

Aula

4

SISTEMA NERVOSO MOTOR

Flavia Teixeira-Silva
Leonardo Rigoldi Bonjardim

META

Apresentar o controle dos músculos esqueléticos, além do controle dos músculos liso, cardíaco e de glândulas, pelo sistema nervoso.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
saber conceituar: movimento reflexo;
saber localizar cada uma das estruturas motoras do sistema nervoso central, bem como conhecer suas principais funções;
saber localizar cada um dos ramos do sistema nervoso autônomo e conhecer suas principais funções.

PRÉ-REQUISITO

Conhecimentos de Bioquímica, Biologia Celular e Transmissão Nervosa
Noções de Neuroanatomia

INTRODUÇÃO

Olá. Nas aulas anteriores você aprendeu os mecanismos básicos da fisiologia sensorial. Muito bem. O sistema nervoso sensorial é o que nos possibilita perceber o mundo. Mas do que adiantaria perceber o mundo se não pudéssemos responder a ele? É aí que entra o sistema nervoso motor.

O tempo todo, estamos expostos a diversas modalidades de estímulos sensoriais: visuais, auditivos, olfativos, somestésicos... Você lembra que cada uma dessas modalidades é de responsabilidade de uma área diferente do córtex cerebral. No entanto, num determinado momento, todas as informações sensoriais são combinadas no que chamamos de área de associação parieto occipito-temporal e se transformam em percepções de ordem mais alta. Estas, então, são transferidas para a área de associação pré-frontal, onde avaliamos a situação e decidimos como reagir a ela. Qualquer que seja a decisão – falar, correr, chorar -, sua manifestação envolverá movimento.

Além da musculatura esquelética, a musculatura dos nossos órgãos também responderá às condições do meio (tanto externo quanto interno), no entanto seu movimento será sempre involuntário.

Sendo assim, nessa aula, vamos explorar os mecanismos básicos de controle do movimento esquelético e visceral.



(Fonte: <http://www.campcursos.com.br>).

CONTROLE DA MUSCULATURA ESQUELÉTICA: MEDULA ESPINHAL

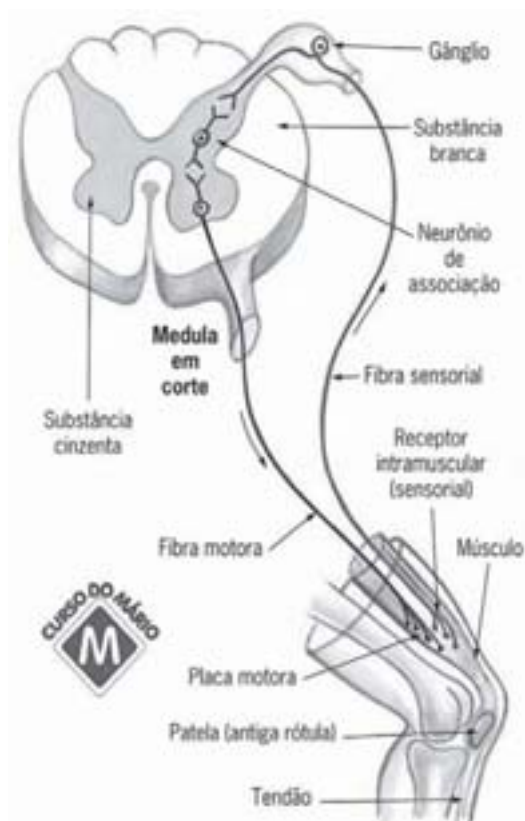
Embora muitos pensem que a medula é simplesmente uma via de passagem dos impulsos nervosos do sistema nervoso periférico em direção ao encéfalo, este raciocínio é equivocado. Na verdade, a medula é bem mais que isso. Ela é capaz de integrar respostas simples a estímulos específicos, os chamados reflexos.

CONTROLE DA MUSCULATURA ESQUELÉTICA: “FOI SEM QUERER QUERENDO”

Você já deve ter passado pela experiência do reflexo patelar. Lembra de um médico batendo no seu joelho com um martelinho de borracha? E o que você fez em resposta? Chutou o médico, “sem querer”! Este é um exemplo clássico de reflexo medular. A resposta foi realmente independente de sua vontade. Isso porque o estímulo sensorial não precisou chegar a nível consciente para que fosse gerada uma resposta, já que a própria medula se encarregou disso.

Agora você deve estar se perguntando: “Qual a importância desses movimentos reflexos?”. Os reflexos medulares têm um papel protetor. Determinados estímulos, potenciais causadores de lesão, devem ser evitados o mais rápido possível. O processamento deles pela medula acelera a geração de uma resposta, já que assim o percurso percorrido pelos impulsos nervosos é menor que se eles tivessem que chegar ao encéfalo. Tal percurso é chamado de arco reflexo.

