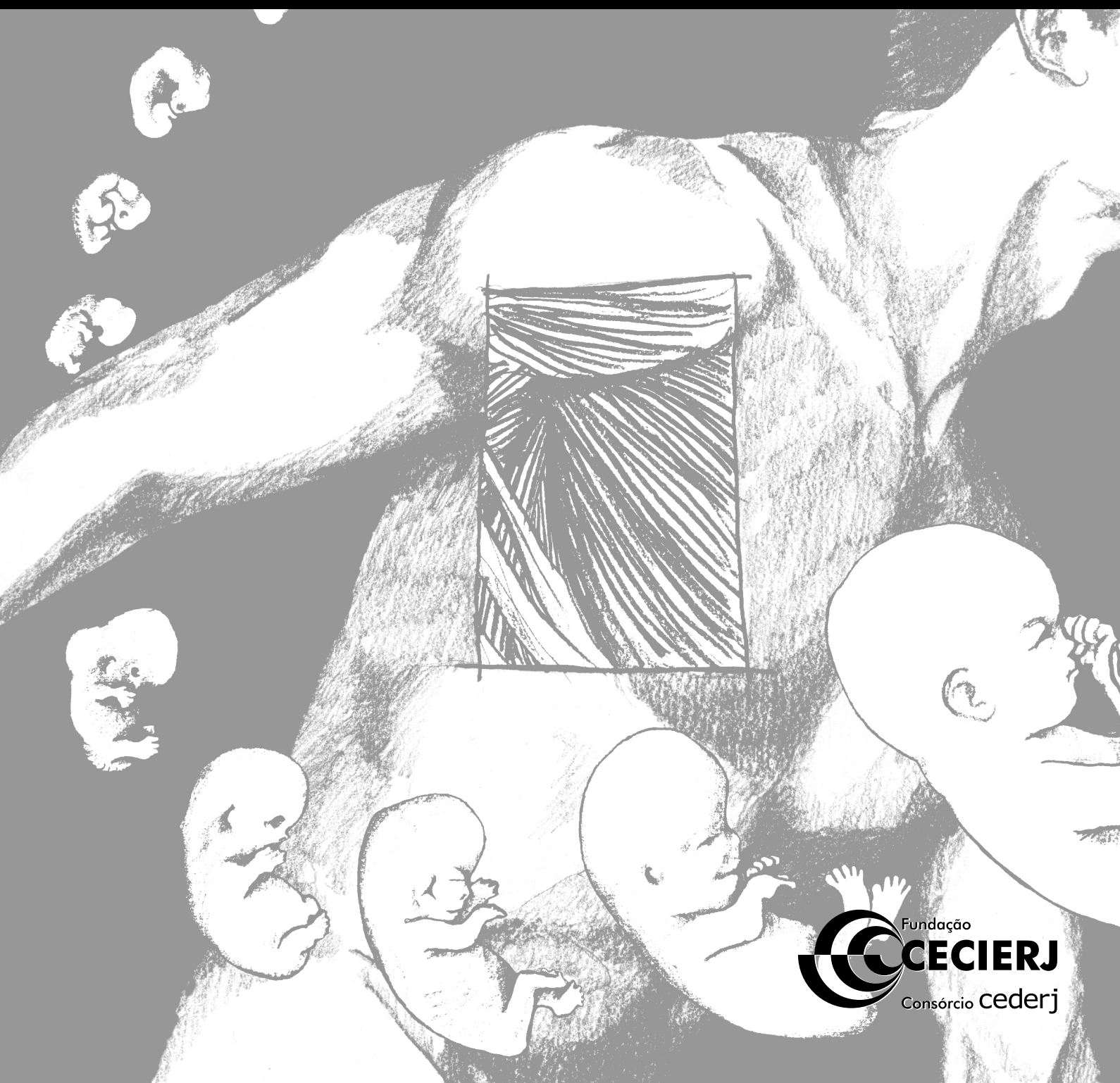


Alfred Sholl-Franco
Alessandra Alves Thole
Daniela Uziel
Neide Lemos de Azevedo

Volume | 1
2ª edição

Corpo Humano I



INTRODUÇÃO

Nesta aula, você terá uma visão da organização do sistema nervoso voltada para o corpo humano, mas lembre-se: os conceitos aqui apresentados e por você construídos serão, em sua maioria, válidos para todos os mamíferos e a maior parte dos outros vertebrados. Ao compararmos o homem com os outros animais, vemos que a única diferença é o grau de complexidade estrutural, pois a organização tanto anatômica quanto funcional será a mesma. Dessa forma, apesar de apresentarmos algumas características que se destacam (pensamento, raciocínio lógico e abstrato, linguagem etc.), você, assim como o seu gato, o *hamster* do vizinho ou mesmo a lagartixa escondida na parede, precisa perceber o mundo ao redor (através dos sistemas sensoriais), gerar movimentos (através dos sistemas motores) e comportamentos (alimentar, sexual, maternal etc.), bem como todos precisam dormir e descansar.

