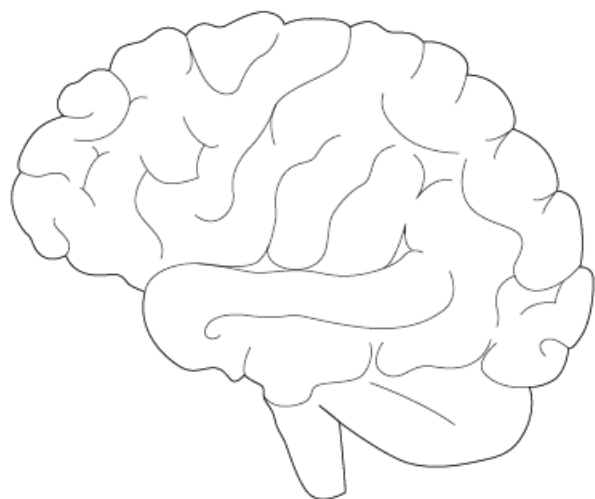


Projetando Neurociência

Prof. Danielle Paes Branco



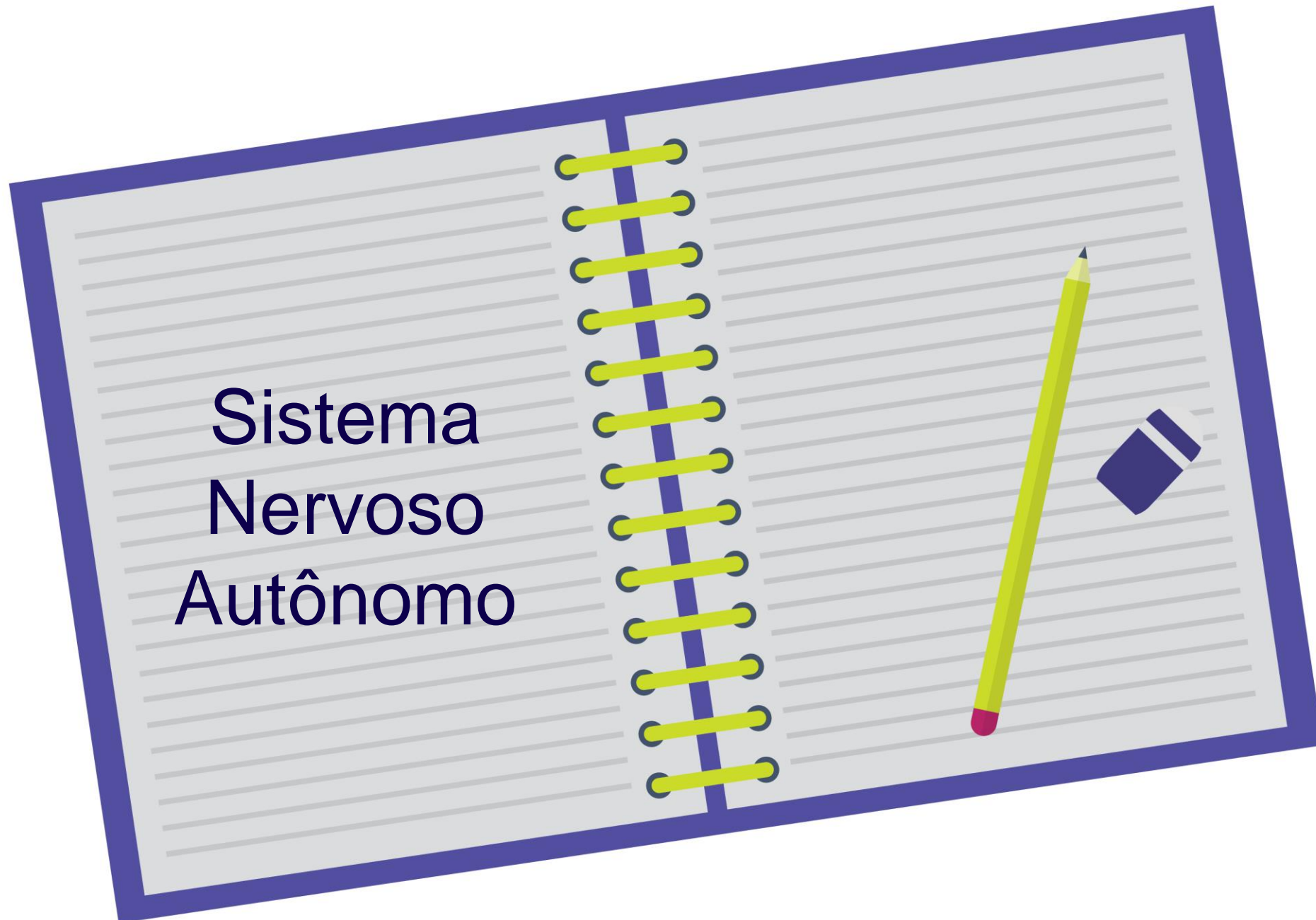
Doutora em Fisiopatologia Clínica e Experimental pela UERJ, com pós-doutorado em Neurofisiologia (UERJ). Tem experiência na área de Fisiologia, com ênfase em Neurofisiologia e Neuroanatomia. Ministra aulas, treinamentos e palestras sobre temas correlacionados. Atua como professora dos cursos de graduação e pós-graduação na Universidade Veiga de Almeida e como coordenadora e professora de pós-graduação da Faculdade Unyleya. Desenvolve projetos de pesquisa na área de educação e ensino envolvendo os temas estratégias educacionais e gamificação na educação com produção de material didático, jogos e divulgação científica.

Para maiores informações:

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7597085641171876>

Email: projetandoneurociencia@gmail.com

www.projetandoneurociencia.org



Sistema Nervoso Autônomo

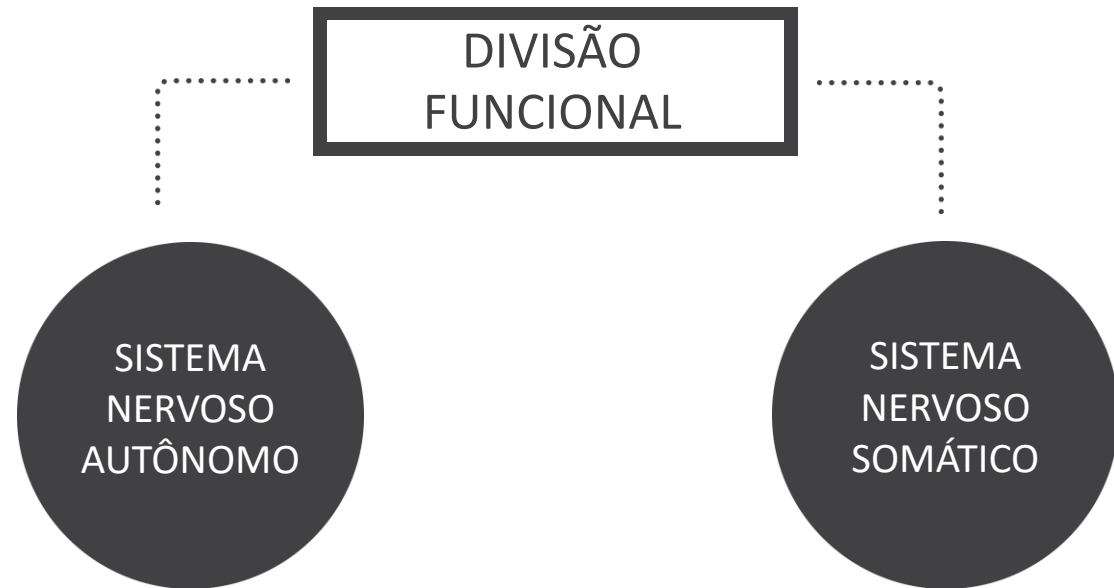
Revisão sobre a divisão funcional do Sistema Nervoso (SN)



