosos em termos de sistemas são os noradrenérgicos. Eles formam duas colunas: dorsal e ventral. Estão associados ao núcleo ambíguo (A1), e os da coluna dorsal contém os neurônios do núcleo do trato solitário e núcleo motor do vago (A2), e da formação reticular (A3). A posição das colunas é o bulbo e projeções do hipotálamo. Eles participam do controle das funções cardiovasculares e neuroendócrinas. Os grupos A5 e A7 estão mais acima da ponte e fazem parte da formação retícula pontina, fazem participação na modulação dos reflexos autonômicos, e possui projeções descendentes para a medula toracolombar. Os grupos sistêmicos A4 e A6 estão na ponte no locus ceruleus que possui grande contribuição no sistema vigília-sono, suas projeções estendem-se e ramificam-se por todo sistema nervoso central, do córtex cerebral até a medula espinhal.

Os neurônios adrenérgicos C1 e C2 encontram-se misturados no bulbo com A1 e A2 respectivamente. O sistema C1 projeta para coluna intermediolateral da medula toracolombar para o controle vascular periférico. E também C1 projeta para o hipotálamo atuando também na regulação cardiovascular. C2 participam da modulação da motilidade gastrointestinal, no núcleo do trato solitário.

Os grupos da dopamina (A8 a A17) fazem parte da substância negra no mesencéfalo e a área tegmentar adjacente, o que é encaminhado para os núcleos da base participa de funções motoras, os neurônios encaminhados para as regiões límbicas prosencefálicas constituem o sistema modulador do humor. Os sistemas (A11 a A15) localizam-se no hipotálamo projetando-se localmente à eminêsncia mediana (controladores da secreção hormonal hipofisária) e à neuro-hipófise deslocando-se até a medula toracolombar (modulam neurônios pré-ganglionares simpáticos). Lent especifica um terceiro sistema de células dopaminérgicas no bulbo olfatório e na retina no desempenho de funções no processamento sensorial correspondente.

Os sistemas de serotonina localizam-se bem próximos da linha média do tronco encefálico nos núcleos de rafe. As projeções descendentes são mais caudais e participam do controle simpático e da modulação endógena da dor (B1 a B3). Os sistemas (B5 a B9) mais rostrais regulam o ciclo vigília-sono e participam da modulação de comportamentos motivacionais e emocionais. Esses últimos projetam par todo o prosencéfalo e ao cerebelo.

Os sistemas colinérgicos e histaminérgicos foram recém-descobertos. Os sistemas colinégicos do prosencéfalo basal (Ch1 a Ch4) atuam no processo de degeneração em pacientes com a doença de Alzheimer. Estes participam dos mecanismos de memória e da regulação do ciclo vigília-sono. Os sistemas colinérgicos mais caldais (Ch5 e Ch6) ascende para o mesencéfalo e o diencéfalo e descende para o bulbo. Participam de regulação do ciclo vigília-sono.

Os sistemas para a histamina (E1 a E5) ascende e descente ramificando-se por várias partes do prosencéfalo e do rombencéfalo. Atuam na regulação dos comportamentos de alerta, modulando a excitabilidade cortical durante a vigília.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [268] – Os Fenômenos do Sono**

O comportamento humano é muito variado na hora de dormir, da mesma forma que o trânsito entre os estados de vigília e sono também o são. A aproximação do sono o corpo vai ficando mole, as pálpebras podem parecer pregadas e o desinteresse perceptivo pelo mundo vai ficando mais evidente conectando o indivíduo com a sonolência e seu apagão de consciência. E após essa latência em não usar a consciência novo ciclo é iniciado.

Durante a vigília e o sono podem ocorrer alguns eventos fisiológicos e comportamentos. As clínicas do sono são os locais utilizados por fisiologistas que investigam e estudo os estados de sono e vigília. Além de equipamentos de vídeo, existem equipamentos de registro interno como o eletrocardiograma, o eletro-oculograma, ... O registro conjunto de múltiplos dados é conhecido por polissonográfico.

As clínicas do sono acompanham todos os fenômenos do ciclo vigília-sono que podem ser segmentados em três categorias: comportamentais, autonômicos e eletroencefalográficos. Os pacientes devem procurar representar o máximo o nível de atividade vivenciada no dia a dia, na simulação de seu comportamento dentro da clínica.

Os estímulos sensoriais respondentes, que uma pessoa durante o dia, em relação ao ambiente, apresenta um comportamento ativo, observa-se atividades motoras e locomotoras.

Os estímulos sensoriais que uma pessoa responde durante a noite quando vai dormir são poucos e escassos, porque o indivíduo deixa de corresponder as influências do ambiente, apresentando, portanto, redução da atividade motora e assume uma postura estereotipada (deitado e de olhos fechados). Quando se está dormindo ocorre uma redução das funções vegetativas: a pressão arterial cai, diminui a motilidade gastrointestinal, a temperatura corporal cai de um a dois graus, a atividade metabólica fica reduzida dos órgãos e tecidos.

Alterações podem ser registradas entre os dois momentos de atividade: vigília-sono; através de um eletroencefalograma (EEG). No estado de vigília o EEG regista um ritmo rápido de baixa voltagem e alta frequência (dessincronização) e no período do sono ocorre a relação inversa ao descrito para o período de vigília (sincronização).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [269] – Os Dois Estados de Sono**

O sono começou a ser estudado com mais detalhe na década de 1950 e teve como seus primeiros expoentes Nathaniel Kleitman, William Dement e Eugene Aserinsky que descobriram que o sono possui vários estágios e dois estados diferentes.

Registros polissonográficos foram utilizados para computar indivíduos normais durante o adormecimento, o sono e o acordar na observação dos comportamentos de voluntários.

O EEG apresentou um traçado dessincronizado típico, chamado de ritmo β para um traçado levemente diferente de voltagem um pouco maior e menor frequência chamado de ritmo α; durante o adormecimento, quando o indivíduo se tornava sonolento. Observou-se também que o eletro-oculograma (EOG) e o eletromiograma (EMG) tornou-se mais estável, no qual os pesquisadores chamaram esta observação de estagio 1 (a estabilidade é medida em comparação ao estado de vigília).

Quando o indivíduo ficava com o sono mais profundo o EEG apresentava onda de alta voltagem que foram batizadas de fusos do sono e complexos K. Os demais equipamentos mantiveram estáveis. Sendo percebido este fenômeno como o estágio 2.

O estágio 3 e 4 o sono do indivíduo era mais profundo ainda sendo difícil de ser acordado, com ocasionais mudanças de posicionamento na cama. Cada vez mais o EEG estava sincronizado, apresentando um ritmo de alta voltagem e baixa frequência (ritmo σ).

Após uma hora de sono os olhos começam a se mover de um lado para outro, em relação ao indivíduo deste experimento e o EEG ficou dessincronizado, mas o corpo do indivíduo permanecia imóvel. O EMG emitiu um resultado liso e estável. Quando os pesquisadores tentaram acordar a pessoa, o fato ocorreu com certa dificuldade. Foi relatado que o indivíduo passou por um sonho delirante. Embora estivesse dormindo o seu EEG apontava para comportamento cerebral de vigília. O corpo estava completamente paralisado quando teve o sonho, o único movimento percebido era do ziguezague dos olhos.

A repetição do experimento com outras pessoas foi possível definir dois estágios para o sono: sono das ondas lentas; sono paradoxal ou sono paradoxal.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [270] – Uma Noite de Sono**

Os vertebrados têm em comum a manifestação do sono, porém em relação a cada espécie existem diferenças de quantidade de sono, de variação dia-noite, proporção de estados de sono, necessidades fisiológicas de manifestação de sono, ... A seguinte relação parece ser válida: quanto maior o animal menos necessidade de dormência.

Lent exemplifica que bois, girafas e elefantes dormem de 4 a 5 horas a cada 24 horas; primatas pequenos e morcegos podem dormir até 18 horas em um ciclo de 24 horas.

Existe variação entre o período em que uma espécie escolhe para dormir. E também alguns espécimes podem dormir continuamente (sono monofásico) ou podem fazer por meio de pausas (sono polifásico).

Nos vertebrados o sono de ondas lentas é universal, mas o sono paradoxal é próprio dos animais endotérmicos (aves e mamíferos), que evolutivamente são os mais desenvolvidos. A proporção do estado de sono também varia de acordo com a espécie, Lent esclarece que alguns mamíferos primitivos (monotremos) não apresentam estado de sono.

Os roedores ocupam 10% do seu tempo com o sono. No homem esta taxa fica em torno de 20%.

Existem aves marinhas que voam durante muitos dias e dormem em pleno voo por alguns segundos. Em golfinhos e baleias o instinto de filiação coordena para que um indivíduo sustente a vigília diante da percepção de sono do outro.

Dentro de uma mesma espécie existem diferenças consideráveis adaptativas de um indivíduo para outro. Nos seres humanos por exemplo, tem pessoas que dormem de 4 a 5 horas por dia, outras de 6 a 8 e indivíduos bem sonolentos que dormem de 9 a 10 horas. Geralmente em humanos o sono costuma a ser desencadeado no período noturno.

Nos seres humanos os estágios de 1 a 4 do sono ocorrem antes que se complete a primeira hora de sono. Os estágios 3 e 4 aparecem após a primeira meia hora de sono, para ingressar no sono paradoxal, após 20 a 30 minutos, até o comportamento fixar os estágios poderão se repetir. O ciclo de 90 minutos alterna o sono de ondas lentas para o sono paradoxal, Lent aprofunda que ao longo da noite a duração de cada estágio e do sono paradoxal ficará cada vez maior. Ao final de todos estes processos finalmente o indivíduo acorda e poderá relatar o seu sonho se achar necessário, ou não tiver vinculado ao seu comportamento um modelo restritivo para publicitação de tais elementos.

Nos seres humanos até os 4 primeiros meses de vida o ciclo circadiano não está completamente formado, por isto o bebê acorda várias vezes durante a noite, e dorme bastante durante o dia. No qual pode perfazer um total de 18 horas de sono. Logo o padrão bifásico do bebê é substituído pelo comportamento monofásico dos adultos, mas pode ter variações dependendo da cultura, como por exemplo, na França que se faz a sesta após o almoço. Geralmente em idosos a quantidade de sono é menor do que o visualizado em jovens. Em crianças o sono paradoxal apresenta 80% do sono total. E nos idosos a proporção dos estágios 3 e 4 diminuem e desaparecem após os 90 anos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [271] – Roberto Lent: As Diferenças entre a Vigília e os Estados de Sono**

**# Fenômenos Comportamentais**

**##** Vigília (Comportamento ativo)

Atividade motora: Intensa

Tônus muscular: Normal

Movimentos oculares: Numerosos, de vários tipos

Postura: Variável

Reflexos: Normais

Despertar provocado: -

Despertar espontâneo: -

**##** Sono de Ondas Lentas (Comportamento diminuído)

Atividade motora: Discreta

Tônus muscular: Diminuído

Movimentos oculares: Raros movimentos oculares lentos

Postura: Estereotipada

Reflexos: Diminuídos

Despertar provocado: Variável com o estágio

Despertar espontâneo: Ocasional

**##** Sono Paradoxal (Comportamento diminuído)

Atividade motora: Quase ausente, com abalos musculares isolados

Tônus muscular: Ausente, exceto diafragma, músculos oculares e ouvido

Movimentos oculares: Frequentes movimentos oculares rápidos

Postura: Estereotipada

Reflexos: Ausentes

Despertar provocado: Difícil

Despertar espontâneo: Frequente

**# Fenômenos Autonômicos**

**##** Vigília (Variáveis segundo as necessidades)

Frequência cardíaca: Normal

Frequência respiratória: Normal

Pressão arterial: Normal

Temperatura corporal: Normal (36º C)

Motilidade gastrointestinal: Normal

Taxa metabólica: Variável

Ereção genital: Ocasional

**##** Sono de Ondas Lentas (Atividade simpática reduzida, parassimpática aumentada)

Frequência cardíaca: Regular e mais baixa

Frequência respiratória: Regular e mais baixa

Pressão arterial: Mais baixa

Temperatura corporal: Mais baixa (34 a 35º C)

Motilidade gastrointestinal: Diminuída

Taxa metabólica: Baixa

Ereção genital: Ausente

**##** Sono Paradoxal (Irregularidades)

Frequência cardíaca: Irregular

Frequência respiratória: Irregular

Pressão arterial: Irregular

Temperatura corporal: Tende a temperatura ambiente

Motilidade gastrointestinal: Irregular

Taxa metabólica: Baixa

Ereção genital: Frequente

**#** Fenômenos eletrográficos

**##** Vigília (Ativos e variáveis)

Atividade neuronal: Frequente e variável

EEG: Dessincronizado

EMG: Ativo e variável

EOG: Ativo e variável

**##** Sono de Ondas Lentas (Pouco ativos)

Atividade neuronal: Diminuída

EEG: Tendendo à sincronização (4 estágios)

EMG: Estável, pouco ativo

EOG: Estável, pouco ativo

**##** Sono Paradoxal (Pouco ativos)

Atividade neuronal: Localizada

EEG: Dessincronizado

EMG: Inativo, com picos ocasionais

EOG: Picos rápidos

**#** Fenômenos mentais

**##** Vigília (Numerosos e variáveis)

Sonhos: -

**##** Sono de Ondas Lentas (Raros sonhos)

Sonhos: Raros, lógicos

**##** Sono Paradoxal (Numerosos sonhos)

Sonhos: Frequentes, ilógicos

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [272] – As Ondas do Encéfalo**

Hans Berger (1873 a 1941), psiquiatra, descobriu que era possível escrever um código, a partir de fios metálicos colocados no crânio de um indivíduo, onde um amplificador gerava o movimento para cima e para baixo, similar a um pêndulo que contrabalanceava a intensidade do sinal propagada através dos fios, sobre um papel em movimento, não foi reconhecido por algumas pessoas que acreditavam ser o significado pictórico irreconhecível para se fazer uma afirmação de base científica.

Porém, os que deram crédito a sua invenção, o eletroencefalograma (EEG), perceberam nela as bases fisiológicas para o pensamento humano. Nos dias atuais, este equipamento se tornou usual para o diagnóstico de algumas doenças, essencialmente a epilepsia, além de ser um registro muito utilizado para uma investigação do sono de um indivíduo.

É verdade que o significado pictórico da representação dos comportamentos sinápticos ainda é ignorado pelos neurocientistas, sabe-se que as frequências registradas vêm do tálamo e os neurônios piramidais do córtex cerebral.

Quando estas áreas estão ativas, os potencias sinápticos desencadeados por estes órgãos é tão elevado que o efeito conjugado da energia desencadeada pela rede neural é suficientemente forte para que o eletródio faça o registro da soma algébrica do sinal que se aproxima de zero. O resultado é um traçado dessincronizado formado por ondas de baixa voltagem e alta frequência característico do estado de vigília (o estar acordado).

Quando o tálamo é resistivo, ou seja, não existe um número significativo de sinapses atuando nos órgãos descritos, então são poucas informações recebidas, os potencias sinápticos são menores, menos variados e mais sincronizados no córtex. Então o equipamento irá registrar um traçado sincronizado formado por ondas de alta voltagem e baixa frequência.

O EEG é um equipamento relativamente barato. Não causa danos ao tecido humano e o registro possui boa resolução temporal (capacidade para detecção de registros rápidos). Também possui baixa resolução espacial. O equipamento é projetado para sintetizar erros de diagnóstico numa margem de centímetros. E o uso de uma quantidade maior de eletródios tem sido a saída encontrada para resolver o problema da precisão, permitindo gerar um mapeamento cerebral.

O resultado do mapeamento cerebral é uma representação de diversos ritmos da superfície cerebral. O uso de computadores permite aproximar os resultados através das médias das regiões aonde estão situados os eletródios. No qual torna-se possível medir eventos psicológicos e fisiológicos.

A utilização do EEG – em termos de baixa resolução tem sido contornada com o uso do magnetoencefalograma (MEG). Esse aparelho faz o registro do campo magnético produzido pelas correntes cerebrais. É um equipamento mais caro, porque exige uma sala isolada da interferência eletromagnética do campo gravitacional da terra. Seus detectores são muito sensíveis, são resfriados a -269º C por hélio líquido.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [273] – Sonhos**

A experiência subjetiva do sono em que imagens, percepções e sons são gerados com o indivíduo estando dormindo chama-se sonho. O sonho é difícil de ser registro, por dois fatores: primeiro porque exige recordação por parte de quem se vincula, e segundo pela existência de fatores subjetivos sobre as representações em que os enredos formam uma rede de comunicações.

Cientificamente falando não pode ser utilizado na forma experimental em animais, e também em seres humanos existe uma série de limitações quanto ao uso de indivíduos em testes, que dependendo da natureza pode provocar algum dano irreparável ou o risco de que ele venha a correr.

Também fatores que envolvem a lembrança e o esquecimento são difíceis de serem registrados, e fatos emocionais pode embaraçar a visão de quem gera o relato.

Durante o sono de ondas lentas quase não ocorre o registro de sonhos, os registros são mais evidentes durante o sono paradoxal. Os sonhos na fase paradoxal geralmente são incompreensíveis, fractais e de carga emocional muito forte.

Existem indivíduos que nunca lembram de seus sonhos, como explicar essa ausência de registros? Como também existem indivíduos, principalmente crianças que quase não sonham ou não tem condições de relatar (?) em que sua fase etária predomina o sono paradoxal, o que deixa uma dúvida teórica de que nesta fase incida o maior registro de sonhos em um indivíduo. No qual se faz supor que existem outras vias em que o comportamento da pessoa que dorme tenha uma predisposição para o desencadeamento de um sonho.

Estudos tentam relacionar mudanças do ambiente com os conteúdos simulados dentro de um sonho, mas até o momento não houve sucesso neste tipo de investimento científico de aprendizado dos sonhos.

E o indivíduo estando dormindo se um estímulo for realizado para que ele abra os olhos e presencie uma cena no ambiente e volte a dormir, a continuidade do sonho pode gerar efeitos não relacionados com o fato visualizado.

Privar uma pessoa de água por 24 horas não irá desencadear um sonho que a faça sentir sede.

O fato de um homem ter ereção quando estiver sonhando não significa que o conteúdo produzido no sonho seja erótico.

E nem os movimentos paradoxais dos olhos rápidos significa que exista uma relação direta com os conteúdos dos sonhos.

As movimentações de um indivíduo em sua cama no instante que este esteja sonhando podem não ter repercussão em relação aos conteúdos administrados no sonho.

O sonho ainda é um mistério, interpretá-lo ainda está longe da luz fornecida pelas Neurociências, talvez tenha melhor desempenho em outro campo como psicologia e psicanálise. Diga-se lá, Sigmund Freud.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [274] – Quem Regula o Sono e a Vigília?**

Para responder estas questões o estudo do sono faz uso de experimentos em animais em que lesões são geradas intencionalmente a fim de estudar uma área delimitada, registros de neurônios isolados, rastreamento de circuitos neurais, observação comportamental e acompanhamento polissonográfico. Esta área ainda está em desenvolvimento e inúmeras perguntas ainda carecem de explicações científicas.

Frédéric Bremer (1892 a 1988) na década de 1930 em um experimento, fez a transecção completa do tronco encefálico de gatos na altura do limite entre o bulbo e a medula. Essa parte do experimento recebeu o nome de “encéfalo isolado”. Ocorria diversos sintomas em virtude da lesão, mas o animal era capaz de dormir e acordar. Outro grupo de gatos, o cientista fazia no mesmo local uma lesão mais rostral onde os gatos com esta característica no experimento recebiam o nome de “cérebro isolado”. O efeito sobre o segundo grupo era um coma no qual o animal não conseguia mais acordar. Desta forma se descobriu a função do tronco encefálico na manutenção da vigília.

As conclusões do experimento de Bremer era que o sono permanente do cérebro isolado era devido à interrupção da maioria das vias sensoriais, em que se excetuavam as vias visuais e olfatórias. Que o corte cirúrgico gerou o impedimento da conexão com o tálamo e deste para o córtex cerebral. O que no caso do grupo do encéfalo isolado ocorria em menor grau porque os núcleos dos nervos cranianos estavam conectados aos níveis superiores. O desligamento de sistemas sensoriais era a conclusão de Bremer para explicar o sono, visualizados como os mantenedores para a vigília. A teoria recebeu o nome de hipótese passiva do sono.

Hoje já é conhecido alguns sistemas neurais que mantêm o indivíduo alerta e ativo no estado de vigília. E se conhece os mecanismos que controlam a transição gradual pelos estágios do sono de ondas lentas, e como o fenômeno paradoxal liga e desliga seu funcionamento, e mecanismos que possibilitam o despertar.

Também, hoje é conhecido grupos de neurônios com fibras ascendentes, em todos os estados e estágios do sono, que controlam o nível de excitação do tálamo e do córtex cerebral. E fibras descendentes que regulam atividades como o coração, pressão, pulmão, trato digestivo, ... e dos músculos, que também sofre influências dos estados estágios do sono.

As pesquisas se concentram em determinar como os sistemas moduladores envolvidos interagem, e como são controlados pelos sistemas reguladores circadianos na observação e formação na repetição do ciclo a cada 24 horas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [275] – Manutenção da Vigília: As Vias Ativadoras Ascendentes**

Existem dois modos de operação para os neurônios-relés, talamocorticias, dos núcleos específicos do tálamo: modo de transmissão e modo de disparo em salvas.

O modo de transmissão é a permanente ativação das vias talâmicas através de sinapses excitatórias na base do neurotransmissor glutamato (excitatória) das fibras aferentes, característico do estado de vigília. A retina é ativada; em seguida o geniculado lateral, e o córtex visual. E dependendo do tipo de sentido despertado diferentes circuitos são ativados.

O modo de disparo os neurônios-relés ficam menos excitáveis e os potenciais de ação disparam esporadicamente, pela influência de informações contínuas e irregulares de impulsos aferentes, característico do estado de sono.

Na vigília, os neurônios talâmicos são mantidos próximos da despolarização ou despolarizados, melhorando a eficiência da transmissão sináptica. O que resulta na ativação maciça dos dendritos das células corticais, resultando na observação de dessincronização do EEG.

No sono, os neurônios talâmicos ficam hiperpolarizados, longe do limiar, perdendo eficiência de transmissão, e apresentando disparos sinápticos ocasionais, resultando um EEG sincronizado no córtex.

Os neurônios do tálamo possuem um canal de Ca++ dependente de voltagem, muito importante para o sistema que é ativado no caso de hiperpolarização e desativado no caso de despolarização. O cálcio apenas atua no caso da hiperpolarização. Eventos cíclicos de hiperpolarização e despolarização torna a atividade rítmica e sincronizada.

Os neurônios-relés possuem núcleos próprios no tálamo e no tronco encefálico no controle de seu modo de operação. O núcleo que coordena esta função no tálamo é o núcleo reticular onde a maioria de seus neurônios é inibitórios e possuem como neurotransmissor principal o GABA. A inervação ocorre dentro do tálamo no sentido dos outros núcleos e áreas, e quando este núcleo é ativado gera hiperpolarização.

O modo de transmissão não recebe aferentes sensoriais do núcleo reticular. Mas recebe aferentes dos sistemas difusos aminérgicos e colinérgicos. Os canais de cálcio coordenam ações no módulo de disparo gerando o estado de sono através da sincronização.

O terceiro componente da cadeia de regulação da atividade cortical controla os sistemas moduladores aminérgicos do tronco encefálico (A4 e A6), o locus ceruleus, B6 e os núcleos da rafe; que conectam aos neurônios reticulares e ao tálamo. O disparo dos neurônios inibitórios do núcleo reticular talâmico é ativado pelos neurônios aminérgicos, gerando a hiperpolarização das células talamocorticais. O resultado é a sincronização cortical e o sono das ondas lentas, ou o estado transitivo do sono paradoxal para o sono das ondas lentas. No sentido de ativação oposta ocorre o efeito contrário. Lent conclui que os neurônios aminérgicos são gatilhos do sono que interrompem a vigília.

Existem vias ativadores ascendentes relacionadas ao despertar, a vigília e ao sono paradoxal.

As vias no estado da vigília são ativadoras originadas dos neurônios histaminérgicos do hipotálamo posterior (E1 a E5, núcleo tuberomamilar). Essa área projeta-se para o córtex cerebral.

A administração de remédios que afetam o hipotálamo posterior, como por exemplo, antialérgicos podem provocar sonolência em muitas pessoas, o que prova o envolvimento desta área no comportamento do sono.

A vigília é mantida através de dois mecanismos: a ação ativadora das vias ascendentes histaminérgicas sobre o córtex cerebral e a modulação do núcleo reticular talâmico através dos sistemas aminérgicos do tronco encefálico que permite o funcionamento do modo de transmissão para o córtex.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [276] – O Indivíduo Adormece: Regulação do Sono de Ondas Lentas**

A inervação inibitória de neurônios GABAérgicos do hipotálamo anterior são ativadas pelos sistemas modulares histaminérgicos. No hipotálamo posterior, ao contrário, existe uma maior atividade neural na vigília do que durante o sono de ondas lentas, e sem efeito reativo durante o sono paradoxal. O hipotálamo anterior entra em ação no início do sono de ondas lentas, gerando a inatividade dos neurônios histaminérgicos que mantêm a vigília. O desligamento da vigília implica, na introdução do sono de ondas lentas, da utilização das vias ativadoras histaminérgicas.

O sono de ondas lentas possui mecanismos ativos que operam e provocam a sincronização para o sono de onda lentas, a inibição dos motoneurônios medulares e a redução da atividade simpática na coluna intermediolateral da medula e outros topos.

Lent aprofunda dizendo que a sincronização do EEG é um fenômeno ascendente pois depende das projeções do tálamo e córtex cerebral. No hipotálamo anterior existem células GABAérgicas e colinérgicos, que se estende do tronco encefálico até o prosencéfalo basal. As células colinérgicas são ativadas pela temperatura, por isto quando uma pessoa tem febre é comum aparecer uma sonolência.

A passagem dos núcleos específicos do tálamo ao modo de disparo de salvas é o segundo mecanismo ativo para a produção de sono de ondas lentas. Os neurônios talomocorticias modulam suas atividades glutamatérgicas sincronizando o EEG cujo efeito é a dormência. Onde está presente a ação moduladora dos neurônios aminérgicos do tronco encefálico no núcleo reticular do tálamo, na etapa final da vigília.

Os fenômenos de sentido descendente também ocorrem quando um indivíduo adormece como o bloqueio das vias ativadoras histaminérgicas; a ativação do sistema modular colinérgico do tronco encefálico, prosencéfalo basal e hipotálamo anterior; e, o modo de disparo em salvas como funcionamento dos neurônios talamocorticais que sofre ação reguladora do núcleo reticular talâmico.

Os fenômenos de sentido ascendente também ocorrem quando um indivíduo adormece como a modulação da atividade dos neurônios autonômicos que regulam o sistema cardiorrespiratório, gerando a queda da frequência cardíaca e respiratória; inibição parcial dos motoneurônios gerando a diminuição do tônus muscular. Os efeitos descendentes são provocados pelos neurônios do tronco encefálico pela ativação das vias inibitórias multissinápticas GABAérgicas e glicinérgicas no tronco encefálico e a medula.

O marcapasso circadiano é um dos responsáveis pelo disparo do processo que induz um indivíduo sair do estado de vigília para o sono. Outro mecanismo é a acumulação de adenosina (neuromodulador e neuroprotetor) no espaço extracelular de alguns tecidos excitáveis, em que Lent cita alguns exemplos: no músculo liso dos vasos sanguíneos, o músculo cardíaco e em alguns neurônios; que é reconhecida por receptores metabotrópicos específicos cujo efeito é a hiperpolarização da membrana, sendo um controlador da hiperatividade celular. A adenosina atua no caso da hipóxia e excesso de aminoácidos excitatórios, para evitar a lesão de neurônios, ao bloquear a entrada de Ca++ reduz a liberação de aminoácidos. A adenosina aumenta gradativamente durante a vigília o que gera o efeito de produção do sono.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [277] – O Indivíduo Sonha: Regulação do Sono Paradoxal; e, O Indivíduo Acorda: Começa a Vigília**

Depois de uma hora a uma hora e meia o indivíduo passa para o estado de sono paradoxal de duração aproximada de 20 a 30 minutos, voltando para o sono de ondas curtas. O ciclo passa a se repetir a cada 90 minutos. É considerado um ritmo ultradiano, e que exista um marcapasso par este sistema de ligar e desligar o sono paradoxal várias vezes em alternância com o sono de ondas lentas.

O sono paradoxal apresenta um EEG dessincronizado é dependente de neurônios reticulares pontina que trabalham no regime colinérgico. O sono paradoxal é eliminado caso ocorra uma lesão bilateral deste órgão. Outra evidência é a atividade destes neurônios durante o sono paradoxal, ou durante a transição do sono paradoxal e a vigília, percebendo a dessincronização do EEG. Muitos desses neurônios são colinérgicos e recém sinapses aminérgicos do locus ceruleus (A4 e A6) e dos neurônios da rafe pontina (B5 a B9).

Alan Hobson propôs o funcionamento de um circuito marcapasso interativo e recíproco para explicar as interações do sono paradoxal que deve envolver células colinérgicas ascendentes na formação reticular pontina no prosencéfalo basal que controlam o núcleo reticular talâmico, tálamo e o córtex cerebral. Sabe-se que durante o sono paradoxal alguns neurônios pontinos disparam potenciais de ação e passam para o modo de transmissão, gerando uma desssincronização.

As ondas de alta voltagem no EEG neste fenômeno podem ser explicadas a partir das atividades do tálamo e do córtex visual, e de regiões límbicas como a amígdala. Essas ondas de alta voltagem no EEG recebem o nome técnico de complexos pontogenículo-occipitais ou PGO. Supõe-se que os sonhos sejam fruto de um fenômeno visual que possui forte vínculo emocional.

Durante o sono de ondas lendas os neurônios aminérgicos do locus ceruleus e do núcleo das rafe são bem mais ativos, porém não manifestam atividade durante o sono paradoxal, quando o microclima aminérgico é substituído pelo colinérgico no córtex cerebral.

O sono paradoxal pode ser provocado por drogas antiaminérgicas e procolinérgicas, já as drogas pró-aminérgicas e anticolinérgias interrompem o sono paradoxal.

Ao final do sono paradoxal e reinício do sono de ondas lentas existe uma maior atividade dos neurônios aminérgicos.

Como os motoneurônios medulares são inibidos no sono paradoxal ocorre intensa atonia muscular. Neste caso a atuação das células colinérgicas pontinhas na ativação de circuitos descendentes glutamatérgicos e inibitórios glicinérgicos e GABAérgicos. Os inibitórios fazem o bloqueio direto a atividade de motoneurônios medulares.

Lent conclui que o sono paradoxal é iniciado pelo bloqueio dos neurônios moduladores aminérgicos do tronco encefálico e é mantido pelos sistemas modulantes colinérgicos e por neurônios pontinos.

Uma vez o indivíduo se encontrando no sono paradoxal, pode retornar à condição de manifestar o sono de ondas lentas ou acordar do seu estado de dormência. Para acordar o indivíduo pode processar uma informação contida no espaço externo, no ambiente onde se situa o corpo do dormente, e vincular a informação aos seus sistemas sensoriais. Também pode uma pessoa acordar pela diminuição dos níveis de adenosina no tecido, ou pelo efeito do sistema temporizador circadiano que informa a eminência do final do período circadiano e os circuitos do sono. Supõe-se também que os neurônios noradrénergicos do locus ceruleus no tronco encefálico aumentam sua atividade na transição do sono paradoxal e a vigília. Lent os classifica como “neurônios do Despertar que se projetam para todo o córtex cujo efeito é a desssincronização do EEG. Onde os movimentos oculares passam a ser rápidos e variados na influência do tronco encefálico; e na influência da medula o corpo passa a manifestar movimentos típicos de um indivíduo que está acordado ou desperto.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [278] – Do Canto dos Pássaros ao Sono dos Mamíferos**

O Pesquisador do Instituto Internacional de Neurociências de Natal Edmond e Lily Safra e Professor-titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte Sidarta Ribeiro nos relata em seu artigo que o sono além de atuar no descanso muscular e na reconfiguração biomolecular de um organismo degradado devido as atividades desencadeadas durante a vigília, também desempenha um papel importante no processo de aprendizagem.

O início de seu trabalho científico no Doutorado foi o estudo dos cantos dos pássaros. Porém, ao perceber que seu desempenho era afetado por uma sonolência intensa que o faziam dormir até 16 horas seguidas, seguido de dificuldades culturais em estar estudando em uma universidade americana (Universidade de Rockefeller) sentia-se prejudicado pela influência do próprio corpo. Ao se adaptar aos estudos, após 3 meses, e ao ambiente de sua nova região, a sonolência desapareceu por completo.

Então Doutor Ribeiro se mostrou interessado em estudar os efeitos cognitivos do sono. Seu interesse era saber a importância do papel do sono na consolidação de memórias. Sua investigação partiu de ferramentas moleculares e eletrofisiológicas.

O foco inicial era sobre os genes de expressão imediata (GI) reguladores das modificações sinápticas que perenizam memórias. O método utilizado foi de hibridização in situ para detecção de mRNA, onde ocorria uma alta expressão do GI zif-268 após o primeiro episódio de sono paradoxal, mas esse efeito não era possível para o sono de ondas lentas. Doutor Ribeiro aprofunda dizendo que os controles negativos, não expostos ao ambiente enriquecido, tinham baixa expressão de zif-268 após ambas as fases do sono cujo efeito tinha concentração no hipocampo e no córtex cerebral.

As memórias declarativas dependem da aquisição formada pelo hipocampo e migram com o tempo para o córtex cerebral.

Partindo da informação acima tirada do clássico caso do paciente H. M. investigou-se o papel do sono na dinâmica de expressão do zif-268 no eixo hipocampocortical.

A técnica utilizada para a investigação foi a indução de potenciação de longa duração conhecida pelo termo original LTP, que é validado cientificamente na academia, para estudos dos níveis molecular, celular e comportamental.

O LTP foi induzido no giro denteado hipocampal por uma estimulação de alta frequência das fibras perfurantes (principal via aferente do hipocampo)

Doutor Ribeiro verificou que a expressão do zif-268 se propaga para fora do hipocampo e para dentro do córtex cerebral a cada episódio de sono paradoxal, conforme suas próprias palavras, com interrupção a cada episódio de sono de ondas lentas.

Graças ao estudo de Doutor Ribeiro se reproduziu o primeiro conhecimento experimental de que o sono paradoxal promove a migração de memórias hipocampais.

Doutor Ribeiro investigou os potenciais de ação de neurônios e milhares de neurônios para medir a evolução temporal do processamento hipocampo-cortical durante o sono.

No laboratório de Miguel Nicolelis, na Universidade Duke (EUA), em curso de Pós-Doutorado detectou-se a reverberação de padrões mnemônicos durante o sono de ondas lentas, obtendo resultados mais variados para o sono paradoxal. Esse procedimento foi realizado pelo registro crônico ao longo do ciclo vigília-sono, em múltiplas estruturas cerebrais a partir da fixação de matrizes de multieletrodos no cérebro.

