LOCOMOÇÃO

Grupo: Fábio Pais

Fábio Santana

Lucas Silveira

Tathiane da Silva

Disciplina: Ecofisiologia de organismos Nectônicos

Introdução:

- Tipos de esqueleto e suas estruturas;
- Tipos de músculos e funcionamento;
- Modos de locomoção animal.

Esqueletos

A estrutura dos esqueletos dá suporte e estabilidade ao movimento dos animais.

Existem 3 tipos de esqueletos:

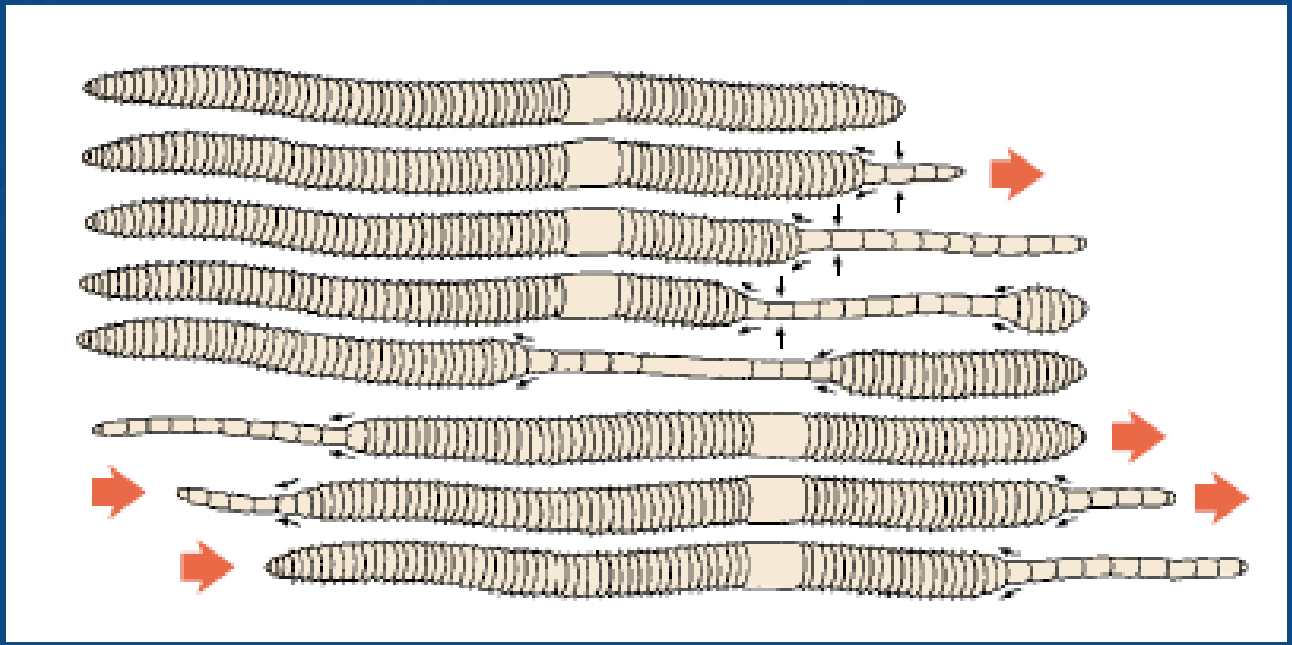
- Esqueleto Hidrostático
- Exoesqueleto
- Endoesqueleto

❖ Esqueleto Hidrostático

- Invertebrados de corpo mole (ex: minhocas e águas vivas)

- Cavidades preenchidas por fluidos e envoltas por músculos

Exemplo da minhoca



Uma onda de contrações dos músculos circulares anteriores começa e comprime cada segmento do corpo, com isso a pressão do fluido puxa a minhoca para frente

❖ Exoesqueleto

Prós:

- Ocorre em Artrópodes (crustáceos e insetos por exemplo)
- Reveste o corpo
- Composto por Polissacarídeo quitinoso
- É muito resistente e dá uma grande proteção aos órgãos internos

❖ Exoesqueleto

Contras:

- Deixa o animal vulnerável a predadores durante o período de ecdise.
- Limita o tamanho do animal.

Imagem da ecdise de uma cigarra

❖ Endoesqueleto

- É encontrado em vertebrados e equinodermos
- Seus ossos são internos e rígidos
- Dá suporte ao corpo, que, nos vertebrados, tem um exterior flexível e que se acomoda aos movimentos do esqueleto
- Seus ossos são aonde os músculos se atrelam
- Nos vertebrados, é composto por ossos e cartilagens, e são classificados em Axial e Apendicular.

- Endoesqueleto Axial

  •Se encontra na parte centro-vertical do corpo

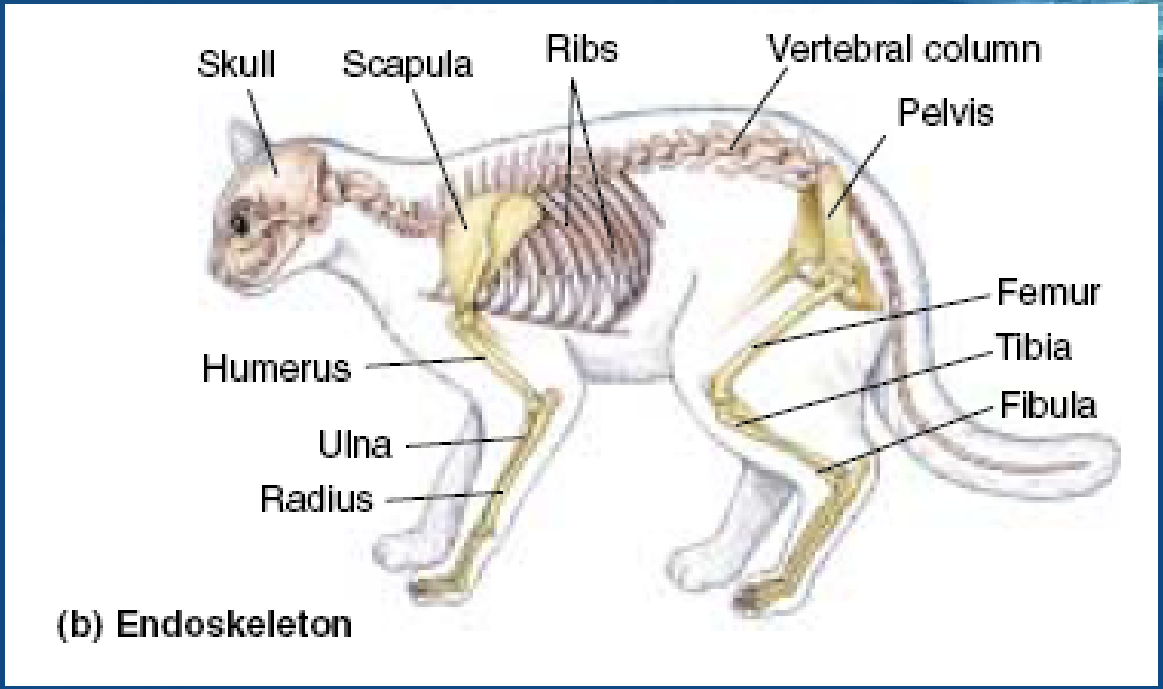
  •Seu ossos dão sustentabilidade ao corpo e protegem os órgãos da cabeça pescoço e peito

- Endoesqueleto Apendicular

  •Se encontra nas extremidades do corpo

  •Alguns de seus ossos são conectados a alguns dos ossos do endoesqueleto axial

  •E suas juntas são moveis



Em vertebrados, como esse gato, tem Endoesqueleto. A parte Axial esta colorido de rosa (indicado na figura estão: o Crânio, as Costelas e a Coluna Vertebral) e a parte Apendicular esta colorido de amarelo (indicado na figura estão os maiores ossos, são eles: a Escápula, o Humerus, a Ulna, o Rádio, a Pévis, o Fêmur, a Tíbia e a Femula)

Estrutura dos ossos

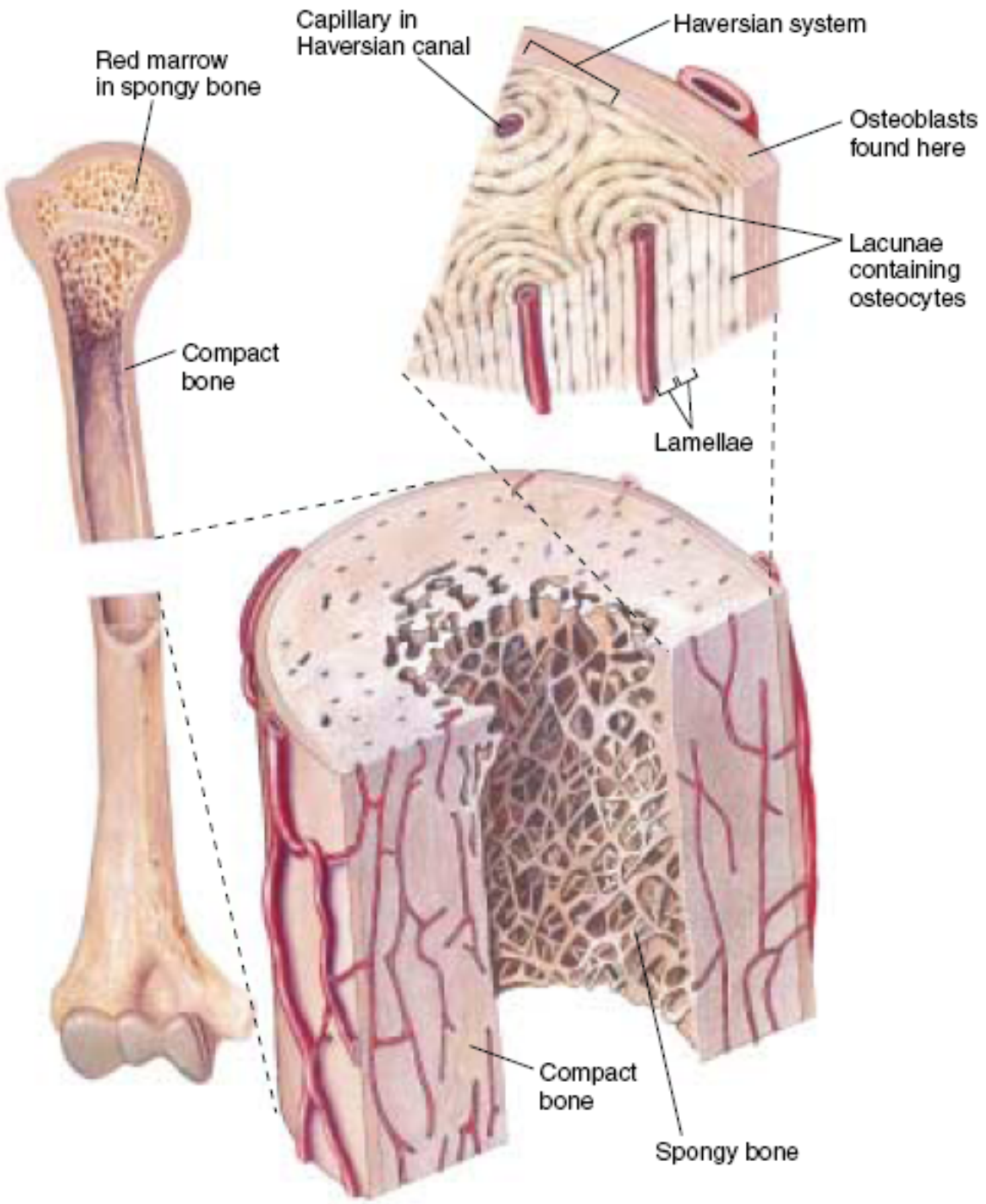
• Ossos são os principais materiais que compõem o esqueleto dos vertebrados