Esta divisão didática do sistema nervoso diz respeito às suas duas funções principais, as quais, dentre todos os outros sistemas do nosso organismo, só o sistema nervoso as realiza.

Vale mencionar também que estas duas divisões funcionais sempre estão interagindo e se comunicando.

SISTEMA NERVOSO



Também chamado de Sistema Nervoso da Vida Vegetativa.
Se relaciona com a inervação e o controle das estruturas viscerais.
Classicamente se subdivide em Simpático e Parassimpático, mas alguns autores também incluem o Sistema Nervoso Entérico, como uma de suas subdivisões.

Também chamado de Sistema Nervoso da Vida de Relação.
É responsável pelo relacionamento entre o organismo e o meio ambiente externo. É voluntário, consciente na maior parte do tempo e controla o músculo esquelético.

Entendendo a função homeostática do nosso organismo

O organismo tem a tendência de **manter um certo equilíbrio do meio interno**, essa característica é chamada de **homeostasia**, que permitiu cada vez maior grau de independência dos animais em relação ao meio externo em que vivem.

Para manutenção desse equilíbrio é preciso coordenar respostas reflexas locais com reações globais que envolvem todo o organismo e com comportamentos voluntários que contribuem para o esforço homeostático.

Para integrar essas ações as regiões do sistema nervoso central que participam são: o diencéfalo (hipotálamo), tronco encefálico e medula espinhal. Além destas, também participa uma rede do sistema nervoso periférico. O conjunto de todas essas regiões é chamado de **sistema nervoso autônomo**.

Vale mencionar a importância do hipotálamo neste processo. Ele controla o sistema nervoso autônomo, “orquestrando” todo o funcionamento hormonal do corpo.

O que o sistema nervoso autônomo (SNA) controla?

O SNA reúne um conjunto de neurônios situados na medula e no tronco encefálico que através de gânglios periféricos controla a **musculatura lisa** dos vasos sanguíneos, das **vísceras digestórias e outros órgãos** (coração, pulmão, estômago, etc), a **musculatura estriada do coração** e inúmeras **glândulas**, exócrinas e endócrinas espalhadas por todo o corpo.

De onde vem as informações que o SNA recebe?

Além das respostas enviadas pelo **sistema nervoso central**, por meio das vias eferentes, esse sistema precisa de informações provenientes das **vísceras** sobre: volume, pressão interna, tensão das paredes e parâmetros físicos e químicos como: temperatura, osmolaridade e outros.

O SNA é realmente autônomo?

Não, ele não é realmente autônomo, uma vez que, depende do controle de regiões neurais supramedulares. Além de funcionar através de comandos eferentes e modular sua operação a partir de informações veiculadas pelas vias aferentes viscerais.

Formas de Controle do Sistema Nervoso Autônomo

Como vimos o sistema nervoso autônomo é responsável pelo controle da homeostasia do corpo humano. Ele faz isso por meio de dois sistemas de controle:

MODO REFLEXO

Envolve recebimento de informações vindas de cada órgão ou sistema e a programação e execução de uma resposta apropriada.

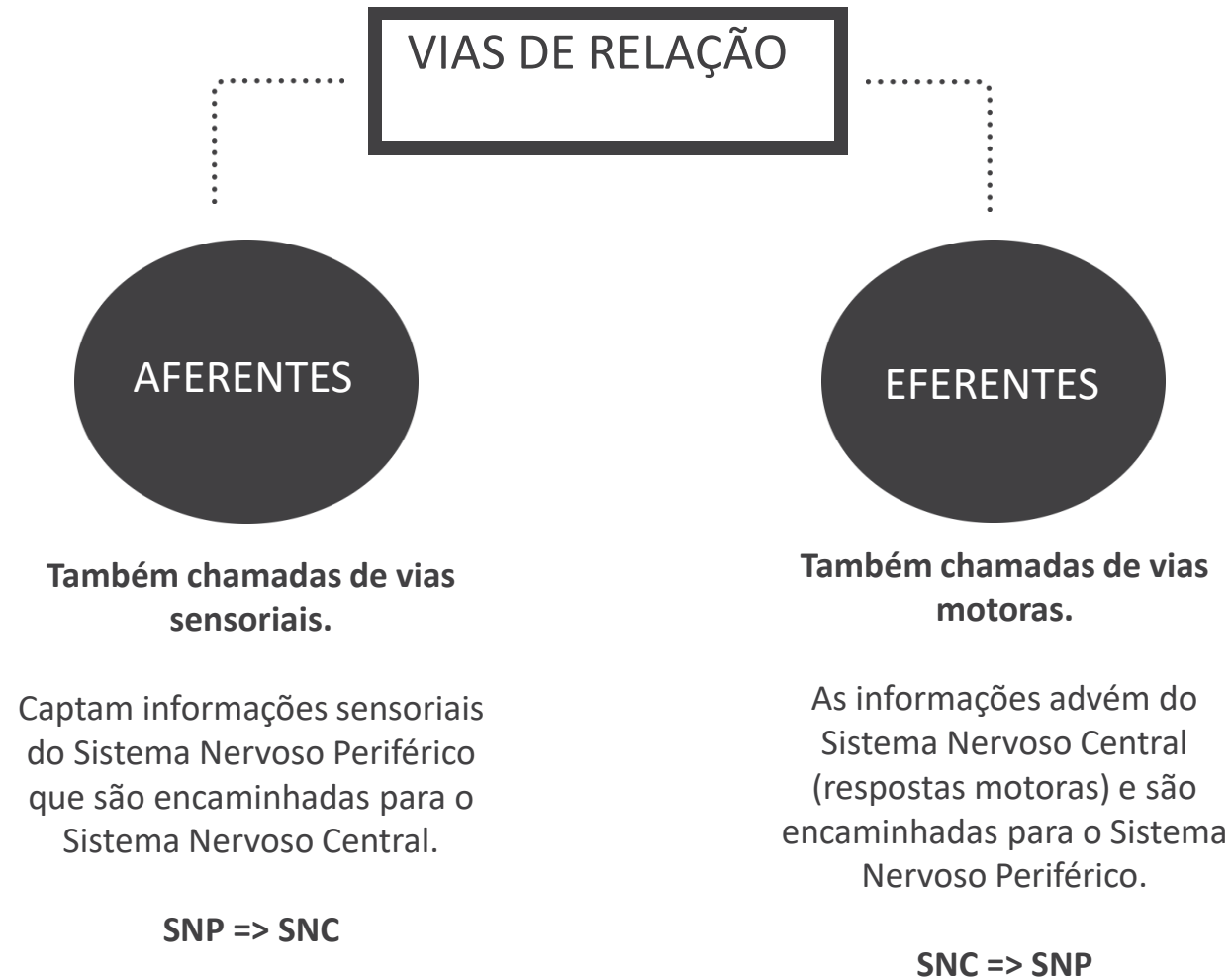
Podem ser de controle local, ou seja, da própria víscera ou central, do sistema nervoso central. Exemplo: ao levantar rápido da cama, os mecanorreceptores na parede da aorta e carótida identificam uma queda brusca de pressão arterial e imediatamente acionam a divisão simpática que promove um pequeno aumento da frequência cardíaca e vasoconstrição periférica o que reequilibra a pressão.

