



Unidade 2: Homeostase e controle.

Tema: Organização do sistema nervoso (primeira parte).

Neurônios: Estrutura e função.

Os **neurônios** são as células fundamentais do sistema nervoso, responsáveis pela transmissão de informações por meio de sinais elétricos e químicos. Eles apresentam uma estrutura altamente especializada para realizar essa função, composta por várias partes que desempenham papéis distintos:

Estrutura dos neurônios

1. **Corpo celular (soma):** O corpo celular contém o núcleo e a maior parte dos organelos, como mitocôndrias e ribossomos. É o centro metabólico da célula e responsável por manter sua sobrevivência. Ele também integra os sinais recebidos dos dendritos.
2. **Dendritos:** São extensões ramificadas que se projetam a partir do corpo celular. Sua função principal é receber sinais químicos de outros neurônios e convertê-los em sinais elétricos que são transmitidos ao corpo celular.
3. **Axônio:** O axônio é uma fibra longa que se estende do corpo celular e transmite os sinais elétricos, chamados **potenciais de ação**, para outros neurônios ou células alvo (como células musculares). O comprimento do axônio pode variar desde milímetros até mais de um metro em alguns casos.
4. **Bainha de mielina:** Muitos axônios são revestidos por uma camada de mielina, uma substância gordurosa que isola o axônio e acelera a condução dos impulsos nervosos. A mielina é produzida pelas **células de Schwann** no sistema nervoso periférico e pelos **oligodendrócitos** no sistema nervoso central.
5. **Nódulos de Ranvier:** São intervalos entre segmentos da bainha de mielina ao longo do axônio. Eles permitem a condução saltatória, onde o impulso nervoso "salta" de um nódulo para outro, tornando a transmissão do sinal mais rápida.
6. **Terminações sinápticas (botões sinápticos):** São as extremidades dos axônios que fazem contato com outros neurônios ou células. Aqui, o sinal elétrico é convertido em sinal químico, liberando **neurotransmissores** nas **sinapses** (espaço entre dois neurônios), que então propagam o sinal para o próximo neurônio.

Função dos neurônios

Os neurônios são responsáveis pela comunicação no sistema nervoso. A transmissão do sinal ocorre em três fases principais:

1. **Recepção:** Os dendritos recebem sinais químicos de outros neurônios através das sinapses. Estes sinais são convertidos em impulsos elétricos que se propagam até o corpo celular.



2. **Integração:** O corpo celular integra os sinais recebidos, determinando se a soma desses sinais é suficiente para gerar um **potencial de ação**. Caso a soma dos sinais atinja um determinado limiar, o potencial de ação é desencadeado.
3. **Transmissão:** O potencial de ação se propaga ao longo do axônio até as terminações sinápticas. Quando o potencial de ação atinge essas terminações, ele estimula a liberação de neurotransmissores nas sinapses, que, por sua vez, transmitem o sinal ao próximo neurônio ou célula alvo.

Os neurônios podem ser classificados em três tipos principais com base em suas funções:

- **Neurônios sensoriais:** Recebem estímulos do ambiente (como luz, som, calor) e enviam essas informações ao sistema nervoso central.
- **Neurônios motores:** Transmitem sinais do sistema nervoso central para músculos ou glândulas, promovendo uma ação.
- **Interneurônios:** Conectam neurônios sensoriais e motores dentro do sistema nervoso central, facilitando a comunicação entre eles.

Sinapses e neurotransmissores:

As **sinapses** são as junções especializadas através das quais os neurônios transmitem sinais a outras células, seja outro neurônio, uma célula muscular ou glandular. As sinapses desempenham um papel crucial na comunicação e integração de informações no sistema nervoso. Elas podem ser de dois tipos principais: **sinapses químicas** e **sinapses elétricas**.

