

○ Sistema Sensitivo

VISÃO GERAL DO SISTEMA SENSITIVO

VISÃO PANORÂMICA

Sensibilidade é a capacidade que tem o sistema nervoso (SN) de identificar um estímulo em nível consciente ou inconsciente, vindo de qualquer modalidade somatosensitiva ou de suas submodalidades como dor, tato, temperatura e pressão. Os sistemas sensoriais são encarregados de recolher informações do meio que nos rodeia e do interior do organismo. Por meio de células especializadas transmitem as informações ao sistema nervoso central (SNC) para seu processamento e análise. Essa função tem sua expressão mais primitiva em uma simples irritabilidade nos organismos unicelulares, mas à medida que houve ascensão na escala zoológica, constitui-se um sistema cada vez mais complexo.

A informação do meio externo é utilizada para: 1) as sensações e as percepções; 2) a regulação da função dos órgãos internos; 3) a manutenção da vigília; e 4) o controle dos movimentos. A sensibilidade corporal tem função de servir de alarme, proteção ou vigília, explorar as formas e adaptar os gestos voluntários ao organismo. O exame sensitivo é realizado para descobrir se existem áreas: sem sensação, com sensação diminuída, aumentada, pervertida ou com resposta retardada. O sistema sensitivo situa o indivíduo em relação com o ambiente, de acordo com o seu grau de percepção. Cada sensação depende do impulso pela qual é excitada e pela adequada estimulação dos receptores. Distinguem-se na sensibilidade duas modalidades: especial e geral. Trataremos da sensibilidade geral. A sensibilidade geral tem seus receptores esparsos, difundidos pela economia animal, embora com sensíveis variações regionais de concentração. Compreende esse grupo a modalidade de: dor, temperatura, tato superficial e profundo, vibratória e a cinéticopostural.

SENSAÇÃO

Denomina-se sensação a sequência de eventos pelo qual um estímulo é detectado e reconhecido seu aparecimento. Cada via nervosa termina em um ponto específico do SNC e que o tipo de sensação experienciada, quando é estimulada uma fibra nervosa, é determinado pelo local do SN

para onde vai à fibra. O estímulo viaja em organização hierárquica em série ou em paralelo. Em série, um neurônio sensitivo primário, recebe estímulo nociceptivos, os transmite ao neurônio de segunda ordem e esse a outro de maior hierarquia, de tal forma que todos esses neurônios respondem a estímulos dolorosos e, em cada nível, realiza-se um processo mais complexo dessa informação inicial. Em paralelo, ao combinar-se tato fino, tato grosseiro e propriocepção, que viajam por três vias diferentes (duas pelo funículo posterior e uma pelo ânterolateral), sendo possível determinar a forma e o tamanho dos objetos com as mãos sem ajuda da visão ou estereognosia. Outro exemplo é o da combinação do frio com a pressão para dá a percepção de umidade.

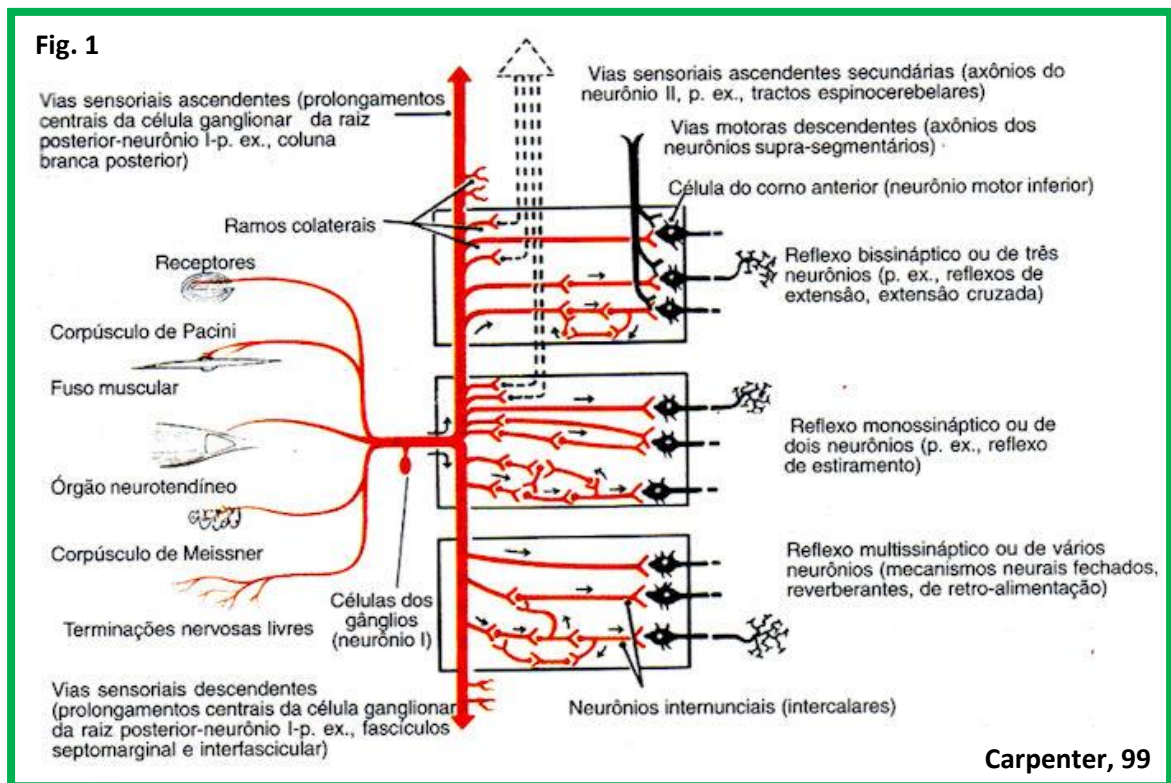
Modalidade ou qualidade da sensação

É determinada pela existência de sensações semelhantes mediadas por um órgão sensitivo particular. Henry Head e Rivers, em 1905, dividiram o ramo cutâneo do nervo radial de seus próprios antebraços, em três zonas; com isso formaram a base para a teoria, com: 1) uma área prejudicada mais externa, na qual a sensação superficial foi completamente abolida; esta era circundada por uma zona intermediária, que a sensação de dor estava preservada, mas pobremente localizada; graus extremos de temperatura foram reconhecidos na zona intermediária; mas a percepção ao toque, a menor diferença entre temperatura e a discriminação entre dois pontos estavam abolidas.

Para explicar esses achados, Henry Head e Rivers postularam a existência de dois sistemas de receptores cutâneos e fibras de condução. 1) Um sistema primitivo chamado protopático, que conduz a dor e as diferenças extremas de temperatura (queimadura e congelamento) e barestesia (sentido da pressão), atuando como um agente defensivo contra alterações patológicas nos tecidos. A sensação protopática é a primeira que reaparece quando um nervo sensitivo cutâneo é seccionado, regenera-se com sintoma desagradável; 2) Um sistema mais recente, chamado epicrítico, que carrega o tato com capacidade de perceber a natureza do contato e sua localização, discriminação entre dois pontos, diferenças pequenas de temperatura, barognosia (apreciação do peso), forma, textura discriminativa, batiestesia (noção de posição segmentar), palestesia (noção vibratória) e dor localizada. A sensação epicrítica aparece tardiamente no processo de regeneração em um nervo sensitivo cutâneo seccionado e,

normalmente, exerce influência inibidora sobre a sensação protopática (normalmente, a glândula é inervada pela sensação protopática e não recebe a influência da sensação epicrítica).

Do ponto de vista histórico, Edinger, Ariëns Kappers e Brock modificaram o termo usado por Head, trocando as sensações protopáticas por vitais e as epicríticas por gnósticas. Veja como ilustração, a figura logo abaixo, onde as vias sensitivas ascendentes com prolongamentos centrais da célula ganglionar da raiz posterior – neurônio de primeira ordem na coluna posterior. Vias sensitivas ascendentes secundárias de axônios do neurônio de segunda ordem nos tratos espinocerebelares. Vias sensitivas descendentes com prolongamentos centrais da célula ganglionar da raiz posterior – neurônio de primeira ordem para formar o fascículo septomarginal e interfascicular (Fig.1).



Intensidade da sensação

É codificada por meio de dois elementos, o da frequência e o da população de neurônios. Quando à dor e a hiperestesia, que seguem a lesão do nervo periférico, são atribuídas à perda da inibição que era normalmente exercida pelo sistema epicrítico sobre o protopático. Para explicar essa perda, em 1965, Melzack e Wall, descreveram a teoria do *portão ou de comporta*. As células

da substância gelatinosa de Rolando, onde termina a grande maioria das fibras C e que contém inúmeros interneurônios, são os agentes desse controle. A atividade inibidora das células da substância gelatinosa de Rolando é diminuída pela ativação das fibras A- Δ e C e aumentada pela ativação das fibras A $\alpha\beta$. A transmissão da mensagem nociceptiva é regulada por um efeito de equilíbrio entre essas influências, sobrevivendo a dor ao haver um rutura do equilíbrio no sentido das mensagens excitatórias. Esses dados permitem explicar os efeitos hipoalgésicos obtidos no homem pela estimulação elétrica de alta frequência e baixa intensidade dos nervos periféricos ou dos cordões posteriores. Como ilustração, veja na figura logo abaixo, o mecanismo de comporta dos processamentos espinhais nociceptivos, que são carreados para os sistemas espinotalâmico e espinoreticular. Sobre um mesmo neurônio da asa posterior podem convergir impulsos procedentes de várias fibras periféricas, o que permite que esses neurônios exerçam

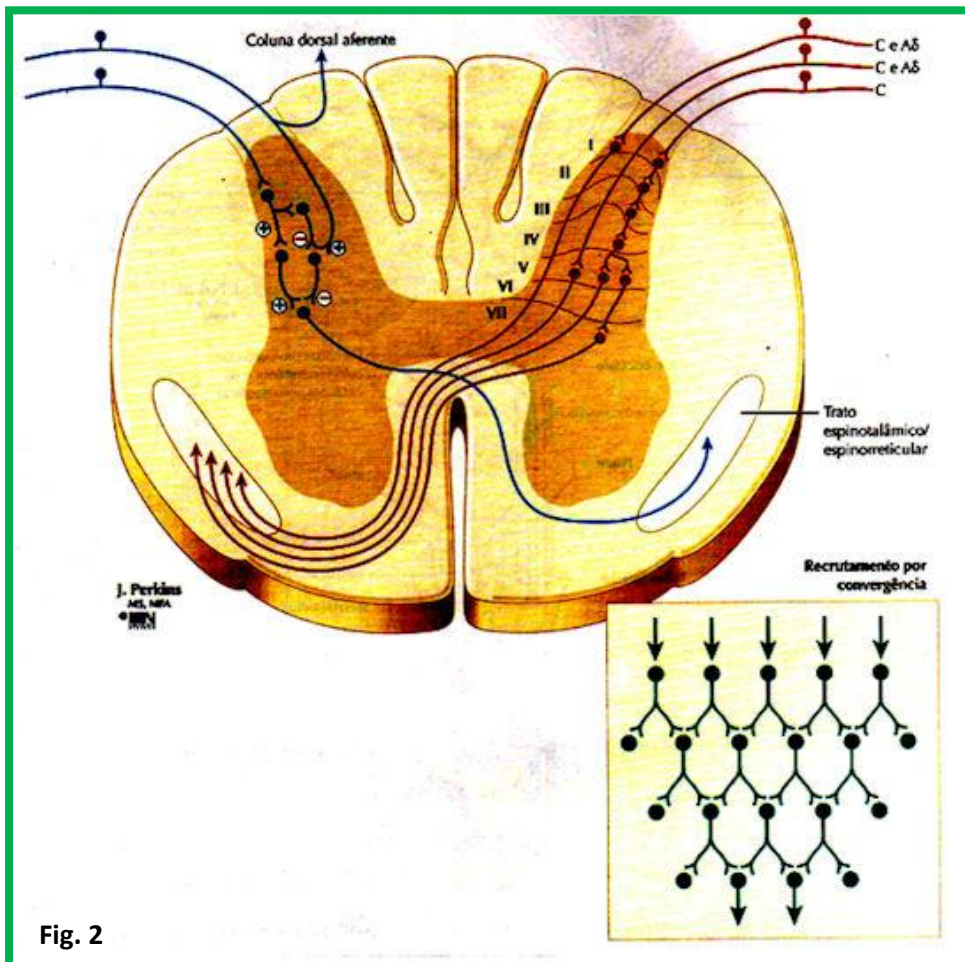


Fig. 2

uma filtração das mensagens. Nesse sentido, o número de fibras que entra pela raiz posterior supera o das fibras cordonais anterolaterais ascendentes. Os aferentes amielínicos primários (fibras C e A- Δ), que transmitem dor rápida, localizada e sensação térmica terminam nas lâminas I e V de Rexed, a partir das quais se originam os

axônios espinotalâmicos cruzados. Os aferentes das fibras C também terminam nos neurônios do corno dorsal, a partir do qual se origina um sistema em cascata de recrutamento, convergência e