MODO DE COMANDO

Envolve a ativação do sistema nervoso autônomo por regiões corticais ou subcorticais muitas vezes voluntariamente.

Exemplo uma lembrança emocional, pode provocar taquicardia e sudorese sem nenhuma informação aferente.

Entendendo um pouco mais sobre as vias de relação...

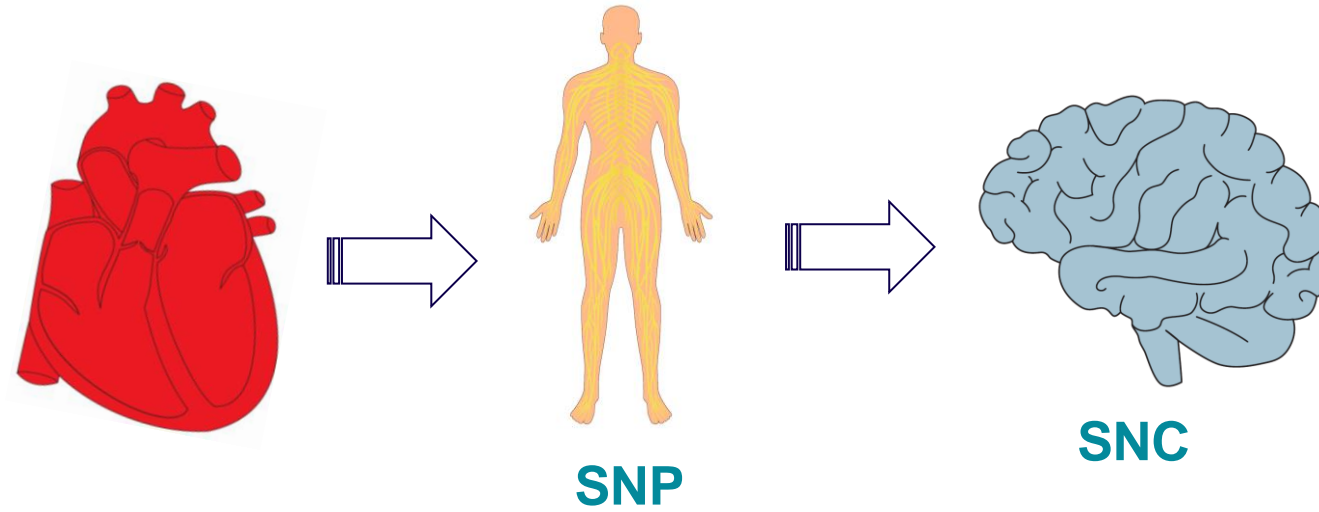


O sistema nervoso autônomo cumpre sua função homeostática do organismo utilizando as vias aferente sensorial e eferente motora.

Para tentar clarificar um pouco mais, veja na próxima página, um exemplo de interação entre o SNA e o coração, que ao utilizarem estas vias, se faz possível o controle dos batimentos cardíacos.

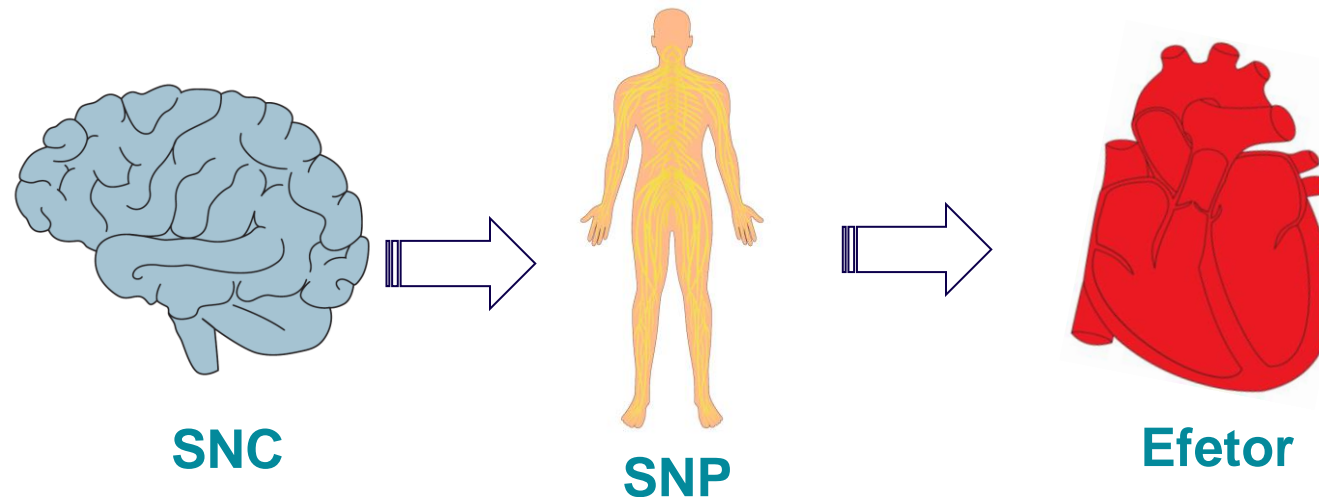
VIA AFERENTE SENSORIAL

Os viscerorreceptores localizados no coração e nas artérias (sistema nervoso periférico) captam as informações e enviam via medula até uma região específica do sistema nervoso central.



VIA EFERENTE MOTORA

O sistema nervoso central ao desencadear uma resposta motora, a envia utilizando a via eferente motora, percorrendo a medula, até que a informação alcance o sistema nervoso periférico (viscerorreceptores do coração). Esta informação pode ser o comando de aumentar ou diminuir os batimentos cardíacos.



EFETORES



Os efetores são células ou órgãos que realizam certa função em resposta a uma mensagem química transmitida por via sináptica hormonal. Para isso precisam de receptores adequados para reconhecer os mensageiros químicos.