Outra descoberta foram alterações da taxa de disparo neuronal cuja causa era exposição a objetos novos, desaparece rapidamente no hipocampo (frações de minutos), mas o efeito permanece no córtex cerebral por muitas horas durante o sono após a exploração dos objetos por parte do experimentador.

Doutor Ribeiro aprofunda dizendo que houve confirmação que a expressão do GI arrefece após poucos ciclos de sono paradoxal no hipocampo, mas persiste no córtex cerebral.

A promoção da propagação de memórias desde o ponto de entrada pelo hipocampo até o local de destino final no córtex cerebral ao que tudo indica é formado a partir de uma cooperação dos dois estados do sono: sono de ondas lentas e o sono paradoxal.

O sono de ondas lentas reverbera e amplifica mudanças de transmissão recém adquiridas. O sono paradoxal dispara a expressão cortical de genes relacionados com a estabilização e programação da memória.

Doutor Ribeiro afirma que experiências novas de ondas múltiplas de plasticidade cortical, à medida dos desdobramentos dos ciclos de sono, faz com que as memórias venham a se tornar mais dependentes do córtex do que do hipocampo no decurso do sono, migrando dos circuitos de entrada para redes corticais mais profundas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [279] – Para que Serve o Sono?**

O sono é essencial para a preservação do equilíbrio de um indivíduo. O ser humano necessita dormir e não se pode deixar de exercê-lo por muito tempo porque o sono é realmente necessário para uma vida saudável.

A privação do sono durante alguns dias pode provocar a ocorrência de um aumento da quantidade de sono depois que se recomeça a dormir, este fenômeno é conhecido pelo termo rebote. O sono perdido não é reposto inteiramente durante o rebote. A privação de sono durante muitos dias pode ser fatal para um indivíduo.

São muitas as teorias para afirmar sobre a necessidade do sono, uma delas diz que o sono é um repositório para energias gastas durante a vigília. Essa teoria é tirada de uma observação prática de que durante o estado de sono o organismo gasta menos recursos do que seu estado de vigília, e como no estado de vigília se consume muito, acredita-se que no estado de sono ocorre uma devolução de certos conteúdos produzidos durante o ato de dormir abastecendo o indivíduo para o seu restabelecimento de forças ao acordar e começar um novo ciclo de atividades no estado de vigília.

Durante o sono a atividade motora é mais baixa, portanto se consome menos neurotransmissores; o fluxo sanguíneo, a respiração e a temperatura corporal também diminuem de intensidade, o que significa também que para a manutenção do organismo venha a depender de menos recursos, e para contornar a queda da temperatura corporal o uso de mantas e cobertores faz o papel da manutenção do organismo dentro do nível de normalidade necessário para a manutenção do equilíbrio, exigindo menos alocação de recursos internos.

Durante o sono se secreta mais somatotrofina (hormônio hipofisário) que influencia na síntese de proteínas das células em geral.

Outra hipótese é que o sono sirva como restaurador do sistema imunitário, pois a causa mortis de ratos que ficam sem dormir de 15 a 20 dias geralmente é a ocorrência de infecções oportunistas causadas por imunodeficiência e os seres humanos que possuem uma rara doença chamada de insônia fatal familiar devida a malformação do tálamo também perdem suas vidas em idênticas condições observadas em experimentos com ratos.

A terceira teoria é que o sono é capaz de restaurar as capacidades mentais, onde se estabelece uma relação entre o sono paradoxal e a memória. Outra evidência é que crianças com deficiência mental têm menos sono paradoxal e crianças com alto padrão de desenvolvimento e de desempenho cerebrais costumam a apresentar um elevado tempo com o sono paradoxal.

Uma quarta hipótese é de que o sonho seja importante para a consolidação da memória e a fixação da aprendizagem. Caso esta teoria seja validada é o mesmo que afirmar que estudar durante o dia e reforçar o sono durante a noite irá representar um desempenho muito mais vigoroso das atividades de aprendizagem do que ocupar a madrugada a fim de assimilação de conteúdo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [280] – Distúrbios do Sono**

Existem muitas causas secundárias que podem provocar distúrbios do sono como por exemplo: a dor, depressão, ansiedade, mudanças súbitas de fuso horário, enxaqueca, irritação crônica, alergias, ... Como também existem causas primárias provenientes de alterações neurológicas ligadas diretamente aos mecanismos do sono. A distinção pode ser diagnosticada por um registro polissonográfico de seu período de sono em uma clínica de sono.

As insônias são as ocorrências mais comuns registradas como distúrbios primários que dificultam o início e a manutenção do sono. Em humanos as últimas estatísticas brasileiras apontam que cerca de 73 milhões de pessoas sofram de insônia (dado: 2017 – fonte: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/revista/2017/07/09/interna_revista_correio,607968/pessoas-com-dificuldade-para-dormir.shtml>). Mas raro é a hipersônia, condição em que um organismo apresenta mais sonolência que o habitual. E também são raras as parassônias, condicionamentos que apresentam distúrbios do acordar.

Como Lent bem traz como conhecimento: a insônia é um sintoma. Um tipo de insuficiência do sono, que é geradora de desconforto. A relação do desconforto com a insônia é direta, de forma que quem dorme pouco e não se sente desconfortável não apresenta insônia. Parte de uma queixa, de um sofrimento o ato de permanecer ativo no estado de vigília.

A causa primária de insônia mais observada é a apneia obstrutiva do sono. Na apneia a respiração se fecha de repente, o indivíduo se sente sufocado e desperta do estado de sono. Durante o dia passa a perceber uma sonolência que gera um certo grau de incômodo, com escassas alterações da hora de dormir e de acordar. O registro na clínica do sono do polissonográfico é a excessiva atonia muscular durante o sono de ondas lentas, que atinge o diafragma e os demais músculos respiratórios, e a faringe, gerando o colapso da via respiratória transmitindo a sensação de sufocamento. O sono é interrompido no estágio 1 e logo retrocede para conduzir o organismo para um novo estágio de tentativa de emplacar o sono, em que sucessivas interrupções do sono e entrada no sono de ondas lentas é visualizado. A obesidade como fator secundário também pode provocar apneia do sono devido o colapso da faringe pelo excesso de gordura. Neste segundo caso possui causas mecânicas, que não são de ordem neurológica como observado no primeiro exemplo.

O ronco pode ser provocado pela obesidade ou outras causas de obstrução respiratória durante o sono. Difícil é encontrar um ronco que tenha uma causa neurológica definida.

Quem permanece sonolento após o tempo normal do sono apresenta um distúrbio por dormir demais, conhecido por hipersônia. Pacientes que possuem uma patologia chamada de narcolepsia passam por ataques de sono durante a vigília, podendo durar alguns minutos e o sono desaparecer nos instantes seguintes. Neste caso o tônus muscular pode ser completamente perdido (cataplexia) mantendo a consciência, ou simplesmente vir apenas a perder a consciência. Outro efeito é o surgimento de alucinações hipnagógicas ou delírios na forma de episódios de sonhos em estado de vigília.

A narcolepsia é um distúrbio do sono paradoxal no qual existe um fator genético envolvido em animais. Em seres humanos o que se sabe até o momento (2012) é uma perca neuronal especifica no hipotálamo produtores de peptídeos orexinas (ou hipocretinas) inibidoras do sono paradoxal. Quando estes neurônios não são ativados dentro de parâmetros de normalidade o sono paradoxal é desregulado e ocorre no meio da vigília, sem passar pelo estágio de sono de ondas lentas. A falta destes sistemas moduladores provoca a proliferação de receptores colinérgicos na ponte e receptores norodrenérgicos no locus ceruleus (hipersensibilidade colinérgica e norodrenérgica) gerando episódios anormais e em maior quantidade de sono paradoxal nos narcolépticos. Supõe-se que a cataplexia ocorra por hipersensibilidade dos mecanismos descendentes de inibição dos motoneurônios espinhais.

Existem vários distúrbios próximos da fase do acordar, como por exemplo falar dormindo, fazer xixi na cama, sentar na cama e se levantar ainda dormindo (sonambulismo), tremor noturno infantil e o sono paradoxal sem atonia. O último caso, um indivíduo passa a se mexer bruscamente na cama pela aquisição do tônus muscular, mas apresenta dificuldades de acordar. Hoje se acredita que as parassônias atinjam os mecanismos de transição entre o sono paradoxal e a vigília.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [281] – Às Portas da Percepção**

Lent começa a nos falar sobre percepção de uma forma brilhante: é a capacidade de associar as informações sensoriais à memória e à cognição. A cognição possibilita a formação de conceitos. Os conceitos são elementos de representação e conexão com o mundo. A mente é a soma de tudo o que é percebido pelo indivíduo que tenha gerado alguma sensação reconhecida pelo corpo. Porém existem sensações que não são geradoras de percepção.

Os sistemas sensoriais desencadeiam processamento analítico, nos primeiros estágios da percepção, que permite que algo transmitido na forma de estímulo possa ter uma apropriação de sentido em termos de submodalidades sensoriais em que atributos dos elementos formem conceitos amarrados entre si no processo de formação de uma identidade para a “coisa” identificada. Esses atributos são unidades de processamento sensoriais psicofísicas: cor, movimento, localização espacial, timbre, temperatura, ...

Inicialmente as vias de ativação dos sentidos seguem sequências seriais, para que feixes de informações sejam conduzidos para órgãos que façam o tratamento das informações por vias paralelas, em que os atributos percentuais passam a ser colhidos para uma saída que represente um conteúdo que melhor adapte o indivíduo diante da realidade sensorial encaminhada para o sistema nervoso central.

Dos órgãos percentuais os dados são encaminhados para a memória, onde o indivíduo possa arquivar sua vivência e experimentação, ou evocar algum conteúdo pré-existente para que algum núcleo percentual possa exercer o controle sobre o que já estava apropriado e o que está sendo apropriado, para que tomadas de decisões mais elaboradas possam ampliar a eficiência e as chances de sobrevivência de um indivíduo.

A modalidade visual é a mais estudada (2012), Lent fala de sua via cortical dorsal, que tem por objetivo a identificação das identificações espaciais dos objetos com o observador e com o mundo. Uma via ventral que é responsável pelo reconhecimento dos objetos.

A via dorsal se interconecta com o lobo parietal, e a via ventral com o lobo temporal.

No caso auditivo a via ventral reconhece os sons complexos, e a via dorsal articula a percepção auditiva com o comportamento motor.

O ser humano não foi projetado com a capacidade de colher ao mesmo tempo todas as informações a sua volta. O organismo é observado como um mecanismo seletivo para condicionar a percepção apenas em ações que um julgamento do regime de urgência sinalizar essencial ao aprendizado para a gestão dos processos vitais de um indivíduo.

Oliver Sacks em 1970 escreveu um livro chamado: O homem que confundiu sua mulher com um chapéu; que traz casos clínicos para um público leigo. No qual o paciente Dr. P, que possui uma lesão cerebral encontra dificuldades para o reconhecimento facial do rosto de sua esposa. E também no reconhecimento de sua autoimagem.

Os mecanismos neurais específicos que permitem o desencadeamento da percepção são inúmeros e cada um corresponde a um tipo de atividade que complementa e auxilia outras na formação de conteúdos mais complexos de identificação do mundo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [282] – A Percepção e suas Desordens**

Perceber tem um significado próximo de reter uma informação sensorial e cognitiva que se tenha apropriado do ambiente. Seria o mesmo que projetar sobre si mesmo uma verdade reverberante de um fenômeno desencadeado pelo ambiente que uma vez repercutiu sobre o organismo de um indivíduo. Essas retenções são transformadas em instruções, na forma de sementes semânticas, que aglomeram unidades psicofísicas de representação de um fenômeno conhecidas como conceitos.

Devido um conceito ser uma unidade multifuncional e multifacetada, o seu sentido é variante, porque ora um sujeito fica mais sensível a indexar parte de seu conteúdo, em que uma perspectiva do mesmo fenômeno fica evidenciada, e ora a necessidade de comunicação faz emergir outros aspectos vinculados da informação que permitem apropriar de outros significados correlatos e vizinhos.

Porém, os conceitos são colocados emparelhados uns com os outros, na construção semântica mais elaborada, o resultado é que a combinação das perspectivas de conteúdo que cada elemento conceitual aflore sobre o leitor, a percepção da leitura é uma indexação de uma requisição em que as flutuações psicofísicas indicam um caminho em que um processo de ativação lógica ativa um indivíduo em uma ação moldada de seu comportamento reativo.

Embora um trecho possa ser escrito de forma uniforme para um entendimento em uma língua padronizada em que o leitor deve ter a habilidade em escolher um dos significados, de uma lista de opções de um dicionário, para cada conceito que lhe permita aproximar do significado transmitido, o resgate do significado de cada conceito é característico do indivíduo que lê. Do que ele apreende como forma projetiva para tornar consciente sua habilidade de correlacionar as perspectivas mais próximas da pretensão do emissor para informar sobre determinado fato ou evento.

Lent nos traz uma ideia sobre constância perceptual que é a chave da diferenciação entre percepção e sensações. Essa propriedade é simples de ser explicada. Quando vários estímulos entram dentro de um organismo na direção de seu ambiente interno, para se tornar um elemento perceptível, várias operações analíticas e de natureza sintética devem ser desencadeadas. Cada ponto angular que algum dos sentidos em contato com a experiência projetiva do ambiente encaminha pela via aferente uma informação é conduzida na forma de feixes ou gânglios, que se interconectam em algum núcleo de comando.

Dentro destes núcleos de comando as vias seriais onde a informação fora projetada na forma de salvas de pulsos, sofrem um processo de combinação das unidades destas fibras que resulta em uma saída do núcleo em uma operação percentual, que irá combinar todas as informações para repercutir numa saída de base biológica que a herança genética que sinaliza como sendo a resposta mais correta para dar uma saída que permita o indivíduo se equilibrar diante da influência exercida pelo meio. Então é formada uma relação de muitas unidades de fibras que ao entrarem nestes órgãos fornecem uma ou poucas unidades de resposta. Essa resposta percentual é uma constância, porque ela nivela todas as combinações de informações sensoriais de um ou mais sentido despertado para ajustar uma saída uniforme para responder à afetação sofrida. Por isto é chamada de constância perceptual.

Já as sensações são reações que não precisam passar por esta estrutura de comutação das informações. Geralmente elas possuem uma configuração básica fisiológica, que podem gerar efeitos sobre a impressão dos batimentos cardíacos, sobre a pressão arterial, os efeitos da temperatura sobre o corpo, fraqueza, vigor, fome, sede, respiração, ... Não confunda a mentalização da fome que é um processo percentual, porque sensação é um nível mais básico que não exige raciocínio é a gestão do efeito da forme sobre as vias intestinais e sinais de fraqueza do organismo.

Os estudos perceptivos iniciaram no século XIX com a descrição do caso do Doutor P. Conforme relatado no tópico passado cujo no paciente se percebia desordens de reconhecimento facial, no qual era capaz de nomear as partes da face de uma pessoa, porém não era capaz de integrar cada parte na visualização da identidade de outra pessoa, muito menos a si próprio. Sua desordem era de origem visual, quando alguém reproduzia a voz humana era facilmente identificado. Esta patologia ficou conhecida como agnosia e foi cunhado por Sigmund Freud (1856 a 1939) e tem origem através da observação de lesões cerebrais em partes específicas no cérebro. A parte atingida irá gerar o efeito de não integração sensorial para o órgão que fora afetado, assim existem agnosias para a visão, audição, olfatórias, táteis, gustativas ou somestésicas. Elas podem afetar parcialmente um órgão provocando perda de submodalidades, ou afetar integralmente provocando perdas da ordem da modalidade.

A agnosia conhecida como prosopagnosia é a incapacidade visual de reconhecimento de faces.

A agnosia auditiva conhecida como amusia é a incapacidade de reconhecer sons musicais. Ou a agnosia verbal conhecida como afasia receptiva onde a fala deixa de ser compreendida.

A agnosia somestésica conhecida como assomatognosia ou síndrome de indiferença é o prejuízo no reconhecimento de partes do corpo humano.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [283] – Anatomia da Percepção**

Lent nos fornece a informação de que muitas agnosias estudadas trazem a informação de lesões em áreas do córtex parietal posterior e do córtex inferotemporal ou na face lateral do lobo occipital.

O que estas áreas têm em comum é que a lesão no córtex associativo. Esse córtex envolve a associação entre as informações sensoriais e os comandos motores.

Lent fala da existência de áreas corticais “silenciosas” que não despertam potenciais evocados quando alguém é estimulado sensorialmente e não geram movimentos na estimulação elétrica simulada. Sua função é restrita em gestar uma identidade percentual para a produção do efeito perceptivo.

O registro eletrofisiológico e as técnicas de imagem funcional em seres humanos possibilitaram a identificação de aspectos de funcionamento das áreas associativas. Onde fora possível mapear as áreas e os mecanismos neurais da percepção.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [284] – Vias Sequenciais ou Paralelas?**

Os experimentos neurocientíficos primeiro identificaram as áreas sensoriais primárias depois partiram para a identificação das áreas associativas.

É possível através das regiões associativas a formação de mapas do mundo visual – visuotópico ou retinotópico; mapas do corpo – somatotópico; e mapas audíveis – tonotópico.

O estudo foi aprofundado para as regiões descritas acima, para o tamanho e a organização dos seus campos receptores e as preferências dos estímulos que cada tipo neural era responsável por corresponder para gerar uma ativação.

A propagação destes estudos para regiões vizinhas possibilitou a descoberta de muitas áreas unissensoriais e multissensoriais. Somente a área visual, a partir deste conhecimento, se expandiu de menos de 10 áreas de apoio sensorial (1980) para mais de 30 na década de 1990.

Lent aponta outra revelação importante de que as bordas citoarquitetônicas não delimitam de forma precisa as múltiplas áreas detectadas pelo registro de mapas topográficos e os efeitos eletrofisiológicos dos neurônios.

David Hubel e Torsten Wiesel propuseram uma teoria sobre a hierarquia da complexidade perceptual na formação de um banco de imagens para a formação da imagem. Essa teoria prega, segundo Lent, que as propriedades dos campos receptores dos neurônios do córtex visual são construídas a partir de propriedades dos neurônios precedentes. Firmado por uma cadeia que os interligavam.

As áreas V1 e V2 recebem classificação conforme sua complexidade e as áreas mais simples sofrem convergência e passam a abastecer os mais complexos.

Os campos receptores das células corticais aumentam à medida que a numeração é ampliada. E o mapa topográfico torna-se menos preciso.

Os neurônios são disparados em V1, por exemplo, quando uma imagem visual possui uma forma geométrica como círculos e barras que estejam posicionadas dentro de um campo receptor. Lent especifica que no córtex inferotemporal as células podem ser ativadas por perfiz complexos que representam mãos e faces.

Lent deixa claro que a existência de especializações funcionais entre várias áreas visuais colocou em cheque a hipótese da hierarquia linear.

Neurônios sensíveis ao comprimento de onda dos estímulos luminosos é característico da área V4. Já a área V5 (MT) é formada por neurônios sensíveis a estímulos em movimento.

A retina desperta algumas funcionalidades especiais ao longo da via visual através do tálamo, córtex visual primário e das regiões adjacentes. Então pode-se falar em canais funcionais que despertam o conhecimento de forma e cor (canal P), movimento (canal M) e cor (canal K).

Assim, surgiu a hipótese do processamento paralelo onde cada informação apropriada do ambiente seria tratada e analisada por cada atributo específico. Lent deixa claro que o conceito de processamento paralelo foi confirmado, mas sob algumas hipóteses o conceito de processamento hierárquico também é válido.

A perda da percepção de movimento sem qualquer outro distúrbio é conhecida por acinetópsia. Neste caso o sentido do longe que se torna perto é apagado da percepção de um indivíduo ampliando as chances dele colidir com um objeto que esteja vindo em sua direção. Lent relaciona essa submodalidade a manifestação da área V5.

A incapacidade de percepção de cores por lesão cortical é conhecida por acromatopsia e é relativa ao despertar da função da área V4.

Anne Treisman em 1970 idealizou um teste de busca, que reforça a hipótese paralela, que consiste na realização de uma tarefa onde um indivíduo deve verificar a existência ou não de elementos discrepantes em elementos diversos dispostos em uma cartela. Um botão deve ser pressionado, onde o psicólogo faz registro do tempo de registro.

Leslie Ungerleider e Mortimer Mishkin propuseram duas vias paralelas corticais distintas para a percepção do sistema visual. A via dorsal é responsável pela percepção visual, ela segue pelo canal M com a área V5 (que distribui informação para o parietal) do córtex temporal por V1, V2 e V3; e a segunda é a via ventral responsável pela percepção da forma e cores, ela conecta os canais K e P com a área V4 do córtex temporal por V1, V2 e V3.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [285] – Vias Paralelas – Independentes ou Cooperativas?**

A visão já tem bem definida a observação das vias paralelas, os estudos ainda estão avançando no sentido de perceber tais mecanismos para a audição e somestesia (2012).

Os primeiros estágios de especialização funcional para a geração de percepção são analíticos em que aspectos de forma, cor, movimento, onde canais próprios são acionados para que as funcionalidades sejam despertadas.

Assim se processa funcionalidades que despertam qualidades na reconstrução mental do objeto. O sucesso das vias paralelas para a formação dos conteúdos perceptíveis é fundamental para a produção de sentido que sinaliza uma resposta ao ambiente como uma etapa devolutiva que satisfaça uma demanda de urgência.

Existem muitas conexões recíprocas para áreas homólogas e para as mesmas vias para os dois hemisférios, onde se tecem muitas ligações para a via ventral e a via dorsal. V1 gera conexão com as camadas 4, 2 e 3. Em V2 existem neurônios horizontais conectadas com bandas e interbandas de citocromo-oxidase, conforme Lent.

As linhas de transmissão V3, V4 e V5 conectam reciprocamente. Os neurônios de V5 são sensíveis ao movimento e ao comprimento de onda dos estímulos.

As vias paralelas trabalham em regime de cooperação e são vias não independentes.

A via ventral é responsável por responder a demandas ambientais onde os conceitos são ancorados através de um processo de fixação enquanto a via dorsal corresponde ao posicionamento do objeto a partir de uma observação.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [286] – Reconhecimento dos Objetos: “O quê?”**

O mundo percebido é formado por uma estrutura de símbolos na forma de objetos que podem ser nomeados, tais coisas são reconhecidas através do catálogo dos sentidos. Também há que se distinguir entre objetos mentais e objetos de dimensionalidade concreta que estabelecem uma razão e uma identidade que caracteriza a expressão da “coisa” retida.

Um sistema biológico ou artificial deve ser capaz de reconhecer objetos e separar objetos de objetos. Como também gerar a manutenção do objeto percebido, na geração de um percentual constante, indiferente as variações ambientais.

David Marr (1945 a 1980) desenvolveu uma teoria sobre percepção visual segundo a qual a ativação do mapa retiniano dá-se início por meio de um esboço primitivo em que variações de intensidade e cor são capazes de gerar um esboço 2 ½ D e têm por base a computação das distâncias de bordas e texturas existentes. O termo foi criado para sinalizar o modelo de percepção em profundidade e tem por base a imagem de um objeto. Porém existem outros matizes mais complexas de orientação do espaço que a capacidade humana da estrutura biológica sintetiza um modelo 3D capaz de reunir todas as dimensões de um esboço 2 ½ D relativos à segmentação da memória. Os entes relacionados apresentam uma conformidade que estabelece um nexo de forma que pode ser percorrido, onde aspectos da lembrança se relacionam com a parte expressa e consciente, e outras partes se vinculam com o inconsciente de uma pessoa. A recuperação do fragmento realçado é realizada toda vez que o reconhecimento do objeto é parte de uma aquisição da memória.

Irving Bieder desenvolveu uma teoria a partir do esboço primitivo cujas partes componentes do objeto seriam detectadas pela disposição das bordas e contrastes.

As unidades percentuais de Bieder foram batizadas pelo termo Geons que estabelecem parâmetros de forma. Os objetos ficam alocados na memória por meio de representações psicofísicas de ordem topográfica. Esses estudos apontaram cerca de 24 geons. Onde foi possível estabelecer uma regra ou conexão de dois geons na formação de mais de 5.000 objetos. E uma relação de três geons para 140 mil objetos. A capacidade percentual de 24 geons é enorme.

Tais teorias da percepção possuem a base dimensionada em torno de objetos, onde a memória é o local de armazenamento capaz de ser a referência para um posterior reconhecimento.

Esses estudos relacionam os entes biológicos com uma analogia de computação. Outras propostas de agrupamento e formação de objetos condicionam-se a capacidade de aprendizagem tanto dos cérebros e computadores adaptativos.

A memória é capaz de armazenar espectros dimensionais dos objetos. Existe uma correlação entre número de imagens, a probabilidade de acertos e a precisão do reconhecimento também. Pode se dizer que se estabelece uma identidade entre aprendizado e deslocamento sensoriais no indivíduo.

Cada objeto instanciado cria uma sequência lógica que deve ser gerenciada da relação mais simples à mais complexa. Onde unidades analíticas criam mecanismos sintéticos de reconstrução mental.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [287] – Gestalt: Como 1 + 1 Pode não Ser Igual a 2**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel levanta um questionamento de como um objeto pode ser percebido pela soma de suas partes.

Hermann von Helmholtz (1821 a 1894) e Wilhelm Wundt (1832 a 1920) desenvolveu uma teoria de que a energia dos objetos parte de uma análise de receptores sensoriais representada por sensações inconscientes simples e independentes. No qual brota um raciocínio de que uma constelação de princípios psicofísicos somatizados integram partes maiores que combinadas com outras informações provenientes de outras áreas subcorticais somatotópicas combinam em elementos dotados de formas que a composição de suas partes sintetiza outro elemento de lógica mais robusta.

Christian von Ehrenfels (1859 a 1932) criou o momento Gestalt em 1890 que tem por base a síntese da forma e configuração de ativos psicofísicos. A argumentação de Ehrenfels é que a forma está além das partes de um objeto. Pelo simples fato de que a forma é uma estrutura dinâmica que se sustenta e sempre se recompõe. De forma que a Helmholtz ao afirmar que as partes compõem o todo está visualizando o retrato de um fenômeno, enquanto Ehrenfels ao desenvolver sua teoria orientou seu estudo para uma relação psicodinâmica em que a forma se indexa.

Wolfgang Köhler (1887 a 1967), Kurt Koffka (1886 a 1941) e Max Wertheimer (1880 a 1943) prendeu o conhecimento dentro da dimensionalidade que permite explicar a formação de objetos por uma composição de sombras (figuras) e fundos.

O sistema visual gera percepção a partir da decomposição da imagem em unidades que podem ser relacionadas em estruturas diferenciais e percentuais que geram o entendimento para o fenômeno coletado. Um exemplo clássico é o vaso de Rubin para o tipo de formação de figura e fundo.

Herculano mostra a realidade entre a teoria clássica e a nova teoria, no qual a primeira é uma simples relação somática, e a segunda necessita de uma interação de campos cerebrais para que a forma seja gerenciada.

O gestaltismo procurou então definir regras, vistas como leis de organização em que se pode relacionar razões e mutações que caracterizam regras para ideação da relação figura e fundo.

A lei do fechamento são ativos psicofísicos delimitadores de espaço 2 ½ D que fornece a diretriz para sinalizar que a parte que compõe a forma já foi inteiramente constituída, e que, portanto, outro órgão deverá integrar a parte formada como um ente perceptivo possa ter um formato unitário.

A lei da similaridade é responsável pelo agrupamento de unidades semelhantes nos quais os objetos de grau de parentesco elevado são percebidos como iguais.

No início da Gestalt a falta de explicações fisiológicas para as leis já descobertas para a formação da figura não era suficiente para relacionar simples hipóteses dos campos visuais a uma probabilidade de pertencer a um ou outro objeto.

Herculano traz à tona o conhecimento de que o cérebro deve funcionar como um todo em que uma unidade de percepção é uma representação consciente da demanda ambiental como uma devolutiva para a natureza daquilo que faz sentido prosseguir e se conservar. A pensadora alerta para o uso demasiado destes conceitos de Gestalt para outros campos como: cultura e política. Como Cruzeiro consegue visualizar no descarte de indivíduos que não podem ser agrupados na visão holística do todo (criação e geração de um padrão de comportamento).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [288] – O Cérebro que Reconhece Objetos**

Pesquisas realizadas com macacos anestesiados e acordados através do sensoriamento elétrico por meio de microeletródio, em que os animais ficam posicionados em frente a um televisor, onde se posicionam sinais luminosos para a coleta da frequência dos potenciais de ação frente as reações do animal na percepção dos objetos.

O campo receptor assim é mapeado. A próxima etapa deste experimento é o registro de características diferenciadas de estímulos na forma de psicoativos psicofísicos que iniciam a forma, cor, orientação vetorial e direção de movimento.

A estimulação artificial da área V1 ativa campos receptores pequenos e alongados. Quando o estímulo chega em uma região excitatória a quantidade de potenciais de ação cresce, e, quando ativa uma região inibitória a quantidade de potenciais de ação decresce.

A estimulação artificial da área V2 possui campos receptores um pouco maiores que a área V1, esses neurônios são mais seletivos ao comprimento, largura, orientação ou cor, dado às variações de brilho.

Lent mostra este caminho perceptivo como sendo o fluxo principal da informação visual caminhando de V1 para V2, em seguida para V4 na superfície lateral e ventral do córtex para o córtex inferotemporal interligando as regiões da memoraria e da emoção.

A seletividade neural e os campos receptores são gerados progressivamente, conforme a proposição de Hubel e Wiesel em sua hipótese hierárquica, dentro da via ventral de processamento paralelo.

Os campos receptivos da área V4 e no córtex inferotemporal são enormes (10 vezes maiores que V1), onde o caminho mais utilizado atravessa a linha média e sempre com a inclusão da fóvea. A consequência é a imprecisão do mapa retinotópico porque as informações passam a ser percebidas de forma mais grosseira. Nesta região muitos neurônios apresentam seletividade para estímulos coloridos. Outros grupos neurais apresentam seletividade para princípios psicofísicos combinados, tais como: comprimento e largura; comprimento e cor; ...

O córtex inferotemporal os estímulos ótimos, ou sejam, aqueles que atingiram o limite do limiar, geram padrões mais complexos, tais como: cruzes, estrelas, meias-luas, mãos, perfis das faces e geralmente são eficazes (capazes de produzir efeito perceptivo) independentemente do tamanho ou brilho.

A ativação da área V4 e do córtex interotemporal é dependente de fatores de atenção. O hipocampo ligado à memória permite chegar à conclusão de resposta sensorial a um objeto em diferentes ângulos de posicionamento e representações.

Em pacientes de epilepsia que denotam resistência ao medicamento percebeu-se que a atuação do hipocampo permite correspondência com fotos, desenhos, nome escrito de um referente representado em diferentes ângulos e formas.

Todos as áreas da via ventral possuem neurônios sensíveis à forma, cor ou textura dos objetos visuais. Essas áreas não são especializadas no reconhecimento dos objetos e sim participantes no constituinte da formação de tais objetos visuais. O seu mapa retinotoico deixa de ser importante ao longo da via adquirindo grande importância os campos receptores como em V4 e o córtex intertemporal. Cria-se a área ventral as condições ideais de resposta ao estímulo independentemente da localização precisa.

Também na região ventral os estímulos são mais complexos e independentes do tamanho e brilho. Cria-se, portanto, a condição ideal para a gestão do que está próximo ou longe, do que é claro e escuro.

Os neurônios são influenciáveis de acordo com a regulagem da atenção. Isto torna um objeto mais ou menos percebido. A colaboração da memória permite acessar representações armazenadas para a visualização global de um objeto a fim de concretizar o reconhecimento final.

A via ventral tem uma função de extração das características invariáveis dos objetos, que independe das variações do campo visual, da proximidade da retina, da iluminação ou orientação espacial.

Charles Gross e Carlos Rocha Miranda encontraram neurônios capazes de responder seletivamente a mãos e faces, no córtex interotemporal que foram nomeados por neurônios gnósticos. Esses elementos unitários estão no topo da hierarquia perceptual. Também existem neurônios semelhantes ligados à audição.

A hipótese das células da vovó (reducionista) que especializaram no reconhecimento de objetos de grande significado. Hoje ela é percebida com ressalvas, devido ao fato de ser preciso um número elevado de células gnósticas para gestar grande gamas de informações do mundo compreendido. E se houvesse morte neural o objeto poderia ficar irreconhecível. Talvez exista um princípio seletivo em que esta lei é válida apenas para alguns objetos.

A hipótese atual (2012) é a existência de redes gnósticas no córtex associativo responsáveis pelo reconhecimento final dos objetos. Além da via ventral as regiões associativas ligadas ao reconhecimento de sons especiais, conforme Lent: música e sons da fala; e imagens especiais: como palavras escritas.

No macaco a região de reconhecimento de objetos e faces é menos ventral do que em seres humanos. No homem ocupa o giro fusiforme do lobo temporal inferior, na área perimetral do hipocampo.

O hipocampo também colabora para a formação de imagens percentuais, contribuindo para o reconhecimento de faces, objetos em geral e material verbal escrito.

As palavras escritas ativam regiões mais laterais do lobo temporal, situadas na vizinhança da área auditiva primária. Lent especifica que as áreas de percepção de cores foram identificadas em posição mais posterior na superfície ventral do lobo temporal.

Esses estudos de reconhecimento em 2012 apresentaram um aspecto modal da predominância do reconhecimento de objetos no hemisfério direito e o hemisfério esquerdo evocados para o processo de nomeação. Neste contexto as agnosias aperceptivas são típicas do hemisfério direto, e as agnosias associativas são comuns ao hemisfério esquerdo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [289] – Percepção Espacial: “Onde?”**

A percepção humana realiza dois tipos de análises: uma semântica que é orientada para o reconhecimento cognitivo do objeto, e outra pragmática que orienta o comportamento e permite a preensão de um objeto com as mãos.

Esse primeiro tipo de reconhecimento desencadeado a partir do campo visual é de responsabilidade da via ventral. Enquanto a movimentação do movimento é de responsabilidade da via dorsal.

O “onde?” é de responsabilidade da via dorsal que também pode ocorrer operações percentuais de reconhecimento de objetos, mas que não é a sua função principal. Na via dorsal as feições do objeto devem ser percebidas para que o deslocamento do braço, mãos, pescoço, tronco, pernas possa ser orientado para a aproximação ou distanciamento de um objeto.

A via dorsal para responder o “onde” necessita coordenar sensorialmente e motoramente informações de comportamento humano de responsabilidade das áreas parietais posteriores do córtex cerebral cuja missão é processar informações motoras, somestésicas e visuais; de característica anatômica. As áreas parietais anteriores situam-se regiões somestésicas cuja separação é o sulco central das áreas motoras do lobo frontal. E na parte posterior do cérebro ocorre o processamento da informação no lobo occipital.

A síndrome de indiferença é característica de pacientes que possuem lesões no lobo parietal geralmente no lado direito. O sintoma que surge desta patologia é o indivíduo passar a ignorar tudo que venha a se refletir do lado esquerdo da projeção de seu corpo, o lado esquerdo dos objetos e o lado esquerdo de seu campo visual. Este tipo de não reconhecimento inibe a percepção de parte do corpo e parte das coisas. A simetria bilateral é perdida, como se parte do campo visual deixasse de encaminhar informações cerebrais e o quiasma óptico passasse a influenciar o comportamento do indivíduo apenas a partir de um hemisfério ocular sadio. Estes pacientes não necessariamente possuem déficits visuais e nem déficits de memória. Esse tipo de distúrbio é característico da via dorsal, mais precisamente do córtex parietal posterior.

