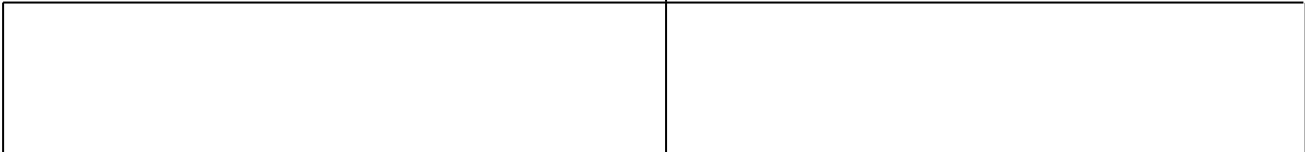


Anatomia e funcionamento do aparelho locomotor



APARELHO LOCOMOTOR



SISTEMA ESQUELÉTICO

SISTEMA ARTICULAR

SISTEMA MUSCULAR

PASSIVO

UNIÃO

ATIVO



Funções do esqueleto

- Sustentação;
- Proteção;
- Movimento;
- Homeostase mineral;
- Produção de células sanguíneas;
- Armazenamento de triglicerídeos.

Classificação morfológica dos ossos

- Longos
- Curtos
- Laminares (“plano”)
- Irregulares
- Pneumáticos
- Sesamóides

Ossos Longos

- Comprimento predomina sobre a largura e a espessura. ($C > L/E$)
- Estão localizados principalmente no esqueleto apendicular.

Membros inferiores

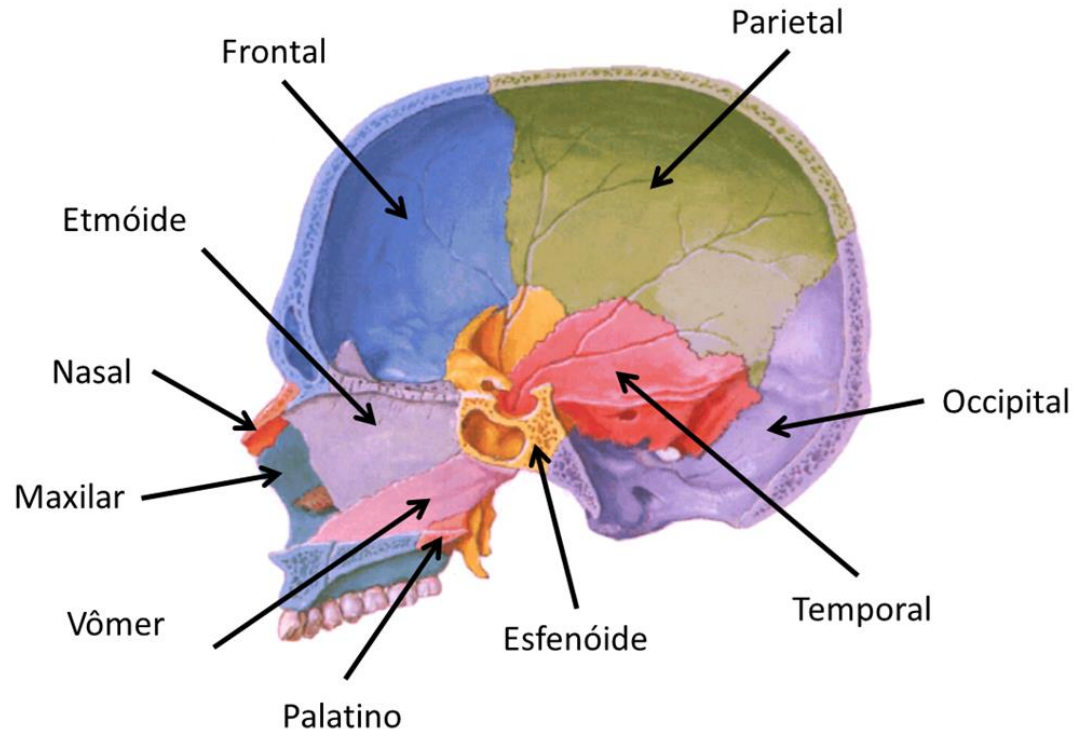
- Fêmur
- Tíbia
- Fíbula
- Metatarso
- Falanges

Membros Superiores

- Úmero
- Ulna
- Rádio
- Metacarpo
- Falanges

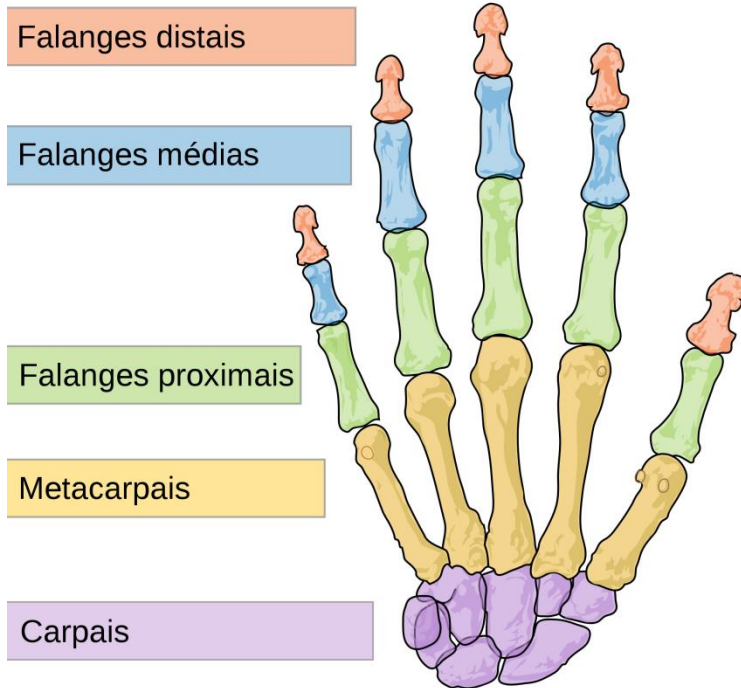
Ossos Laminares

- Comprimento e largura semelhantes, predominam sobre a espessura. (C=L>E)
- Frontal
- Occipital
- Parietal
- Escápula
- Osso do quadril



