

# Anatomia do Sistema Nervoso

## Neuroanatomia Microscópica, 121

### Embriologia, 122

### Sistema Nervoso Central, 125

*Encéfalo, 125*

*Meninges, 127*

*Medula Espinal, 129*

### Sistema Nervoso Periférico, 131

*Nervos Espinais, 131*

*Nervos Cranianos, 132*

### Sistema Nervoso Autônomo, 133

*Sistema Nervoso Simpático, 134*

*Sistema Nervoso Parassimpático, 135*

### Sistema Nervoso Entérico, 136

O sistema nervoso consiste em **encéfalo**, **medula espinal** e **nervos periféricos**, que conectam as várias partes do corpo ao encéfalo ou à medula espinal. Uma variedade de tipos celulares é encontrada dentro do sistema nervoso, mas a célula funcional básica é o **neurônio**. Uma das principais funções de outros tipos celulares (a **glia**), com mais de 10 neurônios ou só um, parece ser a de manter o ambiente celular para sustentar a atividade dos neurônios.

As funções básicas do sistema nervoso podem ser resumidas da seguinte maneira:

1. Iniciar e/ou regular o movimento das partes do corpo ao iniciar e/ou regular a contração dos músculos esqueléticos, cardíaco e lisos.
2. Regular as secreções das glândulas.
3. Obter informações sobre o ambiente externo e o estado do ambiente interno do corpo, usando os sentidos (visão, audição, tato, equilíbrio, paladar) e mecanismos para detectar dor, temperatura, pressão e certas substâncias químicas, como dióxido de carbono, hidrogênio e oxigênio.
4. Manter um estado de consciência apropriado.

5. Estimular a sede, a fome, o medo, a raiva e o comportamento apropriado para a sobrevivência.

Todas as funções do sistema nervoso requerem a transmissão rápida de informações de um lugar do corpo para outro. Essa transmissão é possível porque os neurônios têm a propriedade da **excitabilidade**, que lhes permite (ver Capítulo 2) desenvolver **potenciais de ação** e propagá-los rapidamente ao longo de seus processos celulares individuais (**axônios**). Quando um potencial de ação alcança a extremidade de um axônio, a informação codificada no potencial de ação é transmitida para outro neurônio ou para algum outro tipo de célula (especialmente as células musculares). Essa transmissão é efetuada em junções especializadas conhecidas como **sinapses**.

Com finalidades descritivas, o sistema nervoso como um todo (Figura 9.1) pode ser dividido em duas partes: o **sistema nervoso central (SNC)**, que inclui o encéfalo e a medula espinal, e o **sistema nervoso periférico (SNP)**, que consiste nos nervos cranianos e espinais que vão para as estruturas somáticas (do corpo) e vêm delas. Outra distinção é o **sistema nervoso autônomo (SNA)**, que coordena a atividade de estruturas viscerais (músculo liso, cardíaco e glândulas). O SNA tem elementos tanto do sistema nervoso

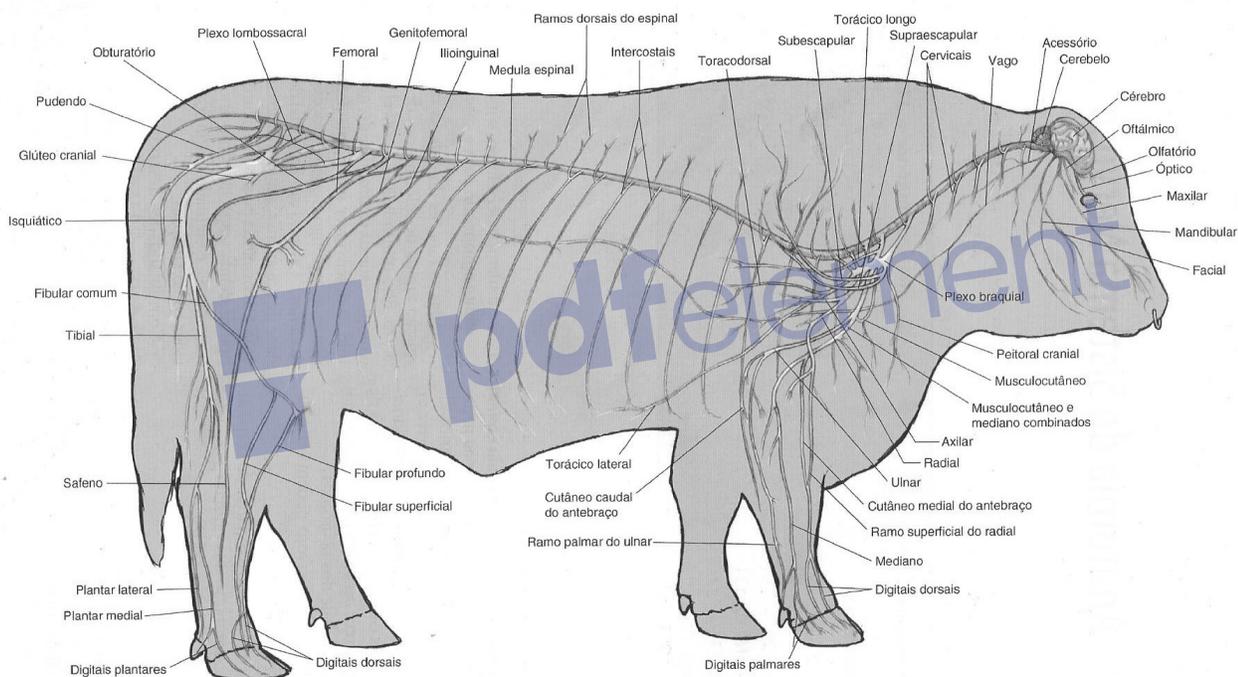


Figura 9.1 Sistema nervoso do touro. (Reimpresso com permissão de Wiley-Blackwell de McCracken T.O., Kainer, R.A. e Spurgeon T.L. *Spurgeon's Color Atlas of Large Animal Anatomy*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.)

central como do sistema nervoso periférico e componentes sensitivos e motores.

No SNP, os **nervos sensitivos (aférentes)** captam as informações sobre os ambientes externo e interno e as passam para o SNC. As informações são obtidas por órgãos especializados, células ou terminais axônicos que reagem a energias ambientais específicas e iniciam os potenciais de ação nos axônios sensitivos associados. As estruturas especializadas que detectam estímulos do ambiente são os **receptores sensitivos**. Os sistemas sensitivos são discutidos mais amplamente no Capítulo 11.

O SNC recebe a informação que chega pelo SNP, integra tal informação e inicia o movimento apropriado de partes do corpo, da secreção glandular ou do comportamento, em resposta, o que pode ser feito via processamento voluntário ou involuntário (i. e., autônomo ou reflexo). A comunicação entre o SNC e os músculos e glândulas que servem de alvo na periferia é realizada via **nervos motores (eferentes)** do SNP.

## Neuroanatomia Microscópica

A célula nervosa individual denomina-se **neurônio** (Figura 9.2). Os neurônios possuem as características habituais das células, mas, para manter a sua função de comunicação a longa distância, também contam com numerosas especializações. Cada corpo celular neuronal dá origem a um ou mais **processos nervosos** que são extensões citoplasmáticas da célula. Os processos nervosos denominam-se **dendritos**, quando transmitem sinais elétricos em direção aos corpos

celulares, e **axônios**, quando conduzem sinais elétricos para fora dos corpos celulares. O axônio (cada neurônio dá origem a apenas um, que em geral se ramifica) surge de um montículo cônico de citoplasma, a **proeminência do axônio** (cone de implantação) e sua extremidade ramifica-se em uma arborização denominada **telodendro**, que faz contato com outros neurônios ou órgãos efetores (alvos). Nos mamíferos, os **órgãos efetores** estimulados direta ou indiretamente pelo telodendro incluem músculo e glândulas.

A junção entre o axônio de um neurônio com outro neurônio ou célula-alvo é a **sinapse**. O neurônio pertencente ao axônio é o **neurônio pré-sináptico** e o que recebe a informação do axônio é o **neurônio pós-sináptico**. Pode haver uma sinapse entre o axônio de um neurônio e o corpo celular, os dendritos e/ou o axônio do neurônio pós-sináptico. Normalmente, cada neurônio faz sinapse com muitos outros neurônios em toda a ramificação extensa de suas extremidades terminais e de seu axônio; os ramos do axônio principal são os **axônios colaterais**.

Os neurônios podem ser classificados morfológicamente de acordo com o número de seus processos nervosos (Figura 9.3). Os **neurônios unipolares** têm um processo; neurônios unipolares verdadeiros são vistos apenas durante o desenvolvimento. Os **neurônios bipolares** têm um dendrito e um axônio, sendo comuns nos sistemas sensitivos. Muitos neurônios sensitivos têm seu único dendrito e o axônio fundidos, de modo a dar o aspecto de um único processo; tal configuração é **pseudounipolar**. Os **neurônios multipolares** têm numerosos dendritos, além do único axônio. A maioria dos neurônios é de natureza multipolar.

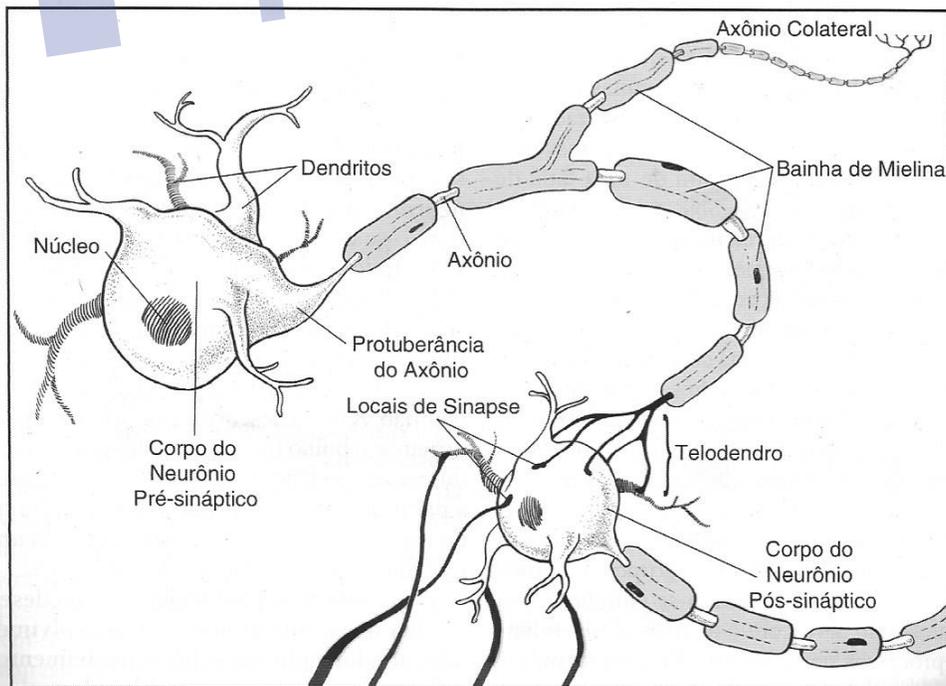
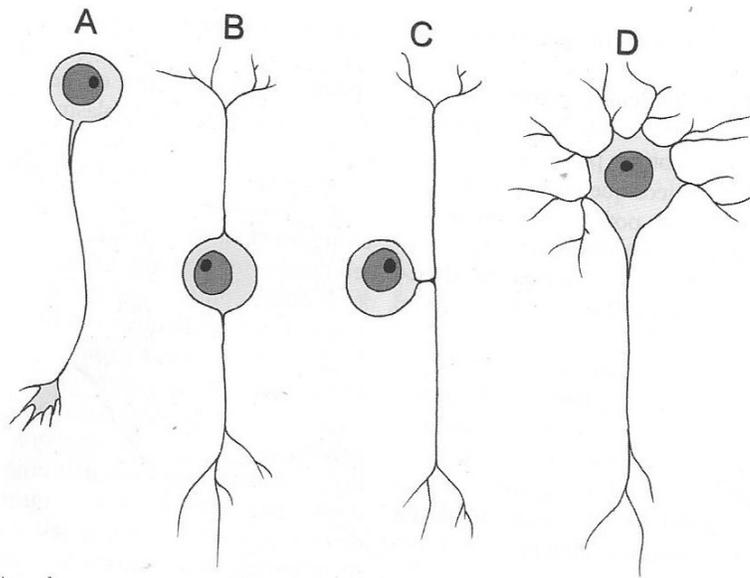


