

SISTEMA NERVOSO



SISTEMA NERVOSO

De uma maneira ampla, a função do sistema nervoso é fazer com que o organismo trabalhe harmonicamente, integrando o ambiente externo e o interno. Além de detectar estímulos do ambiente e elaborar respostas que sejam adequadas a eles, o sistema nervoso controla e integra outros sistemas que atuam na preservação da nossa vida. Assim, esse sistema regula e permite várias das nossas funções como sentir cheiro e gosto, perceber o ambiente, pensar, nos emocionar e realizar diferentes movimentos, entre várias outras.

O sistema nervoso trabalha com informações que podem ser conscientes ou não. Ele influencia o nosso sistema endócrino ou hormonal, mas não temos consciência dos níveis de hormônios presentes no nosso sangue. Por outro lado, quando nos machucamos, sentimos a dor de maneira consciente.

O sistema nervoso é formado por uma rede de células principais chamadas **neurônios** que transmitem as informações necessárias a partir de impulsos elétricos. As **células gliais** junto com os vasos sanguíneos e o tecido conjuntivo dão proteção, sustentação e nutrição aos neurônios.

A estrutura básica de um neurônio envolve o corpo celular e vários prolongamentos que partem dele. O corpo do neurônio é formado por estruturas importantes que geram os impulsos nervosos. Os prolongamentos são responsáveis por conduzir os estímulos elétricos para outros neurônios e vice-versa. Eles conectam os neurônios entre si permitindo o fluxo de informação ou de impulsos nervosos. Aqueles prolongamentos neuronais que conduzem os impulsos nervosos para longe do corpo celular são chamados **axônios** e, os prolongamentos que recebem os estímulos de outros neurônios e os transmitem para o corpo neuronal, são os **dendritos**.

Sinapse é a região onde o neurônio se encontra com outra célula e é onde ocorrem reações químicas com substâncias chamadas **neurotransmissores**. Os neurotransmissores possibilitam a transmissão do estímulo para outro neurônio, para um músculo ou para uma víscera. Exemplos de neurotransmissores: acetilcolina, dopamina, glutamato, gaba.

Organização anatômica do sistema nervoso

O sistema nervoso é dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP). O SNC é o responsável por funções mais complexas como a interpretação de estímulos, o planejamento das ações, o controle dos órgãos internos e as atividades abstratas, como o raciocínio. É composto pelo encéfalo e pela medula.

O SNP é o sistema que capta os estímulos do ambiente e também das diferentes partes do nosso corpo e os transmite ao SNC. Esse, então, produz as respostas necessárias e as devolve ao SNP para que sejam distribuídas aos vários órgãos do corpo. O SNP é dividido em sistema nervoso somático ou voluntário e sistema nervoso autônomo ou involuntário. O somático transmite informações motoras e de sensibilidade e, o autônomo, é dividido em simpático e parassimpático.



Sistema Nervoso Central

É formado pelo encéfalo e pela medula espinal. O encéfalo é protegido pelos ossos do crânio, a caixa craniana. A medula está protegida pela coluna vertebral. Ambos são ainda protegidos por membranas de tecido conjuntivo chamadas meninges, por onde circula o líquido ou líquido cefalorraquidiano. Esse líquido banha todo o SNC nutrindo-o e atuando como um amortecedor, diminuindo o efeito de impactos sobre os órgãos do SNC. Ele também tem função imunológica.

Encéfalo: é o grande centro de processamento do SNC. É dividido em 3 regiões: tronco encefálico, cerebelo e cérebro.

1. Tronco encefálico: conecta o cérebro à medula espinal. Essa região é mais fácil de ser vista, ao cortarmos o encéfalo ao meio. É composto por 3 partes: mesencéfalo, ponte e bulbo. A região do tronco encefálico funciona como uma via de sinais sensitivos e motores que vão para o cérebro e também para a medula e periferia do corpo. Funções consideradas básicas para a vida estão sob o controle do tronco encefálico como: respiração, deglutição, regulação da temperatura corporal, reflexos visuais e auditivos, digestão, função do coração e dos vasos sanguíneos.

Toda essa região fornece inervação sensitiva e motora para a cabeça, a face e o pescoço, já que os núcleos dos nervos cranianos se localizam aqui. São 12 pares de nervos cranianos que conduzem informações a partir do tronco encefálico e de volta para ele. O nervo Vago (X par craniano) é uma exceção à regra, ele segue inferiormente e inerva vísceras torácicas e abdominais.