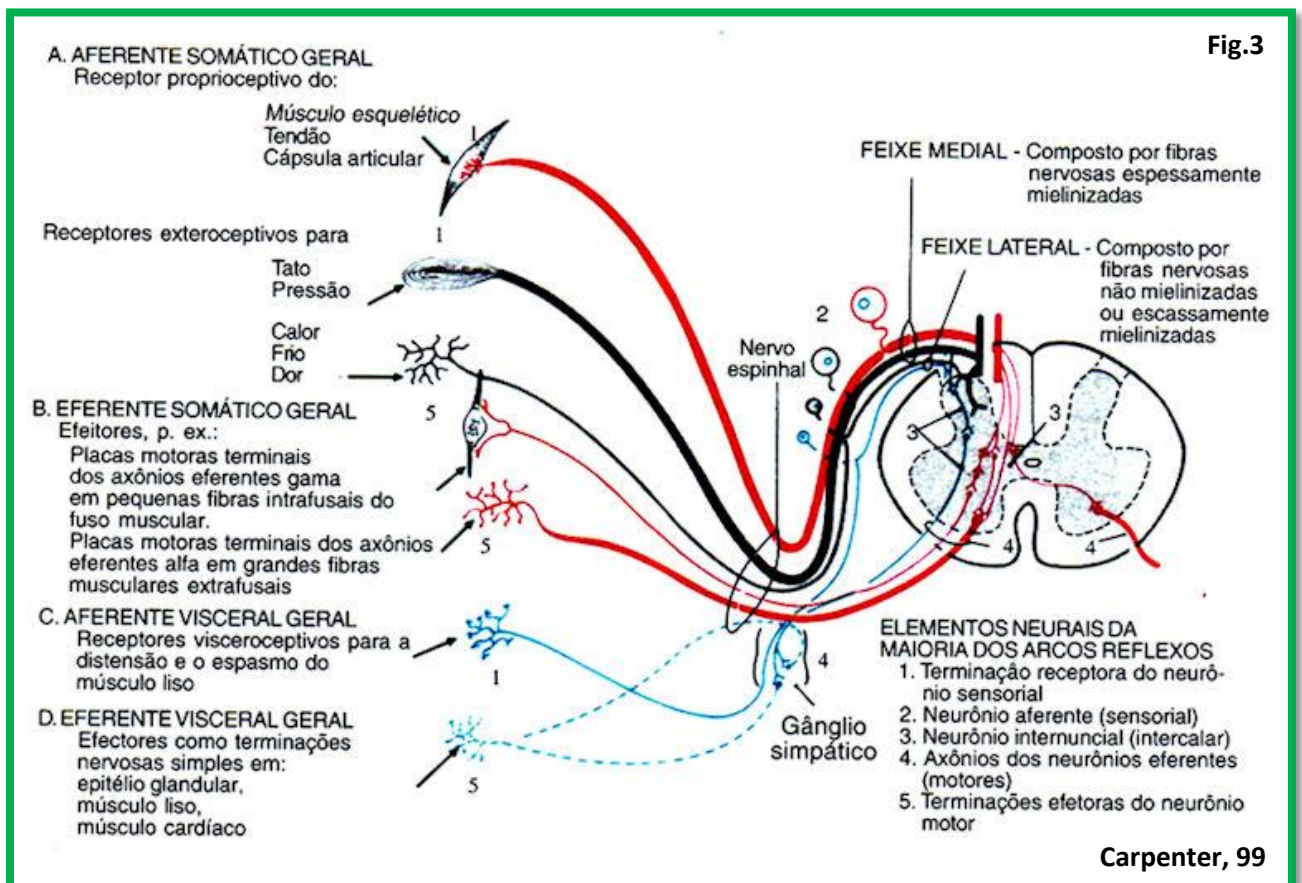
de interconexões polissinápticas. Esse sistema contribui para o trato espinorreticular, principalmente cruzado, que se projeta para a formação reticular e, a seguir, projeta-se polissinápticamente para os núcleos talâmicos inespecíficos dorsomediais e anteriores. Esse sistema contribui para a percepção da dor torturante e para a sua conotação emocional via regiões corticais, como giro do cíngulo, a ínsula e o córtex préfrontal. O mecanismo de comporta permite que os axônios colaterais da coluna principal dorsal diminuam o processamento da dor no corno dorsal (Fig.2)

Mecanismo da sensação da dor

Existem dois tipos de dor: rápida e lenta. A primeira, também chamada de dor aguda, conduzida por fibras mielinizadas do tipo A β e A Δ . Essa dor pode ser sentida a partir de estímulos na pele, pericárdio, pleura, peritônio parietal, etc. A dor lenta ou queimante ou pulsante ou nauseante é transmitida pelas fibras do tipo C a partir da pele, mucosas, vísceras, de todo o corpo. O avanço mais importante para compreender os mecanismos da dor foi à identificação dos locais de ligação do receptor opiáceo nas membranas sinápticas. Esses locais de ligação medeiam todos os efeitos farmacológicos dos opiáceos, os agentes mais poderosos para o alívio da dor. Na substância cinzenta medular, os locais de ligação de receptor opiáceos são especialmente concentrados nas lâminas I e II de Rexed. O SNC contém opiáceos endógenos: a encefalina, cuja distribuição parece ser paralela aos locais de ligação de receptor opiáceo e a β -endorfina. Assim, os receptores opiáceos e os opiáceos endógenos compõem um sistema de supressão de dor intrínseco. Os locais de ligação de receptor opiáceo encontrados nas lâminas I e II provavelmente representam o primeiro nível no qual esse mecanismo intrínseco poderia modular a dor. As fibras C parecem liberar glutamato e substância P, o que justifica a dupla sensação de dor rápida e lenta, seria produzida no início pela liberação de glutamato e, logo depois, pela substância P. Um grande número de neurônios que nascem nos núcleos da rafe, no tronco cerebral, projeta-se para a medula liberando encefalina e serotonina. A encefalina, de certo modo, pode inibir a liberação de substância P, que está associada à transmissão de impulsos relacionados com os estímulos nocivos.

Classificação das sensações

A classificação aceita sobre o sistema sensitivo (SS) foi a de Charles Sherrington (1906), que o dividiu em sensações exteroceptivas, proprioceptivas e interoceptivas. As exteroceptivas fornecem informações sobre o meio externo. As proprioceptivas estão relacionadas com a orientação do corpo e dos membros no espaço. As interoceptivas trazem informações sobre as funções internas, pressão arterial, concentração química dos constituintes dos fluidos corporais, etc. Os anatomistas diferenciam entre sensação somática e visceral, com variedade geral e variedade especial de cada. A maioria das que pode ser testada clinicamente está dentro do grupo somático. Os aferentes somáticos gerais são formados pelos receptores proprioceptivos do músculo esquelético, tendão e cápsula articular; os receptores exteroceptivos pelo tato, pressão, calor, frio e dor. Os eferentes somáticos gerais são constituídos pelos efetores das placas motoras terminais dos axônios eferentes gama em pequenas fibras intrafusais do fuso muscular; as placas motoras terminais dos axônios eferentes alfa em grandes fibras musculares extrafusais. Aferentes viscerais gerais são formados pelos receptores viscerosceptivos para a



distensão e o espasmo do músculo liso. Os eferentes viscerais gerais são os efetores como terminações nervosas simples em: epitélio glandular, músculo liso e músculo cardíaco. Veja abaixo, na figura 3, o diagrama dos componentes funcionais de um nervo torácico e a organização das fibras da raiz posterior, quando entram na medula através dos feixes medial e lateral. As fibras aferentes e eferentes musculares são indicadas em vermelho. As fibras aferentes e eferentes viscerais são indicadas em azul. Existe uma fibra aferente de um corpúsculo de Pacini e uma fina fibra de dor, em cor preta (Fig.3).

Percepção

Percepção ocorre quando a análise e a integração das diferentes formas de sensação permitem uma conceituação simbólica, consciente, a respeito da natureza e das qualidades do objeto estimulante. A percepção é formada pela interpretação e apreciação de uma sensação que estão relacionadas com as características do estímulo e fatores externos, cognitivos e psicológicos do indivíduo. Os fatores cognitivos que intervêm na percepção são: 1) o grau de lucidez, que percebe ou confunde; e 2) o estado de atenção, que melhora ou diminui; já os fatores psicológicos são os estados afetivoemocionais como ansiedade, angústia ou agitação que deformam a percepção; e o fator personalidade, melhor analisado pelo teste de Rorschach. Em outras palavras, a percepção é a sensação consciente.

ESPECIFICIDADE SENSITIVA

A intensidade e o tipo de estímulo, o limiar, o poder discriminativo e possível propriedade de “filtração” dos grupos celulares no sistema sensitivo podem ser importantes fatores na interpretação dos estímulos. A intensidade do estímulo pode ser exemplificada pela resposta paradoxal ao frio. A temperatura da pele para o frio é de 33 a 34 graus C, mas caso um receptor desses seja estimulado com calor a 45 graus C, o indivíduo sente frio. A maioria dos clínicos acredita que tanto a especificidade dos receptores como as vias de condução são considerações importantes no diagnóstico neurológico.

Concordamos com a opinião de Melzack e Wall, que os receptores possuem especificidade fisiológica para a transformação de tipos e intensidades particulares de estímulos para padrões de impulsos nervosos e não para uma informação específica da modalidade sensitiva. O estímulo

de cada receptor obedece à lei do tudo-ou-nada, de modo que o potencial de cada axônio é uniforme em amplitude e duração.

As variáveis que entram para definir a qualidade e a intensidade do estímulo são: a) a relativa especificidade das terminações nervosas; b) o número de terminações estimuladas; e c) a variação do ritmo de descarga das terminações. Dessas variáveis elementares resultaria uma sucessão de impulsos cujas características, são definidas pelos seguintes componentes: a) número total de impulsos; b) sua dispersão espacial; e c) sua dispersão temporal. A importância da dispersão têmporoespacial salienta-se que as fibras nervosas não só levam impulsos a diversos locais dentro do SNC, como também o fazem com velocidades de condução muito diferentes.

Esse padrão têmporoespacial de impulsos desencadeados por um estímulo é o que constitui o código ou a cifra da mensagem nervosa. Aparentemente, a dispersão temporal intervém principalmente na localização do estímulo e a espacial na apreciação de sua qualidade. Todo o mecanismo de codificação nas terminações se baseia na utilização, sutilíssima, dessas variações de número, espaço e tempo. O calibre das fibras aferentes se relaciona com alguns receptores específicos, as fibras amielínicas do tipo C, eventualmente, podem ser ativadas por estímulos táteis.

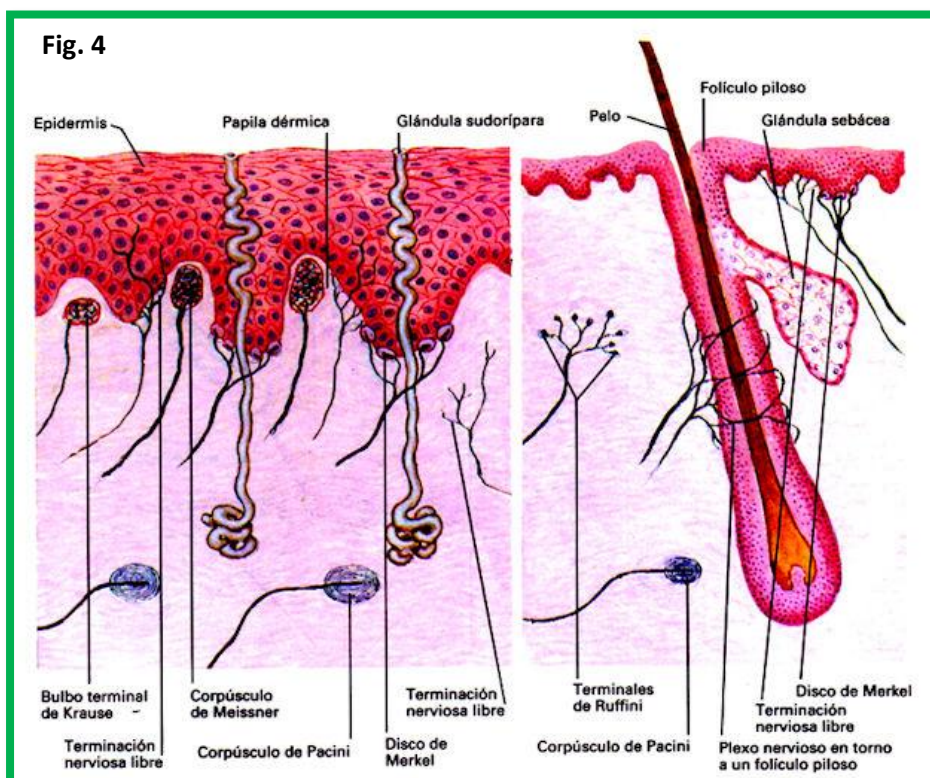
A causa básica da variação do potencial de membrana é uma modificação da permeabilidade da membrana do receptor, que permite que os íons se difundam, com maior ou menor facilidade, através da membrana, alterando o potencial de membrana. Os diversos receptores podem ser excitados de vários modos diferentes para produzirem os potenciais do receptor: 1) por deformação mecânica do receptor, o que distende a membrana, abrindo seus canais iônicos; 2) por aplicação de composto químico à membrana, o que também abre seus canais iônicos; 3) por variação da temperatura da membrana, o que altera sua permeabilidade; e 4) pelo efeito de radiação eletromagnética, como a luz, sobre o receptor, o que direta ou indiretamente, modifica as características da membrana, permitindo o fluxo de íons pelos canais da membrana.

RECEPTORES SENSITIVOS

Todas as informações que temos com relação ao mundo que nos cerca são conduzidas centralmente para o cérebro, por meio de um elaborado sistema sensitivo. Os diversificados

tipos de receptores atuam como transdutores que modificam os estímulos físicos e químicos de nosso meio em impulsos nervosos que o cérebro pode reconhecer atribuindo-lhe um significado. Como quase todos os receptores somáticos são de origem neural, a mesma célula que faz a transdução do estímulo em um potencial receptor também faz a codificação e condução dos potenciais aferentes. A capacidade de discriminação entre estímulos de mesmas ou diferentes modalidades constitui uma das bases do aprendizado. Existem muitos tipos de receptores na pele, tecido celular subcutâneo, músculos, tendões, periosteos e estruturas viscerais para realizarem a transdução de vários tipos de informação sensitiva em impulsos nervosos. Cada receptor responde somente a estímulos adequados, fazendo surgir impulsos os quais são à base de uma variedade de sensações que no cérebro promove modificações neurofuncionais próprias daquele tipo de estímulo: doutrina da especificidade de von Frey, derivada em parte da lei da energia nervosa específica de Müller, descrita em 1826.

Os receptores são encontrados na pele e mucosas, e são densos na língua, lábios, genitália, na popa digital e na parte superior dos braços, nádegas e tronco. Uma fibra nervosa pode inervar mais de um receptor e cada receptor pode receber filamentos de mais do que um tipo de estímulo, mas existe especificidade porque o limiar é mais baixo para o tipo específico daquele receptor. A estimulação do receptor causa uma alteração na permeabilidade de sua membrana



que surge um potencial local cuja intensidade é proporcional a intensidade do estímulo. Veja abaixo, na figura 4, como a pele é suprida por uma série de receptores, os quais traduzem de forma vagarosa e rápida, adaptando estímulos mecânicos e deformação de

impulsos elétricos nas fibras eferentes primárias (Fig.4).

Receptores podem adaptar-se a estímulos variando em graus. Alguns receptores adaptam-se rapidamente e são muito sensíveis a estímulos do tipo liga e desliga. Outros se adaptam lentamente e funcionam monitorando constantemente um estímulo. Os receptores formam o início de um nervo sensitivo. A partir de um estímulo específico, o receptor realiza a transdução (a transformação de um tipo de energia mecânica, vibratória, etc, em potencial local ou gerador e, dependendo da intensidade do estímulo, em potencial de ação). Geralmente, a frequência de descargas dos potenciais de ação é proporcional a amplitude do potencial recebido pelo receptor, que por sua vez, é proporcional à intensidade do estímulo aplicado.

