



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Sistema Nervoso Periférico

Profa. Roberta Paresque

O sistema nervoso periférico inclui as divisões somáticas e autonômicas. Embora o sistema nervoso somático seja tradicionalmente considerado uma divisão dentro do sistema nervoso periférico, isso deixa passar um ponto importante: somático se refere a uma divisão funcional, enquanto periférico se refere a uma divisão anatômica. O sistema nervoso somático é responsável por nossa percepção consciente do ambiente e por nossas respostas voluntárias a essa percepção por meio dos músculos esqueléticos. Os neurônios sensoriais periféricos recebem estímulos ambientais, mas os neurônios que produzem respostas motoras se originam no sistema nervoso central. A distinção entre as estruturas (ou seja, anatomia) dos sistemas nervosos periférico e central e funções (ou seja, fisiologia) dos sistemas somático e autônomo pode ser mais facilmente demonstrada através de uma ação reflexa simples. Quando você toca em um fogão quente, você afasta sua mão. Os receptores sensoriais na pele detectam temperaturas extremas e os primeiros sinais de danos nos tecidos. Isso dispara um potencial de ação, que viaja ao longo da fibra sensorial da pele, através da raiz espinhal dorsal até a medula espinhal, e ativa diretamente um neurônio motor inferior no corno ventral. Esse neurônio envia um sinal ao longo de seu axônio para excitar o bíceps braquial, causando contração do músculo e flexão do antebraço no cotovelo



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

para retirar a mão do fogão quente. O reflexo de retirada tem mais componentes, como inibir o músculo oposto e postura de equilíbrio enquanto o braço é retirado com força.

O reflexo de retirada básico explicado acima inclui entrada sensorial (o estímulo doloroso), processamento central (a sinapse na medula espinhal) e saída motora (ativação de um neurônio motor inferior que causa a contração do bíceps braquial). Expandir a explicação do reflexo de retirada pode incluir a inibição do músculo oposto (inibição recíproca) ou o ajuste da postura (extensor cruzado), qualquer um dos quais aumenta a complexidade do exemplo por envolver mais neurônios centrais. Um ramo colateral do axônio sensorial inibiria outro neurônio motor inferior do corno ventral de modo que o tríceps braquial relaxasse para permitir a flexão. O reflexo extensor cruzado fornece um movimento de contrapeso no outro lado do corpo, que requer outro colateral do axônio sensorial para ativar a contração dos músculos extensores no membro contralateral.

Receptores sensoriais

Uma das principais funções dos receptores sensoriais é nos ajudar a aprender sobre o ambiente ao nosso redor ou sobre o estado de nosso ambiente interno. Diferentes tipos de estímulos de diferentes fontes são recebidos e transformados em sinais eletroquímicos no sistema nervoso. Este processo é denominado transdução sensorial. Isso ocorre quando um estímulo é detectado por um receptor que gera um potencial graduado em um neurônio sensorial. Se forte o suficiente, o potencial graduado faz com que o neurônio sensorial produza um potencial de ação que é transmitido para o sistema nervoso central (SNC), onde



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

é integrado com outras informações sensoriais - e às vezes funções cognitivas superiores - para se tornar uma percepção consciente disso estímulo. A integração central pode então levar a uma resposta motora.

Descrever a função sensorial com o termo sensação ou percepção é uma distinção deliberada. Sensação é a ativação de receptores sensoriais no nível do estímulo. A percepção é o processamento central dos estímulos sensoriais em um padrão significativo que envolve a consciência. A percepção depende da sensação, mas nem todas as sensações são percebidas. Receptores são as estruturas (e às vezes células inteiras) que detectam as sensações. Um receptor ou célula receptora é alterado diretamente por um estímulo. Um receptor de proteína transmembrana é uma proteína na membrana celular que medeia uma mudança fisiológica em um neurônio, mais frequentemente por meio da abertura de canais iônicos ou mudanças nos processos de sinalização celular. Alguns receptores transmembrana são ativados por produtos químicos chamados ligantes. Por exemplo, uma molécula em um alimento pode servir como um ligante para receptores gustativos. Outras proteínas transmembrana, que não são chamadas de receptores com precisão, são sensíveis a mudanças mecânicas ou térmicas. Mudanças físicas nessas proteínas aumentam o fluxo de íons através da membrana e podem gerar um potencial graduado nos neurônios sensoriais.