Figura 9.2 Anatomia celular de um neurônio multipolar.



**Figura 9.3** Tipos morfológicos de neurônios. A classificação baseia-se no número de processos que se estendem do corpo celular. Não são encontrados neurônios unipolares (A) no sistema nervoso de vertebrados adultos; o neurônio unipolar aqui está representado com um cone em crescimento na extremidade de seu axônio, ilustrando sua natureza em desenvolvimento. Os neurônios bipolares (B) e pseudounipolares (C) são característicos de sistemas sensitivos. A maioria dos neurônios no sistema nervoso é multipolar (D), podendo assumir uma variedade de formas.

O tecido nervoso é formado não apenas de neurônios, como também de células de sustentação. No SNC, essas células de sustentação são a **neuróglia**, que compreende uma variedade de **células gliais**, enquanto a maior parte do tecido de sustentação dos nervos periféricos é constituída por tecido conjuntivo fibroso branco comum.

As fibras nervosas podem ser **mielinizadas** e **não mielinizadas**. As mielinizadas estão circundadas por uma bainha branca de substância gordurosa ou **mielina**. Na verdade, a bainha de mielina consiste em muitas camadas de membrana celular de uma célula glial especializada que envolve os axônios, de maneira que ao corte transversal a bainha de mielina lembra a cobertura de uma fatia de rocambole recheado com geleia. No SNP, a célula mielinizada é a **célula de Schwann (neurolemócito)**, enquanto no SNC o **oligodendrócito** responde por essa função. As fibras nervosas não mielinizadas não ficam expostas diretamente ao líquido extracelular; em vez disso, simplesmente invaginam-se na membrana celular de uma célula glial adjacente. Os axônios cobertos dessa maneira **não** são mielinizados, condição muito específica que favorece lesão em múltiplas camadas da membrana da célula glial. Várias fibras não mielinizadas podem estar invaginadas em áreas separadas da mesma célula de Schwann (Figura 9.4).

Grupos de corpos de células nervosas dentro do SNC em geral são chamados de **núcleos**, enquanto grupos de corpos celulares nervosos no SNP denominam-se **gânglios**. Não confundir um núcleo do SNC com o de uma célula individual. Feixes de processos nervosos no SNC costumam ser designados **tratos**, ou **fascículos**, e feixes de processos no SNP são chamados **nervos**. Em termos gerais, agregados de

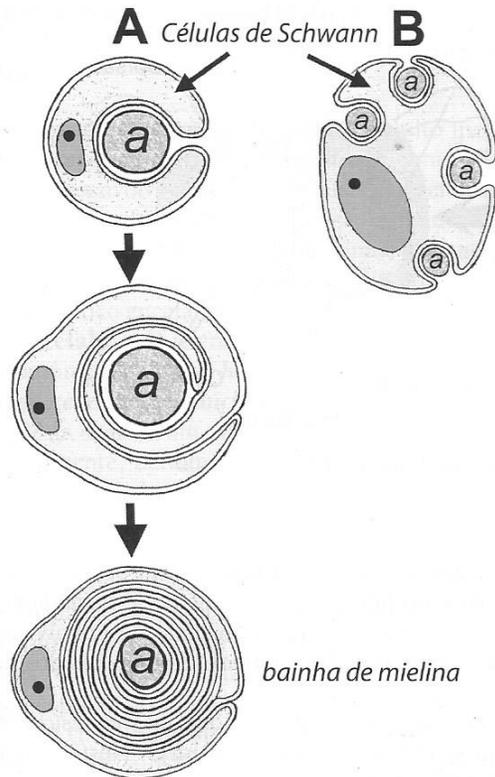
corpos celulares neuronais formam a **substância cinzenta** do SNC, enquanto regiões caracterizadas basicamente por tratos são a **substância branca**.

## Embriologia

O sistema nervoso é o primeiro sistema orgânico a começar a formar-se no embrião (ver Capítulo 3). Logo após a gastrulação, células ectodérmicas no dorso, craniais à camada primitiva, começam a proliferar-se e diferenciam-se em uma **placa neural**, que se prolifera mais rapidamente ao longo de suas margens laterais do que na linha média, criando o **sulco neural**, cujas bordas (as **pregas neurais**) acabam encontrando-se dorsalmente para formar o **tubo neural** (Figura 9.5). Todo o SNC é formado de células do tubo neural. O lúmen do tubo neural persiste no adulto como o canal central da medula espinal e como os ventrículos do encéfalo (discutido adiante).

O fechamento do tubo neural não é simultâneo em todo o embrião. A fusão desenvolve-se primeiro no que por fim irá tornar-se o bulbo (ou medula oblonga) (a parte mais caudal do tronco encefálico) e prossegue em direção cranial e caudal a partir daí. As aberturas nas extremidades cranial e caudal do tubo em fechamento denominam-se **neuroporos rostral** e **caudal**, respectivamente (ver Figura 3.4).

O neuroporo rostral fecha cedo no desenvolvimento; a falha nisso interrompe o desenvolvimento do encéfalo, ocasionando um subdesenvolvimento profundo da cabeça. Em sua forma considerada mais grave (morte embrionária precoce), resulta em **anencefalia** (ausência



**Figura 9.4** A) Corte transversal do desenvolvimento de um axônio mielinizado. No sistema nervoso periférico, a célula glial mielinizada é uma célula de Schwann; no SNC, o oligodendrócito fica sob camadas de mielina. B) Algumas células de Schwann nos nervos periféricos envolvem múltiplos axônios sem formar o envoltório de mielina. Os axônios assim envolvidos são disseminados não mielinizados.

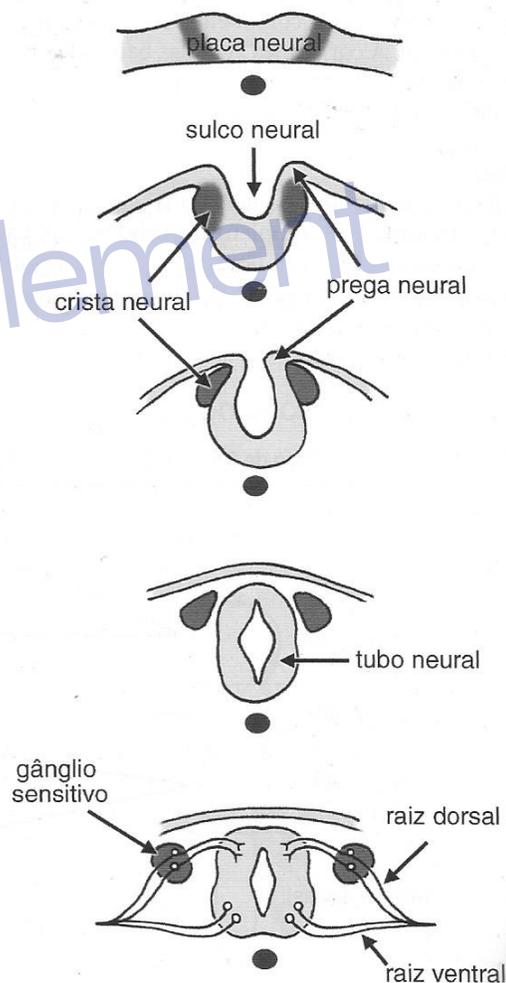
completa do cérebro, em geral com ausência concomitante das meninges e do crânio). O neuroporo caudal fecha mais tarde. A falha no fechamento da parte caudal do tubo neural resulta em uma variedade de anormalidades da medula espinal, denominadas *mielodisplasias*, às vezes associadas também a anomalias vertebrais, como *espinha bifida*.

À medida que as margens do sulco neural vão se aprofundando e se aproximando uma da outra na linha média dorsal, uma coluna longitudinal de células diferencia-se na união entre o ectoderma e o neuroectoderma de cada lado do sulco. Tais células, a *crista neural*, terminam laterais ao tubo neural de cada lado dele e por fim formam as células ganglionares sensoriais e autônomas, as células de Schwann e outros tecidos relacionados. Além disso, a crista neural dá origem a uma variedade de outros tipos celulares, inclusive partes das meninges e muitos dos ossos e músculos da cabeça.

O desenvolvimento da medula espinal continua com um aumento da espessura da parede do tubo neural. Conforme as células dividem-se e diferenciam-se, três camadas concêntricas do tubo neural emergem: uma zona interna ventricular, uma zona média intermediária e uma zona marginal superficial (Figura 9.6).

A delgada *zona ventricular* de células (também conhecida como *zona endimária* ou *germinativa*) circunda o lúmen do tubo neural e é o local de mitose dos precursores neuronais e gliais no sistema nervoso em desenvolvimento, vindo, por fim, a formar o epêndima do canal central da medula espinal e dos ventrículos do encéfalo.

À medida que as células nascem na camada germinativa, migram para fora, indo formar a *zona intermediária* (também chamada *zona do manto*), que compreende neurônios e neuróglia e torna-se a substância cinzenta perto do centro da medula. As partes dorsais da zona intermediária desenvolvem-se nos *cornos dorsais*. É aí que o processamento sensorial tem lugar. A zona intermediária ventral torna-se os *cornos ventrais*, a localização dos neurônios motores cujos axônios irão estender-se para a periferia, inervando músculos e glândulas.