GÂNGLIOS

Compreendem conjuntos de corpos celulares de neurônios situados fora do crânio ou da cavidade vertebral (localização periférica).

NERVOS

Conjuntos de axônios sensoriais, motores ou de ambos os tipos (mistos) localizados periféricamente. Em geral recebem nomes relacionados com a sua localização ou função. Exemplos: nervo esquiático, nervo femoral.

NÚCLEOS

Conjuntos de corpos celulares de neurônios funcionalmente relacionados com a localização no SNC.

TRATOS, FEIXES, FASCÍCULOS, PLEXOS OU LEMNISCOS

Grupamentos de axônios localizados no SNC e que conduzem informações entre núcleos ou regiões específicas centrais.

A AUTO-ESTRADA DE INFORMAÇÕES NO SISTEMA NERVOSO: CENTRO<=> PERIFERIA

O SN é dividido estruturalmente em componentes periféricos e centrais, denominados, respectivamente, Sistema Nervoso Periférico (SNP) e Sistema Nervoso Central (SNC). O SNC é composto por todos os elementos nervosos no interior do crânio (encéfalo) e da coluna vertebral (medula espinhal). Assim, podemos dizer que as peças-chave do funcionamento do nosso corpo são protegidas por estruturas mais resistentes aos impactos, como acontece com o motor de um carro (**Figura 6.1.a**). No encéfalo e na medula está localizada a maioria dos neurônios e das células da glia, bem como os prolongamentos neuronais – dendritos e axônios (para recordar este conteúdo, reveja a Aula 10 da disciplina Biologia Celular II). Já o SNP consiste em **GÂNGLIOS** e **NERVOS** situados fora dessas estruturas ósseas (**Figuras 6.1.b** e **6.2**). Embora separados anatomicamente, esses dois sistemas nunca trabalham sozinhos. Através dos receptores sensoriais, o SNP capta os estímulos sensoriais, como a luz e os sons (como será visto na Aula 6), ou mesmo sinais provenientes de nossos órgãos internos, e os conduz através dos nervos até o SNC, onde a informação será processada e decodificada em áreas e **NÚCLEOS** específicos. A resposta desencadeada ao nível central será conduzida por vias específicas (por exemplo, **TRATOS** e **FEIXES**) até os motoneurônios e depois pelos nervos até os músculos ou glândulas, para se gerar reações do organismo.

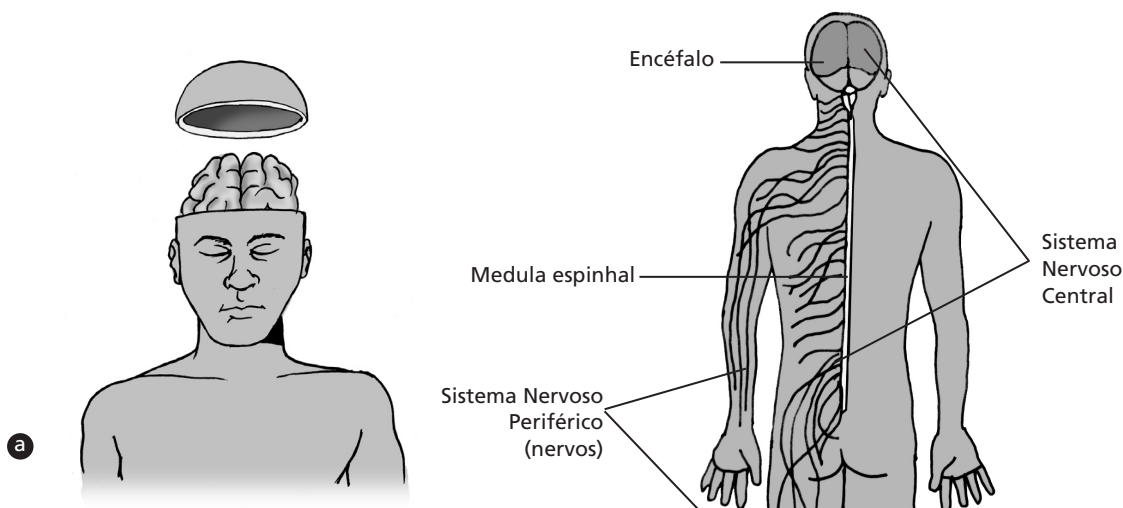
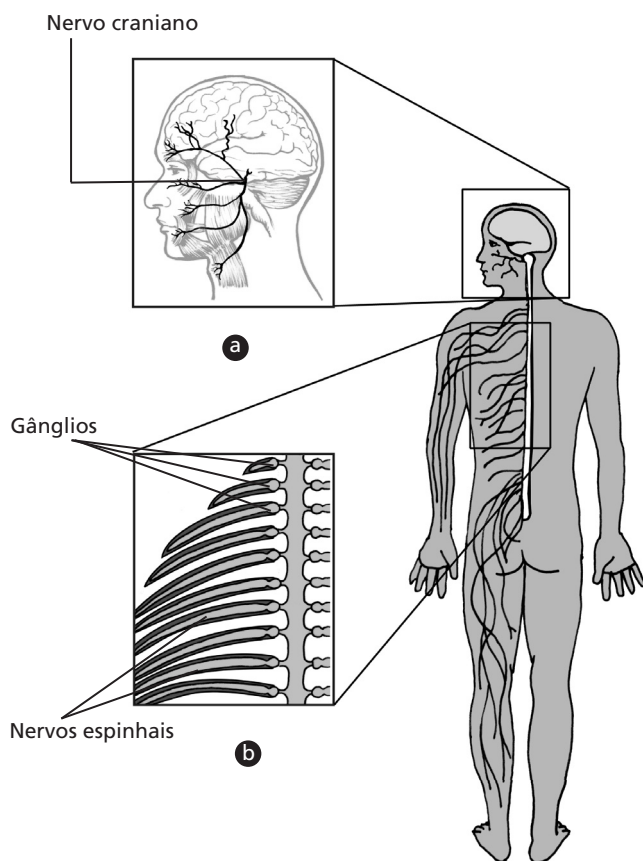