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Gânglios e nervos

Gânglios

Um gânglio é um grupo de corpos celulares de neurônios localizados na periferia do corpo, ou seja fora do SNC. Os gânglios podem ser categorizados, na maior parte, como gânglios sensoriais ou gânglios autonômicos, referindo-se às suas funções primárias. O tipo mais comum de gânglio sensorial é o gânglio da raiz dorsal (posterior). Esses gânglios são os corpos celulares dos neurônios com axônios que estão associados a terminações sensoriais na periferia, como na pele, e que se estendem para o SNC através da raiz nervosa dorsal. O gânglio é um alargamento da raiz nervosa. Sob inspeção microscópica, pode ser visto incluir os corpos celulares dos neurônios, bem como feixes de fibras que são a raiz do nervo dorsal.

As células do gânglio da raiz dorsal são células unipolares, classificando-as pela forma. Além disso, os pequenos núcleos redondos das células satélites podem ser vistos circundando - como se estivesse orbitando - os corpos celulares dos neurônios.

Outro tipo de gânglio sensorial é o gânglio do nervo craniano. Isso é análogo ao gânglio da raiz dorsal, exceto que está associado a um nervo craniano (associado ao cérebro) em vez de um nervo espinhal (associado à medula espinhal). As raízes dos nervos cranianos estão dentro do crânio, enquanto os gânglios estão fora do crânio. Por exemplo, o gânglio trigeminal é superficial ao osso temporal, ao passo que seu nervo associado está ligado à região da ponte média do tronco encefálico. Como os neurônios sensoriais associados à medula espinhal, os neurônios sensoriais dos gânglios dos nervos cranianos têm forma unipolar com células satélite associadas.



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

A outra categoria principal de gânglios são os do sistema nervoso autônomo, que se dividem em sistemas nervosos simpático e parassimpático. Os gânglios da cadeia simpática constituem uma fileira de gânglios ao longo da coluna vertebral que recebem entrada central do corno lateral da medula espinhal torácica e lombar superior. Na extremidade superior dos gânglios da cadeia estão três gânglios paravertebrais na região cervical. Três outros gânglios autonômicos relacionados à cadeia simpática são os gânglios pré-vertebrais, que estão localizados fora da cadeia, mas têm funções semelhantes. Eles são chamados de pré-vertebrais porque são anteriores à coluna vertebral. Os neurônios desses gânglios autônomos têm forma multipolar, com dendritos se irradiando ao redor do corpo celular, onde as sinapses dos neurônios da medula espinhal são feitas. Os neurônios da cadeia, gânglios paravertebrais e pré-vertebrais então se projetam para órgãos na cabeça e pescoço, cavidades torácica, abdominal e pélvica para regular o aspecto simpático dos mecanismos homeostáticos.

Outro grupo de gânglios autonômicos são os gânglios terminais que recebem informações centrais dos nervos cranianos ou nervos espinhais sacrais e são responsáveis por regular o aspecto parassimpático dos mecanismos homeostáticos. Esses dois conjuntos de gânglios, simpáticos e parassimpáticos, muitas vezes se projetam para os mesmos órgãos - uma entrada dos gânglios da cadeia e uma entrada de um gânglio terminal - para regular a função geral de um órgão. Por exemplo, o coração recebe duas entradas como essas; um aumenta a frequência cardíaca e o outro a diminui. Os gânglios terminais que recebem estímulos dos nervos cranianos são encontrados na cabeça e pescoço, bem como nas



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

cavidades torácica e abdominal superior, enquanto os gânglios terminais que recebem estímulos sacrais estão nas cavidades abdominal inferior e pélvica.