Ossos curtos

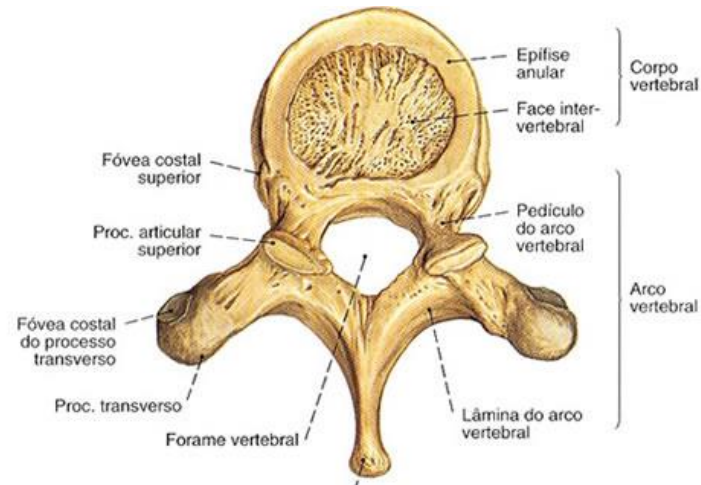
- As três dimensões são semelhantes. (C=L=E)
- Carpos e tarsos



Ossos irregulares

- Forma geométrica mal definida. Não pode ser classificado como longo, laminar ou curto.

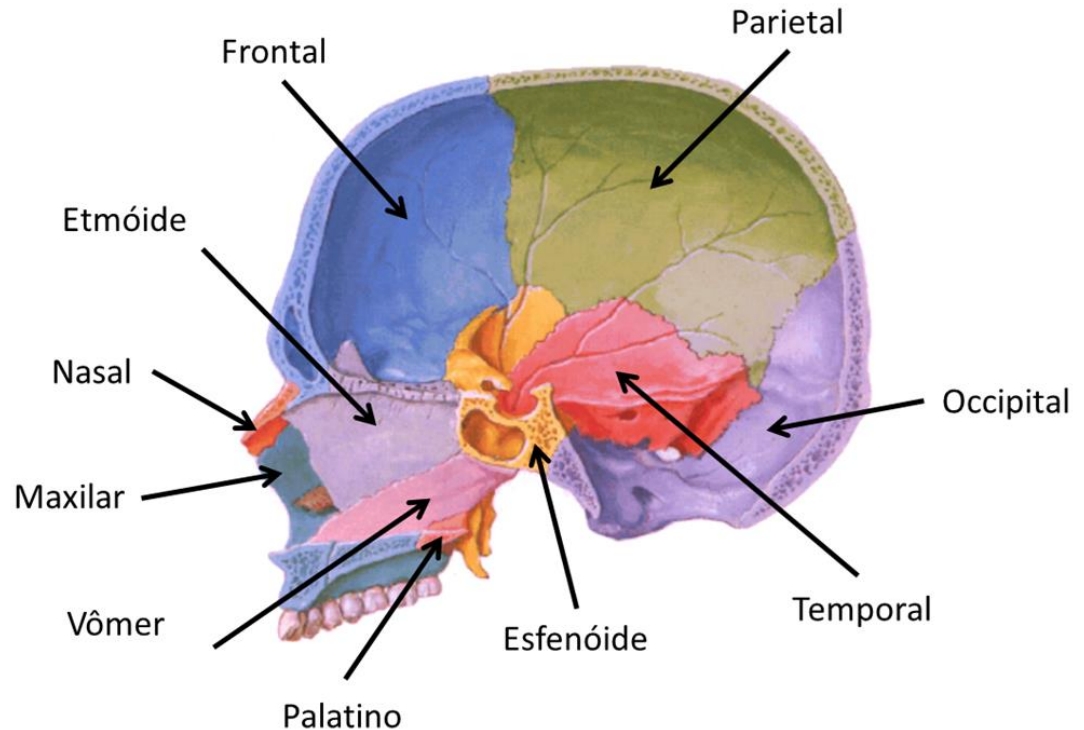
- Vértebras
- Osso temporal



Ossos pneumáticos

- Apresentam uma ou mais cavidades, revestidas por mucosa e repletas de ar (seios).

- Esfenóide;
- Frontal;
- Etmóide;
- Temporal;
- Maxilar.



Ossos Sesamóides

- Estão localizados no interior de tendões (intratendíneos) ou da cápsula fibrosa de algumas articulações (intracapsulares).