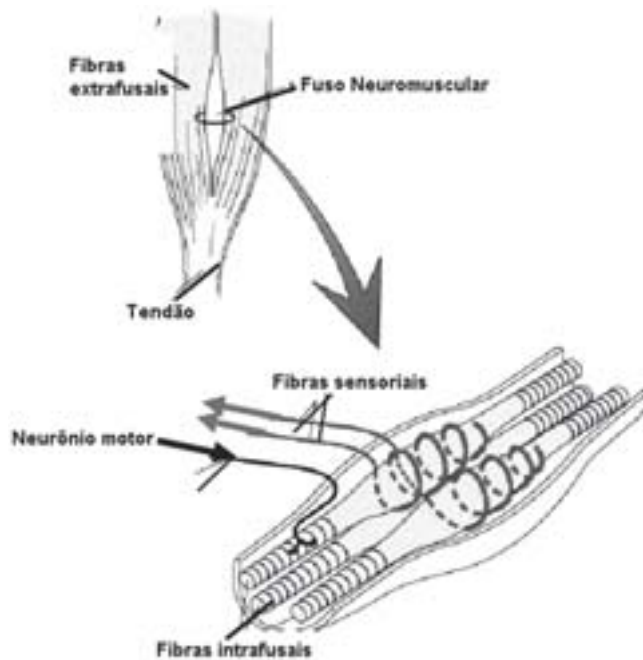
O arco reflexo (Fig. 4.1) é composto por: 1) receptor sensorial; 2) neurônio sensorial; 3) centro integrador (medula, no caso de reflexos medulares); 4) neurônio motor; e 5) efetor (músculo esquelético, no caso de movimento). Podem existir também interneurônios entre o neurônio sensorial e o motor.



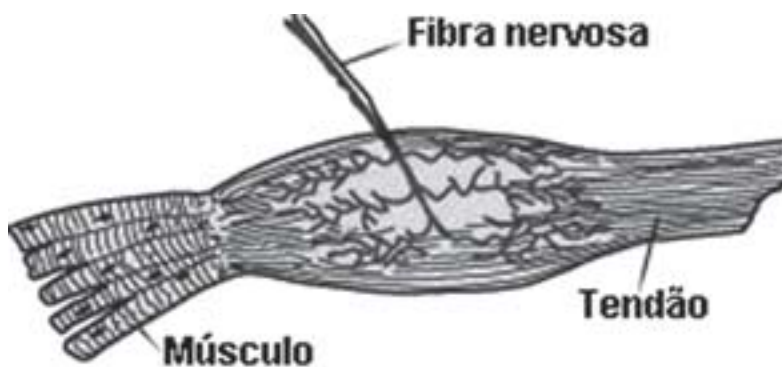
Na ausência de interneurônios, ocorrerá somente uma sinapse no arco reflexo, que será então chamado de arco monossináptico. Na presença de um ou mais interneurônios, ocorrerão duas ou mais sinapses, e o arco reflexo será chamado de polissináptico. Reflexos mediados por arcos monossinápticos e polissinápticos são chamados reflexos mono e polissinápticos, respectivamente.

CONTROLE DA MUSCULATURA ESQUELÉTICA: PROTEGENDO OS MÚSCULOS

Os músculos são o tempo todo protegidos de lesões através de dois reflexos: **reflexo de estiramento** e **reflexo tendinoso**. A fim de entender melhor estes mecanismos, vamos lembrar dois receptores sensoriais importantes: **fuso neuromuscular** e **órgão tendinoso de Golgi**.

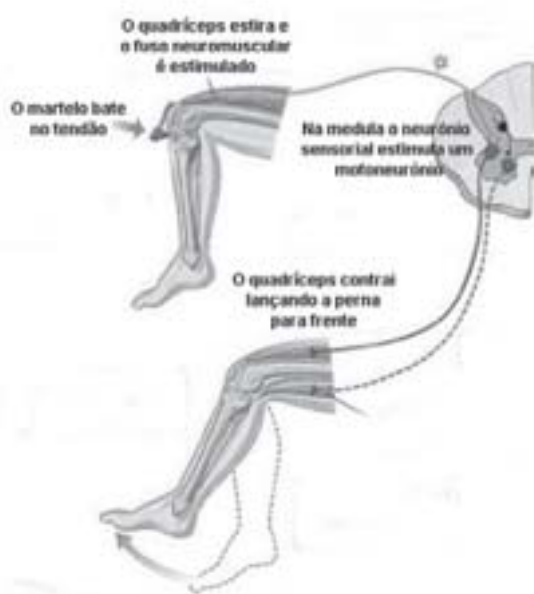


Preste atenção à Fig. 4.2. Perceba que num músculo, o fuso neuromuscular encontra-se entre as fibras musculares extrafusais. Ele é formado por um tipo especial de fibra muscular, chamada fibra intrafusar, cuja porção central é envolta por uma terminação nervosa. O papel deste tipo de fibra não é promover o encurtamento do músculo, mas enviar ao sistema nervoso central, informações acerca do comprimento do músculo, ou sobre a velocidade de alteração de seu comprimento. Assim, toda vez que o músculo aumenta de comprimento em relação ao seu repouso, o fuso neuromuscular aumenta sua freqüência de disparos.



Agora observe a Fig. 4.3, onde está representado o órgão tendinoso de Golgi. Este receptor muscular é formado por ramificações nodosas de uma fibra sensorial que parte de um tendão, e informa o sistema nervoso central sobre o grau de tensão do músculo. Assim, toda vez que o músculo se contrai, o tendão é estirado e o órgão tendinoso de Golgi aumenta sua frequência de disparos.