Cada neurônio tem um campo receptivo específico, que consiste em todos os receptores a que ele pode responder. Os campos receptivos formam mapas mais ou menos discretos no sistema nervoso (SN) em que regiões específicas do corpo são representadas em regiões específicas do cérebro (homúnculo no giro póscentral). Em outras áreas cerebrais, as regiões do corpo são representadas de forma grosseira na área pré-motor e na suplementar. No córtex, os neurônios que medeiam mesma modalidade e com campos receptivos semelhantes são organizadas em fileiras verticais, que se estendem da primeira à última camada do córtex cerebral, sendo designadas como colunas corticais.

Os receptores podem ser terminações nervosas livres ou podem ser encapsulados ou estar ligados a componentes não neurais especializados para formar o órgão sensitivo. Os elementos não neurais não são excitáveis, mas ajudam a formar uma estrutura que estimula e excita de modo eficiente a fibra nervosa sensitiva. Os exteroceptores respondem a estímulos externos e situam-se nas interfaces entre o corpo e o ambiente ou próximo a elas. Os órgãos cutâneos incluem os terminais receptores livres e encapsulados na pele. Os proprioceptores respondem à estimulação de tecidos mais profundos, como músculos e tendões, e destinam-se particularmente à detecção de movimento e da posição de partes do corpo. Os receptores em torno dos folículos capilares são ativados por distorção dos cílios.

Os receptores sensitivos podem ser classificados em modalidade específica sensíveis: mecanorreceptores e termorreceptores. Os mecanorreceptores respondem à deformação pelo tato ou pressão. Estimulação dos mecanorreceptores causa uma deformação física do receptor

por estímulos contínuos ou vibratórios, que resulta na abertura dos canais iônicos. Receptores polimodais respondem de maneira eficiente a mais de uma modalidade, especialmente estímulos que causam danos teciduais e dor. Há muita variação entre diferentes regiões da superfície corporal no que concerne à densidade dos receptores sensitivos. Além disso, a densidade dos receptores diminui com a idade. Os receptores também podem ser classificados morfológicamente, mas a correlação entre função e morfologia não é tão estreita como se acreditava em certa época.

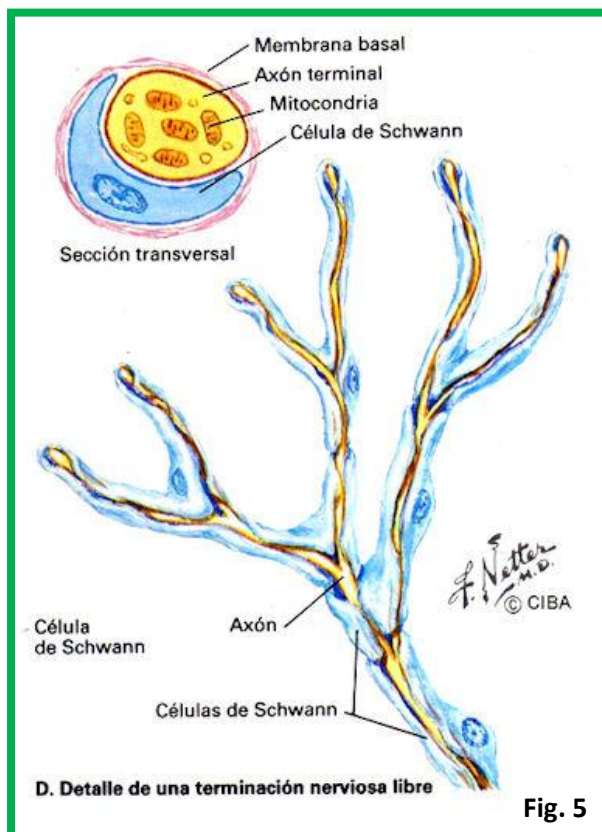
Os receptores sofreram uma classificação por microscopia eletrônica, que permite a visualização da terminação receptora, com seu típico axoplasma e citoplasma, onde faltam neurofilamentos, mas estão presentes os microtúbulos que fazem contato com um retículo endoplasmático muito fino. Na borda do axoplasma existem numerosas mitocôndrias, corpos lipídicos e vesículas. A partir desse conhecimento, uma forma eletrofisiológica de classificar os receptores foi baseada no limiar de estimulação, havendo os de alto e de baixo limiar. Os de alto limiar mostram pouca ou nenhuma resposta a estímulos moderados de qualquer tipo e somente respondem a estímulos nocivos teciduais (nociceptivos). Receptores desse tipo respondem a estímulos térmicos e/ou mecânicos fortes, os quais podem ser divididos em três tipos: a) com fibras aferentes mielinizadas respondendo só a estímulos mecânicos; b) com fibras aferentes do tipo C (amielínicas) excitáveis por quaisquer estímulos nocivos (polimodais); c) fibras aferentes mielinizadas ou não mielinizadas, ativados primariamente por estímulos nocivos de forte intensidade, mecânicos ou térmicos. Os receptores de baixo limiar dão respostas máximas a estímulos inócuos, térmicos ou mecânicos, sendo subdivididos em mecanorreceptores de adaptação rápida e lenta, e em termorreceptores. Assim, os receptores podem ser divididos em três tipos básicos: mecanorreceptores, termorreceptores e nociceptores.

Terminações nervosas livres (TNL) – foram descobertas em 1954, por Weddell e colaboradores, como uma arborização profunda de finos filamentos axoplasmáticos, desnudos, situados por baixo do estrato germinativo que aparecem de trecho em trecho em ramificações que brotam para fora entre as células do estrato granuloso, terminando livremente e envolvidas pelas células do epitélio. Existem TNL, terminações epidérmicas e terminações encapsuladas. As TNL possuem dois plexos, um superficial e outro profundo, mas ambos se comunicam. O superficial está

envolvido com as TNL e o profundo com estruturas encapsuladas. As TNL mielínicas perdem suas bainhas de mielina ao alcançar o tecido profundo e, continuam com a bainha de Henle, que é a mesma que continua com a membrana basal que separa o epitélio do conjuntivo da derme. Esses raminhos nervosos, já amielínicos, terminam como abaulamentos, que se situam ora no espaço intercelular ora no citoplasma das células epiteliais. Cada raminho inerva duas ou mais células epiteliais e são terminais das fibras A- Δ . Eles medeiam várias modalidades sensitivas. Os terminais das TNL das fibras nervosas não mielinizadas mostram um aspecto varicoso e são principalmente nociceptivos, mas também podem ser termorreceptores ou mecanorreceptores com modalidades de tato ou pressão e seus terminais são fibras sensitivas do tipo C. Na região central da córnea, na membrana do tímpano, na dentina e na polpa dentária existe terminação amielínica. Também pode ser encontrada fibra dolorosa amielínica, quando isolada de suas vizinhas, em cicatrizes. Essas cicatrizes quando estimuladas desencadeia dor desagradável. Ambos os tipos de fibras das TNL estão localizadas tanto na pele glabra como naquela provida de pelos.

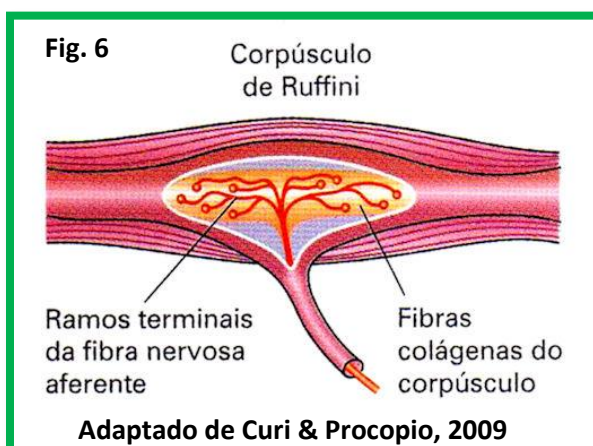
Vamos descrever três submodalidades das TNL: 1) O mais leve contato com a córnea, onde não existe outro tipo de receptor, pode provocar sensação de tato ou pressão; 2) A membrana dos termorreceptores tem a propriedade de produzir potenciais receptores quando a temperatura do tecido se afasta da temperatura corporal (36 a 37^oC). Os termorreceptores percebem temperaturas que variam entre 10 e 45 graus C. Abaixo de 10 graus C, o frio comporta-se como anestésico e, acima de 45 graus C, causa lesão tecidual e ativam os receptores de dor. Os receptores do frio disparam em uma faixa entre 10 e 35 graus C e, os de calor, de 30 a 45 graus C; e 3) A dor rápida é transmitida pelas TNL de fibras A Δ , finas e com pouca mielina. Enquanto a dor lenta é conduzida por TNL de fibras finas e amielínicas ou do tipo C, sendo provocada por estimulação de um alfinete. A dor lenta é provocada por lesão tecidual envolta dos nociceptores com a liberação de substâncias algogênicas. A dor lenta não pára depois de cessar o estímulo, sua localização corporal é difícil e, ainda pode ser percebida a distância como no enfarte do miocárdio e no cálculo biliar (dor referida). Existe um contexto autonômico e emocional de sofrimento na dor lenta visto na polineuropatia de fibras finas e em outras alterações clínicas que recebem o rótulo de distúrbio neurovegetativo. Pessoas portadoras de dor crônica podem melhorar com sessões de hipnose, entretanto, isso deve ser realizado após diagnóstico médico.

Veja na figura logo abaixo, uma terminação nervosa livre, coberta por células de Schwann. Essa terminação diferencia-se das fibras de Remak quando essas têm uma única célula de Schwann (Fig.5).



Corpúsculos de Ruffini - Em 1894, Ruffini descobriu na polpa dos dedos, tegumento das regiões palmar e plantar os órgãos terminais de uma estrutura muito especial que a partir de então, leva o nome de corpúsculos de Ruffini. São terminações encapsuladas que medem 1 milímetro de comprimento, que se arborizam e formam um plexo. Seus axônios são ligados as fibras sensitivas mielínicas do tipo A β de velocidade rápida, que perdem a mielina ao penetrar no interior da cápsula fibrosa rica em colágeno. A cápsula fibrosa se prende à derme por fibras colágenas, que mantêm a sua deformação segundo o estiramento ou a retração da pele. A adaptação do receptor é lenta ou tônica, têm

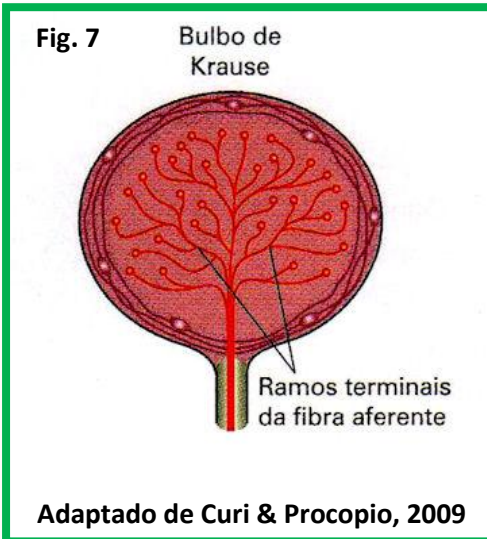
campos receptivos grandes o que lhe permite informar não apenas a velocidade e o grau de deformação da pele, mas também o tempo em que ela fica deformada. Esse processamento é importante para a percepção da posição das partes do corpo entre si. Assim juntamente com



outros receptores, os corpúsculos de Ruffini colaboram com a percepção de que as nossas mãos estão abertas ou fechadas, mesmo com os olhos fechados, pelo grau de distensão da pele. Mas essa função só lhe é reconhecida na pele das mãos, ao redor da boca e nos pés.

Terminações nervosas semelhantes às dos receptores de Ruffini e aos de Pacini são

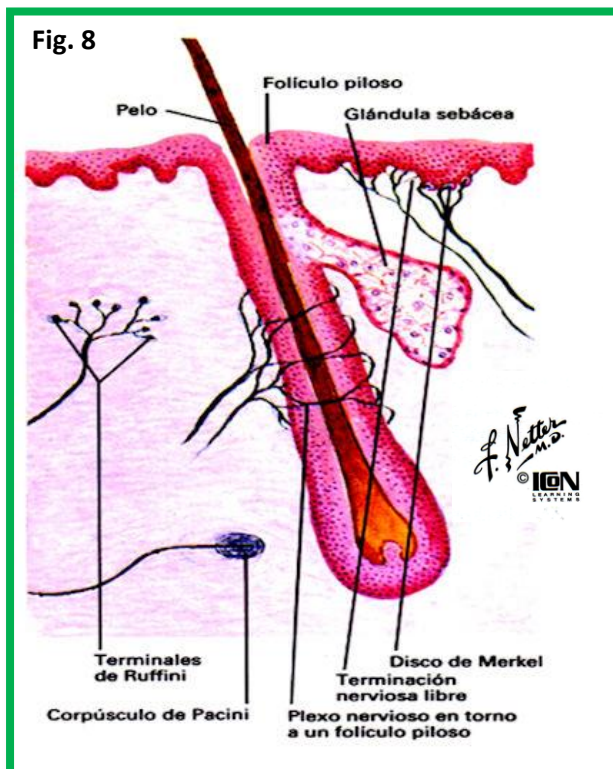
encontrados nas capsulas articulares. Esses receptores parecem participar da prevenção de flexões e extensões extremas, não contribuindo para percepção de posição, direção e velocidade de deslocamento das articulações. Para tal, terminações nervosas livres que respondem às deformações das articulações em determinados sentidos parecem ser mais relevantes (Fig.6).



Bulbo de Krause – esses receptores estão localizados nas bordas da epiderme com as mucosas. Têm forma esferoidal e medem cerca de 50 micra de diâmetro. Consistem de uma cápsula que mostra sinais de disposição em lamelas e considera-se que sejam compostos endoneuro revestido pelas células de Schwann na própria fibra nervosa. A fibra nervosa mielínica do tipo A Δ se alarga assim que ela penetra na cápsula e é revestida pelas células de Schwann; algumas fibras são amielínicas do tipo C. Pode ser ramificada,

espiralada ou percorrer um trajeto relativamente reto, antes de terminar à maneira de uma clava. A enzima colinesterase está presente nos corpúsculos bulbosos, principalmente na

cápsula, indicando atividade colinérgica. Certas substâncias químicas podem modificar a atividade dos receptores, como o mentol aplicado na pele ou na mucosa, que faz o indivíduo sentir frio porque diminui o limiar térmico. Alguns pesquisadores acreditam que o bulbo de Krause esteja relacionado com o frio. Acredita-se que os corpúsculos de Ruffini e o bulbo de Krause são considerados uma forma de transição entre as TNL e os receptores encapsulados (Fig.7).