• São compostos por células e uma matriz extracelular que contem colágeno (dá certa flexibilidade) e fosfato de cálcio (em forma de cristais de hidroxiapatita, que dá resistência e dureza)

• São tecidos vivos, dinâmicos e que estão em constante reformulação (crescem e remodelam-se) durante a vida de um individuo

• São constituídos por camadas concêntricas e finas que descem pelos canais Harvesianos

• E nas extremidades e no interior de ossos longos encontra-se o osso esponjoso



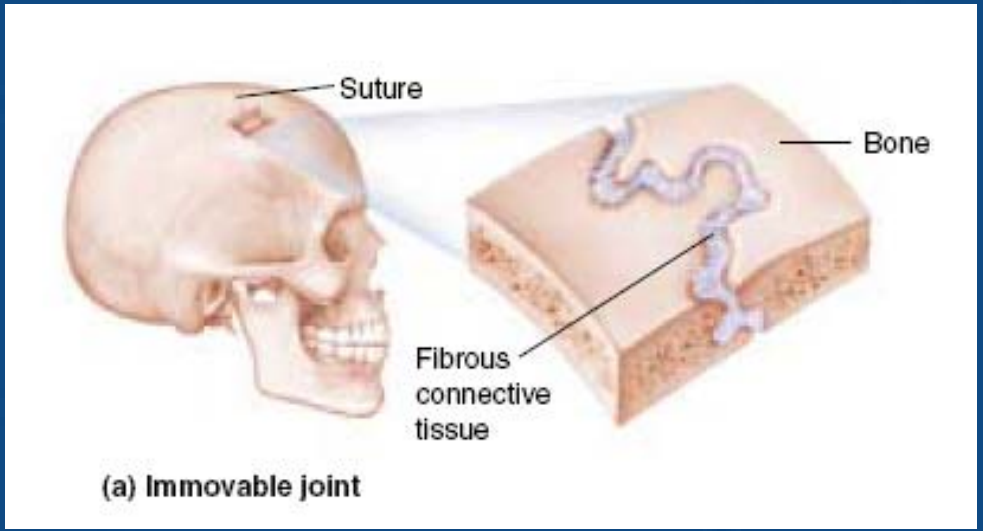
Organização do osso em três níveis de detalhe. Algumas partes são compactas e densas, dando dureza e resistência ao osso. Outras partes são esponjosas, aonde se encontra a medula óssea, aonde a maioria das células sangüíneas são formadas

Juntas (Articulações)

Juntas, ou articulações, são os locais aonde um osso encontra o outro, ou seja, são os locais que conferem flexibilidade ao esqueleto rígido, permitindo determinados movimentos dependendo do tipo de junta. Existem três tipos:

- Juntas Imóveis
- Juntas Pouco Móveis
- Juntas Totalmente Móveis

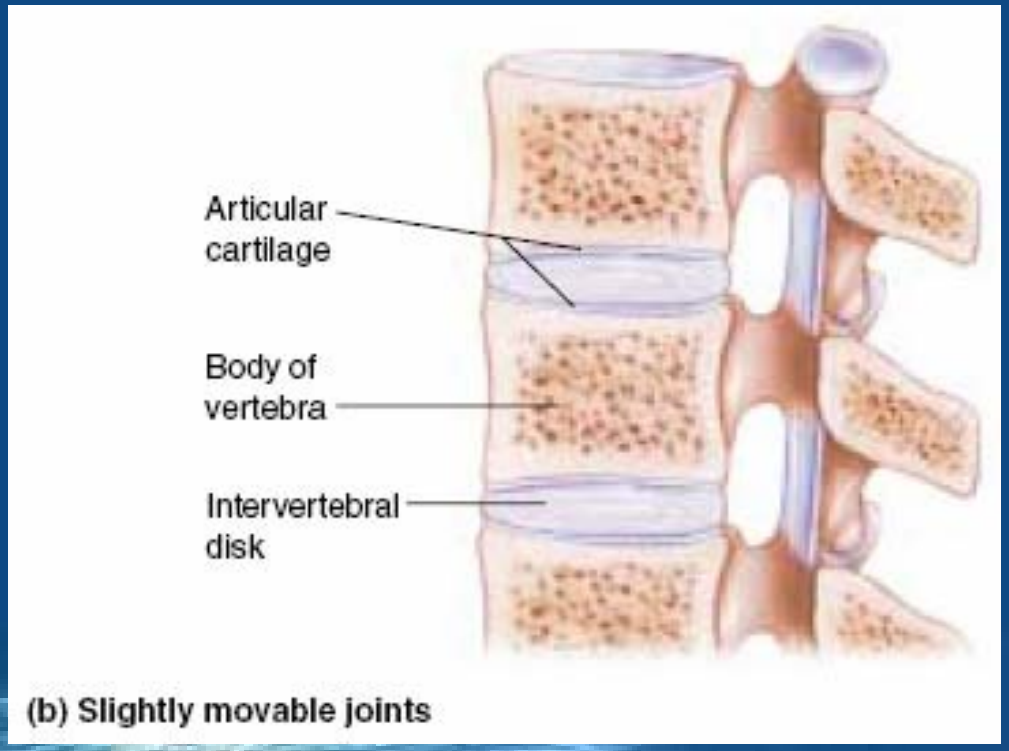
❖ Juntas Imóveis



São as suturas que juntam os ossos do crânio, ou seja, são os locais que antes do ser se desenvolver eram *fontanels* e mais tarde foram preenchidos por ossos.

❖ Juntas Pouco Móveis

- São as juntas aonde os ossos são intercalados por cartilagem
- Cartilagem que permite algum movimento e serve para amortecer choque



As juntas da coluna vertebral são pouco móveis, e entre as vértebras se encontram os discos intervertebral, formados de cartilagem.

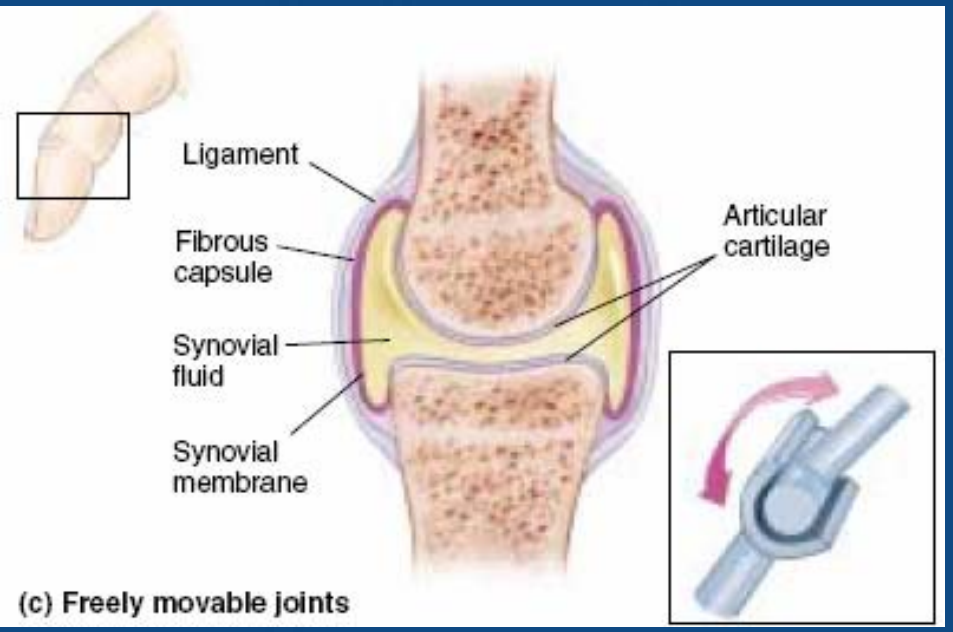
❖ Juntas Totalmente Móveis (ou Sinoviais)

- Incluem vários tipos de juntas

- As extremidades dos ossos são niveladas com cartilagem e cápsulas sinoviais que são reforçadas por ligamentos (tais cápsulas sinoviais contem fluido lubrificante)