- Patela

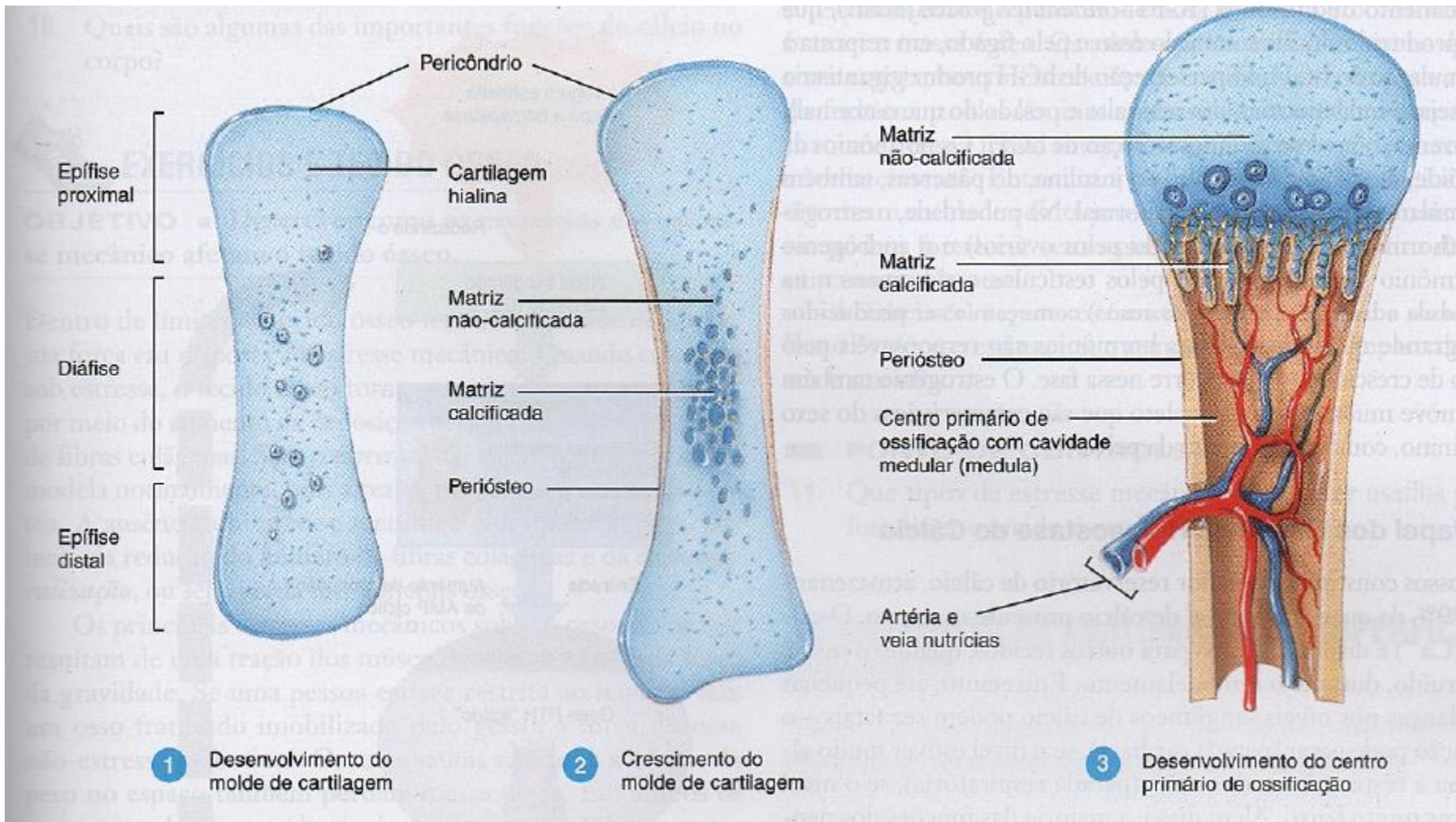


Tecido ósseo

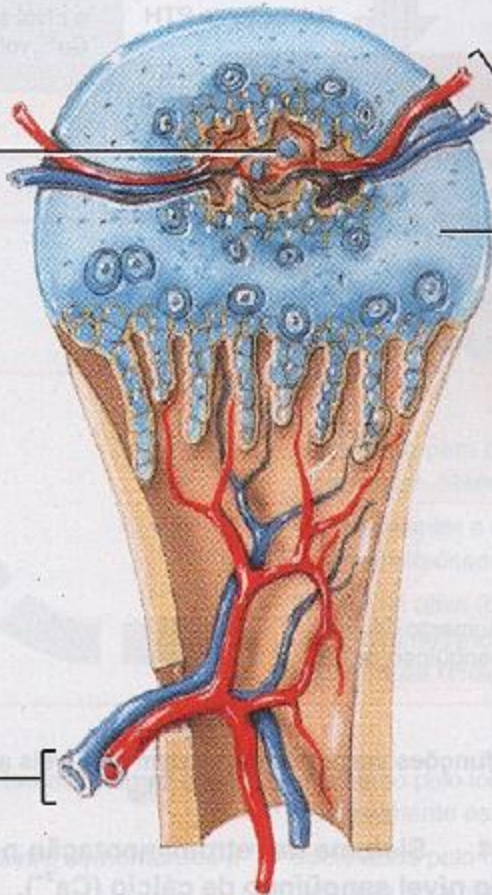
- Contém abundante matriz extracelular e células amplamente separadas;
- Formado por três tipos celulares:
 - Osteoblastos: Sintetizam e secretam fibras colágenas e materiais orgânicos para construção da matriz óssea;
 - Osteócitos: células ósseas maduras, responsáveis pela manutenção do tecido;
 - Osteoclastos: responsáveis pela “destruição” da matriz óssea, para crescimento, manutenção e reparo do osso.

Formação do osso

- Ossificação intramembranosa: Membrana de tecido conjuntivo dá origem aos ossos. No seu interior, ocorre a diferenciação de osteoblastos, que secretam a matriz extracelular, com posterior deposição de minerais e ossificação.
- Ossificação endocondrial: Ossificação de moldes de cartilagem. Inicialmente, são formados moldes de cartilagem no formato dos ossos e posteriormente, essas cartilagens são substituídas por ossos.