Os **neurotransmissores** são substâncias químicas que transmitem sinais entre os neurônios ou entre um neurônio e outra célula alvo (como células musculares ou glandulares). Eles desempenham um papel fundamental na comunicação entre as células do sistema nervoso, permitindo que sinais elétricos sejam convertidos em mensagens químicas nas sinapses.

Função dos neurotransmissores

Quando um **potencial de ação** (impulso elétrico) atinge a terminação do axônio de um neurônio, ele desencadeia a liberação de neurotransmissores armazenados em vesículas sinápticas para o **espaço sináptico** (a fenda entre dois neurônios ou entre um neurônio e sua célula-alvo). Esses neurotransmissores se ligam a receptores específicos na membrana da célula pós-sináptica, modulando sua atividade. Dependendo do tipo de neurotransmissor e receptor envolvido, o efeito pode ser excitatório ou inibitório:

- **Excitatório:** Aumenta a probabilidade de o neurônio pós-sináptico disparar um novo potencial de ação.
- **Inibitório:** Diminui a probabilidade de o neurônio pós-sináptico gerar um potencial de ação.

Principais tipos de neurotransmissores

Aqui estão alguns dos neurotransmissores mais importantes e suas funções:



1. **Acetilcolina (ACh):**
 - **Função:** Está envolvida na transmissão de sinais nervosos para os músculos, sendo essencial para a contração muscular. Também desempenha um papel na memória e na aprendizagem no sistema nervoso central.
 - **Localização:** Atua tanto no sistema nervoso central quanto no periférico (principalmente na junção neuromuscular).
 - **Efeito:** Excitatório na maioria das junções neuromusculares e inibitório em algumas regiões do cérebro.
2. **Dopamina:**
 - **Função:** Relacionada ao controle do movimento, à regulação do humor e à sensação de prazer e recompensa. Desequilíbrios de dopamina estão associados a doenças como o **Parkinson** (déficit de dopamina) e a **esquizofrenia** (excesso de dopamina).
 - **Localização:** Sistema nervoso central, principalmente no cérebro.
 - **Efeito:** Pode ser excitatório ou inibitório, dependendo da região cerebral e dos recetores.
3. **Serotonina:**
 - **Função:** Regula o humor, o sono, o apetite, a digestão e comportamentos sociais. Níveis baixos de serotonina estão relacionados à depressão e à ansiedade.
 - **Localização:** Sistema nervoso central e sistema digestivo.
 - **Efeito:** Principalmente inibitório.
4. **Noradrenalina (norepinefrina):**
 - **Função:** Envolvida na resposta ao estresse e no estado de alerta, sendo importante para a "resposta de luta ou fuga". Também está associada à regulação do humor.
 - **Localização:** Sistema nervoso simpático (parte do sistema nervoso periférico) e sistema nervoso central.
 - **Efeito:** Excitatório na maioria dos casos, aumentando a atenção e a resposta ao estresse.
5. **GABA (ácido gama-aminobutírico):**
 - **Função:** O principal neurotransmissor inibitório do sistema nervoso central. Ele ajuda a reduzir a atividade neural excessiva e está associado ao controle da ansiedade e do estresse.
 - **Localização:** Principalmente no sistema nervoso central.
 - **Efeito:** Inibitório.
6. **Glutamato:**
 - **Função:** O principal neurotransmissor excitatório no sistema nervoso central, envolvido em processos de memória e aprendizagem.
 - **Localização:** Sistema nervoso central.
 - **Efeito:** Excitatório, promovendo a ativação neural.
7. **Endorfinas:**
 - **Função:** Funcionam como analgésicos naturais do corpo, diminuindo a percepção da dor e promovendo a sensação de bem-estar. São liberadas, por exemplo, durante o exercício físico ou situações de estresse.
 - **Localização:** Sistema nervoso central.
 - **Efeito:** Inibitório (no contexto de dor).
8. **Adrenalina (epinefrina):**



Material de apoio à docência.
Disciplina: Fisiologia I

- **Função:** Atua principalmente na resposta ao estresse, promovendo a "resposta de luta ou fuga", e também influencia a função cardíaca e metabólica.
- **Localização:** Sistema nervoso periférico (sistema simpático) e algumas regiões do sistema nervoso central.
- **Efeito:** Excitatório, preparando o corpo para a ação.