Figura 6.1: Em (a) temos uma visão do cérebro quando o crânio é aberto. Os giros (protuberâncias) e sulcos (depressões) dos hemisférios cerebrais são visíveis, mas seu aspecto fornece pouca informação sobre o seu funcionamento, como veremos mais adiante. Em (b), a maioria das células neurais do SNC do homem está contida no interior da caixa craniana (o encéfalo) e da coluna vertebral (a medula espinhal). O SNP é constituído por uma extensa rede de fibras neuronais amplamente distribuída pelos órgãos e tecidos, bem como por corpos celulares dispostos em gânglios.

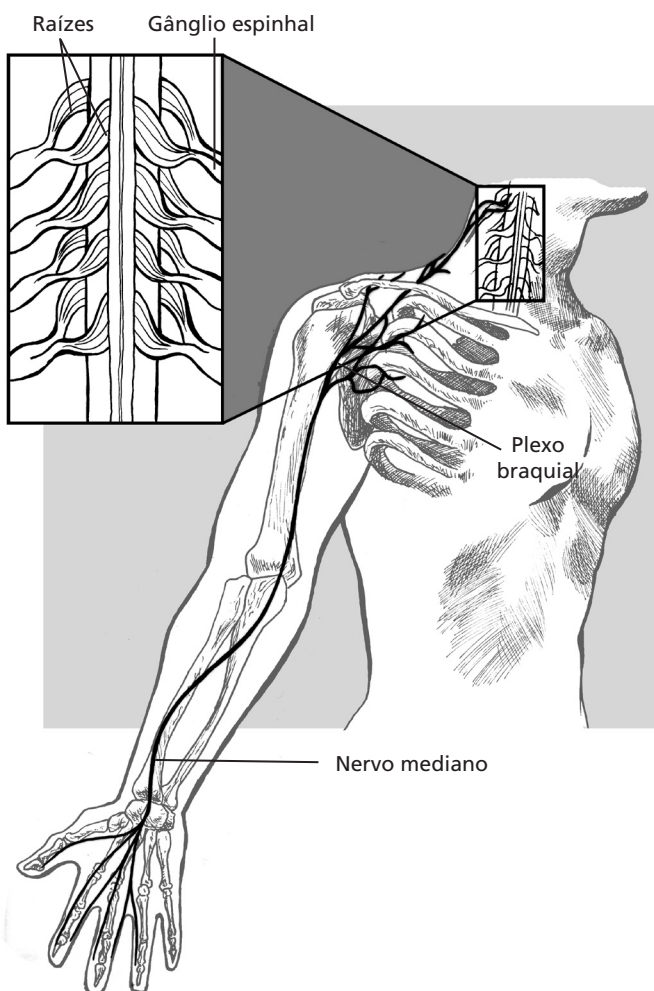


OS COMPONENTES PERIFÉRICOS DO SISTEMA NERVOSO

Os dois principais elementos do SNP são os gânglios e os nervos. Nos gânglios estão alojados os corpos celulares dos neurônios, cujos axônios vão compor os nervos que se distribuem pelo nosso corpo. Observe, na **Figura 6.2**, que esses gânglios aparecem aos pares e se dispõem ao lado da coluna vertebral ou, em alguns casos, bem próximos às vísceras. Os nervos são como rodovias que permitem o fluxo de informação entre o SNC e os tecidos periféricos e vice-versa.