Centro secundário de ossificação



Artéria e veia epifisiais

Matriz não-calcificada

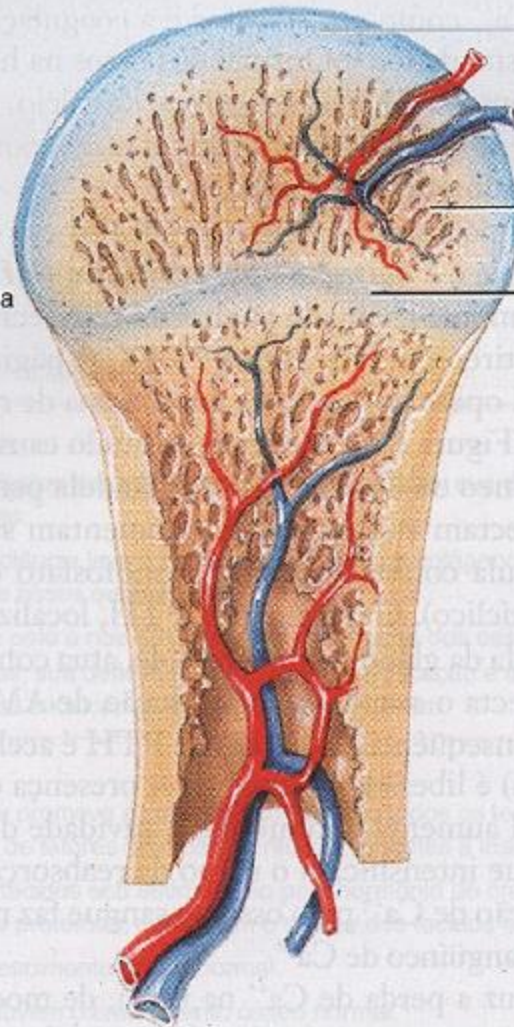
Artéria e veia nutrícias

4

Desenvolvimento do centro secundário de ossificação

5

Formação da cartilagem epifisial e da lâmina epifisial



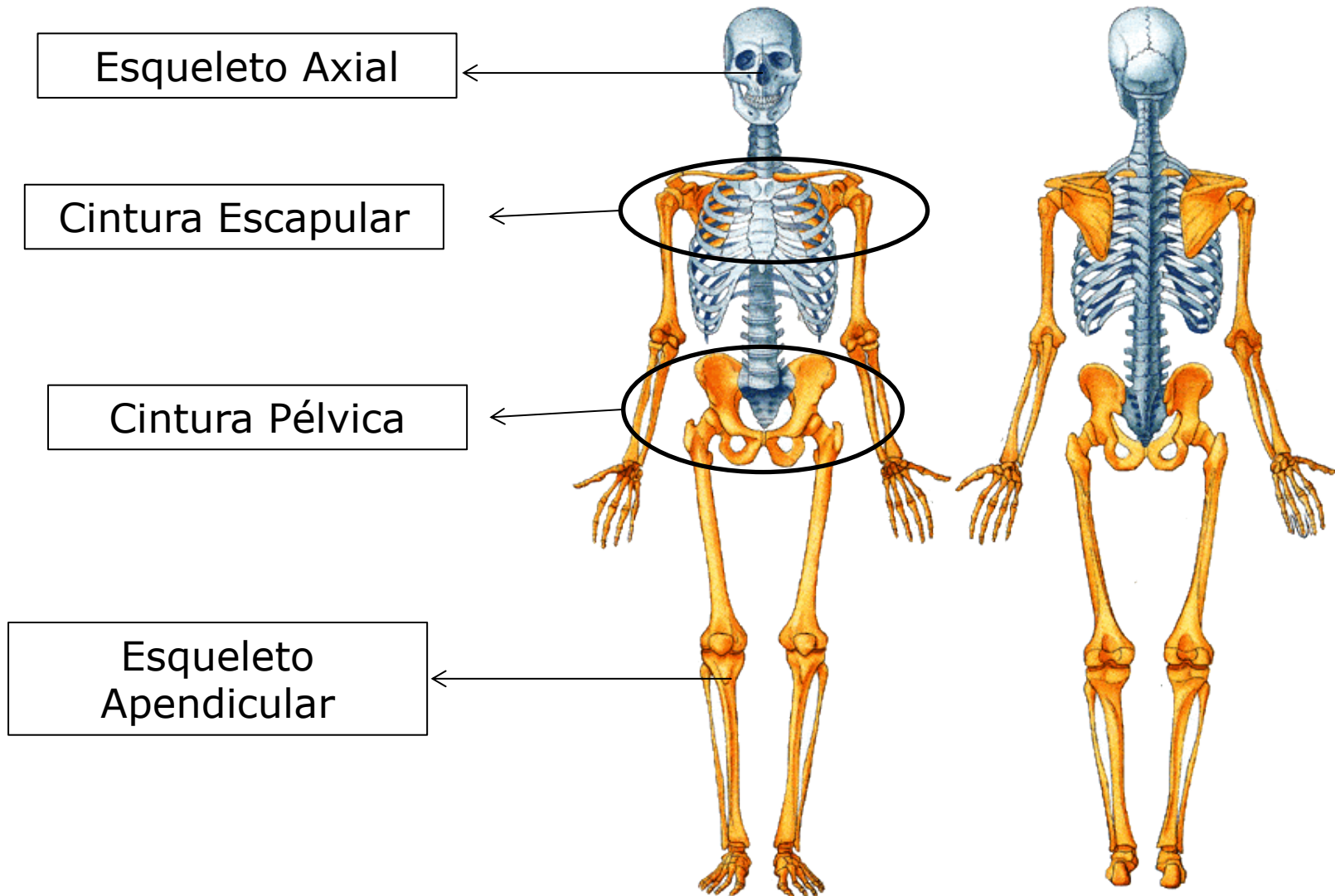
Cartilagem epifisial

Ossão esponjoso

Lâmina epifisial



Divisões dos sistema esquelético



Esqueleto axial ou mediano

- Ossos do crânio e face
- Ossos do pescoço
- Ossos do tronco

- Em um adulto, o esqueleto axial tem 80 OSSOS.

Esqueleto apendicular

- Dividido entre membros inferiores e superiores.
- Ossos dos braços, mãos, pernas, pés, cintura pélvica e cintura escapular.
- Um adulto tem 126 ossos em seu esqueleto apendicular.