2. Cerebelo: do latim significa “pequeno cérebro”. Fica abaixo da região posterior do cérebro. Suas funções estão relacionadas a manutenção da postura, ao controle do tônus muscular, do equilíbrio e da coordenação motora, garantindo suavidade aos movimentos. O cerebelo envia sinais involuntários ou inconscientes ao sistema nervoso periférico.

3. Cérebro: o cérebro é a maior porção do encéfalo e é constituído por duas partes distintas: o diencéfalo e o telencéfalo. O diencéfalo é a parte central do cérebro localizada mais profundamente, que atua direcionando os sinais de informações sensitivas e autônomas entre o cérebro e a periferia. Ele funciona como uma estação central do cérebro que ajuda a coordenar diferentes sistemas. O diencéfalo contém várias estruturas, entre elas estão o tálamo, o hipotálamo e a glândula hipófise, que pertence ao sistema endócrino. Telencéfalo: é a maior e mais complexa parte do cérebro formada pelos hemisférios cerebrais direito e esquerdo. É aí que se encontra o córtex cerebral, região localizada na superfície do cérebro, formada por giros e sulcos. Essa é a camada que diferencia o ser humano de outros mamíferos superiores, já que é a última desenvolvida durante nosso processo evolutivo, responsável pela aquisição de milhões de neurônios a mais.

Giros e sulcos: são as elevações e dobras do córtex que permitem acomodar milhões de neurônios e sinapses necessárias para facilitar o processamento



de informações. Os sulcos maiores dividem o córtex cerebral em lobos. Portanto, o cérebro tem dois hemisférios que são divididos em lobos. O hemisfério direito do cérebro se comunica com o hemisfério esquerdo através de uma estrutura chamada corpo caloso e, assim, cada um fica sabendo o que acontece com o outro. Cada hemisfério controla o lado oposto do corpo. Ex.: o hemisfério direito do cérebro controla os movimentos do braço esquerdo e vice-versa.

Considera-se que o hemisfério esquerdo cerebral é especializado em funções mais racionais, sendo comunicativo e capaz de executar planos complexos. Em função disso, está associado a uma visão materialista, especialista e individualista. No hemisfério direito estão os aspectos mais holísticos, trabalha com a visão do todo, percebendo a vida de forma mais ampla e abrangente. Por isso, na cultura popular, é considerado gentil e emotivo. Entretanto, é necessário ressaltar que todas as nossas funções mentais são processadas em ambos os hemisférios, podendo um estar mais ativo do que o outro, em determinados momentos.

O cérebro está envolvido em muitas funções do corpo: movimento, interpretação de sensações como visão e audição, pensamento, julgamento, raciocínio, memória, linguagem, emoções, capacidade de aprender. Cada hemisfério cerebral é dividido em 4 lobos e cada um tem função diferente. São oito lobos no total: 2 lobos frontais, 2 parietais, 2 temporais e 2 occipitais. Na verdade, todas as regiões cerebrais estão interligadas por meio de vias neurais que permitem que diferentes partes do cérebro trabalhem juntas para processar e sintetizar as informações.

Lobo frontal: corresponde ao osso frontal, está abaixo dele. É onde fica o córtex motor primário, que é envolvido com o controle dos movimentos voluntários. Essa região tem seus neurônios distribuídos de forma topográfica, ou seja, onde há uma maior concentração de neurônios corresponde a áreas responsáveis por movimentos mais finos. Contém também uma região chamada área de Broca, geralmente no lado esquerdo, que é a área responsável pela produção e articulação da fala. O lobo frontal está muito relacionado às funções cognitivas como linguagem, atenção, concentração, planejamento, motivação, pensamento crítico, controle racional e executivo.

Lobo parietal: corresponde ao osso parietal, está abaixo dele. É onde está localizado o córtex sensitivo primário que controla toda percepção sensitiva que vem do corpo (sensações de toque, dor, pressão). Ocorre também o processamento da linguagem, permitindo a compreensão do que está sendo dito. Os neurônios do córtex sensitivo primário também são distribuídos topograficamente com áreas dedicadas a diferentes partes corporais.

Lobo Temporal: é relacionado com o processamento das funções auditivas e envolvido também na compreensão da linguagem falada e escrita. Contém o centro de controle para o desenvolvimento da linguagem e compreensão da fala (área de Wernicke).



Lobo occipital: é onde fica o córtex visual primário que processa estímulos visuais recebidos pela retina para produzir imagens do mundo como o conhecemos.

Sistema Límbico: é o nosso sistema emocional, composto por estruturas localizadas profundamente no cérebro (no diencéfalo ou estruturas subcorticais), porém, envolve também estruturas corticais. Vamos destacar as principais estruturas do sistema límbico: hipotálamo, Amígdala e hipocampo.