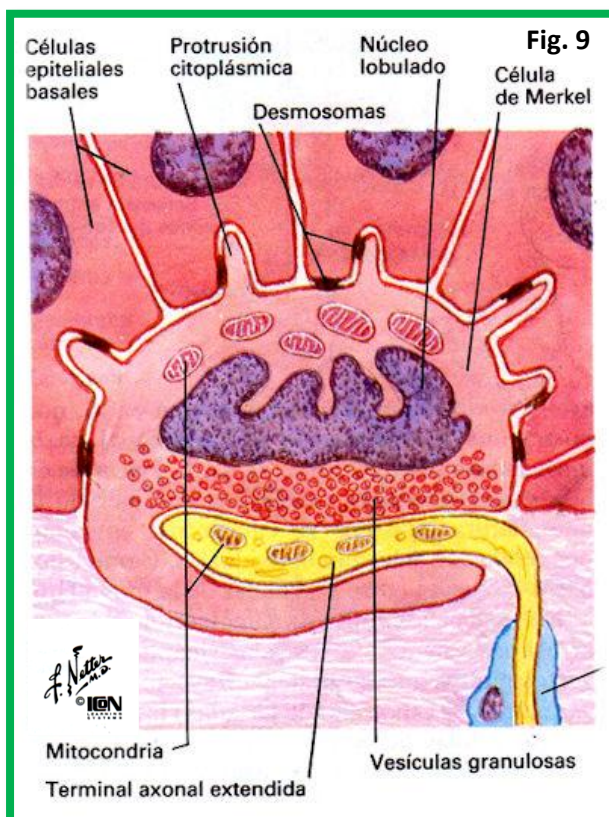


Terminais dos folículos pilosos - são fibras sensitivas mielínicas do tipo A β que se

espiralam em torno das raízes dos pêlos chamados de plexo de Bonnet. Podem ser fásicos ou tônicos, e detectam o deslocamento desses pêlos. A estrutura desses aparelhos nervosos é complexa; a bainha da raiz possui células táteis parecidas com os corpúsculos de Merkel, além de fibrilas em torno dos folículos. Imediatamente por baixo da abertura de uma glândula sebácea em um folículo piloso, entram nessas fibras nervosas amielínicas, que vão perdendo sua mielina à medida que penetram. Dão ramos horizontais, rodeiam a raiz do pêlo e, das quais, nascem ramos ascendentes. O menor contato exercido sobre um pêlo determina uma estimulação desses dispositivos nervosos (Fig.8).

Discos de Merkel – esses receptores são pequenas arborizações das extremidades receptoras de fibras sensitivas miélicas. Na ponta de cada uma delas existe uma expansão em forma de disco, uma xícara rasa, estreitamente associada a uma ou duas células epiteliais que apresentam vesículas secretoras, com possível influencia hormonal sobre a transdução que os discos de Merkel efetuam. Eles são tônicos, situadas logo abaixo da epiderme, especialmente na pele glabra da polpa digital e em torno dos folículos capilares que funcionam como

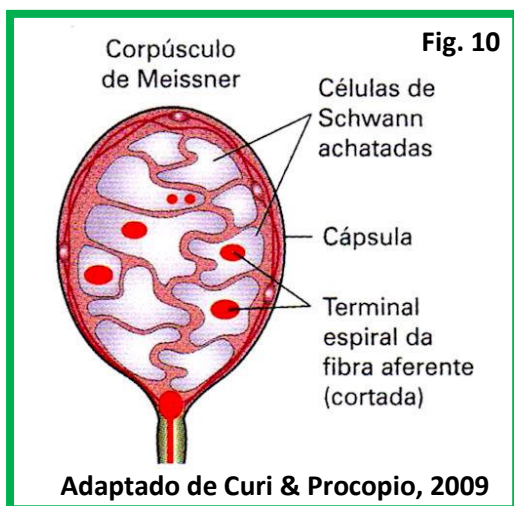
mecanorreceptores. Muitas vezes, os discos de Merkel são grupados em receptor único, chamado de receptor em domo de Iggo, que se projeta para cima, contra a face interna do epitélio. Isso causa, no local, a protusão do epitélio, criando um domo e formando um receptor de extrema sensibilidade. Todo o grupo do disco de Merkel é inervado por uma única fibra sensitiva mielinizada e calibrosa do tipo A β . Esses receptores de adaptação lenta e de campos receptivos puntiformes parecem envolvidos com informações de tato e pressão contínuos, respondendo a deformação da pele e à velocidade com que é deformado. Essas informações são uteis na percepção da



composição do meio ambiente e na investigação da forma dos objetos. Juntos com os corpúsculos de Meissner desempenham papéis importantes na localização das sensações táteis em áreas específicas, além de determinar a textura do que é sentido (Fig.9).

Algumas células de Merkel não associadas a neurônios parecem exercer uma ação trófica parácrina durante o desenvolvimento e na manutenção da homeostasia, visto que alguns de seus neuropeptídeos (peptídeo intestinal vasoativo, serotonina e substância P) são capazes de promover crescimento celular e diferenciação de várias células cutâneas.

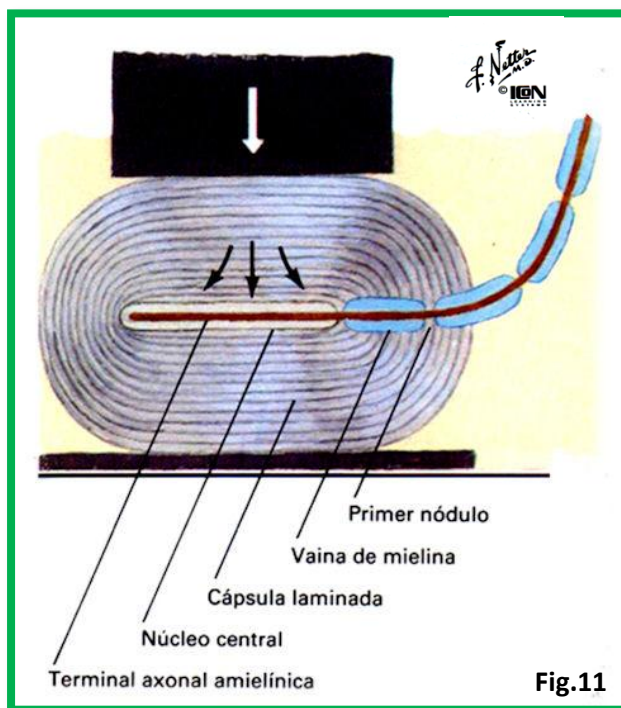
Corpúsculo de Wagner-Meissner - Em 1852, o corpúsculo de Meissner foi descoberto por Wagner, mas só em 1853, Meissner o descreveu com detalhes. Esse corpúsculo é um receptor fásico para o tato com sensibilidade especial, encarregado de registrar os movimentos das pregas cutâneas, com capacidade de discernir as características espaciais das sensações do tato; eles são de adaptação rápida, campos receptivos pequenos e conseguem discernir superfícies lisas de rugosas. Mede em média, 150 micra de comprimento por 40 de largura. Possui uma cápsula conjuntiva laminada e no interior da cavidade limitada por esta ter grande número de células achatadas e de contorno piriforme; essas células estão empilhadas umas em cima das outras, em direção perpendicular ao eixo maior do corpúsculo, devendo-se a elas a ligeira estria transversal. O núcleo encontra-se na parte abaulada da célula. Quanto a sua evolução, aparecem um pouco antes ou logo depois do nascimento. Há uma redução de cerca de 80% deles, do nascimento até a senilidade, quando o número de nervos que supre cada corpúsculo também é diminuído.



Uma ou várias fibras nervosas penetram no corpúsculo pelo hilo; ao adentrar, as bainhas das fibras nervosas se continuam com as lâminas conjuntivas da parede corpuscular. Dentro, descreve um trajeto em espiral, paralelo à superfície das células e, nas suas proximidades, emite curtos ramos terminados em discos neurofibrilares paralelos à superfície da pele. Isso é entre os discos neurofibrilares interpõem-se as células achatadas no interior do corpúsculo.

Existe corpúsculo de Meissner entre a epiderme e a derme, principalmente nas palmas das mãos, planta dos pés, dedos e lábios. Há cerca de 100 a 200 corpúsculos por centímetro quadrado. A polpa digital possui um grande número de receptores de Meissner, sobretudo na parte central do dedo, onde se reúnem grupos de vários elementos. Sua fibra nervosa sensitiva é calibrosa e mielinizada do tipo A β . O corpúsculo de Meissner adapta-se dentro de fração de segundo após ser estimulado, o que significa que são especialmente sensíveis ao movimento de objetos bastante leves sobre a pele, também a vibração de baixa frequência (Fig.10).

Corpúsculo de Vater-Pacini – foi primeiro observado por Vater em 1749, mas foi Pacini, quem em 1836, detalhou a descoberta. Mede de 1 a 5 mm de comprimento com média de 2 mm por 100 a 500 milimicra de largura. Esse receptor goza de uma distribuição geral por todo o corpo, existindo na pele, mucosa (conjuntiva, pálpebra, etc), pâncreas, mesentério, próximo dos vasos (anastomose arteriovenosa), membranas que envolvem músculos e tendões. Os corpúsculos de Pacini ficam situados, principalmente, imediatamente embaixo da pele e também nos tecidos das fáscias corporais.



Cada corpúsculo consiste de uma cápsula, uma zona de crescimento intermediário e um cerne central que contém a terminação nervosa. A cápsula compreende cerca de 30 lamelas dispostas concêntrica com células achatadas dispostas sobre ela. As células vizinhas se sobrepõem em suas margens, lamelas sucessivas são separadas por intervalos contendo algum material amorfo e fibras colágenas. Essas tendem a se dispor circularmente e a se aplicar intimamente às superfícies das lamelas, em particular, a suas superfícies externas. A

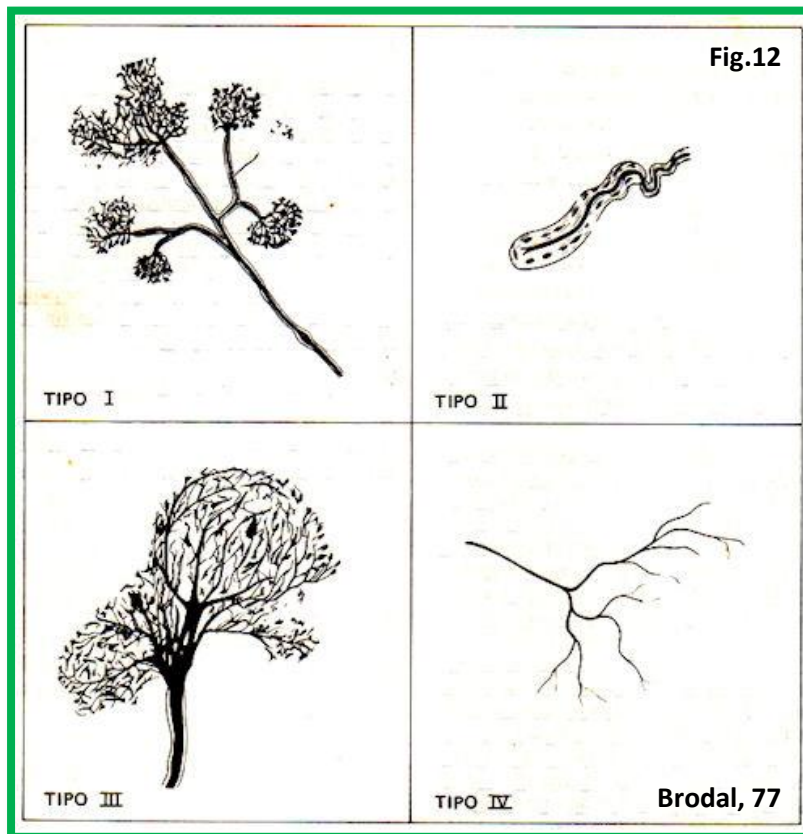
quantidade de colágeno aumenta com a idade. A zona intermediária é uma camada celular entre a cápsula e o cerne. Mitoses ocasionais são vistas nessa zona e, com o crescimento do

corpúsculo, as células são incorporadas ou na cápsula ou no cerne. O cerne do corpúsculo consiste de cerca de 60 lamelas intimamente reunidas, dispostas bilateralmente, colocadas de ambos os lados da terminação nervosa e separadas por duas fendas que ocorrem longitudinalmente. Corpos celulares nucleados estão situados na parte externa do cerne, na sua junção com a zona intermediária (Fig.11).

Dessas células se originam braços citoplasmáticos cilíndricos que se colocam nas fendas longitudinais. Aqui elas dão origem a prolongamentos achatados para formar as lamelas centrais e se interdigitarem com prolongamentos provenientes de outros braços citoplasmáticos. Esse corpúsculo apresenta uma fibra sensitiva miélica do tipo A β , de situação central, aumenta de diâmetro e termina mediante uma massa terminal que se estende por seu interior, contendo no seu interior mitocôndrias e vesículas. A presença da enzima butirilcolinesterase foi encontrada no centro do corpúsculo lamelar, indicando atividade colinérgica. Os corpúsculos lamelares dizem-se estarem associados intimamente com anastomoses glomerulares e receberem seu suprimento sanguíneo proveniente dos capilares que acompanham a fibra nervosa até a cápsula ao nível do ponto de entrada. Uma condensação de tecido fibroso circundante forma uma cápsula externa ao corpúsculo inteiro.

Esses corpúsculos lamelares começam a se desenvolver no terceiro mês de vida fetal; a terminação torna-se circundada por lamelas capsulares que continuam a ser depositadas na vida adulta, assim aumentando o tamanho do corpúsculo. São considerados corpúsculos lamelares por possuírem considerável turgor devido à pressão do fluido entre as lamelas capsulares. Só são estimulados por movimentos muito rápidos dos tecidos, por se adaptarem em centésimos de segundos, sendo importantes na variação extremamente rápida do estado mecânico dos tecidos. Considera-se que os receptores de Pacini como transdutores que transformam a pressão e as vibrações mecânicas em energia eletroquímica, com frequência que varia. Essas excitam o corpúsculo entre 50 a 600 ciclos por segundo. De modo que a compressão em qualquer ponto do exterior do corpúsculo produzirá prolongamento, indentação ou qualquer outra deformação da fibra central. A extremidade final dessa fibra não é mielinizada, mas passa a ser mielinizada logo depois de sair do corpúsculo, para penetrar no nervo sensitivo periférico. Os corpúsculos de Pacini intervêm na regulação da circulação dos fluidos internos ao informar sobre alterações

produzidas por atividades peristálticas ou trepidantes na passagem do sangue ao bater nas paredes elásticas dos vasos, especialmente nos esfíncteres e válvulas, podendo intervir na regulação da pressão arterial.