Ler Capítulo 07 – O Sistema Articular

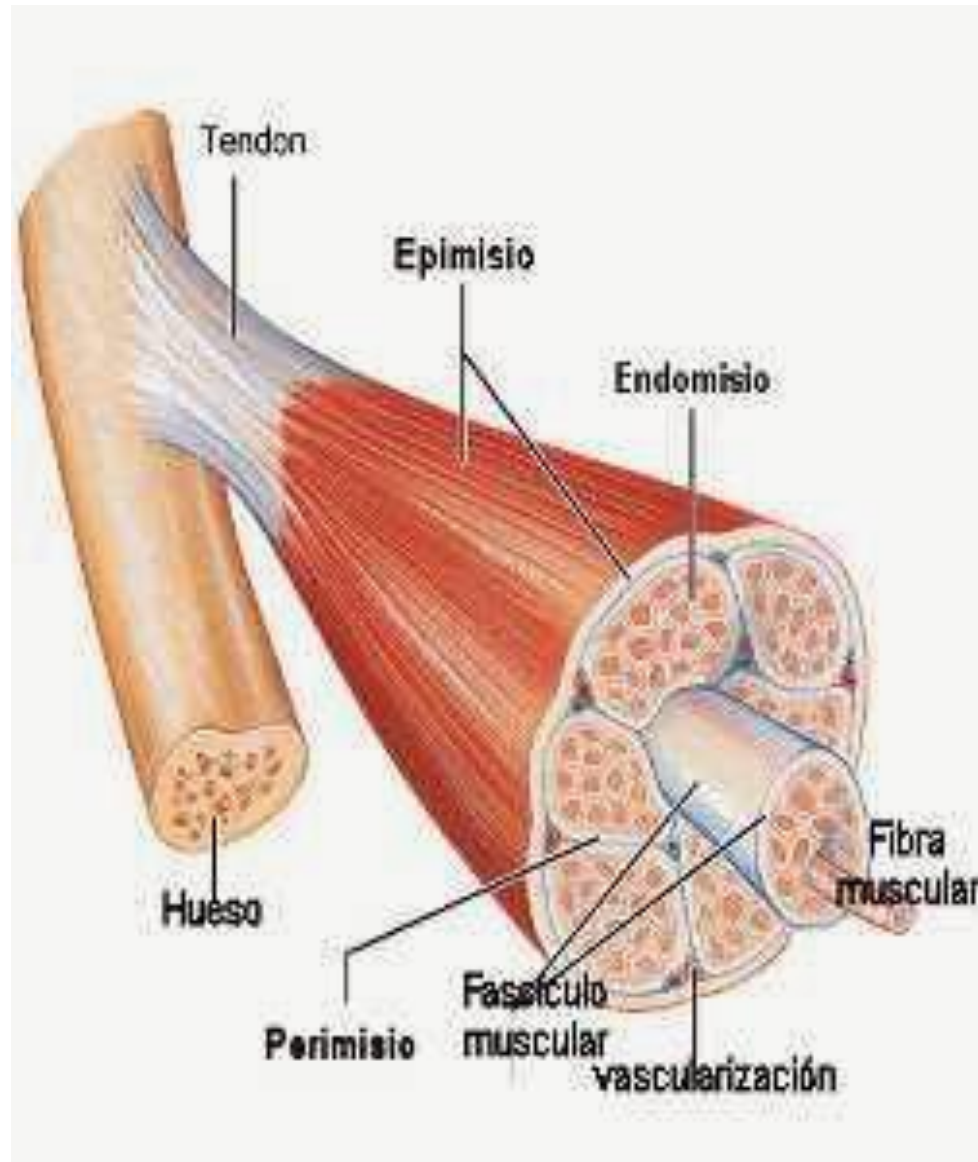
Tipos de tecido muscular

- **Tecido muscular esquelético:** fixado aos ossos, com aparência estriada e de ação voluntária. Baixa capacidade de regeneração e células multinucleadas;
- **Tecido muscular cardíaco:** encontrado somente no coração, também tem aparência estriada e ação involuntária. Pode se regenerar sob determinadas condições;
- **Tecido muscular liso:** presente em artérias, vias respiratórias, estômago e intestino. Tem ação involuntária e alta capacidade de regeneração.

Funções do tecido muscular

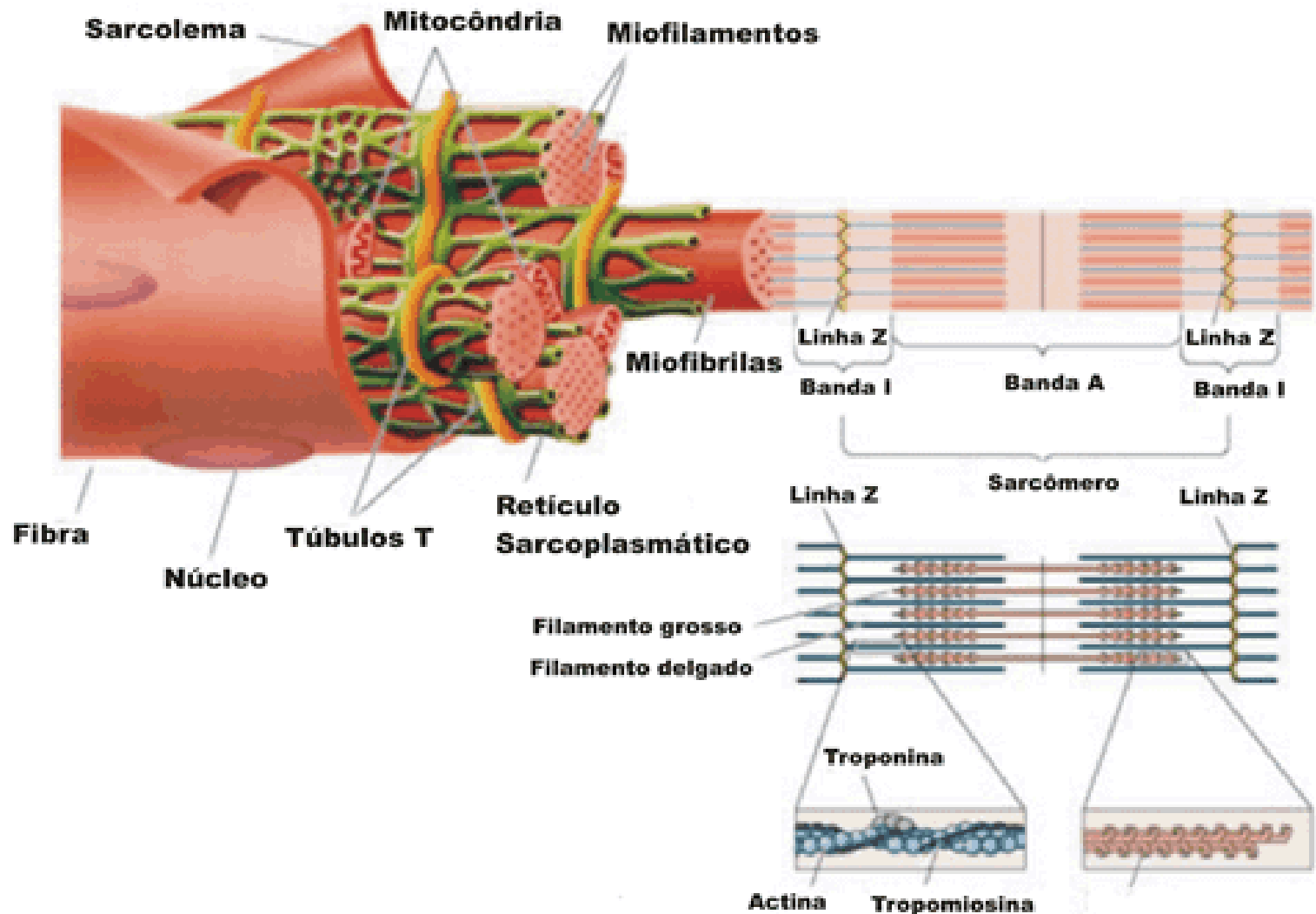
- Produzir movimentos;
- Estabilizar as posições;
- Regular o volume dos órgãos;
- Mover substâncias pelo corpo;
- Produzir calor.