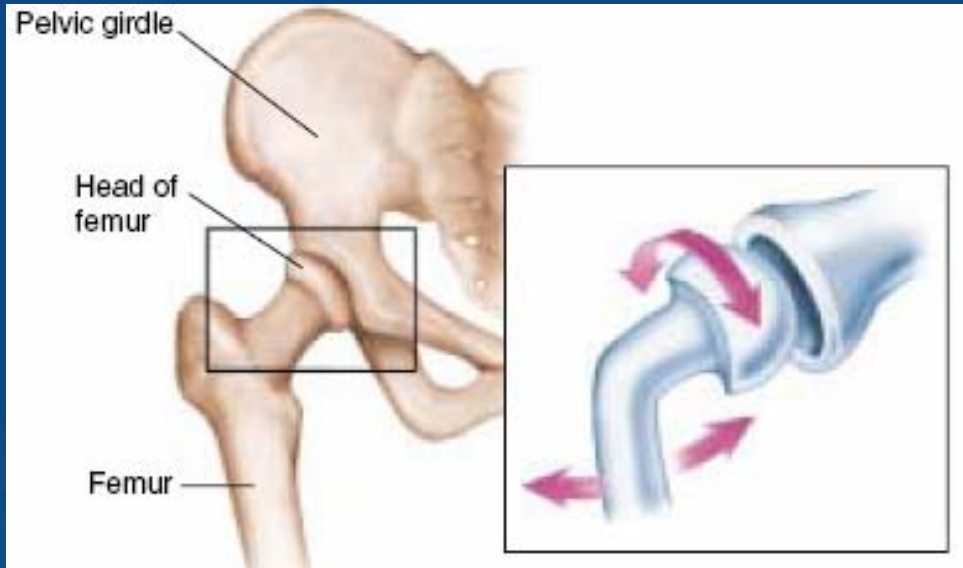
- E permitem movimentos ditados pela estrutura da junta

❖ Juntas Totalmente Móveis (ou Sinoviais)



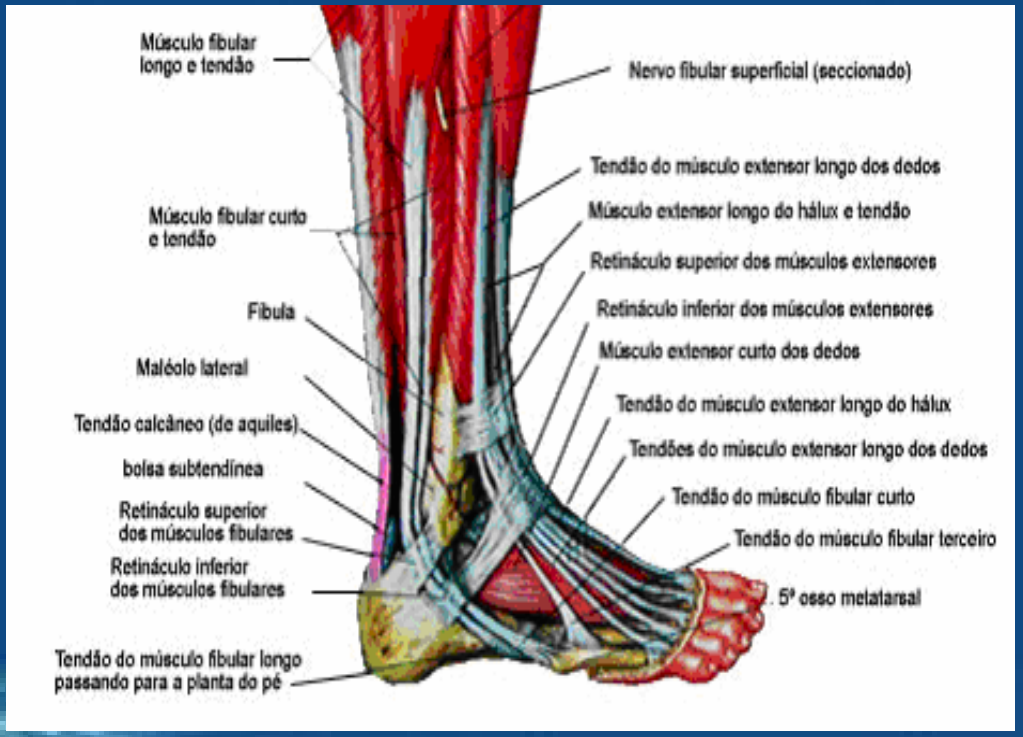
A junta do dedo só permite um movimento de abre-e-fecha

Enquanto a junta entre o Fêmur e a Pélvis tem uma estrutura de bola-e-cavidade, que permite uma variedade de movimentos



Ações dos músculos esqueléticos

- Produzem o movimento do esqueleto: contração e relaxamento.
- São inseridos aos diferentes tipos de osso (ou outros órgãos, por exemplo a pele) por meio de um espesso tecido conjuntivo com propriedades elásticas: os tendões.

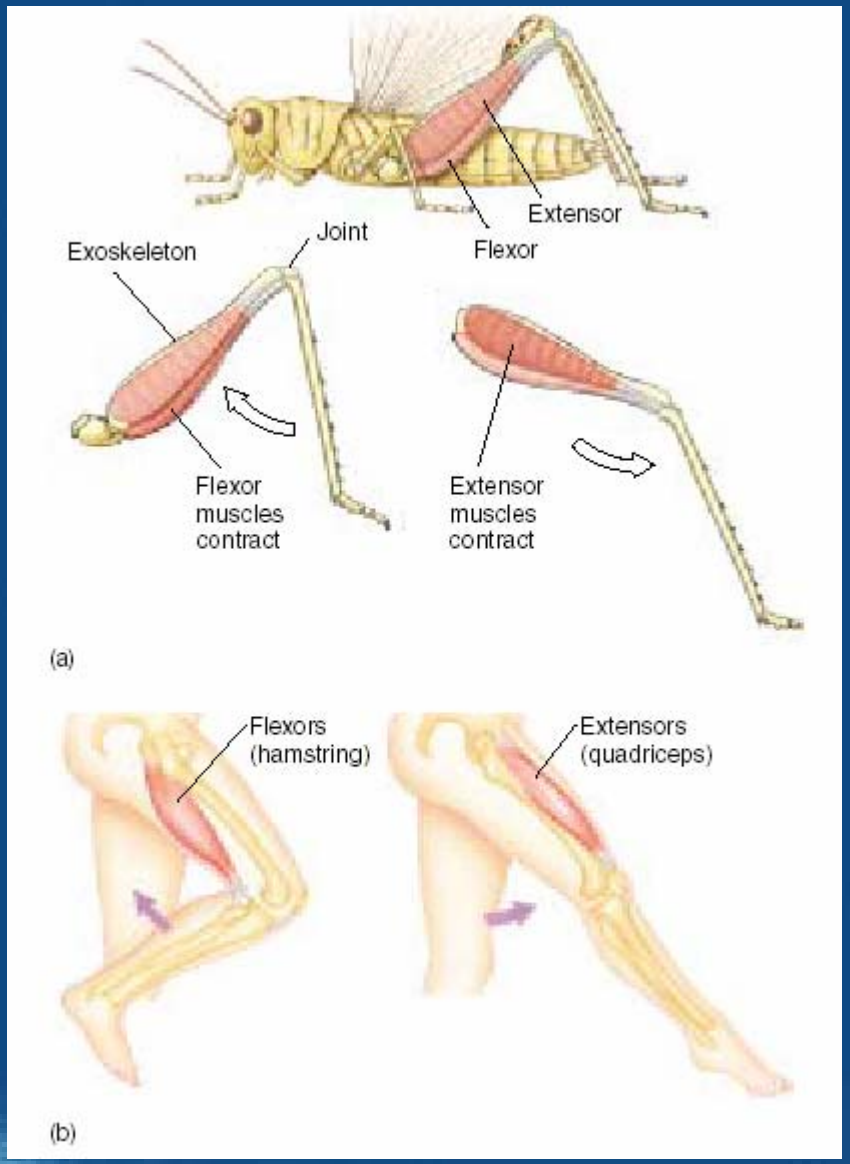


❖ Tipos de músculos esqueléticos

• Músculos sinergéticos: trabalham juntos para a realização de uma mesma ação na articulação

• Músculos antagônicos: músculos que flexionam uma articulação são antagônicos aos músculos que estendem a mesma articulação.

Exemplos dos tipos de músculos



❖ Tipos de contrações

• Contrações isotônicas: contração do músculo que envolve encurtamento, enquanto, o mesmo exerce uma força constante que corresponde à carga que está sendo erguida pelo músculo, assim, o músculo produz uma força igual ou superior a força oposta (levantamento de peso - gravidade).

• Contrações isométricas: inicia uma contração, porém, a mesma é absorvida pelos tendões e outros tecidos elásticos. O músculo não muda de tamanho. Essa concentração sempre ocorre (provoca tensão e estabilidade para o corpo).