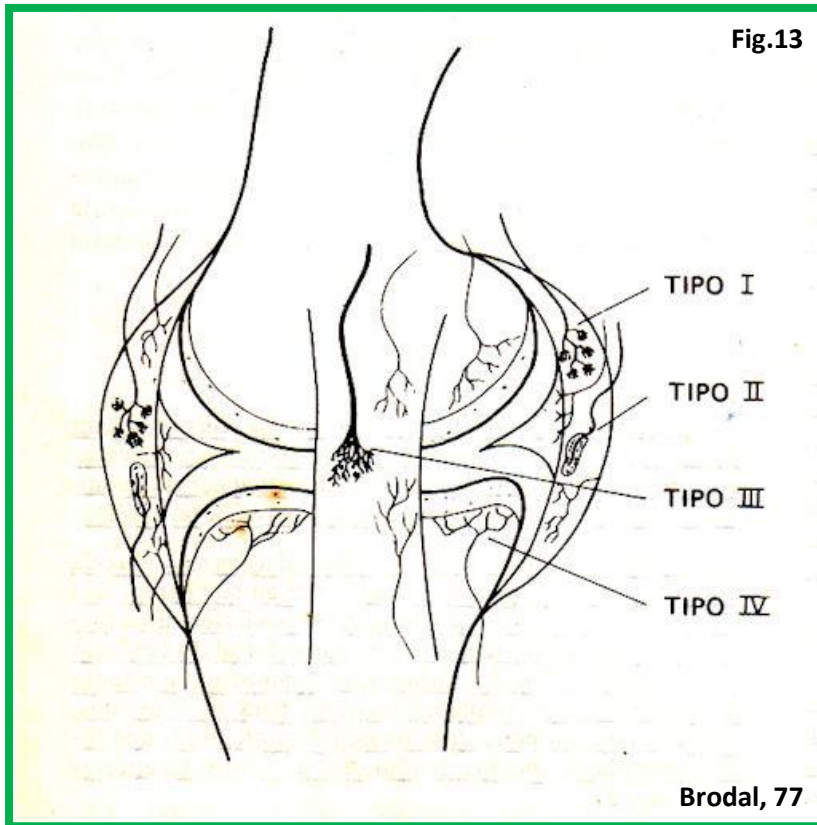
Receptores articulares – são agrupados em quatro categorias. Cada tipo parece ter suas propriedades funcionais próprias, mas todos são receptores de tensão, dando informação em várias partes da cápsula e ligamentos (Fig.12).

Receptores do tipo I – são corpúsculos ovóides com uma fina cápsula de tecido conjuntivo e são supridos por uma pequena fibra mielínica (5 a 8 milimicra) que se arboriza

dentro da cápsula. Ocorrem quase exclusivamente nas cápsulas articulares fibrosas e atuam como mecanorreceptores de adaptação lenta (receptores de estiramento). Esses receptores tanto estrutural como funcionalmente lembram muito as terminações de Ruffini na derme. Eles respondem com uma descarga permanente à estimulação contínua, a frequência do impulso dependendo da posição da articulação e da velocidade de movimentos para ou de sua melhor **posição**. Cada receptor é efetivo dentro de certas fases da faixa de movimento da articulação. As frequências variadas dos impulsos desses receptores podem assim sinalizar a direção e velocidade do movimento e a posição da articulação.

Receptores do tipo II – são duas vezes maiores do que os receptores do tipo I e são supridos por uma fibra mielínica mais espessa (8 a 12 milimicra), a qual termina como uma terminação isolada dentro da cápsula laminada espessa. Esses receptores que lembram os corpúsculos de Pacini

ocorrem apenas nas cápsulas articulares e têm demonstrado ser mecanorreceptores de adaptação rápida. Eles são muito sensíveis aos movimentos rápidos que se iniciam de qualquer porção da articulação, sendo denominados de receptores de aceleração.



Receptores do tipo III – são os maiores. Cada um é suprido por uma espessa fibra mielínica que se ramifica profusamente. Esses receptores que lembram os órgãos de Golgi não ocorrem na cápsula articular, mas apenas em ligamentos intrínsecos e extrínsecos. Eles se adaptam muito lentamente e têm um limiar alto. Sua função é obscura.

Receptores do tipo IV – é representado por plexos de

fibras finas amielínicas que ocorrem na cápsula fibrosa, nos ligamentos, na cápsula subsinovial e coxins adiposos. Essas fibras são interpretadas como receptores de dor porque quando suas fibras são estimuladas acontece contração de todos os músculos em torno da articulação para imobilizá-la.

A distensão da articulação do joelho com líquido intra-articular sem provocar dor produz uma forte inibição do quadríceps, presumivelmente pela ativação de um grande número de receptores do tipo I e II. Esse fenômeno pode ter um importante fator no enfraquecimento do quadríceps observado em pacientes com desordem na articulação do joelho. Em adição a esses quatro tipos de terminações aferentes, as articulações recebem fibras vasomotoras que degeneram após a extirpação do gânglio simpático correspondente. A informação proveniente das articulações é conduzida ao córtex cerebral, principalmente por meio dos funículos dorsomedial leminiscal e por uma via ascendente na parte dorsal do funículo lateral. Tal

informação é também importante dos impulsos motores para os músculos, quando deve cooperar com os impulsos aferentes dos fusos musculares, órgãos tendíneos e outros receptores (Fig.13).

Classificação das fibras nervosas

No sistema nervoso periférico, os axônios são divididos em três grupos de tamanho principais: grandes mielinizados, pouco mielinizados e não mielinizados. As fibras maiores são aferentes de fusos musculares e fibras motoras que se originam de neurônios motores alfa. As fibras menores não mielinizadas são fibras de dor e fibras pós-ganglionares autonômicas. Os grandes axônios mielinizados têm diâmetro na faixa de 6 a 12 milimicra, os axônios pouco mielinizados de 2 a 6 milimicra e os axônios não mielinizados de 0,2 a 2 milimicra. As fibras não mielinizadas são cerca de três vezes mais numerosas que os grandes axônios mielinizados. A velocidade de condução (VC) de uma fibra depende de seu diâmetro e seu grau de mielinização. As grandes fibras conduzem mais rapidamente que as pouco mielinizadas e as não mielinizadas. A VC varia de $< 1\text{m/s}$ para fibras pouco mielinizadas a $> 100\text{m/s}$ para as grandes fibras mielinizadas.

As fibras nervosas periféricas são classificadas pelo tamanho e pela VC segundo dois esquemas: o sistema ABC e I-II-III-IV. O sistema ABC inclui tanto fibras motoras como sensitivas. As fibras A- α e A- Δ são motoras. O grupo A- α também inclui aferentes de receptores encapsulados na pele, nas articulações e nos músculos, incluindo os aferentes primários do fuso. As fibras A- β e A- Δ são aferentes cutâneas primárias. As fibras do grupo B são pré-ganglionares autonômicas. As fibras do grupo C incluem as pós-ganglionares autonômicas, aferentes viscerais gerais e fibras de dor e de temperatura. O sistema I-II-III-IV aplica-se unicamente a fibras aferentes. O grupo com fibras de I a III são mielinizados; o grupo IV não é mielinizado. As fibras do tipo Ia são aferentes de fusos das fibras da bolsa nuclear; as fibras Ib originam-se dos órgão tendinosos de Golgi e as fibras II são aferentes de fusos de fibras de núcleos em cadeia. As fibras do grupo III são axônios cutâneos equivalentes às fibras A- β . As fibras do grupo IV correspondem às fibras C e são principalmente nociceptivas.

Axônios da pele	A α	A β	A δ	C
Axônios vindos dos músculos	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Curi & Procopio, 2009				
Fig.14				
Diâmetro (μ m)	13-20	6-12	1-5	0,2-1,5
Velocidade (m/s)	80-120	35-75	5-30	0,5-2
Receptores sensoriais	Proprioceptores do músculo esquelético	Mecanorreceptores da pele	Dor, temperatura	Temperatura, dor, prurido (coceira)

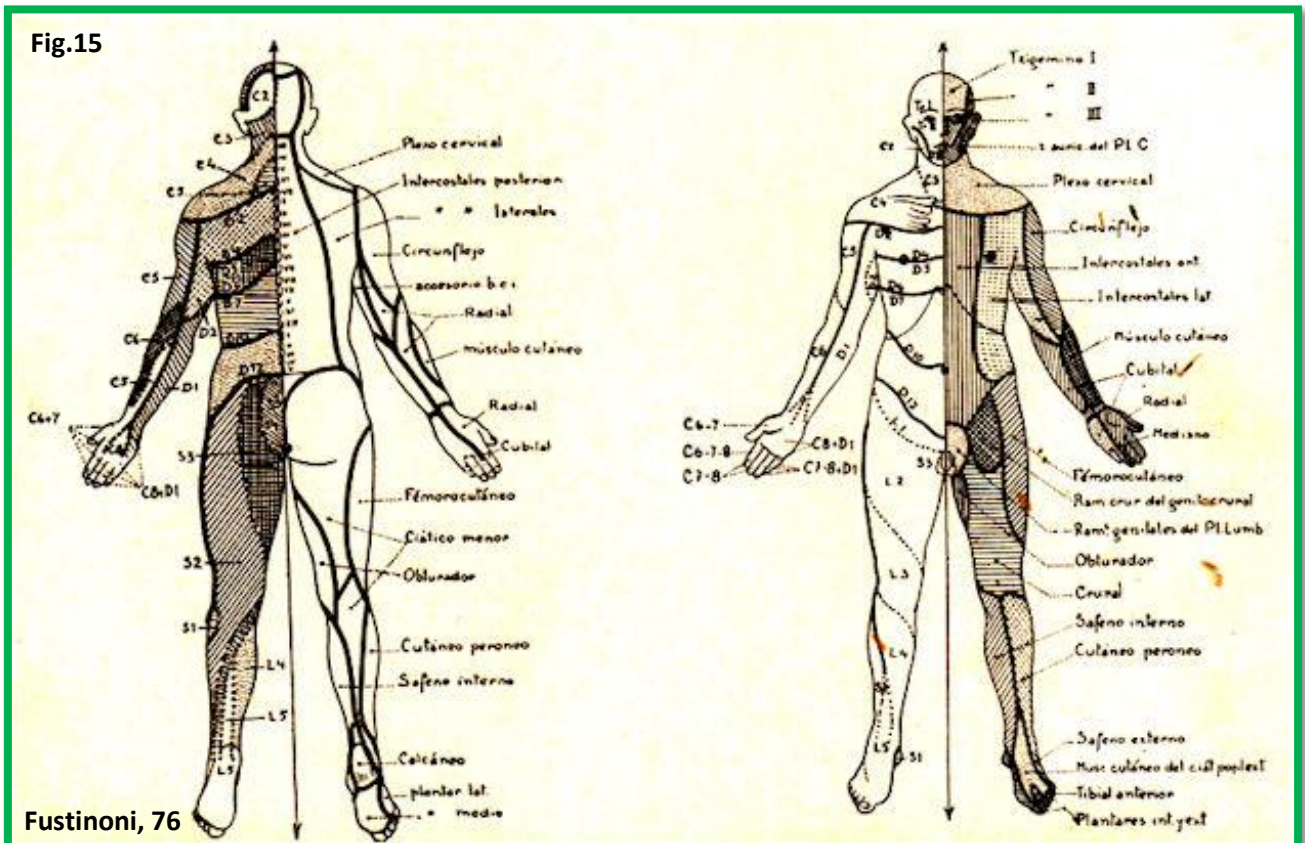
O diâmetro das fibras e, conseqüentemente sua VC, têm importância fisiológica e clínica diante de algumas situações. Por exemplo, a cocaína tem preferência pelas fibras finas, causando perda da sensação na seguinte ordem: dor lenta, frio, calor, dor rápida, tato e posição. Por outro lado, uma pressão exercida com a

polpa digital sobre a pele bloqueia a condução das fibras maiores, causando perda da sensação na seguinte ordem: posição segmentar, vibração, pressão, tato, dor rápida, frio, calor e dor lenta (Fig.14).

Representação da sensibilidade na pele – dermatômos

Denomina-se dermatômo a área cutânea correspondente à zona de distribuição das fibras exteroceptivas de um nervo raquídeo. Metâmero é a porção do corpo inervada por um par de nervos raquídeos que emerge de um mesmo segmento medular. A inervação dos dermatômos das extremidades é complexa, parte devido à migração dos brotos dos membros durante o desenvolvimento embrionário. Os dermatômos C4-C5 fazem contato com aqueles de T1-T2 na parte superior do tórax e os dermatômos L1-L2 estão próximos dos dermatômos sacro, situados na face interna da coxa, próximos da genitália. Três grupos distintos estudaram a distribuição dos dermatômos no corpo humano. Os gráficos de Head e Campbell estavam interessados no Herpes zoster e mapearam os dermatômos de acordo com a distribuição das erupções herpéticas. Os gráficos de Foerster foram realizados a partir de rizotomias posteriores em pacientes com dor crônica. Ele por técnicas de estimulação elétrica e cirúrgica mostrou que, uma raiz estava sempre