Anatomia do tecido muscular

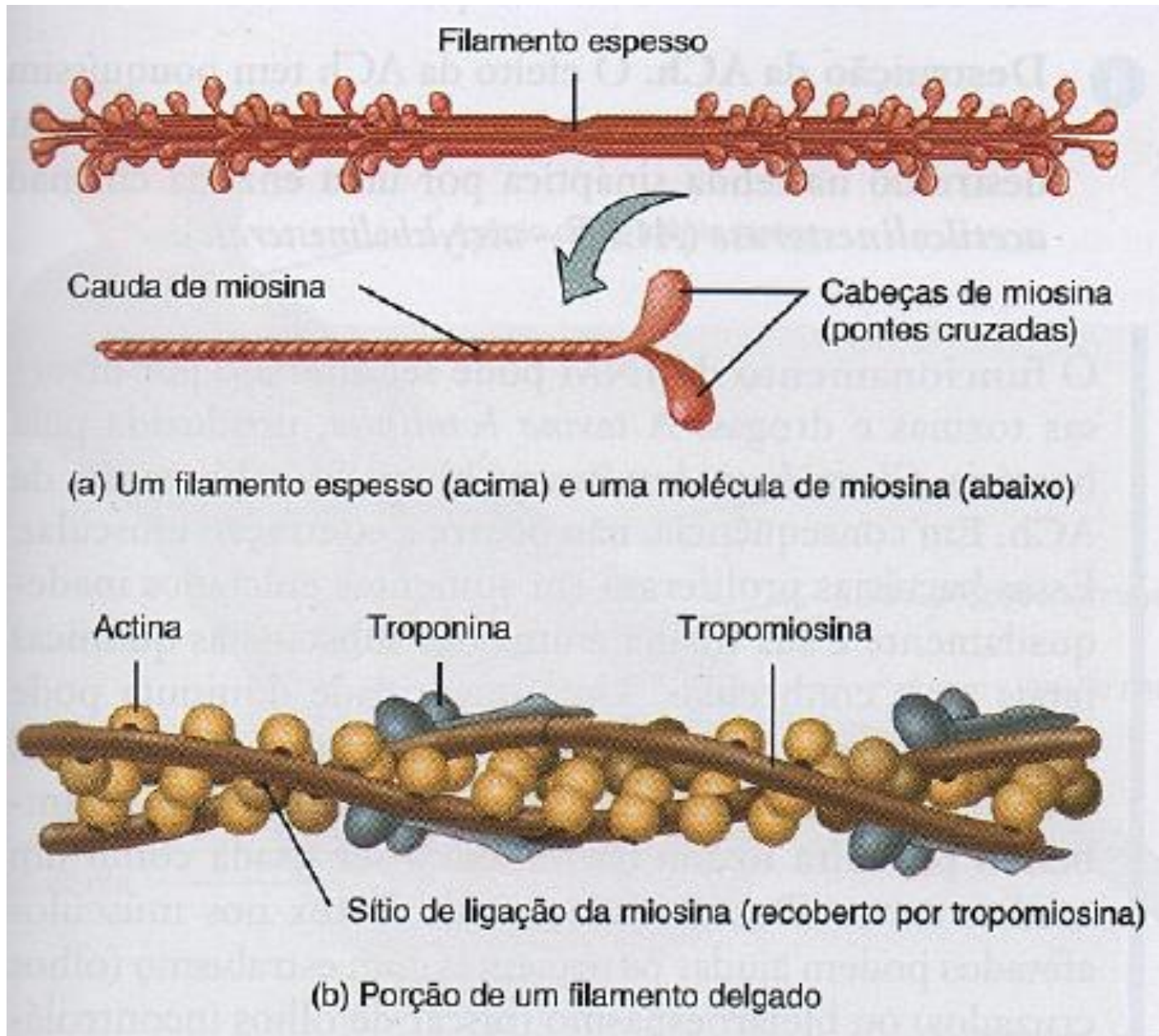


Anatomia do tecido muscular

Organização da fibra muscular



Anatomia do tecido muscular



Contração e relaxamento do músculo esquelético

<https://www.youtube.com/watch?v=j-5959hSHCc>

1 O impulso nervoso chega ao terminal axônico do neurônio motor e desencadeia a liberação de acetilcolina (ACh).

Impulso nervoso

Potencial de ação muscular

2 A ACh difunde-se através da fenda sináptica, liga-se aos seus receptores na placa motora terminal e desencadeia um potencial de ação muscular (PA).

Vesícula sináptica cheia de ACh

Receptor de ACh

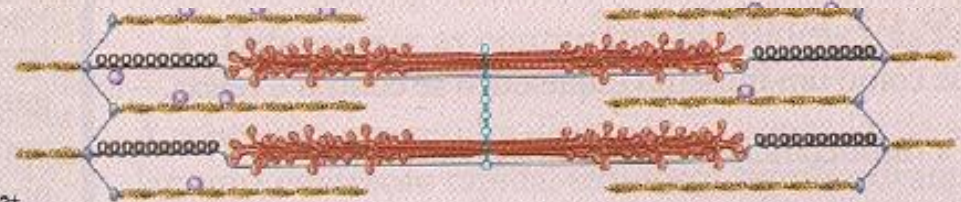
3 A acetilcolinesterase destrói a ACh na fenda sináptica, de modo que outro potencial de ação muscular não surge, a menos que mais ACh seja liberada do neurônio motor.