Os efetores do sistema nervoso autônomo recebem mensagens difusionais, pois a maior parte dos mensageiros são liberados no meio extracelular onde se difundem até os receptores.

Existem dois tipos de efetores autonômicos:

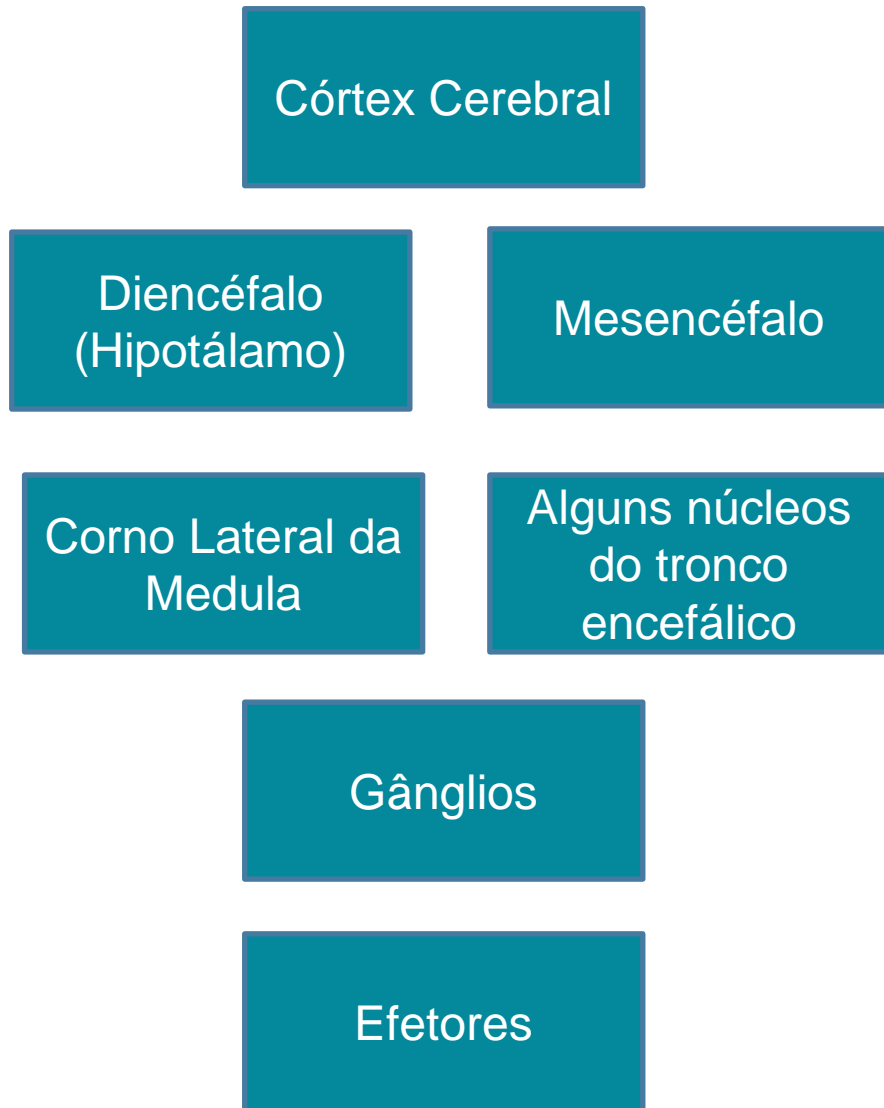
- as células secretoras que são glandulares e
- as células contráteis que são musculares.

Em ambos os casos podem constituir órgãos específicos, exemplo pâncreas e o coração, ou então se misturar a outros tecidos, sem se reunirem em órgãos. Em muitos casos os dois tipos de efetores funcionam em colaboração, por exemplo as glândulas lacrimais em que os seus ductos secretores possuem células contráteis.

A ação do sistema nervoso autônomo sobre os efetores glandulares pode ser diretamente provocando produção e liberação dos produtos de secreção ou indiretamente sobre a rede vascular da glândula provocando a alteração da circulação local (influenciando o volume e concentração do fluido secretado).

No caso dos efetores contráteis, as fibras musculares lisas são células fusiformes agrupadas em feixes acopladas metabólica e eletricamente por junções comunicantes que também é típico das células cardíacas permite que a contração seja um evento sincronizado que envolve grande número de fibras.

Hierarquia do sistema nervoso autônomo



O córtex controla as reações viscerais involuntárias.

O corno lateral da medula e alguns núcleos do tronco encefálico compõem o primeiro nível hierárquico.

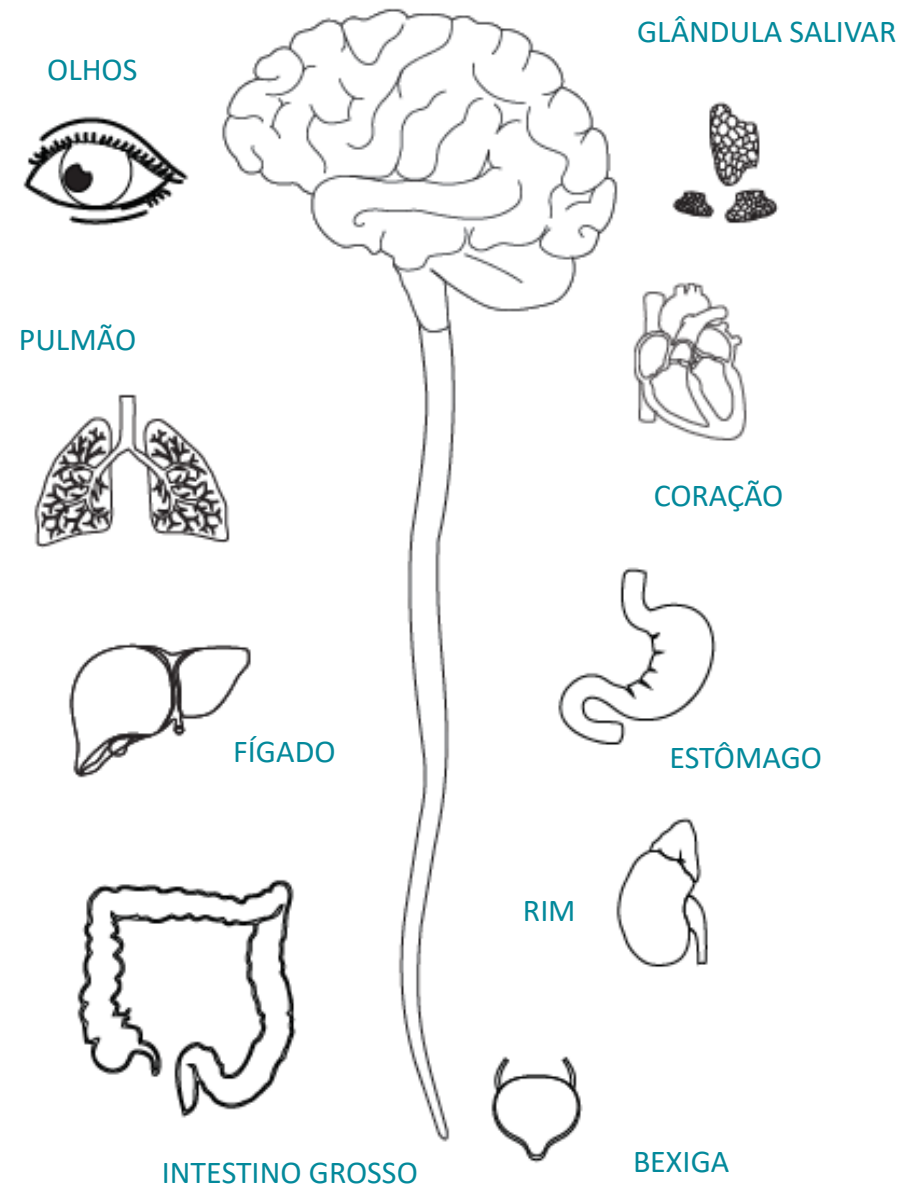
O núcleo do trato solitário é importante nesse nível hierárquico pois recebe aferentes de diferentes reflexos cardiovasculares, respiratórios e digestórios. Ele se conecta com o nível hierárquico superior composto pela formação reticular.