Hipotálamo: é um órgão neuroendócrino e várias partes dele são destinada à função endócrina. É formado por um aglomerado de núcleos especializados no controle dos nossos impulsos, assim como dos nossos apetites. Entre as inúmeras funções do hipotálamo, podemos citar: o controle da fome e da saciedade, impulsos sexuais, manutenção da temperatura corporal, modulação da liberação de vários hormônios que podem preparar nosso corpo para uma fuga ou luta, ou, ainda, para um estado de repouso e relaxamento. Na área sexual, o circuito neuronal básico é o de impulso-recompensa-alívio. O ímpeto sexual é produzido pela liberação de substâncias químicas. A recompensa do orgasmo é gerada pela liberação de dopamina e, a sensação de relaxamento se deve à liberação de ocitocina (que, em última análise depende de estímulos hipotalâmicos).

Amígdalas: temos duas amígdalas na região profunda do cérebro. Os neurônios dessa região são especializados em deflagrar estímulos emocionais e, também estão envolvidos em processos relacionados à aquisição de memórias.

Hipocampo: O hipocampo está localizado na base dos lobos temporais. Ele tem participação ativa nos nossos estados emocionais, já que pode modulá-los. Além disso, é parte fundamental na aquisição de novas memórias.

Quando falamos de emoções, estamos falando de medo, culpa, pânico, aversão, ódio, amor, alegria, raiva e outras. As emoções estão, quase sempre, comandando nossa vida diária e isso pode ser extremamente complicado em muitas ocasiões. Os estímulos emocionais nascem nas estruturas citadas acima, mas devem ser processadas pelo córtex cerebral. Entretanto, as emoções não são somente percebidas na estrutura mente-cérebro, elas são somatizadas, ou seja, percebidas em nosso próprio corpo. Nos humanos, as emoções são expressadas no corpo como o riso que é uma expressão de alegria ou o choro que, associado a outras manifestações, pode indicar tristeza. Tais manifestações físicas indicam que existem vias de conexão entre as emoções geradas nas amígdalas e todo o nosso corpo.

O circuito das emoções: As emoções têm repercussões no nosso comportamento e podem influenciar o comportamento de outras pessoas através das informações sensoriais (posturas, gestos) que manifestamos. Os estímulos emocionais são produzidos pela amígdala e a emoção se torna consciente no córtex frontal. A amígdala também envia informações ao hipotálamo que, por sua vez, enviará mensagens hormonais ao corpo, criando alterações físicas que exaltam a emoção originalmente deflagrada. A raiva, por exemplo, é



acompanhada por fortes contrações musculares, enquanto no amor as sensações são de relaxamento muscular e leveza.

Circuito encefálico da meditação:

Com a prática da meditação, o córtex pré-frontal (local da atenção focada) é ativado e estimula o tálamo (estação que recebe fluxos de informações sensoriais para serem processadas pelo córtex) através do neurotransmissor glutamato (substância que atua de forma excitatória no sistema nervoso central).

O tálamo, por sua vez, vai estimular o lobo parietal posterior (responsável pela percepção e orientação do corpo no espaço). Esses estímulos são transmitidos a partir do gaba (neurotransmissor inibitório de estímulos, ou seja, ele reduz os estímulos de um local para outro). A redução de estímulos para o lobo parietal posterior, reduz a delimitação do próprio corpo no espaço, ou seja, reduz a percepção de “eu”.

A meditação também parece alterar o sistema límbico. O hipocampo age na modulação dos estímulos que chegam ao córtex. Várias vias neurais partem do hipocampo e vão em direção ao córtex pré-frontal, amígdala e hipotálamo. Assim, os estímulos do hipocampo podem influenciar a amígdala, que é quem deflagra as emoções.

A amígdala, por sua vez, conecta-se com o hipotálamo que estimula o sistema nervoso parassimpático. O aumento da atividade parassimpática está associado à sensação de relaxamento e quietude, além de diminuir a frequência cardíaca e respiratória. Além disso, ocorre ainda a redução da produção de noradrenalina (NA) pelo tronco encefálico. A noradrenalina, entre outras coisas, amplifica os estímulos sensoriais recebidos em várias áreas encefálicas. Assim, a redução de NA contribuiria para uma menor percepção dos estímulos externos, alterando as sensações do corpo no espaço.

A redução de NA também afeta o hipotálamo, responsável pela liberação do CRH (hormônio liberador de corticotropina). Esse hormônio é o responsável pela estimulação da glândula hipófise, que libera ACTH (adrenocorticotropina) que é o hormônio responsável por estimular as glândulas suprarrenais e liberar cortisol, um dos principais hormônios do estresse. Assim, com todo esse processo, a quantidade de cortisol liberada no organismo também vai diminuir, reduzindo todo o ciclo do estresse.