Mecanismos de ação dos neurotransmissores

O efeito de um neurotransmissor depende de:

- **Recetores pós-sinápticos:** Os neurotransmissores se ligam a recetores específicos, que determinam a resposta da célula-alvo (excitatória ou inibitória). O mesmo neurotransmissor pode ter efeitos diferentes dependendo do tipo de recetor ao qual se liga.
- **Reabsorção ou degradação:** Após a ação do neurotransmissor, ele pode ser reabsorvido pelo neurônio pré-sináptico por meio de um processo chamado **recaptação**, ou pode ser degradado por enzimas específicas.

Relevância clínica

Alterações nos níveis ou na ação dos neurotransmissores estão relacionadas a várias condições clínicas, como:

- **Depressão** (baixos níveis de serotonina ou noradrenalina).
- **Doença de Parkinson** (déficit de dopamina).
- **Ansiedade** (baixos níveis de GABA).
- **Esquizofrenia** (excesso de dopamina em algumas regiões do cérebro).

Esses exemplos mostram a importância dos neurotransmissores para o funcionamento normal do cérebro e do corpo, e como o desequilíbrio químico pode levar a diversas condições de saúde.

Relevância dos neurotransmissores na Medicina Dentária:

Os **neurotransmissores** desempenham um papel essencial na comunicação entre os neurônios e em muitos processos fisiológicos no corpo humano, incluindo aqueles relacionados à **medicina dentária**. A função dos neurotransmissores no controle da dor, inflamação, regulação da circulação sanguínea e controle motor dos músculos da face e boca é particularmente relevante para a prática odontológica. Vamos explorar algumas áreas onde os neurotransmissores têm impacto direto na odontologia.

1. Controle da Dor e Analgesia

A dor odontológica, especialmente associada a condições como cáries, pulpite, periodontite ou procedimentos cirúrgicos, é transmitida por neurotransmissores. Vários tipos de neurotransmissores estão envolvidos na mediação e modulação da dor:



- **Glutamato:** Principal neurotransmissor excitatório no sistema nervoso central, é responsável por transmitir sinais de dor da boca até o cérebro. O glutamato age em receptores NMDA e AMPA, amplificando os sinais de dor.
- **Substância P:** Este neuropeptídeo está envolvido na transmissão de dor nas vias sensoriais, especialmente nas fibras nervosas C, responsáveis pela dor crônica ou de longa duração.
- **Serotonina e Noradrenalina:** Neurotransmissores que desempenham um papel importante na modulação da dor. Medicamentos que aumentam os níveis de serotonina e noradrenalina, como os antidepressivos tricíclicos, são usados como adjuvantes no tratamento da dor crônica.
- **GABA:** O ácido gama-aminobutírico (GABA) é um neurotransmissor inibitório que pode reduzir a excitação neuronal, tendo um papel importante no alívio da dor.

2. Anestésicos Locais

Os anestésicos locais usados em odontologia, como a **lidocaína** e a **articaína**, funcionam interferindo na condução dos impulsos nervosos, bloqueando a transmissão de sinais de dor. Eles atuam nos canais de sódio dos neurônios sensoriais, impedindo que o neurotransmissor conduza o sinal de dor ao longo da fibra nervosa. Assim, os neurotransmissores responsáveis por transmitir a sensação de dor não conseguem levar o estímulo para o cérebro, resultando em analgesia temporária.

3. Reflexos Orofaciais

Os neurotransmissores também são essenciais no controle dos reflexos orofaciais, como a mastigação, deglutição e o reflexo de vômito. A interação dos neurônios motores e sensoriais na medula espinhal e no tronco encefálico é mediada por neurotransmissores como **acetilcolina** e **dopamina**, responsáveis pela coordenação dos movimentos musculares da mandíbula e língua.