Voltemos agora ao reflexo de estiramento, um reflexo monossináptico, cujo melhor exemplo é o reflexo patelar. A Fig. 4.4 mostra o processo passo a passo. Repare que paralelamente ao reflexo de estiramento ocorre outro reflexo – o de inibição recíproca. Neste, os músculos antagonistas do quadríceps são relaxados, graças à presença de um interneurônio inibitório no arco reflexo. A inibição recíproca ocorre para permitir que o membro se movimente para frente com a contração do quadríceps. O reflexo de estiramento protege os músculos contra a distensão excessiva, que poderia levar à ruptura de células musculares.

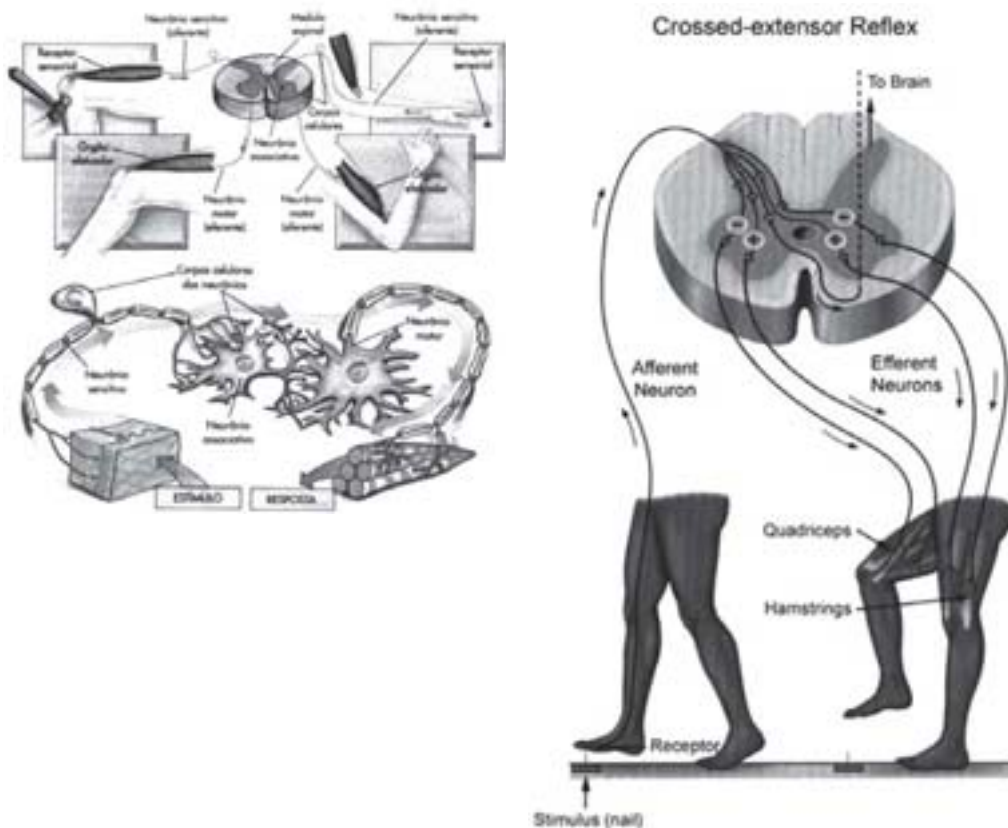


Agora imagine que, ao invés de estirado, o músculo quadríceps fosse abruptamente contraído. Neste caso, o órgão tendinoso de Golgi é que seria estimulado, enviando, através do neurônio sensorial, uma frequência maior de impulsos para a medula, onde um interneurônio inibiria o neurônio motor do quadríceps, relaxando o músculo. Este seria o reflexo tendinoso, que protege os músculos contra contrações excessivas, o que poderia levar a danos como a desinserção muscular.

CONTROLE DA MUSCULATURA ESQUELÉTICA: PROTEGENDO OUTROS TECIDOS

Os reflexos medulares protegem outros tecidos além dos músculos. Isso porque receptores de dor também podem desencadear respostas reflexas, ou seja, qualquer lesão tecidual, ao estimular nociceptores pode resultar num movimento reflexo – reflexo flexor ou de retirada.

Observe o reflexo flexor na Fig. 4.5. Perceba que o estímulo para a resposta reflexa parte da lesão provocada por um prego. Como consequência, o membro afetado é flexionado, afastando-se do estímulo lesivo. Em algumas situações, no entanto, não apenas o membro afetado se afasta do estímulo, mas todo o hemicorpo, do lado do membro afetado, caracterizando o reflexo de retirada. Nesses casos, como o peso do corpo é transferido para o lado oposto, outro reflexo deve ocorrer paralelamente para evitar que o indivíduo caia, trata-se do reflexo de extensão cruzada (Fig. 4.6). O movimento de extensão cruzada, embora estimulado simultaneamente ao movimento de retirada, ocorre cerca de 0,5 segundos depois, já que o reflexo de extensão cruzada tem que cruzar a medula, é polissináptico e, portanto, mais lento.