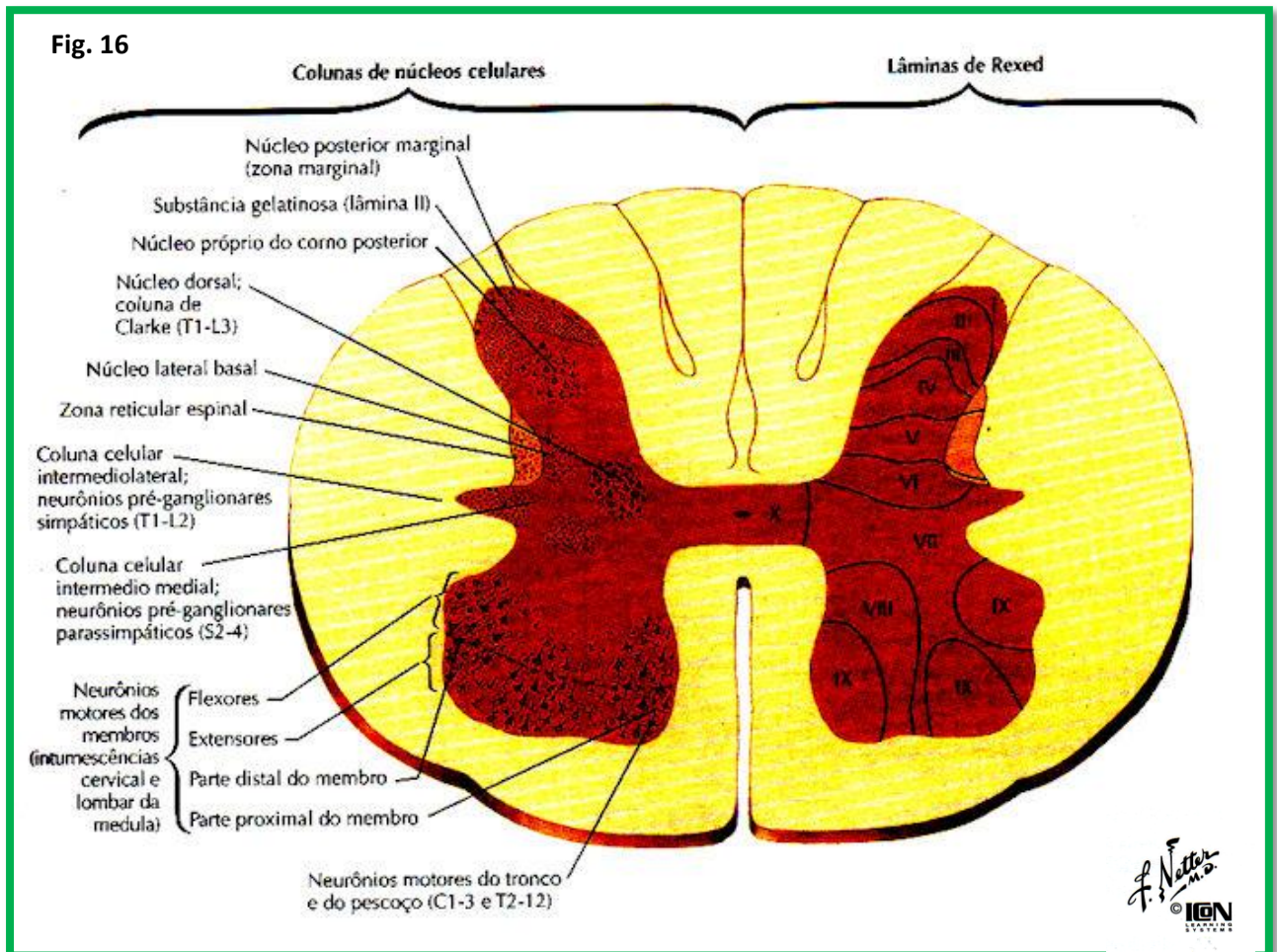
acompanhada de duas, uma em cada lado e que a lesão de uma raiz não produzia um déficit detectável, devido a uma superposição de fibras cutâneas. Os gráficos de Keegan e Garrett foram feitos a partir do exame clínico de diversos pacientes com queixas sensitivas, havendo correlação cirúrgica em 53% dos casos. Seus trabalhos confirmaram os realizados por Foerster. Veja nas figuras logo abaixo, os campos das raízes e nervos distribuídos nos respectivos dermatômos (Fig.15).



Citoarquitetura da substância cinzenta da medula

A substância cinzenta da medula é encontrada no interior da medula em forma de uma *borboleta*. É subdividida em três cornos: 1) corno dorsal, sensitivo; 2) corno anterior, motor; e 3) corno intermédio lateral, simpático tóracolombar (T1-L2) e parassimpático sacral (os núcleos de Onuf de S2-S4). Grupos celulares aparecem homogêneos em algumas regiões da substância cinzenta, com alguns núcleos distintos como o núcleo de Clarke (T1-L3), substância gelatinosa de Rolando (lâmina II de Rexed) e o núcleo próprio (lâmina III e IV de Rexed). Os corpos dos neurônios motores são distribuídos no corno ventral da medula em flexores (mediais) e extensores (anteriores). Também existe uma somatotopia do corpo distribuída na mesma área

do corno ventral, sendo que as partes distais estão na borda lateral do corno ventral e as partes proximais na porção medial desse corno (mão, antebraço, braço, ombro, tronco, pescoço), representados na lâmina IX de Rexed. As lâminas de Rexed, um sistema alternativo de classificação da citoarquitetura estabelecido na década de 50, subdividem a substância cinzenta

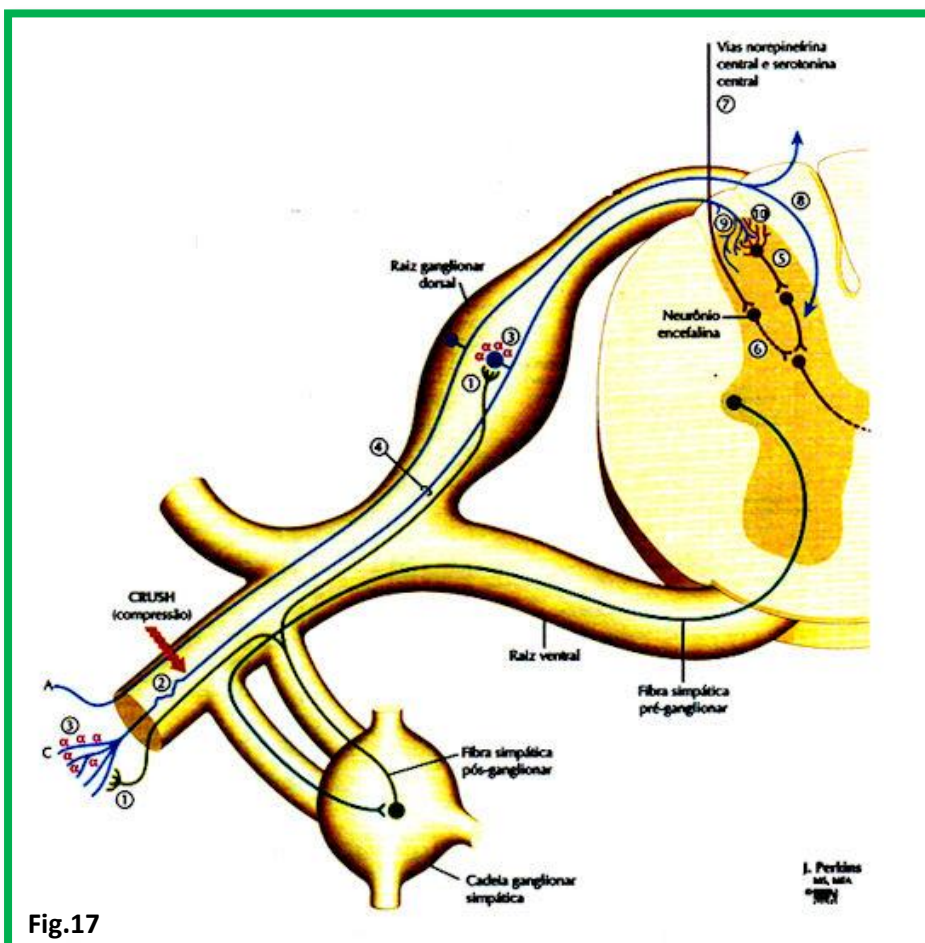


da medula em 10 lâminas (Fig.16).

Lâmina I de Rexed ou cabeça de Waldeyer é um fino véu de substância cinzenta que cobre a superfície externa da coluna posterior e curva-se em torno de suas margens. Ela separa a substância gelatinosa de Rolando do trato de Lissauer por meio das células limitantes de Cajal. São células pequenas e médias e células fusiformes grandes e dispersas. Nessa lâmina existem fileiras de axônios mielinizados, pequenos dendritos e botões sinápticos que correspondem ao núcleo pósteromarginal. Os axônios da lâmina II terminam nas células da lâmina I, enquanto os das fibras aferentes terminam nos dendritos. Uma grande proporção de axônios dessas duas fontes atinge a lâmina I por meio do trato de Lissauer. As células da lâmina I respondem aos

estímulos nociceptivos e térmicos e contribuem com fibras para o trato espinotalâmico lateral. Essas células contêm substância P, encefalina, somatostatina e serotonina.

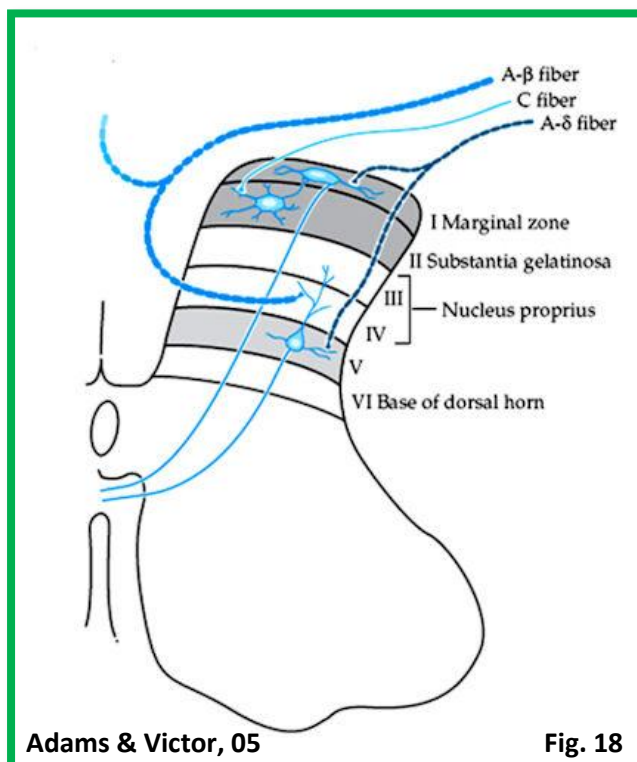
Lâmina II de Rexed é composta por células bem compactadas que corresponde a substância gelatinosa de Rolando. São reconhecidas duas zonas: uma zona lateral e uma zona interna. Ao entrar na medula, as fibras radiculares bifurcam-se em ramos ascendentes e descendentes. As fibras pequenas amielínicas da divisão lateral concorrem para a formação do fascículo pósterolateral de Lissauer. As fibras para a lâmina II originam-se de: 1) fascículo pósterolateral de Lissauer; 2) funículo posterior; e 3) partes adjacentes do funículo lateral. As fibras colaterais dessas origens entram na lâmina II, em forma de chama de vela, para fazer sinapses com organização colunar. Esses neurônios exercem influência sobre os grandes neurônios das lâminas III e IV, modulando os sinais sensitivos. Na lâmina II, existe substância P, que tem papel excitatório nos impulsos associados à dor. Ela é sintetizada no gânglio espinhal e transportada para os terminais das fibras radiculares posteriores. Para ilustrar, veja na figura logo abaixo, o mecanismo de dor neuropática, do sistema em cascata do corno dorsal que recebe fibras C



aferentes primárias de origem nociceptiva que se projeta para o sistema espinoreticular para a interpretação consciente da dor neuropática torturante. Na dor neuropática e, principalmente, na dor distrófica simpática reflexa, podemos encontrar: 1) brotamento de fibras nervosas pós-ganglionares simpáticas nas

terminações aferentes primárias e corpos celulares sensoriais primários; 2) limiar diminuído para disparar fibras C nas parestesias e, fibras A- Δ , na alodinia; 3) proliferação de receptores alfa-adrenérgicos nas terminações aferentes sensitivas primárias e corpos celulares primários sensitivos; 4) ativação aferente efática possível; 5) hiperativação permanente de neurônios de ampla extensão dinâmica; 6) morte celular de neurônios inibitórios por glutamato excitotóxico; 7) inadequação da serotonina descendente central, norepinefrina, vias peptídicas de opióides, para o controle da nocicepção; 8) imobilização por dor diminui comporta para estímulo nociceptivo, limitando terapia física para iniciar comporta de Melzack; 9) brotamento de fibras C na medula; e 10) extensão de dendritos de interneurônios para lâminas adicionadas da medula (Fig.17).

Lâmina III de Rexed forma uma faixa que cruza a coluna posterior e os axônios de seus neurônios formam um plexo nas lâminas III e IV, sendo que a maioria dos neurônios funciona com internunciais.



Adams & Victor, 05

Fig. 18

contatados com as fibras da raiz posterior.

Lâmina IV de Rexed é composta de neurônios com forma redonda, triangular ou estrelada. Os dendritos desses neurônios irradiam para a lâmina II. As células das lâminas III e IV formam o núcleo sensitivo próprio e respondem a estímulos de baixa intensidade, como um toque leve.

Lâmina V de Rexed é dividida em segmentos lateral e medial, exceto nos segmentos torácicos. A parte lateral da lâmina V dá origem ao processo reticular que é mais proeminente na região cervical. Alguns neurônios estendem-se para cima, penetrando na lâmina II, onde são

Lâmina VI de Rexed apresenta-se apenas nas intumescências medulares, sendo dividida em partes lateral e medial. Os aferentes musculares do grupo I terminam na zona medial, e as vias espinhais descendentes projetam-se para a zona lateral (Fig. 18).

Lâmina VII de Rexed ou zona intermediária contém três agrupamentos celulares que formam: o núcleo dorsal, intermédialateral e intermédiomedial. O núcleo dorsal ou de Stilling forma uma coluna de células multipolares que vai do segmento C8 a L2, chamado coluna de Clarke. Os colaterais dos aferentes da raiz posterior estabelecem sinapses definitivas com as células desse núcleo em múltiplos níveis. As células do núcleo Stilling dão origem a fibras não cruzadas no trato espinocerebelar posterior. As células, da lâmina VII e partes adjacentes das lâminas V e VI, que não formam um núcleo definido, dão origem a fibras cruzadas que formam o trato espinocerebelar anterior.

O núcleo intermédio lateral autonômico sacral ocupa posições correspondentes em regiões laterais da lâmina VII nos segmentos S2, S3 e S4 ou núcleos de Onuf, mesmo que não haja presença da coluna lateral. Esses neurônios originam fibras parassimpáticas pré-ganglionares que saem por meio das raízes anteriores e formam os nervos pélvicos. O núcleo intermédio lateral forma uma coluna de células, colinérgicas e imunorreativas à colina acetiltransferase, na região apical da coluna lateral dos segmentos medulares de T1 a L2 ou L3. As células desse núcleo dão origem a fibras simpáticas pré-ganglionares que emerge por meio das raízes anteriores e se projetam para vários gânglios simpáticos, por meio dos ramos comunicantes brancos. Veja logo acima na figura 20, que as fibras simpáticas, além de secretar norepinefrina no sangue e ativar a secreção de epinefrina, podem realizar sinapse no corno posterior da medula com terminações e corpos celulares de neurônios nociceptivos primários em síndromes de dor neuropática. Projeções noradrenérgicas e serotoninérgicas descendentes também são mostradas nessa área.

O núcleo intermédio medial forma uma pequena coluna na parte medial da lâmina VII, lateral ao canal central, que se estende pelo comprimento da medula. Esse núcleo recebe aferentes viscerais em todos os níveis medulares.