Acetilcolina:

- Na junção neuromuscular, a acetilcolina é o principal neurotransmissor que desencadeia a contração dos músculos esqueléticos. Na odontologia, isso é especialmente relevante para o controle dos músculos da mastigação e dos músculos faciais.

Dopamina:

- A dopamina regula o controle motor fino, e uma deficiência de dopamina pode resultar em condições como a **disfunção temporomandibular** (DTM), que afeta os movimentos da articulação temporomandibular e pode causar dor orofacial.

4. Saúde Bucal e Estresse

A **serotonina** e a **noradrenalina**, além de seu papel na modulação da dor, também estão relacionadas com os níveis de estresse, que afetam a saúde bucal. O estresse pode



umentar a liberação de cortisol, levando a um aumento de comportamentos prejudiciais à saúde bucal, como o **bruxismo** (ranger dos dentes), e a um enfraquecimento do sistema imunológico, tornando os pacientes mais suscetíveis a doenças como a **gingivite** e a **periodontite**.

5. Regeneração e Cicatrização

Os neurotransmissores também desempenham um papel na regeneração dos tecidos e no processo de cicatrização, processos importantes em muitos procedimentos odontológicos, como cirurgias periodontais ou implantes dentários.

- **Dopamina e serotonina** estão envolvidas na resposta inflamatória e na regeneração tecidual. Elas modulam a inflamação e podem influenciar a vascularização e a proliferação celular, o que é crucial para a cicatrização adequada dos tecidos após extrações dentárias ou outros procedimentos invasivos.

6. Impacto de Medicamentos no Sistema Nervoso e Saúde Bucal

Medicamentos que afetam neurotransmissores podem ter efeitos colaterais na saúde bucal. Por exemplo:

- **Antidepressivos tricíclicos** e inibidores seletivos de recaptação de serotonina (ISRS) podem causar **xerostomia** (boca seca), aumentando o risco de cáries e outras complicações orais.
- **Antipsicóticos** que modulam os níveis de dopamina podem causar efeitos secundários como **disfunção temporomandibular** (DTM), pois afetam o controle motor dos músculos da mandíbula.

7. Ansiedade e Sedação

A **ansiedade** odontológica, comum em muitos pacientes, também está associada aos neurotransmissores. Medicamentos como os **benzodiazepínicos**, que agem sobre os receptores de GABA, são frequentemente usados em odontologia para promover **sedação** e reduzir a ansiedade antes de procedimentos dentários. A ativação dos receptores GABA induz um efeito calmante e relaxante, facilitando a execução do tratamento odontológico.

Conclusão

Os neurotransmissores são fundamentais para muitos processos relacionados à odontologia, desde a percepção da dor até o controle motor e a cicatrização. O conhecimento do funcionamento desses mediadores químicos é essencial para a prática odontológica, tanto para o tratamento da dor quanto para a escolha de estratégias terapêuticas que visam minimizar os efeitos adversos e promover o bem-estar do paciente.



União neuromuscular.

A **união neuromuscular** (também conhecida como junção neuromuscular) é a sinapse especializada onde um neurônio motor se conecta a uma fibra muscular, permitindo a transmissão de sinais nervosos que desencadeiam a contração muscular. Ela desempenha um papel essencial na função motora, permitindo que o sistema nervoso controle os músculos esqueléticos.

Estrutura da União Neuromuscular

A união neuromuscular envolve três componentes principais:

1. **Neurônio motor:** O neurônio motor é a célula nervosa que transmite o impulso elétrico da medula espinhal para o músculo. A parte do neurônio que forma a união neuromuscular é a **terminação axonal** do axônio motor.
2. **Placa motora:** A placa motora é a região especializada da membrana da fibra muscular esquelética que contém receptores para os neurotransmissores liberados pelo neurônio motor. Essa área possui muitas dobras para aumentar a superfície disponível para a recepção de sinais.
3. **Fenda sináptica:** É o espaço entre a terminação axonal do neurônio motor e a placa motora da célula muscular. Nesse espaço, ocorre a liberação de neurotransmissores que difundem até os receptores da fibra muscular.