Muito bem, estes foram alguns exemplos de movimentos controlados pela medula, mas o reflexo medular representa o nível mais simples, na hierarquia dos mecanismos de controle motor. A seguir, vamos estudar os níveis superiores.

CÓRTEX MOTOR

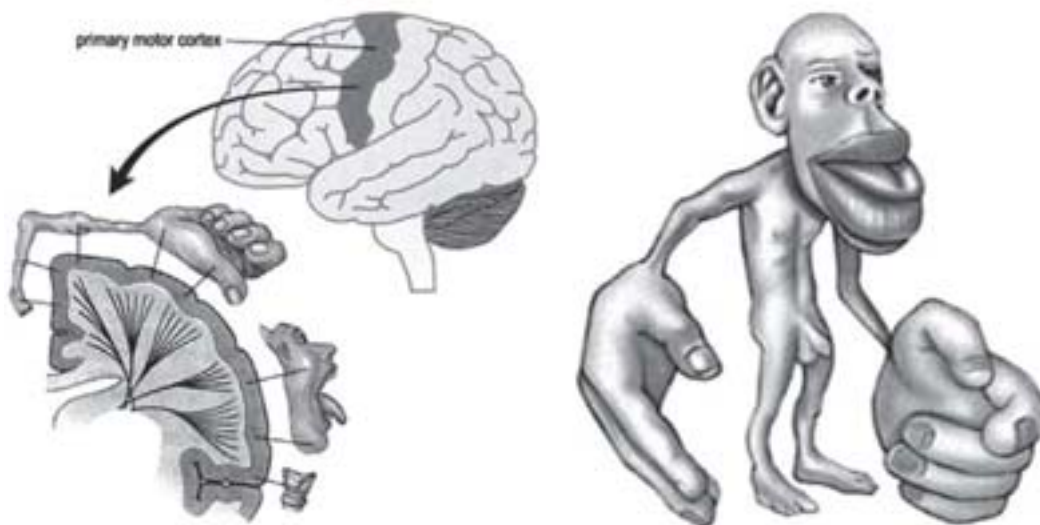
Imagine agora que você está sentado e decide levantar-se. Esse simples movimento depende inteiramente de sua vontade. Ao contrário do movimento reflexo, ele é consciente e o estímulo não vem de um receptor periférico, mas da porção integradora do sistema nervoso central responsável pelas decisões, mais precisamente, da área de associação pré-frontal.

Para a iniciação dos movimentos, os estímulos partem do córtex pré-frontal em direção ao córtex motor, mas antes de continuarmos o percurso dos impulsos nervosos, vamos entender a organização desse córtex.

CÓRTEX MOTOR: COM OS PÉS NA CABEÇA

Assim como as porções sensoriais do cérebro, o córtex motor divide-se em primário e secundário (ou de associação).

O córtex motor primário (giro pré-central) é a região que controla a iniciação dos movimentos voluntários. Nela, existe uma representação topográfica de todas as partes do nosso corpo – é o homúnculo motor, que pode ser observado nas Figs. 4.7 e 4.8. Repare que a representação de determinada parte do corpo será maior, quanto maior for sua habilidade motora. É por isso que o homenzinho da Fig. 4.8 parece tão desproporcional, com mãos enormes e pés comparativamente pequenos.



Já o córtex motor de associação divide-se em córtex pré-motor e córtex motor suplementar, localizados à frente do córtex motor primário. As duas áreas são responsáveis pela organização do movimento, sendo que a área motora suplementar está relacionada a movimentos bilaterais.

Observe que no sistema nervoso motor, o fluxo de informações é invertido. Enquanto, no sistema nervoso sensorial, os impulsos chegavam primeiramente ao córtex primário e depois passavam ao secundário; no motor, os impulsos chegam primeiro ao córtex secundário, onde o movimento é organizado, e depois passam ao córtex primário, responsável pela execução do movimento. A partir daí, a mensagem é enviada para a medula espinhal, de onde saem os motoneurônios que inervam os músculos.

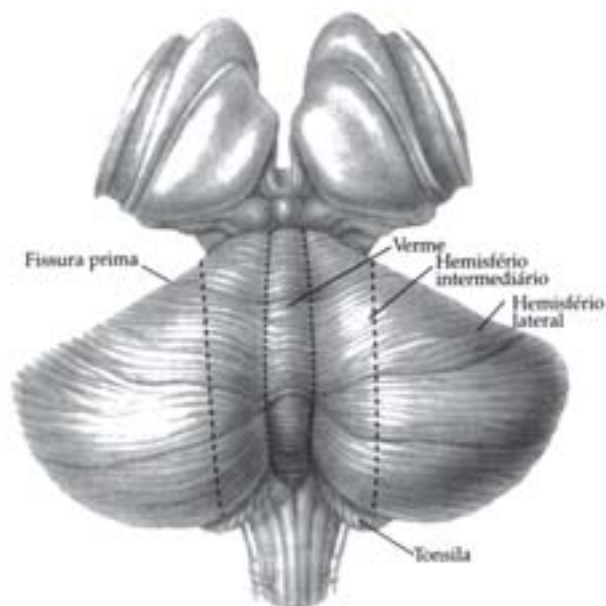
A descida dos impulsos nervosos a partir do córtex é feita pelas vias motoras descendentes, as quais se dividem em diretas (também chamadas piramidais) ou indiretas (também conhecidas como extra-piramidais).