**Figura 9.5** Formação do tubo neural. O ectoderma espessado da placa neural desenvolve-se em um sulco que subsequentemente funde-se no lado dorsal para formar um tubo fechado. Células da crista neural adjacentes às pregas neurais diferenciam-se em muitos tecidos, inclusive neurônios dos gânglios.

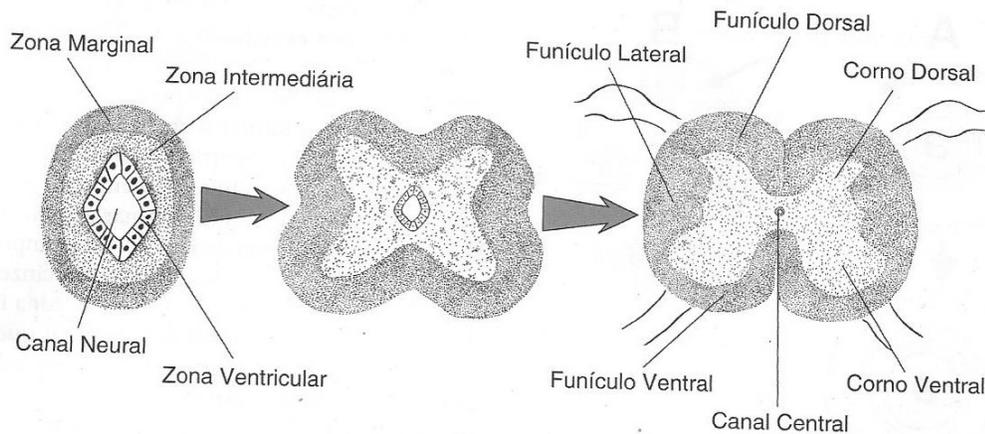


Figura 9.6 Vista transversal do desenvolvimento da medula espinal.

A *zona marginal*, que é mais superficial, consiste em processos nervosos que compõem a substância branca da medula espinal. A cor branca vem das bainhas gordurosas de mielina. A substância branca da medula espinal está dividida em *funículos dorsal, lateral e ventral*, que estão delimitados pelos cornos dorsal e ventral da substância cinzenta.

O desenvolvimento do encéfalo (Figura 9.7) começa antes do fechamento completo do tubo neural caudalmente. Cresce com rapidez por toda a vida embrionária e fetal, bem como no período neonatal. As primeiras subdivisões visíveis do encéfalo criam o estágio de três vesículas. Essas subdivisões, que consistem em três dilatações do

encéfalo primitivo, são o *prosencefalo* ou cérebro anterior, o *mesencefalo* ou cérebro médio, e o *rombencefalo* ou cérebro posterior. O prosencefalo desenvolve extensões laterais, as *vesículas ópticas*, precursoras dos nervos ópticos e retinas.

Com o desenvolvimento adicional, as três vesículas diferenciam-se em cinco regiões distintas. Neste estágio do desenvolvimento de cinco vesículas, o prosencefalo subdivide-se ainda para formar o *telencefalo* (futuro cérebro) e o *diencéfalo*, e o rombencefalo divide-se em *metencefalo* (futura ponte e futuro cerebelo) e *mielencefalo* (futuro bulbo ou medula oblonga). O mesencefalo não se subdivide, em geral continuando a chamar-se mesencefalo mesmo.

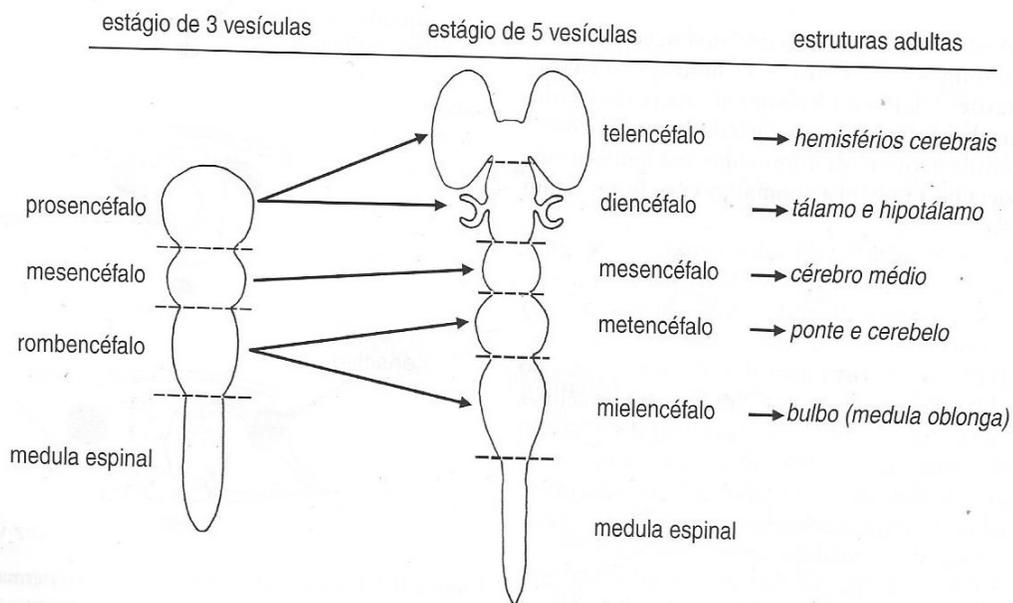


Figura 9.7 Vista dorsal do tubo neural. O encéfalo inicial divide-se em três vesículas que depois se diferenciam em cinco vesículas, as quais originam as principais regiões do encéfalo adulto. Observar os cálices ópticos (retinas primitivas e nervos ópticos) desenvolvendo-se a partir do diencéfalo.

## Sistema Nervoso Central

### Encéfalo

As divisões macroscópicas do encéfalo adulto incluem o **cérebro**, o **cerebelo** e o **tronco encefálico** (Figuras 9.8 e 9.9). O cérebro desenvolve-se a partir do telencéfalo embrionário. Os componentes do tronco encefálico são definidos de várias formas; para nossos propósitos, incluímos o **diencefalo**, o **mesencefalo**, a **ponte** e o **bulbo** (medula oblonga) como partes do tronco encefálico.

**Telencéfalo.** O telencéfalo, ou **cérebro** propriamente dito, compreende os dois **hemisférios cerebrais**, incluindo o **córtex cerebral**, os **núcleos da base** e outros núcleos subcorticais, além de um agregado de estruturas relacionadas funcionalmente, denominado **rinencefalo**. O telencéfalo abrange as cavidades dos ventrículos laterais.

A área de superfície do cérebro nos mamíferos domésticos aumenta por causa de numerosas pregas que formam cristas convexas, denominadas **giros**, separadas por **fissuras** ou **sulcos**. Uma fissura particularmente proeminente, a **fissura longitudinal**, fica no plano mediano e separa o cérebro em seus hemisférios direito e esquerdo. Ao contrário da medula espinal, no cérebro a maioria dos corpos celulares neuronais (i. e., a substância cinzenta) está no exterior. Essa camada de substância cinzenta cerebral denomina-se **córtex cerebral**. Em humanos e alguns animais, as áreas corticais foram extensamente mapeadas para localização das funções sensitivas e motoras específicas. Regiões anômicas definidas por giros e sulcos e funções gerais compa-

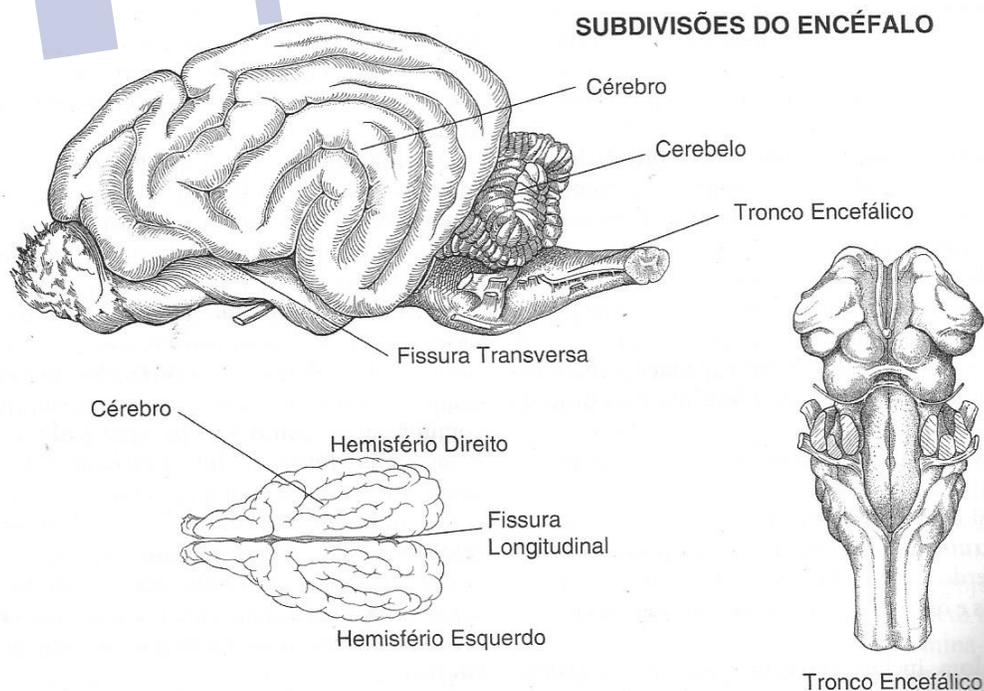
tíveis são denominadas **lobos**. O córtex cerebral é o local em que os movimentos voluntários são iniciados, as sensações chegam à consciência e as funções maiores, como o raciocínio e o planejamento, têm lugar.

Profundamente ao córtex cerebral há agregados de substância cinzenta subcortical denominados **núcleos da base** (a designação antiga, **gânglios basais**, não é mais aconselhável, pois o termo **gânglio** em geral refere-se a um acúmulo de corpos celulares fora do SNC). Os núcleos basais são importantes no início e na manutenção da atividade motora normal. Em humanos, a **coreia de Huntington** e a **doença de Parkinson** são distúrbios do movimento causados pela degeneração de partes dos núcleos basais.