Os gânglios terminais abaixo da cabeça e do pescoço costumam ser incorporados à parede do órgão-alvo como um plexo. Um plexo, em um sentido geral, é uma rede de fibras ou vasos interconectados ramificados. Isso pode se aplicar ao tecido nervoso (como neste caso) ou estruturas que contêm vasos sanguíneos (como um plexo coróide). Por exemplo, o plexo entérico é a extensa rede de axônios e neurônios na parede dos intestinos delgado e grosso. O plexo entérico é, na verdade, parte do sistema nervoso entérico, junto com os plexos gástricos e esofágicos. Embora o sistema nervoso entérico receba informações originadas dos neurônios centrais do sistema nervoso autônomo, ele não requer informações do SNC para funcionar. Na verdade, ele opera de forma independente para regular o sistema digestório.

Nervos

Os feixes de axônios no SNP são chamados de nervos. Essas estruturas na periferia são diferentes da contraparte central, chamada de trato. Ao contrário dos tratos, os nervos são compostos de mais do que apenas tecido nervoso. Eles têm tecidos conjuntivos revestindo sua estrutura, bem como vasos sanguíneos que fornecem nutrientes aos tecidos.

A superfície externa de um nervo é uma camada circundante de tecido conjuntivo fibroso chamada epineuro. Dentro do nervo, os axônios são ainda agrupados em fascículos, cada um circundado por sua própria camada de tecido conjuntivo fibroso chamada



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

perineuro. Finalmente, os axônios individuais são circundados por tecido conjuntivo frouxo denominado endoneuro. Essas três camadas são semelhantes às bainhas de tecido conjuntivo para os músculos. Como os axônios periféricos são circundados por um endoneuro, é possível que os axônios separados se regenerem. Depois de serem cortados, a extremidade proximal seccionada do axônio brota e um dos brotos encontrará o endoneuro que é, essencialmente, um tubo vazio que conduz ao (ou próximo) ao alvo original. O endoneuro está vazio porque a porção distal do axônio cortado degenera, um processo denominado degeneração Walleriana (anterógrada ou ortógrada). Os nervos estão associados à região do SNC à qual estão conectados, seja como nervos cranianos conectados ao cérebro ou como nervos espinhais conectados à medula espinhal.

Nervos espinhais

Os nervos conectados à medula espinhal são os nervos espinhais. A disposição desses nervos é muito mais regular do que a dos nervos cranianos. Todos os nervos espinhais são axônios sensoriais e motores combinados que se separam em duas raízes nervosas. Os axônios sensoriais entram na medula espinhal como a raiz do nervo dorsal. As fibras motoras, somáticas e autonômicas, emergem como a raiz nervosa ventral. O gânglio da raiz dorsal de cada nervo é um aumento do nervo espinhal.

Existem 31 nervos espinhais, nomeados de acordo com o nível da medula espinhal em que cada um emerge. Existem oito pares de nervos cervicais designados de C1 a C8, doze nervos torácicos designados de T1 a T12, cinco pares de nervos lombares designados de L1 a



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

L5, cinco pares de nervos sacrais designados de S1 a S5 e um par de nervos coccígeos. Os nervos são numerados da posição superior à inferior e cada um emerge da coluna vertebral através do forame intervertebral em seu nível. O primeiro nervo, C1, emerge entre a primeira vértebra cervical e o osso occipital. O segundo nervo, C2, emerge entre a primeira e a segunda vértebras cervicais. O mesmo ocorre para C3 a C7, mas C8 emerge entre a sétima vértebra cervical e a primeira vértebra torácica. Para os nervos torácico e lombar, cada um emerge entre a vértebra que tem a mesma designação e a próxima vértebra da coluna. Os nervos sacrais emergem do forame sacral ao longo do comprimento dessa única vértebra.