A indiferença atinge o espaço peripessoal (espaço que gesta o alcance dos membros) e o espaço extrapessoal (espaço que está ao alcance dos movimentos oculares). A visão fica hemimuda devido a lesão nesta área, onde somente o hemisfério são realiza a função perceptiva. As subfunções da percepção espacial ficam ativas em lesões mais específicas e restritas.

Também pode ocorrer lesões de indiferenças que apenas traços do espaço peripessoal ou espaço extrapessoal estejam funcionais.

Lent aprofunda dizendo que os neurônios da via dorsal possuem campos receptores maiores comparados a V1 e V2; sensíveis à estímulos de movimento: direção, velocidade e deslocamento; típicas da área V5 (ou MT) que é a área visual da percepção de movimentos.

A atenção influencia as áreas parietais posteriores, podendo preceder o movimento sádico em direção ao estímulo.

Na via dorsal as regiões possuem em comum o fato de se relacionarem à percepção dos objetos e interações estabelecidas entre eles.

Então se distingue a informação da nomeação de um objeto e a informação que irá atribuir uma função de utilidade para o seu manuseio, por meio de uma aproximação ou distanciamento. Pode-se dizer que para a realização desta tarefa muito contribui o córtex parietal posterior por onde se encontra a via dorsal que tem a característica de possuir um grande número de neurônios-espelho. Onde o espaço motor por meio da observação visual e a imitação de atos motores colaboram para dotar um indivíduo de capacidade por meio do aprendizado motor.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [290] – A Percepção Auditiva de Alta Complexidade**

A modalidade sensorial da audição é o segundo tipo de sentido que alcança grande sofisticação em muitas espécies. A capacidade, por exemplo, de processar, identificar e perceber um som, na forma musical é uma habilidade característica do aprendizado do som.

Semelhante à organização do sistema visual, o sistema auditivo apresenta duas vias paralelas capazes de gerar a percepção deste sentido.

O fluxo de informações da área A1 no sentido das áreas componentes do cinturão auditivo lateral, o paracinturão auditivo e uma série do córtex temporal se estabelece através da via auditiva ventral que realiza a análise e síntese das características do som, timbres, e estruturas sonoras, identificação dos tons, palavras e frases ouvidas, melodias, sons estruturados, e, ruídos complexos.

A organização da via auditiva dorsal difere pela conversão do fluxo de informações auditivas para regiões do córtex frontal, em que se incluem regiões motoras, onde há a predominância pela identificação da origem do som e a ocorrência da associação do sistema auditivo e o sistema motor.

No processo de identificação auditiva com o sistema motor pode-se pensar na gestão de um movimento intuitivo como, por exemplo, colocar o corpo para bailar na audição de uma composição sonora.

Pode-se pensar em música através de vários componentes psicoativos, psicofísicos e psicodinâmicos como o ritmo, a análise temporal, o tom, o padrão, o timbre, o acorde, o grave, o agudo, o ruído, a repercussão, a amplitude, o volume, a melodia ... e outras várias camadas perceptivas.

Lent traz uma percepção de quando uma pessoa comum é treinada para tocar uma música e assimila pela primeira vez uma composição e em outro momento se dispõe a ouvir a mesma canção melódica técnicas de imagiamento permitem observar que a atividade neural passa a ser aumentada nas áreas auditivas e nas áreas cerebrais de correspondência das regiões motoras. No caso de uma melodia em que um aprendiz ainda não aprendeu a tocar, esse tipo de ampliação não é percebido pelos instrumentos de medição (imagiamento). Para um pianista que ouve uma música que sabe tocar gera uma ativação forte do córtex auditivo e um pouco menos o córtex motor.

O pianista que toca a mesma música sem ouvir o que toca ativa mais o córtex motor, mas não as regiões auditivas. Então existe uma ativação funcional do processamento auditivo complexo e do planejamento motor.

A realidade física difere do elemento percebido porque existe diferença de cores, diferença de propagação de mutações do espectro sonoro, diferenças da real luminosidade dos objetos que fatores de distância influenciam o dimensionamento das coisas, ... além do mais cada indivíduo possui sua forma particular de percepção do mundo externo a sua volta.

E mesmo dentro de uma mesma espécie indivíduos podem ter comportamentos diferenciados em virtude de fatores que despertam princípios de ilusão psicofísica.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [291] – Atenção e Percepção Seletiva**

Mas o que é atenção? Do ponto de vista intuitivo despertar a atenção é se apropriar de um sentido que despertou uma manifestação de sensação, no qual uma região do corpo humano passa a ter correspondência cerebral com o estado despertado sobre a “impressão” da expressão sobre a “pele”.

Então pode-se pensar em ativação de um estado de consciência, ou seja, de uma integração entre uma parte externa, geralmente um membro, e uma percepção interna do fenômeno que fora desencadeado, como uma repercussão da sensação sobre as características mentais despertadas de um indivíduo.

Então se questiona, pode-se despertar atenção em estado inconsciente? A resposta para este questionamento é que sim. Porque alguns mecanismos de checagem podem trabalhar em níveis procedurais, mas nem todo estado inconsciente desperta a atenção, apenas aqueles que os processos de requisição tiveram registro mnêmico anterior consciente estão aptos para gestar o aprendizado contido na memória que age de forma procedural no sistema nervoso central.

Então pode-se falar em dois tipos de sensibilização: a sensibilização da pele e a sensibilização de certas regiões correspondentes dos hemisférios cerebrais em sintonia com a área primária sensibilizada.

Lent esclarece duas funções básicas e primordiais para a atenção: geração de um estado de alerta; e, contribuir para a focalização da tarefa como um facilitador para a identificação da atividade a ser despertada pela manifestação do sentido de urgência (cobrança do organismo determinada pela necessidade de correspondência ambiental).

Mas então, o que é essa focalização (Foco)? É uma administração da região percebida despertada pela conexão do sentido com a mente humana, em que perspectivas evidenciam fragmentos ativos de sensações de um percurso em que dimensões são evidenciadas por processos de ativação do elemento psicofísico que reage diante a intervenção ambiental. É uma redução seguida de concentração da atenção, em que uma parte sensorial possui mais ocupação mental, então há que se supor a existência de mais concentração de energia, sobre esta área (padrão) em que se alocam registros de reconhecimento para que o estado de consciência verdadeiramente aflore para sinalizar o que está sendo pedido ao indivíduo que reaja diante de uma necessidade que deve ser satisfeita.

A cognição seletiva é um tipo de atenção mental, outro tipo é a percepção seletiva.

Mas como se mede a atenção? Michael Posner desenvolveu um método de estudo onde um voluntário fixa o olhar, estando em posição sentada, sobre um ponto central disposto em uma tela a sua frente. Nesta tela concentram duas regiões: uma com um fundo branco, e outra área com um ponto de luz responsável por canalizar a atenção de um indivíduo (pista direcionadora da atenção).

Neste experimento acima é solicitado ao voluntário que não desvie o olhar do ponto luminoso quando este aparecer impresso na pista. Quando o estímulo luminoso é projetado sobre a tela, é solicitado ao voluntário previamente que ele manifeste a percepção do ponto sinalizando com o dedo um apertar de um botão que irá efetuar o registro da observação do indivíduo que realiza a pesquisa. No caso de Eye Tracking a localização do objeto é obtida através de movimento sádico ocular que paralisa a visualização na orientação georreferencial com o objeto alvo, ou seja, o ponto de luz.

Por esta forma o tempo de ativação, necessário para compreender o momento da percepção é registrado pelo pesquisador, em que é levado em consideração o tempo decorrido no aparecimento do estímulo e a resposta motora.

O equipamento pontua uma maior atenção para indivíduos que localizam o alvo em menor espaço de tempo. Onde a métrica utilizada como variável é o tempo de reação. Este método é conhecido por cronometria mental.

Lent explica que este experimento pode apresentar de resultados as relações de tempo e espaço entre a pista direcionadora e o estímulo alvo. Ou apresentar a probabilidade de aparecimento do estímulo alvo em diferentes locais do campo. Ou, representar um método de registro da resposta do sujeito.

Uma vantagem desse experimento é a possibilidade de estudar a gestão do olhar, para medir a habilidade que um indivíduo possui para localizar estímulos no espaço.

O pesquisador deve estar consciente que deve desfazer todas as expectativas do indivíduo que o condicionam a reagir diante de um setor da tela onde se projeta o foco de luz, porque coexiste outra variável, que é característica de um conteúdo adaptativo, em que a força do aprendizado cria emanações antecipatórias quanto aos movimentos reativos que permita a um indivíduo manifestar precocemente a identificação do elemento antes de ser plotado na tela. Essa predisposição carrega um conteúdo volitivo das áreas de planejamento e controle cerebrais, e, longe de representar um obstáculo ao conhecimento, pode ser utilizada em outros experimentos para correção de rotinas procedurais para melhorar a eficiência cerebral.

Quando se fala em isolar a funcionalidade, está se pensando do ponto de vista científico para compreender como a dinâmica cerebral efetua e processa suas demandas de trabalho. Esse isolamento funcional permite identificar de onde partem as demandas percentuais. E assim, permite gerenciar discriminantes de forma, cor, distância, ... a fim de saber a modulação da atenção.

Existem também métodos apropriados para a percepção seletiva auditiva. E de forma similar sons são projetados para a cronometragem de elementos perceptíveis. Um destes teste é chamado de audição dicótica (audição simultânea nos dois ouvidos) no quais podem extrair percepções audíveis de diferentes tons, sons verbais, padrões musicais, ruídos sem sentido, melodias, ...

Também existem experimentos com a audição musical estereofônica em que sons distintos são projetados nos ouvidos. O registro da resposta do indivíduo também pode ser variado.

Os potenciais relacionados a eventos são os registros de potenciais de ação despertados a partir da captura da ação por meio de uma instrumentação, geralmente um EEG (Eletroencefalograma), ou MEG (magnetoencefalograma), ou PET (tomografia por emissão de pósitrons) e RMf (ressonância magnética funcional).

Por outro lado, o tempo de latência é o tempo decorrido, que é medido em uma aferição, por meio de imagiamento, do aparecimento do estímulo e a ocorrência do sinal cerebral. As latências podem ser explicadas como curtas e longas. Isto implica em maior ou menor atenção respectivamente (estágios acelerados e estágios tardios).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [292] – Sobre a Lua e as Ilusões**

O Professor-associado do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo Marcus Vinícius Baldo traz à tona o conhecimento de que a lua quando nasce aparenta ser muito maior no horizonte do que quando está posicionada sobre a abóbada celeste. Apesar da imagem projetada nas duas posições lunares possui o mesmo tamanho. A diferença neste caso é atribuída a projeção óptica percebida como uma ilusão onde os traços que circulam o objeto lunar passam a exercer uma influência perceptiva no observador que transmite a sensação de perto e longe, e, de grande e pequeno.

As percepções são construídas ao longo das vias sensoriais, e recebe influências da memória, da atenção, da focalização (foco), e, da forma que nos propomos a ser guiados diante da manifestação dos princípios psicofísicos ativos a nossa volta.

A proximidade ou distanciamento de fundos permite criar tendências de fixação do olhar, portanto, a mente humana passa a agir dentro de uma maior ocupação da focalização com determinadas áreas em que os traços passam a nos guiar dentro de um enquadramento pictórico.

O que na realidade se apresenta como uma ilusão, é uma combinação de fatores, que trabalham com a atenção e o foco que permitem uma concentração percentual mais ativa, que desperta uma função imaginária, capaz de gerar uma correspondência mais central de enquadramento sobre o campo visual de determinado elemento disponível como princípio ativo no meio por meio do enquadramento visual.

Professor Baldo, durante o seu Pós-doutorado em Berkeley, Estados Unidos, realizou estudos de ilusão visual, em que se analisou o efeito flash-lag (EFL) que pode ser explicado por um enquadramento que se situam dois objetos: um em movimento e outro estático. À medida que o objeto em movimento circular (uma barra) se move distanciando do outro objeto (um ponto de luz), as coordenadas dimensionais passam a orientar relações diferenciais de distanciamento mesmo o centro da “barra” posicionado no mesmo eixo central em relação a esfera. Se considerado a distância em relação aos dois eixos centrais entre tais objetos, a distância é estática ou inalterada. Agora se um observador se guiar através dos extremos passará a perceber medidas de aproximação e distanciamento dos objetos. Por isto o registro é catalogado, neste caso, como uma ilusão, porque o referente central é estático, imutável.

Se dentro do experimento flash-lag (EFL) o ponto onde a aferição se concentrar nas extremidades, então o fator de ilusão se desloca para o ponto central. Então coexiste uma relação dual de onde a ilusão se projeta.

Dentro da psicodinâmica a ilusão é percebida como o resultado das diferentes latências (tempos de retardos) para estímulos consecutivos. São levados em consideração neste modelo dinâmico princípios psicofísicos como brilho, tamanho e localização,... no qual a combinação destes elementos geram um padrão de identificação em que um percepto é formado. Gerando um mundo mosaico temporal.

O mosaico temporal segue a lógica de frames que a continuidade da ação sofre contínuos processos de renderização da imagem, onde alguns eventos são percebidos simultaneamente e outros sincronizadamente.

Pode-se pensar em dois tipos de construção: uma de base fisiológica e outra de base cognitiva. Onde a segunda é ancorada pelos mecanismos de construção da primeira.

A base do percepto é a evolução do aprendizado sobre a apropriação no que diz respeito ao desempenho da ação adaptativa. De forma que o movimento adaptativo que se acentua por um reforço positivo tenderá a se desenvolver até estabilizar o aprendizado e se incorporar ao organismo como uma diferenciação sobre o material biológico. Mas a adaptação que restringe a ação gera um bloqueio que limita o sentido do desenvolvimento pela via que o aprendizado implicou uma desvantagem competitiva do organismo em perpetuar sua identidade, então o percepto passa a agir como inibidor do sentido de ativação.

A ilusão surge de um “estranhamento”, que os sentidos percentuais pregam uma distinção percentual de outro centro discriminante que distorce a realidade habitual, por assim dizer, parte de um evento correlacional que incide sobre mais de uma unidade percentual diferenciada (órgão) e a forma de se relacionar com o mundo em que novos fatores adicionados transmitem outros tipos de informações que o indivíduo não está acostumado a fragmentar e a gestar em sua mente: razão do estranhamento através do percepto.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [293] – Em que Consiste a atenção?**

Lent instiga ao desenvolvimento do raciocínio em como a atenção influencia a percepção, tornando-a seletiva? De que modo isto ocorre? Quais os mecanismos neurais envolvidos nessas operações?

Percebeu-se que existem diversos tipos de mecanismos de atenção: atenção explícita ou aberta (fixação visual através dos movimentos centralizados oculares; de tendência à automação); atenção implícita ou oculta (fixação visual através dos movimentos periféricos oculares; de tendência a operação mental voluntária - lembrança); ...

Na atenção explícita o método de Posner permite variar o tempo entre o aparecimento da pista direcionadora e a ocorrência do estímulo alvo. Se o tempo de aparecimento da pista direcionadora (por exemplo uma seta que aponta para onde olhar um objeto) aumenta, o tempo de reação também aumenta (diminuição da atenção: inibição de retorno).

Na atenção implícita o método de Posner permite variar o tempo entre o aparecimento da pista direcionadora e a ocorrência do estímulo alvo também. Se uma pista direcionadora, como, por exemplo, uma seta aponta para a direção errada onde se situa um objeto, o tempo de reação aumenta, o que indica menor atenção para o lado onde está o objeto. Se o evento repetir várias vezes ocorrerá uma inibição chamada de extinção.

O objeto atencional pode ser característico da apropriação de quaisquer sentidos.

Os experimentos de registro do EEG e campos magnéticos dos eventos sinalização que a focalização da atenção provoca o aumento da amplitude do sinal. Que leva a indicar que a atenção deve constituir um mecanismo de sensibilização ou facilitação das respostas percentuais do córtex cerebral conforme Lent.

Atribui-se em 2012 o núcleo pulvinar situado no tálamo como uma estrutura-chave na modulação atencional da percepção, que possui conexões recíprocas (atuam fortemente nas regiões associativas ligadas à percepção) com a maioria quase absoluta das áreas sensoriais. Através do seu estudo percebeu que fármacos que agem em movimentos agonistas e antagonistas GABAérgicos altera respostas atencioanais em seres humanos.

O campo ocular frontal (área do campo ocular frontal) é envolvido no planejamento de movimentos oculares (área responsável pela programação dos movimentos sacádicos oculares) que colabora na fixação do olhar.

A facilitação sináptica das respostas dos neurônios das regiões descritas acima permite conectar parâmetros de estímulos pela vontade do indivíduo, que conforme Lent, permite identificar: local de ocorrência no mundo exterior, forma, cor, padrão de frequência, ...

Quando os neurônios que coordenam movimentos atencionais atuam, por exemplo, no reconhecimento de uma palavra destacada no texto, ocorre um aumento da excitabilidade dos neurônios visuais especializados na análise de contraste e forma. O campo ocular frontal ativa comandos descendentes que coordenam os movimentos oculares ao foco atencional. Os axônios descendentes estabelecem conexões recíprocas com neurônios visuais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [294] – As Bases Neurais da Memória e da Aprendizagem**

A memória é a capacidade de armazenamento de um processo aquisitivo, em que conjunto de informações possam ser recuperadas e acessadas em um momento distinto da apreensão primária da informação. Lent deixa claro o conceito de aprendizagem como sendo o momento em que o processo aquisitivo percebe um argumento como informação.

A memória pode ser concebida a partir de vários processos, o primeiro deles é a aprendizagem, o segundo é a retenção por tempo variável, que pode ser de natureza curta ou longa. E fecha na etapa de evocação da lembrança ou esquecimento das informações memorizadas.

Pode-se pensar em vários tipos de memória, como por exemplo: memória ultrarrápida de curta ou longa duração (tempo de retenção); memória explícita, memória implícita e operacional (quanto à natureza);

A memória explicita é aquela descrita com palavras, símbolos, do subtipo episódico na forma de uma memória dos fatos, conforme Lent tem ocorrência ao longo do tempo. E um subtipo semântico dos conceitos atemporais.

A memória implícita refere-se aos hábitos, procedimentos e regras, de natureza percentual, não descrita.

A memória operacional é aquela rápida que acompanha o fluxo do raciocínio e o planejamento do comportamento.

De acordo com cada função o armazenamento da memória ocorre em uma área distinta dentro do encéfalo. As memórias motoras são do córtex motor, as memórias visuais são no córtex visual, a memória operacional pode ser ativada a partir da área pré-frontal, com áreas do córtex parietal e occipitotemporal.

A consolidação das memórias explícitas ocorre através do hipocampo e áreas corticais adjacentes do lobo temporal medial, conectadas ao tálamo e hipotálamo.

Os processos moduladores coordenam informações da memória que possibilitam identificar e trabalhar com o eixo das emoções, como o complexo amigdaloide do lobo temporal.

Foram propostos mecanismos celulares e moleculares com bases biológicas da memória, como o mecanismo da plasticidade sináptica e da modificação dinâmica da função e forma do sistema nervoso para servir de resposta às alterações do ambiente.

Ao longo do processo de constituição de um indivíduo os fatos desencadeados vão acumulando informações que trafegam no formato de conteúdos históricos, na forma de emoções, percepções, conceitos, hábitos, rotinas motoras, eventos, ... Parte destas impressões ficam registradas como memória, para serem ativadas quando requeridas através do despertar do processo da lembrança.

Nem tudo que é percebido é portanto, armazenado como memória, porque são grandes as concentrações de informações que um indivíduo capta diariamente.

Muitas vezes uma informação armazenada pode ser acessada conscientemente, outras vezes, porém, o seu processamento é silencioso, e por esta razão o conteúdo relacionado é dito inconsciente. A lembrança também é um processo flexível, ora coisas são lembradas, e ora, são esquecidas, ou relembradas em outro momento mais oportuno.

Então pode-se pensar o sistema nervoso central como um centro da memória em que mecanismos de aquisição, seleção, armazenamento e evocação de novas informações são despertados a fim de releitura das informações apreendidas. Tudo aponta para que a memória seja um sistema múltiplo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [295] – As Primeiras Tentativas de Explicação da Memória**

A neurobiologia da memória começou a se desenvolver após o início do século XX. Os primeiros estudos foram modelos teóricos, a partir de elaborações de uma escola de pensamento no início da década de 1920 tendo o seu maior representante Karl Lashley (1890 a 1958). Seus experimentos compararam a memória de ratos normais e com lesão em áreas atribuídas à memória.

A vantagem dos estudos de Lashley foi a tentativa de encontrar a sede do engrama, atribuída por ele como sendo a unidade teórica da memória. No qual Lent chama como sendo o rastro biológico que armazena as informações.

A ideia de Lashley era que se realmente a teoria dos engramas, caso fosse verdadeira, uma lesão em um órgão específico provocaria uma perda da lembrança, ou falta de memória, percebida como uma amnésia devido à ausência da funcionalidade nesta área cujo desempenho foi comprometido.

Lashley colocava ratos em um labirinto e contava os erros de acesso à saída do experimento. Era esperado que animais saudáveis memorizassem a saída mais rapidamente que animais com lesões a partir de inúmeras repetições do mesmo experimento.

De fato este, experimento demonstrou que ratos lesionados no córtex não encontravam a saída a partir da manifestação do aprendizado. Observou-se que o tamanho da lesão influenciava a quantidade de erros, à maior, dos ratos em encontrar a saída do experimento. Fato curioso é que esta relação em virtude do posicionamento onde a lesão no rato érea percebida, não era suficiente para afirmar uma subárea específica que comandava o advento de memorização.

Então se criou uma expectativa em afirmar que as funções neurais careciam de localização precisa, onde a representação é igual para todas as regiões.

O único problema apontado dos estudos de Lashley é que além das lesões corticais não foi levado em consideração problemas primários já existentes nos roedores, tais como: déficits visuais, somestésicos, motores, e outros problemas que também prejudicavam o desempenho dos animais para encontrar a solução de sua permanência dentro do labirinto.

Muitas colocações de Lashley foram deixadas para trás quando técnicas mais modernas de registro da atividade elétrica dos neurônios em diferentes regiões do sistema nervoso passaram a ser realizadas.

Donald Hebb, aluno de Lashley, estudou a concepção antilocalizacionista da memória. Sua observação foi possível intuir a ideia de que certos circuitos do neocórtex seriam ativados quando um evento fosse percebido.

Então nesta época partia de um conhecimento de representação de eventos e um fenômeno de evocação, de fundamentação da ativação da lembrança, como o retorno a mesma condição de excitabilidade, para o último caso.

Assim o circuito responsável por evocar um evento poderia ser ativado pelo sistema nervoso pela visão, audição e pelas áreas motoras. Com base nos desdobramentos de Hebb era possível conceber a memória como sendo distribuída e inerente a todos os circuitos neurais.

Em 1950 Hebb criou um modelo de sinapses no qual supôs que as conexões mais ativas seriam mais fortalecidas e, portanto, mais estabilizadas, e conexões frágeis tenderiam a se perder mais facilmente.

David Marr (1945 a 1980) no final da década de 1970 elaborou um modelo computacional com as informações de Hebb, onde foi possível formular as ideias de redes neuronais. Os circuitos de neurônios eram percebidos como chips computacionais. No qual o modelo servia para desenvolver computadores adaptativos que permitissem a um equipamento desencadear atividades de aprendizagem diante dos comandos executados e as falhas e acertos, ou atividades de fracasso ou sucesso no atingimento de objetivos específicos ligados à programação de tais computadores.

Por não compreensão do sistema de significantes (termo psicanalítico), ou engramas (termo neurocientífico) deu margens a concepção de Marr fosse refutada por inúmeros cientistas. Porque o conceito de circuito era percebido como específico apenas para uma única atividade referencial, e não se idealizou nesta época a existência de compartilhamento de funções em que 01 único circuito seria funcional para várias atividades específicas e diferenciadas de memória.

Os neurônios planejadores e controladores não eram bem conhecidos nesta época, razão em que a evocação por ativação parcial era percebida com grande desconfiança do meio científico como uma forma válida de processamento de informações porque a visão da época percebia que se assim fosse, o sistema nervoso poderia sinalizar muitos erros devido conexões falhas.

Então Marr passou a evocar o conhecimento de memória temporária para sinalizar um tipo de consentimento de seus estudos para ter validação científica. Segundo Cruzeiro, na realidade Marr estava se referindo a manifestação da Mente Humana como um gerenciador de planejamento que deixava de forma consciente as elaborações psíquicas em que o regime de urgência manifestava atribuir uma resposta para corresponder à necessidade ambiental. Foram consideradas as regiões do lobo frontal e do lobo temporal envolvidas com o armazenamento temporário das informações.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [296] – A Memória Possível**

Uma das vantagens da espécie humana é o advento da memória. Sua natureza é interna e partícipe de processos de elaboração mental. A psicologia estudou sequências de processos que possibilita a memorização de um evento qualquer.

A aquisição é o primeiro processo mnemônico, ela é a entrada de uma informação no sistema da memória a partir da captura de um evento. Mas o que seria evento? Qualquer elemento da natureza que é assimilável através do uso da memória, que pode tanto ter representação iconoplástica, ou ser um som, um acontecimento, um pensamento, uma emoção, ou movimentos sequenciados.

Para as neurociências toda evocação da lembrança pode ser um estudo relativo à memória que pode ser conduzido ao sistema nervoso através dos sentidos.

Os eventos ligados à memória são múltiplos e complexos, por isto quando as memórias são evocadas ocorre um processo de seleção onde a partir dos eventos apenas alguns aspectos mais relevantes e evidenciados são geradores de respostas para ativar a cognição humana. Os eventos marcados com forte emoção, formam vias mais robustas em que tais aspectos mais relevantes passam a ser mais identificados claramente. Uma maior concentração de energia em virtude da emoção desperta mais atenção para a área motora específica de um comportamento. Outro meio de quantificar é a força da apreensão sensorial, no qual o sentido despertado pela influência do habitat pode aflorar o sentido do despertar da memória.

Após a aquisição de um evento a memória passa a sofrer um processo de retenção que quando acionada pode resgatar lembranças temporárias curtas ou breves, ou lembranças temporárias distanciadas na métrica do tempo em relação aos seus eventos primários de ocorrência.

Quando a memória não é mais necessária para o desenvolvimento do indivíduo, os processos de habituação, acomodação e adaptação provocam o esquecimento da informação no indivíduo. Cruzeiro supõe que este fenômeno acontece quando fator mais desenvolvido, sobre o engrama correspondente, já encontrou outro processo adaptativo mais evoluído em que o aprendizado primário já é incorporado a estrutura biológica do indivíduo, não sendo mais essencial para sua sobrevivência, sua manutenção consciente aflorada na perspectiva em que a dimensão fica exposta. Porém, este conhecimento apenas é válido para situações normais, em que não são levados em consideração o esquecimento devido lesão ou outras formas de adoecimento.

Como mesmo Lent relata, a recordação não é permanente, tem natureza temporária. Isto porque os princípios evolutivos tornam necessário reavivar o aprendizado já adquirido que já esteja incorporado ao biológico. Parte de um princípio e conhecimento libertário, em que a memória tem o seu desenvolvimento contínuo orientado para ocupar-se com aquilo que ainda dependa o seu desenvolvimento.

Elementos fisiológicos como por exemplo uma lembrança facial de um transeunte, permite trabalhar com aspectos emocionais bastantes incipientes que as absorções das informações sejam armazenadas na memória por um curto espaço temporal. Por outro lado, por exemplo, uma cena de grande impacto, mesmo através de um encontro temporário com um transeunte, pode ativar grandes cargas emocionais e o evento ficar represado por anos, e surgir traumas em virtude da conexão do evento na memória de um indivíduo.

A capacidade de memorização depende de vários aspectos, e influência dos eventos sobre os indivíduos; tais aspectos podem gerar percepções internas, ou derivar de impactos em que as transferências de sentido sinalizam um agir para um indivíduo em um dado instante. Também deve ser levado em consideração aspectos de razão e emoção aflorados que sintetizam um modo de expressar a experiência vivenciada.

A memória operacional por exemplo é curta, sua capacidade de retenção é baixa. Outros tipos de memória são mais extensas e permitem grande variação de comportamento humano.

A capacidade do ser humano de evocar, a partir da lembrança uma sequência de instruções na forma de uma estrutura semântica em que uma frase esteja sendo percebida pelo hábito de leitura é em média de 07 palavras de retenção de cada vez. Há ainda que perceber que mesmo aparentemente curta, a sequência operatória de 07 palavras, uma série de instruções como formação de cada símbolo, integração das sílabas e integração de cada palavra, e como integração de sentido que desperta a representação mais complexa, que é uma ideação e imagem do algo percebido, influenciável e de elaboração do sujeito, torna evidente que a capacidade humana de retenção não é tão restrita assim.

Lent argumenta que o número de distratores no ambiente irá influenciar o nível de retenção de um indivíduo. Portanto, uma mente que esteja em um ambiente com vários elementos que distraem sua percepção, fixar-se e projetar informações de memória sobre um alvo é algo mais difícil de ser conseguido.

Perceba os distratores como sendo elementos que distanciam e ao mesmo tempo competem pela apropriação da atenção de um indivíduo, e que, portanto, esses elementos são responsáveis pelo fracionamento da canalização da memória que não permite identificar-se com o fluxo de raciocínio que irá desencadear a reação em que um correspondente exclusivo seria responsável por evidenciar uma resposta.

O esquecimento contribui para a prevenção da sobrecarga nos sistemas cerebrais responsáveis pela memória e permite a elaboração percentual, como momento para um filtro dos aspectos relevantes e importantes para cada evento. Também existe o esquecimento patológico como visto antes. Quando o esquecimento é demasiado é chamado de amnésia. Quando um indivíduo apresenta uma retenção demasiada de informações é dito apresentar hipermnésia.

Alguns eventos são eleitos para curtas, médias e longas memorizações. A gestão irá depender da necessidade de atuação de um indivíduo interligada ao seu comportamento.

Quando a memória é muito prolongada ou permanente as neurociências consideram que houve uma consolidação da memória.

A evocação ou lembrança é o último processo mnemônico de acesso à informação a ser utilizada como elemento cognitivo ou emocional no qual é modelo para a expressão do comportamento humano.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [297] – Tipos e Subtipos de Memória**

Os estudos da memória tiveram grande contribuição de Psicólogos que permitiram a caracterização e a classificação em tipos diferentes de operações e mecanismos representados por regiões cerebrais distintas.

Quanto ao tempo de retenção a memória pode ser ultrarrápida ou imediata; memória de curta duração que estabelece respostas de minutos ou horas que conecta um indivíduo ao seu sentido presente; ou, memória de longa duração de dias, semanas, meses e até anos.

Na memória ultrarrápida as conexões sequenciais são fundamentais para a retenção da sequenciação de informações. Se a palavra fixada mais adiante é esquecida o acesso a memória fica interrompido. Geralmente ela pode ser percebida quando uma pessoa faz o ato de decorar uma determinada sequência de informações.

A memória de curta duração, permite acessar o traço de informação que ainda está retido na rede neural de um indivíduo, geralmente um evento que não dista muito em termos temporais de outros eventos que se situam próximos um dos outros. Como por exemplo, lembrar qual a última pessoa que você realizou uma ligação para o celular decorrido uma hora do primeiro evento.

Já a memória de longa duração ativa uma situação de um evento que dista em escala temporal que permite a um indivíduo se conectar a um fato marcante, como por exemplo, o dia que passou em seu primeiro vestibular. É logico que algumas informações ficarão distantes com o envelhecimento e passar dos anos, mas a sensação e fatos principais do evento ficam registrados na memória e consciência deste indivíduo.

No que diz respeito à natureza, a memória pode ser: explícita ou declarativa; implícita ou declarativa; ou, operacional ou memória de trabalho.

Aí você pode perguntar o que diferem as duas classificações: o que é tempo de retenção?; e o que é natureza da memória? – Tempo de retenção é o delay, ou tempo de retorno da ativação da informação primária em outro momento, quando a lembrança é ativada. A natureza da memória é uma medida de relatividade em que sua função é despertada, assim, se se conecta com algo expresso, ou se conecta com níveis diferenciados de cognição como atributo interno.

A memória explícita é tudo evocado por meio de palavras; que é passível de declaração como um símbolo por exemplo, ou uma imagem. Ela pode ser perdida facilmente. É chamada de episódica quando traz informações datadas no tempo (lembrança de um evento que ocorreu na quarta-feira). É chamada de semântica quando envolvem conceitos atemporais (Lembrança de um conteúdo ocorrido dentro de um evento). Lent deixa claro que a memória episódica é geralmente específica de cada indivíduo; e, a memória semântica compartilha a cultura, com muitas pessoas.

A memória implícita não precisa ser descrita com palavras, requer mais tempo e treinamento para sua formação, porém seus registros são percebidos como verdadeiras instruções por isto são mais persistentes e duradouras. Os subtipos da memória implícita são: memória de representação percentual (imagem pura de um evento); memória de procedimentos (hábitos, habilidades e regras); memória associativa (interliga eventos); memória não associativa (resposta direta ao comportamento).

A memória operacional são informações armazenadas para o raciocínio imediato e, para a resolução e elaboração de problemas de comportamento. Elas podem ter seus procedimentos descartados e esquecidos após o uso.

**TIPOS E CARACTERÍSTICAS DA MEMÓRIA (Tabela de Lent)**

**Quanto ao tempo de retenção**

Ultrarrápida ou imediata

Dura de frações de segundos a alguns segundos; memória sensorial.

Curta Duração

Dura minutos ou horas, garante o sentido de continuidade do presente.

Longa duração

Dura horas, dias ou anos, garante o registro do passado autobiográfico e dos conhecimentos do indivíduo.

**Quanto à natureza**

Explícita ou declarativa

Pode ser descrita por meio de palavras e outros símbolos.

Episódica

Tem uma referência temporal: memória de fatos sequenciados.

Semântica

Envolve conceitos atemporais: memória cultural.

Implícita ou não declarativa

Não precisa ser escrita por meio de palavras.

De representação percentual

Representa imagens sem significado conhecido; memória pré-consciente.

De procedimentos

Hábitos, habilidades e regras.

Associativa

Associa dois ou mais estímulos (condicionamento clássico), ou um estímulo a uma certa resposta (condicionamento operante)

Não Associativa

Atenua uma resposta (habituação) ou aumenta-a (sensibilização) através da repetição de um mesmo estímulo.

Operacional ou memória de trabalho

Permite o raciocínio e o planejamento do comportamento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [298] – Aprendizagem Hebbiana 30 Anos antes de Hebb**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel traz uma luz sobre um livro de Hebb, não compreendido como ensinamento válido por Sigmund Freud que sintetiza uma teoria dos sonhos, memória, lembrança e aprendizagem. Na realidade Hebb absorveu o conhecimento de um zoólogo francês, Yves Delage (1854 a 1920), que ao ficar cego se dedicou ao estudo introspectivo da consciência e dos sonhos.