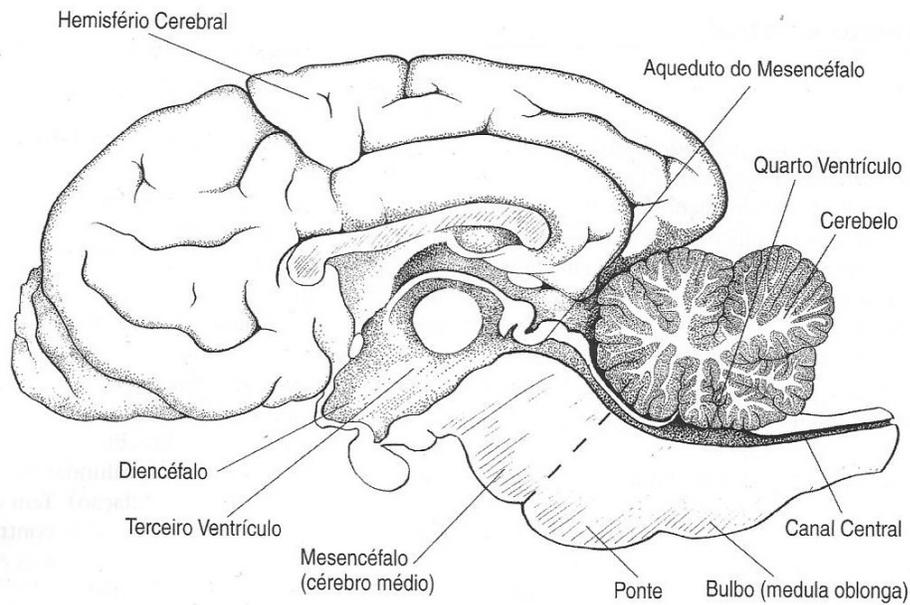
O **rinencefalo** é, do ponto de vista evolutivo, uma das partes mais antigas do cérebro. Ele compreende uma série de estruturas corticais ventrais e profundas associadas principalmente ao sentido do olfato (olfação). Tem conexões importantes com as partes do cérebro que controlam as funções autônomas, comportamentos emocionais e a memória, fato responsável pela notável capacidade de sentir os odores nessas funções.

**Diencefalo.** É um derivado do prosencefalo. O tálamo, o epitálamo, o hipotálamo e o terceiro ventrículo estão incluídos no diencefalo.

O **tálamo** é um centro importante de retransmissão para as fibras nervosas que conectam os hemisférios cerebrais ao tronco encefálico, ao cerebelo e à medula espinal. O **epitálamo**, dorsal ao tálamo, inclui a **glândula pineal**, um órgão endócrino em mamíferos. Sua secreção principal, a **melatonina**, parece ser importante nos ritmos circadianos



**Figura 9.8** Subdivisões do encéfalo. O cérebro se constitui dos hemisférios cerebrais direito e esquerdo.



**Figura 9.9** Corte mediosagital do encéfalo. Os ventrículos laterais, um em cada hemisfério cerebral, não são vistos nesta ilustração, pois ficam laterais à linha mediana.

(diários) e do sono. Além disso, é provável que a atividade da glândula pineal tenha importância nas espécies com ciclos reprodutivos acentuadamente sazonais.

O **hipotálamo**, ventral ao tálamo, circunda a parte ventral do terceiro ventrículo e compreende muitos núcleos que funcionam nas atividades autônomas e no comportamento. Aderida à parte ventral do hipotálamo está a **hipófise**, ou **glândula pituitária**, uma das glândulas endócrinas mais importantes. As conexões neuronais entre o hipotálamo e a hipófise constituem um ponto relevante de integração dos dois sistemas básicos de comunicação do corpo, os sistemas nervoso e endócrino.

**Mesencéfalo.** O **mesencéfalo**, ou **cérebro médio**, fica entre o diencéfalo rostralmente e a ponte caudalmente. Os dois pedúnculos cerebrais e quatro colículos são os aspectos mais proeminentes do mesencéfalo.

Os dois **pedúnculos cerebrais**, também conhecidos como **pilares cerebrais**, são grandes feixes de fibras nervosas que conectam a medula espinal e o tronco encefálico aos hemisférios cerebrais. Consistem principalmente (mas não de forma exclusiva) em tratos de fibras motoras descendentes.

Os **colículos (corpos quadrigêmeos)** são quatro pequenas tumefações (em latim, *colliculus* significa pequena elevação) no lado dorsal do mesencéfalo. Eles são formados pelos **colículos rostrais** direito e esquerdo e **colículos caudais** direito e esquerdo. Os colículos rostrais coordenam certos reflexos visuais e os caudais são núcleos retransmissores da audição.

**Metencéfalo.** Inclui o **cerebelo** dorsalmente e a **ponte** ventralmente. O cerebelo divide-se em dois **hemisférios laterais** e uma crista mediana denominada **verme**, por causa de

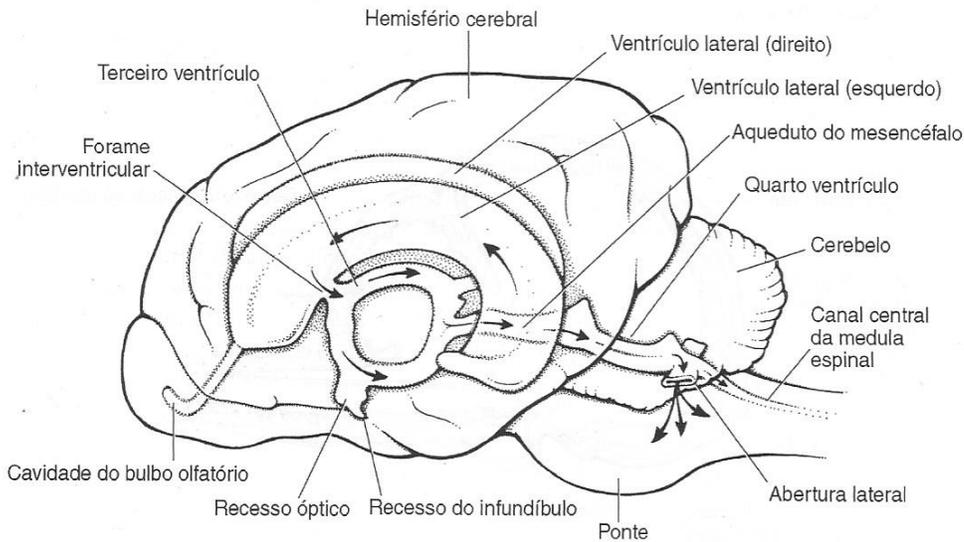
sua semelhança com um verme. A superfície do cerebelo tem muitas lâminas denominadas **folhas**. No cerebelo, como no cérebro, a substância branca é central e a cinzenta é periférica no **córtex cerebelar**. O cerebelo é decisivo para a determinação do momento exato e a execução dos movimentos; ele age acertando e coordenando a atividade muscular.

A ponte é ventral ao cerebelo e sua superfície tem **fibras transversais** visíveis que formam uma ponte de um hemisfério do cerebelo ao outro. Muitos outros tratos de fibras e núcleos de nervos cranianos constituem o restante da ponte.

**Mielencéfalo.** Torna-se o **bulbo** no adulto. É a continuação cranial da medula espinal, da qual distingue-se arbitrariamente forame magno. O bulbo (em geral chamado de medula) contém centros anatômicos importantes e núcleos para os nervos cranianos.

**Sistema Ventricular.** Os **ventrículos** do encéfalo desenvolvem-se a partir do lúmen do tubo neural embrionário (Figura 9.10). Os **ventrículos laterais** direito e esquerdo ficam nos respectivos hemisférios cerebrais e comunicam-se com o **terceiro ventrículo** na linha média pelos dois **forames interventriculares**. O terceiro ventrículo está circundado pelo diencéfalo e conecta-se com o **quarto ventrículo** pelo estreito **aqueduto mesencefálico** (aqueduto cerebral) que passa através do mesencéfalo. O quarto ventrículo, entre o cerebelo acima e a ponte e a medula abaixo, comunica-se com o **espaço subaracnoide** que circunda o SNC por meio de duas **aberturas laterais**.

Cada ventrículo tem um **plexo coroide**, um tufo de capilares que se projeta no lúmen do ventrículo. O plexo de



**Figura 9.10** Sistema ventricular do encéfalo. As setas indicam a direção do fluxo de líquido cerebrospinal (LCE) produzido nos ventrículos e fluindo pelas aberturas laterais no espaço subaracnoide que circunda o cérebro e a medula espinal. (Reimpresso com permissão de Wiley-Blackwell, de Smith B.J. *Canine Anatomy*. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.)

capilares é coberto por uma camada de células endoteliais contínuas com a membrana que reveste os ventrículos.

O plexo coroide é responsável pela formação do volume de **líquido cerebrospinal (LCE)**, que preenche o sistema ventricular e circunda o SNC. Uma contribuição menor para tal formação é dada pelo epêndima que reveste os ventrículos. O LCE é formado, circula e é reabsorvido continuamente nos espaços do sistema nervoso; todo seu volume é substituído várias vezes por dia.

A circulação do líquido cerebrospinal começa nos dois ventrículos laterais (onde a maior parte é produzida). Ele flui através dos forames interventriculares para o terceiro ventrículo, em seguida via aqueduto cerebral para o quarto ventrículo e por fim através das aberturas laterais para o espaço subaracnoide, onde circunda o cérebro e a medula espinal. O LCE é reabsorvido de volta para o sistema venoso via modificações especiais das meninges, denominadas **granulações aracnóides**. Tais estruturas delicadas se projetam protrução nos seios duros (discutidos adiante) cheios de sangue e agem como valvas de via única para o retorno do LCE do espaço subaracnoide para o sangue venoso. A reabsorção do LCE é passiva, determinada pelo gradiente de pressão através das granulações aracnóides (i. e., quanto mais alta a pressão do LCE nos espaços subaracnóides, mais LCE é direcionado para o seio onde a pressão é mais baixa).

**Qualquer obstrução na circulação cerebrospinal pode lesar o cérebro, pois os plexos coróides produzem LCE independentemente da pressão dentro do sistema ventricular. A produção de LCE expande os espaços ventriculares afetados à custa do tecido nervoso, que pode ser acentuadamente comprimido em decorrência disso. Caso isso ocorra durante o desenvolvimento (como**