Funcionamento da União Neuromuscular

1. **Potencial de ação no neurônio motor:** O processo começa quando um **potencial de ação** viaja ao longo do axônio do neurônio motor até a sua terminação axonal, na união neuromuscular.
2. **Liberação de acetilcolina (ACh):** A chegada do potencial de ação à terminação axonal provoca a abertura de canais de cálcio dependentes de voltagem, o que resulta na entrada de íons cálcio na terminação. Isso desencadeia a fusão de vesículas sinápticas contendo o neurotransmissor **acetilcolina (ACh)** com a membrana da célula, liberando a ACh na fenda sináptica.
3. **Ligação aos receptores de acetilcolina:** A acetilcolina atravessa a fenda sináptica e se liga a receptores específicos (receptores nicotínicos) na membrana da fibra muscular. Isso provoca a abertura de canais de sódio, permitindo a entrada de íons sódio na célula muscular.
4. **Despolarização da membrana muscular:** A entrada de sódio causa uma **despolarização** na membrana da célula muscular, gerando um **potencial de ação** que se propaga pela membrana da fibra muscular (sarcolema) e pelos túbulos T (sistema tubular que penetra no interior da fibra muscular).
5. **Contração muscular:** O potencial de ação muscular leva à liberação de íons cálcio do retículo sarcoplasmático, iniciando a interação entre os filamentos de actina e miosina dentro da célula muscular, o que resulta na **contração muscular**.
6. **Remoção da acetilcolina:** A ação da acetilcolina é de curta duração, pois ela é rapidamente degradada pela enzima **acetilcolinesterase**, presente na fenda sináptica. Isso impede que a fibra muscular permaneça permanentemente contraída.



Fatores que Afetam a Função da União Neuromuscular

- **Toxinas:** Algumas toxinas afetam a união neuromuscular. O **botulismo**, por exemplo, ocorre quando a toxina botulínica impede a liberação de acetilcolina, causando fraqueza muscular e paralisia. A toxina do tétano age de forma diferente, impedindo a inibição da liberação de acetilcolina, o que resulta em espasmos musculares contínuos.
- **Miastenia gravis:** É uma doença autoimune que afeta a união neuromuscular. Nesse caso, o sistema imunológico ataca os receptores de acetilcolina na placa motora, o que dificulta a transmissão dos sinais nervosos para o músculo, causando fraqueza muscular progressiva.
- **Curare:** É uma substância que bloqueia os receptores de acetilcolina na placa motora, impedindo a contração muscular, o que pode resultar em paralisia.

Importância Clínica

A união neuromuscular é essencial para o controle voluntário dos músculos esqueléticos, e qualquer disfunção nesse sistema pode levar a graves problemas motores, como fraqueza ou paralisia muscular. Ela é um dos alvos terapêuticos em várias condições, como a **miastenia gravis**, e também é afetada por diversas toxinas e medicamentos usados em anestesia, como os **bloqueadores neuromusculares**.

Resumidamente, a união neuromuscular é uma estrutura-chave na transmissão de sinais do sistema nervoso para os músculos, controlando suas contrações e desempenhando um papel fundamental no movimento e na função motora.

O **arco reflexo** é o caminho neural básico que controla os reflexos, que são respostas automáticas e involuntárias a estímulos. Um reflexo pode ser simples, como retirar a mão ao tocar algo quente, ou complexo, como a regulação da pressão arterial. O arco reflexo é fundamental para a proteção e manutenção da homeostase do corpo, agindo sem a necessidade de processamento consciente no cérebro.