As vias diretas controlam os movimentos voluntários não automáticos e recebem esse nome porque partem do córtex e vão diretamente para o bulbo (trato cortico bulbar), promovendo movimentos da cabeça e do pescoço, ou partem do córtex e vão diretamente à medula espinhal (tratos córtico-espinhais ventral e lateral), promovendo movimentos do pescoço para baixo.

Já as vias motoras indiretas controlam os movimentos voluntários automáticos (como o caminhar), o tônus muscular e a postura. São elas: trato rubro-espinhal, que controla o movimento dos membros; trato tecto-espinhal, que coordena os movimentos da cabeça e do tronco com o movimento dos olhos, em resposta a estímulos visuais; trato retículo-espinhal, que controla os músculos posturais; e trato vestibulo-espinhal, que controla o tônus muscular para a manutenção do equilíbrio, em resposta aos movimentos da cabeça. Os impulsos nervosos, conduzidos por estas vias, seguem circuitos complexos, que incluem várias outras estruturas encefálicas, dentre as quais se destacam o cerebelo e os núcleos da base, cujas funções veremos a seguir.

CEREBELO

Na Fig. 4.9, podemos visualizar o cerebelo e sua divisão anatômica. Do ponto de vista funcional, o *vermis* e a zona intermédia formam o **espincerebelo**, as zonas laterais formam o **cérebro-cerebelo** (ou neocerebelo), e o lobo flóculo-nodular forma o **vestíbulo-cerebelo**.



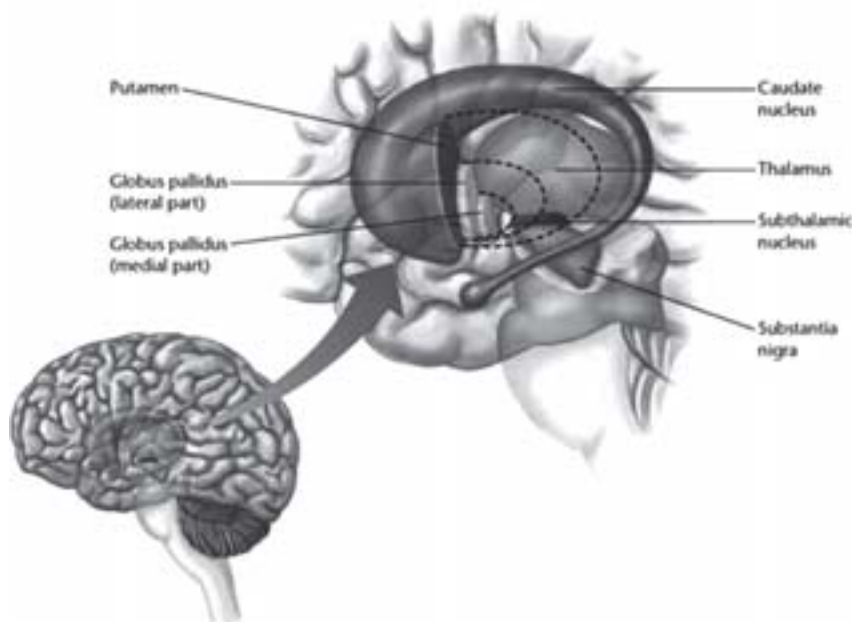
A função do espinocerebelo está relacionada à aprendizagem de movimentos dependentes de habilidade. Imagine uma pessoa tentando jogar tênis pela primeira vez. Alguém arremessa a bola e ela sabe que precisa rebatê-la com a raquete. Apesar disso, ela golpeia o ar e a bola passa direto. Numa segunda tentativa, é possível que ela acerte a bola, mas esta percorre apenas alguns centímetros antes de cair no chão. Já na terceira tentativa, a bola é golpeada com mais força e atravessa a rede. Assim, a cada nova tentativa, o movimento vai sendo corrigido. Essa correção acontece graças ao papel de comparador do espinocerebelo. Ele recebe aferências tanto do córtex motor, quanto dos receptores periféricos, podendo comparar a intenção do movimento com o movimento que está de fato sendo realizado. Caso haja alguma discrepância entre as duas informações, ele envia uma correção ao córtex motor, para que a próxima tentativa seja melhor sucedida.

A função do cérebro-cerebelo está relacionada ao planejamento do movimento. Esta porção do cerebelo não se comunica com a periferia, mas somente com as regiões organizadoras do córtex motor, colaborando assim com o planejamento motor. É particularmente importante para a execução de movimentos seqüenciais, já que adianta ao córtex motor o padrão do movimento seguinte.