Os estudos de Delage permitiram descobertas importantes sobre a fisiologia e a embriologia de animais marinhos, conforme palavras da Doutora Herculano. Ele fez atividades cirúrgicas e de manipulação nos animais. O uso excessivo do microscópio e pouca atividade de relaxamento e o desenvolvimento de sua miopia, custou-lhe a diminuição progressiva de sua visão até ficar cego e, 1912 aos 58 anos.

A genialidade de Delage era tão grande que mesmo cego construiu para o primeiro batireômetro da humanidade, responsável por medir as correntes marítimas. Outro avanço foi em seu estudo introspectivo dos sonhos.

Em 1919, Delage publicou um livro, que terminou de ser escrito em 1914, mas devido custos elevados deixou de ser produzido no mesmo ano, graças ao auxílio de sua colaboradora, Marie Goldsmith, que fazia anotações e revisão da literatura (Livro - O Sonho: Estudo Psicológico, Filosófico e Literário).

O estudo sobre os sonhos teve como base estatística 168 sonhos em que pessoas ilustres também haviam sido representadas como: Delboeuf, Vaschides, Sigmund Freud; e 76 sonhos de Delage. A profundidade no projeto resultou em uma base fisiológica para a associação de ideias, vista como força motriz dos sonhos e da consciência.

A hipótese defendida por Delage era de paracronização ou sincronização temporária dos modos vibratórios neuronais. Os neurônios por sua vez eram percebidos como unidades vibracionais, em que uma vez sincronizados geravam o efeito da atividade neural suficiente para despertar os processos dos sonhos.

Infelizmente o homem daquela época tinha um ego bastante avantajado, e se acreditava o pensamento mais elevado que atacar o pensamento alheio era a melhor forma de vencer uma retórica pela hegemonia do pensamento. Por isto Delage atacava publicamente Freud em sua teoria sobre os Sonhos.

A teoria de Delage evoluiu para a associação da sincronização da atividade oscilatória neuronal com a percepção, os sonhos e a memória.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [299] – Aprendizagem: aquisição de dados para pensar e agir**

O processo de construção da memória começa com a aquisição da informação, ou seja, a entrada de dados selecionados para o sistema de armazenamento da memória, conforme elucida Lent.

Aprendizagem é o processo de aquisição de novas informações para retenção na memória. Ela permite a orientação do comportamento e do pensamento. A memória pode ser concebida como o processo de arquivamento seletivo dessas informações para evoca-las de acordo com o desejo humano consciente ou inconsciente.

Aprendizagem viabiliza conjuntos de comportamentos a partir de organização de processos neurobiológicos e neuropsicológicos da memória. Aprendizado e memória são conceitos bem próximos um do outro.

A aprendizagem é característica de todo animal. Portanto, pode-se afirmar que todo animal possui algum sistema de registro de memória. No geral é fácil encontrar dois subtipos de memórias em animais: memórias associativas e não associativas.

Por meio da habituação o estímulo é condicionado a determinado tipo de resposta que um indivíduo desencadeia toda vez que a repetição do evento eclode sempre o mesmo tipo de exigência por reação. Essa forma não associativa de condicionamento é um subtipo de aprendizado, muito necessária para habituar um indivíduo dentro de um estado de normalidade que permite formar e moldar a sua estrutura de comportamento.

Agora, o processo de sensibilização é uma forma de desencadeamento de memória não associativa que um estímulo se condiciona a uma manifestação de um estado de alerta. Em que a repetição de eventos, torna a resposta ao estímulo com maior ou menor vigor e intensidade que permite moderar o tipo de atitude exigida para que o indivíduo desencadeie suas funções-respostas para as exigências ambientais. Os estímulos, assim, sinalizam comportamentos, como luta e fuga, relaxar, perigo, alerta, de repulsão e aproximação, ...

Mas por que essas memórias de habituação e sensibilização são consideradas não associativas? Porque as respostas partem de um princípio de aprendizagem em que a reação estabelece um nexo causal em que consequências preditivas podem ser despertadas para a previsão de desencadeamentos futuros. Enquanto uma memória de base associativa, um estímulo se indexa a outro na geração de um efeito conjunto em que os processos adaptativos são moldados pela amplitude dos estímulos conjugados. A associação clássica de estímulos chama-se condicionamento clássico, no qual o comportamento é formado pela correspondência há dois estímulos como forma de aprendizagem associativa. Ivan Pavlov (1849 a 1936) na primeira metade do século XX realizou experimentos de secreção salivar de cães pela oferta direta de alimentos para os animais, nos quais eram colocados sob a influência de um estímulo condicionado de uma luz que ao piscar estabelecia uma conexão associativa para o animal da disponibilidade do alimento. O efeito resultante era a salivação do animal depois que o animal já estava habituado a raciocinar que o efeito da luz era indicação de que o alimento estava disponível no recinto (condicionamento operante ou instrumental).

Uma ação pode estar condicionada a um estímulo de recompensa e estar associada a uma experiência positiva (reforço ou recompensa), ou uma experiência negativa (punição).

O esperado é que um indivíduo molde o seu comportamento para uma atitude reforçadora em vez de se condicionar a reação em virtude de um comportamento punitivo. Assim, se espere que um indivíduo use os seus centros planejadores para evitar que uma punição seja desencadeada sobre si mesmo.

Os estudos iniciais sobre o condicionamento operante em animais era o condicionamento de animais ao desencadeamento de reações diante de acionamentos de alavancas, botões e cordas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [300] – Os Defeitos da Memória**

O fornecimento de imagens funcionais de procedimentos mentais a partir de equipamentos de imagiamento (imagem cerebral morfológica e funcional) permitiu o avanço da obtenção de dados sobre a memória e fornecer valiosas informações para casos clínicos de neurologistas.

O imagiamento possibilitou o estudo detalhado da memória explícita diante de casos de pacientes com distúrbios de memória o que possibilitou gerar informações para mecanismos neurobiológicos subjacentes.

Foram levados em consideração dados da doença de Alzheimer e alcoólicos com a síndrome de Korsakoff que possuíam amnésias graves. Os relatos de indivíduos que apresentam amnésias ou hipermnésias foram levados em consideração.

O estudo da lesão tem sido na atualidade (2012) o principal material a ser estudado e avaliado que permite estudar os mecanismos da memória humana.

Henry Molaison falecido aos 82 anos em 2008 conhecido clinicamente como paciente HM portava epilepsia grave desde a adolescência.

Sua enfermidade o levou a fazer cirurgia radical para diminuição da intensidade das crises para a remoção de focos epilépticos no setor medial do lobo temporal, bilateralmente (1953 aos 27 anos). De fato, este paciente se recuperou dos ataques epiléticos, mas apresentou sequelas relativas a perda de memória. Sua memória era apenas relativa a situações anteriores à cirurgia, exceto fatos de 2 ou 3 anos anteriores à mesma (amnésia anterógrada total e amnésia retrógrada parcial). Sua inteligência era considerada dentro de um padrão normal de funcionamento.

Todo o setor do lobo medial havia sido removido em ambos os lados, esse conhecimento aflorou a percepção de que esta área participa de modo fundamental do processo de consolidação da memória explícita. Observou-se que a retenção e a aquisição de memória não foram prejudicadas em virtude da cirurgia. Os engramas já consolidados foram preservados na cirurgia, o que se justificava a lembrança de fatos antigos.

A amnésia retrógrada isolada é típica de certos casos de lesões do lobo temporal lateral e ventral, onde a capacidade de dar nome as coisas é perdida, ou seja, anomia.

A lesão do giro supramarginal (fronteira entre o lobo occipital e o lobo parietal) e do córtex pré-frontal lateral desencadeia déficit da memória operacional.

Os casos avançados da doença de Alzheimer podem gerar profunda amnésia completa retrógrada e anterógrada.

Amnésias globais transitórias podem ser ocasionadas por traumatismos ou uma diminuição a curto prazo da irrigação sanguínea cerebral.

Aleksandr Luria (1903 a 1978) estudou o comportamento de um jovem jornalista em 1920 que possuía hipermnésia e incapacidade de esquecer (caso Solomon Sherashevski). Ele tinha uma habilidade para memorizar uma lista enorme de palavras e números em quaisquer ordens, o que o levou a abandonar o jornalismo e se dedicar a palestras de entretenimento com o público. Percebeu-se com o tempo que sua capacidade de pensar ficou limitada, diante da enorme quantidade de informações já alojadas em sua mente. Luria identificou uma anomalia percentual chamada sinestesia.

Lent esclarece que os casos de hipernnésia são raros. Entre os autistas que possuem hipermnésia são conhecidos como savants (educadores e neuropsicólogos).

Wilder Penfield (1891 a 1976) através de estimulação elétrica do córtex cerebral de pacientes fez com que chegasse a conclusão da existência de múltiplos sistema mnêmicos (engramas de memória) conforme propostas de Hebb.

Descobriu-se que o estímulo das regiões temporais perto do córtex auditivo evoca memórias auditivas; e, estimulações no córtex inferotemporal ligado a percepção visual, evoca lembranças visuais. Essas descobertas foram obtidas graças as técnicas de imagem funcional, como a ressonância magnética.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [301] – A Construção da Autobiografia**

A memória alimenta a autobiografia de um indivíduo, por ser o repositório das vivências e sentimentos. Os fatos relacionados por uma autobiografia são os atribuídos da lembrança que carregam traços e pensamentos de elevada importância da mesma forma que a memória se apropria de um sentido de aquisição daquilo que é mais íntimo e próximo da experiência vivenciada. Algumas experiências permitem conectar elementos conscientes e outras, elementos inconscientes. A memória envolve diferentes processos neuropsicológicos a partir de múltiplas regiões do sistema nervoso.

Existe uma certa dificuldade de analisar elementos internos em virtude da complexidade do organismo humano e precários mecanismos de imagiamento interno (técnicas de imagem funcional e registro eletrofisiológico não invasivo), não são capazes de alcançar a medição de estruturas mínimas de conexão entre elementos neurais. Quando um evento externo é desencadeado é mais fácil mensurar o efeito desta força sobre as reações percebidas de um indivíduo.

Considera-se que o sistema sensorial (memória sensorial) é a porta de entrada dos sentidos para atingir o sistema nervoso com informações necessárias a prontas respostas do indivíduo em relação à interferência do meio.

Esse tipo de memória ultrarrápida é por natureza pré-consciente e não chega a alcançar a consciência. Segue como um botão que ao ser acionado é o gatilho ou ignição de um automóvel que ativam outras memórias e outros processos mais profundos.

O processo de retenção sofre influência da repetição e, portanto, se vincula a obtenção de resultados e sucesso por intermédio do processo de aprendizagem. De certo modo o gatilho da memória ultrarrápida serve para fundamentar e armazenar dados para serem utilizados pela memória de curto prazo, esta no qual se instancia no sentido de preservar na memória trabalhos por um tempo mais duradouro a fim de que processos mnêmicos mais elaborados possam ser gerenciados para resultados de ordem mais complexas e operatórias.

Arquivos icônicos e arquivos ecoicos são instrumentações e elementos-sinônimos para representar o tipo de comportamento em que se estrutura a memória ultrarrápida sensorial.

O decaimento da memória ultrarrápida descreve o desaparecimento de sua ativação quando não mais necessário o seu funcionamento no desencadeamento de uma ação já finalizada. Este decaimento dura em torno de meio segundo, no máximo para os arquivos icônicos, e para os arquivos ecoicos atingem cerca de 20 segundos.

Os potenciais de campos de discrepância é um correlato eletrofisiológico da memória ultrarrápida que registram potenciais ou campos magnéticos relacionados a eventos.

Lent detalha dizendo que quando o intervalo entre o tom discrepante e os tons repetidos excede 10 a 20 segundos, o sinal desaparece, gerando o decaimento da memória ultrarrápida.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [302] – Memória Operacional: O Arquivo Dinâmico de Informações**

A porta de entrega para o primeiro processo de seleção de informações a serem armazenadas é a memória ultrarrápida que conforme a duração temporal orienta a formação do pensamento e do comportamento. Segue uma série de etapas e processos a partir de diferentes categorias de memória para gerar memória de curta duração e seguir adiante até que seja desencadeado processos de memória de longa duração.

Durante o percurso podem ocorrer eventos de seleção onde lembrança e esquecimento podem atuar concorrentemente e de forma complementar. Em que os eventos se somam em um fila dinâmica em que as instruções mnêmicas vão sendo colocadas como ordem de serviço a fim de execução de um procedimento de desencadeamento de uma ação mesmo que de natureza psíquica ou de comportamento.

Porém, não há que se pensar em um processo linear em fila dinâmica que transforme memória ultrarrápida em memória de curto prazo e mais adiante em memória de longa duração, porque as conexões são paralelas, mas podem assumir processos que situam em ordem linear de execução de comandos.

Apenas uma parte da informação é processada no nível da memória operacional. Ela é utilizada para a compreensão de fatos, raciocínio, resolução de problemas, ação comportamental entre outros tipos de informações.

A memória operacional é uma reserva dinâmica de informações on-line. Ela abastece com informações da memória ultrarrápida e da memória de longa duração.

A memória operacional possui um elemento executivo central e dois componentes de apoio, visuoespacial (função de posicionamento de objetos a partir da visão) e fonológico (função de retenção de sons provenientes da fala).

Lent esclarece que a memória operacional e a memória explicita de longa duração são dissociadas. E que a memória operacional não é essencial para a memória de longa duração.

As funções cognitivas superiores situam-se em diversas regiões do lobo frontal no polo rostral e o córtex posteriormente rostral a ele. Nestas regiões situam as áreas sensoriais e associativas (visuais, auditivas e somestésicas) os lobos parietal e occipital; as áreas límbicas mediais (córtex cingulado); lobo temporal medial; e o diencéfalo medial. A identificação destas áreas ocorreu graças ao teste de Wisconsin onde se estuda a forma, cor ou número de uma sequência aleatória de cartas.

Lent conclui que o córtex pré-frontal sedia o componente executivo da memória operacional, com a função de coordenar informações visuoespaciais de armazenamento no córtex parieto-occipital direito e arquivo no córtex temporal esquerdo de informações fonológicas.

A memória explicita de longa duração foi relacionada com as conexões do córtex pré-frontal e o lobo temporal medial, o que não é uma verdade absoluta, mas se sabe que a memória operacional do lobo temporal medial é chamada de memória espacial.

As células de memória espacial são neurônios que disparam de forma seletiva responsáveis em conectar informações espaciais de memória em humanos e animais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [303] – Memória Explícita: O Arquivo Duradouro**

O objetivo da memória de longa duração é prover a memória com um enorme arquivo de dados que pode ser evocado a qualquer momento quando a necessidade assim indicar.

Existe uma importância acentuada para o hipocampo na memória de longa duração que constitui o córtex emocional, o córtex entorrinal, o córtex perirrinal, e, o córtex para-hipocampal; adicionando a este sistema pode-se também incluir a amígdala.

As regiões adjacentes ao hipocampo não estão envolvidas no processo de consolidação da memória. Sendo o hipocampo a estrutura central deste processo de consolidação.

Lent deixa claro que o hipocampo não é o sítio onde estão armazenados os engramas da memória explícita, mas é uma estrutura que coordena o processo de consolidação dos engramas relativos à memória.

Existe conexões do hipocampo com o lobo temporal medial, o córtex pré-frontal, o córtex parietal e as regiões anteriores e laterais do lobo temporal. Existem também conexões importantes do hipocampo com o diencéfalo através dos corpos mamilares do hipotálamo que atingem indiretamente os núcleos anteriores do tálamo.

O processo de consolidação da memória explicita envolve associação entre novas memórias e informação previamente existente, algumas consolidações podem levar anos para se formarem, em virtude de falta de conectivos que permitem que as associações sejam despertadas por um flash inicial.

Ainda existe muita controvérsia sobre os engramas, os estudos de Lashley pouco evoluíram neste sentido. Cada região cerebral de processamento complexo é responsável por armazenar informações sob o comando hipocampal.

Os acessos aos arquivos icônicos duradouros são armazenados em diferentes áreas do córtex inferotemporal responsáveis pela percepção de objetos. Os arquivos léxicos e fonéticos têm acessos armazenados na área de Wernicke e vizinhanças e confluências do lobo temporal, parietal e occipital. E também não pode se dispensar as chaves de acesso das regiões do córtex motor, núcleos da base e cerebelo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [304] – Memória de Representação Percentual**

Quando você observa uma fotografia de alguém, de certo modo está fazendo uma operação em que uma alocação de memória torna possível gerar uma representação percentual.

Uma representação percentual é um tipo de agrupamento de características psicofísicas e psicoativas que permitem as informações trafegadas na direção do sistema nervoso central formar a imagem perceptiva interna de um conteúdo que fora observado no mundo externo ao indivíduo.

Se você foi capaz de nomear essa imagem, ao dizer que se trata de um retrato de sua pessoa, ou de um tio ou outro parente qualquer, você acabou de fazer uso de sua memória semântica e ao mesmo tempo associativa. Associativa do ponto de vista que foi capaz de interligar dois estímulos; um que fora colocado internamente (Imagem do objeto) e outro estímulo já interno (Nome do objeto) de apropriação de sentido, e semântico porque foi capaz de relacionar-se com o conteúdo imagético e extrair dele uma informação previamente armazenada que deriva um sentido a ser apropriado para expressar algo representativo e de valor que possa ser utilizado como um argumento e um atributo da fala.

Porém para que a memória de representação percentual faça sentido há que se praticar a repetição, para que a informação seja indexada também à memória semântica onde associativamente e cooperativamente os três tipos de memória possam fundir a informação dentro de uma profundidade maior que permita desencadear fluxos de pensamento e quem sabe ativar o raciocínio, fruto da memória de longa duração.

A memória de representação percentual é um tipo de memória implícita. Ela traz informações de identificação da forma de objetos, sem a necessidade de saber o nome ou função.

É de natureza pré-consciente, pode utilizar atributos da fala que ainda não sofreram processo de nomeação, ou conteúdos visuais e sonoros que ainda não se transformaram em estruturas conjugadas semânticas.

As áreas corticais sensoriais desempenham um papel importante na alocação da memória de representação percentual.

O fenômeno da repetição é essencial para a consolidação da memória de representação percentual, como também o fenômeno da pré-ativação (utilização de partes do objeto original) para que um objeto possa ser evocado. A pré-ativação é auxiliar no reconhecimento de objetos apenas pela identificação de partes cujas características sofrem recordação ao serem acessadas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [305] – Hábitos, Habilidades e Regras**

A memória de procedimentos é um tipo de memória implícita que depende de repetição. Através dela se ativam os hábitos, habilidades e regras. É a memória necessária para que uma pessoa dirija um veículo, ou passe a caminhar de acordo com sua vontade. Após consolidada este tipo de memória se apresenta muito sólida.

O hábito se cristaliza com treino e prática, que pode ser identificado como um exercício colocado em prática que gera regularidade da sequência de movimentos. É um tipo de aprendizagem que se aperfeiçoa continuamente, em que novas informações adicionadas pela prática da repetição torna uma atividade mais célere e/ou eficiente.

A prática dos hábitos pode gerar especializações na forma de que uma ação passar a ser desencadeada ou identificada, isto gera a condição essencial para o surgimento da habilidade. A habilidade, portanto, é o exercício de um hábito que é realizado com eficiência, fruto do aperfeiçoamento do aprendizado, que para ser obtido querer uso da memória de procedimentos.

As regras surgem das relações psicofísicas, em que o indivíduo passa a compreender como as formas, os elementos e os objetos trocam informações e interagem entre si. Elas surgem de uma necessidade de ordenação. Que orienta uma noção de causas, efeitos e consequências dispostas umas diante de outras, em que possa exercitar um planejamento para uma resposta ainda não consolidada no ambiente. Que se a regra for seguida, irá desencadear a estrutura objeto do planejamento no qual a ação ativada decorra alguma transformação presente na natureza.

A memória de procedimento não requer que sua atividade seja desencadeada exclusivamente em módulo consciente. As ações em que a vontade sinaliza o tipo de comportamento motor requerido, quando apreendida e armazenada, geralmente passa a atuar em nível inconsciente, para evitar excedentes de ocupação mental.

O núcleo da base tem uma participação bastante importante para este tipo de memória implícita de natureza motora. Para as descobertas, foi necessário o estudo com animais e seres humanos, estes últimos a partir de estudos de caso e técnicas de imagiamento como a tomografia de emissão de pósitrons (PET). Notou-se que as áreas do córtex motor, córtex pré-motor, corpo estriado cerebelo permaneciam ativos no estudo deste tipo de memória.

Lent traz uma nota interessante: indivíduos com doenças de Huntington e Parkinson com núcleos de base danificados, apresentam sintomas prejudiciais para a memória de procedimentos e não prejudiciais para a memória declarativa.

Outra explicação importante é que a memória de procedimentos é semelhante ao condicionamento operante (associação de um estímulo a uma resposta).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [306] – Modulação da Memória**

Como as funções do sistema nervoso permitem ser ativadas ou desativadas, aceleradas ou desaceleradas e, fortalecidas ou enfraquecidas de acordo com a necessidade de momento, sob este princípio acredita-se que ocorra sobre elas modulação.

A memória também pode ser modulada, por isto sua flexibilidade que resulta em comandos específicos para cada ação requer sua intervenção sobre demandas aparentes do habitat.

A emoção surge como um fator que fortalece ou enfraquece a importância de eventos, moldando o nível em que as respostas devem desencadear situações de contorno dos eventos.

A emoção é fundamental para regular o estado de alerta e a atenção de um indivíduo. Um indício forte de modulação é o aprendizado. Sinal que diferenças ocorrem dentro da estrutura de formação de resposta, que permite ajustar a resposta dentro de um padrão de eficiência desejada. Graças a modulação é possível alterar a informação contida na memória, o que permite dar fortaleza a um momento ou comportamento que melhor adeque a uma necessidade vital de um indivíduo.

O modulador natural é o elemento influenciador do componente neural que ajusta a demanda por uma resposta eficiente, geralmente um neurotransmissor, ou um neuromediador ou um neuromodulador, que direciona o sentido em que a “afetação” deva desencadear a correção ou ajuste necessário para a gestão de uma tarefa ou atividade humana.

Hormônios de estresse também possuem um papel importante neste sistema porque contribuem e influem sobre fenômenos emocionais.

O constituinte principal da modulação da memória são as fibras que são encaminhadas para os núcleos do tronco encefálico, no diencéfalo e no prosencéfalo basal. Sendo a amina e acetilcolina as referências para este processo.

A amígdala é muito importante, no sentido de associar a memória as emoções. O grupo basolateral é o modulador emocional da memória. Suas projeções são encaminhadas para o hipocampo e o córtex entorrinal para participar do processo de consolidação da memória explícita.

A estimulação elétrica da amígdala é prejudicial para a retenção da memória. E a infusão na amígdala de neurotransmissores, hormônios, drogas agonistas e antagonistas dos seus receptores interfere sobre a retenção de memória de um indivíduo.

Os hormônios de estresse como a adrenalina e os glicocorticoides influenciam na retenção da aprendizagem aversiva, cujo efeito não é percebido em lesão bilateral da amígdala. Anestésicos em seres humanos inalados de atuação na amígdala pode abolir a memória que tenha vínculos emocionais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [307] – Hipóteses, Teorias e Incertezas na forma de Modelos Neurobiológicos da Memória**

Muitas teorias surgiram no término do século XX e início do século XXI sobre a memória.

A teoria declarativa parte do princípio que as informações autobiográficas da memória episódica e da memória semântica passam por um período de fragilidade temporária cuja base da transformação está no hipocampo e no córtex temporal medial, no qual se fortalece com os efeitos da repetição e do reforço que torna essa memória duradoura.

A teoria da consolidação postula que o hipocampo transfere os engramas temporários para diversas regiões do neocórtex a fim de consolidação, com efeito também de tornar a memória duradoura.

A teoria do mapa cognitivo diz respeito à memória espacial no qual o hipocampo aloja uma representação alocêntrica do ambiente permitindo uma orientação através do hipocampo.

A teoria dos engramas múltiplos um mesmo evento ou cena é percebido por uma representação no hipocampo e outras áreas corticais.

Lent conclui que no hipocampo o engrama é temporário, no qual o seu conteúdo transita até um alcance de um objetivo, e se novamente ativado passa a ter outra função para sua ativação.

Há que se supor que na teoria dos engramas múltiplos exista um centro coordenador ou polo de convergência.

A teoria relacional o hipocampo apenas facilita a comunicação entre áreas do neocórtex com informações específicas e distintas da mesma cena ou evento.

A teoria Akáshica percebe o cérebro humano como um sistema operacional de chaveamento de processamento muito limitado com influência da memória ultrarrápida e da memória de curto prazo, atuando na apropriação de informações em todos os centros da memória. E para despertar inteligência e elementos complexos requer a necessidade de uma memória auxiliar externa ao indivíduo no qual acredita transitar todos os conhecimentos apreendidos ao longo da vida de um indivíduo (de armazenamento permanente externo). Que a manifestação da necessidade e do desejo provoca a rotina de transferência da informação que possibilita ao indivíduo ter o contato com a informação desejada com base em seus vínculos passados de memória. A base desta teoria mental é que somente o contato com a experiência ativaria a memória pelo acionar do regime de urgência, mas contrário a este argumento coexistem uma infinidade de pensamentos de não correspondência com a realidade pessoal e grupal de um indivíduo. Devido ao nível de inteligência ser aflorado, pressupõe-se não ser fruto da patologia que evidencie o mal funcionamento do organismo, em vez disto, conexão com um sistema semelhante a uma rede computacional que guarda e transfere as informações auxiliares de que o indivíduo necessita para o seu desenvolvimento. O aspecto antropológico primitivo da cultura emergente de nosso planeta, pouco habituado com tecnologias deste tipo percebe este fenômeno como manifestação Divina, em vez de influência de um sistema computacional orbitando nas proximidades do planeta. (Cruzeiro, 2018)

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [308] – Memória, Evocação e Esquecimento**

O Professor-adjunto da Faculdade de Medicina do Instituto de Pesquisas Biomédicas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PCURS – Doutor Martin Cammarota nos relata sua fascinação pelo passado, e as formas que este passado retorna para o presente a fim de moldar-se e de vincular-se ao futuro.

Suas horas de leitura sobre a história natural em sua fase de criança fora fundamental como agente motivacional que o levou a reter atenção para o estudo da memória como neurobiólogo.

O trabalho de Eduardo de Robertis (1913 a 1988) sobre as vesículas sinápticas possibilitou o aprendizado e aprofundamento em bioquímica e a neuroanatomia.

A colaboração do Doutor Iván Izquierdo foi possível determinar modificações plásticas que sofrem os receptores AMPA e NMDA no hipocampo, por meio do aprendizado, e o processo de ativação das vias receptoras no processo de consolidação da memória.

O avanço no conhecimento possibilitou a descoberta da presença funcional de fatores de transcrição em mitocôndrias sinápticas e não sinápticas conhecidas por CREB/ATF.

O estudo cooperado avançou com o aprofundamento dos mecanismos bioquímicos que modulam a atividade da CaMKII – cálcio-calmodulina-cinase II – que atuam no controle e participação enzimática na potenciação de longa duração (mecanismo de plasticidade neuronal dependente de atividade neural).

O avanço seguinte foi a demonstração da capacidade da angiotensina II e da histamina de modular a síntese de catecolaminas pela regulação de enzimas que participam da síntese de tirosina-hidroxilase.

Doutor Cammarota partiu para o estudo de eventos decorrentes da expressão de memórias aversivas espaciais e de reconhecimento. O interesse nos projetos depois de 2002 do qual o Doutor faz parte é de determinar como a utilização do traço mnemônico afeta sua perdurabilidade, e como afeta a modulação da intensidade emocional pela relevância comportamental da experiência original.

Espera-se compreender a natureza de transtornos psiquiátricos (fobias e estresse pós-traumático) e desenhar as estratégias farmacológicas e terapêuticas para facilitar os tratamentos.

Um dos avanços foi demonstrar que a evocação repetida de uma memória aversiva pode resultar em seu desaparecimento.

O aprendizado original ativa áreas diferenciadas com mecanismos bioquímicos e regiões neuroanatômicas distintos do aprendizado de repetição. E durante a evocação, o aprendizado já registrado pode ser alterado, o que indica modulação diferenciada conforme a necessidade do organismo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [309] – Mecanismos Celulares e Moleculares**

Diferentes animais foram utilizados para o estudo dos fenômenos básicos da memória devido a capacidade de aprender visualizado através das mudanças de comportamento em resposta a influências ambientais.

As características filogenéticas de conservação e obtenção de aprendizagem considera a memória como uma propriedade interna do sistema nervoso que surgiu a partir dos primeiros seres multicelulares.

Lent deixa claro que pode existir mecanismos celulares ou moleculares subjacentes ao armazenamento de informação na forma de circuitos neurais. Essa teoria ganhou força quando foram descobertos os mecanismos de neuroplasticidade (capacidade de alteração e configuração do sistema nervoso em termos de morfologia e fisiologia pela influência da dinâmica do ambiente) sendo possível associar e interligar fenômenos celulares com fenômenos neuropsicológicos da memória.

A memória de curta duração é percebida como temporária enquanto o efeito sináptico a carga que motivou uma ação ainda estiver ativa em quantidade de energia produzindo efeito no sistema nervoso.

Enquanto as memórias de longa duração são concebidas por alterações estáveis de natureza morfológica que podem durar até o fim da vida.

Lent especifica que a consolidação envolve a tradução da informação eletroquímica instável em código estrutural mais estável.

A potenciação e a depressão de longa duração são fenômenos de plasticidade sináptica vistos como mecanismos celular e molecular. Onde esses fenômenos mnemônicos são desencadeados no hipocampo, no córtex cerebral, no cerebelo e outras regiões neurais.

Tais fenômenos podem ter duração de dias e induzir alterações estruturais das sinapses. O resultado é a consolidação da memória nos engramas estáveis e duradouro da memória de longa duração, conforme Lent.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [310] – A Linguagem e os Hemisférios Especialistas – A Neurobiologia da Linguagem e das Funções Lateralizadas**

A comunicação é uma característica de todos os indivíduos do grupo animal. Porém a fala consciente característica de acordes vocálicos e escrita é restrita ao homem (Conhecimento de 2012). Através de imagem funcional é possível estudar a linguagem humana como uma base neurobiológica.

Na gestão da comunicação humana através da fala é necessário que um indivíduo acione uma biblioteca de significados mentais, que é conhecida pelas neurociências como léxicons, em que os sons projetados pelos fonemas possam ser percentualmente reconhecidos, bem como suas sílabas e palavras e organizações lógicas, vistas como regras gramaticais, em que os fonemas devem se adequar na interação vocálica.

Mas na linguagem o que verdadeiramente torna um conteúdo amigável e bastante humanizado é um conjunto de modulações de voz, aliado com a mímica facial e gestos corporais que suavizam a dinâmica da comunicação que permite dar forma, tom e cor as informações repassadas entre comunicador e comunicado para a troca pela sinergia de conhecimentos.

Os mecanismos cerebrais da língua falada foram possíveis ganhar construções teóricas graças a observação de pacientes com distúrbios da fala e da compreensão.

Dentre os distúrbios, alguns apresentam problemas de ausência fonética ou fônica, outros problemas manifestam na não compreensão da mensagem, como também alguns problemas se identificarem com erros de expressão e compreensão.

O sistema linguístico humano é formado por uma rede interconectada de órgãos, com funcionalidades distintas que realizam o planejamento do conteúdo (áreas conceituadoras) da fala e compreensão das informações que surgem do sistema auditivo. Também existem áreas formuladoras responsáveis por formar o planejamento da compreensão em relação à natureza das palavras e das frases. Existem também áreas articuladoras que atuam no comando motor que transforma a boca em um mecanismo sonoro ligado à percepção de conteúdo através da fala.

As regiões corticais auditivas percebem os sons verbais, as áreas visuais percebem a imagem da escrita (signos) e sinalizam o seu reconhecimento, e o diencéfalo organiza o espaço emocional de um indivíduo onde o estilo vocálico (nuances afetivas da fala) desencadeia comportamentos de cunho de representação social que caracteriza um tipo de expressão para a comunicação.

Os hemisférios cerebrais são distintos, cada lado é especialista em funções lateralizadas. A linguagem é função mais lateralizada do cérebro humano, talvez porque dependa evolutivamente da conexão muito intensa do sistema auditivo, e o comportamento humano tenha moldado essas regiões como uma forma de encurtar o processamento cerebral.

No hemisfério esquerdo estão as funções da linguagem: cálculo matemático, identificação com precisão de pessoas e objetos, avaliação métrica do espaço extrapessoal e funções próprias da linguagem.

No hemisfério direito estão as funções da linguagem: a percepção musical, a identificação genérica de pessoas e objetos, a identificação espacial com que os objetos se relacionam, ...

Mas apesar da distinção funcional dos hemisférios, eles são interconectados e não atuam isoladamente. Existem comissuras cerebrais que são pontes de fibras nervosas que unificam a mente e as funções cerebrais. Estes órgãos são: o corpo caloso, as comissuras hipocampais, a comissura anterior, comissuras do diencéfalo e segmentos mais baixos do sistema nervoso central. A integração entre lado esquerdo e direito faz despertar elementos mais complexos como a prosódia (tonalidade afetiva à fala).

O papel essencial das comissuras permite que um indivíduo se torne unificado e tenha uma unidade de processamento e comando volitivo mental, através de seu pensamento uniforme e síncrono com as necessidades, desejos e idealizações.

Pierre-Paul Broca (1824 a 1880) no ano de 1863 na sessão científica da Societé Anatomique proferiu a seguinte declaração: **Nous parlons avec I’hemisphêre gauche! (***Nós falamos com o hemisfério esquerdo***)** Que partiu da visualização de relatos de pacientes que perderam a capacidade da fala, apesar de não terem paralisia dos músculos da face. O que era comum nesses pacientes que tiverem os seus cérebros analisados posteriormente as suas mortes eram lesões na mesma área cerebral na porção posterior e lateral do lobo frontal do hemisfério esquerdo.

Essa descoberta do Doutor Broca foi fundamental para a localização cerebral da fala e sua natureza assimétrica no qual apenas um hemisfério é responsável pela especificidade funcional.

Pode-se pensar que o fato dos seres humanos possuírem a fala como meio de comunicação seja uma vantagem exclusiva da comunicação na espécie. Porém os animais possuem suas formas próprias de gestarem a comunicação dentro de suas próprias espécies.

Lent deixa claro que o estudo da assimetria dos órgãos no corpo é algo característico de todos os animais. Existe um padrão como o coração pender para o lado esquerdo, o fígado para o lado direito, as mãos possuírem diferenciais e a assimetria do sistema nervoso ser morfológica e funcional. Nos seres humanos a assimetria neural é bastante complexa, onde as especializações são distribuídas disformes entre os lados ou bandas cerebrais.