Acima é o nível hierárquico do mesencéfalo e diencefalo que envolve o núcleo parabrancual e o hipotálamo.

Comportamentos menos emergenciais também envolvem o hipotálamo, esses são chamados de comportamentos motivados.

Então, o sistema nervoso autônomo...

- ❑ Possui uma função homeostática do organismo,
- ❑ e para isso, utiliza as vias aferente sensorial e eferente motora,
- ❑ para receber e enviar informação aos efetores e controlar os movimentos involuntários:
 - ✓ da musculatura lisa dos vasos sanguíneos,
 - ✓ da musculatura estriada do coração,
 - ✓ das vísceras digestórias e outros órgãos (coração, pulmão, estômago, etc) e
 - ✓ de inúmeras glândulas, exócrinas e endócrinas espalhadas por todo o corpo.



CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

Quanto às características morfológicas,
neuroquímicas e funcionais

SIMPÁTICO

Estado de alerta
Fuga ou Luta

Possui axônios pré-ganglionares curtos que terminam em gânglios próximos à coluna vertebral e axônios pós-ganglionares longos que se incorporam aos nervos e estendem-se por todo o organismo até os órgãos alvo.

ENTÉRICO

Responsável principalmente pelo controle da motilidade digestória, que é exercido pela detecção de alterações nas paredes e no ambiente químico do TGI, de modo que estes estímulos causam respostas na musculatura lisa, em vasos sanguíneos e em glândulas secretoras da mucosa.

PARASSIMPÁTICO

Estado de repouso e digestão

As fibras pré-ganglionares são longas terminando em gânglios ou plexos próximos ou dentro das vísceras, enquanto as fibras pós-ganglionares são curtas.

Sistema Nervoso Entérico

É formado por neurônios restritos à parede do trato gastrointestinal que, de modo geral, não se comunicam com outras porções do sistema nervoso e, por conta desta característica, apresenta um grau de autonomia maior que o simpático e o parassimpático. Além disso, o sistema nervoso entérico apresenta um número bem maior de tipos neuronais que os demais constituintes do sistema nervoso autônomo.

Na divisão gastroentérica se encontram cerca de 100 mil neurônios formando dois plexos interconectados:

- **Plexo Mioentérico:** localizado entre a camada muscular, chamada circular e outra chamada longitudinal de músculo liso. Função de produção dos movimentos peristálticos das vísceras digestórias.
- **Plexo Submucoso:** localizado entre a camada circular do músculo liso e a camada mucosa, envolvido com secreção glandular. Essa rede de neurônios eferentes controlando o movimento da musculatura lisa, secreção de muco e regulação do diâmetro dos vasos. Já os neurônios aferentes são capazes de medir a tensão da parede e outros sensíveis a sinais químicos da luz das vísceras do trato gastrointestinal. Os neurônios mecanorreceptores detectam estiramento da parede causado pela chegada do bolo alimentar. Ocorre inibição da musculatura lisa distal “anel de relaxamento” e contração da musculatura proximal “anel de constrição” permitindo o movimento de peristaltismo. Possui uma certa independência do sistema nervoso autônomo.

Sistemas Simpático e Parassimpático

A estrutura anatômica básica do sistema nervoso simpático e do parassimpático, inclui um conjunto de neurônios centrais situados no tronco encefálico e na medula.

Os axônios desses neurônios emergem e constituem nervos periféricos situados em gânglios ou distribuídos em plexos na parede das vísceras.

Assim, podemos dizer que o SNA é constituído por 2 conjuntos de neurônios: os que fazem parte do sistema nervoso central e os que fazem parte do sistema nervoso periférico.

Considerando o **gânglio** como referência, chamamos:

- os neurônios centrais de **pré-ganglionares** e,
- os periféricos de **pós-ganglionares**.

A sinapse entre estes neurônios ocorre dentro do gânglio, e é onde também fica o corpo celular do neurônio periférico.

O neurônio periférico irá fazer a próxima sinapse com algum órgão (coração, intestino, músculo etc)

Diferenças Anatômicas: Simpático vs Parassimpático

SN Simpático

Toracolombar (origem na medula T1 e L2)