Finalmente, o vestibulo-cerebelo está relacionado com o controle do equilíbrio, a função mais popularmente conhecida do cerebelo. Ele recebe informações vindas do aparelho vestibular (canais semicirculares do labirinto) a respeito da posição da cabeça do indivíduo e, em resposta, faz ajustes ao tônus muscular, a fim de manter o equilíbrio, tanto estático quanto dinâmico.

NÚCLEOS DA BASE

Você se lembra de quando estava aprendendo a escrever? Você literalmente desenhava cada letra, pensando nos movimentos que a professora havia ensinado. Por exemplo, para escrever “a”, você tinha que fazer o lápis “descer a montanha, subir a montanha e puxar a perninha” (ou qualquer outra coisa parecida). Hoje você faz esses movimentos, sem precisar pensar nessas figuras de linguagem. Tratam-se de movimentos subconscientes aprendidos, os quais se encontram sob o controle dos núcleos da base, cujos principais componentes estão representados na Fig. 4.10.



Os núcleos da base fazem parte de circuitos que começam e terminam no córtex, destacando-se o **circuito do putâmen** e o **circuito do caudado**. O primeiro está relacionado com a fluidez da execução dos movimentos aprendidos, e o segundo, com a cronometragem e a amplitude desses movimentos. Voltemos ao exemplo da letra “a”. Quando você decide escrevê-la, não somente a sua musculatura responde prontamente (sem qualquer dificuldade na iniciação do movimento), como o tamanho da letra é proporcional ao espaço que você tem disponível para ela, embora a musculatura envolvida para que você escreva “a” no caderno (dedos e punhos) seja diferente daquela que você usa para escrever “a” no quadro negro (braços).

A importância dos núcleos da base no controle do movimento fica mais evidente quando há comprometimento de sua circuitaria. É o que ocorre na doença de Parkinson, na qual a rigidez muscular e a escrita desproporcional são características importantes.

CONTROLE DA MÚSCULATURA LISA E CARDÍACA (E DE GLÂNDULAS)

SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

Quando você ouve a palavra “autônomo”, o que vem a sua cabeça? O termo no dicionário significa “que se governa por leis próprias”. Partindo daí já podemos inferir que o sistema nervoso autônomo (SNA), embora transmita impulsos do sistema nervoso central para os músculos lisos, cardíaco e para as glândulas, não está sob o controle do córtex motor. Por outro lado, ao contrário do que se possa pensar, ele não é independente. Ele tem sim a quem obedecer, tratam-se dos centros superiores de controle do SNA, estruturas subcorticais dentre as quais se destaca o hipotálamo. Assim sendo, o termo “neurovegetativo” talvez seja mais adequado a esta parte do sistema nervoso, uma vez que significa “que se processa sem interferência da vontade do indivíduo”. Por força do hábito, contudo, aqui continuaremos nos referindo a este sistema como “autônomo”.

SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO: “DISSECANDO” O SNA

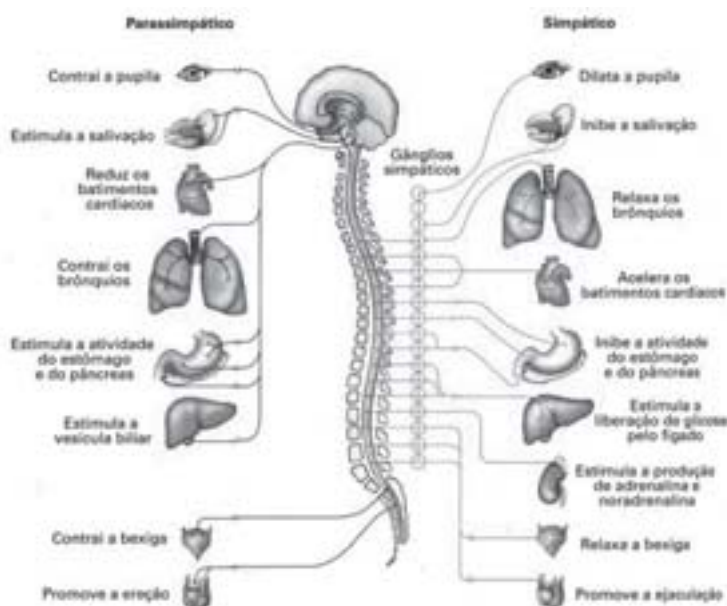
O SNA divide-se em dois ramos: **sistema nervoso simpático (SNS)** e **sistema nervoso parassimpático (SNPS)**, os quais se encontram distribuídos no tronco encefálico e na medula espinhal.

Anatomicamente o SNA é composto por dois neurônios motores e um **gânglio autonômico**. O primeiro neurônio motor é chamado de neurônio pré ganglionar, pois tem seu corpo celular no tronco encefálico (núcleo de nervo craniano) ou na medula (corno lateral) e seu axônio vai até um gânglio autonômico, onde ele faz sinapse com o segundo neurônio motor, o neurônio pós-ganglionar. Este, por sua vez, vai até a célula efetora, que pode ser glandular, muscular lisa ou muscular cardíaca.

Agora você deve estar se perguntando: “E onde ficam os gânglios autonômicos?”.