A mais assimétrica das funções cerebrais é a linguagem, onde os estudos de Broca apontam para o lado esquerdo a predominância dessa especificidade cerebral. Isto não significa que não exista colaboração do lado direito, ele também tem uma parcela de comprometimento dentro deste sistema, porém quem primeiro ativa a funcionalidade é o lado esquerdo do cérebro.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [311] – A Comunicação entre os Animais**

Existem vários motivos para um animal criar e se condicionar a um evento de comunicação. O mais visível deles é a reprodução, uma vez que praticamente todos os animais necessitam de colaboração para a perpetuação de sua própria espécie. Outro objeto primordial para a comunicação, é de efeito evolutivo, onde um organismo possa repassar o conhecimento para outro de sua espécie que lhe permitiu repassar um conteúdo interno em que fora percebido uma vantagem que permita maximizar o seu tempo de permanência como um ser biótico dentro do habitat. Outra vantagem da comunicação é fazer com que o indivíduo oriente outros de sua mesma espécie para o geoposicionamento das fontes de consumo para geração de equilíbrio e de não gradação do habitat para a racionalização das fontes de energia disponíveis para o agrupamento. Também a finalidade da comunicação está na inscrição de um indivíduo com a manutenção do organismo frente as interferências ambientais, geralmente visualizado dentro da cultura humana como manutenção da vitalidade ou saúde.

Esse tipo de reconhecimento através da comunicação exige o despertar de habilidades; as habilidades são transformações de elementos psicofísicos ativos que são transferidos através de receptores do corpo pelo despertar dos sentidos. Os sentidos são enviados para o sistema nervoso central que é responsável por interpretar o que está ocorrendo nas fronteiras do indivíduo, e desencadeia a solução mais coerente com o propósito de continuar a coexistir dentro da atmosfera ao qual um indivíduo venha a fazer parte.

Quanto mais complexo for um indivíduo, há que se pensar que mais complexo possa ser a necessidade de processamento cerebral para que todos os seus órgãos possam ser ajustados de acordo com a demanda do ambiente.

Também há que se pensar na complexidade do ambiente, como sendo um fator bastante forte para sinalizar o tipo de necessidade ou necessidades que devem ser satisfeitas como funções de consumo ou interferência, a fim de que os indivíduos de uma espécie possam mais facilmente adaptar-se frente as demandas evolutivas que garantirão que os seres venham a permanecer no habitat.

As necessidades mais básicas devem ser satisfeitas primeiro, para que os indivíduos na regra associativa da comunicação possam usufruir de outros elementos essenciais que possam demandar maior complexidade interativa.

Então as espécies passam a se comunicar por meio de sinalizadores, alarmes, demarcadores, avisos, visualizadores, posicionamentos de objetos e fenômenos climáticos.

Grande parte do sistema de comunicação dos animais é inato. Porém, algumas estruturas adquiridas pelo aprendizado podem se incorporar lentamente ao DNA de uma espécie, e vir a aflorar um tipo de potencial evolutivo que se firme por exemplo, após 100.000 anos de trajeto evolutivo.

Outro fato importante é a capacidade evolutiva dos processos de comunicação dentro de uma mesma espécie. Onde se observa que durante as fases iniciais de vida de um animal ele vai incorporando gradativamente desenvolvimento da comunicação até atingir grau de complexidade elevada no aprendizado do comportamento de sua espécie. O que permite criar um indicador do quão predisposta está uma espécie em se guiar por fatores evolutivos que permita desenvolver sua comunicação entre gerações.

Ocorre também dentro de uma mesma espécie diferenças regionais, que podem ser concebidas como atos de comunicação percebidos como dialetos. Essas variações no padrão de indivíduos de uma mesma espécie em regiões distintas ocorrem em virtude do condicionamento da espécie as fontes de consumo e de energia disponíveis dentro do bioma onde a espécie está inserida.

O gene foxP21 presente na espécie humana e em animais atua no aprendizado da linguagem e contribui para a determinação biológica da comunicação linguística, conforme Lent, deste o DNA até o comportamento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [312] – Broca e a Localização Cortical da Fala**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro a Doutora Suzana Herculano-Houzel sugere que a identificação da zona do cérebro em suas diversas funcionalidades para o funcionamento mental têm sido a tônica das neurociências desde os primórdios de sua existência.

A formação das primeiras análises das neurociências é atribuída a frenologia de Gall, porém outras correntes atribuem a Broca, devido a sua localização da linguagem a um componente cerebral percebido no lado esquerdo do cérebro.

Para Franz Gall (1757 a 1828) a linguagem era localizada nos lobos frontais, bem próximo aos olhos. E através de craniometria provou que alguns pacientes perdiam a fala depois de lesão neste órgão.

Nos conta Doutora Herculano que a frenologia não era muito bem aceita em sua época. Nesta época mais de 500 casos foram estudados em que se constatava que Gall pudesse em parte ter alguma razão sobre sua descoberta.

Paul Broca (1824 a 1880) em abril de 1861 após analisar um paciente recém falecido, e outras análises seguintes, permitiu identificar que a região do cérebro esquerdo também contribuía e muito para o sentido da comunicação da percepção da fala humana.

Em 1863 Jean-Martin Charcot (1825 a 1893) descreveu oito casos de afasias provenientes de lesões no lobo frontal esquerdo. O que levou Broca a deduzir a especialização do hemisfério esquerdo para a função da linguagem.

Um manuscrito de Marc Dax (1770 a 1837) datado de 1836 depositado na Académie de Médecine relatava uma associação entre lesões do hemisfério esquerdo e afasia. Os dados eram integrantes de mais de 40 casos.

Em 1865 Broca publicou um trabalho que sintetizava informações sobre a questão da lateralidade da fala. E a capacidade de conceber as conexões entre ideias e palavras era de ambos hemisférios. Porém broca atribuiu à capacidade de exprimir com movimentos articulados a fala humana era de responsabilidade do hemisfério esquerdo.

Criou-se assim na medicina desta época um modelo de localização de funções cerebrais do qual a humanidade até hoje utiliza, no estudo de lesões para sintetizar o tipo de conhecimento requerido para nomear de onde despertam as habilidades humanas.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [313] – A Comunicação entre os Homens**

Todos os sistemas sensoriais participam da comunicação humana. A característica da comunicação é a emissão e recepção do sinal, de modo que exista um emissor e um receptor que irá interpretar a informação canalizada e recebida. Espera-se que o dado que é transmitido como informação ao ser interceptado seja compreendido pelo receptor.

O conceito trazido por Lent para linguagem como os sistemas de comunicação, com regras definidas que devem ser empregas por um emissor para uma apreensão por parte de um receptor. Ou seja, uma combinação de modalidades linguísticas: linguagem oral, linguagem corporal, linguagem gestual, linguagem fálica, linguagem postural, linguagem cognitiva...

Linguagem envolve o pareamento entre expressão e compreensão. No caso da expressão oral ou vocálica a modalidade despertada é a fala. E sua compreensão é fornecida através da apropriação do som pelo sistema auditivo. No caso do gestual a expressão é realizada pelo gesto e a compreensão pelo sistema visual. Na expressão da escrita a leitura (compreensão) é desencadeada pelo tato ou visão. A expressão fálica é compreendida através da fissura da pele.

Em termos de estrutura vocálica, conhecido como conjunto de regras que organizam uma forma de expressão de um agrupamento, na forma de um idioma, já existiram na humanidade cerca de 10 mil variações de agrupamentos gramaticais fonéticos, como idiomas e dialetos.

Nem todo idioma tem sua versão escrita. A escrita é uma construção cultural que depende de instrução, como um aprendizado formal, prolongado, demorado, trabalhoso e uniformizador.

As unidades vocálicas são chamadas de fonemas. Os fonemas possuem sons únicos e específicos. E geralmente suas associações criam palavras de sentido único ou complexo. As regras de associação entre os fonemas são geradoras de sílabas, em alguns idiomas. Eu outros, porém, podem ser percebidos como instruções percentuais de conceitos perfeitos concebidos.

As palavras podem ser associadas em frases, verdadeiras sentenças semânticas que carregam significados que despertam iconoplastia, indexando e abrindo a mente para a formação de imagens.

As frases são classificadas como síntese, por incorporarem um conjunto de instruções de base a processos de alocação cerebrais.

A análise da síntese permite perceber como as palavras se comportam em estruturas de subordinação, aglutinação e apropriação de significado umas com as outras, em que podem ser percebidos noções de dependências, coletivos, restrições, realce, alavancagem, aspectos situacionais, empréstimo de sentido, encaixe, expansão, redução, retenção, extrapolação, consequência, ...

Com estas regras associativas que fazem parte de um idioma, as palavras passam a se relacionar foneticamente umas com as outras nos quais as ideias podem passar a ser gestadas na produção da realidade interna de um indivíduo.

Então se busca a conexão fonética com o significado da apropriação dos símbolos linguísticos, em que o despertar do procedimento ou rotina semântica irá desencadear algum efeito interno no indivíduo que o irá conectar pela via de expressão com o mundo externo.

Há que se pensar em uma construção de um dicionário interno, que está conectado com o grau evolutivo em que os componentes neurais se instanciam, através dos estímulos encaminhados do habitat para a porção interna de um indivíduo. Esse dicionário se comunica com todo o sistema nervoso, e deste extrai um nível de desenvolvimento em que o estímulo na forma de uma informação projetada se prepara para gerar a resposta orgânica que melhor satisfaz as equações de equilíbrio do biológico de um indivíduo.

Lent conclui que a semântica, portanto, é a relação das palavras e frase de uma língua com seus significados.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [314] – Como se Estuda a Linguagem**

A linguagem humana pode ser estudada através de várias abordagens. O foco nas neurociências nesta abordagem se restringe aos fenômenos da cognição humana ou psicolinguística e a neurobiologia ou neurolinguística.

O estudo da psicolinguística tem por base a observação do desempenho da expressão e da compreensão linguística de indivíduos ditos normais, comparados com indivíduos que apresentam falhas, erros e problemas com a apreensão de informações linguísticas.

Na psicolinguística é observado os processos e os mecanismos formadores do pensamento em que um indivíduo esteja situado funcionalmente dentro de um idioma que sobre este exerce influência e que está condicionado as regras gramaticais-comportamentais em que se estabelecem as conexões entre emissor e receptor.

Se procura compreensão através da estrutura do idioma, o seu padrão de funcionamento, as estratégias cognitivas empregadas para o efeito de comunicação, e os laços geradores de compreensão dos materiais transmitidos.

A criança nasce com um conteúdo de funcionamento operacional inato herdado através do genoma de seus pais biológicos. Em seguida, no estágio intermediário ao seu nascimento já começa a incorporar conceitos característicos dos laços sociais, onde a linguagem começa a se formar e a influenciar os mecanismos inatos com a orientação do desenvolvimento da criança no sentido do seu caminhar para a fase adulta.

Nos estágios que se seguem de aprendizado, a influência dos indivíduos já inclusos na sociedade orientam e moldam o cérebro dos pequeninos que os fazem se identificar e caminhar com processos mais seguros em que as informações são migradas como elementos de afeição e conexão grupal.

A facilidade que uma criança tem de assumir para si um idioma em seus primeiros ciclos de vida é a conexão em que os conceitos primários passam a incorporar o sistema operacional de um indivíduo, e que passa a incorporar e a se projetar cada vez mais complexo através de sobreposição de informações até chegar ao nível social idealizado pelos seus pais e sobre a vontade e comportamento do próprio indivíduo que progride dentro da escala etária de sua vida.

Assim, para um indivíduo poder estudar outro idioma deverá incorporar uma estrutura básica necessária para toda a ordenação do idioma no qual pode ser desdobrada para sintetizar todo o conhecimento requerido para a profundidade em que um processo de comunicação possa se propagar em nível de fluência verbal no agrupamento onde o idioma é recém-adquirido.

Muitas vezes os psicolinguísticas desencadeiam testes psicológicos em indivíduos que estão sendo avaliados quando a fluência e o domínio de um idioma. Geralmente a organização deste tipo de instrumentação de habilidades leva em consideração se o indivíduo foi capaz de se orientar quanto a identificação dos processos psicológicos que permite a emissão e a recepção de formas de linguagem.

Características mais experimentais como tempo de resposta ocular a um estímulo linguístico geralmente pode ser utilizado como um teste mais refinado para medir eficiência do comportamento cerebral numa instrução de leitura de um conteúdo textual.

Noam Chomsky postulou que a linguagem humana seja universal, mesmo na existência de uma grande diferenciação de idiomas no planeta. Apreende o neurolinguista que existem características universais comuns em todos os idiomas e que estas características seriam derivadas da capacidade biológica inatas já presentes do DNA humano.

Técnicas para obtenção de imagens funcionais do sistema nervoso e as técnicas de estimulação e registro elétrico ou magnético do tecido cerebral têm sido empregadas nos estudos neurolinguísticos.

Nos estudos são observados indivíduos sadios e indivíduos portadores de doenças neurológicas que envolvem a fala e funções correlatas. Muitas funções já foram mapeadas devido os equipamentos de imagiamento. Assim problemas relativos à fala podem ser resolvidos e os distúrbios tratados por neurologistas e fonoaudiólogos.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [315] – A Linguagem Falada**

O principal modo de comunicação que prevalente em todas as culturas humanas do planeta terra é a linguagem falada. Todos os grupos humanos catalogados até hoje fazem uso da linguagem falada (2012). A característica comum em todas essas culturas é a produção e compreensão de sons vocálicos em sequência ritmada e rápida, em que se usa um aparelho fonador (boca) e o sistema auditivo.

A base a linguagem é o fonema que uma vez associados transformam-se em símbolos de objetos. Os símbolos de objetos são impressos pictoricamente sobre uma base, que no caso da fala é uma massa de ar que se contrapõe à massa atmosférica imediatamente comprimida próxima da boca, no qual cordas vocálicas são responsáveis por controlar os movimentos peristálticos da abertura da boca, fazendo com que o som passe a ser emitido como uma força que se desloca da porção mais interna do sistema laringe e faringe na direção dos lábios. Esse efeito sonoro produzido é padronizado, e cada associação de timbre, tons e harmônico se apropria de um sentido na forma de uma unidade conceitual que carrega uma estrutura padronizada semântica e gutural que tem um conteúdo que a força da repetição do pronunciamento sempre faz referência, por nomeação à mesma identificação.

Quanto mais os sons, ou fonemas se associam, mais forte e complexo é o conteúdo formado que passa sofrer processo de gerenciamento na busca de similaridades, pontuações e diferenciais que permitem elaborar conceitos multidimensionais de significados variados.

A fala apresenta em quaisquer idiomas um sistema de regramento do distanciamento conceitual do som que muito contribui para ajustar a proximidade dos conceitos conectados uns aos outros. É um tempo, em que a emissão de um fonema se projeta no espaço, e outro em seguida no qual cria uma canção melódica para a fala pronunciada.

Esse distanciamento sofre influência de fatores de entonação, pausas, inflexões de voz e constância do sopro vocálico. Isto faz ditar um ritmo para tom de voz em que se acompanham de forma pareada gestos e expressões faciais, que a força da emoção transmite humanidade e urbanidade para um indivíduo, característica da prosódia, conforme vista em outro capítulo.

O primeiro nível de integração de uma informação externa dentro de um organismo biológico são as sensações. O segundo nível é uma transferência mais elaborada em que os estímulos passam a serem encaminhados para o sistema nervoso central. As sensações também são encaminhadas para o sistema nervoso central, porém sua incursão sobre a pele não necessita de elaborações do órgão, que se torna apenas um efeito consultivo para perceber se a influência poderá representar algum perigo de vida ao organismo que dependa deste transformar o efeito em uma resposta de recolhimento em que visa afastar ou de aproximação que visa aproximar o biológico da fonte que provocou a condição estressora.

O segundo nível de transferência (estímulos passam a serem encaminhados para o sistema nervoso central) permite vincular elementos extraído dos sentidos, possibilitando a formação de protofantasias, que ainda não foram capazes de integrar conteúdos semânticos. Quando toda a coleta sensorial finalmente é organizada pelo continente cerebral, o sentido para o organismo da manifestação do ambiente começa a ter uma função, em que uma finalidade para responder ao universo deve ser desencadeada na forma de uma organização cognitiva da informação e que portanto deve surgir um procedimento, de ordem semântica que integre a necessidade do indivíduo aflorada pela intervenção do meio, onde nasce o **pensamento humano**, que é o terceiro nível de integração de uma informação externa.

O pensamento é a manifestação da linguagem biológica, e costuma seguir o padrão da cultura, ao qual o indivíduo fora preparado para interpretar no padrão social o seu comportamento de forma que outros do seu agrupamento também possam compreender as ideias que são gestadas internamente.

O quarto nível de integração é a fala, onde os conteúdos internos dos pensamentos, passam a ser imitados pelas cordas vocálicas a fim de que a transmissão do pensamento possa ter manifestação externa dentro da esfera do ambiente, ou seja, do universo vivido pelo indivíduo.

Quando um pensamento se transforma em fala, diz-se da impressão no ambiente que ele adquiriu expressão, então o peso externo para os efeitos produzidos da manifestação externa do indivíduo recai como regras do ordenamento em uma sociedade que se diz civilizada e é regido por leis que regulamentam a convivência e os relacionamentos entre os indivíduos.

Do ponto de vista jurídico as relações internas apenas possuem peso quando o sentido, lógica, propósito e intenção devem ser explodos a fim de que a natureza de um fato impresso sobre o ambiente possa regrar um tipo de responsabilização em que a afetação do ambiente tenha ensejado uma transformação na natureza em que um indivíduo pelo menos tenha se ressentido no agrupamento, que o faz perceber uma perda na dinâmica de seu existencialismo.

Porém, numa hipótese em que um avanço da sociedade em que o consciente possa ser acessado, as relações de convivência entre os indivíduos correrão o risco de serem profundamente alteradas, e o deslocamento da força de expressão poderá vir a ser o pensamento, e não mais a expressão do pensamento através da fala ou de gestualização.

Para manipular mecanismos cerebrais o indivíduo deve estar ciente da necessidade de planejamento, que é uma fase conceitual, seguida de uma fase de formulação. As regras que fazem o receptor compreender o sinal devem ser bem estudadas a fim de que o conteúdo possa ser assimilado assim que a via de expressão estiver ativada.

O predomínio do conteúdo é uma questão de domínio do que se pretende transmitir, bem como o domínio da linguagem em manifestar coerência com os objetivos daquilo que está sendo transmitido.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [316] – A Busca dos Significados: Um Dicionário Mental**

O cérebro humano apresenta diferentes ativações do continente cinético cerebral para distintos tipos de processamento. Assim: ouvir palavras, ler palavras, falar palavras e imaginar palavras possuem distintas áreas de processamento cerebral e conexões; e mesmo um evento experienciado distinguir em níveis de aprendizado as regiões ativas também sofreram processos distintos de ativação.

O léxicons mentais são os dicionários internos atribuídos desta forma pelos psicolinguistas. São os sistemas mnêmicos que são despertados a partir da introdução do estímulo e transformação dos dados em unidades psicofísicas. Geralmente unidades percentuais que estatizam processos de análise da informação e que tendem a gestar um mesmo tempo de conduta ao qual se molda o comportamento humano que sintetiza o aprendizado que deve canalizar o indivíduo para a resposta habituada.

A consulta ao léxicon de informações semânticas obedece um sistema de chaveamento em que os neurônios se interconectam temporariamente para dar suporte a um processamento cerebral que exige uma resposta do indivíduo a partir de uma demanda do meio.

Pode-se pensar ou idealizar em uma rotina de coordenação motora e psíquica. Que apenas ordena em grau de complexidade tarefas que o indivíduo associa para desencadear a coordenação de comportamento que o faz caminhar, comer, falar, raciocinar, andar, cantar, beijar e outros. De certa forma existe uma memória dinâmica que permite deixar funcional as últimas rotinas desencadeadas, o que permite a pessoa utilizar suas unidades percentuais para poder identificar a existência de alguma rotina que tenha sido desencadeada que entra em contradição com alguma rotina mais próxima do presente que esteja sendo desencadeada num dado momento. E que portanto, um fator de organização possa ser desencadeado sobre a rotina falha percebida, a fim de que a correção do processamento cerebral possa reorganizar as instruções de que o indivíduo necessita que sejam desencadeadas dentro de um ordenamento lógico válido para que o objetivo da tarefa seja atingido com êxito ao final de um processo e processamento de informações.

Há que se pensar em vários tipos de léxons, e estes são bibliotecas de acordo com a natureza dos estímulos que são apropriados nos organismos vivos. Assim, para cada tipo de informação existe um conjunto específico de órgãos candidatos a serem ativados a fim de que as funções necessárias para as respostas possam ser desencadeadas a partir do indivíduo: o verdadeiro usuário de seu cérebro.

Lent deixa o conhecimento de que um circuito neural, ou seja, um léxicon semântico de um adulto educado possa transmitir até 50.000 palavras e expressões idiomáticas.

Então pode-se dizer que tais circuitos são muito eficientes pois permitem o reconhecimento e produção de até cerca de 3 palavras por segundo, ou quase 200 palavras por minuto, aonde a ordem segue a arbitrariedade de natureza cultural.

Então segundo os estudos de Lent, pode-se supor que, existe um comportamento neuronal que é dotado de um padrão toda vez que ocorre uma repetição de um evento. E que portanto, esse engrama, é um contexto-lembrança de algo já definido e identificado previamente, de base biológica, que inscreve o evento como algo já presenciado e vivido, e quando a urgência do regime conecta o elemento já percebido com os traços de memória em que as conexões cerebrais armazenam os conteúdos presenciados e vividos então o indivíduo passa a resgatar as sequência apreendidas de seus laços culturais na sociedade que o façam identificar com outros indivíduos de seu agrupamento.

Assim, os elementos que são movidos pela lei da atração com os objetos internos, de ordem cognitiva, passam a ter um efeito de ordenação, em que os conteúdos são formados e a semântica passa a surgir a fluir como uma expectativa de expressão parar ser colocado em prática do ambiente através da expressão da fala, ou outro canal de comunicação de que necessite o indivíduo para transmitir a sua devolutiva do seu planejamento e processamento interno, como um contato com o mundo que gerou a percepção de uma música, e o compositor ao se sentar em um assento de um piano transporta a sua realidade para o teclado, e ordena todas as feições daquilo que ele foi capaz de presenciar e que lhe fez sentido, porque seu sistema nervoso suavizou aquilo presenciado, e transformou em um ritmo em que a expressão de sua emoção e sentimento possa ser comunicado através de uma melodia.

O conceito de léxicon é flexível e dinâmico, pois enquanto se tem vida o indivíduo é semântico. E carrega significados semelhantes, e carrega na força do engrama significados que podem ser substituídos ou aproveitados dentro da canção melódica de um pronunciamento.

É possível que um indivíduo projete sobre si mesmo parafasias semânticas que trazem significados das palavras e conceitos que querem emitir ou compreender. Assim, um conteúdo pode ser substituído por outro, como ver abelhas e em vez de se referir a elas usar a palavra enxame. De certo o circuito neural utilizado para abelhas e enxame são próximos ou idênticos, mas a inscrição do conteúdo toma como empréstimo o circuito neural indicado pela força da vivência e repetição do indivíduo se conectar com o evento abelha. No qual vai criando um tipo de comportamento ou conduta, em que o cérebro sobre contínuos processos de preenchimento em que os conteúdos passam a ser cada vez mais percebidos, porque se vincula a circuitos de projeção de imagens (que podem partir de quaisquer sentidos) e circuitos de projeção semânticos característicos os setores, áreas e órgãos da fala humana. Ou ainda, partir destes topos ou locais para pessoas que não possuem conexão integral do sistema da fala, e ter os seus órgãos emprestados por outras atividades coordenadas pelos sentidos (apenas os funcionais) e utilizar outros mecanismos de base somestésicas para projetar as poucas informações capturadas dos estímulos ambientais para ter um tipo diferenciado de representação do mundo a sua volta.

Lesões rostrais do lobo temporal esquerdo podem gerar erros semânticos em um indivíduo. Os erros relativos semânticos sintetizar lesões intermediárias no córtex inferotemporal. E os enganos sobre instrumentos ser lesões caudais do lobo temporal.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [317] – O Cérebro das Aves que Aprendem o Canto**

O Professor-associado da Universidade Oregon de Ciência e Saúde, EUA, Claudio Mello em seu primeiro trabalho abordou os mecanismos neurais associados à comunicação e aprendizagem vocal em aves (pássaros canoros). Eles têm capacidade de aprender o canto através da imitação de um adulto.

Fernando Nottebohm fizeram análise de lesões em grupo de núcleos cerebrais interconectados que formam o sistema de controle do canto destes animais.

Doutor Mello descobriu que o ZENK (gene imediato) de expressão sensível à despolarização neuronal ativa algumas áreas determinadas do cérebro dos canoros (núcleo nidopálio caudomedial – NCM), quando eles ouvem o canto da espécie. O que levou a suposição que esta área atue na formação de memórias auditivas do canto.

Sidarta Ribeiro demonstrou que os neurônios do NCM de canários têm preferência por estímulos auditivos naturais. E tem participação representativa da audição no repertório silábico dessa espécie cuja ativação depende do NCM.

Erick Jarvis demonstrou que o ZENK tem expressão durante a produção do canto, o que permite o mapeamento com excelente resolução. Os núcleos de base do canoro também foram ligados à ativação do controle do canto.

Mais tarde se estudou aves de outras ordens como periquitos e beija-flores que durante o processo de evolução desenvolveram aprendizagem vocal independente, mas mesmo assim possuem um igual número de áreas telencefálicas ativadas na produção do canto. Tais estruturas mantêm um padrão operatório mínimo para a reprodução de mesmos efeitos de produção vocálico de tais aves.

Estudos mais recentes de genética molecular possibilitaram encontrar inúmeros marcadores moleculares especializados no sistema do canto. O que possibilitou o melhor conhecimento da comunicação, através dos estudos das dimensões moleculares e celulares das aves, associados ao aprendizado vocal.

Doutor Mello traz à tona o conhecimento de que recentemente o genoma do canoro da espécie Mandarim foi sequenciado em termos de neurobiologia. E o estudo comparado do Mandarim com a Galinha se espera identificar os elementos genômicos associados à evolução da aprendizagem vocal de aves.

Doutor Melo avançou em 2012 nos estudos do entendimento da função da cascata bioquímica de expressão gênica em decorrência de ativação neuronal. Acreditava-se em 2012 que a cascata de genes e do ZENK estabelece modificações neuronais de longo prazo, no qual é possível levantar a hipótese de formação de memórias de longa duração. A modulação noradrenérgica e da via de sinalização da MAP-cinase como elementos regulatórios e de proteínas sinápticas aparenta participar no processo de formação de tais memórias.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [318] – A Busca dos Fonemas**

Os léxicons correspondentes aos arquivos de palavras são organizados através de redes semânticas. E constitui a primeira fase do planejamento da fala, ou são acionados para garantir a compreensão da coisa ouvida. Somente os fonemas certos despertam as funcionalidades desejadas e adequadas para uma resposta ambiental.

Lent bem especifica que o fonema é a unidade elementar da fala. Possuem mecanismos que não se interligam diretamente com os significados e são utilizados para expressar e reconhecer diferentes palavras.

As palavras possuem valor semântico na forma de símbolos de conceitos concretos e abstratos. O fonema traz uma unidade de código a um som específico associado. Já o sentido do fonema depende das combinações semânticas de várias palavras embutidas em uma sentença.

Os fonemas carregam curvas de ondas sonoras que podem ser dimensionadas a partir de um espectrograma inerentes à voz de um indivíduo em um idioma específico.

Os sons são movimentos precisos produzidos pelo aparelho fonador (boca) onde os músculos responsáveis pelos movimentos são relativos à área cortical M1. Cada movimento dos lábios diversificado irá compor um tipo de fonema específico representado no idioma ou não conforme a norma padronizada de uma linguagem.

O estudo dos fonemas gerou alfabetos fonéticos dando origem a dicionários bilíngues que facilita a pronúncia das palavras. Dada a uniformidade dos fonemas observados nos idiomas fortalece a tese dos universais linguísticos ou universais fonéticos. Chomsky esclarece que apenas uma parte dos fonemas de cada língua é universal. E a outra parte é específica da cultura.

Os universais fonéticos são considerados um acervo inato de movimentos do aparelho fonador, seus comandos e os aspectos que tange sua compreensão.

O processamento fonológico é lateralizado à esquerda em homens e bilateral nas mulheres e constituem as áreas em torno do sulco lateral de Sylvius do hemisfério esquerdo, que envolve o córtex parietal inferior, os giros angular e supramarginal (entre o lobo parietal e o lobo occipital), o córtex frontal lateral inferior, o córtex temporal superior, e a região M1.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [319] – A Construção das Frases – A Emissão da Fala**

O conhecimento das regras de um idioma é fundamental para o processo de formação das frases. Mesmo que o processo de aprendizagem aparenta ser uma absorção intuitiva transmitido através da escola ele passa por uma grande transformação onde os processos de construção dos fonemas, dos símbolos, das sílabas, das palavras e das composições de palavras torna o processo de absorção um desenvolvimento mecânico e operatório, semelhante a um indivíduo que absorve o aprendizado passa a aprender a dirigir um veículo em sua cidade.

Lent explica que as regras sintáticas reunidas na memória de procedimentos confundem-se com o léxicon sintático, que é uma suposição ainda não comprovada.

A fase de conceituação é o início mais importante para as construções das frases segundo os psicolinguistas e decorre de um planejamento do conteúdo a ser transmitido através de uma mensagem. Esse tipo de ação é chamado de macroplanejamento e é conhecido pelo termo de conceitoalizadoras. Consiste na busca ao léxicon semântico para encontra os conceitos apropriados que é desejo canalizar uma expressão. A segunda etapa é a formulação que consiste na busca da forma da mensagem: fonemas, palavras e regras sintáticas que faz parte do microplanejamento. Este último envolve a região frontal inferior (área de Broca) descrita no hemisfério esquerdo da maioria dos seres humanos.

A articulação (tarefa essencialmente motora) é a última etapa para a emissão da fala. Conforme Lent é o planejamento da sequência de movimentos necessários à emissão da voz e envio dos comandos a partir de M1 para os núcleos motores do tronco encefálico.

A resultante é o comando da musculatura facial, da língua e das cordas vocais na laringe, da faringe e dos músculos respiratórios. A articulação envolve as regiões pré-motoras do córtex frontal esquerdo e os setores de representação da face no giro pré-frontal em ambos os hemisférios cerebrais.

A partir da tomada da fala de indivíduos em tratamento e indivíduos normais é possível obter imagens funcionais no processo em que essas pessoas idealizam ou imaginam as frases, sem realizar um ato vocálico através de regiões chamadas de articuladoras.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [320] – A Compreensão da Fala**

A fala humana se destina a escuta de alguém, mesmo que seja para gerar percepção no próprio indivíduo que pronuncia uma sentença. O sistema auditivo é a porta de entrada para os estímulos provenientes de um órgão fonador.

A compreensão da fala age através do reconhecimento e filtro de sons, em que determinados timbres, graves e agudos ao serem processados estabelecem conexões associativas de representação neural no qual a compreensão fica ativa no indivíduo que reconhece a frequência. Esse efeito de reconhecimento do som gera um gatilho para que um sinal seja encaminhado para áreas da linguagem em que um processo semântico passa a ser acionado, na forma de potenciais de ação e potenciais sinápticos.

A compreensão surge segundo uma rotina em que procedimentos são despertados: identificação fonológica 🡪 identificação léxica 🡪 compreensão sintática 🡪 compreensão semântica.

Os sons característicos de cada idioma são percebidos através da consulta ao léxicon fonológico, onde os fonemas que formam as palavras são gerenciados para integrar o conceito que carrega uma unidade de informação semântica-conceitual de fonemas que se pretende estabelecer um vínculo com a realidade interna do indivíduo.

O léxicon é um sistema de arquivamento de memórias que pode conter arquivos ecoicos de fonemas, arquivos ecoicos de palavras e arquivos ecoicos de expressões idiomáticas e a lógica das sentenças.

O léxicon deve ser portador de uma identidade fonética fixa em um elemento estruturado dentro da linguagem do indivíduo (idioma) para ter representatividade grupal do significado do termo apropriado.

Para muitos psicolinguísticas a identificação das palavras ocorre passo a passo. Então há que se supor que exista um princípio de aproximação, de ordem associativo em que os conceitos sofrem efeitos de fenômenos de atração, nos quais se sujeitam as regras gramaticais do idioma que permitem que tais associações sejam gerenciadas de forma a influenciar a lógica com que as palavras se estruturam para transmitir uma informação.

Assim quando uma palavra é evocada na mente humana, um sentido correlato brota deste comunicado inicial que atrai outros conceitos por uma familiaridade de sentidos que se conectam em torno do objeto de informar determinado assunto que se insere dentro de uma delimitação contextual.

O sentido integral de uma sentença ou frase apenas é obtido quando a rotina percentual que estrutura o comunicado linguístico consegue encontrar um ponto de parada em que o objetivo de informar está completo, ou seja todos os elementos ativos necessários para a comunicação disponíveis no continente cinético cerebral já foi integralmente decodificado semanticamente.

Os processos de linguagem mais poderosos e precisos são aqueles transmitidos com simplicidade ou os processos que se inserem mais próximos de serem explicados a partir da realidade grupal.

Através do estudo de imagens funcionais por meio de imagiamento PET foi possível testar diversos tipos de comunicação: audição de um idioma desconhecido; lista aleatória de palavras do idioma materno; lista de palavras com fonética próxima ao idioma materno, mas sem representação no sistema linguístico; frases sem sentido no idioma materno; e, história contada no idioma materno.

A audição de um idioma desconhecido ativou as regiões auditivas em ambos os hemisférios, em torno de A1 no giro temporal superior

A lista aleatória de palavras do idioma materno ativou a área frontal no hemisfério esquerdo e o giro temporal superior.

A lista de palavras com fonética próxima ao idioma materno ativou uma região no polo anterior do giro temporal superior bilateralmente.

As frases sem sentido no idioma materno ativaram uma região no polo anterior do giro temporal superior bilateralmente; a mesma região do parâmetro do experimento anterior.

A história contada no idioma materno ativou outras regiões do hemisfério esquerdo e os estímulos bilaterais da área frontal e dos giros temporais médio e superior, incluindo a área de Wernicke.

As áreas ativadas nas regiões acima são muito complexas, o que supõe necessidade das áreas linguísticas de ativação de regiões distintas, uma vez que o léxicon semântico deve ajustar linguagem falada com a linguagem ouvida.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [321] – Prosódia: Os Tons e os Gestos da Emoção**

A linguagem falada possui aspectos racionais e aspectos emocionais. Os aspectos racionais já foram estudados anteriormente. Este capítulo irá abordar a prosódia, ou seja, os fatores que estão ligados ao aspecto emocional da linguagem falada. Nestes se incluem os tons e os gestos capazes de transmitir emotividade ao que está gerenciando como estrutura de comunicação através da fala humana.

Mas o que difere a fala humana da fala de um robô, ou um simples mecanismo de busca como o google tradutor? É que até o momento os robôs linguísticos não incorporaram os conceitos de variação de entonação que melhor ajusta a uma necessidade de comunicação que aproxima interlocutores que estejam através de um diálogo intercambiando informações. Este fluir com que as palavras se degradam torna a audição um processo suave de absorção, e serve como um fator de atração para que um indivíduo desloque parte do seu tempo para um tipo de escuta que permitisse conectar com a informação recebida.