Com a continuidade da prática meditativa, ocorre uma atividade continuada do córtex pré-frontal e um aumento de liberação de glutamato no encéfalo. Esse aumento de glutamato pode estimular o hipotálamo a liberar betaendorfina (opióide que produz depressão respiratória, diminuição da dor e sensação de euforia).



Medula espinal: é continuação do tronco encefálico começando na extremidade inferior dele e seguindo todo o seu trajeto dentro do canal vertebral. Vai do forame magno (buraco no crânio) até a segunda vértebra lombar (L2). Ela é a via principal de transmissão de estímulos ou informações do encéfalo para o sistema nervoso periférico e vice-versa.

A medula, assim como a coluna vertebral, também é dividida em segmentos e cada segmento emite vários pares de nervos espinhais que saem do canal vertebral e vão inervar braços, pernas e tronco. A intumescência ou dilatação cervical e lombossacral são regiões onde há uma aglomeração de fibras nervosas relacionadas à inervação dos membros superiores e inferiores sendo, por isso, mais proeminentes na medula. Embora existam 7 vértebras cervicais, temos 8 pares de nervos espinhais cervicais porque o oitavo nervo dessa região (C8) deixa a coluna entre a sétima vértebra cervical (C7) e a primeira vértebra torácica (T1). Além desses, temos 12 pares de nervos torácicos, 5 lombares, 5 sacrais e 1 coccígeo, totalizando 31 pares. Os nervos torácicos, lombares e sacrais deixam a coluna vertebral imediatamente abaixo da vértebra correspondente.

A medula é menor que o canal vertebral e em sua parte final tem uma região chamada de cone medular devido a sua forma. Um fino cordão de tecido conjuntivo (filo terminal) vai da ponta do cone medular até a primeira vértebra coccígea (Co1) e tem a função de ancorar a medula à coluna vertebral. Como a medula vai apenas até o nível de L1 ou L2, os nervos espinhais continuam inferiormente além do cone medular e formam a chamada calda equina.

Assim como o encéfalo, a medula espinal e as raízes dos nervos espinhais são revestidas por três camadas protetoras de meninges. A camada mais interna aderida à medula é a pia-máter, a camada intermediária é chamada aracnoide e a camada mais externa é a dura-máter. Entre a pia-máter e a aracnoide há um espaço preenchido por liquor. Esse espaço é contínuo com o do encéfalo, permitindo que o liquor circule entre esses locais. Entre a dura-máter e a superfície interna do canal vertebral está o espaço epidural ou peridural onde ocorre a aplicação da anestesia epidural, frequentemente utilizada durante o parto.

Assim como o restante do sistema nervoso central, a medula espinal também possui uma parte de substância cinzenta, que contém os corpos dos neurônios, e a substância branca, que contém principalmente os axônios. No encéfalo, a substância cinzenta está na periferia formando o córtex cerebral, já na medula, a substância cinzenta encontra-se na área mais central e tem o formato parecido a de uma letra “H”. A substância branca da medula espinal está disposta externamente à substância cinzenta, envolvendo-a. A parte mais anterior do “H” medular contém os corpos dos neurônios motores e, a parte mais posterior, contém nos neurônios sensitivos. Entre os níveis medulares de T1 e L3 há ainda um corno lateral, situado entre as partes anterior e posterior, que contém os neurônios do sistema nervoso simpático.

Cada nervo espinal possui raízes anteriores (ou ventrais) que transmitem informações motoras e, raízes dorsais (ou posteriores) que transmitem informações de sensitivas. Essas raízes se unem antes do forame intervertebral formando o nervo espinal.



Arco reflexo: a atividade da medula está sob influência do encéfalo, mas existem vários reflexos que ocorrem a nível medular, sem interferência do encéfalo. Um exemplo típico é o chamado “reflexo de retirada”, que é, basicamente, a retirada imediata da sua mão ao tocar algo quente. Esse é um reflexo protetor e acontece também se o estímulo for um objeto pontiagudo.