No caso do SNS, grande parte dos gânglios se encontra nas cadeias paravertebrais (gânglios do tronco simpático), localizadas uma de cada lado da medula espinhal. Contudo, existem também os gânglios pré-vertebrais, localizados na cavidade abdominal. Já no caso do SNPS, os gânglios encontram-se muito próximos aos órgãos efetores ou na parede desses órgãos – são os chamados gânglios terminais ou intramurais.

Na Fig. 4.11, estão representados os dois ramos autonômicos, de forma que possamos observar as principais diferenças entre eles.



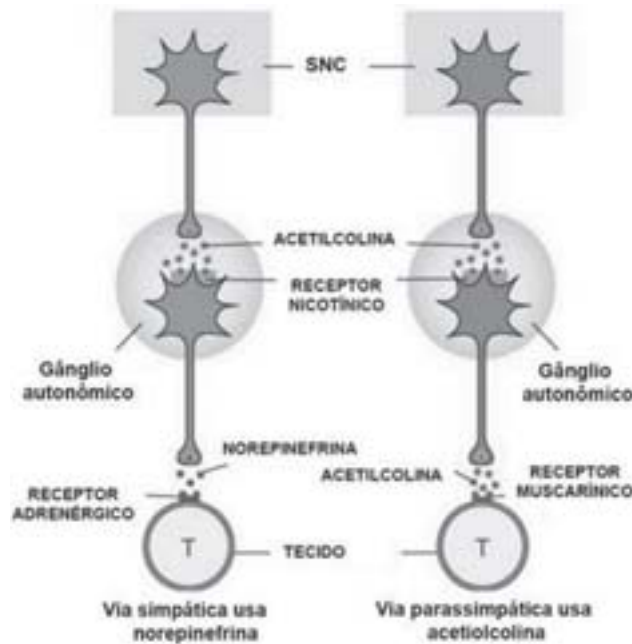
Vamos começar pela localização. O ramo simpático tem seus neurônios pré ganglionares partindo da medula entre as vértebras T1 e L2, e por isso é também chamado de ramo **tóraco-lombar**. O ramo parassimpático tem seus neurônios pré ganglionares partindo no tronco encefálico ou da medula, entre as vértebras S2 e S4, e por isso é também chamado de ramo **crânio-sacral**.

Em relação à organização dos gânglios, no ramo simpático, a maior parte deles encontra-se no tronco simpático, enquanto no ramo parassimpático, encontram-se muito próximos ou no próprio órgão efector. Sendo assim, no SNS, os neurônios pré ganglionares são curtos, enquanto os pós ganglionares são longos. No SNPS, ocorre o inverso.

Na Fig. 4.11, podemos também perceber que a maioria dos órgãos recebe inervação dupla (tanto simpática quanto parassimpática). Aqui vale a pena chamar a atenção para o fato de que, ao contrário do que muitas pessoas pensam, um órgão não está ora sob estímulo somente simpático e ora sob estímulo somente parassimpático. Na verdade, o tempo todo, tanto o SNS quanto o SNPS estão ativos (tônus), o que muda é o grau de atividade de um em relação ao outro, sendo que o responsável por esse balanço é o hipotálamo. Há, no entanto, órgãos de inervação única, como os vasos sanguíneos (camada muscular), as glândulas sudoríparas e os músculos piloerectores, os quais parecem não receber inervação parassimpática. Além disso, a medula da glândula supra-renal além de receber somente inervação simpática, é innervada diretamente pelo neurônio pré-ganglionar. Isso acontece porque ela é, na verdade, um gânglio simpático modificado.

Outra informação importante é que alguns neurônios autonômicos são adrenérgicos (secretam noradrenalina) e outros são colinérgicos

(secretam acetilcolina). Todos os neurônios pré ganglionares são colinérgicos, sejam simpáticos ou parassimpáticos, assim como os neurônios pós-ganglionares parassimpáticos. Já os neurônios pós gangliores simpáticos são, em sua maioria, adrenérgicos (Fig. 4.12).



Em relação aos receptores desses neurotransmissores, a Fig. 4.12 mostra que nos gânglios, eles são sempre nicotínicos, enquanto nas células efetoras podem ser adrenérgicos, no caso de inervação simpática, ou muscarínicos, no caso de inervação parassimpática. Nesse ponto seria interessante que você se lembrasse do que foi dito na Aula 2 a respeito desses receptores - existem vários tipos, sendo alguns excitatórios e outros inibitórios. Daí já é possível inferir que as ações simpáticas e parassimpáticas não serão sempre excitatórias ou inibitórias nos diversos órgãos que recebem inervação autônoma. A atividade de um determinado órgão poderá ser estimulada ou inibida por interferência do SNA, dependendo do neurotransmissor liberado e do receptor que aquele órgão específico apresenta. Vale ressaltar, porém, que em geral os ramos simpático e parassimpático trabalham em oposição.

Agora de posse de todas essas informações, dê uma olhada no Quadro 1, onde você encontrará efeitos fisiológicos do SNA sobre alguns órgãos do corpo.

Um jeito fácil de lembrar de boa parte dos efeitos do SNA é pensar nas descargas simpática e parassimpática. Esta última favorece funções relacionadas à manutenção e à restauração da energia, ocorrendo, portanto, em períodos de repouso.