De certo modo se espera com a prosódia a diminuição de resistência da prática do ouvir, para que o sujeito se ponha em contato com as frequências que chegam até o seu ouvido e delas crie um movimento pulsional e volitivo que acione os léxicons a partir das estruturas percentuais ligadas ao sistema linguístico da audição.

A mímica facial e os gestos muito contribuem também para transmitir uma suavidade de expressão, percebida também como um elemento emocional como um maestro que conduz os músicos para uma harmonia e uma identificação com o que é desejado transmitir para o público. Parte de um princípio de orientação do estímulo para fazer fluir equilíbrio no que se deseja transmitir para o outro.

Esses elementos, portanto, também participam do código que é transmitido como conteúdo através da linguagem falada. Nestes elementos são possíveis perceber informações adicionais como a suavidade ou agressividade do que se transmite. Ou inflexões de conformidade ou contrariedade em relação a algo que simule uma razão de “verdade”.

Então as inflexões da voz do órgão fonador seduzem para negociar a transmissão, para que a resistência do receptor seja quebrada pelo entendimento e concordância sobre a regência do sinal.

Assim, usam-se os lábios, usam-se as mãos, o olhar, a respiração, as pernas, o peitoral e as partes genitais (se o conteúdo for erótico), os fluídos do corpo como suor e lágrimas, e outros... para sinalizar aspectos emocionais, na forma de prosódia que permite uma pessoa atuar em sintonia com sua fala, sua presença em uma situação de vida.

A prosódia pode sob este ponto de vista provocar a situação de diferenciação de uma sentença que esteja em ordem afirmativa, negativa, interrogativa, neutra, apelativa, irônica, exclamativa, imperativa, de fingimento, de ira, de cólera, de raiva, de amor, de tédio, intempestiva, suave, grotesca, sentimental, lúdica, impessoal, pessoal, solidária, indiferente, gentil, fria, amorosa, frígida, aumisca, doce, ...

A prosódia tem sido relacionada ao hemisfério direito do cérebro humano, nas mesmas regiões que processam os aspectos cognitivos da linguagem observados no hemisfério esquerdo do cérebro. A descoberta foi realizada a partir de lesões mapeadas em pacientes no hemisfério direito do cérebro que provocavam o sintoma conhecido como aprosódia. Em lesões rostrais, tais pacientes não conseguem modular a fala de forma correta, gerando monotonia das colocações verbalizadas com ausência de modulações.

Quando os pacientes de aprosódia possuem lesões mais posteriores do lado direito gera incapacidade de compreensão da modulação prosódica de um emissor.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [322] – Os Distúrbios da Fala e da Compreensão**

Indivíduos que sofrem lesões no sistema nervoso podem incorrer em distúrbios da fala e da compreensão verbal. Os avanços sobre a compreensão dos sintomas e modernização das formas de tratamento apenas foi possível graças ao conhecimento desencadeado por Paul Broca que ao perceber lesões do lado esquerdo do cérebro (hemisfério esquerdo) identificou as áreas responsáveis para a gestão da fala e da compreensão desta.

A afasia foi um distúrbio caracterizado por Broca, de representação de alguns distúrbios da fala, mas cujo batismo da palavra foi nomeado por Sigmund Freud (1856 a 1939). O termo original descrito por Broca era conhecido pelo nome de afemia.

Muitas afasias podem ser causadas por acidentes vasculares cerebrais. Entende-se por afasias, lesões que geram problemas de processamento linguístico. Alterações que não afetam a linguagem mas podem gerar alterações na linguagem devido lesão em outros centros, como o sistema motor, o sistema atencional e outros, não são considerados afasias (ex. paralisia facial).

De acordo com a natureza dos sintomas apresentados pelos pacientes as afasias podem ser classificadas como primárias. A afasia de expressão ocorre quando a lesão incide sobre a região lateral inferior do lobo frontal esquerdo. Ela é caracterizada pela ausência de déficits motores, incapacidade de falar, falta de fluência da fala e restrição do falar.

Já a afasia da compreensão tem por característica a lesão na região cortical posterior em torno da ponta do sulco lateral de Sylvius do lado esquerdo (afasia de Wernicke). Ocorre neste caso dificuldade em compreender algo que se é dito. Neste caso os gestos e as respostas verbais não são prejudicados. Existe fluidez vocabular, porém as conexões das frases não aparentam jorrar compreensão que permita conectar um ouvinte na integração de um sentido de transmissão de um conteúdo. A prosódia é compreendida. O momento da conversa não é perdido.

A delimitação atual da área de Broca é restrita ao terço posterior do giro frontal inferior esquerdo; a área de Wernicke é o terço posterior do giro temporal superior esquerdo, que inclui a parte oculta do assoalho do sulco lateral de Sylvius.

Wernicke compreendeu que a área de Broca e a área de Wernicke deveriam estar conectadas para haver compreensão da fala e da compreensão da fala de forma recíproca. Essa conexão é estabelecida através de um feixe de fibras imerso na substância branca cortical (feixe arqueado) no qual Wernicke supôs que a desconexão do feixe gerava a afasia de condução. Esse distúrbio não compromete a capacidade de falar de forma espontânea, porém erros de repetição e de resposta a comandos verbais passam a serem percebidos.

Lent detalha que o modelo neurolinguístico de Wernicke considera que a área de Broca contém programas motores da fala (memórias dos movimentos). E a área de Wernicke contém neste modelo, a memória dos sons e palavras para que gere compreensão.

A área de Wernicke é vizinha as áreas auditivas A1 e A2 e se localiza no giro temporal superior, facilitando a apreensão de informações auditivas da linguagem.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [323] – Neuroanatomia da Linguagem Falada**

O avanço das técnicas de imagiamento e o surgimento de casos com lesões específicas levaram a reavaliação do modelo de Wernicke. Um modelo anatômico conexionista foi gerado para a linguagem falada.

Observou-se que as lesões mais comuns que provocam afasias partem de acidentes vasculares encefálicos (interrupção do fluxo sanguíneo) onde os sintomas surgem de alterações de diversas áreas cerebrais.

Também há que ter cuidado em se retirar conclusões sobre o funcionamento psíquico a partir da evidência ou constatação de uma área que está sob influência de uma lesão. Pode ocorrer que esta área apenas transite uma computação percentual e não seja ela de fato a responsável pela funcionalidade.

Por isto pacientes com lesões restritas são muito importante para os achados neurocientíficos, pois fica mais fácil associar as conclusões ao órgão lesado.

A ideia inicial era que a área de Wernicke detinha as memórias dos sons, a fim de obtenção da compreensão do significado de palavras e frases, porém ao observar pacientes com lesões restritas, a área de Wernicke (parte posterior do giro temporal superior) desencadeia apenas uma surdez linguística, que não caracteriza uma afasia de compreensão. Isto gera incapacidade de identificar os sons verbais como palavras, impedindo a repetição através de uma verbalização. Porém a habilidade de reconhecimento não é perdida neste caso, observado na pessoa que não conseguia comunicar-se através da fala e quando a informação repassada era pedida para que fosse apontada através de um gesto numa representação em papel, observava-se que o objeto era compreendido, porém impeditivo de repetição da pronúncia por parte da pessoa que possuía a lesão específica. Então seria a área de Wernicke a sede do léxicon fonológico.

A afasia da compreensão parte de uma lesão mais posterior que atinge o giro angular e surpramarginal que recebe o nome de afasia transcortical sensorial. A lesão neste local não impede a repetição da pronúncia de palavras. Acredita-se que nesta região (2012) esteja uma das sedes do léxicon semântico ou o centro conceitualizador de conhecimento dos psicolinguistas.

A afasia anônima fluente aparece com lesões do giro temporal médio e inferior. Os pacientes possuem fluência na fala, mas apresentam incapacidade de identificar o nome de pessoas: neste caso a lesão está no polo anterior do lobo temporal. Ou incapacidade de identificar o nome de animais e objetos: quando a lesão está mais posterior. O que leva a crer que nestes locais se localiza o léxicon semântico específico.

A ideia inicial da área de Broca também necessitou ser revista. As afasias de expressão mais severas apresentam dificuldades para articular a fala (disartria) que Lent elucida como sendo um distúrbio claramente motor; afasia anônima não fluente onde o paciente fala com dificuldade olhando muito para o verbo; e, agramatismo que é característico de quem não consegue construir frases gramaticalmente corretas em virtude de uma lesão.

O estudo dos casos restritos da área de Broca foi possível perceber que a Anomia com disartria surge de lesões da área de Broca, com regiões motoras e pré-motoras posteriores a ela.

A anomia com agramatismo ou agramatismo isolado surgem de lesões da área de Broca, com regiões anteriores adjacentes.

O córtex frontal anterior à área de Broca, conforme Lent, pode ser o responsável por sediar o léxicon sintático conforme postulado e descrito pelos psicolinguistas.

A expressão verbal segundo este novo modelo teria a sua sede no córtex frontal posterior à área de Broca.

Uma observação levantada por Lent muito importante é que a afasia anônima atinge a capacidade de descrever ações através de verbos. Cruzeiro então passa a questionar o que é o verbo? O verbo pode ser descrito como mutações de estados em que setas direcionais podem sinalizar o comportamento de um objeto nomeado (**<^v>**) cujas representações de setas indicam o sentido em que um fenômeno de alocação de um objeto deve desencadear uma função neural. (**<**) Este sentido do verbo implica uma ação que amplie a propagação de alguns neurotransmissores, neuromediadores e neuromodulares para onde um objeto deve transacionar-se como uma mudança de estado ou fenômeno. (**>**) Este sentido do verbo implica uma ação que côngrua vários efeitos de neurotransmissores, neuromediadores e neuromoduladores para uma atividade modular que integre a propagação de um comando neural específico. (**^**) Este sentido do verbo implica uma ação de um órgão de controle ou planejamento que ascenda efeitos de neurotransmissores, neuromediadores e neuromoduladores específicos que ativam órgãos hierarquicamente superiores. (**v**) este sentido do verbo implica em uma ação de neurotransmissores, neuromediadores ou neuromoduladores que faça descender uma informação através de um órgão hierarquicamente inferior.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [324] – A Escrita e a Leitura**

Algumas sociedades humanas mantém um sistema de comunicação simbolizado em que a base neurobiológica mantém componentes inatos ativos durante o processo de comunicação menos fortes que a linguagem falada; convencionalmente essa modalidade de comunicação é chamada de linguagem escrita.

A fala ocorre a partir dos primeiros momentos de vida de um ser humano. Pode-se dizer que a primeira retenção de aprendizado de que o aparelho fonador, ocorre por intermédio do choro do bebê que percebe na emissão de ondas sonoras que é suficiente para chegar próximo de si, uma ação amparadora por parte do ambiente, pode-se dizer que se gesta um princípio de comunicação onde a força do aprendizado fazem as partes transacionarem objetos para que as necessidades, desejos e volição sejam supridas através de um comportamento idealizado ou descoberto que gera benefícios para a estabilidade interna.

Porém, para sentenças mais complexas, como: Mã... Mã... Mã, ... que na linguagem incipiente e primitiva do bebê, nos seus primeiros contatos do mundo, requer força da repetição e distinções na psique do bebê do que está incorporado, do que não está incorporado, do que está fundido, do que pertence a outro objeto. Para enfim perceber sua mãe como um ser distinto de sua individualidade.

Por isto, à medida que um pequenino se desenvolve sua tendência natural, quando este começa a fracionar funções nos objetos é a identificar elementos diferenciados de sua pessoa. Então estes objetos passam a intercambiar cada vez mais informações para o bebê, numa base de esforço social-familiar, em que as transferências de conhecimento grupal vão sendo incorporadas gradativamente à criança por meio de um aprendizado contínuo até chegar na fase de preparo da escolarização formal, momento em que a sociedade espera que os pais tenham formado uma unidade de pensamento no qual a sociedade passa a especializar indivíduos para as entregas de conhecimento mais complexas represadas no seu vínculo grupal, como uma base de ordenamento civilizatório.

Nesta fase, em que parte da educação é entregue para a responsabilidade social, seja de natureza pública ou privada, se espera que a unidade de consciência do indivíduo ingressante no sistema educacional já esteja constituída.

Então o Professor se torna especialista e apto a entregar os meios formais no qual a criança deverá assimilar para quando chegar na fase adulta ser capaz de ser autossuficiente para buscar as suas próprias soluções para inserir-se positivamente dentro da sociedade que lhe acolheu.

Uma destas ferramentas utilizadas que é a base de todo o saber uniformizado de uma civilização é a comunicação escrita. Ela é formada a partir de assimilação de padrões motores realizados a partir das mãos, ou boca, ou pés cujo aprendizado é essencial para o conhecimento dos símbolos que codificam os fonemas conhecidos pelo termo grafemas.

Os símbolos possuem representação fonética definida e padronizada para o tipo de iconografia que é descrita em uma base onde pictoricamente o elemento na forma de um signo pode ser impresso. Este signo é conhecido como letra quando se adiciona a sua percepção a um elemento fônico que a ele está associado.

A forma de compor um grafema depende das regras e das características de um idioma. As regras são necessárias porque é uma forma de padronização em que todas as pessoas do agrupamento possam se beneficiar pelo rápido reconhecimento do código, o que possibilita a comunicação eficaz e célere com trocas de informação entre todos os indivíduos para que o processo de compreensão possa ser despertado sem grandes dificuldades de assimilação, transmissão e recuperação do sentido.

Outra vantagem do sistema de grafemas é que eles podem sofrer efeitos de combinação entre si. O que permite observar um grafema como um código que encaminha procedimentos que podem ser indexáveis uns aos outros ao ponto de fornecer instruções de comando e controle para que a mensagem possa ser percebida internamente quando acionada no sistema nervoso central de um ser humano.

Lent soube descrever muito bem o que é a LEITURA: **a leitura resulta de uma varredura ordenada feita com os olhos sobre o material escrito**.

Mas Cruzeiro questiona: leitura de fato é absorção de aprendizagem? Leitura é programação neural computacional para seres humanos?

Nem toda leitura é absorção. Cada indivíduo é orientado para absorver uma leitura apenas de um conteúdo que sua consciência necessita para o seu desenvolvimento biológico interno. Por isto quando várias pessoas leem um livro, cada uma se apropria de um sentido, de um propósito e de um significado distinto, porque cada um destes leitores possui exigências pulsionais diferenciadas, em que a retenção deve ser otimizada para os tipos de construções em que sua fase de desenvolvimento neural e interno sinalize um tipo de exercício que o aproxime de seu objetivo de vida.

A leitura não deve ser percebida como uma programação neural computacional, mas como uma série de instruções que trazem oportunidades para aplicações de estímulos que podem contribuir para o desenvolvimento humano e pessoal de um indivíduo que pratica a leitura. A leitura é uma oportunidade de trabalho interno, onde cada pessoa ou sujeito que a incorpora é sabedor do que deve ajustar dentro de si para que as oportunidades que se abrem com o conhecimento possam sinalizar um tipo de benefício para quem deseja se organizar e passar a construir em sociedade dentro do estabelecimento de um papel complementar na sociedade que permita a este indivíduo perceber uma função de utilidade durante o tempo de sua permanência dentro de uma sociedade.

Então a fixação não é uma componente que deve ser administrada de forma imperativa e impessoal, porque distintos indivíduos possuem distintas necessidades e desejos por interação.

Do ponto de vista neurocientífico a leitura é possível graças ao desencadeamento de uma sequência de fixações e sacadas dos olhos (movimento de sacada) durante a leitura e reiniciada a cada fixação.

Existe uma tendência da memória quando ativada, de fixar por mais tempo palavras maiores, palavras raras e palavras imprevistas.

A força da repetição de uma ou mais palavras durante um hábito de leitura pode provocar um efeito de pula coordenada do movimento de sacada sobre a palavra prontamente reconhecida que não comprometa a compreensão de uma sentença, o que facilita mais rapidamente a apropriação de um código de escrita. Mas de acordo com a celeridade pode gerar erros de leitura quando o código ignorado não é subsidiariamente incorporado nos outros códigos fixados ao longo da sentença.

A retenção no hábito da leitura de uma palavra por meio da fixação geralmente recai de forma mais prolongada sobre as palavras mais importantes de uma estrutura semântica. As mais importantes são aquelas que detém a essencialidade do que está sendo transmitido do qual um leitor possa se apropriar de um sentido interno para a atividade de apropriação da leitura.

Os movimentos oculares no hábito da leitura ficam sobre o estrito controle cognitivo. Quando um indivíduo na busca de compreensão do que está sendo transmitido trava a fixação em um determinado trecho de uma sentença, é sinal que algum elemento despertou sua atenção que deve ou ser memorizado ou apreendido, porque é fundamental para que algum traço mnêmico seja despertado para que o sentido integral do aprendizado seja necessário como ensinamento que deve ser vivenciado dentro da psique através da gestão da mente humana. Por vezes a perca do sentido em que a frase se estrutura na cadeia lógica de pensamentos de quem lê, deve recorrer à prática da repetição, para que o resgate do sentido seja necessário para a aprendizagem da leitura que está sendo transmitido. Para isto vários códigos utilizam sistema de ordenação da informação, que se estruturam em linhas, interrupções do pensamento por meio de símbolos distintivos como os sistemas de pontuação. E sistemas de blocos de instruções na forma de paragrafação, títulos, notas explicativas e outros tipos de unidades de informações.

Cada fixação dura em torno 250 ms, o aprendizado é que o ser humano possuem uma capacidade enorme de conexões com símbolos para a compreensão de palavras escritas de forma rápida. Isto favorece a percepção visual da palavra escrita, a identificação ortográfica e fonológica, a compreensão sintática, a compreensão semântica em um tempo muito reduzido para ativação mental.

A aceleração da leitura provoca perda de compreensão e memorização, mas pode ser compensada racionalizando o tempo dos movimentos de sacada oculares. Se o indivíduo no hábito da leitura consegue manter uma velocidade do momento de sacada constante (horizontalmente, ou somente verticalmente conforme o tipo de escrita) o nível de absorção de conteúdos escritos pode melhorar significativamente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [325] – Neurobiologia da Leitura**

Uma das vantagens da comunicação escrita através da leitura é a utilização de técnicas experimentais de análise como modo de entrada de informações (visual) sofrer maior controle que a linguagem falada.

A imagem funcional permite como técnica de aprendizagem do processamento cerebral empregar o conhecimento isolado do comportamento cerebral sobre a superfície dos órgãos, com resolução temporal que permita fazer afirmativas sobre o comportamento humano. Em 2012, ainda existia muita dificuldade de nomeação das áreas e suas funções devido a insuficiência da resolução das imagens ser impeditiva para a distinção de padrões de ativação, em que os fenômenos transacionam em grande velocidade entre regiões. A dificuldade em se obter nitidez torna necessário a repetição de inúmeros experimentos para que o processo de aprendizado não seja prejudicado sobre o estudo neurolinguístico que estiver sendo mapeado. O estudo pode ser compensado com a utilização de métodos de registro de potenciais e campos magnéticos relacionados com o evento a ser mapeado.

Através destes estudos foi possível determinar que as áreas V1 e V2 bilaterais do córtex visual; as regiões visuais de ordem superior na face lateral do hemisfério esquerdo; as regiões perissilvianas parietais e temporais que englobam a área de Wernicke e os seus giros angular e supramarginal; e, a área do córtex pré-frontal inferior esquerdo rostral à área de Broca participam do processo de leitura de uma escrita.

O N400 é o um tipo de registro de campo magnético que uma onda negativa captada no encefalograma de indivíduos normais que é desencadeada 400 ms após o evento linguístico (geralmente um hábito de leitura). Nesse teste uma pessoa faz a leitura de uma frase; para em seguida fazer a leitura de outra frase com palavras anômalas com perda de sentido; e novamente fazer o teste, numa terceira fase com palavras com escrita com letras maiores. As ondas no eletroencefalograma são registradas de acordo com cada atividade de leitura humana e as ondas registradas são analisadas e avaliadas.

A palavra sem sentido gera um registro de traço verde, no qual a onda N400 é registrada no EEG.

A palavra com legras grandes gera um registro de traço violeta, no qual aparece uma onda positiva após 560 ms, no qual a onda P560 é registrada no EEG.

O pensamento semântico é expresso pela onda N400 durante um hábito de leitura.

A qualidade da informação melhora quando técnicas de imagem funcional trabalham juntas com técnicas eletrofisiológicas. Um dos expoentes neste tipo de atividade neurocientífica é Michael Posner. Ele utiliza simultaneamente registros tomográficos PET e eletrofisiológico em funções linguísticas simples.

Destes experimentos de Posner observou-se que uma região do córtex cingulado anterior é a primeira a ser ativada, numa simples instrução de que é exigido a uma pessoa que faça a leitura de uma palavra e descreva a sua função por meio de um verbo. Logo em seguida a área de Broca é despertada e em seguida a área de Wernicke. Uma sequência temporal do processamento linguístico é obtida pela junção das diversas áreas cerebrais. Esses estudos geraram um modelo de processamento para a leitura.

Um dado importante que em situações normais após a fixação ocular da palavra escrita decorre 100 ms para a ativação da área V1. Os grafemas são identificados, em termos de forma e palavras no córtex associativo visual, no intervalo de 100 a 200 ms após a fixação. No período anterior também é o intervalo que se estabelece a atenção para as computações subsequentes no córtex cingulado anterior. Uma análise sintática do que foi lido ativa o setor mais anterior da área de Broca.

Nos 200 a 300 ms após a fixação desperta-se a interpretação semântica e fonológica da palavra na área de Wernicke num processo muito rápido em que desencadeia o deslocamento de sacada para a palavra seguinte, mas a interpretação do sentido da frase decorre momentos mais tarde.

A neurobiologia da leitura é um desafio, Lent desabafa. Porque é resultante da cultura e da vida social. Os primeiros relatos de escrita datam 5.400 anos pelos babilônicos e até hoje não conseguiu ser universalidade para toda a humanidade (2012).

Devido a sua incipiente influência no comportamento cerebral (da escrita e leitura) a sua prática é possível que ainda não tenha despertado processos evolutivos no cérebro humano. No sentido de desenvolvimento de alguma área cerebral que tenha avançado adaptativamente em virtude da prática da escrita e da leitura.

O reconhecimento de palavras escritas tem sido atribuído ao registro de potenciais cerebrais próximo a região de reconhecimento de faces no lobo temporal.

O modo de funcionamento nesta área distingue atividades entre palavras já conhecidas e palavras ainda não identificadas.

O léxicon semântico para palavras escritas, como dicionário, traduz o significado das palavras da nossa língua. É a ativação da região do sulco occipitotemporal do hemisfério esquerdo e quando essa região é lesada gera incapacidade para ler normalmente (alexia).

As alexias e as agrafias são distúrbios de linguagem escrita; quando muito severas são chamadas de disgrafias e dislexias. Os pacientes com agrafia conseguem ler, mas não conseguem escrever. Os pacientes com alexia conseguem escrever, mas não conseguem ler. E tais sintomas podem também estar associados as afasias.

Os disléxicos que são pacientes com distúrbios menos graves podem perder a capacidade de associar grafemas com fonemas realizando uma leitura com erros de pronúncia (ex.: leem a palavra PROBLEMA como POBEMA.) ou erros semânticos de leitura de uma palavra e fala que contém outra palavra (ex.: lê MANDIOCA e fala COMIDA).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [326] – Especialização Hemisférica**

A localização das funções no sistema nervoso se deu em grande parte as descobertas de Paul Broca a partir de seus estudos de comportamento de pacientes afásicos. Um grande achado de percepção foi a dominância hemisférica que culminou em estudos posteriores de especialização funcional dos hemisférios cerebrais.

Os primeiros estudos de Broca transmitiram uma falsa percepção de que o hemisfério esquerdo predominava sobre o hemisfério direito. E que o hemisfério direito desencadeava apenas funções coadjuvantes e secundárias.

O conceito de dominância, com os avanços posteriores deixou de ser a dominância do hemisfério para a dominância em termos de especialização neural. Passava-se a perceber cada hemisfério em funções coordenadas com outro estabelecendo estratégias funcionais que represavam modos de executar a mesma função, ou seja, de representação de sentidos que conforme as habilidades de um indivíduo tornavam a modalidade mais conveniente ou modal para se extrair uma informação e conceder como resposta no quais esses relacionamentos provocavam uma diferenciação de um hemisfério no outro.

Mas é um tipo de especialização funcional que requer trabalho em conjunto, em que milhões de fibras são alocadas para fornecer em constante iteração processamentos para os inúmeros estímulos encaminhados ao sistema nervoso central.

A especialização hemisférica confunde-se com a lateralidade e a assimetria. O conceito funcional da lateralidade hemisférica significa que existe representação funcional para algumas funções em ambos os hemisférios cerebrais como a visão por exemplo. E outras representações possuem apenas lateralidade parcial cuja representação se situa apenas em um hemisfério como, por exemplo, a fala humana. A assimetria é a capacidade do sistema nervoso se organizar através de pares ou elementos singulares de constituição morfológica, funcional e comportamental. Os ângulos em que os órgãos se projetam podem estar alinhados ou não. E alguns podem ser subordinados a outros ou se estabelecerem em função de controle.

Não é correto repassar orientações do tipo: “pense com o hemisfério direito”, “aja com o hemisfério esquerdo”, ou “sinta emoção usando o seu diencéfalo” ,... porque não se pode esquecer que a plasticidade cerebral permite que um órgão que incorra em uma lesão pode inibir que um tipo de estímulo seja trafegado, mas todas as partes do seu sistema que ainda são funcionais podem despertar um outro código, através de outro tipo de estímulo que a modalidade específica para sua interpretação avance sobre outras áreas em que os órgãos funcionais da parte lesada possa adaptar o sinal a fim de aprimorar um tipo de especialização que amplia a capacidade do sentido funcional que irá limitar a deficiência observada no organismo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [327] – Modelo da Sequência Temporal e de Localização Cerebral das Etapas de Processamento da leitura**

**0 a 100 ms** – Fixação visual das palavras;

**0 a 150 ms** – Ativação da área V1 do sistema visual;

**150 a 175 ms** – Percepção da forma das palavras;

**175 a 190 ms** – Análise sintática e programa motor;

**190 a 250 ms** – Atenção executiva;

**250 a 260 ms** – Consulta ao léxicon semântico;

**260 a 280 ms** – Identificação fonética das palavras;

**280 a 290 ms** – Comando oculomotor;

**290 a 650 ms** – Início da próxima sacada (movimento de sacada ocular);

**> 650 ms** – Significado da frase.

ms = milissegundos

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [328] – Pessoas com o Cérebro Dividido**

Na década de 1960 uma explosão de conhecimento sobre a especialização dos hemisférios cerebrais possibilitou que diversas pesquisas fossem realizadas. Um dos principais expoentes foi Roger Sperry (1913 a 1994) que estudou profundamente a especialização hemisférica e as comissuras cerebrais.

Existem três comissuras cerebrais: o corpo caloso (é o maior com 200 milhões de fibras e se interconecta em ambos hemisférios), a comissura anterior (entra em contato com regiões inferiores e ventrais do lobo temporal) e a comissura do hipocampo (conecta-se as regiões temporais mediais).

Alguns indivíduos foram submetidos à transecção cirúrgica do corpo caloso por indicação terapêutica, porém esta prática anterior a 1960 ainda não era possível compreensão sobre a real funcionalidade das fibras. A recomendação desta cirurgia era para pacientes com epilepsias muito graves, que apresentavam muitas crises convulsivas por dia em que havia morte de grande número de células nervosas e prejuízo para a vida social. A transecção do corpo caloso inibia que uma crise se generalizasse, gerando como efeito a diminuição da quantidade de crises e privilegiando o controle com medicamentos.

A síndrome da desconexão inter-hemisférica é a incapacidade dos hemisférios de trocar informações. Geralmente percebida em um indivíduo que tem o cérebro transeccionado. Em que uma informação registrada por um olho, por exemplo, imite um sinal de reconhecimento diferente do sinal capturado por outro olho, onde confiar em apenas uma informação lateral irá fazer com que a pessoa de cérebro dividido não reconheça a informação capturada pela parte do cérebro que codificou outro tipo de informação.

Os estudos de Sperry puderam avançar pelo desenvolvimento de um procedimento de lateralização de estímulos que incidiam com exclusividade sobre um dos hemisférios. O experimento possibilitou que informações de visão e audição (ajuste de fones de ouvido) fossem ajustadas para indivíduos de cérebro transeccionado.

Descobriu-se nesta época além das especificidades de cada hemisfério que as comissuras são responsáveis por unificar os campos sensoriais como sincronizar o processamento funcional dos hemisférios.

A fala veicula ao mesmo tempo cognição e afeição, resultante de atividade coordenada de ambos hemisférios através das comissuras. No qual desencadeia fala associada à prosódia.

Michael Gazzaninga realizou um estudo com um paciente comissurotomizado J. W. foi possível identificar que o hemisfério esquerdo era melhor para o reconhecimento facial de si mesmo e o hemisfério direito melhor do reconhecimento de outras pessoas.

Lent apresenta um corolário muito importante: ***quando um hemisfério processa uma informação que recebe diretamente, e ele mesmo comanda a resposta, o tempo de reação de um indivíduo tende a ser mais curto do que quando ele a recebe do hemisfério oposto***. A diferença é atribuída pelo tempo de transferência de informações de um hemisfério ao outro através das comissuras.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [329] – Os Hemisférios não são Iguais**

A comparação de indivíduos de hemisférios divididos com indivíduos de hemisférios comissurados normais revelam que as especificidades dos hemisférios podem apresentar diferenças e que raramente significa exclusividade funcional.

Nos seres humanos o controle da fala ocorre a partir do hemisfério esquerdo, como 95% de todo o processamento de coordenação, por isto ainda existe um pouco de participação do hemisfério direito. Como já visto antes, a prosódia é essencialmente organizada a partir do hemisfério direito e integrada à fala gera nuances afetivas essências para a comunicação interpessoal, conforme Lent.

Outra vantagem do hemisfério esquerdo é a realização mental de cálculos matemáticos, o comando da escrita e a compreensão da escrita através da leitura; detecção das categorias específicas, relações espaciais categoriais e qualitativas, movimentos mais precisos das mãos e da perna direitas.

A vantagem do hemisfério direito é o reconhecimento de faces, identificação de categorias gerais de objetos e seres vivos, detecção de relações espaciais (relações métricas, quantificáveis, relações de deslocamento) e movimentos mais precisos das mãos e da perna esquerdas.

O hemisfério direito percebe e comanda funções globais, categoriais. O hemisfério esquerdo se encarrega de funções mais específicas. Porém, dependendo das estratégias de operação devida a segregação lateral de neurônios e circuitos distintos o modo de funcionamento do cérebro ou a interface da mente pode ter uma configuração mental diferenciada em termos de modelo de uma pessoa em relação a outra.

Dependendo da estratégia de integração da informação no cérebro a percepção pode ter mais ou menos componentes analíticos, ou mais ou menos componentes específicos. O que vai depender do tipo de gerenciamento que uma pessoa se habitua a criar uma dinâmica de apropriação de sentido para sua mente.

Sob este enfoque é possível identificar traços desta teoria com os três tipos de predomínio da interfase sensorial descrita por Sigmund Freud: interface psicótica; interfase neurótica; e, interface perversa. No qual o predomínio maior ou menor do hemisfério esquerdo ou direito gera um tipo de determinação do agir de um indivíduo que molda o seu comportamento através de aspectos intrínsecos a sua psique que o faz conectar com um tipo de dominância funcional ao qual está descrito também nas neurociências.

Existem três tipos de assimetrias descritas por Lent: assimetria percentuais; assimetrias linguísticas e assimetrias comportamentais; que estão relacionadas a especialização dos hemisférios cerebrais.

A preferência manual é uma delas, onde a maioria dos seres humanos (~95%) é destra (manifesta preferência pelo uso da mão direita nas tarefas motoras de maior precisão). Os demais são canhotos (manifesta preferência pelo uso da mão esquerda nas tarefas motoras de maior precisão) ou ambidestros (minoria que não apresenta preferência pelo uso da mão para a realização de tarefas, ou especializa cada mão de acordo com uma função específica). A maioria dos destros e canhotos tem a linguagem representada no hemisfério esquerdo.

Dependendo das estratégias funcionais dos hemisférios o realce dessas diferenças faz refletir a preferência manual de um indivíduo.

As influências ambientais podem gerar necessidades em que pessoas com estratégias funcionais de preferência manual destra, por exemplo, possam adquirir habilidades para trabalhar com precisão o membro contrário a sua autodeterminação e assim para uma tarefa específica se condicionar a ter dupla habilidade em ambas as mãos ou pernas por exemplo.

Existe uma diferença de conformação do sulco lateral Sylvious e observa-se que em indivíduos destros este sulco é mais reto no hemisfério esquerdo, e no hemisfério direito o sulco é curvado para cima.

O planum temporale de aproximadamente 65% dos avaliados de um grupo de seres humanos apresentou um planum esquerdo maior que o direito; 11% tinham o direito maior que o esquerdo; e 24% tinham os dois lados iguais.

No interior da área de Wernicke, nas áreas citoarquitetônicas (temporal posterior) a área esquerda tem maiores dimensões que a área direita (Análise morfométrica).

O mesmo efeito fora percebido para a área 44 (que faz parte da área de Broca), conforme Lent com iguais resultados.

O que aparenta que a especialização linguística dos hemisférios sofre influência da assimetria morfológica de suas áreas especializadas, porém não se sabe se a causa da assimetria é causada por um número maior de neurônios, de sinapses, de circuitos neurais, de tecido ou simplesmente pela necessidade da especificidade.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [330] – Mentes Emocionais, Mentes Racionais: as Bases Neurais da Emoção e da Razão**

Em escala de complexidade a razão e a emoção são as funções que envolvem uma quantidade enorme de tarefas e processos de coordenação nervosa. O agir do ser humano é orientado para a utilização do centro racional e do centro emocional. E por inúmeras vezes, um indivíduo se manifesta através de proporcionalidades da atuação destes centros de comando. Razão e emoção atuam em parceria e seus mecanismos neurais de atuação diferem uns dos outros.

A variedade de sensações e percepções que despertam a emoção torna essa faculdade multidimensional e complexa. A manifestação da emoção pode ser por meio de sentimento, comportamento e/ou ajustes fisiológicos. Além disto uma pessoa que esteja desencadeando sobre si processos emocionais também pode variar o sentido em que as conexões emocionais se projetam podendo representar aspectos benéficos ou não para o indivíduo.

O sistema emocional é coordenado pelo sistema límbico que é o seu correspondente estrutural e organizacional que atua para o despertar da faculdade. O sistema límbico engloba as regiões corticais e subcorticais nos setores mais mediais do encéfalo.

Outro fator importante das emoções é a intensidade com que as reações se projetam sobre os canais de expressão. Quando negativas produzem uma reação sintomática de retenção que detém as estruturas racionais em torno de um ou mais objetos até que o problema seja sanado, como, por exemplo, o medo, a angústia, a depressão, o vazio, agressividade, o caos, ansiedade, estresse, raiva ... algo que conecta o indivíduo a um enlace de subjetividade de quem se funde com uma ameaça ou instinto de defesa, que corrobora para despertar comportamentos de luta e fuga, onde o sistema nervoso autônomo é acionado, para canalizar um consumo de energia a fim de suprir as necessidades dos pensamentos despertados por meio desta reação sintomática.