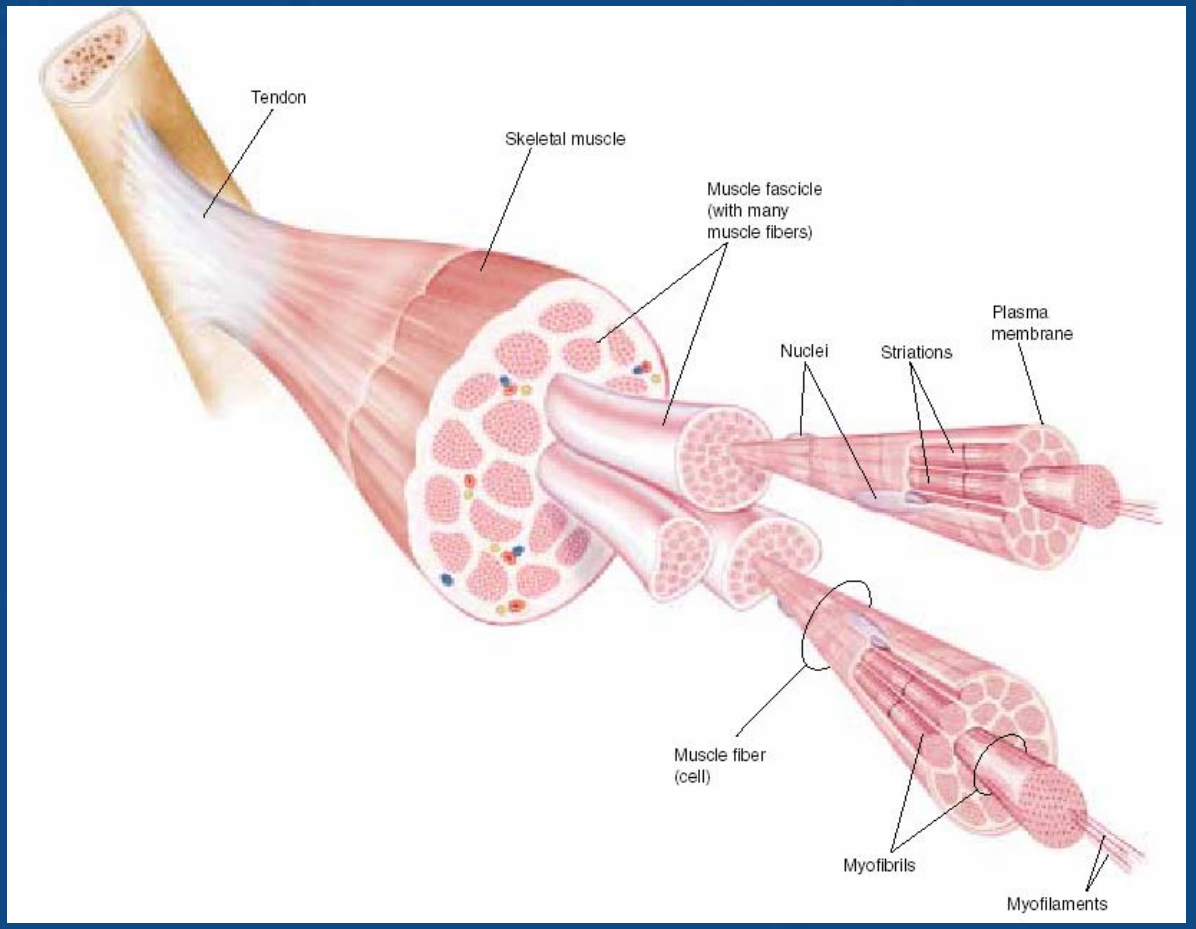
Mecanismo de contração dos filamentos delgados

• Cada músculo esquelético possui inúmeras fibras musculares.

• Cada fibra muscular anexa de 4 a 20 estruturas alongadas (miofibrilas).

• Cada miofibrila é composta por miofilamentos grossos e finos.

Estrutura muscular



❖ Estrutura interna das miofibrilas

• As miofibrilas são estriadas com bandas claras e escuras (bandas desenhadas por miofilamentos e miofibrilas).

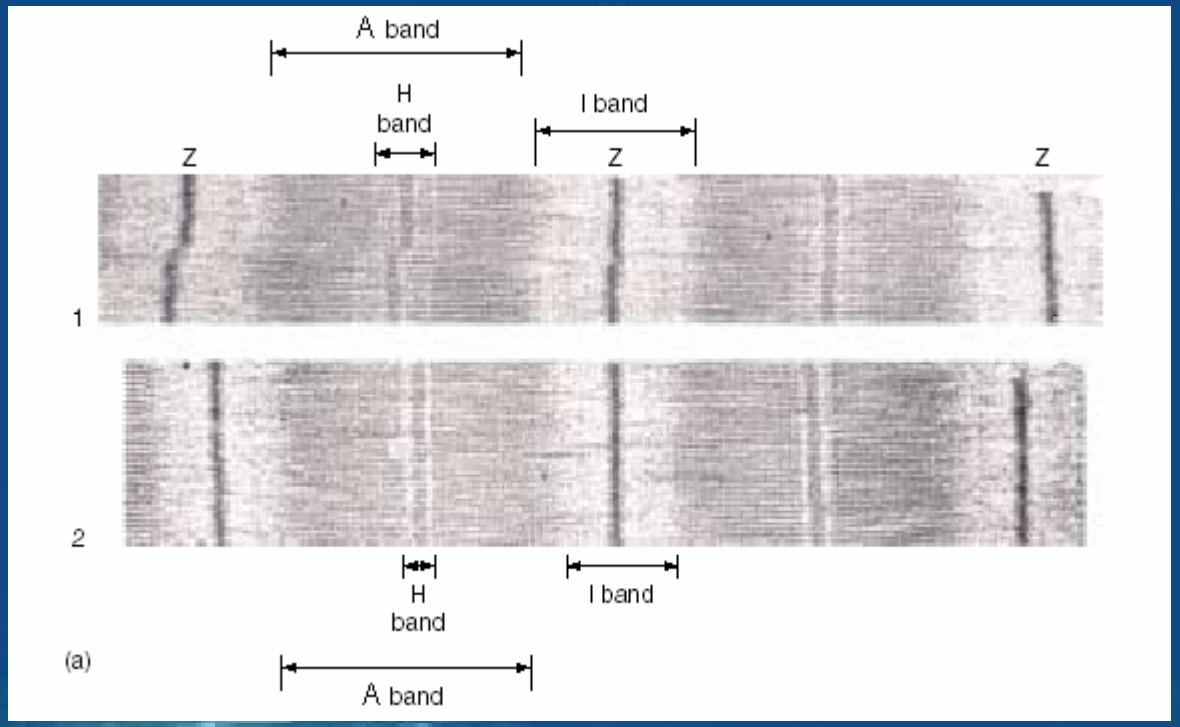
• Os miofilamentos grossos e finos são empilhados para formação da banda escura (banda A).

• Os miofilamentos finos produzem a banda clara (banda I). Cada banda I é dividida ao meio por uma proteína (linha Z). Duas linhas Z delimitam uma região que é chamada de sârcomero.

• A banda H é constituída somente por filamentos grossos.

❖ O mecanismo de contração

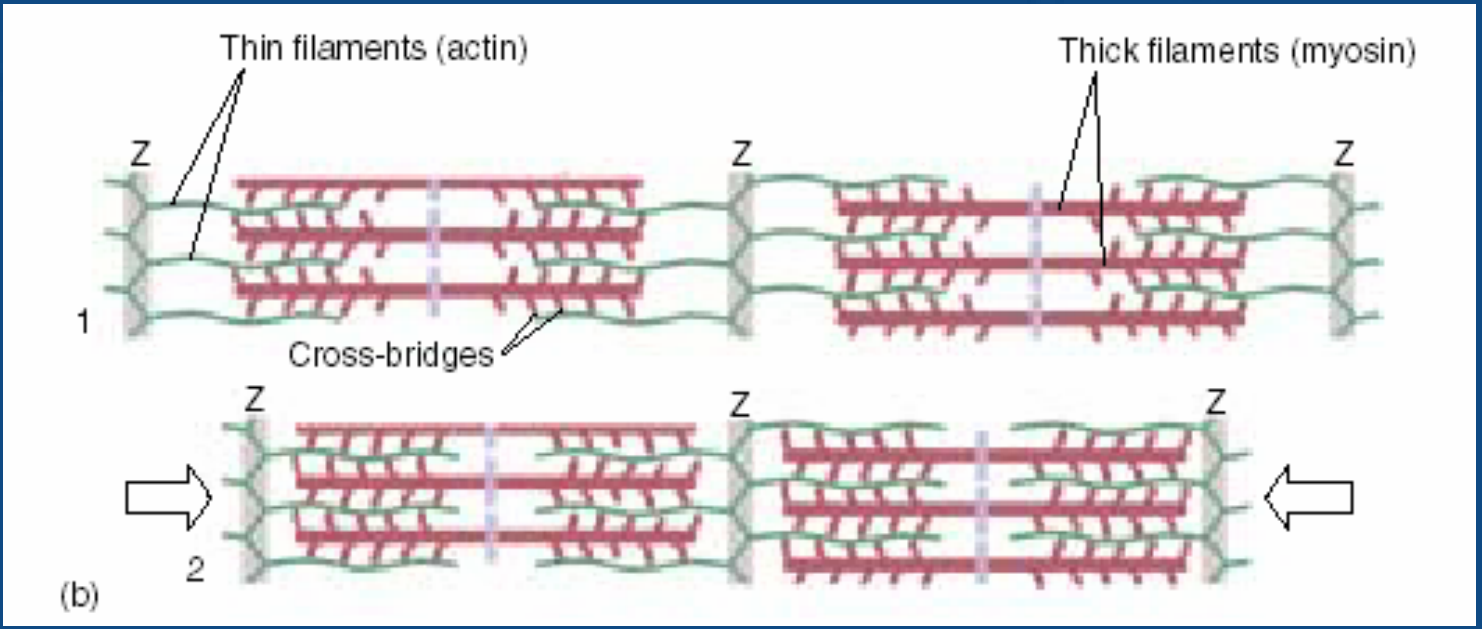
O mecanismo de contração dos filamentos delgados consiste na contração e encurtamento das miofibrilas, porém, os miofilamentos não se encurtam, na verdade são os filamentos finos que deslizam para dentro da banda A. E isto faz com que a banda H fique estreita e as linhas Z se aproximam uma da outra (diminuição do sarcômero).



1 – Músculo relaxado.

2 – Músculo parcialmente contraído.