Figura 6.2: Visão geral da organização do SNP. Os nervos podem ter sua origem no encéfalo (como os nervos cranianos, ilustrados em (a)), cuja função é inervar estruturas localizadas na cabeça, pescoço ou vísceras, ou na medula espinhal (os nervos espinhais, indicados em (b)) e que irão formar os nervos periféricos distribuídos pelo corpo.

Os nervos são formados por axônios sensitivos (ou aferentes) e motores (ou eferentes). Os sensitivos são aqueles cujos corpos celulares estão dentro de gânglios, e na extremidade do seu axônio situam-se receptores capazes de captar estímulos, como toque, dor ou calor (você verá mais detalhes nas Aulas 6 e 7 desta disciplina). Os nervos motores têm sua origem em corpos celulares de motoneurônios, que estão situados dentro do SNC e de onde partem as ordens motoras. Existem ainda neurônios motores viscerais, cujos corpos celulares estão localizados em gânglios (mais detalhes na Aula 11 desta disciplina). Observe a **Figura 6.3** e veja a disposição dos gânglios sensitivos, que aparecem na região mais anterior, lateralmente à medula (mas fora das vértebras, preste atenção!) e as raízes motoras, dispostas na porção posterior (dorsalmente) da medula. Assim, como uma verdadeira rodovia, os nervos podem ser encontrados em quase todas as partes do nosso corpo, veiculando informações sensoriais e motoras.



Podemos dividi-los em nervos espinais e em nervos cranianos. Os nervos espinais se unem ao SNC ao nível da medula, e os nervos cranianos se unem ao SNC ao nível do encéfalo. Os nervos espinais são organizados de forma topográfica, ou seja, os que aparecem mais próximos ao crânio se dirigem à região de tronco e braços, ao passo que os que aparecem mais afastados do crânio (ou caudalmente, como podemos dizer também) vão se dirigir ao abdômen, pelve e pernas (**Figura 6.4**).

Figura 6.3: Os nervos espinais, formados por várias fibras neuronais, têm sua origem na medula espinhal, onde estão arranjados em raízes (como indicado no detalhe). Os feixes de fibras que dão origem aos nervos se ramificam em vários pontos, formando fascículos e plexos nervosos (por exemplo, o plexo braquial).

DOIS COMPONENTES PERIFÉRICOS: VOLUNTÁRIO E INVOLUNTÁRIO

Podemos dividir o que sentimos e a maneira como agimos de dois modos: um voluntário e outro involuntário. Mas o que significa isso para você? Muito cuidado quando tentar responder a essa pergunta. Pense bem... Baseie-se em exemplos de sua vida. Agora responda: você consegue controlar voluntariamente o ritmo do seu coração? O arrepiar da pele? Aquele suor nas mãos quando fica ansioso? Ou, ainda: você sabe quando sua pressão variou um pouco? Quando a sua temperatura se elevou? Quando o pH do seu sangue se alterou? Acreditamos que a resposta tenha sido “não” para todas estas perguntas. Ou seja, o controle do músculo cardíaco, das glândulas e da musculatura lisa será sempre involuntário (visceral). O mesmo serve para detectar os estímulos sensoriais vindos do nosso meio interno. Andar, correr, sorrir, mastigar e ler este texto são atos voluntários (somáticos), que dependem do controle da musculatura esquelética.