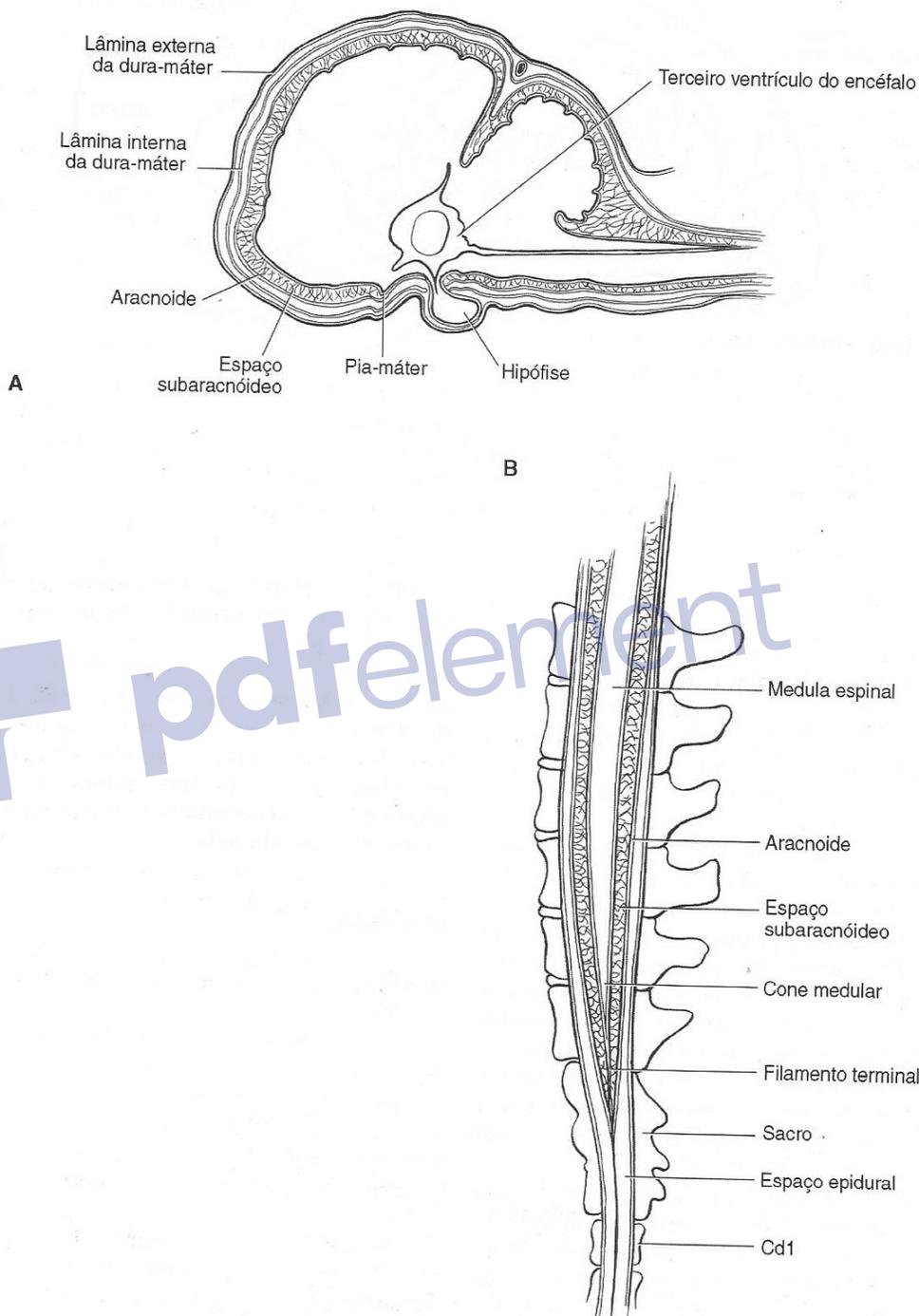
**costuma acontecer quando a formação do aqueduto mesencefálico é inadequada), a cabeça pode aumentar de forma acentuada e o tecido cerebral ser extremamente comprimido, condição denominada hidrocefalia (literalmente, água na cabeça). Em indivíduos de mais idade cujos ossos cranianos formam-se completamente e estão fundidos nas suturas, o acúmulo do LCE não aumenta visivelmente a cabeça; no entanto, a pressão elevada dentro da abóbada craniana pode afetar profundamente o encéfalo contido nela.**

## Meninges

**Meninges** são a cobertura de tecido conjuntivo do encéfalo e da medula espinal. Incluem, da camada profunda para a superficial, a **pia-máter**, a **aracnoide** e a **dura-máter** (Figura 9.11).

A **pia-máter**, a meninge mais profunda, é uma membrana delicada que envolve o encéfalo e a medula espinal, seguindo rente aos sulcos e depressões e formando uma bainha em torno dos vasos sanguíneos, acompanhando-os até a substância do SNC.

A meninge média surge embriologicamente da mesma camada que a pia-máter, de onde se separa durante o desenvolvimento, de modo que se forma um espaço entre elas. Resquícios de sua conexão prévia no adulto assumem a forma de muitos filamentos de tecido conjuntivo que se estendem entre elas. Por causa do aspecto de teia desses filamentos, essa camada média denomina-se **aracnoide** (aracnóideia, substância aracnoide) e os filamentos conectados são as **trabéculas aracnóideas**. Juntas, a pia-máter e a aracnoide constituem as **leptomeninges** (do latim *lepto*,



**Figura 9.11** Meninges. *A)* Meninges cranianas. *B)* Meninges espinais, ilustradas na extremidade caudal da medula espinal. (Reimpresso com permissão de Wiley-Blackwell, de Smith B.J. *Canine Anatomy*. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.)

delicado), refletindo sua natureza fina, delicada. O espaço entre as duas camadas, com pontes formadas pelas trabéculas aracnóideas, é o **espaço subaracnóideo**, preenchido com LCE. É desse espaço que se coleta LCE, por punção, da medula espinal.

A **dura-máter** é a camada externa fibrosa que cobre o SNC. Dentro da abóbada craniana, a dura-máter está profundamente inserida ao lado interno dos ossos cranianos e portanto desempenha o papel do periósteo. Ela forma também a **foice do cérebro**, uma prega mediana em forma de foice localizada na fissura longitudinal e que separa parcialmente os hemisférios cerebrais. Outra prega da dura-máter, o **tentório do cerebello**, corre transversalmente entre o cerebello e o cérebro. Em alguns locais no crânio, a dura-máter divide-se em duas camadas por canais preenchidos com sangue. Esses **seios da dura-máter** recebem sangue das veias do encéfalo e esvaziam-se nas jugulares. Eles também são o local de reabsorção de LCE através das granulações aracnóideas de volta para a circulação.

A pia-máter e a aracnoide compõem a maior parte das meninges cerebrais, pois estão dentro da abóbada craniana. No entanto, a dura-máter das meninges espinhais está separada do periósteo do canal vertebral por um espaço preenchido por gordura, o **espaço epidural**.

É no espaço epidural que médicos e veterinários introduzem anestésicos locais para produzir anestesia nas partes caudais do corpo. Tal procedimento, a **anestesia epidural**, em geral é feito para procedimentos obstétricos. Uma aplicação comum é a injeção de anestésico entre a primeira e a segunda vértebras caudais do bovino, para ajudar no reparo e na redução de prolapsos uterinos, vaginais ou retais.

## Medula Espinal

A medula espinal (Figuras 9.12 e 9.13) é a continuação caudal do bulbo. Diferente do cérebro, a substância cinzenta da medula espinal é encontrada no centro dela, formando

uma figura semelhante a uma borboleta ao corte transversal. Os tratos de fibras, a substância branca, circundam assim a parte central da substância cinzenta. Define-se um **segmento da medula espinal** pela presença de um par de nervos espinhais, formados pela união de suas raízes dorsais e ventrais, que se juntam como o nervo no ponto onde os axônios saem e entram no canal vertebral.

Os corpos dos neurônios sensitivos estão presentes em agregados, denominados **gânglios da raiz dorsal**, laterais à medula espinal. Os neurônios dentro desses gânglios são pseudounipolares e originam processos que entram no corno dorsal da medula espinal e outros que se unem com fibras motoras dos neurônios do corno ventral para tornar-se o **nervo espinal** que se estende para a periferia. Os processos que se estendem do nervo espinal para a medula espinal constituem a **raiz dorsal**.

A **raiz ventral** do nervo espinal é formada por fibras motoras que surgem das células nervosas principalmente no corno ventral da medula espinal. As raízes dorsais e ventrais unem-se para formar os nervos espinhais perto do forame intervertebral entre vértebras adjacentes. O gânglio da raiz dorsal em geral está muito próximo dessa união das raízes dorsal e ventral; quase sempre pode ser encontrado dentro do forame intervertebral, local onde fica suscetível à compressão quando ocorre protrusão de um disco intervertebral; é tal compressão que causa a dor elétrica intensa associada à doença do disco.

**Tratos da Medula Espinal.** Um **trato** é um feixe de axônios relacionados funcionalmente no SNC. Os tratos que levam informação **sensitiva** são **ascendentes**, ao passo que os que transportam comandos **motores** são **descendentes**. A substância branca da medula espinal em que são encontrados os tratos pode ser dividida grosso modo em três colunas de cada lado: um **funiculo dorsal**, um **funiculo lateral** e um **funiculo ventral**.

**Tratos Sensitivos.** Os **funiculos dorsais** contêm tratos aferentes que levam informações sobre a posição do corpo

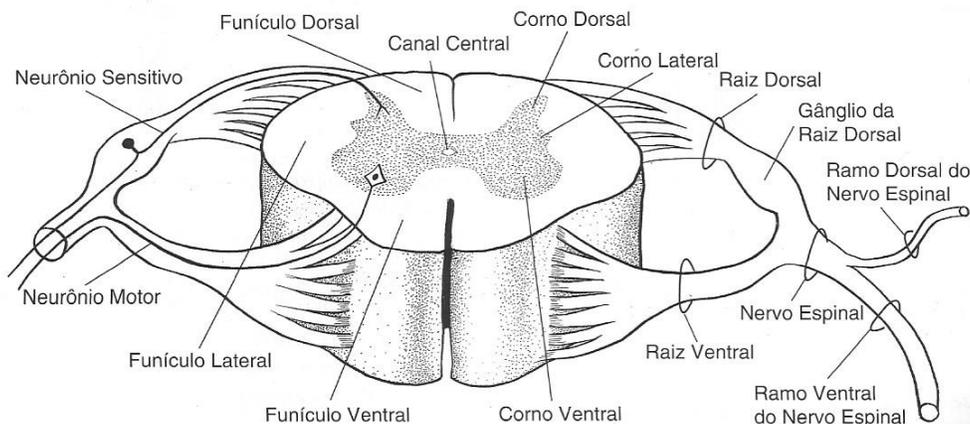
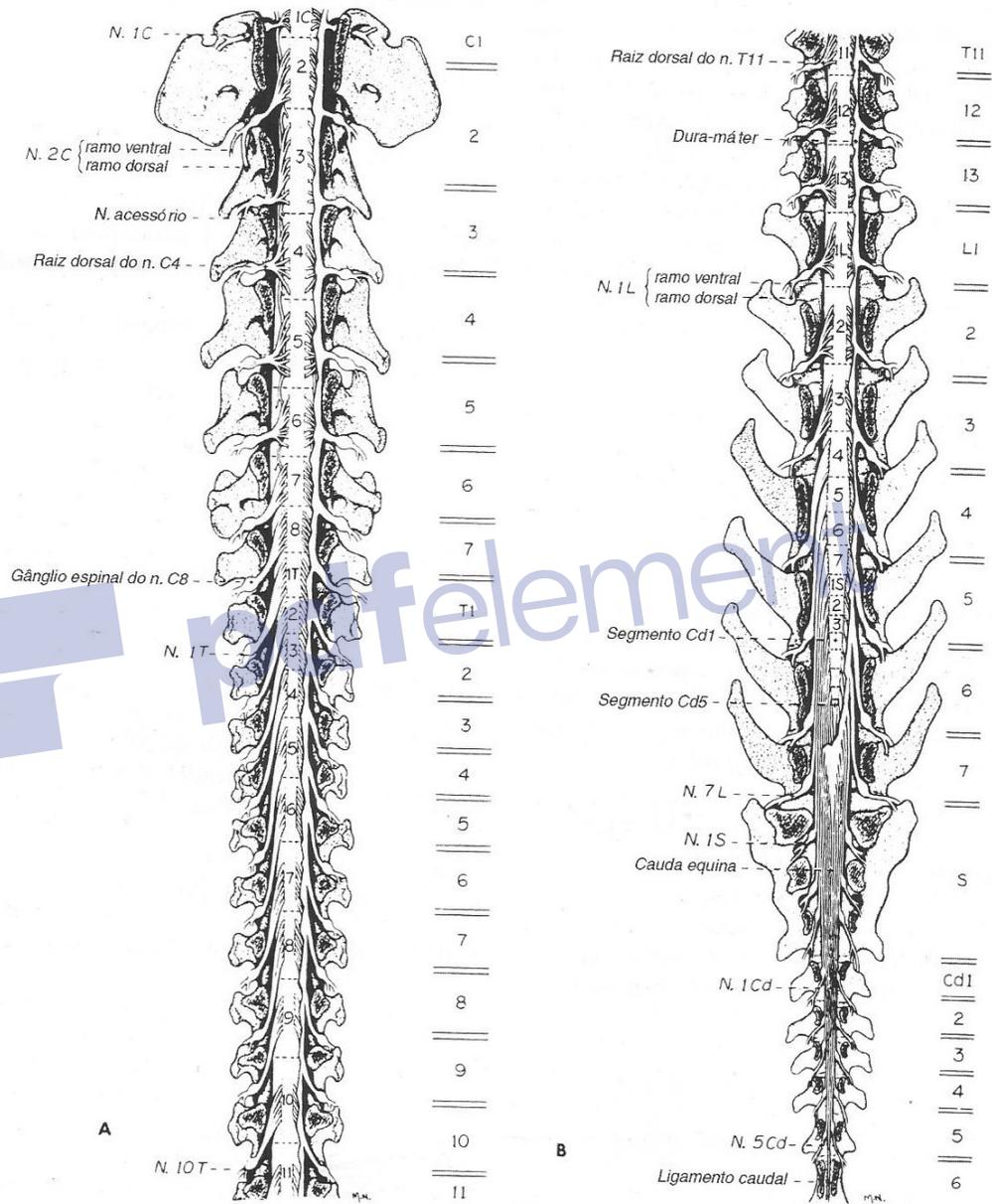