Sistema nervoso periférico

Esse sistema inclui todos os elementos do sistema nervoso que se localizam fora do sistema nervoso central. Ele é funcionalmente dividido em sistema nervoso somático ou voluntário e sistema nervoso autônomo ou involuntário. O sistema nervoso somático conduz inervação motora e sensitiva do corpo para o sistema nervoso central e vice-versa. Os estímulos motores que partem do sistema nervoso central e são enviados ao sistema periférico produzem movimentos dos músculos esqueléticos e são chamados de eferentes. A inervação sensitiva que transporta estímulos de sensibilidade tem um trajeto oposto: ela parte do sistema nervoso periférico e vai para o sistema nervoso central, através de fibras nervosas chamadas aferentes. Portanto, os sinais nervosos que provocam movimentos como andar e falar, como também as sensações de tato, pressão e vibração estão todos relacionados ao sistema nervoso somático.

O sistema nervoso periférico inclui os **nervos, gânglios e plexos nervosos** do corpo. O nervo é o principal componente desse sistema e sua função é conduzir informações do sistema nervoso central para os órgãos e tecidos como músculos, pele e vísceras e vice-versa. Um nervo é formado por um feixe de muitas fibras nervosas (ou axônios), seus revestimentos de tecido conjuntivo e possuem vasos sanguíneos para sua irrigação. As camadas de tecido conjuntivo são: o endoneuro, que reveste cada axônio individualmente; o perineuro, que reveste um grupo de axônios ou fascículo nervoso e, o epineuro, que reveste a superfície externa do nervo.

Um gânglio é um grupo de corpos celulares de neurônios encontrado fora do sistema nervoso central. Ele funciona como um sistema de transmissão de mensagens, para que a informação chegue ao lugar certo. Podemos destacar dois tipos de gânglios: sensitivos e autonômicos. Os gânglios sensitivos contêm corpos celulares dos neurônios responsáveis por enviar informações da periferia do corpo para o sistema nervoso central. Os gânglios autonômicos transmitem impulsos motores do sistema nervoso central para os nervos autonômicos que inervam órgãos alvos do corpo. Eles são os gânglios simpáticos, que estão próximos à medula espinhal e, os parassimpáticos, localizados próximos aos órgãos.

Plexo: é uma grande rede de fibras nervosas que estão interconectadas. Por razão de proteção, alguns músculos e regiões da pele dos nossos membros e tronco são inervados por fibras que se originam em mais de um nível da medula espinhal. São 5 plexos nervosos principais:



Plexo cervical: sua origem é do primeiro nível medular cervical até o quarto nível medular, ou seja, vai de C1 a C4. Os nervos desse plexo inervam o pescoço, dorso e peito.

Plexo braquial: surge na raiz do pescoço. Se origina das raízes dos nervos espinais C5 a T1 e inerva os braços. Os principais nervos que partem daí e vão para os braços são: nervo ulnar (segue pelo aspecto medial do braço e antebraço), nervo radial (segue mais posterior e lateralmente), nervo mediano (segue pela linha média da região anterior do braço).

Na região torácica não há plexos. Aqui, cada nervo espinal dá origem a um nervo intercostal, que pode ser encontrado entre as costelas.

Plexo lombar: é formado por contribuições dos nervos da região torácica inferior e da região lombar. É formado pelas raízes nervosas de T12 a L5 e inerva regiões das pernas. O nervo femoral se origina do plexo lombar e é o principal nervo da região anterior da coxa, se estendendo até o joelho e inervando vários músculos ao longo do seu trajeto.

Plexo sacral: inerva a pelve, parte posterior da coxa, inferior da perna e pés. Se origina das raízes dos nervos espinais de S1 a S4. O nervo ciático, maior nervo do corpo, é formado a partir do plexo lombossacral e inerva regiões da parte posterior da coxa e da perna. Se divide formando o nervo fibular comum e o nervo tibial. Ambos suprem a região das pernas.

Plexo coccígeo: se origina de L4 a S5 com contribuições dos nervos anteriores do nervo coccígeo e inerva regiões da pelve.

Sistema Nervoso Autônomo

O sistema nervoso autônomo é a parte inconsciente ou involuntária do sistema nervoso que inerva as células cardíacas, lisas e glandulares. Esse sistema controla o trato digestório, as glândulas sudoríparas, os pulmões e os batimentos do coração. É dividido em sistema simpático e parassimpático.

Sistema Simpático: resposta de “luta ou fuga”. Prepara o nosso corpo para enfrentar emergências e situações que geram ansiedade. Ele relaxa os brônquios, dilata as pupilas, aumenta a frequência cardíaca, estimula a secreção de adrenalina e lentifica a digestão. Tudo isso acontece sem que tenhamos que pensar.

Sistema Parassimpático: controla nosso estado “de repouso”, já que ajuda o corpo a relaxar. Ele diminui a frequência cardíaca, contrai as pupilas, estimula a secreção de saliva e a digestão, relaxa os músculos do trato intestinal.