Ilustração



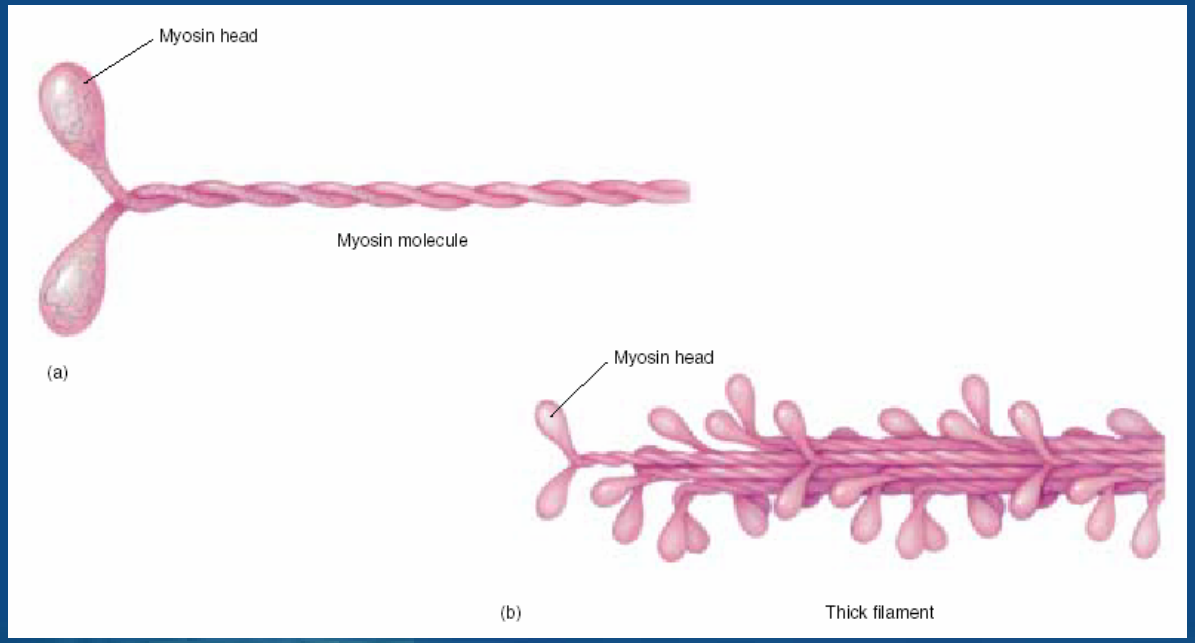
1 – Músculo relaxado.

2 – Músculo parcialmente contraído.

❖ “Cross-bridge”

• Mecanismo de deslizamento dos miofilamentos.

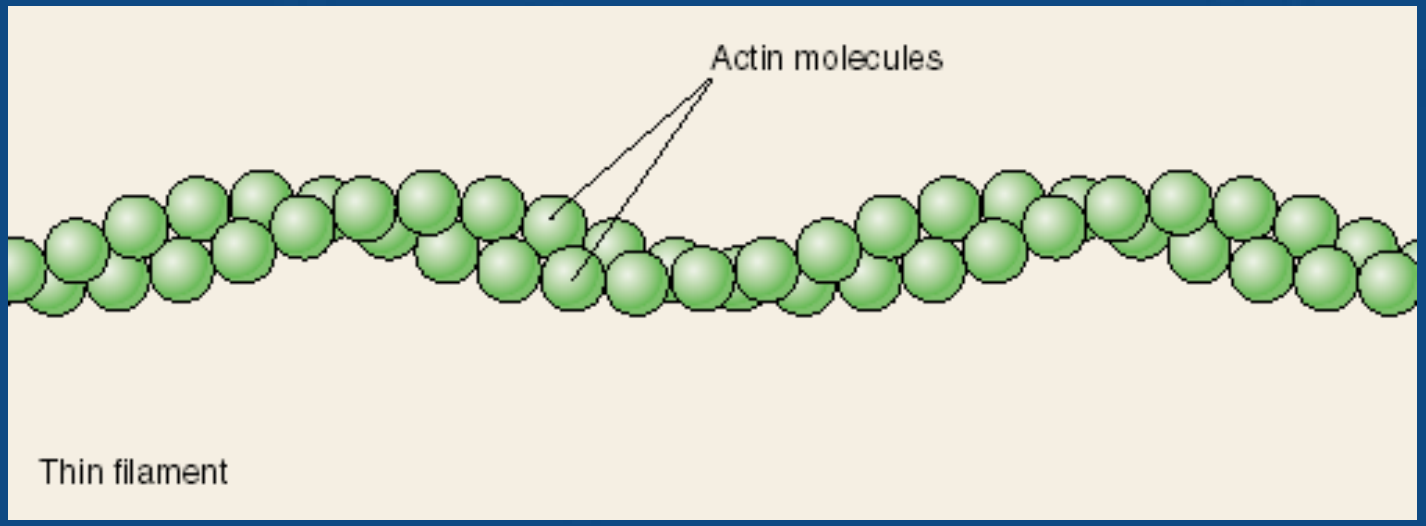
• Os filamentos grossos são compostos por vários pacotes de proteína **miosina**. E toda molécula de miosina possui uma região que se projeta (“cabeça”). Essa região forma o “cross-bridge” (contato do filamento grosso com o fino).



Estrutura molecular da miosina.

❖ “Cross-bridge”

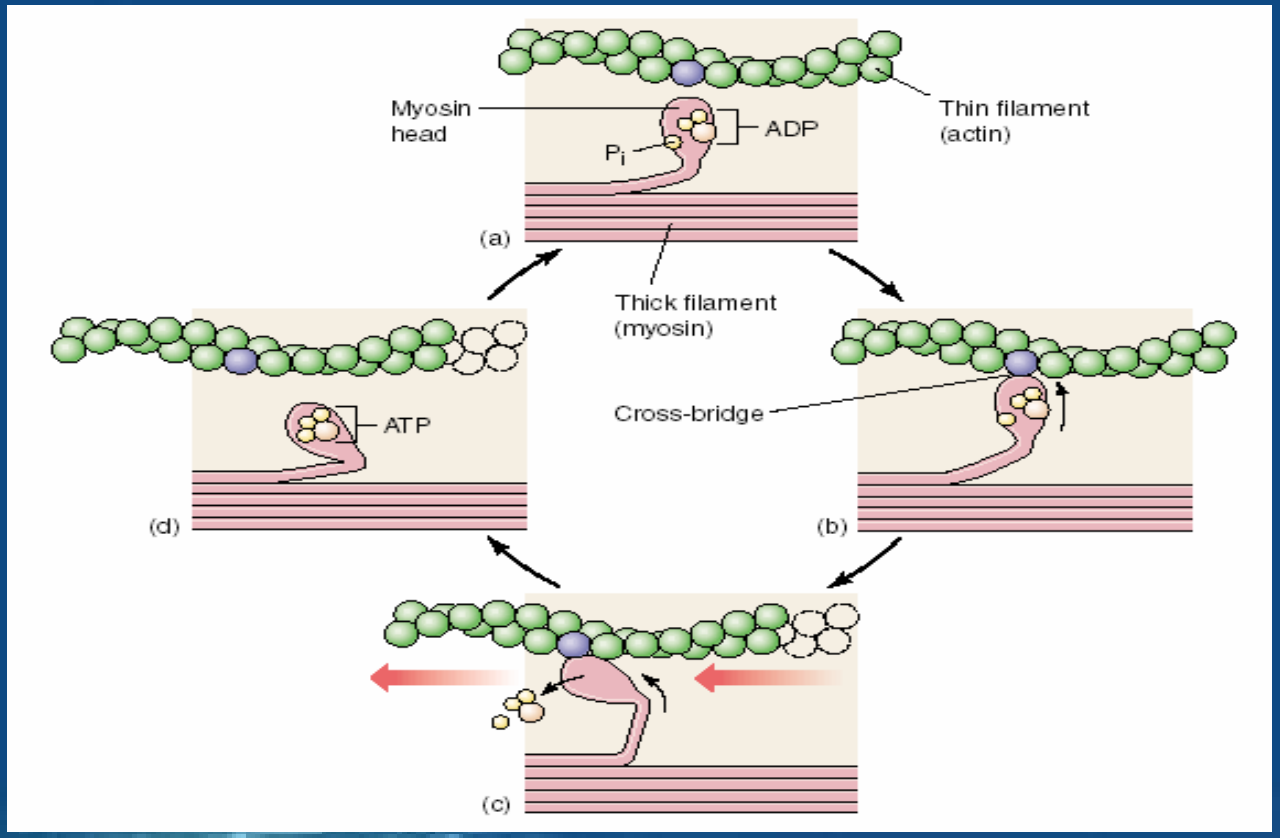
• Os filamentos finos são compostos por várias proteínas globulares de **actina** em cadeia, compondo uma dupla hélice.



Estrutura molecular do filamento fino – cadeia de actina.

❖ “Cross-bridge”

• Antes da “cabeça” da miosina se ligar ao filamento fino, ela age como uma enzima ATPase, quebrando ATP em ADP + P (fosfato). Isto ativa a miosina e faz com que ela se ligue a actina, formando o “cross-brigde”.



Ciclo de contração pelo “cross-bridge”.

❖ “Cross-bridge”

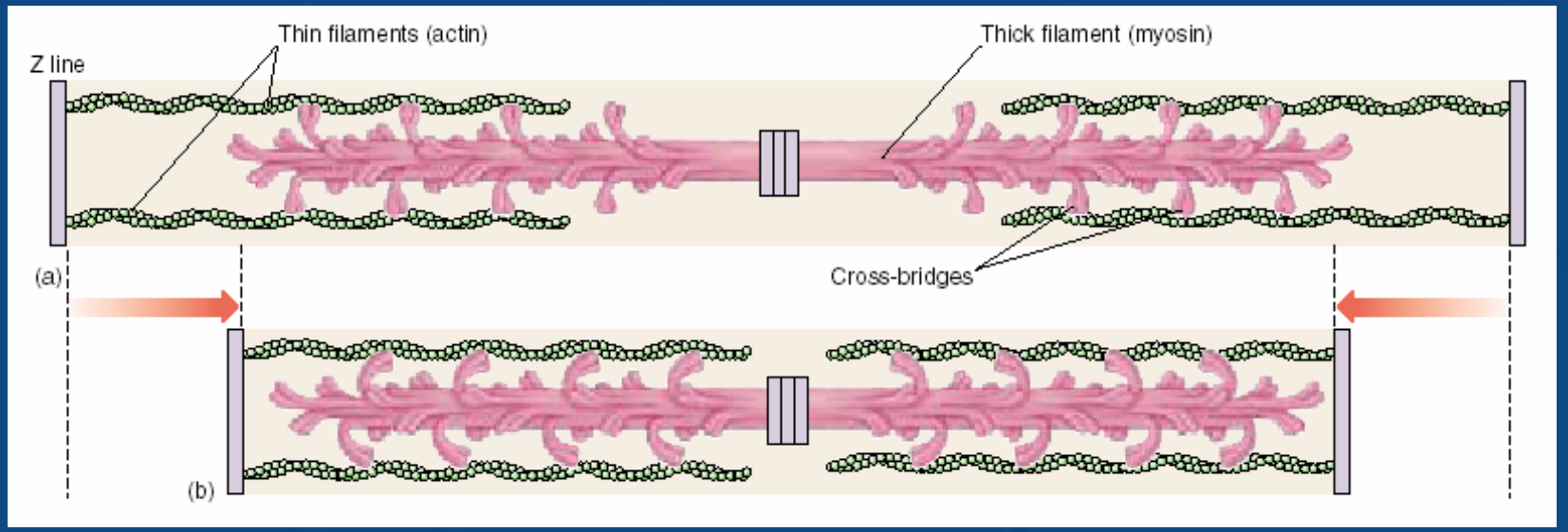
• O processo de ligação entre a molécula de miosina e actina faz com que as “cabeças” da miosina se inclinem e criem um movimento dos filamentos finos em direção ao centro do sarcômero, seguido da liberação do ADP + P formado inicialmente.