Quando positivas produzem reações sintomáticas de prendimento a estados de intensificação do prazer, que remetem a experiências de vida que canalizam contentamento, bem-estar, satisfação e realização pessoal ou social. Geralmente seus efeitos costumam a ser mais temporários; consome-se nestes estados uma grande quantidade de energia. São exemplos: a paixão, o amor, o riso, o sorriso, aceleração dos batimentos cardíacos quando se beija ou está próximo a uma pessoa, o choro de alegria quando se nasce um filho, ... são ligados ao sistema simpático-parassimpático que induzem estados superiores de consciência que conectam pessoas dentro de uma vivência e existencialismo que integra elementos sociais dentro da espécie.

A modulação da razão com a emoção permite gerar o equilíbrio dentro do nível requerido para desencadear um comportamento humano que não exceda a barreira da razoabilidade das respostas que devem ser produzidas e encaminhadas pelas vias de expressão para o meio, sem com isto representar um perigo para o estado de conservação do organismo.

A amígdala é o botão de disparo para que uma emoção seja desencadeada através do sistema límbico de um ser humano. Ela recebe as informações sensoriais e interiores proveniente do córtex e do tálamo, no qual realiza um filtro ao nivelar a intensidade de propagação dos estímulos no nível emocional, iniciando o comando para os ajustes fisiológicos para a atuação do hipotálamo e no tronco encefálico.

Também muito complexa, a razão, envolve muitas operações como o raciocínio, a resolução de problemas, cálculos mentais, formulação de objetivos, planejamento, ajuste social do comportamento, pensamento, lógica estruturada, ... O córtex pré-frontal é a principal região envolvida, onde as informações correntes são armazenadas transitoriamente como engramas operacionais no córtex pré-frontal ventrolateral. E no córtex pré-frontal dorsolateral as informações são processadas. No córtex pré-frontal ventromedial após o processamento, analisa por comparadores as informações para ativação da memória de longa duração estabelecendo conexão com os objetivos de vida ou da tarefa que uma pessoa se condicionou a seguir e a reproduzir; esse órgão é essencial no planejamento das ações e o despertar da orientação motivacional que coordena a necessidade de execução ou concretização das atividades humanas que devem ser realizadas com o objetivo de suprir e gerar realização dos critérios do planejamento de um indivíduo. No córtex cingulado anterior é responsável por orientar o foco e a atenção cognitiva, necessários para a seleção das informações essenciais, relevantes e importantes para fusionar o indivíduo dentro da programação do objetivo a que se destina a realização de uma tarefa.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [331] – Emoção e Razão**

Mas o que é Emoção? O que é razão? Tentar responder essas questões, como frisa Lent, é o mesmo que se conectar a um raciocínio circular do tipo: **Emoção**: é o despertar através de estímulos provenientes do habitat, que se incluem objetos, sejam estes, tangíveis ou intangíveis, de existência real ou imaginária, de base biológica ou de outros materiais, que ao exercerem influencia na fronteira do organismo, em sua porção biológica, ocorre a captura de intensidade com que uma influência captada por um ou mais sentidos combinados, em distintas áreas de contato, desperta uma sensação de base reativa sob a “pele” cujo efeito é a canalização de uma sensação de base psicológica sensíveis as intensidades que o contato do estímulo interfere sobre o estado de equilíbrio de um indivíduo que o permita conectar com o mundo, desencadeando sensibilidade nos eventos racionais que se seguem. **Razão**: é o despertar através de estímulos provenientes do habitat, que se incluem objetos, sejam estes, tangíveis, intangíveis, de existência real ou imaginária, de base biológica ou de outros materiais, que ao exercerem influencia na fronteira do organismo, em sua porção biológica, gera subjetividade, na forma de pensamentos que represam instruções, que surgem da combinação de sensações e percepções que transformam conteúdos inatos e adquiridos em elementos fusionais semânticos de reconhecimento psíquico, em que imagens (do ponto de vista de todos os sentidos) são transportadas e criam um registro sólido e consistente em que atributos de sons, ícones, traços mnêmicos, ... passam por um processo de nomeação (fundir espectros audíveis, visuais, táteis, olfativos, gustativos de forma que uma via de expressão é canalizada pela combinação dos espectros. Ex***.: ver um objeto que está no ar em deslocamento e provocar um salto na mente que identifica a “coisa”-elemento como AVIÃO – expresso na mente ou perceber dentro de casa o ruído de um veículo e se conectar com um som de buzina e pronunciar – “bi-bip”***) onde o “objeto” pode ser identificado a partir de um de seus atributos e simbolizar uma instrução para algo contido no habitat. E que por meio da cognição, esses elementos de ordem racional se agrupam para gerar inteligência que se propõe a construir verdades, ou relações léxicas de comparadores, para quando for necessário a utilização das estruturas percentuais de um indivíduo, para que o conhecimento percebido gere mais subjetividade. A fim de que as relações lógicas e associativas forneçam gradações de entendimento, onde se cria uma estrutura da razão conhecida como raciocínio. Até o estado de chegada a concretização de um objetivo pessoal do indivíduo sinalizar a acomodação do pensamento, porque o alvo ou objetivo foi realizado.

Ambas: razão e emoção; dizem coisas sobre experiências interiores. O comportamento de predomínio muito forte da razão torna a relação fria, onde se pode perceber um distanciamento entre interlocutores num processo de comunicação. O comportamento de predomínio muito forte da emoção torna a relação com um tom de sensibilidade muito profundo, onde as mínimas relações de interação possuem um significado interno muito vigoroso, onde é possível perceber constantes perdas do equilíbrio sensorial. Portanto, cada pessoa deve criar uma equação de balanceamento em seus atos de comunicação onde se encontre uma quantidade de razão e uma quantidade de emoção que dote os atos de comunicação dentro de uma natureza mais harmoniosa e de um humanismo que permite a aproximação e o distanciamento entre os seres sem provocar rupturas de entendimento ou de intelecção, onde a figura do apresso e desapresso, tolerância e intolerância, repulsão ou apaixonamento, possam estar instanciados em segunda ordem dentro dos elementos que regem os atos discricionários de permutar informações essenciais para a vida.

A gestão da razão e da emoção ocorre dentro do intelecto humano, através da interface da Mente. A mente é formada pelos órgãos somatotópicos presentes dentro do sistema nervoso central que gerenciam mapas das coisas capturadas através dos sentidos que podem ser interpretados e fundidos em informações gerenciais que permitam um indivíduo se ajustar diante da influência mais próxima do ambiente a sua volta.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [332] – Mentes Emocionais**

Lent expõe que a emoção é uma experiência de ordem subjetiva que acompanha manifestações fisiológicas e comportamentais detectáveis. A emoção pode ser expressa externamente, é mensurável, e, permite análise através de métodos das Neurociências. Geralmente a emoção é de difícil controle do ponto de vista da mensuração, uma vez que muitos fatores são gestados apenas internamente o que dificulta a veracidade e a exatidão que remeta a uma confiança em um resultado de um experimento.

Uma forma de mensurar a emoção é o acompanhamento das manifestações orgânicas e comportamentais de um indivíduo e o registro das atividades cerebrais por técnicas de imagem ou por traços eletrofisiológicos ou magnetofisiológicos.

A dificuldade de estudar a emoção em animais é que dados secundários de descrições subjetivadas não podem ser registrados através de processo de nomeação por parte da cobaia. Portanto, explicações para o comportamento não podem ser relatadas em virtude das consequências sobre o comportamento de ato observado ou provado através de um experimento.

Mas em estudos com animais, sendo o conhecimento do comportamento da vida inata e aprendida da espécie na sua forma natural, é possível o registro das alterações e variações dos comportamentos em virtude de aplicação de um estímulo condicionado. No qual o cientista pode gerar uma conexão lexical do comportamento do animal em virtude da interferência condicionada do meio sobre o seu sistema emotivo. De forma, por exemplo, que o nível de estresse de um animal pode ser mensurado.

Charles Darwin (1809 a 1882) em seu livro: ***A expressão das emoções no homem e nos animais*** foi pioneiro na visão ocidental do estudo científico das emoções em animais.

Darwin fez estudos comparativos de espécies em elementos como: a raiva, expressões faciais, movimentos corporais, ... Suas conclusões são que os seres vivos possuem um comportamento inato e um comportamento adquirido. As expressões inatas são conservadas ao longo dos processos evolutivos sofrendo efeitos adaptativos referente a especialização da espécie em se adaptar diante das necessidades de sobrevivência dos indivíduos de uma espécie, em que esses conhecimentos são repassados para a estrutura biológica dos indivíduos.

Mas para que a necessidade de um organismo biológico sofrer influência da emoção? Para a sobrevivência do indivíduo, para a sobrevivência da espécie, e, para a comunicação social.

Então se condicionam determinados comportamentos que necessitam que uma carga maior e energia sejam concentradas para ativar, por exemplo, estados de agressividade, para um caçador, que deseja conter a atitude de uma presa em fuga pela sobrevivência. Ou um indivíduo manifestar diante de uma fonte estressora taquicardia como um sinalizador para o grupo de que o contato direto com aquele material é prejudicial para o organismo da espécie. Ou demonstrar para outros indivíduos de outra espécie, num ato de comunicação que aproximar pode configurar um risco, por meio de um efeito sonoro que representa uma ameaça para quem deseja o contato mais perto. Os comportamentos emocionais também trafegam pela aproximação de indivíduos de mesma espécie como a escolha do parceiro para a procriação e perpetuação da espécie. A conquista da territoriedade muitas vezes é obtida também se utilizando de elementos interligados aos fatores emocionais, onde a disputa pode surgir elementos que se ligam a força, ao embate e a luta pela fixação no território.

Lent deixa claro que nos animais é muito comum a manifestação de raiva e medo que causam comportamentos de ameaça e fuga, percebidos pelos animais como essenciais para a gestão da sobrevivência.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [333] – Quais Emoções?**

Existem muitos tipos de reações que caracterizam o despertar das emoções humanas, entre elas podem ser destacadas: a raiva, o medo, a alegria, o choro, a tristeza, o amor, o ódio, o encantamento, a agonia, o desprezo, o pânico, a inveja, a consternação, a possessão, a dor, o egoísmo, a culpa, a vergonha, o orgulho, a excitação amorosa, acolhimento, amparo, abandono, saudade, angústia, solidão, prazer, bem-estar, satisfação, realização, ...

As emoções podem apresentar opostos bem definidos ou virem despareadas de um sistema antagônico e social de aprendizado da intensidade com que elas se apresentam no contexto cultural de uma civilização.

O valor pode despertar descrição subjetiva positiva ou negativa; ou neutra. Esta última geralmente de natureza idiopática. Podem provocar necessidades de reparo ou apenas se transacionar com situações que dependem da espera pela extinção do estado emocional quando o efeito da pulsão significar o esgotamento da carga de excitação aplicada ao comportamento de um indivíduo.

O efeito do reforço positivo ou negativo sobre o comportamento pode gerar vínculo com o elemento afetivo que poderá fazer com que o indivíduo se coloque na posição subjetiva da proximidade ou extinção do fenômeno ou evento que desperte novamente a sua carga emotiva.

O estímulo positivo desperta prazer em realizar uma atividade humana no uso da emoção, o estímulo negativo desperta desprazer e conecta o indivíduo a uma subjetividade de penalidade em desenvolver uma atividade humana.

Os comportamentos condicionados podem ser apetitivos ou aversivos. Então os seres humanos tendem a repetir e realizar repetidamente determinadas tarefas caso visualize uma recompensa e afastar o comportamento, e afastar a repetição do comportamento, que o impede de se realizar e compete, ocupando o seu tempo naquilo que não remete a uma estrutura de prazer.

O medo, a ansiedade e o estresse são emoções que se vinculam ao prazer e ao desprazer. Por exemplo: o medo orientado para alguém que se diverte em uma montanha russa remete a produção de um estado de prazer (positivo); agora o medo de alguém que tenha contato com um rato em sua residência de forma inesperada pode resultar em um sentimento de aproximação da morte em virtude de conhecimento ativado pela lembrança de que o animal seja transmissor de doenças (negativo). A ansiedade em sua forma benéfica pode auxiliar uma mulher em trabalho de parto para saber a hora exata em que as contrações devem dar passagem ao bebê pela comissura vaginal. E o estresse na sua forma positiva é chamado de Eustresse e na sua forma negativa que é prejudicial a um indivíduo por gerar afetação negativa é chamado de Distresse.

O sentido que se indexa o sistema emocional ao amor e à amizade é mais intenso para o comportamento com efeito positivo, por isto sua visualização é considerada mais benéfica e é constantemente sinalizada como objeto de ser repetido como reforço positivo dentro de uma civilização.

Porém, existe uma tendência natural dos indivíduos se conectarem com maior vigor, constância e tempo de ocupação mental com os elementos que despertam emotividades negativas devido a necessidade de reparo para a continuidade da existência. É um mecanismo natural em que um indivíduo se funde para administrar o retorno de sua estabilidade para que sua configuração mental volte a ser orientada para o seu estado de conservação.

A emoção classificada como positiva, negativa ou neutra representa estados de valência. Quando a classificação da complexidade pode ser descrita como primárias ou básicas, secundárias e emoções de fundo.

As emoções básicas são aquelas inatas, ou seja, que nascem junto com o indivíduo de uma espécie. Exemplos: alegria, tristeza, medo, nojo, raiva, surpresa, ...

As emoções secundárias dependem do contexto social, da força do aprendizado dentro da espécie após o nascimento. Exemplo: culpa, vergonha e orgulho. (emoções morais)

As emoções morais não são absolutas, pois elas possuem influência e reação de acordo com cada cultura, e a forma com que os indivíduos se projetam no relacionamento iterativo dentro da sociedade. Geralmente envolvem muitos fatores de ordem social como origem social, condições de vida, local onde vive, faixa etária, escolaridade, ...

Antônio Damásio definiu as emoções de fundo como estados gerais de bem-estar ou mal-estar, de ansiedade ou apreensão, de calma ou tensão. Onde a emoção se estabelece de modo contínuo por um tempo, e geram uma influência sobre as emoções de outros tipos. Seus estados são relacionados ao conjunto das informações do corpo veiculados no cérebro constantemente, que ativam, conforme Lent, o sistema somestésico interoceptivo ou protopático.

A natureza das emoções não existe de forma independente. O ser humano é por natureza complexo emocionalmente.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [334] – A Expressão das Emoções**

A atração de uma pessoa por outra pode ter como efeito a aceleração dos batimentos cardíacos, onde está em evidência um jogo de atração que o indivíduo ao perceber o corpo da pessoa amada em sua proximidade desperta um sentimento em que o desejo de estar unido, gera dentro da mente humana a sensação de atração, no qual este indivíduo passa a se guiar por esta lei.

Existem manifestações fisiológicas positivas, negativas e neutras. Geralmente manifestações fisiológicas positivas possuem componentes ativos de sensações ativas diferenciadas de manifestações fisiológicas negativas. As manifestações negativas são seguidas de uma elevação de tensão em que um aspecto evidenciado causa um distresse (estresse negativo) ao organismo, ligadas a fluição de desprazer e mal-estar, enquanto as manifestações positivas trazem componentes que as estruturas evidenciadas despertam sensações de eustresse (estresse positivo), ligadas a fluição de prazer e bem-estar.

Os correlatos fisiológicos de uma emoção são essenciais para a definição do tipo de subjetivação pode caracterizar o despertar de um comportamento humano.

A expressão da emoção possui um padrão característico para cada indivíduo e seu caráter emocional faz com que cada pessoa disponha de uma nuance própria e individualizada.

Emoções surgem a partir de respostas autonômicas, comandadas pelo sistema nervoso autônomo, elas variam com o tipo de cada emoção, e também das características de um indivíduo.

Não existe um caráter matemático da expressão das emoções. A intensidade de um efeito que um evento possa repercutir em uma pessoa não significa que outra pessoa exposta dentro do mesmo tipo de delimitação do espaço venha também ser desencadeada a mesma resposta em nível semelhante ao percebido em outra pessoa.

As respostas autonômicas emocionais podem envolver o sistema cardiovascular, o sistema respiratório, o sistema digestório, o sistema urinário, o sistema endócrino, e o sistema imunitário.

Da mesma forma que as emoções fornecem respostas autonômicas elas também podem fornecer respostas motoras. As respostas motoras podem ser estereotipadas (de natureza reflexa).

Diante o desencadeamento de uma ação são inúmeras formas de reação que uma pessoa pode se envolver como resposta a um comportamento: como choro, riso, delírio, correria, euforia, fantasia, elucubração, gesticulação, ...

Formas motoras de emoção podem demonstrar a aptidão de um indivíduo para manifestar energia e bem-estar, e, ou, depressão (emoções de fundo).

Um dos mais importantes sinalizadores da emoção é a expressão facial. O estudo facial ganhou muitos adeptos desde a introdução dos estudos de Charles Darwin sobre o comportamento das espécies.

No século XIX, Guillaume Duchenne de Boulogne foi pioneiro em empregar a estimulação elétrica para estudos fisiológicos e a documentar por meio de fotografia os resultados obtidos.

As respostas emocionais imediatas são aquelas geradas após a emissão de um estímulo disparador de ordem autonômica ou comportamental.

Quando o organismo não vai bem a duração da emoção pode se prolongar e até se tornar crônica. Isto ocorre por falha do sistema disparador que permanece ativo ou por algum tipo de distúrbio afetivo correlacionado com outra área do organismo humano.

As respostas prolongadas ocorrem pelo envolvimento de hormônios e do sistema imunitário.

No caso do estresse e da ansiedade, o comportamento que desperta o medo crônico pode gerar prejuízos para o organismo, como úlceras gástricas, gastrite ou elevação da pressão. O efeito prolongado ao fator estressante pode levar até uma pessoa para um infarto do miocárdio ou acidente vascular encefálico.

Na depressão endógena, a insurgência da tristeza crônica sem causa definida pode abreviar a vida de uma pessoa que não consegue lidar com os sentimentos despertados.

O estudo da base neurobiológica pelos psicofisologistas prima-se pelo uso de indicadores comportamentais e fisiológicos das emoções.

Os experimentos são orientados para ter um grupo de controle e um grupo de análise, a fim de contrastar indivíduos (animais) sadios com os indivíduos que apresentam lesões em áreas específicas e selecionadas. Mas os indicadores comportamentais podem ser utilizados também para o estudo comparado em seres humanos.

Eliane Volchan utiliza diversos indicadores como a sudorese da palma da mão avaliada pela medida física conhecida como condutância elétrica cutânea que é elevada quando uma pessoa está suando. Outra medida é da atividade cerebral através dos movimentos elétricos, na geração de imagens de ressonância magnética funcional. Outro indicador pode ser o tempo de reação para acionar um botão com a apreensão da imagem funcional que está contido o disparo de uma emoção.

A resposta galvânica da pele mede a elevação da condutância cutânea quando a sudorese se eleva. Esta técnica é utilizada como um detector de mentiras, porém o uso jurídico individual ainda é bastante discutido. Porque uma pessoa que seja culpada pode ter um autocontrole tão elevado que não desperta sudorese no ato de falsear um depoimento.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [335] – Teorias das Emoções**

William James (1842 a 1910) foi pioneiro na elaboração de teorias sobre as emoções e também Carl Lange (1834 a 1900). Esse primeiro modelo proposto pelos dois relata que as emoções não existem sem manifestações fisiológicas e comportamentais. A resultante do despertar das manifestações fisiológicas e comportamentais era a experiência emocional subjetiva. O modelo atribuía as manifestações fisiológicas, uma informação retroativa, que despertava o estado interior correspondente. Assim era o mesmo que sinalizar que uma pessoa desperta tristeza, em seu estado normal, apenas quando o choro desperta previamente. Sendo o choro o indutor do estado interior emocional. Cruzeiro levanta a tese de que em parte essa afirmação pode ser verdade, mas não é universal para todos os casos.

Assim diante de uma expressão facial provocada, para a manifestação subjetiva, os estímulos encaminhados através dos argumentos faciais devem indicar ou sinalizar para as áreas percentuais um tipo de aproximação de informação que irá sintetizar a expressão do comportamento ligada a emoção que mais se aproxima dos materiais colhidos.

Experimentos do tipo, que sinalizam a uma pessoa que faça uma cara de medo, não geram todos os componentes para a ativação facial em que o medo possa ser percebido. Este tipo de experimento serviu de fundamentação teórica para derrubar integralmente a teoria de James e Lange, que no parecer de Cruzeiro, não está completamente equivocada.

Uma segunda teoria propõe o sistema nervoso central como causador em paralelo da experiência subjetiva emocional e de suas manifestações fisiológicas e comportamentais. A teoria foi projetada por Walter Cannon (1871 a 1945) e Philip Bard (1898 a 1977) para isto foram utilizados gatos adultos que tiveram os seus cérebros transeccionados, onde o hipotálamo posterior do córtex cerebral e demais partes do diencéfalo foram separadas. A consequência sobre os animais lesados é que deixaram de ser pacíficos e passaram a concentrar alta agressividade (pseudorraiva) nos menores comportamentos em que um agente estressor fosse adicionado dentro do contexto do animal. Esta teoria postulou que o hipotálamo posterior por meio de conexões descendentes são responsáveis pelas reações emocionais e o hipotálamo é inibido pelo córtex e o tálamo. O que é uma teoria parcialmente verdadeira conforme frisa Lent. De certa forma a agressividade também é uma componente emocional, o que significa dizer que o corte das fibras privou o hipotálamo de receber aferentes que ajudavam este órgão a controlar um tipo de intensidade do estímulo que gerasse equilíbrio para a manifestação de uma emoção. Então o cérebro transeccionado dos gatos, apenas era capaz de corresponder ao estímulo inócuo sem que comandos de controle pudessem estabelecer um nexo causal com a situação conflito externa que deixou de ser percebida pelas vias neurais de comunicação.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [336] – Neurônios Emocionais: o Sistema Límbico**

As bases neurais das emoções começaram a ser elucidadas a partir da Teoria de Cannon-Bard. A possibilidade de geração de grande destaque nas neurociências para a descoberta das regiões neurais e seus mecanismos envolvidos na emoção atraiu uma grande quantidade de profissionais.

James Papez (1883 a 1958) reformulou a ideia de “centros” isolados de coordenação emocional para a concepção de “sistema” ou circuito, no qual era possível perceber regiões associadas, onde vários aspectos eram percebidos: sentimentos, reações comportamentais, e, ajustes fisiológicos.

A revisão da literatura desta época por Papez o fez descobrir e perceber que essas regiões eram conectadas circularmente. Era possível destacar uma rede neural que foi batizada pelo nome de circuito de Papez, que anos mais tarde mudou de nome para sistema límbico definida por um conjunto de regiões localizadas, onde a maioria deles está na face medial dos hemisférios e no diencéfalo.

O circuito de Papez como foi percebido era formado pelo córtex cingulado, o hipocampo, o hipotálamo, e os núcleos anteriores do tálamo. E posteriormente outras regiões foram adicionadas por neurobiólogos.

O córtex cingulado recebe projeções das áreas corticais associativas que dentro desta teoria formaria as bases da experiência subjetiva da emoção. Logo, ao circuito foi adicionado a amigdala. E concluiu-se que o hipocampo não era um mecanismo neural determinante para a ativação de uma emoção, mas sim um poderoso consolidador da memória explícita inclusive as que trazem conteúdos emocionais. Descobriu-se que a amigdala é um verdadeiro botão de disparo que desperta os mecanismos neurais para a ativação da emoção, pois ela controla as manifestações fisiológicas que acompanham as emoções. A tarefa é realizada pelos sistemas: autônomo, endócrino e imunitário. Lent afirma que algumas manifestações comportamentais foram atribuídas ao hipotálamo. Em 2012 ainda não se sabia bem ao certo a participação nas emoções do grupo de núcleos anteriores do tálamo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [337] – Morrer de Medo, Viver com medo: o Indivíduo com Medo**

Por que o medo aflora? Geralmente existe uma causa, que desperta uma subjetividade que tem por base algum elo racional. Conforme Lent argumenta é prova de que existem estímulos específicos que despertam e produzem o medo.

Geralmente o medo caracteriza por se focar sobre um referencial, que pode ser um objeto ou o objeto ser a própria pessoa. O objeto se insere em um contexto. Então existe uma conjunção de fatores dentro do contexto que desperta a situação de medo.

Quando um fator inesperado num dado momento é ativado, seja o exemplo, um ruído agudo e estridente que se rompe velozmente, este fator não gerenciado pelo pensamento pode interpretar o elemento como sendo uma ameaça, que o deslocamento sensorial abrupto sobre o objeto que deslocou a focagem da atenção, recebe atenção demasiada a fim de ser interceptado e interpretado. Essa tensão existente dentro do contexto, por exemplo, sob este elemento sonoro, desperta o sentido de estiramento da tensão arterial no qual pode gerar o efeito de um indivíduo se contorcer com uma leve extensão muscular dos pés que eleva o corpo, é de fato um ajuste perceptivo para a compreensão do espectro do estímulo ainda não incorporado e não identificado. Se o sistema límbico, responsável pela emoção, e as áreas corticais e somatotópicas sinalizarem que o elemento percebido existe uma vivência interna que o conecta a percepção deste objeto como elemento estressor, o medo pode ser desencadeado com outras reações como arrepio, entoações vocálicas de espanto, sensação de frio intenso ou de forte aquecimento, tremor, aceleração da respiração (dilatação das vias aéreas), aumento da oxigenação do sangue, cessão do peristaltismo digestivo, sudorese, piloereção, aumento dos linfócitos circulantes, acúmulo de glicose e palpitações sobre os batimentos cardíacos (vasoconstrição cutânea).

Quando o medo é desencadeado sobre si mesmo independente do contexto é chamado medo incondicionado.

Um exemplo típico de medo pode ser um corpo se deslocar em um ambiente-contexto ausente de luz. Essa escuridão cria a condição de ausência de referentes, devido a falta da referência visual. Uma pessoa que dependa desta faculdade e que não esteja habituada a viver sem os estímulos visuais, pode perceber como ameaça a aproximação de um elemento que não possa ser identificado na sua proximidade.

Mas o medo pode surgir não somente de uma situação de ameaça, como partir de uma relação associativa em que um aviso possa ser despertado como um sentido de alerta ou necessidade de fuga ou reparação do agente que possa colocar a vida em perigo e vir a repercutir como uma ameaça.

Lent explica que seres humanos possuem medos implícitos cuja razão é desconhecida pela pessoa, ou seja, não se aflora consciência para estabelecer um nexo causal.

O medo quando é rápido ou passageiro é conhecido como susto ou sobressalto. E quando o medo é mais lento e duradouro pode ser percebido como pânico ou tremores.

Quanto ao fator de presença o estímulo que provoca o medo, pode estar no ambiente, pode ser intrínseco ao indivíduo, pode ser virtual e estar deslocado do contexto e da percepção presente do indivíduo.

Quando o medo é muito prolongado pode gerar a ativação do sintoma de estresse ou um estado de tensão permanente que é uma forma de emoção chamada de ansiedade.

A degradação da ansiedade pode levar um indivíduo a um quadro patológico que causa condicionamento a percepção de uma sensação de desastre e morte eminente, sem identificação externa conhecida como síndrome de pânico.

A intensidade de atuação do medo em uma situação normal é uma medida que está entre o sobressalto e a ansiedade.

De certo modo os sistemas sensoriais se conectam com o medo. Este também envolve atos comportamentais e manifestações fisiológicas. O medo é uma das expressões da emoção. O medo se indexa também a eferentes motores e viscerais.

Ativar o medo exige comportamentos de luta e fuga, em que ameaças podem ser detectadas, neste estado um indivíduo se torna extremamente alerta e entra em uma postura defensiva, podendo a musculatura do tronco sofrer tensão.

A agressividade despertada após o medo pode ser uma reação natural de defesa e preparação de um animal ou pessoa para um ato de fuga a fim de preservar a vida. E tem uma posição de sinalização que indica um tipo de disposição para o enfrentamento.

O medo é acionado pelo sistema simpático do sistema nervoso. As regiões eferentes envolvidas são o sistema motor somático e o sistema nervoso autônomo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [338] – Neurobiologia do Medo**

O circuito de Papez pode ser usado para explicar em parte o surgimento do medo. Além desta área observou-se mais tarde a existência de outros componentes que também atuam na produção do medo.

A amigdala funciona como uma estrutura de disparo das reações emocionais, ela pertence ao lobo temporal e recebe o nome de complexo amigdaloide porque reúne três grupos distintos: o grupo basolateral; no grupo central; e, o grupo corticomedial.

O grupo basolateral recebe extensas projeções das áreas associativas visuais e auditivas dos lobos occipital e temporal e das áreas associativas multissensoriais do lobo parietal. Também, esse grupo recebe projeções do tálamo auditivo e visual e há indivíduos que recebem aferentes também do tecto mesencefálico. Essas conexões capacitam a amígdala a partir do grupo basolateral a receber estímulos causadores de medo. Este grupo de neurônios recebe projeções do grupo central (saída do complexo);

O núcleo central se conecta com o hipotálamo e os núcleos bulbares responsáveis pelo desencadeamento de manifestações fisiológicas do medo. Também se conecta com a glísea periaquedutal que é uma região do mesencéfalo, organizadora das reações comportamentais correspondentes.

O bulbo e o córtex olfatório encaminham feixes de fibras para o grupo corticomedial onde existe um forte indício de envolvimento com os comportamentos sexuais.

Sons intensos e súbitos sombras grandes que se movem no campo visual não reconhecíveis ao chegar na amigdala pelas vias sensoriais com a participação do tálamo e do tecto mesensefálico podem despertar sensações de medo.

Os estímulos mais complexos primeiros são analisados no córtex cerebral para depois serem encaminhados para a amígdala. Os estímulos auditivos, primeiro são analisados no córtex do giro temporal superior e adjacências. Os estímulos visuais são analisados primeiro pelo córtex inferotemporal e regiões associativas do lobo temporal medial. Situações sociais são avaliadas através da amígdala pelos córtex pré-frontal e cingulado. A amígdala fornece uma gradação evolutiva para constituintes estereotipados a um grande número de vertebrados, propiciando a condição de geração de reações variáveis e adaptativas comuns aos seres humanos.

Joseph LeDoux realizou pesquisas em ratos no pareamento condicionado de som com choque elétrico. Nos primeiros instantes em que o som é projetado o animal passa a perceber o ruído e a condicionar o ruído com o desencadeamento do choque sem manifestar reações emocionais. À medida que as intensidades do choque se acentuam os animais ao perceberem o som já manifestam temor (reação de congelamento comportamental) pelo choque que o experimento se condiciona a manifestação seguinte. Esse experimento em animais permitiu que se chegasse a conclusão desta manifestação como medo condicionado, que é percebido pelo aspecto do animal permanecer imóvel, apresentar taquicardia e taquipneico, em que se espera o choque elétrico eminente.

Os estímulos que chegam até a amígdala central são responsáveis por ativar os circuitos de comando do sistema nervoso autônomo, endócrino e imunitário, ativar os núcleos e as vias descendentes do sistema motor no tronco encefálico e ativar os sistemas ascendentes difusos do tronco encefálico. Cuja consequência é o ajuste fisiológico para o medo e reações comportamentais correspondentes, reações de alarme.

A memória também é utilizada além do disparo das manifestações fisiológicas e reações comportamentais correspondentes desencadeadas pela amígdala nas reações que envolvem o medo.

O medo condicionado, como Lent frisa, é uma forma de memória implícita, dependente estritamente do funcionamento da amígdala. Este último, os circuitos geram sinapses capazes de plasticidade como a potenciação de longa duração.

Outra função da amígdala é a modulação da memória explícita para geração de estímulos emocionais relevantes. Elas surgem pelas conexões do complexo amigdaloide com o córtex que se projeta em torno do hipocampo.

As emoções expressas na face e nos gestos corporais por meio de interação entre pessoas são geridas pelas conexões da amígdala com o córtex pré-frontal

A interpretação funcional dos gestos humanos é essencial para a vida emocional, necessária para o planejamento dos comportamentos e ações. É um componente fundamental para uma tomada de decisão que dependa de uma avaliação emocional.

A razão é utilizada essencialmente pelo córtex pré-frontal e as emoções é modulada de acordo com o comportamento pela função de necessidade de um organismo.

O aplanamento emocional, ou a emoção rasa ocorre quando uma lesão no córtex pré-frontal ventromedial e no córtex orbitofrontal é observada, em que a reação sintomática presenciada é a incapacidade de sentir as emoções e de utilização para a tomada de decisão.

A personalidade afetiva surge de um padrão de funcionamento das regiões que regulam as emoções descritas anteriormente. Lent traz uma informação interessante de que no hemisfério direito processa mais eficientemente emoções negativas e, no hemisfério esquerdo emoções positivas.

Lent expõe um quadro com informações de experimentos de animais e as reações de medo:

Região: Amígdala

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição completa das reações de medo.

Efeito da estimulação: Reações comportamentais e autonômicas.

Região: Hipotálamo lateral e medial

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição de resposta pressora

Efeito da estimulação: Taquicardia, palidez, medríase, aumento da pressão sanguínea.

Região: Grísea pariaquedutal

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição da reação de congelamento a estímulos nociceptivos.

Efeito da estimulação: Congelamento.

Região: Tecto mesencefálico

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição de reação de congelamento a estímulos visuais e auditivos.

Efeito da estimulação: Congelamento.

Região: Tegmento mesencefálico

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição do alerta comportamental.

Efeito da estimulação: Alerta comportamental e dessincronização do EEG.

Região: Formação reticular pontina

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição da reação de sobressalto ou choque.

Efeito da estimulação: Aumento de sobressalto ao choque.

Região: Núcleo parabranquial do tronco encefálico

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição da elevação da frequência respiratória.

Efeito da estimulação: Aumento da frequência respiratória.

Região: Núcleos motores do trigêmeo e do facial

Efeito da Lesão ou Desconexão com a Amígdala: Abolição das expressões faciais de medo.

Efeito da estimulação: Movimentos faciais.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [339] – Ansiedade e Estresse**

Os efeitos do medo provocado por estímulos repentinos são mantidos por um certo tempo para logo desaparecer. Pode ocorre desse medo se tornar crônico se ele passar a repercutir de forma repetitiva pela presença do estímulo incondicionado perto do indivíduo, ou, porque os efeitos condicionados prolongam os efeitos iniciais; ou, devido ao desenvolvimento de uma expectativa de perigo ou ameaça projetiva. Esse medo crônico pode dar origem ao estresse, como também, à ansiedade.

Nas neurociências a palavra estresse é utilizada quando se pode identificar uma causa geradora de um medo crônico. O uso do conceito ansiedade nas neurociências, significa estado de tensão ou apreensão cujas causas não são necessariamente produtoras de medo, mas geradora de uma expectativa de alguma coisa que se projeta psicologicamente no desejo de um indivíduo de acelerar o seu fazimento.

Estresse e ansiedade são reações normais até o ponto que não eclode processos de dor e sofrimento em um indivíduo. Quando esses sintomas já estão habituados e são recorrentes ocorre ansiedade patológica generalizada, podendo desencadear sobre um indivíduo até síndrome de pânico e fobias.