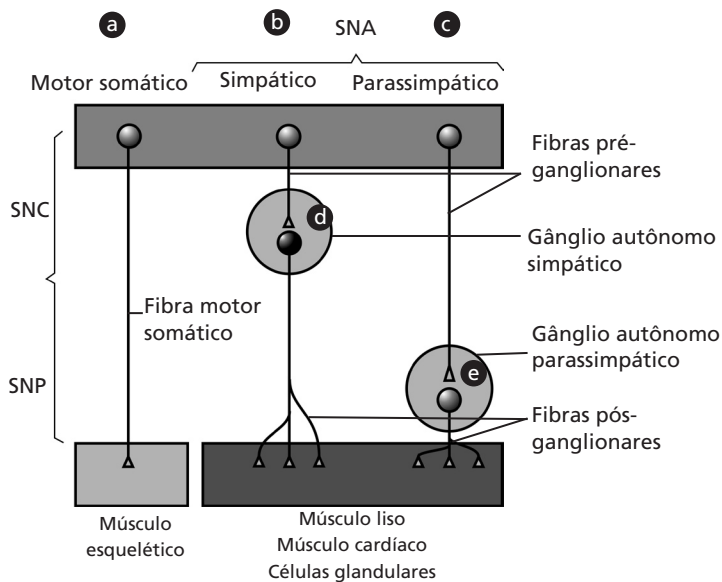


Figura 6.5: Organização celular das três divisões motoras periféricas. Os estímulos motores somáticos convergem para o motoneurônio (a) localizado na região ventral da medula espinhal e no tronco encefálico. Nesta via, a informação carregada pelo motoneurônio segue diretamente para os efetores (músculos). Já as respostas motoras viscerais dependem das subdivisões simpática e parassimpática do SNA. Neste caso, os neurônios localizados no tronco encefálico e na medula (b, c) se conectam a motoneurônios localizados fora do SNC (d, e), nos diferentes gânglios autônomos. Dessa forma, a via somática apresenta um único elemento motor (a), enquanto a via autonômica apresenta um componente pré-ganglionar (b, c) e outro pós-ganglionar (d, e).

Os componentes somáticos (referentes ao corpo) do SN incluem neurônios sensoriais, cujos corpos celulares estão localizados nos gânglios e são responsáveis pela inervação da pele, dos músculos, das articulações e dos órgãos internos, trazendo informações do meio externo e interno para o SNC. Já a divisão autonômica (involuntária) do SN compreende os neurônios e axônios motores que innervam vísceras, músculos lisos e cardíacos, e glândulas do corpo, ou seja, segmentos sobre os quais nós não temos controle voluntário. O sistema nervoso autônomo (SNA) é, por sua vez, subdividido em parassimpático, simpático e entérico, cujos componentes se encontram distribuídos ao longo do corpo. Estas divisões motoras apresentam um arcabouço semelhante, mas diferem em detalhes anatômicos,

tipos de neurotransmissores e funções, como se pode observar na **Figura 6.5**. Resumidamente, o SN simpático participa das respostas do corpo ao estresse (fuga e luta), ao passo que o parassimpático atua para a conservação dos recursos do corpo (repouso e digestão) e para a manutenção da homeostase. O sistema entérico controla o funcionamento dos músculos e das glândulas intestinais. Você estudará mais a fundo o SNA e seus subsistemas na Aula 11 desta disciplina.

SETE REGIÕES CENTRAIS REGULAM O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA NERVOSO

As divisões anatômicas do SNC adulto são baseadas no seu desenvolvimento em vesículas durante a vida embrionária (para lembrar, retorne às Aulas 2 e 3 desta disciplina), o que proporciona uma separação inicial em encéfalo e medula. Podemos novamente dividir o encéfalo em sete porções (medula espinhal, bulbo, ponte, mesencéfalo, diencefalo, estruturas subcorticais e córtex), algumas das quais ilustradas na **Figura 6.6**.