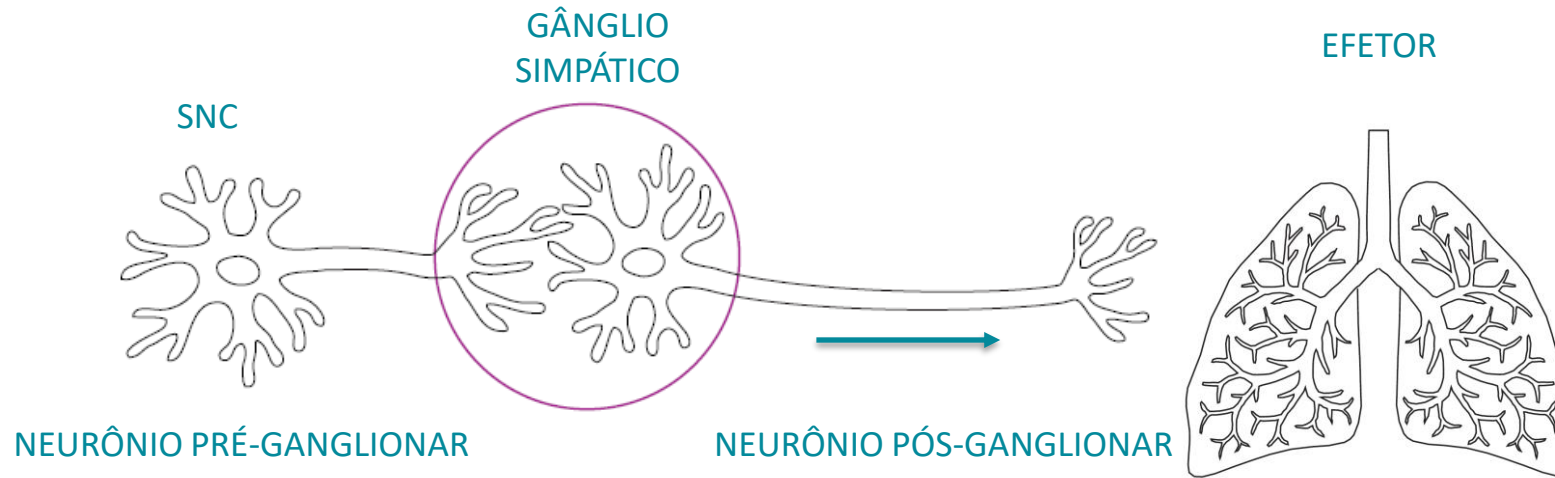
- ✓ Neurônios pré-ganglionares são curtos.
- ✓ As fibras (axônios) pré-ganglionares deixam a medula, entre os segmentos T1 e L2, onde seus corpos celulares estão localizados, e podem conectar-se com um número variado de células pós-ganglionares localizadas em diferentes gânglios. Cada fibra pré-ganglionar conecta-se em média com 10 células pós-ganglionares localizadas em diferentes segmentos da cadeia.
- ✓ Uma vez que diferentes gânglios inervam diferentes órgãos-alvo, esta marcante divergência possibilita que o simpático coordene sua atividade em diferentes segmentos corpóreos.
- ✓ Além disto, em determinadas situações, esta configuração permite que mesmo um sinal central discreto possa deflagrar uma resposta difusa multissegmentar.
- ✓ Já o Neurônio Pós-Ganglionar fica longe da víscera, ficando mais próxima da medula. São mais longos.

SN Parassimpático

Craniosacral (origem no crânio ou no sacro)

- ✓ Existem neurônios pré-ganglionares que partem de núcleos do tronco encefálico e neurônios pré-ganglionares que partem da medula sacral entre os segmentos S2 a S4.
- ✓ Os axônios pré-ganglionares parassimpáticos são bastante longos.
- ✓ Seus gânglios de destino (pós-ganglionares) se localizam próximo ou na parede das células-alvo e enervam musculatura lisa do trato gastrointestinal, por exemplo.
- ✓ Os neurônios pós-ganglionares são mais curtos.
- ✓ Cada fibra pré-ganglionar parassimpática se conecta com cerca de três células pós-ganglionares.

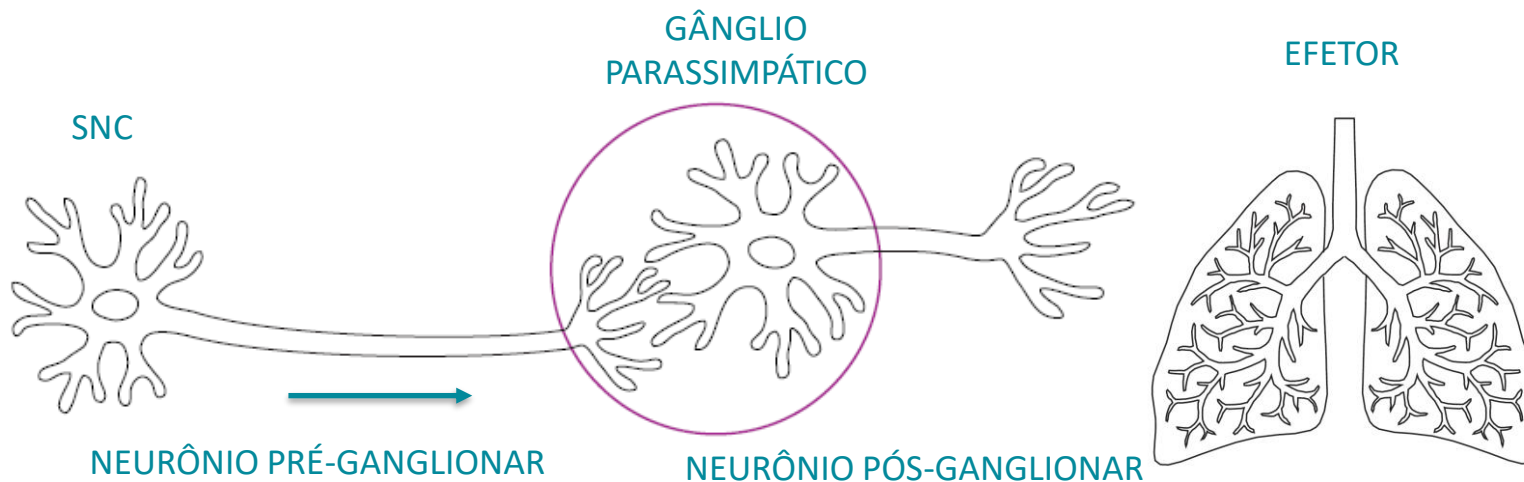
SISTEMA NERVOSO SIMPÁTICO



Diferenças Anatômicas Gerais Sistema Nervoso Simpático

- Toracolombar (origem na medula T1 e L2)
- Neurônio pré-ganglionar curto
- Neurônios pós-ganglionar longo
- Gânglio próximo ao sistema nervoso central

SISTEMA NERVOSO PARASSIMPÁTICO



Diferenças Anatômicas Gerais Sistema Nervoso Parassimpático

- Craniossacral (origem no crânio ou no sacro)
- Neurônio pré-ganglionar longo
- Neurônios pós-ganglionar curto
- Gânglio próximo ao órgão (vísceras)

Diferenças Fisiológicas: Simpático vs Parassimpático

SN Simpático

Fuga ou Luta

- ✓ **Estado de Alerta:** Estimula a função dos órgãos, glândulas, células etc.
- ✓ De forma geral, o sistema nervoso simpático prepara as vísceras para situações de estresse, para grande gasto energético e para a atividade muscular esquelética.
- ✓ Principal Neurotransmissor ativado: Noradrenalina
- ✓ Em situações de emergência, aciona a Reação de Luta ou Fuga do Sistema Nervoso Simpático (Essa resposta é um evento incomum e não representa o modo normal de operação diário):
 - Frequência cardíaca aumenta
 - Aumento da frequência respiratória
 - As pupilas se dilatam
 - Há a mobilização / gasto de energia
 - Fluxo sanguíneo é desviado para o músculo esquelético

SN Parassimpático

Descansar e digerir

- ✓ **Estado de Repouso:** Inibe a função dos órgãos, glândulas, células etc.
- ✓ Prepara as vísceras para o processo digestivo, e repouso fisiológico.
- ✓ Principal Neurotransmissor ativado: Acetilcolina
- ✓ Ambos interagem continuamente na regulação do funcionamento orgânico.
- ✓ Na maior parte das vezes tem função antagônica ao sistema simpático.
 - Frequência cardíaca diminui
 - Diminuição da frequência respiratória
 - As pupilas se contraem
 - Há armazenamento de energia
 - Fluxo sanguíneo é desviado para o trato gastrointestinal

Ainda sobre as diferenças fisiológicas...