Imagine-se numa praia tranqüila, durante as férias, sem ter com quem se preocupar. Apenas saboreando um camarão e uma cervejinha gelada... Nesse momento, uma descarga parassimpática vai facilitar todas as funções relacionadas a sua digestão: salivação, peristaltismo gastrintestinal, secreções digestivas e, conseqüentemente, micção e defecação.

Agora imagine que nesse cenário apareça de repente um *pit bull* correndo em sua direção. Nesse momento dá para pensar em digerir aquele camarãozinho? É claro que não. Agora existe algo muito mais importante em jogo: a sua vida. Então, ocorre uma descarga simpática, que favorece funções que possam manter atividade física intensa. Assim o simpático promove: aumento da freqüência e da força cardíacas, vasoconstrição periférica e vasodilatação nos músculos esqueléticos e cardíaco, broncodilatação, dilatação pupilar, glicogenólise, gliconeogênese e lipólise. Tudo isso para possibilitar a chamada resposta de luta-ou-fuga. Em paralelo, o simpático também diminui toda a atividade gastrintestinal e aumenta o tônus dos esfíncteres, porque não dá para parar naquela “moitinha de areia”, não é?

ÓRGÃO	ESTIMULAÇÃO SIMPÁTICA	ESTIMULAÇÃO PARASSIMPÁTICA
Coração	Aumento da freqüência e da força de contração	Diminuição da freqüência e da força de contração
Pulmão	Broncodilatação	Broncoconstrição
Intestino	Diminuição do peristaltismo	Aumento do peristaltismo
Rim	Diminuição da produção de urina	-
Pênis	Ejaculação	Ereção
Olho	Dilatação pupilar	Constrição pupilar
Glândulas sudoríparas	Sudorese	-

O SNA também medeia respostas reflexas

Assim como ocorre no sistema nervoso somático, o percurso percorrido pelos impulsos nervosos nos reflexos autonômicos também é denominado arco reflexo.

O arco reflexo autonômico é composto por: 1) receptor sensorial; 2) neurônio sensorial; 3) centro integrador (medula, tronco encefálico ou hipotálamo); 4) neurônios motores (pré e pós-ganglionares); e 5) efetor (músculo liso, cardíaco ou glândula).

Exemplos de reflexos autonômicos são: o reflexo da defecação, o reflexo baroreceptor e a ereção peniana, entre outros. Contudo nós não vamos entrar em detalhes a respeito desses mecanismos nesta aula, uma vez que será mais fácil compreendê-los quando você estiver estudando os sistemas digestório, cardiovascular, reprodutor, etc. Portanto, não percam os próximos capítulos!



RESUMO

O sistema nervoso motor é a parte do sistema nervoso que controla os músculos esquelético, liso, cardíaco e as glândulas. Em relação à musculatura esquelética, o nível mais baixo na hierarquia do controle é o da medula espinhal. A medula é o centro integrador de muitos movimentos reflexos, ou seja, movimentos simples em resposta a estímulos específicos e que, em geral, têm a função de proteger o corpo contra possíveis lesões. Os movimentos reflexos ocorrem de maneira involuntária. Já os movimentos voluntários são controlados pelo córtex motor, que se divide em primário, pré-motor e motor suplementar. O primeiro é responsável pela execução dos movimentos, enquanto os demais estão relacionados com seu planejamento. Alguns movimentos voluntários, no entanto, depois de iniciados tornam-se automáticos, como o caminhar. Neste caso, o córtex motor conta com a colaboração de outras estruturas motoras, dentre as quais o cerebelo e os núcleos da base, responsáveis respectivamente por aprendizagem de movimentos dependentes de habilidade e realização de movimentos subscientes aprendidos. Paralelamente à ação do sistema nervoso motor somático, encontramos a ação do sistema nervoso autônomo (SNA), responsável pela modulação da atividade dos músculos lisos, cardíaco e de glândulas. O SNA divide-se em: parassimpático, que favorece funções relacionadas à manutenção e à restauração da energia; e simpático, que favorece funções que possam manter atividade física intensa.

AUTO-AVALIAÇÃO



1. Cite os componentes do arco-reflexo.
2. Explique como ocorre o reflexo patelar.
3. O que vem a ser o homúnculo motor?
4. Quais as funções principais do cerebelo e dos núcleos da base?
Explique a organização do sistema nervoso simpático e parassimpático.

PRÓXIMA AULA

Após você ter aprendido como o sistema nervoso motor controla os músculos; a próxima aula falará sobre o sistema muscular.



REFERÊNCIAS

- BERNER RM, LEVY MN, KOEPPEN BM, STANTON BA. **Fisiologia**. 5 ed. Editora Elsevier, Rio de Janeiro: 2004.
- COSTANZO, L.S. **Fisiologia**. 3 ed. Editora Elsevier, Rio de Janeiro: 2007.
- GUYTON AC, HALL JE. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11 ed. Editora Elsevier, Rio de Janeiro: 2006.
- SILVERTHORN DU. **Fisiologia Humana** - Uma Abordagem Integrada. 2 ed., Editora Manole, São Paulo: 2003.