Na ansiedade generalizada, indícios fortes e perenes de tensão constante sem causa aparente se apresentam no organismo, onde outros tipos de disfunções orgânicas podem aparecer.

O mecanismo do medo, na síndrome de pânico, desencadeia uma forte ansiedade, onde por um período médio de uma hora, em crise, o indivíduo passa a temer com bastante vigor um objeto em seu ambiente que lhe conecta com sensação de desastre e proximidade da morte.

As fobias se caracterizam pelo medo nomeado a um objeto específico que se retém na lembrança através da memória uma experiência que se julga bastante desagradável; outras manifestações comportamentais e fisiológicas de medo podem manifestar em grande intensidade quando uma fobia é despertada.

A ansiedade e estresse afetam os sistemas nervoso autônomo, sistema endócrino e sistema imunitário. Devido este acionamento de vários sistemas os processos desencadeados tendem a repercutir mais e a serem mais duradouros.

O sistema nervoso simpático por exemplo, pode ativar a taquicardia, taquipneia, sudorese, piloereção, estimulação da medula da glândula adrenal (que secretam adrenalina e noradrenalina). A funcionalidade da glândula adrenal é de acentuar e prolongar as manifestações fisiológicas geratrizes de ansiedade e de estresse. Quando os processos do período anterior eclodem o hipotálamo passa a secretar hormônios que liberam o hormônio adrenocorticotrófico – ACTH – que aciona o sistema endócrino e aciona o córtex adrenal liberando sistemicamente hormônios glicorticoides de ações metabólicas para várias células do corpo humano, e se transformam em diversas moléculas orgânicas em açúcares (glicose e glicogênio) cuja armazenagem é no fígado e corresponde a formação de energia.

Os glicocorticoidades têm ação anti-imunitária e anti-inflamatória e é responsável por provocar queda da resistência às infecções.

A bactéria Helicobacter que surge com o processo de ansiedade pode gerar úlceras em pacientes estressados crônicos, onde geralmente essas são combatidas pelo sistema imunitário. A cronicidade da ansiedade pode levar uma pessoa a manifestar doenças respiratórias e cardiovasculares, onde este último pode levar ao infarto do miocárdio.

A validação de um modelo experimental de ansiedade depende do emprego de drogas ansiolíticas (ex. benzodiazepínicos) em cobaias, ou outras drogas em virtude da observação de um tipo de lesão específica.

Descobriu-se uma forma de paralisar o comportamento de um animal, a partir dos experimentos, em situações de medo pela percepção do congelamento do comportamento do animal numa situação de estresse ou perigo, o envolvimento das vias serotoninérgicas e noradrenérgicas cuja origem é o tronco encefálico.

O sistema de inibição comportamental é formado pelos núcleos da rafe mediana (serotoninérgicos) e o locus ceruleus (noradrenégicos) com a área septal e o hipocampo, onde se postulou que a hiperativação destas vias gera ansiedade em que os efeitos sinápticos serotoninérgicos e noradrenérgicos no circuito de Papez são responsáveis por este mecanismo. Os benzodiazepínicos inibem a taxa de renovação desses neurotransmissores e atuariam em conjunto em sistema de regularem e controle no circuito de Papez.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [340] – Medo: uma Função Hipotalâmica?**

O Professor-titular do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo Newton Canteras fala em seu artigo que as teorias atuais sobre as respostas de medo tiveram como base o trabalho de Robert Bolles (1928 a 1994) que parte do princípio da limitação da reação de animais para diversos tipos de ameaças, em que respostas de fuga ou imobilidade são observadas em praticamente todos os animais.

As bases neurais destes estudos fundamentam-se em paradigmas experimentais de condicionamento pavloviano. As descobertas são geradas pelo pareamento de estímulos incondicionados (ex.: choque) com estímulos condicionados (ex.: som propagado repetitivo).

Assim todas as manifestações de medo foram descritas a partir de um sistema unitário do paradigma do medo condicionado cuja organização neural atua com o funcionamento nodal da amígdala que atua como elo do processamento dos estímulos ameaçadores e a organização das respostas comportamentais, autonômicas e neuroendócrinas.

Doutor Canteras concentrou seus estudos nas respostas de medo e ansiedade. E contou muito com a colaboração de Robert Blanchard e Caroline Blanchard. Estes trabalhos permitiram investigar os sítios neurais mobilizados na situação de estresse e ansiedade, utilizando a expressão da proteína Fos como marcador da atividade neural.

Na situação de fuga e congelamento de um animal experimental ocorria a ativação do grupo de estruturas hipotalâmicas formado pelo núcleo anterior do hipotálamo, a parte dorsomedial do núcleo ventromedial, e o núcleo pré-mamilar dorsal. Estes núcleos formam o circuito hipotalâmico de defesa cujo mecanismo é fundamental para a expressão de medo frente a um predador. Uma lesão no núcleo pré-mamilar reduz muito as respostas de congelamento motor e fuga em ratos expostos a um gato, conforme relata Lent. E também reduz o confronto direto com animais dominantes da mesma espécie.

Estes estudos apontam a importância da amígdala na percepção da ameaça predatória ou de visualização de um dominante da mesma espécie. O aprendizado, ou seja, a ameaça natural, quando percebida, é transmitida ao hipotálamo, interligando respostas de medo através do tronco encefálico pela glísea periaquedutal.

As lesões do núcleo central da amígdala não atenuam as respostas de medo em animais colocados frente a um predador.

A função utilidade de uma resposta de medo é de estímulo à proteção e preservação da integridade devido as ameaças percebidas na natureza, que é um comportamento essencial para a sobrevivência, tão importante quanto aos comportamentos alimentares e de ingestão hídrica, sexuais e reprodutivos, assim como o medo, são também organizados pelo hipotálamo.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [341] – Da Raiva à Agressão**

As reações de medo podem ser seguidas de fuga ou ataque. O ataque é um tipo de comportamento de agressividade de natureza defensiva e tem como característica romper estados imprevistos, céleres e dinâmicos a fim de confundir uma presa, barulhento e gestual. A necessidade de defesa requer afugentamento de um oponente, por isto os animais vocalizam a manifestação de seu delírio de agressão ao passo que trabalham de forma conjugada com expressões faciais que ativam a percepção de medo num alvo específico formando um conjunto de comportamentos estereotipados de defesa.

Lent deixa claro que o ataque defensivo difere do ataque ofensivo. A vocalização de um ataque ofensivo é de base silenciosa. Neste caso os gestos e expressões são contidos e o ataque é um evento frio e mortal que canaliza geralmente o pescoço de uma vítima. Porém alguns ataques ofensivos podem ser precedidos de grande quantidade de gestos e expressões faciais, a fim de provocar a imobilização de uma presa para facilitar a captura quando a característica de imobilização é dominante em uma espécie.

Os seres humanos perderam, em relações a outras cadeias animais, o vínculo mais próximo com a agressividade para manter a sua sobrevivência biológica. Porém, fatores históricos de conflitos e guerras apontam para um grande quantitativos de indivíduos que desenvolveram a agressividade como forma de comportamento ligado a necessidades e desejos diante da plataforma de sobrevivência. Parece que existe uma relação nos seres humanos de nível de escassez econômica com elevação dos níveis de agressividade.

Existem mecanismos neurais preservados nos homens comuns a outras espécies animais.

Um comportamento de agressão ou ataque é chamado de raiva e está correlacionado ou medo mesmo que seja um componente subjetivo de sustentação ou superado que sofre manifestações comportamentais e ajustes fisiológicos correspondentes.

As reações naturais para a manifestação focada na atenção do medo e da raiva diferem uma da outra. O medo desencadeia comportamentos de necessidade de amparo, e a raiva desencadeia comportamentos de necessidade de invasão de um zoneamento em relação a outro objeto (pessoa, ser, instrumento, matéria, pensamento).

A expressão facial e os gestos de medo e raiva também diferem no padrão de comportamento. O tipo de correlação que Lent estabelece com os dois tipos de comportamentos humanos é que geralmente o desencadeamento do medo pode gerar em seguida o desencadeamento de um comportamento de raiva, onde o primeiro é um tipo de motivação, visto como um botão de iniciação que move a necessidade do indivíduo despertar para um embate, mesmo que signifique um método de defesa.

As manifestações fisiológicas comuns no medo e na raiva são: aumento da frequência cardíaca, aumento da frequência respiratória, aumento da pressão arterial, aumento da oxigenação do sangue, piloereção (arrepio) e sudorese. A micção pode ocorrer na ativação de um medo, mas na raiva geralmente este mecanismo não é ativado.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [342] – Neurobiologia da Agressão**

A pseudorraiva em gatos a partir do hipotálamo posterior desconectado nos experimentos de Philip Bard na década de 1920 possibilitou o avanço sobre os conhecimentos da raiva e da agressão no qual foi descoberto o papel do hipotálamo como estrutura-chave na emoção dessa expressão de comportamento e suas características fisiológicas.

O uso de eletródios para a estimulação elétrica do hipotálamo possibilitou a coleta de informações em animais que exibia reações características da pseudorraiva que cessavam imediatamente após a interrupção de uma estimulação. O ataque ofensivo era produzido por estimulação do hipotálamo posterior lateral; e o ataque defensivo era produzido por estimulação do hipotálamo posterior medial.

Em 1930 o interesse dos pesquisadores passou a se concentrar sobre a amígdala. Os principais expoentes destes estudos eram: Heinrich Kluver (1897 a 1979) e Paul Bucy (1904 a 1992) que avaliaram inicialmente as funções do lobo temporal, estudaram macacos altamente agressivos e realizaram uma extensa ablação bilateral em seus cérebros, a consequência sobre o animal era o não reconhecimento dos objetos, masturbação excessiva, indiferenciação para a postura do gênero sexuais de outros animais, tornou-se pacífico e amigável, estes comportamentos foram transformados em uma síndrome que ficou conhecida pelo nome de Kluver-Bucy e confirmada posteriormente em outros macacos.

Estudos posteriores de lesões conseguiram isolar os sintomas. Descobriu-se que os déficits de percepção visual de objetos são causados pela remoção do córtex inferotemporal, e a diminuição da agressividade ocorre pela remoção isolada da amigdala. A mesma síndrome anos mais tarde foi identificada em pacientes humanos com lesões no lobo temporal.

John Downer na década de 1960 realizou experimentos mais diretos com a influência da amígdala. Os macacos de Kluver e Bucy, conforme Lent, tiveram uma das amígdalas removidas e o quiasma óptico foi transeccionado. Observou-se que colocar um tapa-olho do lado lesado em que a amígdala havia sido removida, gerava grande aflição e agressividade nos animais. Mas se colocar um tapa-olho do lado em que não havia extração do órgão o animal continuava pacífico. Então se descobriu que o complexo amigdaloide é um botão de disparo da raiva e a conexão com o hipotálamo é a via de saída para as reações correspondentes.

A amígdala central (participa nos comportamentos de medo, especialmente a ansiedade) e o hipotálamo estão conectados com a grísea periaquedutal (coordena o comportamento de ataque defensivo de medo). O hipotálamo posterior medial conecta-se à glísea periaquedutal; o hipotálamo posterior lateral conecta-se com a área tegmentar ventral (ataque ofensivo típico da raiva).

Nas regiões mais mediais do hipotálamo, alguns núcleos participam do controle neuroendócrino responsável pelo controle hormonal. Geralmente os machos possuem agressividade maior que fêmeas. Por isto tais estudos correlacionaram níveis circulantes de androgênios como a testosterona com níveis de agressividade. Na puberdade indivíduos possuem níveis elevados de testosterona e também agressividade na maioria das espécies. A castração de machos reduz a agressividade, mas a administração não natural de testosterona devolve o nível padrão de agressividade. Existem receptores de androgênios no hipotálamo de animais machos.

Estudar estes mecanismos nos seres humanos é mais complexo porque existem efeitos de influências hormonais e de influências sociais. O indício de que os androgênios como a testosterona influenciam níveis de agressão em seres humanos é que o uso de asteroides anabolizantes por atletas do sexo masculino e feminino além de aumentar a massa muscular colabora para elevação dos níveis de agressividade.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [343] – A Agressividade entre a Biologia e a Sociedade**

A evolução do contexto de defesa, dos recursos da sobrevivência, reprodução e fixação territorial moldou o comportamento social para compor níveis de evolução de fatores de agressão entre indivíduos.

Os ataques são característicos do comportamento de defesa tanto de animais invertebrados, quanto em animais vertebrados.

O comportamento agressivo conhecido como reativo-explosivo no qual estudou Emilie Rissman percebeu que a agressividade em camundongos machos comparados com fêmeas de mesma espécie, em animais geneticamente manipulados, possibilitou a conclusão que a agressividade em machos depende de pelo menos um gene presente no cromossomo Y (Sry) e um gene nas fêmeas chamado de (Sts) que está neste último caso no cromossomo X.

O emprego de células neurotransmissoras como a serotonina pode ser fundamental para explicar a transmissão de informação entre neurônios na ativação de genes que possam despertar a agressividade em um indivíduo.

A síntese da serotonina ocorre no tronco encefálico nos núcleos de rafe, neste local fibras ascendem às regiões superiores para o córtex cerebral a fim de formar circuitos com função controladora de gatilho dos comportamentos. Nestas regiões a serotonina é reconhecida por receptores pós-sinápticos específicos.

O bloqueio do comportamento agressivo disparados pelas regiões mais baixas ocorre quando uma transmissão sináptica serotonérgica é ativada no córtex.

O despertar da razão colabora para frear o impulso da emoção contida dentro de seu constituinte, no qual fatores sociais como educação, diálogo e compreensão contextual entre os seres humanos são decisivos para a geração de um entendimento que tire um indivíduo de um ciclo de agressividade.

Em camundongos os mais agressivos possuem baixa concentração de serotonina no cérebro. O que impede o refreio do ataque. Quando são tratados com drogas que inibem a síntese, transporte e eliminação de serotonina o comportamento destes camundongos ficam mais agressivos.

Em seres humanos pessoas muito agressivas possuem níveis baixos de serotonina no cérebro, nas regiões que foram associadas tais informações presentes nos animais. Muitos tratamentos de psicopatia são a base de medicamentos agonistas da serotonina a fim de conter níveis elevados de agressão. Existe uma relação biológica característica da manifestação do impulso que gera agressividade. Mas ainda deve ser levado em consideração o papel modulador do ambiente.

Avshalom Caspi em 2002 analisou a presença de genes que produzem certas enzimas que desativam neurotransmissores, em pessoas que sofreram agressões na infância, houve o estudo da personalidade e história de vida dos pacientes, onde foram coletadas as informações de transgressões com violências no decorrer da trajetória de vida.

O experimento acima havia um grupo de controle e um grupo com padrão alterado. Verificou-se que os indivíduos transgressores haviam sofrido maus-tratos quando criança. E sua configuração genética possuía pouca produção de enzimas cerebrais.

A evolução deste experimento identificou que a exposição excessiva a filmes violentos na TV influi negativamente sobre a ativação do lobo frontal (que controla os comportamentos agressivos).

Concluiu-se que o ambiente social muito influencia o caráter violento e transgressor em um indivíduo adulto, principalmente se o perfil genético é suscetível ao desenvolvimento da agressividade ou a comportamentos inapropriados.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [344] – Emoções Positivas, Prazer**

As emoções positivas são aquelas que proporcionam prazer em um ser humano. Os primeiros estudos as emoções positivas datam de 1950 em que podem ser citados como expoentes James Olds e Peter Milner. Os seus experimentos consistiam num implante de eletródios na área septal de ratos onde um estímulo elétrico permitia ligar o estímulo à vontade dos animais para acionar alavancas e botões dentro de uma gaiola.

Além da percepção de aprendizagem dos animais no acionar dos mecanismos de controle dentro da gaiola que davam acesso aos alimentos se percebia que os animais realizavam a tarefa com a manifestação de prazer. A repetição voluntária do procedimento era uma das formas de percepção que permitiram aos cientistas chegar a estas conclusões. Outra constatação é que os animais passaram a se viciar em estruturas de comando desencadeadas por impulsos elétricos. No qual começou a se identificar que a estimulação elétrica poderia fazer parte de um circuito de prazer no qual o acionar da vontade era uma simples e pura manifestação de um indivíduo.

A autoestimulação compulsiva dos animais além da área septal, também ocorre da área ao longo do feixe prosencefálico medial no hipotálamo lateral, áreas tegmentar ventral e os núcleos pontinos dorsais.

Os pacientes com narcolepsias e epilepsia ao receberam estímulos via eletródios nesta região podem controlar suas crises onde coexistem relatos de prazer moderado após a estimulação do hipocampo, da amígdala e do núcleo caudado. O prazer intenso surge com a estimulação da área do septal e quando o tegmento mesencefálico é estimulado um prazer de embriaguez é registrado.

A emoção positiva se distingue entre a vivência emocional positiva, através de seu sentimento de prazer, e, o comportamento consumatório, conforme Lent, induzido pelo prazer.

Os comportamentos consumatórios são diferentes em relação a emoção provocada, e conforme a aplicação contextual pode ser percebida como um momento de vivência positiva ou negativa.

A emoção dá colorido aos sentidos. A utilização da emoção no despertar dos sentidos confere ao homem a habilidade do exercício da humanidade, de flexibilização dos processos que integram os comportamentos humanos junto com outros indivíduos.

O despertar das emoções positivas exige estudo da neurobiologia das emoções positivas, que relaciona o uso de peptídeos opioides e neurotransmissores de dopamina importantes no processo de despertar este tipo de agrupamentos de funções emocionais.

O aumento das reações hedônicas pela ativação do núcleo acumbente e no globo pálido ventral, dois núcleos da base não relacionados ao controle diretamente motor são reações provocadas pelas ativações dos peptídeos opioides. O lamber dos beiços de um animal amplia a injeção por gotas de sacarose na boca, e, as gotas de quinino bloqueiam as reações de desprazer. Ocorrem dois processos: o aumento do disparo dos potenciais de ação (frequência), e, o aumento do metabolismo celular. A densidade opioide é do tipo μ.

Em seres humanos a mesma evidência acima é observada quando um indivíduo ingere um suco de frutas. Ocorre o envolvimento do córtex insular, do cingulado anterior e o orbitofrontal (este último coordena processos cognitivos ligados às emoções). Em doentes de Parkinson a estimulação desta região provoca riso e euforia.

A área tegmentar ventral do mesencéfalo e os núcleos da base não interligados por vias (via mesolímbica ou feixe prosencefálico medial) com base de funcionamento do neurotransmissor dopamina. Essa é uma das bases dos comportamentos consumatórios.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [345] – Mentes Racionais**

A resolução de um problema exige habilidades racionais de uso do raciocínio a fim de que uma estratégia seja utilizada a fim de que um objetivo específico possa ser compreendido. Na maioria dos conflitos que exigem a resolução de um problema pelo despertar de uma habilidade nem sempre a estratégia adotada é puramente conhecida, o uso da razão consciente é apenas exercido pela necessidade de aprendizado que força as conexões associativas de desencadeamento das tarefas que ensejem proximidade da focalização da atenção; a razão inconsciente é sempre utilizada todas as vezes que o conhecimento já é apreendido e nada inovador é requerido para que seu funcionamento nos processos de elição exijam alguma implementação para a sua reutilização, neste caso os procedimentos são desencadeados sem o controle contínuo do sistema volitivo (apenas do botão de ativação) de um indivíduo como uma medida de economia que permite a conexão consciente apenas em aspectos que ainda necessitam domínio diante do controle e a dinâmica espacial de uma atividade.

Então o que é consciência, inconsciência e razão? Lent traz três conceitos que podemos abstrair: consciência é a percepção da lógica de nossas operações mentais; inconsciência (razão inconsciente) é uma operação mental com validade de sua percepção da lógica pré-existente que não necessite de um gerenciamento para ser operatória; e, razão (razão consciente) – é o uso da cognição, reflexo do conhecimento, que implica a busca de informações de memória, onde uma carga de emoção se indexa, que traz em seu interior um conteúdo de representação do padrão mental de comportamentos e manifestações fisiológicas armazenadas.

Para Antônio Damasio os marcadores somáticos são importantes quando há emoções negativas associadas a uma determinada informação, em que os processos de tomada de decisão têm por base o uso da razão. De posse de um indivíduo encontra-se uma hierarquia de marcadores somáticos que permita efetuar escolhas para se encaminhar pela via menos negativa de interação com o meio.

A cognição é fornecida através do controle cognitivo no qual se eleva a razão além da capacidade reativa pela influência do meio que permita gestar escolhas no que o indivíduo se torna abstrato e proativo, na construção de uma interface para a mente, dentro do intelecto. O que permite que o planejamento mental possa antever situações, e se preparar preventivamente diante de suas necessidades por comportamento, e fazer escolhas em que nos comportamentos que se desejam ser ativados a fim de que o sentido da vida não seja uma determinação ambiental, mas que parta de uma manifestação consciente autodeterminada pela vontade de um indivíduo em se guiar pelo destino certo de sua preferência.

O controle cognitivo envolve receber, processar e interpretar a partir de estímulos recebidos em sucessão temporal. É um mecanismo de organização de dados e informações sensoriais muito complexo.

Comportamentos automáticos dependem apenas de informações ascendentes e comportamentos inteligentes dependem de informações ascendentes e descendentes e se expressão de acordo com nossa vontade, pensamento e emoções.

O córtex pré-frontal é o integrador principal que interliga várias partes do cérebro para que a complexidade do controle cognitiva possa ser organizada e obtida. São acionados neste sistema informações sensoriais e informações motoras. Neste sistema ocorre seleção de informações, aquisições através do controle da atenção, gerenciamento constante do fluxo de informações, ativação da memória operacional, e, flexibilidade na realização de operações por meio da plasticidade.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [346] – Filósofos x Neurocientistas: Uma Disputa sem Razão**

Desde a antiguidade se estuda a razão. E agora neurocientistas. O conceito de mente é espírito pode ser resumido pela razão, emoção, percepção, memória de demais funções apreendidas na reescrita deste livro. Ainda na contemporaneidade atual coexiste o problema da relação mente e cérebro e da relação entre espirito e a matéria. No livro de Lent não se estabeleceu nenhum vínculo das neurociências com a alma humana, que está além do espírito.

Duas correntes filosóficas surgiram na tentativa de explicar a razão: o dualismo e o monismo.

No dualismo existem o cérebro e a mente (a matéria e o espírito). No monismo destaca-se o primado do cérebro (a mente é um mero resultado da atividade cerebral) onde somente existe uma unidade, onde a outra característica é uma propriedade da primeira. Mas existe outra cadeira do monismo que se destaca os espiritualistas ou idealistas onde somente existe uma unidade que é o primado da espiritualidade.

Para os dualistas é possível que alguns concebam a mente e o cérebro como duas unidades distintas, como duas entidades que trabalham em harmonia e de forma independentes.

Nas neurociências ocorre o desprezo do problema da relação cérebro-mente onde os aspectos trabalhados não precisam o desenvolvimento da relação dual.

John Eccles (1903 a 1997) defensor do dualismo propunha que a mente seria inicialmente um produto do cérebro, capaz de adquirir independência dele, vista como uma propriedade emergente do cérebro.

Roger Sperry (1913 a 1994) defensor do dualismo propunha que a mente é uma entidade distinta do cérebro, produzida por ele e emergente, capaz de influir sobre o cérebro produzindo modificações.

A maioria dos neurocientistas se pressupõe materialistas e estão sobre a lógica e influência do reducionismo que prega a concepção de que tudo na natureza pode ser reduzido (explicado) por bases celulares, químicas e físicas.

Charles Gross é defensor da ideia de que neurônios isolados podem reunir em si grande parte ou mesmo na totalidade dos mecanismos que levam à percepção. Assim pelo reducionismo o isolamento de partes permite a busca pelo conhecimento em que o componente observado produz de despertar de efeitos quando a sua funcionalidade e a integração das partes são capazes de explicar o comportamento do todo.

Com as técnicas de registros simultâneos de grandes populações neurais e as características do sincronismo e dessincronismo das atividades neurais tem permitido a criação de neurorrobôs, que são dispositivos mecânicos alimentados pelo pensamento humano. Nesta concepção, o computador é o cérebro do indivíduo em que o corpo executa a tarefa comportamental.

Daniel Dennett tem influenciado as pessoas que trabalham com inteligência artificial. Ele adota a posição funcionista (lógica de que a função desencadeia a operação em um ser vivo). A mente é uma função do cérebro, em que se pode projetar uma máquina para realizar funções mentais semelhante ao cérebro.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [347] – O Córtex da Razão**

Em 1848 um operário-padrão de nome Phineas Gage, no estado de Vermont, EUA que trabalhava na construção de ferrovias que preparava cargas explosivas para fracionar pedras a fim de colocação de trilhos um dia distraiu e uma explosão projetou uma barra de ferro contra a sua cabeça entrando no crânio pela reborda ocular que emergiu dorsalmente pelo osso frontal. O operário sobreviveu ao acidente e foi acompanhado pelo médico John Harlow que além do atendimento relatou a história do fato.

Porém o operário após o retorno ao trabalho começou a ficar cada vez mais impaciente, rude e irreverente, em que situações de raiva eram frequentes. Perdeu a capacidade de planejamento das ações e a concatenar as ideias. Foi demitido e se tornou um andarilho pela Califórnia. Anos mais tarde após sua morte o seu crânio foi levado para o Museu da Universidade de Harvard.

Observou-se por meio computacional na era moderna que as áreas atingidas foram as regiões ventromediais do córtex pré-frontal de ambos os hemisférios que resultou na mudança da personalidade do paciente e seu desajuste social.

A esta área do córtex pré-frontal (situado no lobo frontal), ele ocupa ¼ do córtex humano, então ficou atribuído muitos desajustes sociais como a agressividade, criminalidade, prostituição, ...

Lent explica que o córtex pré-frontal é formado por 5 áreas distintas: I e II – são envolvidas no planejamento de ações e do raciocínio, ajuste social do comportamento e processamento emocional formado pelas regiões ventromedial e orbitofontral; III – é encarregada do processamento emocional formada pela região ventrolateral; IV – é envolvida com a manipulação cognitiva dos dados da memória operacional formada pela região dorsolateral; e, V – é envolvida com as emoções e a atenção formada pela região cingulada anterior.

O córtex pré-frontal forma uma rede recíproca com praticamente todas as partes do encéfalo e tem como funções exercer o controle e coordenação geral das funções mentais e do comportamento.

O estudo de lesões tem sido utilizado para determinar as funcionalidades de cada parte desta região e técnicas de neuroimagem.

François Lhenmitte (1877 a 1959) e Tim Shallice (1940 - ) estudaram pacientes pré-frontais e suas dependências com o instante presente (comportamento utilitário). Suas tendências à irritação, aos comportamentos desajustados, à manifestação da vontade e das convenções sociais, e alguns com distúrbios emocionais. A inteligência destes pacientes era integralmente funcional, porém se atrapalhavam com muito frequências para a realização de atividades em sequência. E ficou conhecido como síndrome desexecutiva.

Porém, as distinções funcionais foram obtidas na realidade a partir de neuroimagens. O estudo da área ventrolateral foi possível identificar a predominância funcional ligada ao envolvimento da memória operacional. A área dorsolateral com tarefas que requisita a manipulação das informações. O córtex orbitofrontal sofre ativação em tarefas que exigem recompensa e/ou punição.

A região ventromedial do córtex pré-frontal no aspecto de formação da razão é responsável pelo planejamento e a coordenação temporal dos atos, conforme Lent, sua adaptação e ajuste às circunstâncias, e a seleção que corroboram para a realização dos objetivos finais.

Lent levanta III razões para a necessidade do processamento cognitivo:

I – um sistema percentual que informe sobre os mundos externo e interno;

II – um sistema mnemônico que forneça dados sobre o passado e permita vinculá-los ao presente; e,

III – um sistema atencional de supervisão.

A cognição seletiva sobre influência direta do córtex cingulado. Os estudos mais recentes (2012) indicam que as atividades de razão que envolvem raciocínio lógico, tomada de decisão, fixação e planejamento começam com a focalização da atenção para as informações que chegam do meio externo ou da própria mente. A responsabilidade é do córtex cingulado anterior e consiste na modulação das informações processadas pelo córtex pré-frontal dorsolateral.

As informações novas são comparadas com as informações armazenadas na memória através do córtex pré-frontal lateral dorsal e ventral, tarefa típica da memória operacional vital para a formação do raciocínio.

A adequação dos dados do presente processados pelo córtex pré-frontal lateral com objetivos de curto, médio e longo prazos que um indivíduo se impõe e sua vida pessoal é de responsabilidade do córtex pré-frontal lateral (planejamento dos objetivos).

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [348] – Psicocirurgia: um Bisturi Corta a Mente**

A Professora-adjunta do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro Suzana Herculano-Houzel em seu último artigo produzido para o livro Cem Bilhões de Neurônios? De Roberto Lent, que muito vai nos deixar saudades, levanta o questionamento da origem ou intermediação do cérebro para as ações da mente. Na brilhante frase de Herculano: ***Mas, seja o cérebro seu criador ou apóstolo, quando a mente não vai bem é ele o culpado mais provável***. Ilustra bem o dilema sobre as experiências vividas por um ser humano inteligente que quer a todo custo se compreender e para isto faz do seu desejo de conhecimento o desenvolvimento e suporte das neurociências.

Datam-se remotamente as primeiras cirurgias. Existem registros no Egito Antigo de trepanações há quatro mil anos atrás. E mais recente, existem registros na Idade Média e no Renascimento como mostram as pinturas destas épocas.

Dos séculos XVII ao XIX, doenças mentais eram tratadas com a aplicação de água fria na cabeça e “contrairritantes” produzidos a partir de diversas substâncias aplicadas conforme a necessidade.

No século XX, Wagner von Jauregg (1862 a 1930) criou o uso induzido da febre terapêutica que tratava a “demência paralítica” no qual tem associação ou pareontologia com a sífilis do sistema nervoso. O tratamento era realizado a partir de um protozoário causador da malária. Embora o tratamento representasse a destruição de algumas áreas cerebrais permitia aliviar distúrbios psiquiátricos severos e intratáveis. Este tratamento é chamado de psicocirurgia. Ou cirurgia psiquiátrica.

Egas Moniz (1874 a 1955) foi o responsável por disseminar a psicocirurgia. Outro expoente desta época foi Gottlieb Burckhandt.

Em 1930 a teoria de Cannon-Bard chamava bastante atenção e trazia como argumento que o córtex cerebral e os lobos frontais exerciam controle sobre os centros do tronco encefálico, responsáveis pelas emoções primitivas.

Um simpósio em 1935 para a apresentação de dados do experimento com um chipanzé Becky, do experimento de Carlyle Jacobson e John Fulton ganhou muita atenção devido o animal ter ficado dócil, onde seu quadro anterior era de extrema agressividade, cujo efeito de mansidão surgiu após a ablação dos dois lobos frontais.

A percepção de Moniz da aplicação da descoberta dos médicos com o experimento no macaco, fez com que ele introduzisse a ideia em uma paciente humana, no qual possibilitou que ela tivesse recuperação de seu quadro funcional em virtude do adoecimento de uma sífilis nervosa.

Walter Freeman (1895 a 1972) e James Watts (1904 a 1994) operaram pacientes psiquiátricos desde 1936 através de lobotomia, que interrompia a conexão dos lobos frontais com os circuitos da emoção.

Em 1950 essas práticas começaram a declinar com a introdução de psicotrópicos para o tratamento da esquizofrenia (clorpromazina) Em 1970 se pensou novamente em psicocirurgia para o tratamento permanente para criminosos.

A desvantagem principal da psicocirurgia é a irreversibilidade do potencial criativo do paciente, e sua capacidade de usufruir de experiências emocionais e intelectuais.

Mas será realmente que a psicocirurgia pode mesmo melhorar a vida de pacientes de psicopatia? E corrigir os seus distúrbios sociais? Parece convidativo a sua utilização para suprimir os ímpetos de um psicopata e pacientes rebeldes nas instituições de apoio às doenças mentais, porém é uma atitude ética?

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [349] – Autobiografia de um Instante**

O Professor-associado da Escola de Medicina e Cirurgia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro e pesquisador do Instituto D-Or de Pesquisa e Ensino, Rio de Janeiro Doutor Ricardo de Oliveira Souza e Jorge Moll Neto, conta com entusiasmo em seu artigo os instantes finais de uma descoberta obtida através de técnicas de ressonância magnética no ano de 1999.

Estavam na busca de uma explicação para a trágica transformação de personalidade conhecida como “sociopatia adquirida”. O resultado de anos de esforço foi o encontro da localização do engrama do uso de ferramentas no sulco intraparietal esquerdo.

O início deste estudo tinha como arquétipo expoente Hugo Liepmann (1893 a 1925) que postulou, conforme as palavras dos expositores do artigo original, que os engramas de uso de ferramentas, como a linguagem falada, residiam no hemisfério cerebral esquerdo.

Que a exatidão para a afirmação acima somente foi obtida a partir do experimento de uso das técnicas de ressonância magnética funcional descrita nos parágrafos anteriores. Onde se teve a certeza funcional de que as memórias de uso de ferramentas depositavam-se no sulco intraparietal esquerdo e não na superfície cortical como se suspeitava.

Os doutores Souza e Neto descobriram que o sulco intraparietal estava lesado na maioria dos casos de apraxia para uso de ferramentas.

Este é um poderoso centro de julgamento moral que pode ajudar a compreender como os processos racionais são desencadeados em um indivíduo que usa processos da razão para estabelecer um vínculo com o mundo ao seu redor.

**Conceitos Fundamentais de Neurociências: [350] – Os Polos de Convergência**

A imagem neurofuncional levantou alguns aspectos conceituais relevantes sobre o estudo da razão e emoção que devem ser observados, conforme Lent:

I – razão e emoção não constituem funções mentais independentes, mas sim altamente integradas e interrelacionadas;

II – a extensa integração entre essas duas funções superiores extrapola elas próprias, e na verdade revela uma integração ainda mais extensa com os demais aspectos da atividade mental das pessoas: a linguagem, a atenção, a memória, e o comportamento; e,

III – dessa concepção que enfatiza a integração funcional, surgiu o conceito de polos de convergência ou regiões integradoras.

As grandes regiões neurais que recebem informações aferentes distintas são chamadas de polos de convergência. Elas possuem a característica de emitir conexões eferentes para diversas regiões corticais e subcorticais.

É possível criar um mapa de conectividade das diferentes regiões do córtex cerebral por técnicas matemáticas para revelar a distribuição e o número de conexões funcionais.

Os sensores do corpo são responsáveis por captar informações sensoriais em que se distinguem: a visão, o tato, o olfato, o paladar e a audição. Determinadas situações da vida coordenam estímulos provenientes destes sentidos cujas informações são comparadas com os arquivos presentes na memória e ponderados segundo o significado emocional.

A vantagem do sistema nervoso agir desta forma, é que os seres humanos constroem habilidades para avaliar custos e benefícios, fazer previsões sobre possíveis resultados de suas ações, e finalmente tomar decisões para orientar o seu comportamento. A topografia onde os polos de convergência se formam: na amígdala, no córtex orbitofrontal, parte lateral do córtex pré-frontal e o córtex cingulado anterior. Então surge uma sequência complexa de computações necessárias para o planejamento do comportamento.