A maioria dos órgãos e tecidos é inervado tanto pela divisão simpática, quanto pela parassimpática.

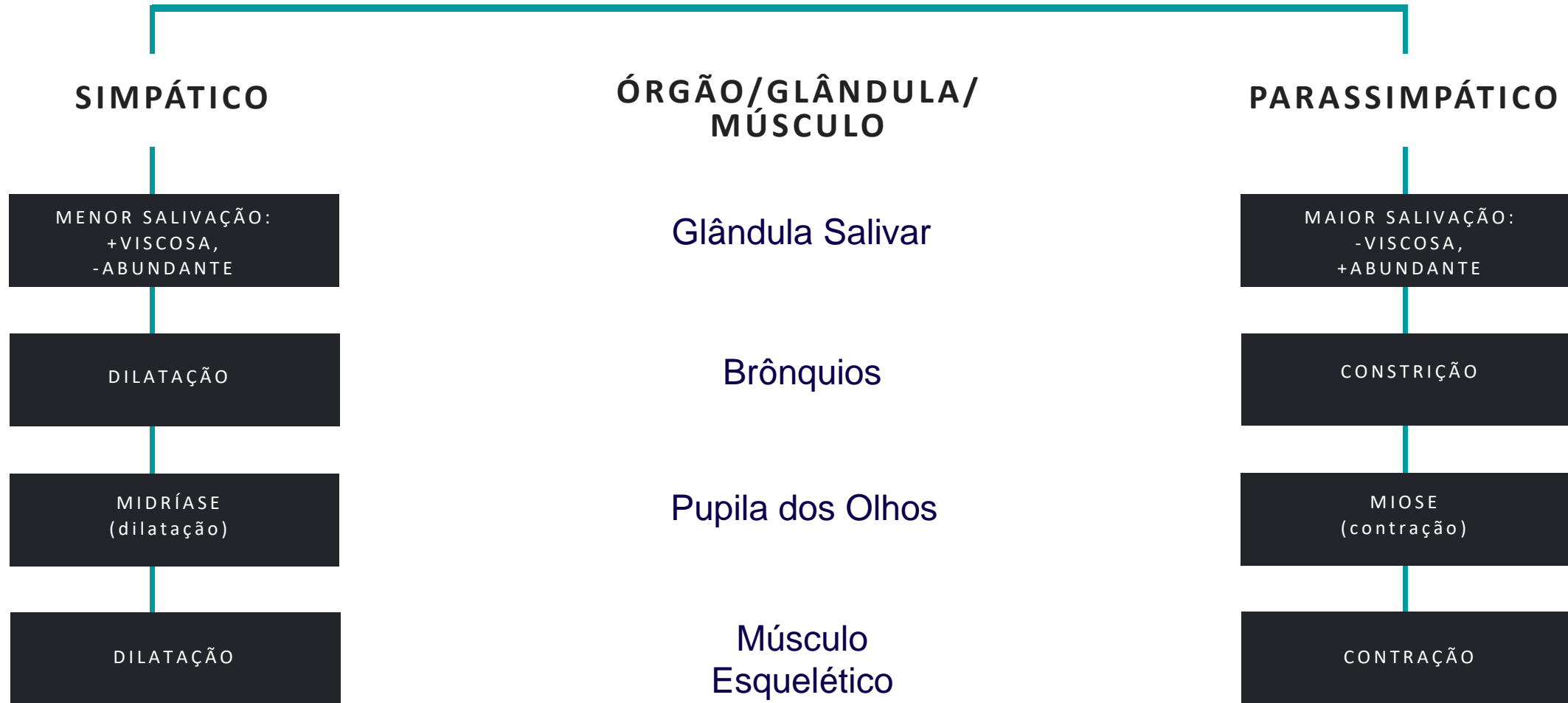
Essa interação pode ser de dois tipos:

- **Antagonista (mais comum):** a ativação parassimpática provoca o efeito contrário a ativação simpática (exemplo coração: simpático provoca taquicardia enquanto parassimpático provoca bradicardia).
- **Sinergista:** ambas as divisões provocam o mesmo efeito (exemplo glândulas salivares: o simpático e o parassimpático provocam secreção de saliva).

Mas, em alguns casos, a inervação pode ser de um único tipo e pode ser chamada de **exclusivo**. Um exemplo de estratégia exclusiva é a dos vasos sanguíneos inervados somente pela divisão simpática.

Vale mencionar que, a estratégia antagonista se baseia nas diferenças neuroquímicas entre as duas divisões. Os efetores possuem receptores para diferentes neurotransmissores, a maioria das sinapses entre os neurônios pré e pós de ambas as divisões é do tipo colinérgica “empregam a acetilcolina como principal neurotransmissor”. **A diferença neuroquímica está nos neurônios pós-ganglionares: a divisão simpática utiliza noradrenalina como principal neurotransmissor, enquanto a parassimpática utiliza acetilcolina.**

Alguns Exemplos de Diferenças Fisiológicas



O sistema nervoso autônomo no controle dos sistemas

DIGESTÓRIO

- Ocorre detecção da presença do alimento através dos mecanorreceptores, sensíveis ao estiramento da parede visceral,
- ativação parassimpática de glândulas em ação lubrificante,
- ativação parassimpática de movimentos peristálticos em resposta a informação sensorial,
- abertura e fechamento dos esfíncteres,
- ativação das glândulas digestórias e, finalmente,
- interrupção da motilidade da secreção por ativação simpática. Participação do peptídeo intestinal vasoativo.

CIRCULATÓRIO

Envolve a circulação sanguínea do coração e os vasos sanguíneos. É vantajoso para o organismo poder controlar a frequência e a força de contração. Nesse caso, o SNA estará controlando a pressão do fluxo de sangue.

A pressão arterial é detectada por mecanorreceptores na parede da aorta e das carótidas que são chamados de barorreceptores.

O controle da distribuição do sangue é importante em várias situações, por exemplo durante o exercício (suprir sangue nos músculos esqueléticos) ou digestão (suprir sangue nas vísceras digestórias). A regulação da divisão simpática e a liberação de substâncias vasoativas como óxido nítrico endotelial, bradicinina, angiotensina, entre outros, participam dessa regulação.

RESPIRATÓRIO

É preciso ajustar a ventilação pulmonar às condições metabólicas e ao comportamento do indivíduo.

A respiração precisa ser coordenada com a fala, mastigação, deglutição, postura e movimentos corporais.

A divisão parassimpática atua na broncoconstrição enquanto a parassimpática pode ser broncodilatadora ou construtora, depende de qual receptor é ativado. Se é noradrenalina ou se é um receptor de adrenalina.