Figura 9.12 Anatomia em corte transversal da medula espinal e de nervos espinhais.



**Figura 9.13** Medula espinal do cão. Vista do lado dorsal, com os arcos vertebrais removidos para expor a medula dentro do canal vertebral. Notar a relação dos nervos espinais com os corpos vertebrais. A medula espinal é mais curta do que a coluna vertebral, de modo que seus segmentos mais caudais ficam em vértebras cujos nomes e número são mais craniais (p. ex., o segmento espinal L6 fica na vértebra L4). As raízes nervosas são progressivamente mais longas nessas partes mais caudais da coluna vertebral, conforme se estendem da medula para o forame de saída. (Reimpresso com permissão de Fletcher T.F e Kitchell R.L. Anatomical studies on the spinal cord segments of the dog. A.J.V.R. 1966;27:1762.)

a partir das articulações, tendões e músculos. Esse tipo de sensação denomina-se **propriocepção**. A lesão a essa via acarreta movimentos descoordenados e imprecisos, pois o córtex não recebe parte da informação que necessita para fazer os ajustes no planejamento e na execução dos movimentos voluntários. Tal descoordenação é a **ataxia sensitiva**.

A informação proprioceptiva também ascende pela medula espinal em vários **tratos espinocerebelares**, localizados superficialmente no funículo lateral. Como sugere o nome, esses tratos são encabeçados pelo cerebelo, onde a informação proprioceptiva é usada para ajudar na forma dos movimentos voluntários, de modo que sejam precisos e suaves.

A informação sobre dor é levada por um grande número de vias descritas, mas em geral agrupadas sob as denominações de **trato espinotalâmico** ou **sistema anterolateral**. Esse grande grupo de fibras é encontrado em uma faixa larga através dos funículos lateral e ventral. Alguns desses tratos terminam no tronco encefálico, onde medeiam reflexos associados aos estímulos dolorosos. Outros fazem conexões que alertam todo o córtex e iniciam comportamentos aversivos. Outros ainda são liberados diretamente para as partes do córtex que criam a percepção consciente do estímulo doloroso.

Como a dor, a informação sensitiva sobre tato e temperatura é levada em uma variedade de tratos ascendentes, alguns deles encontrados nas colunas dorsais e outros no sistema anterolateral.

**Tratos Motores.** Os sistemas motores em geral são agrupados funcionalmente em duas categorias principais: um sistema motor ventromedial, localizado em grande parte no funículo ventral, e um sistema motor dorsolateral, encontrado na parte dorsal do funículo lateral.

O **sistema motor ventromedial** é responsável principalmente pela atividade nos músculos axiais e parte proximal dos membros, em especial os músculos extensores e antigravitacionais. A atividade nos tratos desse sistema ajuda na fase de manutenção da marcha, quando os membros estão em posição de sustentação de peso, com as articulações estendidas. Um trato particularmente notório do sistema motor ventromedial é o **trato vestibuloespinal lateral**, que se origina na região da ponte e da medula.

O **sistema motor dorsolateral** é de muitas formas complementar ao sistema ventromedial. Os tratos dorsolaterais tendem a controlar os músculos da parte distal dos membros, em especial os flexores. A atividade aí é importante na flexão ou fase de oscilação da marcha, quando os membros são levantados do solo e avançam enquanto flexionados. Nos quadrúpedes, o trato mais importante no sistema motor dorsolateral é o **trato rubroespinal**, que surge do mesencéfalo. Em primatas, e mais especialmente humanos, os **tratos corticoespinais** que surgem do córtex motor do cérebro são particularmente bem desenvolvidos.

## Sistema Nervoso Periférico

O SNP inclui os nervos e gânglios fora do SNC. Sua função é levar a informação sensitiva para o encéfalo e a medula espinal e produzir os movimentos dos músculos e a secreção das glândulas por meio de seus nervos motores.

### Nervos Espinais

Com exceção dos nervos cervicais e caudais, um par de nervos espinais (um direito e um esquerdo) emerge caudal à vértebra de mesmos número e nome (Figura 9.13). O primeiro par de nervos torácicos, por exemplo, emerge através dos forames intervertebrais entre a primeira e a segunda vértebras torácicas; o último par de nervos torácicos emerge através dos forames intervertebrais entre a última vértebra torácica e a primeira lombar, e o primeiro par de nervos lombares emerge através dos forames entre a primeira e a segunda vértebras lombares. Portanto, há o mesmo número de pares de nervos torácicos, lombares e sacrais que os de vértebras das mesmas regiões.

O primeiro par de nervos cervicais emerge através dos forames vertebrais laterais do atlas e o segundo par o faz entre o atlas (C1) e o eixo (C2). Portanto, há oito pares de nervos cervicais, embora apenas sete vértebras cervicais.

Em geral, há menos pares de nervos caudais do que vértebras caudais. Nos ungulados domésticos, é comum haver cinco ou seis pares.

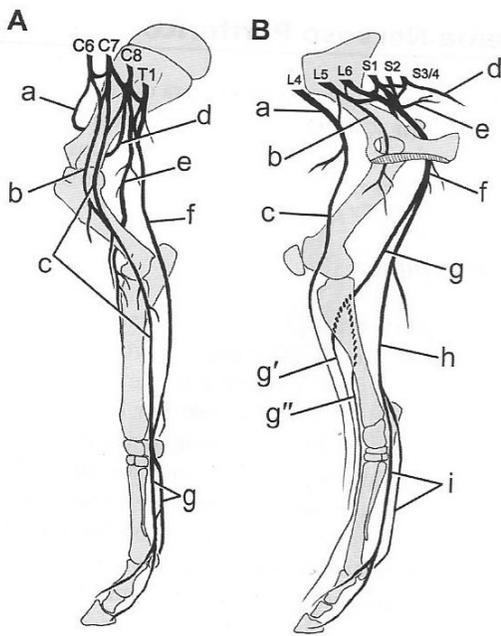
As raízes dorsal e ventral surgem da medula espinal e fundem-se em geral perto do forame intervertebral, ponto em que as fibras sensitivas da raiz dorsal em conjunto com as fibras motoras da raiz ventral tornam-se o **nervo espinal**, que se caracteriza por ser um **nervo misto**, pois tem elementos tanto sensitivos como motores.

Pouco antes de emergir através do forame intervertebral, o nervo espinal divide-se em um **ramo dorsal** e um **ramo ventral**, ambos sendo nervos mistos, porque contêm fibras sensitivas e motoras.

Em geral, os ramos dorsais dos nervos espinais inervam estruturas (músculos e pele) dorsais aos processos transversos das vértebras. Os ramos ventrais suprem estruturas ventrais aos processos transversos e a grande parte dos membros torácico e pélvico.

Os nervos espinais tendem a inervar a região do corpo na área adjacente ao local de onde emergem da coluna vertebral. Entretanto, os membros são supridos com fibras sensitivas e motoras dentro de arranjos entrelaçados conhecidos como **plexos**. As regiões da medula espinal que suprem esses plexos têm um diâmetro visivelmente maior, porque possuem mais neurônios sensitivos e motores suprimindo a massa dos membros. Essas dilatações denominam-se **intumescências**.

**Plexo Braquial.** Cada membro torácico é suprido por um **plexo braquial**, uma rede de nervos derivada dos três últimos nervos cervicais e do primeiro ou dos dois primeiros



**Figura 9.14** A) Suprimento nervoso do membro torácico do equino. a, n. supraescapular; b, n. musculocutâneo; c, n. mediano; d, n. axilar; e, n. radial; f, n. ulnar; g, nn. palmares medial e lateral. B) Suprimento nervoso do membro pélvico do equino. a, n. femoral; b, n. obturatório; c, n. safeno; d, n. pudendo; e, n. glúteo; f, n. isquiático (ciático); g, n. fibular comum; g', n. fibular superficial; g'', n. fibular profundo; h, n. tibial; i, nn. plantares medial e lateral.

torácicos (Figuras 9.1 e 9.14). O aumento na medula espinal associado ao plexo braquial situa-se principalmente nas vértebras cervicais caudais e, conseqüentemente, é descrito como *intumescência cervical*.

O plexo braquial origina nervos com nomes específicos que inervam os músculos do membro torácico e dão sensibilidade às mesmas regiões gerais da pele. No Quadro 9.1 há uma relação dos nervos que surgem do plexo braquial e a região e os músculos supridos por eles.

