Unidade 3: Suporte e locomoção.

Tema: Músculo: Estrutura – função.

Estrutura do Músculo Esquelético

1. **Organização Macroscópica:**
   - **Tendões:** Conectam o músculo ao osso.
   - **Fáscia muscular:** Envolve o músculo como um todo.
   - **Fascículos musculares:** Grupos de fibras musculares (células musculares) organizados dentro do músculo.
   - **Fibras musculares:** Células longas e multinucleadas que contêm organelas especializadas para a contração.
2. **Organização Microscópica:**
   - **Sarcolema:** Membrana plasmática da fibra muscular.
   - **Retículo sarcoplasmático:** Armazena e libera cálcio, essencial para a contração.
   - **Miofibrilas:** Estruturas compostas por sarcômeros organizados em série.
   - **Sarcômero:** Unidade funcional do músculo, composta por:
     - **Filamentos finos:** Actina, tropomiosina e troponina.
     - **Filamentos grossos:** Miosina.
   - **Mitocôndrias:** Fornecem energia (ATP) para a contração.

Funções do Músculo Esquelético

- **Movimento:** Contribui para a movimentação do esqueleto.
- **Postura:** Mantém o corpo ereto.
- **Produção de calor:** Geração de calor por meio de contrações musculares (termogênese).
- **Proteção:** Auxilia na estabilização e proteção de órgãos internos.

Unidades Motoras

Definição

- Uma **unidade motora** é composta por um **neurônio motor** e todas as **fibras musculares** que ele inerva.
- Cada fibra muscular é inervada por apenas um neurônio, mas um neurônio pode inervar várias fibras musculares.

Tipos de Unidades Motoras

1. **Unidades motoras de contração lenta (tipo I):**
   - Resistência à fadiga.
   - Usadas em atividades de baixa intensidade, como postura e corrida leve.
2. **Unidades motoras de contração rápida (tipo II):**
   - Divididas em tipo IIa (resistência moderada à fadiga) e tipo IIb (rápida fadiga).

© ClaraPro Medical Services
Proibida a venda e/ou reprodução com fins comerciais

- Ativadas em atividades de alta intensidade, como saltos ou levantamento de peso.

Princípio do Recrutamento

- Unidades motoras são ativadas de forma escalonada, começando pelas de menor força (tipo I) e progredindo para as de maior força (tipo II), conforme a necessidade.

Passos da Contração

1. **Excitação:**
   - O potencial de ação chega à terminação nervosa do neurônio motor.
   - Liberação de **acetilcolina (ACh)** na fenda sináptica.
   - ACh se liga a receptores no sarcolema, desencadeando um potencial de ação muscular.
2. **Acoplamento Excitação-Contração:**
   - O potencial de ação percorre o sarcolema e os túbulos T.
   - O retículo sarcoplasmático libera **íons cálcio (Ca^{2+})**.
   - O cálcio se liga à **troponina**, causando a movimentação da tropomiosina e expondo os sítios ativos da actina.
3. **Ciclo de Ponte Cruzada:**
   - A miosina, ativada pelo ATP, forma pontes cruzadas com a actina.
   - O deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina encurta o sarcômero, gerando contração.
   - A hidrólise do ATP permite a repetição do ciclo.
4. **Relaxamento:**
   - Quando o estímulo cessa, o cálcio é reabsorvido pelo retículo sarcoplasmático.
   - Tropomiosina retorna à posição original, bloqueando os sítios ativos.

Teoria do Deslizamento dos Filamentos

- A contração ocorre pelo deslizamento dos filamentos finos (actina) sobre os grossos (miosina), diminuindo o comprimento do sarcômero sem alterar o comprimento individual dos filamentos.

Energia para a Contração

- A energia é fornecida pelo **ATP**, obtido através de:
  - Fosfocreatina.
  - Glicólise anaeróbica.
  - Metabolismo aeróbico.

Músculo Cardíaco

O músculo cardíaco é especializado para o bombeamento do sangue pelo coração e possui características que combinam aspectos do músculo esquelético e liso.