4 O potencial de ação muscular, correndo ao longo do sistema T, abre os canais de liberação de Ca^{2+} na membrana do retículo sarcoplasmático (RS), o que permite que os íons cálcio fluam para o sarcoplasma.

Sistema T

RS

Ca^{2+}



Ca^{2+} elevado

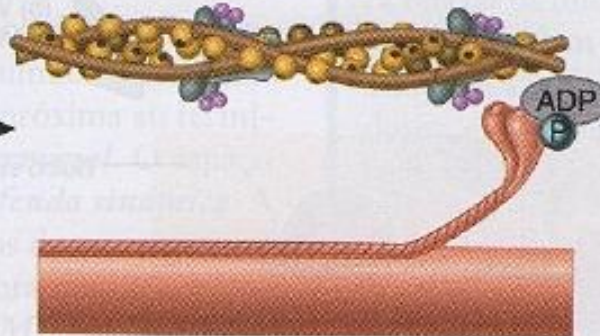
6 Contração: os picos de força usam ATP; as cabeças de miosina ligam-se à actina, giram e liberam-se; os filamentos delgados são puxados em direção ao centro do sarcômero.

5 O Ca^{2+} liga-se à troponina no filamento delgado, expondo os sítios de ligação para a miosina.

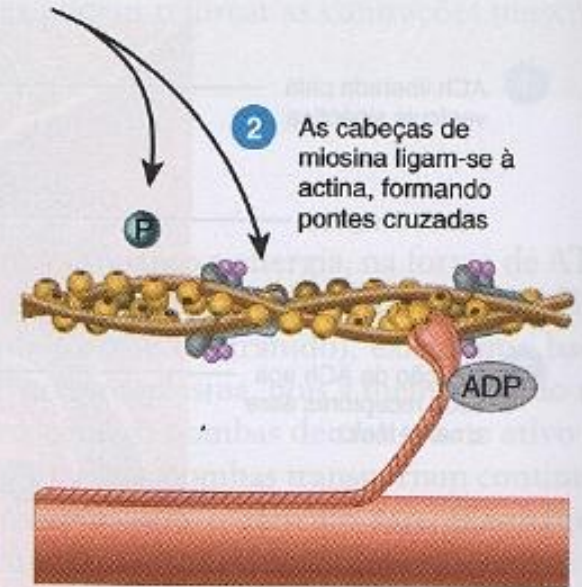


Durante o pico de força da contração, as cabeças de miosina giram e movimentam os filamentos delgados sobre os filamentos espessos, em direção ao centro do sarcômero.

- 1 As cabeças de miosina decompõem o ATP e tomam-se reorientadas e ativadas



- 2 As cabeças de miosina ligam-se à actina, formando pontes cruzadas

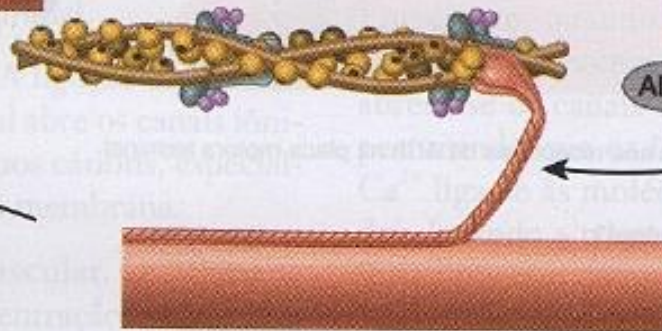


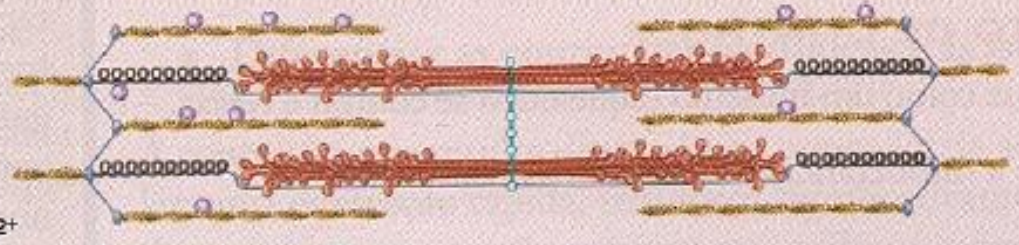
O ciclo de contração continua, se o ATP estiver disponível e o nível de Ca^{2+} no sarcoplasma for alto

- 4 À medida que as cabeças de miosina se ligam ao ATP, as pontes cruzadas se separam da actina



- 3 As cabeças de miosina giram em direção ao centro do sarcômero (pico de força)





Ca²⁺
elevado

5 O Ca²⁺ liga-se à troponina no filamento delgado, expondo os sítios de ligação para a miosina.



6 Contração: os picos de força usam ATP; as cabeças de miosina ligam-se à actina, giram e liberam-se; os filamentos delgados são puxados em direção ao centro do sarcômero.

8 O complexo troponina-tropomiosina desliza de volta à posição em que bloqueia os sítios de ligação de miosina na actina.



9 O músculo relaxa.



7 Os canais de liberação de Ca²⁺ no RS fecham-se, e as bombas de transporte ativo de Ca²⁺ usam o ATP para restaurar o baixo nível de íons cálcio no sarcoplasma.

Contração e relaxamento do músculo esquelético

- Liberação de Acetilcolina na junção neuromuscular;
- Ativação dos receptores de ACh, estimulando a entrada Na^+ na célula;
- Potencial de ação é espalhado pelo músculo pelo sistema T;
- Destruição da ACh na junção neuromuscular.

Contração e relaxamento do músculo esquelético

- Potencial de ação estimula a liberação de Ca^{2+} no citoplasma;
- Íons Ca^{2+} se ligam à troponina, o que leva à modificação da forma da tropomiosina.
- A modificação da forma da tropomiosina libera, no filamento de actina, os sítios de ligação actina/miosina.