**Plexo Lombossacral.** Os *plexos lombossacrais* direito e esquerdo suprem nervos para os respectivos membros pélvicos (Figuras 9.1 e 9.14). Os plexos lombossacrais são constituídos pelos ramos ventrais dos últimos nervos lombares e dois ou três primeiros sacrais. O aumento visível na medula espinal aí denomina-se *intumescência lombar*. Os nervos derivados dos plexos lombossacrais estão descritos no Quadro 9.2.

### Nervos Cranianos

Classicamente, foram descritos 12 pares de *nervos cranianos* surgindo do encéfalo (Figura 9.15) e numerados por algarismos romanos, de rostral (I) para caudal (XII). Com exceção do I nervo craniano (olfatório) e do II (óptico), os nervos cranianos surgem do mesencéfalo, da ponte e do bulbo, e em geral lembram nervos espinais comuns. Contudo, não

**Quadro 9.1 Nervos do Plexo Braquial**

Nervo	Músculos Inervados	Distribuição Cutânea
Supraescapular	Supraespinal e infraespinal	Sem fibras sensitivas
Peitorais	Peitoral superficial e profundo	Sem fibras sensitivas
Subescapular	Subescapular	Sem fibras sensitivas
Musculocutâneo	Bíceps braquial Coracobraquial Braquial	Aspecto medial do antebraço, carpo; aspecto craniomedial do metacarpo
Axilar	Redondo menor e maior Deltoide	Região do ombro
Radial	Tríceps braquial Ancôneo Extensor radial do carpo Extensores comum e lateral dos dedos Ulnar lateral Extensor oblíquo do carpo Supinador	Aspecto craniolateral do antebraço
Ulnar	Flexor ulnar do carpo Flexor profundo dos dedos Músculos intrínsecos dos dedos (quando presentes)	Aspecto caudal do antebraço, aspecto craniolateral do metacarpo, quartela/pé
Mediano	Flexor radial do carpo Flexores superficial e profundo dos dedos Pronador redondo (quando presente)	Metacarpo caudal, quartela/pé
Toracodorsal	Latíssimo do dorso (Grande dorsal)	Sem fibras sensitivas
Torácico lateral	Cutâneo do tronco	Sem fibras sensitivas

**Quadro 9.2 Nervos do Plexo Lombossacral**

<b>Nervo</b>	<b>Músculos Inervados</b>	<b>Distribuição Cutânea</b>
Glúteo cranial	Glúteo médio e profundo, tensor da fáscia lata	Sem fibras sensitivas
Glúteo caudal	Glúteo superficial Partes do glúteo médio, semitendíneo, bíceps femoral no equino	Sem fibras sensitivas
Femoral	Sartório Quadríceps femoral Iliopsoas	Aspecto medial da coxa
Obturatório	Adutor Grácil Pectíneo Obturador externo	Sem fibras sensitivas
Isquiático (Ciático)	Semitendíneo e semimembrâneo Bíceps femoral Obturador interno Gêmeos Quadrado femoral	As fibras sensitivas surgem dos ramos distais (nn. fibular e tibial)
Fibular	Tibial cranial Extensor longo e lateral do dedo Fibular	Dorsal do metatarso e quartela/pé
Tibial	Gastrocnêmio Flexores superficial e profundo do dedo Tibial caudal Poplíteo	Caudal da perna, plantar do metatarso, quartela/pé

têm raízes dorsais e ventrais discerníveis, e alguns são estritamente motores ou sensitivos (ao contrário dos nervos espinais, todos nervos mistos).

O II nervo craniano, o nervo óptico, lembra apenas superficialmente um verdadeiro nervo do SNP. Suas fibras na verdade são um trato do SNC, envolvidas por meninges e mielina proveniente dos oligodendrócitos. As características dos 12 nervos cranianos estão citadas no Quadro 9.3.

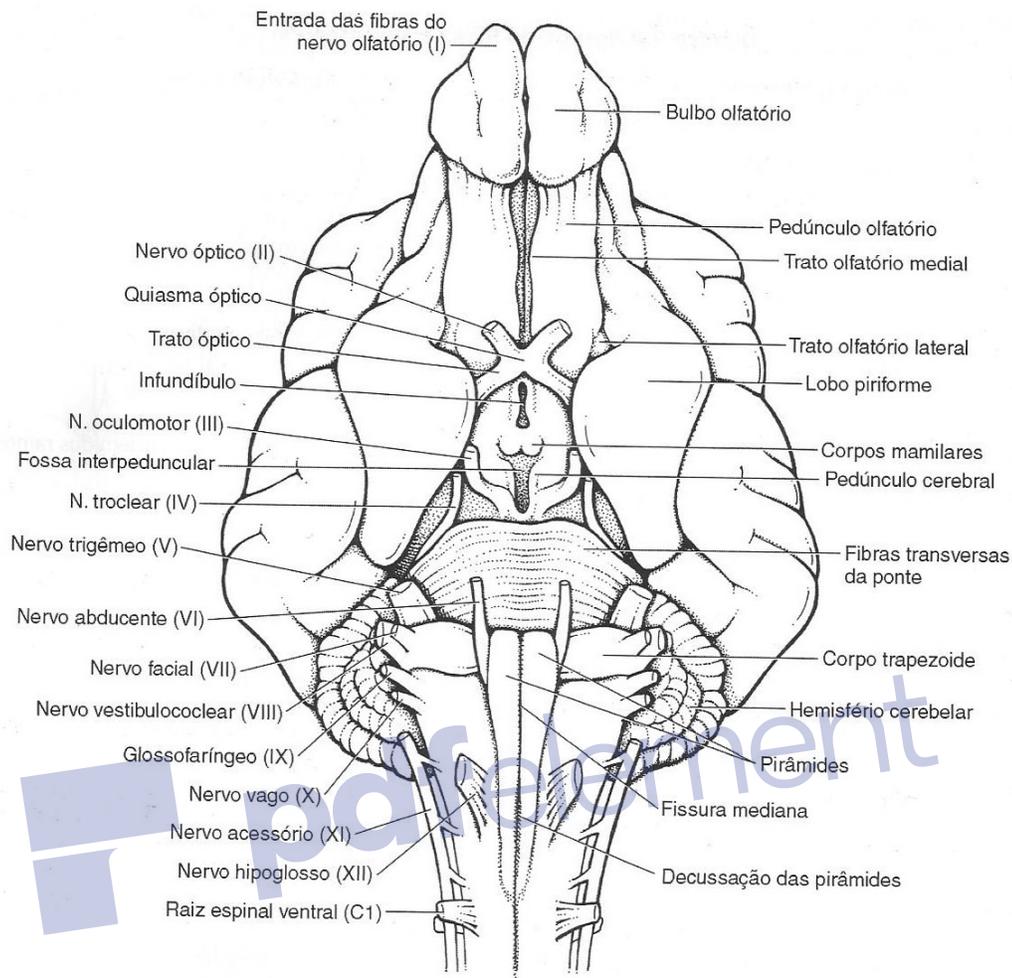
### Sistema Nervoso Autônomo

O SNA é a parte do sistema nervoso que regula a atividade nas vísceras e em outras estruturas não normalmente sob controle voluntário (Figura 9.16). A representação comum do SNA como uma subdivisão motora do sistema nervoso periférico ignora os fatos de que (1) as fibras sensitivas das vísceras constituem grande parte das fibras nos nervos autônomos e (2) alguns tratos e núcleos do SNC integram e controlam a atividade visceral. Apesar disso, com finalidades introdutórias, consideramos apenas os componentes motores periféricos do SNA, os nervos que influenciam a atividade no músculo liso, no cardíaco e nas glândulas.

Nos nervos motores de músculos voluntários, os corpos celulares dos neurônios que inervam diretamente os alvos são encontrados na substância cinzenta do SNC, e os telodendros desses neurônios fazem contato direto com o alvo.

Os nervos motores do SNA, em contrapartida, consistem em uma série de dois neurônios. O primeiro tem seu corpo celular no SNC e seu axônio estende-se para a periferia, onde faz sinapses no corpo celular de um segundo neurônio. É o axônio do segundo neurônio que entra em contato com o alvo visceral. Por causa desse arranjo de dois neurônios, os nervos autônomos caracterizam-se pela presença de **gânglios autônomos**, coleções periféricas dos corpos celulares dos segundos neurônios. Usando o gânglio autônomo como ponto de referência, o primeiro neurônio denomina-se **pré-ganglionar** e o segundo, **pós-ganglionar**.

O rendimento motor do SNA é compatível com a **homeocinese**, o processo dinâmico de regulação do ambiente interno para satisfazer as necessidades do organismo. Em consequência, o braço motor do SNA é dividido, em termos funcionais e anatômicos, em duas partes. A **divisão simpática** do SNA prepara o organismo para enfrentar um estresse, produzindo uma combinação de alterações fisiológicas que aumentam as moléculas de combustível disponíveis, o fluxo sanguíneo para o músculo e o débito cardíaco, ao mesmo tempo que diminuem os processos digestórios. Em muitos aspectos, a **divisão parassimpática** do SNA é o oposto da divisão simpática. A atividade parassimpática leva à digestão e ao armazenamento de moléculas de combustível e age para deixar o organismo em um estado de repouso. Os efeitos



**Figura 9.15** Vista ventral do encéfalo do cão. (Reimpresso com permissão de Wiley-Blackwell, de Smith B.J. *Canine Anatomy*. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.)

fisiológicos das duas divisões são abordados mais amplamente no Capítulo 10.

### **Sistema Nervoso Simpático**

As fibras nervosas simpáticas surgem dos segmentos torácico e lombar da medula espinal, daí às vezes a divisão simpática ser conhecida como *divisão toracolombar*. Os neurônios simpáticos pré-ganglionares têm seus corpos celulares em um pequeno **cornu lateral** da substância cinzenta da medula espinal, entre os cornos dorsal e ventral. Os axônios mielinizados dessas fibras saem pela raiz ventral, entram no nervo espinal e então saem pelo forame intervertebral para unir-se em uma cadeia longitudinal de gânglios autônomos. Um cordão desses gânglios fica de cada lado da coluna vertebral. Cada um recebe fibras pré-ganglionares dos nervos espinais apenas nas regiões torácica e lombar, embora as próprias cadeias estendam-se da região cervical cranial para as partes mais caudais da coluna vertebral. Os

gânglios, junto com fibras nervosas que os unem longitudinalmente, denominam-se **tronco simpático**. Os próprios gânglios são chamados mais corretamente de **gânglios do tronco simpático**, embora também sejam conhecidos como **gânglios paravertebrais** ou **gânglios da cadeia simpática**. Os corpos celulares de muitos dos neurônios simpáticos pós-ganglionares são encontrados aí. Dos gânglios do tronco simpático, os axônios não mielinizados dos neurônios pós-ganglionares alcançam seus alvos seguindo os nervos espinais ou via nervos autônomos únicos.