O núcleo cervical central forma uma coluna celular interrompida nos 4 segmentos cervicais superiores que se estende para a medula caudal. As grandes células poligonais desse núcleo situam-se lateralmente ao núcleo intermédiomedial. As células do núcleo cervical central

recebem fibras de raízes posteriores e originam projeções cruzadas para o cerebelo e o núcleo vestibular inferior.

Lâmina VIII de Rexed é uma zona de células heterogênea na base da coluna anterior. Essa lâmina constitui uma entidade discreta, em parte porque as fibras de vários tratos descendentes específicos terminam nas células dentro de seus limites.

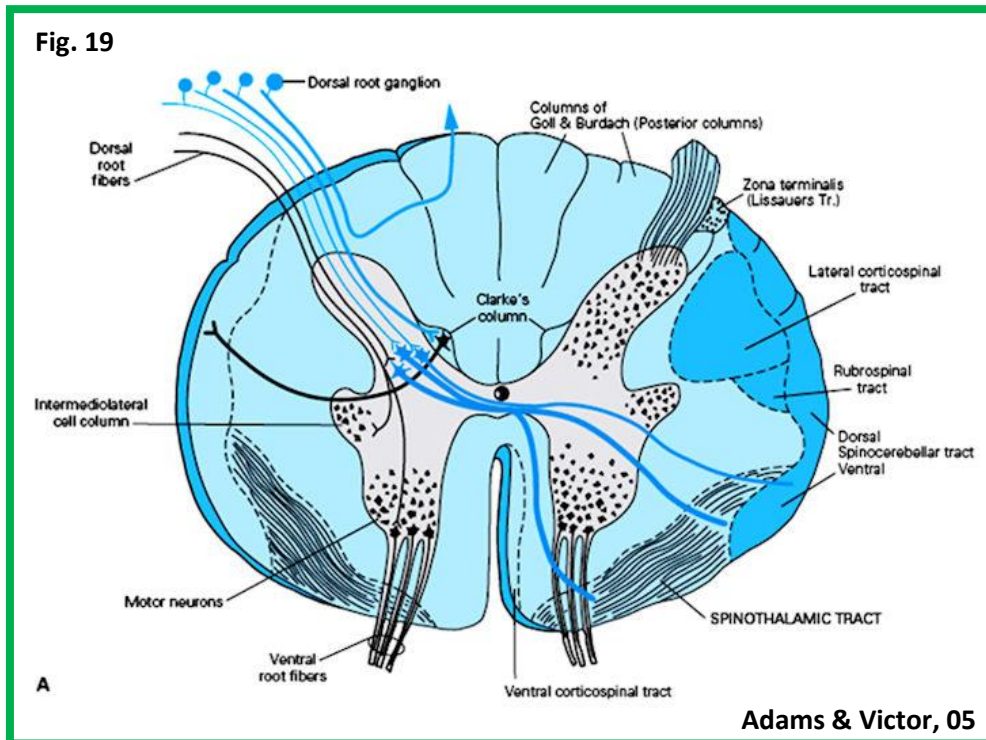
Lâmina IX de Rexed é constituída por grandes células motoras da coluna anterior que inervam os músculos estriados ou neurônios motores α , entremeados por neurônios menores motores γ , essas últimas, dão origem às fibras eferentes que inervam os elementos contráteis do fuso muscular intrafusar. Os neurônios γ desempenham um papel essencial na manutenção do tônus muscular e mantém o fuso muscular sob o controle das influências medulares e supramedulares. As células da coluna são organizadas em grupos: medial e lateral. O grupo medial de núcleos estende-se por toda a extensão da medula e consistem de subdivisão pósteromedial e ânteromedial. O subgrupo ânteromedial é mais proeminente nas partes cervical superior, torácica superior e em L3, L4, S2 e S3. O subgrupo pósteromedial é mais distinto nas intumescências medulares. A coluna medial de células motoras inerva os grupos musculares axiais. As células do grupo lateral de núcleos inervam a musculatura do restante do corpo.

Lâmina X de Rexed é representada pela substância cinzenta que circunda o canal central da medula.

Anatomia da raiz posterior

Os gânglios da raiz dorsal (GRD) de forma oval situam-se sobre a raiz posterior no forame intervertebral, imediatamente lateral ao ponto em que a raiz posterior penetra na dura. A capa de tecido conectivo em torno de cada GRD é contínua com o epineuro da raiz espinhal. O GRD é composto de neurônios, células satélites e um estroma de sustentação muito vascularizado. Os neurônios do GRD são pseudounipolares. Os ramos periféricos conduzem impulsos aferentes para o corpo celular e representa do ponto de vista funcional dendritos longos, mas morfológicamente assemelham-se axônios, após integração no corpo celular, o axônio entra na medula pela zona lateral da raiz dorsal. Grandes neurônios sensitivos podem ser encontrados, isolados ou em pequenos grupos, próximo ou distal ao GRD. A situação anatômica do GRD é

vulnerável a explosão de núcleo pulposo ou por um esporão osteofítico, principalmente em idosos. O GRD da raiz de C1 falta com frequência.



A raiz dorsal é dividida em uma zona medial, conduzindo fibras proprioceptivas e, uma zona lateral, conduzindo as fibras térmicas e dolorosas. O feixe medial de fibras grossas mielinizadas representa

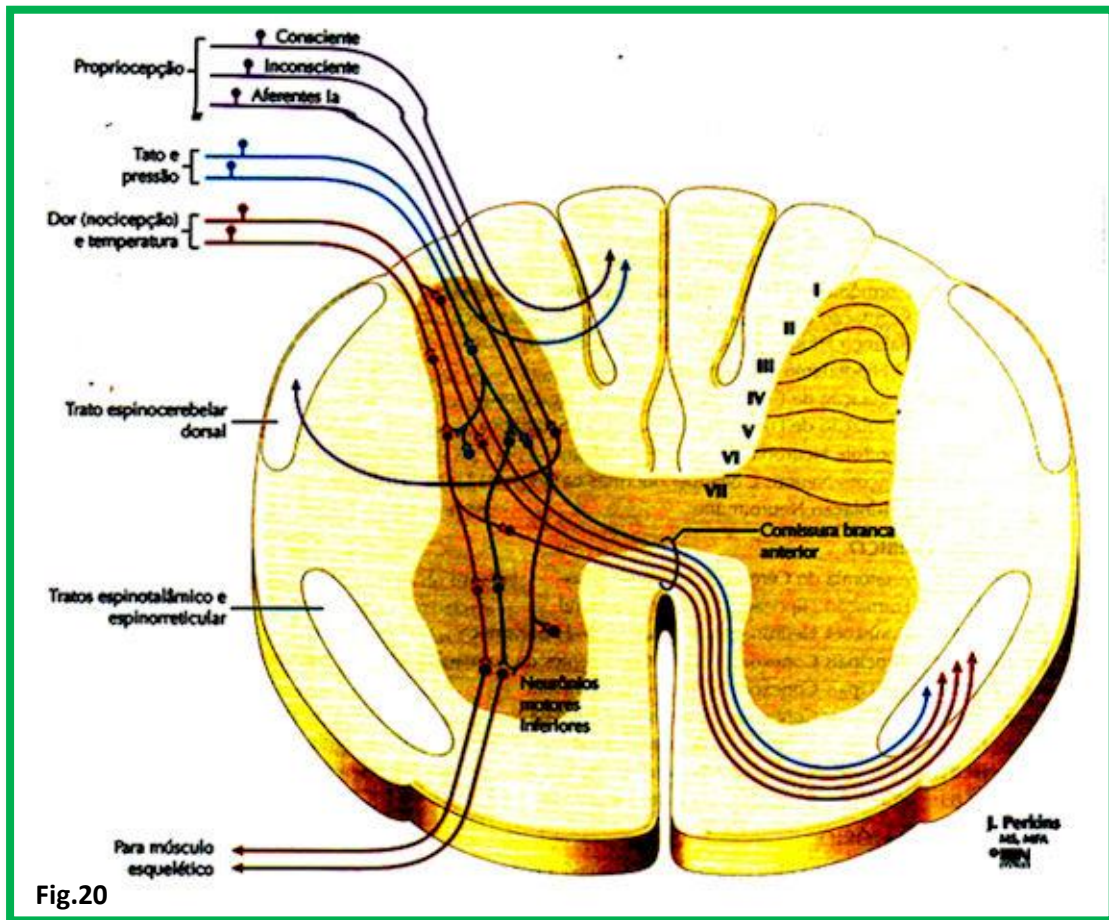
processos de células do GRD que transmitem impulsos dos receptores somáticos encapsulados como os fusos musculares, órgãos neurotendíneos de Golgi, corpúsculo de Pacini e o de Meissner. O feixe lateral representa os processos centrais de células ganglionares menores relacionadas com as terminações nervosas livres, os receptores táteis, térmicos e outros receptores somáticos e viscerais. Ao entrar na medula, os processos centrais de cada célula do GRD dividem-se em ascendente e descendente que dão origem a ramos colaterais. A maioria dos ramos colaterais é emitida no segmento de entrada e participam dos reflexos intersegmentares ou retransmitem impulsos para outros neurônios. Os ramos longos entram no funículo posterior ipsilateral e ascendem ao bulbo. A maioria das fibras aferentes primárias que entra na lâmina III e IV de Rexed, é intermediária das fibras espessas que passam através ou em torno da lâmina II de Rexed e, após um trajeto encurvado na substância cinzenta, toma direção anterior, aproximando-se das células do núcleo próprio. A maioria dos neurônios da lâmina IV responde a estímulos de baixa intensidade, como o tato leve.

Um dos principais locais de término das fibras mielinizadas da GRD é o núcleo torácico de Clarke. Esse núcleo recebe fibras de todas as raízes posteriores ipsilaterais nos diferentes níveis, exceto

das raízes cervicais superiores. Existe uma superposição considerável de fibras aferentes a partir de raízes posteriores diferentes, as quais atingem o núcleo por meio de colaterais ascendente e descendente. O maior número de aferentes está relacionado com os membros inferiores. As sinapses dos aferentes das raízes posteriores com as células do núcleo de Clarke mostram-se peculiarmente evidentes. Os colaterais das fibras da raiz posterior cruzam as partes centrais da lâmina VII, para entrar na lâmina VIII e na IX (Fig.19).

A zona de Lissauer ou fascículo pósterolateral situa-se pósterolateral da entrada à lâmina I, na zona de entrada da raiz, e é composto por: 1) fibras finas mielinizadas e não mielinizadas da raiz posterior, que transmitem impulsos associados à dor, sensação térmica e tato suave, as quais entram na zona medial de Lissauer e\ou terminam diretamente em partes da lâmina I e II. As células, na lâmina I, e a zona externa da lâmina II recebem projeções dos nociceptores cutâneos. As fibras aferentes primárias que terminam na zona interna da lâmina II estão relacionadas com os mecanorreceptores inócuos; e 2) grande números de fibras próprioespinhais endógenas que interligam diferentes níveis da substância gelatinosa de Rolando.

Pequenas populações de células do GRD contêm substância P (SP), somastostatina (SRIF) e colescistocinina (CCK). O glutamato (GLU) pode ser o principal neurotransmissor de células no GRD e nervos cranianos, abrangendo metade das células. Acredita-se que 35 a 65% das células pequenas do GRD contêm SP e GLU, liberados na lâmina II de Rexed. Para ilustração, veja na figura logo abaixo, os aferentes somatossensitivos para a medula. Os axônios amielínicos e pequenos axônios pouco mielinizados que transmitem a nocicepção e a sensação térmica terminam nas lâminas I e V de Rexed, origem do trato espinotalâmico. Outros axônios amielínicos terminam no corno dorsal, a partir do qual, neurônios para reflexos polissinápticos e para o sistema espinorreticular originam-se. Os axônios mielinizados, para o tato e pressão, terminam no corno dorsal, onde conexões reflexas adicionais e projeções espinotalâmicas originam-se. Os axônios mielinizados também se projetam para o feixe de Gool e de Burdack nas vias leminiscais destinando-se as interpretações conscientes. Os axônios proprioceptivos mielinizados terminam diretamente nos neurônios motores inferiores das vias aferentes Ia e no conjunto Ia interneuronal e também terminam nos neurônios de origem para os tratos espinocerebelares (Fig.20).



Em resumo - Os estímulos correspondentes ao serem captados pelos receptores e conduzidos pelas vias específicas, são utilizados para o funcionamento de mecanismos de complexidade variável, que se enfileiram desde o reflexo elementar até as reações altamente diferenciadas, de nível cerebral, já no domínio das reações condicionadas, afetivas e intelectualizadas. A modalidade captada, ao se integrar em níveis inferiores, responsabiliza-se pela possibilidade de reações primárias, imediatas, estereotipadas ou quase estereotipadas, que exibem padrão de resposta semelhante para a mesma situação estimuladora, resposta quase completamente liberada do domínio da vontade. Assim, ela interessaria aos reflexos elementares, aos supraelementares, aos automatismos em seus diversos graus de hierarquia e complexidade. Em etapas mais avançadas da ontogênese, com a entrada em funções de formações nucleares e vias conexas, capazes de reunir, selecionar e analisar os impulsos recebidos, as respostas já se ajustam às exigências do momento e realizam reações de variação praticamente ilimitada, muitas vezes imprevisíveis. Admitindo que a sensibilidade elementar chegue à consciência, não podemos fugir a idéia de que se torna impossível estabelecer nitidamente uma linha

demarcatória entre os fenômenos protopático e epicrítico, considerado no mesmo senso lato com que são referidos nos tratados. As várias modalidades exteroceptivas (dolorosa, térmica e a pressão) podem comportar-se protopaticamente desde que se limitem, a informações vagas, cruas, indistintas e não localizadoras. Seriam apenas suficientes para que o organismo se capacitasse de que algo insólito acontece, mas não fundamentariam nenhum processo de elaboração intelectual de comparação, localização, discriminação, mensuração e reconhecimento. Essa última modalidade realiza-se à custa da sensibilidade geral, porém elaboradas em plano mais elevado, de síntese e de reconhecimento, de acordo com a prática e experiências adquiridas.

Isso vale dizer que, aceito esse ponto de vista, não se deve mais considerar como adequada a distinção entre as sensibilidades protopática e epicrítica em senso lato. Seria mais apropriado dizer-se que há um aproveitamento protopático e epicrítico das informações sensitivas, em suas múltiplas variações, quantitativas, qualitativas e supletivas. As alterações patológicas incidindo sobre o conjunto captador e condutor das informações, poderão provocar distúrbios sensitivos de ordem protopática. Se ditas alterações forem intensas e maciças é de se prever que os mecanismos corticais também deixem de exercer suas funções por lhes faltar o material elementar.