Os nervos espinhais se estendem para fora da coluna vertebral para inervar a periferia. Os nervos na periferia não são continuações retas dos nervos espinhais, mas sim a reorganização dos axônios nesses nervos para seguir cursos diferentes. Axônios de diferentes nervos espinhais se unem em um nervo sistêmico. Isso ocorre em quatro pontos ao longo do comprimento da coluna vertebral, cada um identificado como um plexo nervoso, enquanto os outros nervos espinhais correspondem diretamente aos nervos em seus respectivos níveis. Nesse caso, a palavra plexo é usada para descrever redes de fibras nervosas sem corpos celulares associados.

Dos quatro plexos nervosos, dois são encontrados no nível cervical, um no nível lombar e um no nível sacral. O plexo cervical é composto de axônios dos nervos espinhais C1 a C5 e se ramifica em nervos na região posterior do pescoço e cabeça, assim como o nervo frênico, que se conecta ao diafragma na base da cavidade torácica. O outro plexo do nível cervical é o plexo braquial. Os nervos espinhais de C4 a T1 se reorganizam por meio desse



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

plexo para dar origem aos nervos dos braços, como sugere o nome braquial. Um grande nervo desse plexo é o nervo radial do qual o nervo axilar se ramifica para ir para a região da axila. O nervo radial continua através do braço e é paralelo ao nervo ulnar e ao nervo mediano.

O plexo lombar origina-se de todos os nervos espinhais lombares e dá origem a nervos que inervam a região pélvica e a perna anterior. O nervo femoral é um dos principais nervos desse plexo, que dá origem ao nervo safeno como um ramo que se estende pela parte anterior da perna. O plexo sacral vem dos nervos lombares inferiores L4 e L5 e dos nervos sacrais S1 a S4. O nervo sistêmico mais significativo proveniente desse plexo é o nervo ciático, que é uma combinação do nervo tibial e do nervo fibular. O nervo ciático se estende pela articulação do quadril e é mais comumente associado à dor ciática, que é o resultado da compressão ou irritação do nervo ou de qualquer um dos nervos espinhais que o originam.

Esses plexos são descritos como surgindo dos nervos espinhais e dando origem a certos nervos sistêmicos, mas eles contêm fibras que desempenham funções sensoriais ou fibras que desempenham funções motoras. Isso significa que algumas fibras se estendem da pele ou de outras superfícies sensoriais periféricas e enviam potenciais de ação para o SNC. Esses são axônios de neurônios sensoriais nos gânglios da raiz dorsal que entram na medula espinhal pela raiz do nervo dorsal. Outras fibras são os axônios dos neurônios motores do corno anterior da medula espinhal, que emergem na raiz do nervo ventral e enviam potenciais de ação para fazer com que os músculos esqueléticos se contraiam em suas



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

regiões-alvo. Por exemplo, o nervo radial contém fibras de sensibilidade cutânea no braço, bem como fibras motoras que movem os músculos do braço.

Os nervos espinhais da região torácica, T2 a T11, não fazem parte dos plexos, mas emergem e dão origem aos nervos intercostais encontrados entre as costelas, que se articulam com as vértebras que circundam o nervo espinhal.

Nervos cranianos

Os nervos ligados ao cérebro são os nervos cranianos, que são os principais responsáveis pelas funções sensoriais e motoras da cabeça e do pescoço (um desses nervos tem como alvo órgãos nas cavidades torácica e abdominal como parte do sistema nervoso parassimpático). Existem doze nervos cranianos, que são designados CNI a CNXII para "Nervo Craniano", usando números romanos de 1 a 12. Eles podem ser classificados como nervos sensoriais, nervos motores ou uma combinação de ambos, o que significa que os axônios nesses nervos originam-se dos gânglios sensoriais externos ao crânio ou núcleos motores dentro do tronco cerebral. Os axônios sensoriais entram no cérebro para fazer sinapses em um núcleo. Os axônios motores se conectam aos músculos esqueléticos da cabeça ou pescoço. Três dos nervos são compostos exclusivamente de fibras sensoriais; cinco são estritamente motores; e os quatro restantes são nervos mistos.