Em alguns casos, axônios pré-ganglionares passam através do tronco sem fazer sinapse e, em vez disso, o fazem em outros gânglios simpáticos fora do tronco simpático. Esse segundo grupo, conhecido como **gânglios pré-vertebrais** ou **colaterais**, tende a estar associado aos grandes ramos arteriais não pareados da aorta abdominal, de acordo com o que em geral são denominados.

Os corpos celulares simpáticos pré-ganglionares não ficam craniais à medula espinal torácica, de modo que a inervação

Quadro 9.3 Sinopse dos Nervos Cranianos

Número	Nome	Tipo	Origem	Função e Distribuição
I	Olfatório	Sensitivo	Bulbo olfatório	Olfação (olfato), mucosa nasal
II	Óptico	Sensitivo	Diencefalo	Visão; retina
III	Oculomotor	Motor	Mesencéfalo	Motor para os músculos extraoculares do olho; inervação parassimpática para o esfíncter da íris e músculos ciliares
IV	Troclear	Motor	Mesencéfalo	Músculo oblíquo dorsal do olho
V	Trigêmeos	Misto	Ponte	
	Divisão oftálmica	Sensitivo		Sensitivo para o olho e partes dorsais da cabeça
	Divisão maxilar	Sensitivo		Sensitivo para a região maxilar, cavidade nasal, palatos e dentes superiores
	Divisão mandibular	Misto		Sensitivo para a língua, dentes inferiores e mandíbula; Motor para os músculos da mastigação
VI	Abducente	Motor	Bulbo (Medula oblonga)	Músculos reto lateral e retrator do bulbo do olho
VII	Facial	Misto	Bulbo (Medula oblonga)	Sensitivo (paladar) para os dois terços rostrais da língua; parassimpático para as glândulas salivar e lacrimal; motor para os músculos da expressão facial
VIII	Vestibulococlear	Sensitivo	Bulbo (Medula oblonga)	Audição (divisão coclear) e sentido de aceleração (divisão vestibular)
IX	Glossofaríngeo	Misto	Bulbo (Medula oblonga)	Sensitivo (paladar) para o terço caudal da língua; parassimpático para as glândulas salivares; motor para os músculos faríngeos
X	Vago	Misto	Bulbo (Medula oblonga)	Sensitivo para a mucosa da faringe, laringe e maioria das vísceras; parassimpático para as vísceras cervicais, torácicas e maioria das abdominais; motor para os músculos faríngeos e laringeos
XI	Acessório	Motor	Bulbo (Medula oblonga) e medula espinal cervical	Motor para os músculos cervicais e do ombro (p. ex., trapézio)
XII	Hipoglosso	Motor	Bulbo (Medula oblonga)	Músculos da língua

simpática para as estruturas da cabeça (p. ex., a pupila, glândulas sudoríparas e salivares) chega nos alvos indo em direção cranial nos feixes direito e esquerdo de fibras na parte ventral do pescoço, sendo a continuação cranial dos troncos simpáticos no tórax. Essas fibras simpáticas pré-ganglionares estão unidas em uma bainha de tecido conjuntivo com fibras de cada nervo vago (X nervo craniano); as fibras assim combinadas são o chamado **tronco vagossimpático**, fácil de identificar dorsolateral e paralelo à traqueia. As fibras simpáticas no tronco vagossimpático fazem sinapse no **gânglio cervical cranial**, que fica ventral à base do crânio, e de onde as fibras pós-ganglionares desse gânglio disseminam-se para as glândulas e músculos lisos da cabeça.

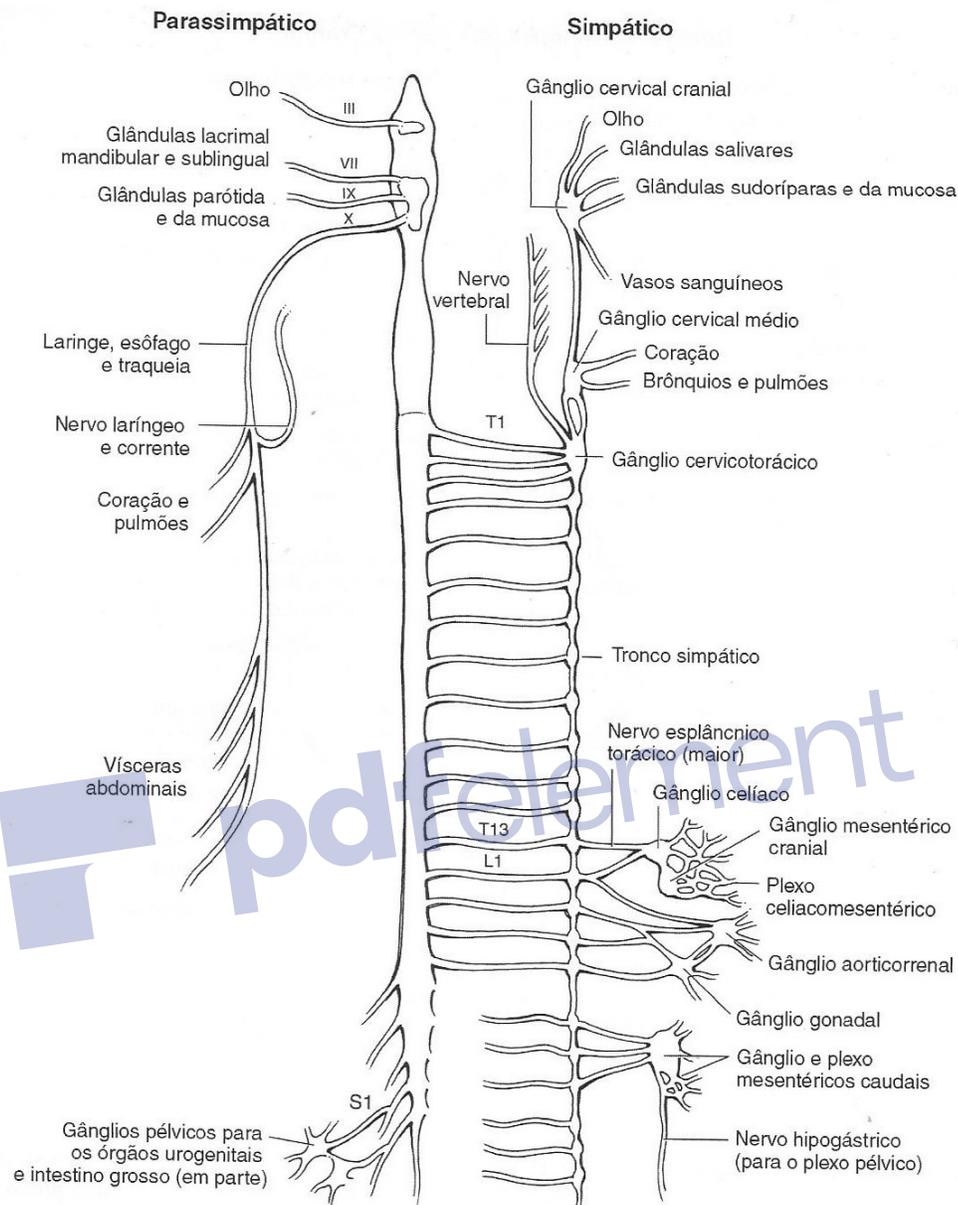
Não há corpos celulares pré-ganglionares simpáticos caudais na região mediolombar, de forma que a inervação simpática para os órgãos pélvicos (reto e sistema urogenital) chega via **nervos hipogástricos** direito e esquerdo, uma continuação das partes caudais do tronco simpático. As fibras do nervo hipogástrico misturam-se com as paras-

simpáticas em uma rede difusa de nervos autônomos na superfície lateral do reto, denominada **plexo pélvico**.

A inervação simpática para a **glândula adrenal** (ver Capítulo 11) é única porque as fibras simpáticas pré-ganglionares fazem sinapse diretamente nas células cromafins da medula adrenal, sem a intervenção de um gânglio. A estimulação simpática faz com que esse tecido libere **catecolaminas** (epinefrina e norepinefrina) na corrente sanguínea, desencadeando uma resposta disseminada, pronunciada e prolongada de luta ou fuga. Esse é um outro local de importância fisiológica em que o sistema de comunicação rápida do corpo (o sistema nervoso) está integrado com o sistema de comunicação mais lento, demorado, do corpo (o sistema endócrino).

### Sistema Nervoso Parassimpático

A divisão parassimpática do sistema nervoso autônomo surge dos nervos cranianos e segmentos sacrais da medula espinal; por essa razão, às vezes é chamada **divisão craniossacral**. As



**Figura 9.16** O sistema nervoso autônomo. À esquerda) A saída parassimpática com os nervos cranianos III, VII, IX e X e os segmentos sacrais levando fibras parassimpáticas. À direita) A divisão simpática. Os segmentos torácico e lombar cranial contribuem para o tronco simpático. Essas projeções são bilaterais, mas estão mostradas apenas de um lado, no desenho, para maior clareza.

fibras da parte cranial estão distribuídas por quatro nervos cranianos: o oculomotor, o facial, o glossofaríngeo e o vago. Os três primeiros fornecem fibras parassimpáticas para a musculatura lisa e as glândulas da cabeça. O nervo vago manda fibras parassimpáticas para as vísceras do tórax e do pescoço e para quase todas as abdominais. A parte distal do trato digestório (inclusive o cólon transverso e a área caudal a ele) e as vísceras pélvicas são inervadas por fibras parassimpáticas vindas da parte sacral do sistema nervoso parassimpático. Essas fibras pélvicas misturam-se com os nervos simpáticos para formar o plexo pélvico.

## Sistema Nervoso Entérico

Os neuroanatomistas reconhecem outra subdivisão do sistema nervoso, o **sistema nervoso entérico**, uma rede de neurônios motores e sensitivos inclusos nas paredes do trato gastrintestinal e suas glândulas acessórias (p. ex., pâncreas, fígado). A atividade no sistema nervoso entérico é influenciada pelas divisões parassimpática e simpática do SNA, mas o sistema é funcional sem estímulo proveniente das vísceras. Duas redes densas de neurônios são encontradas nas paredes desses órgãos. Uma, o **plexo submucoso** (de

*Meissner*), situa-se profundamente no revestimento interno intestinal. A outra, o *plexo mioentérico (de Auerbach)*, é encontrada dentro da camada muscular.

Normalmente, o débito motor do SNA controla a atividade global das vísceras, mas em grande parte os neurônios intrínsecos do sistema nervoso entérico controlam eventos locais. Os neurônios sensitivos monitoram o estiramento

local, a composição química do conteúdo intestinal e os hormônios gastrintestinais. A atividade nesses neurônios sensitivos estimula movimentos reflexos locais, mediados pelos neurônios motores do sistema nervoso entérico. Dessa forma, a motilidade intestinal, a dilatação de vasos sanguíneos locais e as secreções podem ser ajustadas para satisfazer as demandas locais imediatas da digestão.