Componentes do Arco Reflexo

Um arco reflexo típico é composto por cinco componentes principais:

1. **Receptor sensorial:**
 - Detecta o estímulo (como dor, calor, ou pressão) e transforma essa informação em um impulso nervoso.
 - Exemplo: Terminações nervosas na pele detectando um objeto quente.
2. **Neurônio sensorial (aferente):**
 - Leva o impulso nervoso gerado pelo receptor ao sistema nervoso central (medula espinhal ou cérebro).
 - Exemplo: Neurônios que transportam o sinal da pele até a medula espinhal.
3. **Centro de integração:**
 - Está no **sistema nervoso central (SNC)**, geralmente na medula espinhal. Aqui, o sinal sensorial é processado e, em resposta, um impulso é gerado



para desencadear a ação reflexa. Em reflexos simples, esse centro pode ser formado por apenas um interneurônio, ou pode não haver interneurônios (conexão direta entre neurônio sensorial e motor).

- Exemplo: Na medula espinhal, onde o sinal é interpretado e uma resposta é coordenada.

4. **Neurônio motor (eferente):**

- Transmite o impulso nervoso do SNC até o órgão ou músculo que vai responder ao estímulo.
- Exemplo: Neurônios motores que levam o sinal até os músculos do braço.

5. **Efector:**

- O órgão ou célula que realiza a resposta ao estímulo. No caso de reflexos motores, o efector é tipicamente um músculo que se contrai. Em reflexos viscerais, o efector pode ser uma glândula ou um órgão.
- Exemplo: Músculos do braço que se contraem para afastar a mão do objeto quente.

Exemplo de Arco Reflexo: Reflexo Patelar

Um exemplo clássico de arco reflexo é o **reflexo patelar** (ou reflexo do joelho), que ocorre quando o tendão patelar é percutido levemente, resultando na contração do músculo quadríceps e na extensão da perna.

1. **Receptor:** Os receptores sensoriais nos músculos detectam o alongamento repentino causado pela percussão no tendão.
2. **Neurônio sensorial:** O impulso é transmitido pelos neurônios sensoriais ao longo dos nervos periféricos até a medula espinhal.
3. **Centro de integração:** Na medula espinhal, o sinal é processado e imediatamente encaminhado para o neurônio motor, sem passar pelo cérebro.
4. **Neurônio motor:** Os impulsos do neurônio motor retornam ao músculo quadríceps.
5. **Efector:** O músculo quadríceps se contrai, resultando no movimento de extensão da perna.

Tipos de Reflexos

1. **Reflexos somáticos:**

- Envolvem músculos esqueléticos e são responsáveis por respostas como retirar a mão de um objeto quente ou o reflexo patelar.
- Exemplos: Reflexo patelar, reflexo flexor (afastar-se de um objeto doloroso), reflexo de retirada.

2. **Reflexos viscerais (autônômicos):**

- Envolvem órgãos internos e estão relacionados ao sistema nervoso autônomo, regulando funções involuntárias, como a frequência cardíaca, respiração e digestão.
- Exemplos: Reflexo pupilar (dilatação e constrição da pupila), reflexo de regulação da pressão arterial.



Importância do Arco Reflexo

- **Proteção:** Os reflexos são rápidos e automáticos, ajudando a proteger o corpo de lesões. A rapidez é garantida pelo fato de que o sinal sensorial não precisa chegar ao cérebro, sendo processado diretamente na medula espinhal.
- **Homeostase:** Reflexos viscerais mantêm o equilíbrio interno do corpo, regulando funções essenciais, como a pressão arterial e a digestão, sem a intervenção consciente.
- **Diagnóstico médico:** Testes de reflexos são usados por médicos para avaliar a integridade do sistema nervoso. Por exemplo, a ausência ou exagero de reflexos pode indicar danos na medula espinhal ou em áreas específicas do sistema nervoso.

O arco reflexo é, portanto, uma estrutura neural básica que permite ao corpo reagir rapidamente a estímulos externos e internos, garantindo tanto a proteção quanto a regulação de funções vitais.