© ClaraPro Medical Services
Proibida a venda e/ou reprodução com fins comerciais

Estrutura do Músculo Cardíaco

1. **Células cardíacas (miócitos cardíacos):**
   - **Forma:** Alongadas e ramificadas.
   - **Núcleo:** Geralmente um único núcleo central.
   - **Discos intercalares:** Estruturas especializadas que conectam as células cardíacas, permitindo:
     - **Conexão mecânica:** Por desmossomos.
     - **Transmissão elétrica:** Por junções comunicantes (gap junctions).
2. **Sarcomeros:**
   - Contém filamentos de actina e miosina organizados em bandas, como no músculo esquelético, permitindo contração coordenada.

Caraterísticas do Músculo Cardíaco

- **Contração involuntária:** Controlada por estímulos automáticos do sistema de condução cardíaco e modulação pelo sistema nervoso autônomo.
- **Automatismo:** Possui células marca-passo (nódulo sinoatrial) que geram potenciais de ação espontaneamente.
- **Resistência à fadiga:** Altamente vascularizado e rico em mitocôndrias para sustentar contrações contínuas.
- **Refratariedade prolongada:** Previne contrações tetânicas, essenciais para o funcionamento cíclico do coração.
- **Condução elétrica sincronizada:** Garantida pelos discos intercalares.

Músculo Liso

O músculo liso é encontrado nas paredes de órgãos ocos (como vasos sanguíneos, trato digestivo, útero e vias respiratórias) e desempenha funções essenciais relacionadas ao movimento de substâncias pelo corpo.

Estrutura do Músculo Liso

1. **Células musculares lisas:**
   - **Forma:** Fusiforme (em forma de fuso), menores que as fibras esqueléticas.
   - **Núcleo:** Um único núcleo central por célula.
   - **Sem sarcômeros:** Os filamentos de actina e miosina estão organizados em uma malha irregular, sem a estriação visível.
2. **Densos corpos:** Estruturas que ancoram os filamentos de actina, funcionando como um "esqueleto interno".
3. **Junções comunicantes:** Permitem a propagação de sinais entre células.

Características Especiais

- **Contração involuntária:** Controlada pelo sistema nervoso autônomo, hormônios e estímulos locais
- **Contração lenta e sustentada:** Ideal para funções como manutenção da pressão arterial ou controle esfincteriano.

© ClaraPro Medical Services
Proibida a venda e/ou reprodução com fins comerciais

- **Plasticidade:** Pode adaptar-se ao estiramento sem gerar tensão excessiva, como na bexiga urinária.
- **Controle múltiplo:** Responde a sinais nervosos, hormonais e fatores locais, como níveis de oxigênio ou pH.

Mecanismo de Contração

1. **Excitação:**
   - Pode ser desencadeada por potenciais de ação, estímulos químicos (hormônios) ou mecânicos (alongamento).
2. **Acoplamento Excitação-Contração:**
   - O cálcio entra na célula através de canais de cálcio dependentes de voltagem ou ligados a receptores.
   - O cálcio liga-se à **calmodulina**, ativando a **quinase da cadeia leve de miosina** (MLCK).
3. **Contração:**
   - A MLCK fosforila as cabeças de miosina, permitindo a interação com a actina e gerando contração.
4. **Relaxamento:**
   - O cálcio é removido, e a fosfatase desfosforila as cabeças de miosina, cessando a contração.

CLARAPRO
MEDICAL SERVICES, LDA

Funções dos músculos lisos:

- Regulação do diâmetro dos vasos sanguíneos.
- Movimentação de alimentos no trato gastrointestinal (peristaltismo).
- Contração do útero durante o parto.
- Controle do fluxo de ar nas vias respiratórias.

Comparação entre os Três Tipos de Músculo

Característica	Esquelético	Cardíaco	Liso
Controle	Voluntário	Involuntário	Involuntário
Estriação	Sim	Sim	Não
Núcleo por célula	Multinucleado	1 (geralmente)	1
Localização	Ossos	Coração	Órgãos ocos
Resistência à fadiga	Variável	Alta	Alta (sustentada)

© ClaraPro Medical Services
Proibida a venda e/ou reprodução com fins comerciais