EXAME CLÍNICO

As modalidades sensitivas podem ser primárias e corticais. As primeiras são o tato, pressão, dor, temperatura, noção de posição segmentar e vibratória. As corticais são discriminação entre dois pontos, estereognosia, grafestesia, topognosia, etc. Quando as modalidades primárias estão normais em uma região específica do corpo, mas as corticais estão comprometidas, pode haver uma lesão no lobo parietal contralateral. As sensações de prurido e cócegas estão relacionadas com a dor, percebidas pelas mesmas terminações nervosas, portanto desaparecem após uso de analgésicos.

É importante usar a linguagem sensitiva e saber os seus significados: estesia (sensação), algisia (dor), parestesia (sensação anormal vivenciada sem estímulo específico como: frio, calor, dormência, formigamento, ardência, agulhada, comichão, dormência, peso, compressão ou prurido; podem localizar-se em qualquer parte do corpo, sendo as extremidades as mais comuns;

podem ser encontradas em doenças do SN e nos transtornos circulatórios das extremidades; existe uma forma de parestesia específica chamada de sintoma de Lhermitt ou sinal de Barber, trata-se de parestesia elétrica ou formigamento que ocorre ao longo do dorso e pode se propagar ao longo dos membros superiores ou inferiores, após flexão da cabeça, acocorar-se, tossir ou espirrar); disestesia (sensação anormal ou pervertida ou desagradável ou dolorosa espontaneamente ou após estímulo não doloroso), alodinia (aumento da sensibilidade a dor, respondendo a um estímulo não doloroso), alestesia (percepção de um estímulo tátil em outro local do qual ele foi aplicado), aloquiria (percepção de um estímulo em local homólogo ao que foi estimulado), hiperpatia (aumento da sensibilidade a dor), palestesia (sensação vibratória nas articulações) e algofilia (é a inversão da qualidade da dor, de dolorosa para prazerosa, que aparece em psicopata ou místico ou masoquista ou neurótico crônico).

Disfunções da sensibilidade geral

Anormalidades da sensação podem ser caracterizadas pelo: aumento ou hiperestesia, perversão, prejuízo ou perda da impressão sensitiva. Aumento na sensação ou hiperestesia é geralmente manifestado por dor – uma sensação não prazerosa ou desagradável que resulta de excessiva estimulação de certos órgãos do sentido, fibras ou tratos. Isso resulta de um estímulo que afeta parcialmente os órgãos do sentido, fazendo o paciente despertar para um estímulo nocivo e assim protegê-lo dele. A gravidade da dor depende de um número de fatores: tecidos afetados, duração, extensão e qualidade do estímulo; personalidade do indivíduo e seu poder de discriminação. A dor é acompanhada por um estado emocional, bem como por outras reações físicas, de modo que a experiência completa da dor é de natureza complexa. Frequentemente a descrição da dor do paciente é o único guia do seu caráter e gravidade. Perversões da sensação apresentam-se na forma de parestesias, disestesias, e sensação fantasma. Algumas dessas estão associadas com irritação dos receptores, fibras ou tratos, ao passo que outras são fenômenos liberados. Prejuízo e perda da sensação resultam da redução da acuidade dos órgãos dos sentidos, diminuição na condução das fibras ou tratos nervosos ou disfunção dos mais altos centros com uma conseqüente redução na capacidade de reconhecimento ou de percepção.

Semiologia da sensibilidade geral

A fim de evitar o cansaço que gera inexactidão tanto para o paciente quanto para o examinador, é aconselhável, muitas vezes, realizar o exame da sensibilidade em várias etapas, testando partes diferentes do corpo, ou modalidades diferentes em diferentes ocasiões. O exame sensitivo tem como objetivo demonstrar clara e solidamente, os limites de quaisquer áreas de sensibilidade anormal; determinar que modalidades se acha envolvidas dentro desses limites; comparar os achados com padrões conhecidos de normalidade sensitiva. Porque quanto mais experiência se adquire, mais se aprende a reconhecer o tipo de caso em que o distúrbio sensitivo representa característica diagnóstica vital e requer exame minucioso e o tipo de caso em que, o distúrbio é de importância mínima, não justificando análise demorada. Aquele que tiver menor experiência terá que completar o exame, e ficará em dúvida se a alteração encontrada é relevante para o problema diagnóstico, ou pelo contrário por carecer de importância, apenas irá atrapalhar.

No exame da sensibilidade deve-se descobrir se existem áreas com sensação diminuídas, aumentadas, pervertidas, com respostas retardada e anestésicas. Devem ser determinados a qualidade e o tipo da sensação que é afetada, a quantidade e o grau do envolvimento, e a localização da alteração. Pode existir qualquer das seguintes: perda, redução ou aumento de um ou de todos os tipos de sensação; dissociação da sensação com perda de um tipo, mas não de outros; perda na capacidade de reconhecer diferentes graus de sensação; interpretação errada da sensação (perversão); áreas localizadas de dormência ou hiperestesia. Mais de uma dessas pode ocorrer simultaneamente. Também faz parte de um cuidadoso teste de sensibilidade, a presença de alteração trófica, especialmente úlceras e vesículas indolores; essas podem ser as primeiras manifestações da desordem sensitiva da qual o paciente não está atento.

Antes de começar a investigação, o examinador deve determinar se o paciente está atento as alterações subjetivas da sensibilidade ou está experimentando sensações de um tipo anormal. Deve-se perguntar ao paciente se ele percebe a dor, parestesias ou perda de sensação; se sente dormência em qualquer parte de seu corpo, morno, quente ou frio; se ele tem percebido sensações tais como agulhada, queimação, prurido, formigamento, pressão, distensão, entumescimento ou sensação de peso ou constrição. Se tais sintomas estão presentes, o examinador deve tentar determinar seu tipo e caráter, intensidade, distribuição exata, duração e periodicidade, bem como fatores que os acentua e os reduz. Sensação de dor subjetiva deve ser

diferenciada de dormência, que resulta do toque ou pressão. Deve-se lembrar que a dor e a dormência podem existir juntas, como na síndrome talâmica e na neurite periférica. A maneira do paciente de descrever a dor e o distúrbio sensitivo e a resposta afetiva associada, a natureza do termo usado, a localização, a precipitação e os fatores de alívio podem ajudar na diferenciação entre distúrbios psicogênicos e orgânicos. Dor psicogênica está frequentemente associada um efeito inapropriado (quer emocional ou indiferença excessiva) e é vago o caráter e a localização, e as reações não são consistentes com o grau de incapacidade.

Requisitos necessários para um exame sensitivo satisfatório

É aconselhável, na maioria dos casos, que a investigação do sistema sensitivo seja no início do exame neurológico. Isso é mais eficaz se o indivíduo estiver alerta e sua mente aguçada. Causas de fadiga e falta de atenção, lentidão do tempo de reação, tornam os achados menos confiáveis quando o paciente torna-se cansado durante o exame. Embora um simples problema, precisa ser metucioso e acompanhado pela gravidade do exame. Seus resultados dependem das respostas do paciente e, toda cooperação do paciente, será necessária. Não somente a presença ou ausência da sensação, mas discretas diferenças e gradações devem ser registradas. Ocasionalmente, manifestações objetivas, tais como a retirada da parte estimulada, retraimento, piscar de olhos e alterações na fisionomia, podem ajudar na delimitação de áreas das alterações sensitivas. Dilatação pupilar, aceleração do pulso e perspiração podem acompanhar estimulação dolorosa. Perspicácia na percepção e interpretação do estímulo difere entre indivíduos, em várias partes do corpo e no mesmo indivíduo sob diferentes circunstâncias. Os resultados do exame sensitivo podem às vezes parecer sem confiança e confuso. Cuidado deve ser usado na conclusão. Pode ser necessário adiar a investigação sensitiva para outra vez se o paciente se tornar fatigado ou repetir o teste nos dias consecutivos se os resultados são consistentes e satisfatórios. De fato, o exame deve sempre ser repetido pelo menos uma vez para confirmar os achados. Essa parte da avaliação neurológica, mais do que qualquer outro, requer paciência e observação detalhada para interpretação confiável.

O paciente precisa entender o procedimento e está pronto e querer cooperar. Seu propósito e método devem ser explicados para ele de forma simples, de modo que ele compreenda o que será esperado. Ele deve ser capaz de entender e interpretar as questões e comandos do

examinador. Pacientes diferem em inteligência e capacidade de descrição. Os achados são difíceis de avaliar em indivíduos com baixa capacidade intelectual, com dificuldade de linguagem e com um sensório nebuloso, porém possa ser necessário realizar o exame apesar desses obstáculos. Além do mais, precisa ser conquistada a confiança do paciente, quando um indivíduo suspeito ou medroso não responde satisfatoriamente. Às vezes, as sensações precisam ser avaliadas em indivíduos com semiestupor, afásicos e comatosos, mas só precisa determinar se o indivíduo reage ou não ao estímulo doloroso em várias partes do corpo. Em alguns adultos apreensivos e crianças, o exame da sensibilidade deve ser deixado por último. Assim será muito mais provável se obter a cooperação durante os intervalos do exame.

Durante o exame o paciente deve estar confortável e à vontade. Não pode ser encontrado resultado satisfatório se o paciente está com dor, tremendo de frio, medroso ou confuso ou distraído com sensações como barulho, fome ou desconforto. Se estiver sentindo dor ou desconforto ou se recebeu recentemente sedativo ou narcótico, o exame deve ser adiado. O melhor resultado é obtido quando o paciente está deitado confortavelmente. As áreas examinadas devem ser descobertas, expondo cada área do corpo de uma vez. Os olhos do paciente devem ser fechados ou as áreas examinadas protegidas para eliminar distração e evitar interpretação incorreta de estímulos. Áreas simétricas do corpo devem ser comparadas sempre que possível. O examinador precisa lembrar que quanto mais simples for o método de examinar, mais satisfatória será a conclusão. Pede-se ao paciente para responder revelando o tipo de estímulo que percebeu e sua localização. O examinador precisa ser cauteloso e não sugerir respostas. Alterações sensitivas resultando de sugestões são notoriamente frequentes nos indivíduos emocionalmente lábeis, mas as alterações não-orgânicas podem produzir sugestões em pacientes que têm doença orgânica. Se o paciente não percebe alteração subjetiva na sensação, pode-se testar o corpo inteiro rapidamente, relacionando na mente o suprimento de segmento e grandes nervos sensitivos na face, tronco e extremidades. Se existem sintomas sensitivos específicos (sintomas motores de atrofia, fraqueza ou ataxia) ou nenhuma área de anormalidade sensitiva for detectado no levantamento do exame, a avaliação sensitiva deve ser realizada em detalhes para determinar a qualidade da sensação que está prejudicando e para delimitar as áreas de envolvimento. As alterações demonstradas podem ser desenhadas na pele com lápis e depois registradas na papeleta. Áreas com alterações em várias modalidades de

sensação podem ser indicadas no cartão pelo preenchimento do gráfico, usando linhas horizontais, verticais ou diagonais, ou usando cores diferentes. Deve ser instalado um código para dar o significado de vários símbolos e cores. Também deve ser feita uma nota da cooperação, percepção, além de uma estimativa da confiabilidade do exame. Cartões bem feitos com gráficos preenchidos são prestáveis para comparação dos resultados dos exames subseqüentes no seguimento do curso da doença do paciente, bem como para comparação dos resultados de outros examinadores.

REFERÊNCIAS

1. BICKERSTAFF, E. R. EXAME DO PACIENTE NEUROLÓGICO. LIVRARIA ATHENEU. RIO DE JANEIRO. 1987. PG. 397.
2. CAMPBELL, W.W. DeJONG: THE NEUROLOGIC EXAMINATION. SIXTH EDITION, PHILADELPHIA, LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, 2005, p.671.
3. CANELAS, H.M; ASSIS, J.L; SCAFF, M. FISIOPATOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO. SARVIER. SÃO PAULO. 1983. PG.476.
4. CARPENTER, M. FUNDAMENTOS DE NEUROANATOMIA. QUARTA EDIÇÃO. PANAMERICANA. BUENOS AIRES. 1999. PG.458.
5. CINGOLANI, H.E. & HOUSSAY, A.B. FISIOLOGIA HUMANA DE HOUSSAY. SÉTIMA EDIÇÃO. SÃO PAULO. ARTMED. 2004. PG.1124.
6. CURI, R & PROCOPIO, J. FISIOLOGIA BÁSICA. RIO DE JANEIRO. GUANABARA KOOGAN. 2009. PG.857.
7. DeJONG, RN. THE NEUROLOGIC EXAMINATION. FOURTH EDITION, MARYLAND, HARPER & ROW, 1979. p.840.
8. EYZAQUIRRE, C & FIDONE, S.J. FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO. SEGUNDA EDIÇÃO. GUANABARA KOOGAN. RIO DE JANEIRO. 1977. PG. 398.
9. FELTEN, D.L & JÓZEFOWICZ, R.F. ATLAS DE NEUROCIÊNCIA HUMANA DE NETTER. REIMPRESSÃO. ARTMED. PORTO ALEGRE. 2005. PG. 328.
10. FUSTINONI, O. SEMIOLOGÍA DEL SISTEMA NERVOSO. NOVENA EDICIÓN. EL ATENEO. BUENOS AIRES. 1976. PG.493.

11. GOETZ, C.G. TEXT BOOK OF CLINICAL NEUROLOGY. THIRD EDITION. CHINA. SAUNDERS-ELSEVIER. 2007. PG.1364.
12. GUYTON, A.C. NEUROCIÊNCIA BÁSICA: ANATOMIA E FISILOGIA. SEGUNDA EDIÇÃO. RIO DE JANEIRO. GUANABARA KOOGAN. 1993. PG. 345.
13. LENT, R. CEM BILHÕES DE NEURÔNIOS: CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE NEUROCIÊNCIAS. SÃO PAULO, EDITORA ATHENEU, 2005, p. 698.
14. ROPPER, A.H & BROWN, R.H. PRINCIPLES OF NEUROLOGY. EIGHTH EDITION. NEW YORK. MCGRAW-HILL.2005. PG.1382.
15. TOLOSA, A & CANELAS, H. PROPEDEÚTICA NEUROLÓGICA. SEGUNDA EDIÇÃO. SARVIER. SÃO PAULO. 1975. PG. 526.
16. WARWICK, R & WILLIAMS, P. L. GRAY ANATOMIA. TOMO II. 35a EDIÇÃO. RIO DE JANEIRO. GUANABARA KOOGAN. 1979. PG.708-1375.