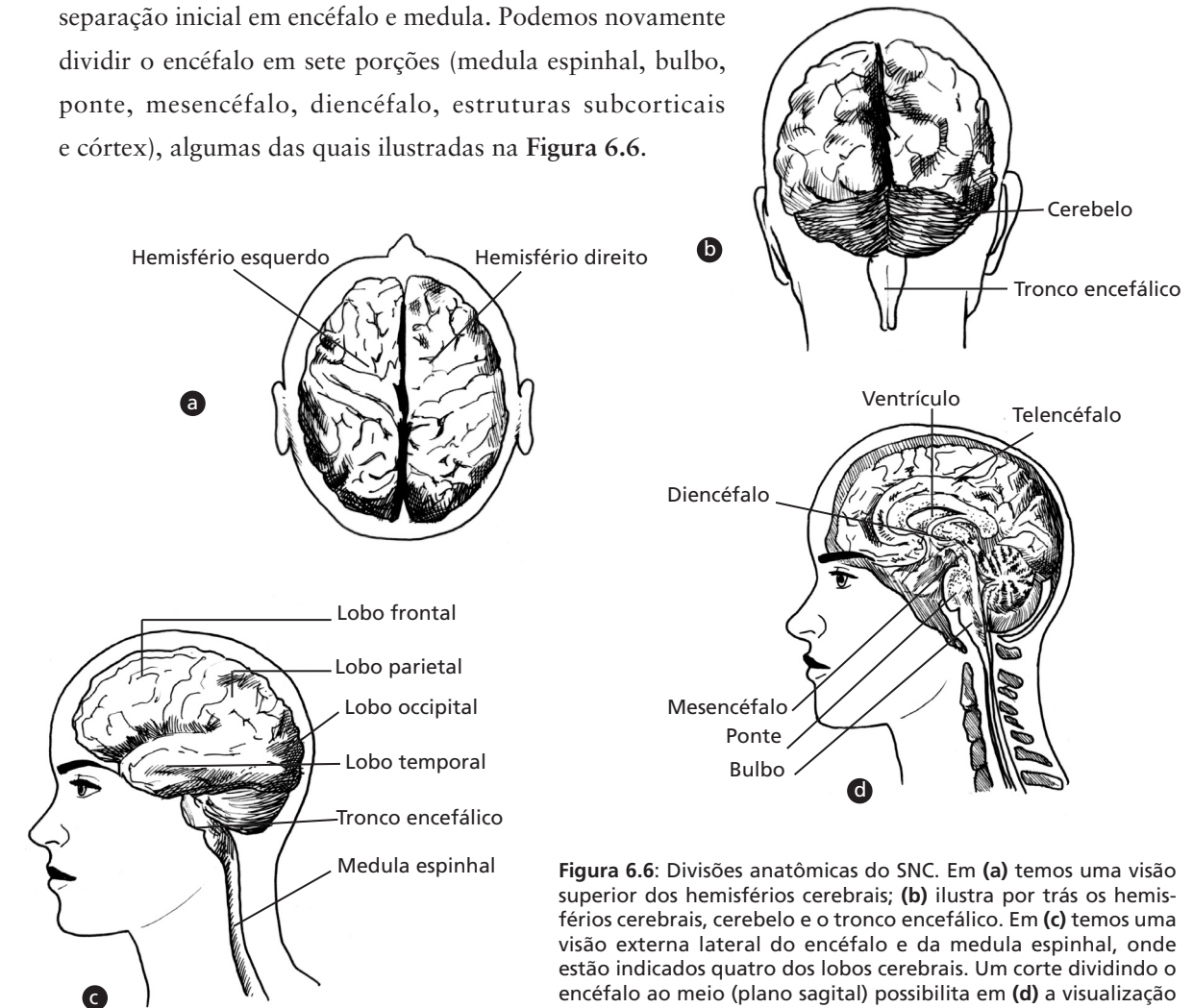


Figura 6.6: Divisões anatômicas do SNC. Em (a) temos uma visão superior dos hemisférios cerebrais; (b) ilustra por trás os hemisférios cerebrais, cerebelo e o tronco encefálico. Em (c) temos uma visão externa lateral do encéfalo e da medula espinhal, onde estão indicados quatro dos lobos cerebrais. Um corte dividindo o encéfalo ao meio (plano sagital) possibilita em (d) a visualização de estruturas internas, tais como os ventrículos, o mesencéfalo e a porção interna da ponte, cerebelo e bulbo.

! Algumas das estruturas que compõem o SNC ainda podem ser subdivididas em dois ou mais componentes. Assim, subdividimos o diencefalo em tálamo, hipotálamo e epitálamo, e os hemisférios cerebrais em córtex cerebral e núcleos da base. Quanto mais nos aprofundamos na anatomia e fisiologia do sistema nervoso, mais subdivisões podemos destacar.

UM CAMINHO ENTRE O CENTRO E A PERIFERIA: A MEDULA ESPINHAL

A medula espinhal é a porção menos complexa do SNC, estendendo-se da primeira vértebra lombar até a base do osso occipital (base do crânio). Lá, ao nível do forâmen magno, junta-se com o encéfalo. Fica alojada no canal medular, que pode ser visualizado em cada uma de nossas vértebras, como ilustrado na **Figura 6.7.a**. Se olharmos a medula em seu eixo craniosacral (da região mais superior, próxima ao crânio, até sua porção mais inferior, no final da coluna vertebral), poderemos perceber que a medula espinhal tem uma clara segmentação em humanos, podendo ser dividida em 31 segmentos (**Figura 6.7.b**), de onde partem e chegam os axônios que vão compor os pares de nervos espinais. Assim, cada segmento medular recebe um nome correspondente às vértebras: cervicais, torácicas, lombares e sacrais. Como se observa na **Figura 6.7**, temos ao todo 8 segmentos cervicais, 12 torácicos, 5 lombares e 5 sacrais e 1 coccígeo.