• Enquanto o movimento continua a acontecer outro ATP pode se ligar à miosina e assim manter o ciclo do “cross-bridge” durante a contração.

• A partir do momento em que um ATP entra na “cabeça” da miosina e não é quebrado em ADP + P o “cross-bridge” cessa.

• Em caso de morte a produção de ATP cessa e “cross-bridge” não se desfaz, provocando uma tensão dos músculos. Entretanto, é bom lembrar que uma célula viva é sempre capaz de produzir ATP

❖ “Cross-bridge”



(a) Início do “cross-bridge”.

(b) Contração muscular – nível molecular.

O controle da contração muscular

- A regulação do cálcio
- A contração estimulada por nervos
- O recrutamento e as unidades motoras

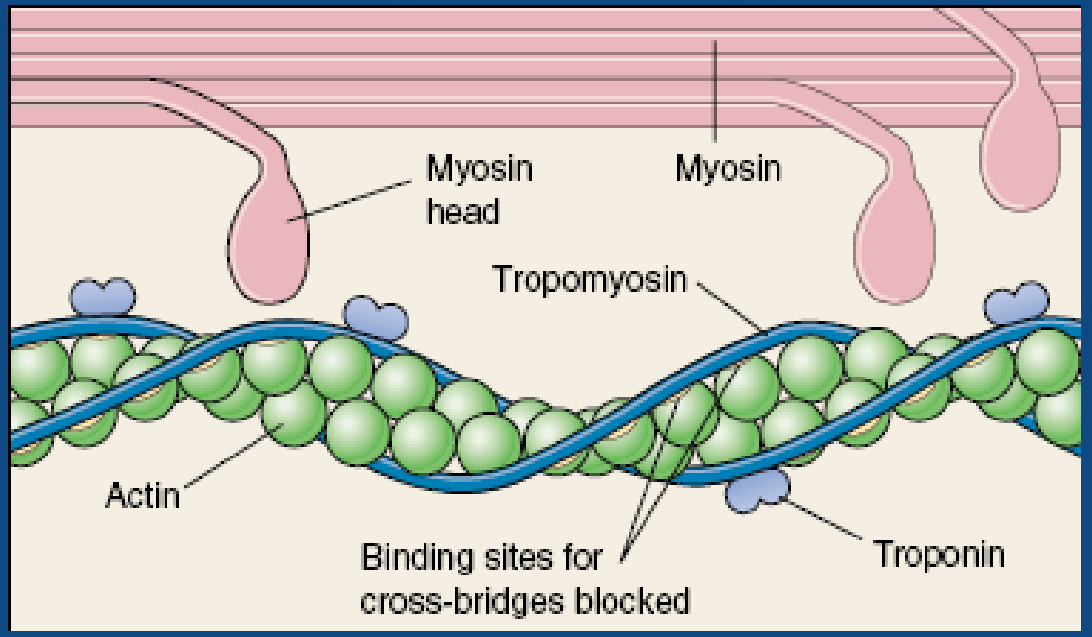
❖ A regulação do cálcio

Papel de complexos de proteínas associadas com o cálcio:

- Bloqueio das actinas
  - ➢ Baixas concentrações – quase nula
- Desbloqueio das actinas
  - ➢ Altas concentrações

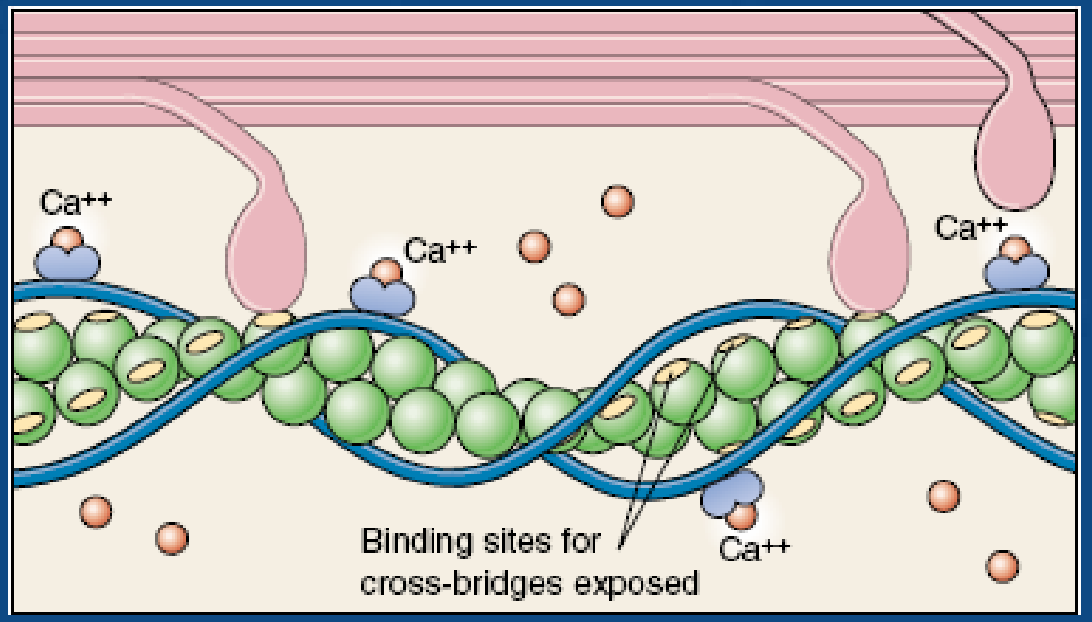
❖ A regulação do cálcio

- Bloqueio das actinas



❖ A regulação do cálcio

- Desbloqueio das actinas

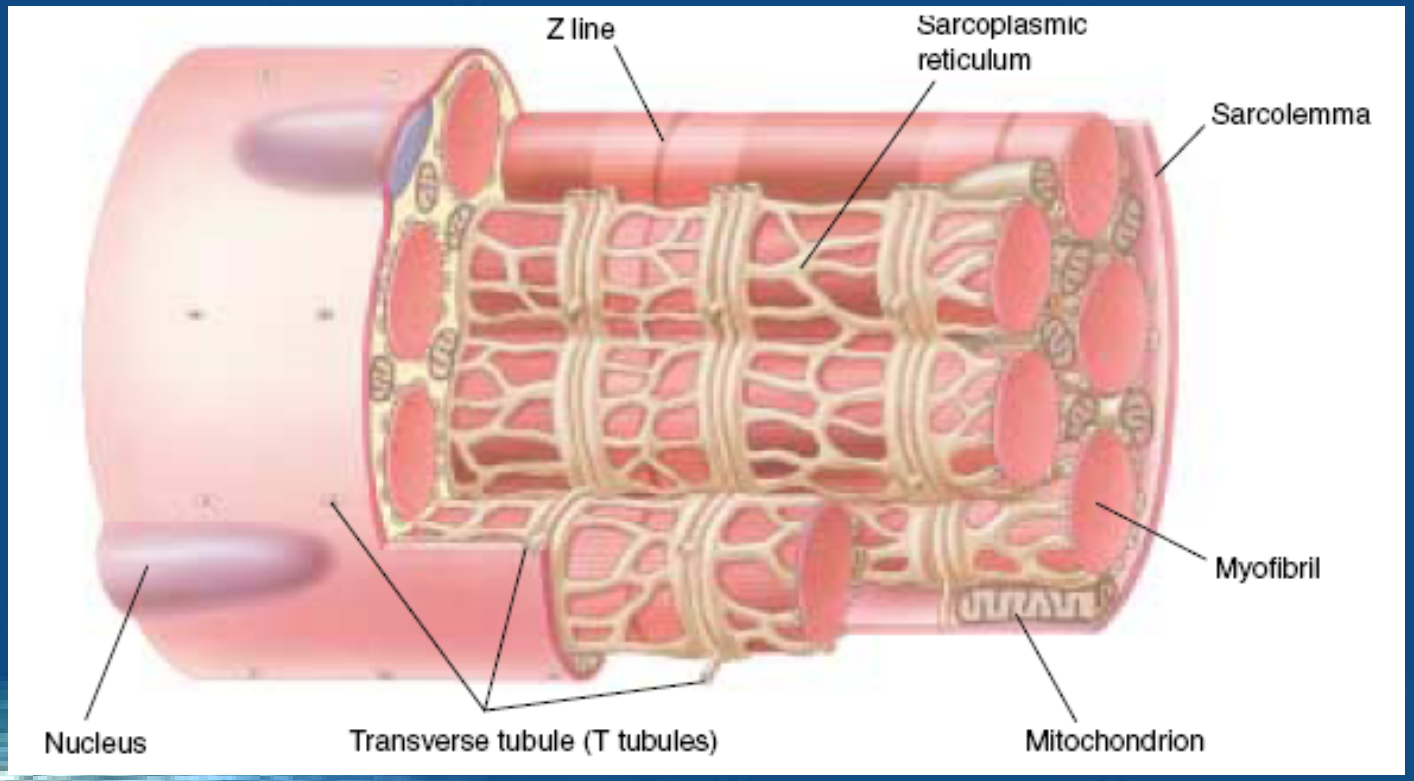


❖ A regulação do cálcio

Origem do cálcio para essa regulação:

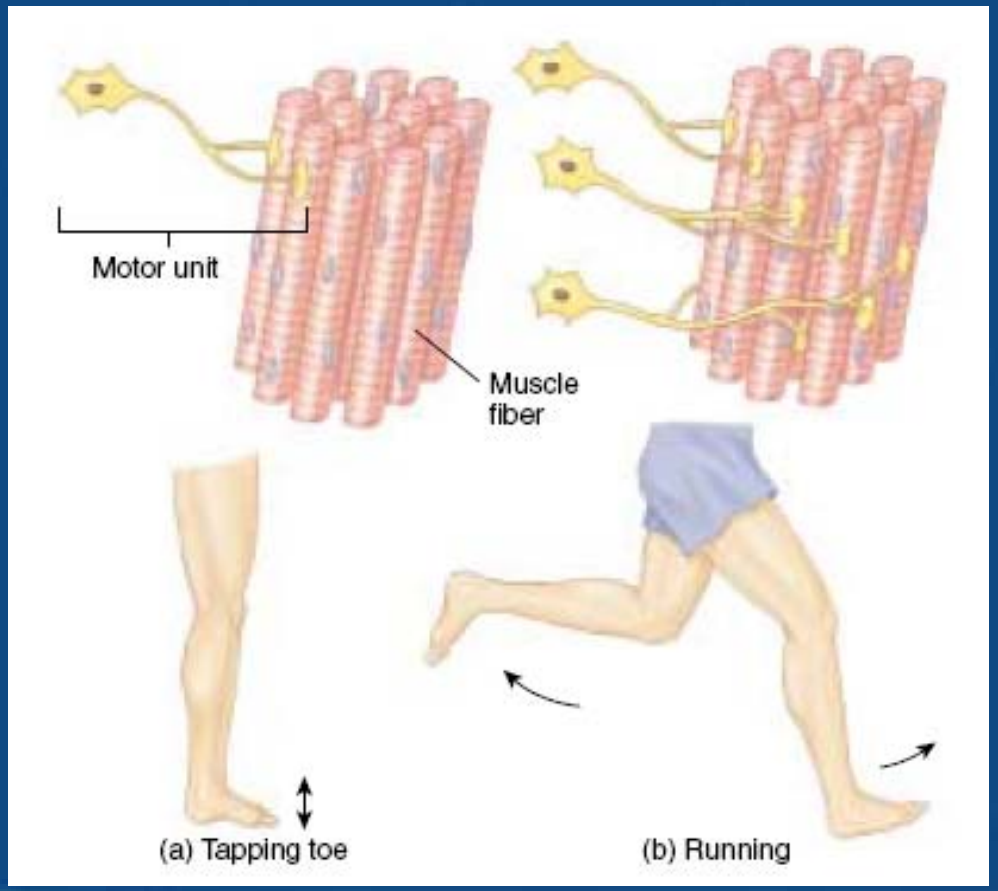
- Reticulo endoplasmático das fibras musculares

Reticulo Sarcoplasmático (Sarcoplasmatic reticulum ou SR)



❖ A contração estimulada por nervos

Músculos são estimulados a contrair por neurônios motores, chamados de neurônios motores somáticos.



❖ A contração estimulada por nervos

• Os neurônios possuem axônios com ramificações que se estendem para fazer ligações funcionais, ou sinapses, nas fibras musculares.

• Um axônio é capaz de estimular várias fibras musculares.

• Em alguns animais vários axônios estimulam uma fibra apenas.

• Nos homens, cada fibra muscular possui apenas uma sinapse de uma das ramificações dos axônios.

❖ A contração estimulada por nervos

Quando um neurônio motor somático produz impulsos eletroquímicos, ele estimula a contração muscular seguindo esses passos:

1 – Assim que ele realiza uma sinapse, este libera um neurotransmissor conhecido como acetilcolina. Esta por sua vez estimula a fibra muscular a produzir seu próprio impulso eletroquímico.

2 – O impulso passa ao longo da membrana celular e são levados para dentro d fibra muscular por meio dos túbulos T.

3 – Os túbulos T levam esses impulsos até o reticulo sarcoplasmático, que então libera os íons de cálcio (Ca^{2+}).

❖ A contração estimulada por nervos

Quando os impulsos eletroquímicos param:

- O neurônio para de liberar acetilcolina.
- A fibra muscular também para de produzir impulso, e os túbulos T não carregam mais impulsos.
- O reticulo sarcoplasmático para de liberar íons cálcio.
- A troponina libera as actinas do filamento fino.
- E a tropomiosina retorna a sua posição inibitória, impossibilitando a formação das “cross-bridges”.

❖ A contração estimulada por nervos

Todo esse processo de estímulo, liberação, inibição, etc, onde o cálcio desempenha o papel mais importante é conhecido como associação de excitação- contração

❖ O recrutamento e as unidades motoras

• A resposta de uma fibra muscular a um estímulo ocorre de uma forma inteira ou sem resposta.

• O conjunto de fibras musculares inervadas por uma parte das ramificações de um axônio de um neurônio motor somático é definido como uma Unidade Motora.

• Quando ocorre um impulso por meio desse neurônio todas as fibras musculares ligadas à essa unidade contraem juntas.

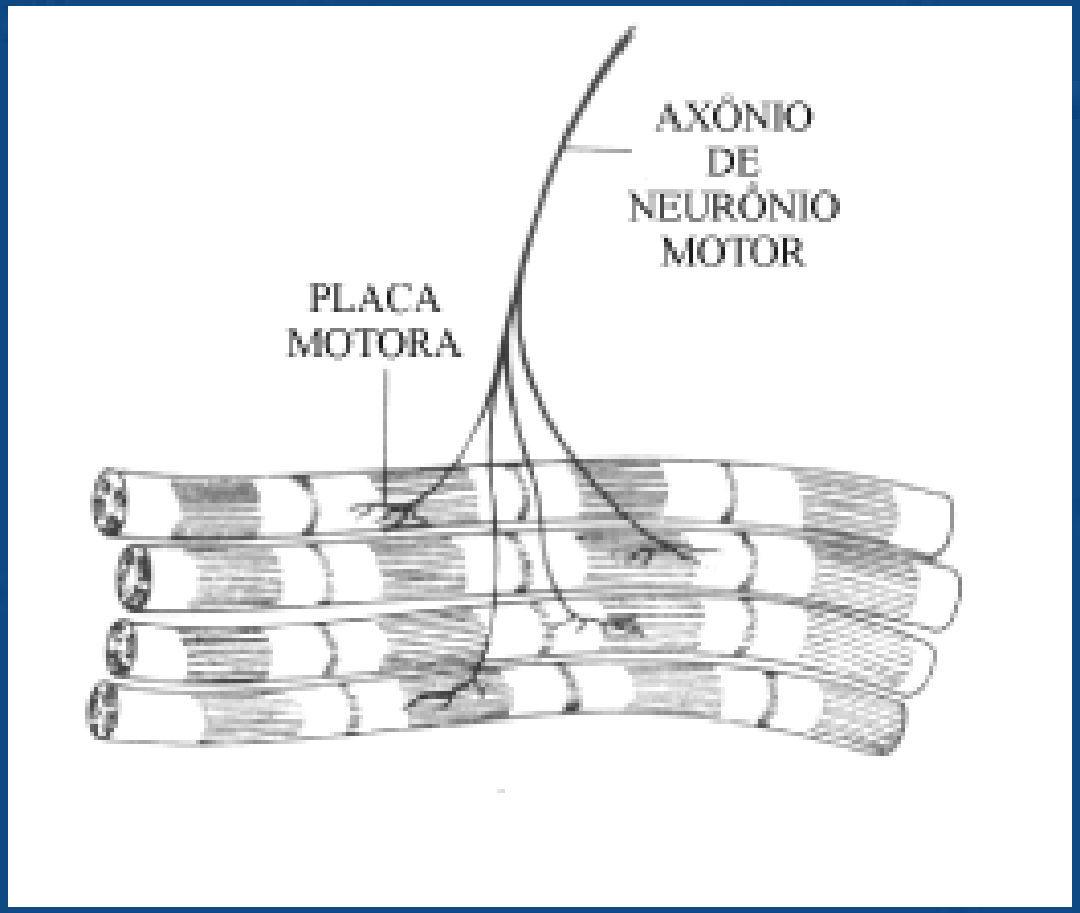
❖ O recrutamento e as unidades motoras

- Maioria dos músculos possuem unidades motoras dos mais variados tamanhos que podem ser ativadas seletivamente.

Por exemplo: as menores contrações envolvem poucas unidades motoras, enquanto que à medida que exigem mais força pro movimento, mais unidades motoras são ativadas.

Esse exemplo é denominado como um recrutamento.