O controle do sistema nervoso autônomo também atua na secreção de muco.

O sistema nervoso autônomo no controle dos sistemas

SISTEMA URINÁRIO

A divisão simpática influi sobre a excreção de sódio produzindo vasoconstrição, reduz o fluxo e a filtração glomerular, estimulando a secreção de renina que termina por aumentar a reabsorção de sódio pelos túbulos.

Em relação a musculatura da bexiga a divisão simpática atua no enchimento (relaxamento da musculatura) e o parassimpático no esvaziamento (contração da musculatura).

REPRODUTOR

Em ambos os sexos a ereção ou ingurgitamento, a ejaculação e orgasmo inibem outros reflexos, por exemplo, a micção.

A divisão parassimpática participa da ereção do pênis e ingurgitamento do clitóris e pequenos lábios, enquanto o simpático promove aumento do trânsito de esperma por contração da próstata, vesículas seminais e canais deferentes.

Na mulher ocorre lubrificação do canal vaginal.

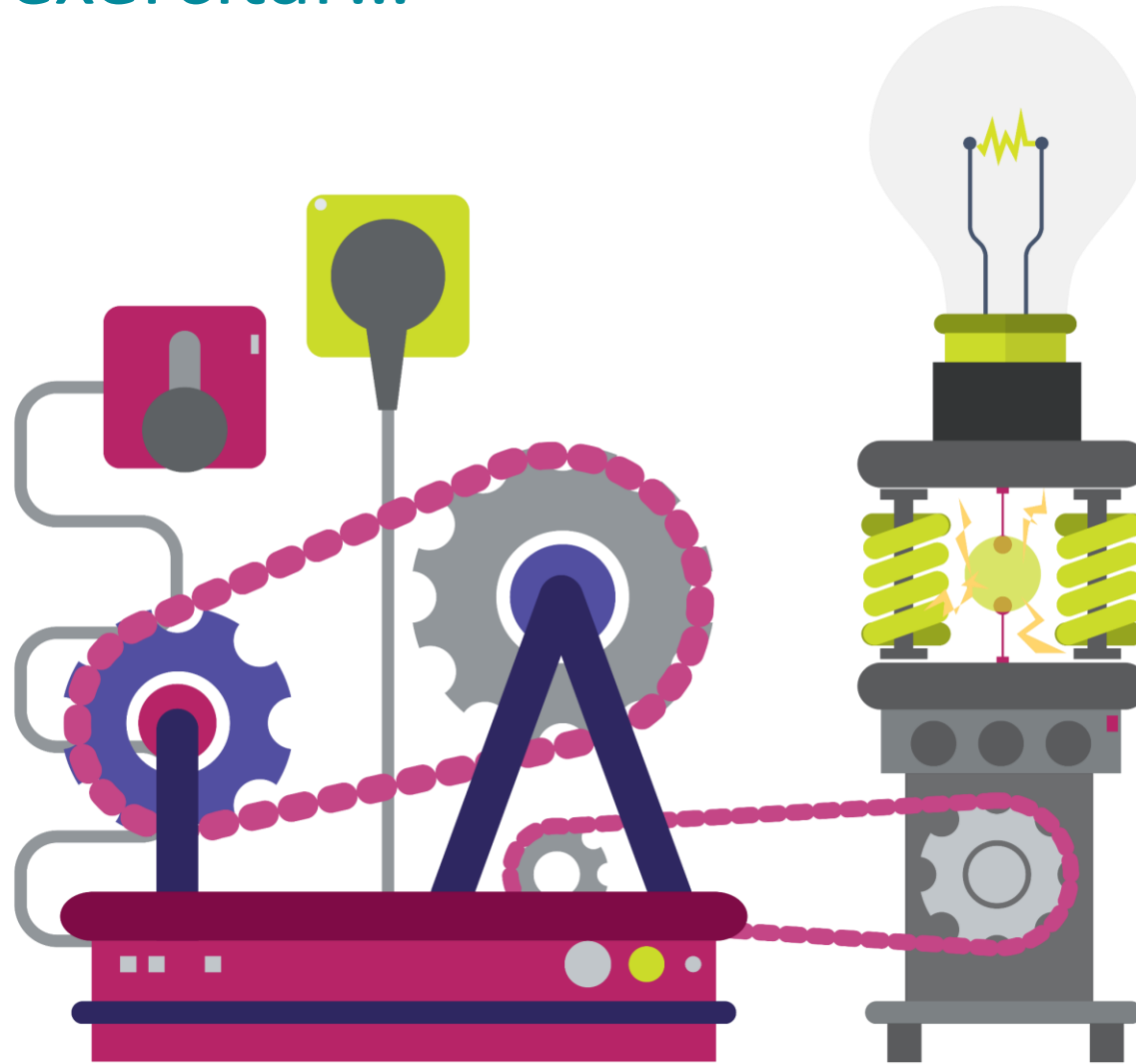
Resumindo

Sobre o Sistema Nervoso Autônomo temos que...

- ✓ **É uma das divisões funcionais do sistema nervoso e é o sistema responsável pelo controle da vida vegetativa, regulando o funcionamento geral do organismo.**
- ✓ **Assim sendo, é responsável pela homeostase, que é a busca do organismo pela estabilidade e equilíbrio no corpo humano.**
- ✓ **Em outras palavras, é a parte do SN que interage e regula o funcionamento dos órgãos internos, ou seja, faz o controle visceral por meio das vias aferente sensorial e eferente motora.**
- ✓ **Estas regulações ocorrem de forma involuntária e sem a nossa consciência. Exemplos: o SNA controla constantemente os batimentos cardíacos, a frequência respiratória, o sistema digestório, o funcionamento do intestino, entre outros e o indivíduo o faz de forma automática.**
- ✓ **Além disso, o SNA controla os músculos cardíacos, os músculos lisos e a secreção das glândulas.**
- ✓ **Apesar de classicamente ser subdividido em simpático e parassimpático, também podemos encontrar na literatura outra subdivisão chamada de entérica.**



Agora é hora de exercitar...



Busque no
site ;)

Bibliografia para Estudo

CORTEZ, C. M.; SILVA, D. Fisiologia aplicada à psicologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KANDEL, E. R. ; Schwartz, J. H; Jessell T. M. Princípios de Neurociências - 5ª edição. Porto Alegre: AMGH, 2014.

LENT, Roberto. Cem Bilhões de Neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência - 2ª edição. Atheneu, 2010

_____. Neurociência da mente e do comportamento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008



Projetando Neurociência

Divulgação científica - Adote essa ideia!

<https://www.projetandoneurociencia.org>

Contato: projetandoneurociencia@gmail.com



Outras Informações

Aula: Prof. Dra. Danielle Paes Branco (Ano 2020). [Lattes](#)

Material produzido por Mariana Etrusco, aluna de Psicologia. [Lattes](#)

Imagens produzidas por Danielle Paes Branco.

Atualizado em: Outubro 2020