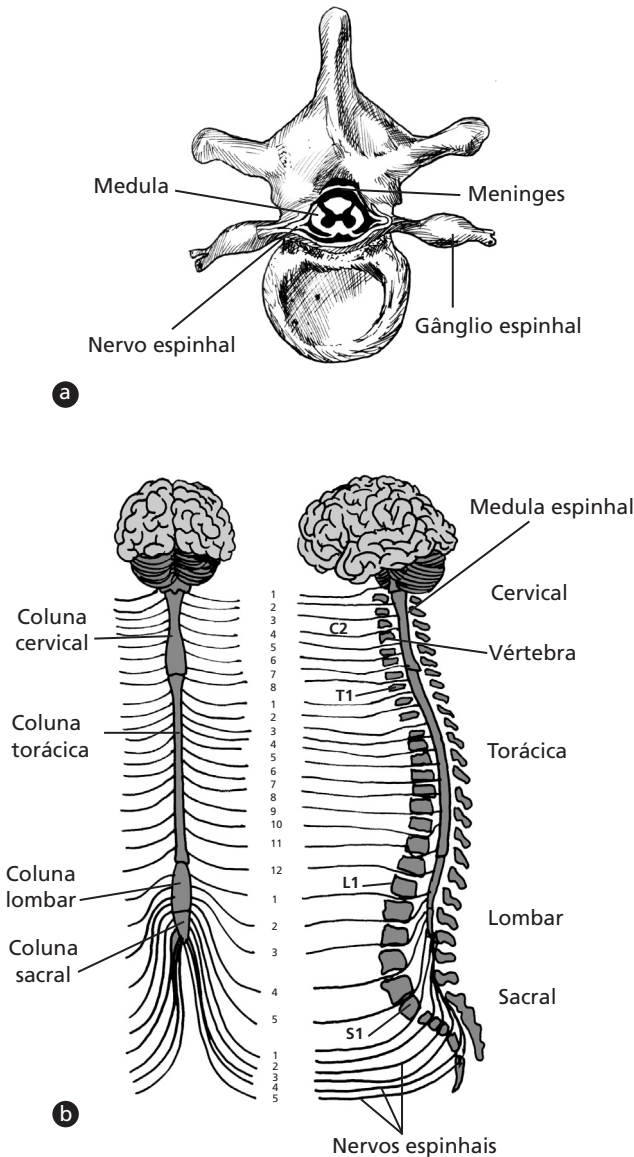


Figura 6.7: Em **(a)** temos um corte transversal da medula espinhal dentro de uma vértebra, mostrando sua localização na coluna vertebral e as meninges que a envolvem. Em **(b)** vemos a organização segmentar da medula espinhal. À direita temos a medula espinhal encerrada dentro do canal vertebral. Os nervos espinais são nomeados pelo nível da medula espinhal do qual eles partem e numerados segundo a ordem das vértebras cervicais, torácicas, lombares e sacrais (do nível mais rostral para o caudal).

Como estações de recebimento e de emissão de informações, os segmentos medulares serão formados por neurônios que recebem informações sensoriais da pele, das articulações e dos músculos do tronco e dos membros, bem como informações sensoriais dos órgãos internos. A medula também contém os corpos celulares dos motoneurônios, as células cujos axônios se projetam para os grupamentos musculares levando informações de movimentos voluntários e reflexos, bem como os axônios que atingem as vísceras, controlando seu funcionamento.

Se olharmos um corte transversal da medula (**Figura 6.7.a**), percebemos que ela apresenta um “H” central mais acinzentado (**SUBSTÂNCIA CINZENTA**), onde se encontram os corpos celulares dos neurônios, e uma região periférica mais esbranquiçada (**SUBSTÂNCIA BRANCA**), por onde passam feixes de axônios. Em outras regiões do SN encontramos áreas onde corpos celulares estão mesclados com axônios e que apresentam um aspecto reticular (**SUBSTÂNCIA RETICULAR**).

Os neurônios e axônios que veiculam as informações sensitivas ficam alojados na parte posterior da medula; os neurônios motores e a maioria das fibras motoras ficam alojados na região mais anterior da medula (**Figura 6.8**). Dessa forma, falamos que as raízes dorsais trazem para o SNC as informações sensoriais dos músculos, pele e vísceras, ao passo que nas raízes ventrais encontramos os axônios que inervam os músculos esqueléticos e axônios pré-ganglionares simpáticos e parassimpáticos. Observamos também que a medula apresenta um canal em seu centro, denominado canal medular, preenchido por liquor (você verá mais adiante nesta aula).

A medula carrega sensações oriundas do tronco, membros superiores, inferiores e controla os seus músculos. Já o tronco cerebral, que aparece logo acima dela, está relacionado com as sensações oriundas da pele, músculos e articulações da cabeça e pescoço, e com os sentidos da visão, audição, olfato, paladar e com o equilíbrio corporal.