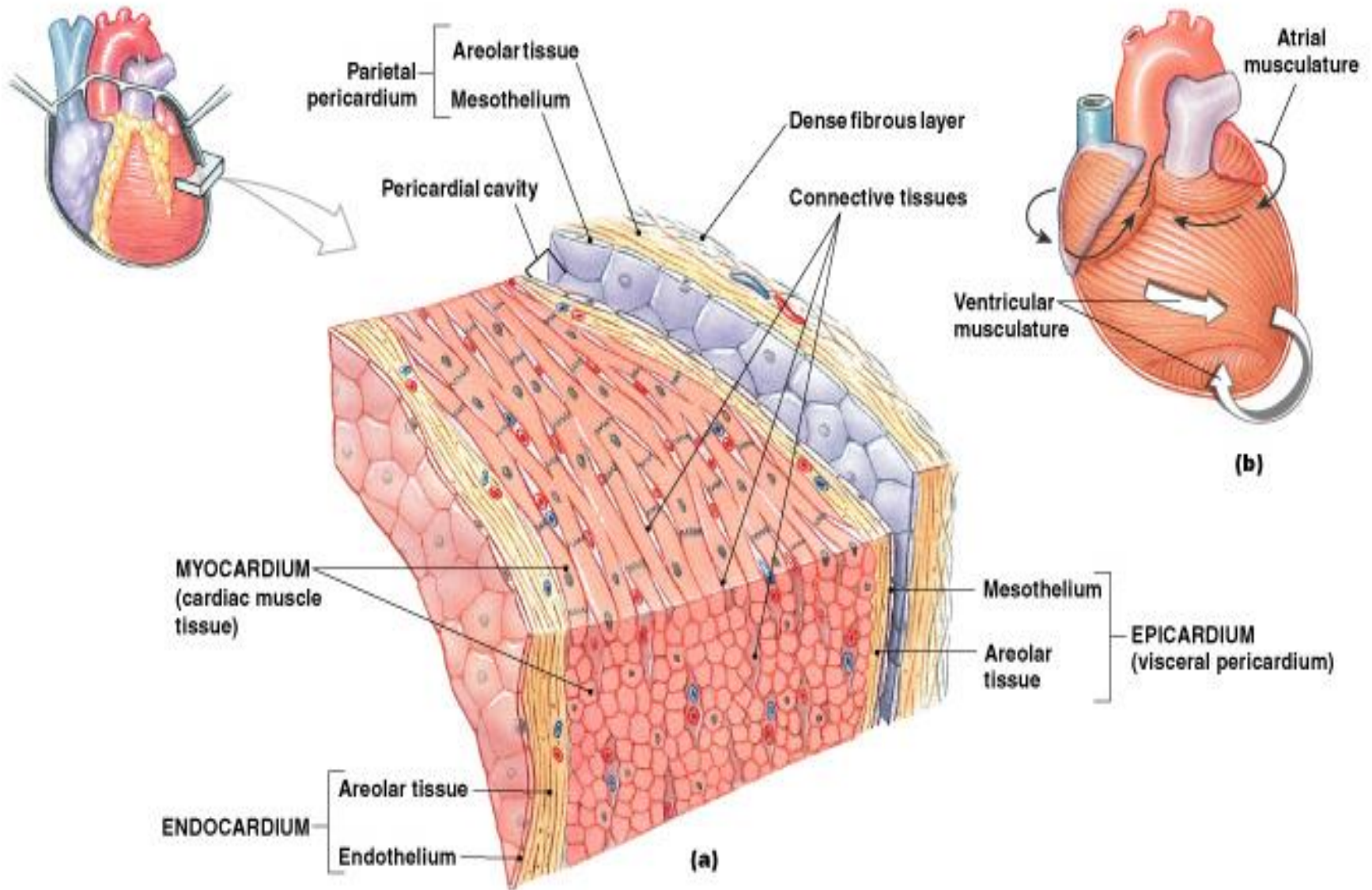
Contração e relaxamento do músculo esquelético

- ATP se liga na cabeça da miosina;
- Quebra de ATP em ADP + P transfere energia para miosina e permite ligação actina/miosina;
- Liberação de ADP gira as cabeças de miosina;
- Ligação de nova molécula de ATP devolve cabeça de miosina para sua posição original;

Contração e relaxamento do músculo esquelético

- Bombas de transporte ativo de Ca^{2+} recolhem os íons de volta ao retículo sarcoplasmático;
- Troponina e tropomiosina voltam à sua formação original;
- Músculo relaxa.

Tecido muscular cardíaco



Tecido muscular cardíaco

- Aparência estriada;
- Ação involuntária;
- Formação de um sincício celular;
- Controle intrínseco e extrínseco do ritmo cardíaco;
- Mitocôndrias maiores e mais numerosas do que no músculo esquelético;

Tecido muscular liso

- Não apresenta estrias;
- Ação involuntária;
- Presente em artérias, víceras, pêlos, etc;
- Movimentação lenta;
- Em geral, respondem à estímulos dos Sistema Nervoso Autônomo;

Características**Músculo Esquelético****Músculo Cardíaco****Músculo Liso****Aspecto da célula e características**

Fibra longa e cilíndrica com muitos núcleos localizados periféricamente; estriado; não-ramificado

Fibra cilíndrica ramificada geralmente com um núcleo localizado centralmente; discos intercalares unem as fibras vizinhas; estriado

Fibra mais espessa no centro e afilada em ambas as extremidades, tem um núcleo localizado centralmente; não-estriado

**Localização**

Fixado primariamente nos ossos pelos tendões

Coração

Paredes de vísceras ocas, vias respiratórias, vasos sangüíneos, íris e corpo ciliar do olho, músculo eretor do pêlo nos folículos pilosos

Diâmetro da fibra

Muito grande (10-100 μm)*

Grande (10-20 μm)

Pequeno (5-10 μm)

Comprimento da fibra

Muito grande (30-40 cm)

Pequeno (50-100 μm)

Intermediário (20-500 μm)

Sarcômeros

Sim

Sim

Não

Sistema de túbulos transversais

Sim, alinhados com cada junção da banda A-I

Sim, alinhados com cada disco Z

Não

Velocidade de contração

Rápida

Moderada

Lenta

Controle nervoso

Voluntário

Involuntário

Involuntário

Capacidade de regeneração

Limitada

Limitada

Considerável, comparada a outros tecidos musculares, mas limitada, comparada a outros tecidos, como o epitelial

*1 micrômetro (μm) = 1/1.000.000 de um metro.

Musculatura esquelética e movimento