Aprender os nervos cranianos é uma tradição nos cursos de anatomia, e os alunos sempre usaram dispositivos mnemônicos para lembrar os nomes dos nervos. Um mnemônico tradicional é o dístico rimado, "O Objeto de Ouro Tinha Teias de Aranha



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Fazendo a Vassoura Girar Varrendo o Armário Horripilante", em que a letra inicial de cada palavra corresponde à letra inicial do nome de cada nervo. Os nomes dos nervos mudaram ao longo dos anos para refletir o uso atual e uma nomenclatura mais precisa. Um exercício para ajudar a aprender esse tipo de informação é gerar um mnemônico usando palavras que tenham significado pessoal. Os nomes dos nervos cranianos estão listados abaixo junto com uma breve descrição de sua função, sua origem (gânglio sensorial ou núcleo motor) e seu alvo (núcleo sensorial ou músculo esquelético). Eles estão listados aqui com uma breve explicação de cada nervo.

O nervo olfatório e o nervo óptico são responsáveis pelo olfato e visão, respectivamente. O nervo oculomotor é responsável pelos movimentos dos olhos, controlando quatro dos músculos extraoculares. Também é responsável por levantar a pálpebra superior quando os olhos apontam para cima e pela constrição pupilar. O nervo troclear e o nervo abducente são responsáveis pelo movimento dos olhos, mas o fazem controlando diferentes músculos extraoculares. O nervo trigêmeo é responsável pelas sensações cutâneas da face e pelo controle dos músculos da mastigação. O nervo facial é responsável pelos músculos envolvidos nas expressões faciais, bem como parte do paladar e da produção de saliva. O nervo vestibulococlear é responsável pelos sentidos da audição e do equilíbrio. O nervo glossofaríngeo é responsável pelo controle dos músculos da cavidade oral e da parte superior da garganta, bem como parte do paladar e da produção de saliva. O nervo vago é responsável por contribuir para o controle homeostático dos órgãos das cavidades torácica e abdominal superior. O nervo acessório é responsável pelo controle dos



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

músculos do pescoço, junto com os nervos espinhais cervicais. O nervo hipoglosso é responsável pelo controle dos músculos da garganta e da língua.

Três dos nervos cranianos também contêm fibras autônomas e um quarto é quase puramente um componente do sistema autônomo. Os nervos oculomotor, facial e glossofaríngeo contêm fibras que entram em contato com os gânglios autonômicos. As fibras oculomotoras iniciam a constrição pupilar, enquanto as fibras faciais e glossofaríngeas iniciam a salivação. O nervo vago tem como alvo principal os gânglios autonômicos nas cavidades torácica e abdominal superior.

Outro aspecto importante dos nervos cranianos que se presta a um mnemônico é o papel funcional que cada nervo desempenha. Os nervos se enquadram em um dos três grupos básicos. Eles são sensoriais, motores ou ambos. A frase, “Samanta Saiu Molhada do Mercado às Duas da Manhã Dizendo: Sonhe Desejando a Madrugada Maldita”, corresponde à função básica de cada nervo. O primeiro, o segundo e o oitavo nervos são puramente sensoriais: os nervos olfatório (CNI), óptico (CNII) e vestibulococlear (CNVIII). Os três nervos do movimento dos olhos são todos motores: o oculomotor (CNIII), troclear (CNIV) e abducente (CNVI). Os nervos acessório espinhal (CNXI) e hipoglosso (CNXII) também são estritamente motores. O restante dos nervos contém fibras sensoriais e motoras. Eles são os nervos trigêmeo (CNV), facial (CNVII), glossofaríngeo (CNIX) e vago (CNX). Os nervos que transmitem ambos estão freqüentemente relacionados entre si. Os nervos trigêmeo e facial dizem respeito à face; um diz respeito às sensações e o outro aos movimentos musculares. Os nervos facial e glossofaríngeo são responsáveis por transmitir as sensações gustativas



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

bem como controlar as glândulas salivares. O nervo vago está envolvido nas respostas viscerais ao paladar, a saber, o reflexo de vômito. Esta não é uma lista exaustiva do que esses nervos combinados fazem, mas há um fio de relação entre eles.