SUBSTÂNCIA BRANCA

Áreas do sistema nervoso ricas em axônios, cuja aparência esbranquiçada se deve à cobertura por uma camada de mielina.

SUBSTÂNCIA CINZENTA

Áreas do sistema nervoso compostas predominantemente por corpos celulares, levando a uma aparência cinzenta.

SUBSTÂNCIA RETICULAR

Área composta de corpos celulares e axônios misturados entre si, o que produz uma aparência mesclada de cinza e branco ou semelhante a uma rede.

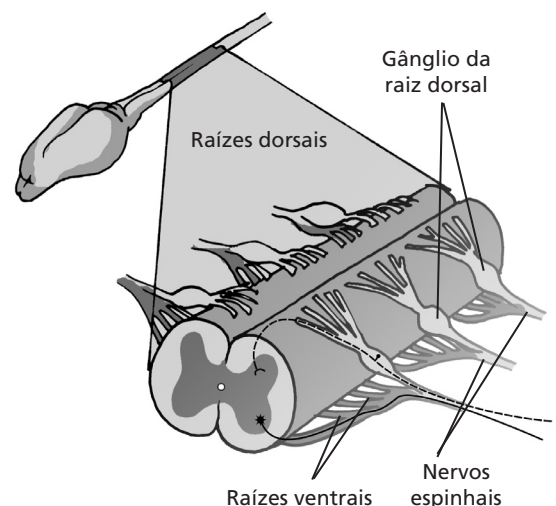


Figura 6.8: Raízes dorsal e ventral da medula espinhal. O “H” medular, localizado na região mais central, é onde ficam dispostos os corpos celulares de neurônios medulares. Estas células emitem axônios que saem da medula pela raiz ventral, ou recebem conexões que chegam a ela pela raiz dorsal, cujas células estão localizadas nos gânglios da raiz dorsal. Note que as raízes dorsal (sensitiva) e ventral (motora) se unem para formar os nervos espinhais, que apresentam sempre composição mista.

ATIVIDADE

1. No esquema a seguir, identifique as estruturas, nomeie-as e diga se pertencem ao SNC ou ao SNP.

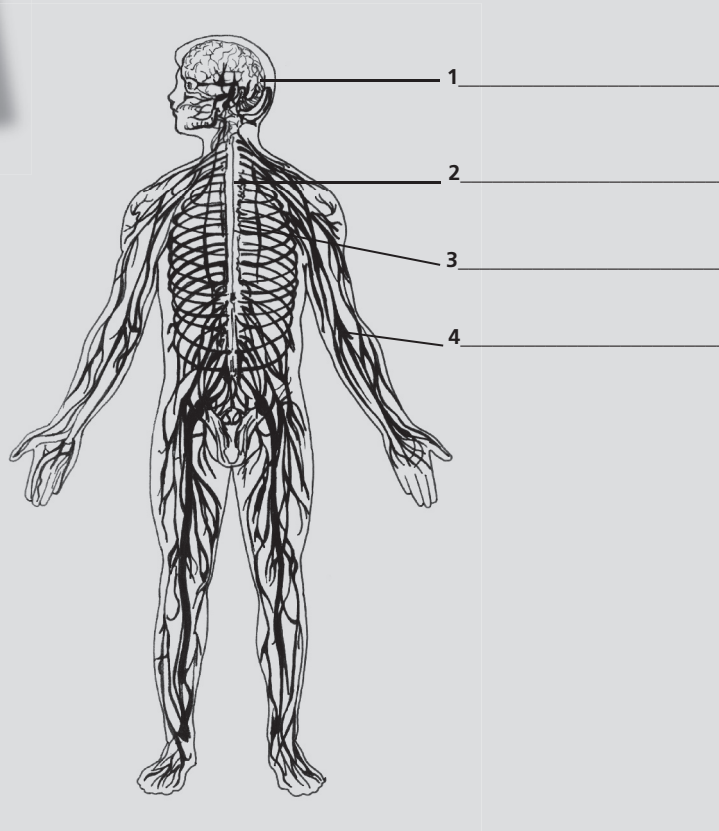


Figura 6.4: Rede de inervação do SNP.

RESPOSTA COMENTADA

Como visto até agora, temos o SN dividido em componentes centrais (SNC) (lacuna 1, encéfalo; lacuna 2, medula) e periféricos (SNP) (lacuna 3, gânglios; lacuna 4, nervo). Caso você tenha tido dificuldade em identificar os componentes na figura, retorne ao texto e procure o seu tutor no pólo.