Unidade motora e seu respectivo axônio

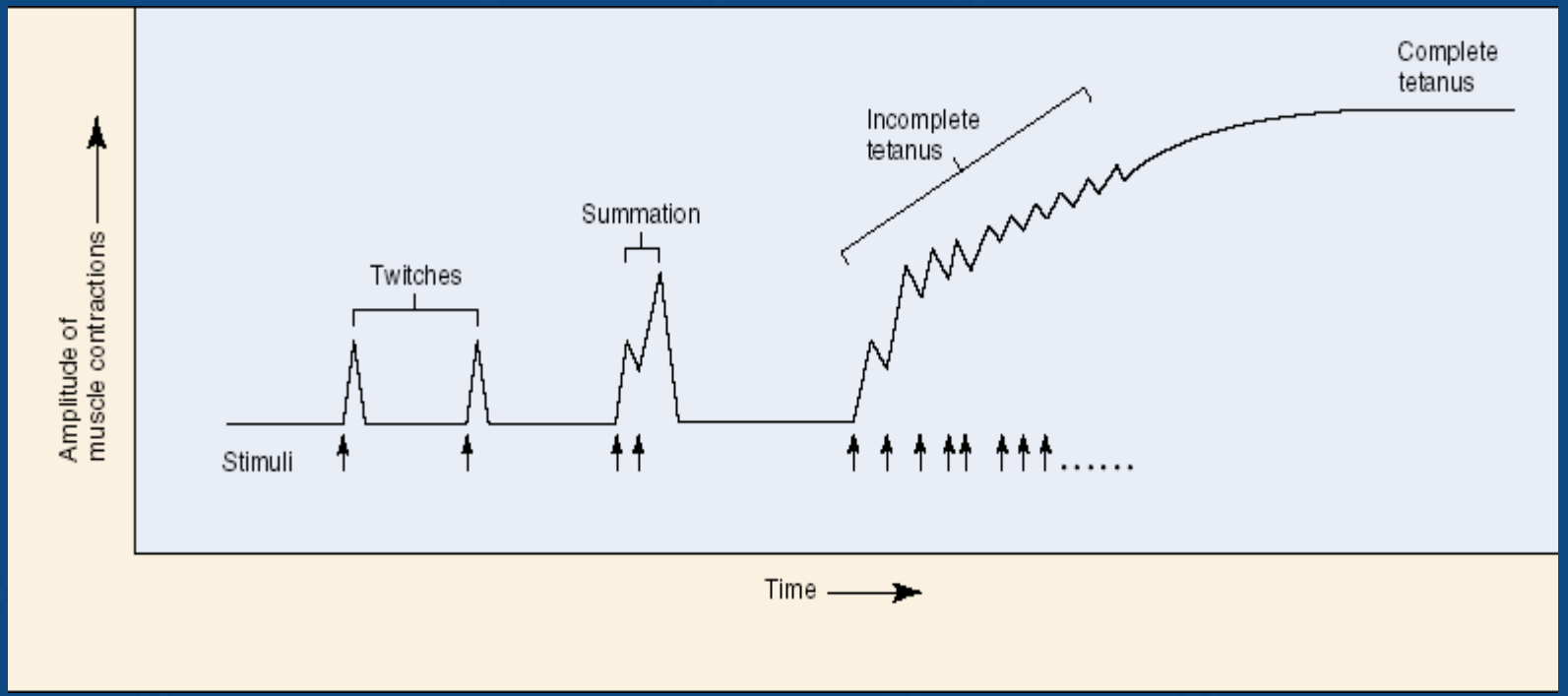


❖ Reflexos das fibras musculares

Summation – Somatória das respostas musculares após estímulo seqüencial.

Tetanus - Contrações seqüenciais após estímulos de alta freqüência sem tempo para recuperação.

Exemplificação da Summation e do Tetanus.



❖ Tipos de fibras musculares

❖ Tipo I – Vermelha (contração lenta)

- Menos mitocôndrias – respiração anaeróbica

❖ Tipo II – Branca (contração rápida)

- Mais mitocôndrias – respiração aeróbica

Diferentes concentrações de mioglobina – semelhante à hemoglobina.

❖ Metabolismo muscular durante descanso e exercício

- Fonte de energia para os músculos no descanso é de ácidos graxos.

- Durante exercício físico a glicose na célula e o glicogênio presente no sangue são as principais fontes de ATP.

- Para exercícios pesados, durante 45 a 90 segundos, o músculo respira anaeróbicamente para suprir a alta necessidade de energia.

- Para exercícios leves e moderados, durante 2 minutos, o músculo respira aeróbicamente para suprir a necessidade de energia.

❖ Fadiga muscular e treinamento físico

• Fadiga muscular está relacionada à inabilidade das fibras musculares gerarem força.

• Muitos dos casos estão relacionados à excessiva produção de ácido lático pelos músculos durante respiração anaeróbica e também pela depleção de glicogênio nos músculos.

• Resistência muscular está diretamente relacionada com a capacidade de respiração aeróbica sustentada e a depleção de glicogênio nos músculos.

• Treinamentos longos não aumentam o tamanho dos músculos. Treinamentos rápidos, freqüentes e intensos, como levantamento de pesos, podem produzir esse efeito, onde fibras musculares tipo II – brancas ficam mais grossas como resultado do aumento em número e tamanho das miofibrilas.

Modos de locomoção animal

Locomoção é a capacidade de se mover ativamente no espaço

- Mecanismos de propulsão e controle muscular
- Sistema nervoso coordena as contrações musculares

❖ Locomoção Animal

Locomoção apendicular

- Oscilações de membros
- Animais grandes

Locomoção Axial

- Ondulações corpóreas
- Pulsações
- Movimentos peristálticos

A ***gravidade*** e a ***resistência friccional*** são extremamente relevantes nos 3 ambientes:

- Aquático
- Terrestre
- Aéreo

❖ Locomoção na água

Formato do corpo relacionado com:

- resistência friccional
- turbulência gerada pelo movimento

Invertebrados marinhos:

- por propulsão hidráulica (ex: as Lulas)
- forma semelhante dos terrestres (organismos bentônicos)

Bivalves (scallops) executam rápido fechamento das valvas

❖ Locomoção na água

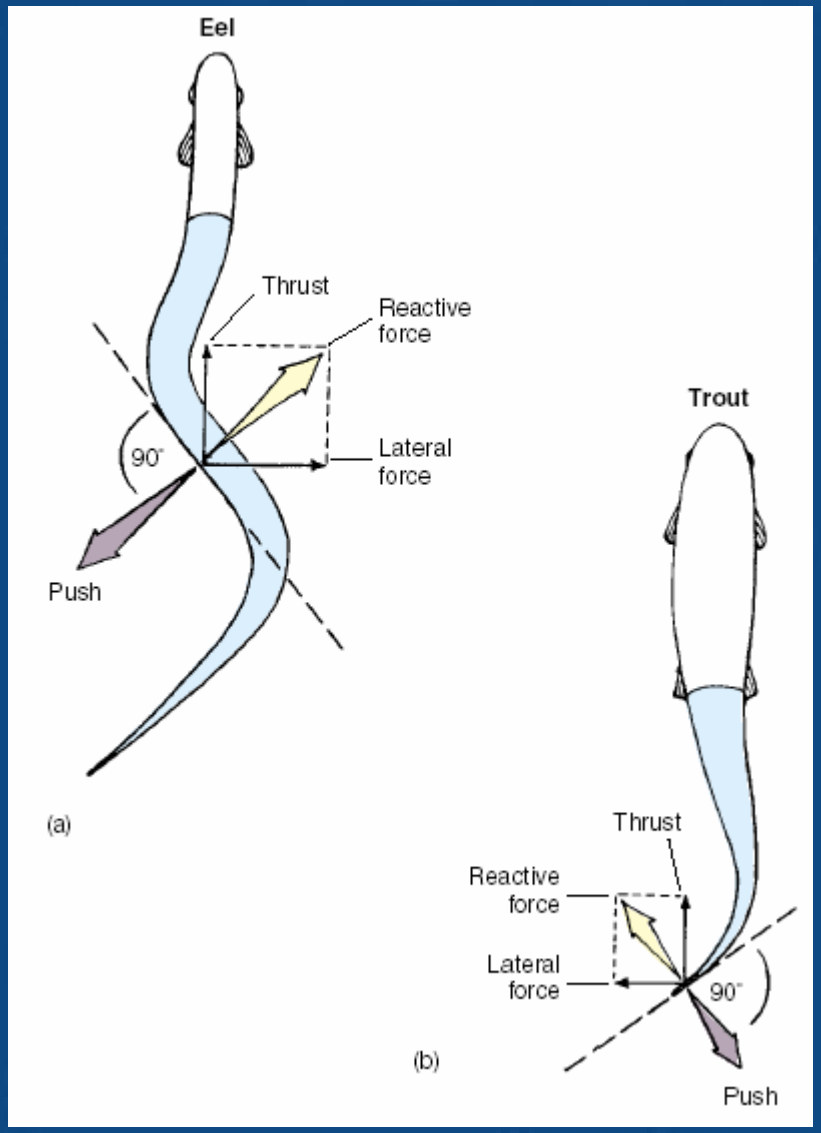
Enguias

- Ondulações **corpóreas** sinuosas
- Geradas por ondas de contrações musculares (axial direito e esquerdo)
- Fácil passagem das ondas, pois tem músculos entre cada uma das vértebras

As **baleias** geram ondulações verticais da cauda para se locomoverem

A estrutura óssea dos mamíferos não permite ondulações horizontais

Ilustração



Demonstração das forças atuantes nos movimentos aquáticos.

❖ Locomoção Terrestre

Divididos em 3 grandes grupos:

- Moluscos
- Artrópodes
- Vertebrados

❖ Locomoção Terrestre

Moluscos:

• Menos eficientes na locomoção

Com o auxílio do pé muscular e com o muco produzido, são capazes de deslizarem sobre o ambiente terrestre.

Artrópodes e Vertebrados:

• Por possuírem membros desenvolvem rápidos meios de locomoção.
• Vertebrados: tetrápodes (4 membros)
• Artrópodes: 6 ou mais membros

Estabilidade X Velocidade

❖ Locomoção Terrestre

Tetrápodes:

- Locomoção apendicular
- Apêndices modificados como nadadeiras

Patas traseiras como apêndices Palmados:

- Sapos
- Tartarugas
- Aves como patos e gansos
- Maioria dos mamíferos marinhos

Figura ilustrativa de um salto de uma rã.

Exemplo de locomoção terrestre.

❖ Locomoção no Ar

• Propulsão do ar para baixo com auxílio das asas
-vertebrados possuem asas convexas

• Pássaros e a maioria dos insetos possuem contrações alternadas dos músculos:
Extensores (subida) **e Flexores** (descida)

• Gerando freqüência de 100 a 1000 batimentos por segundo!

Estes músculos estão conectados à quilha peitoral (externo) de forma que a contração de um distende o outro, gerando um efeito mecânico semelhante a roldanas, disparando contrações sem necessidade do impulso nervoso.

❖ Locomoção no Ar

Necessidades:

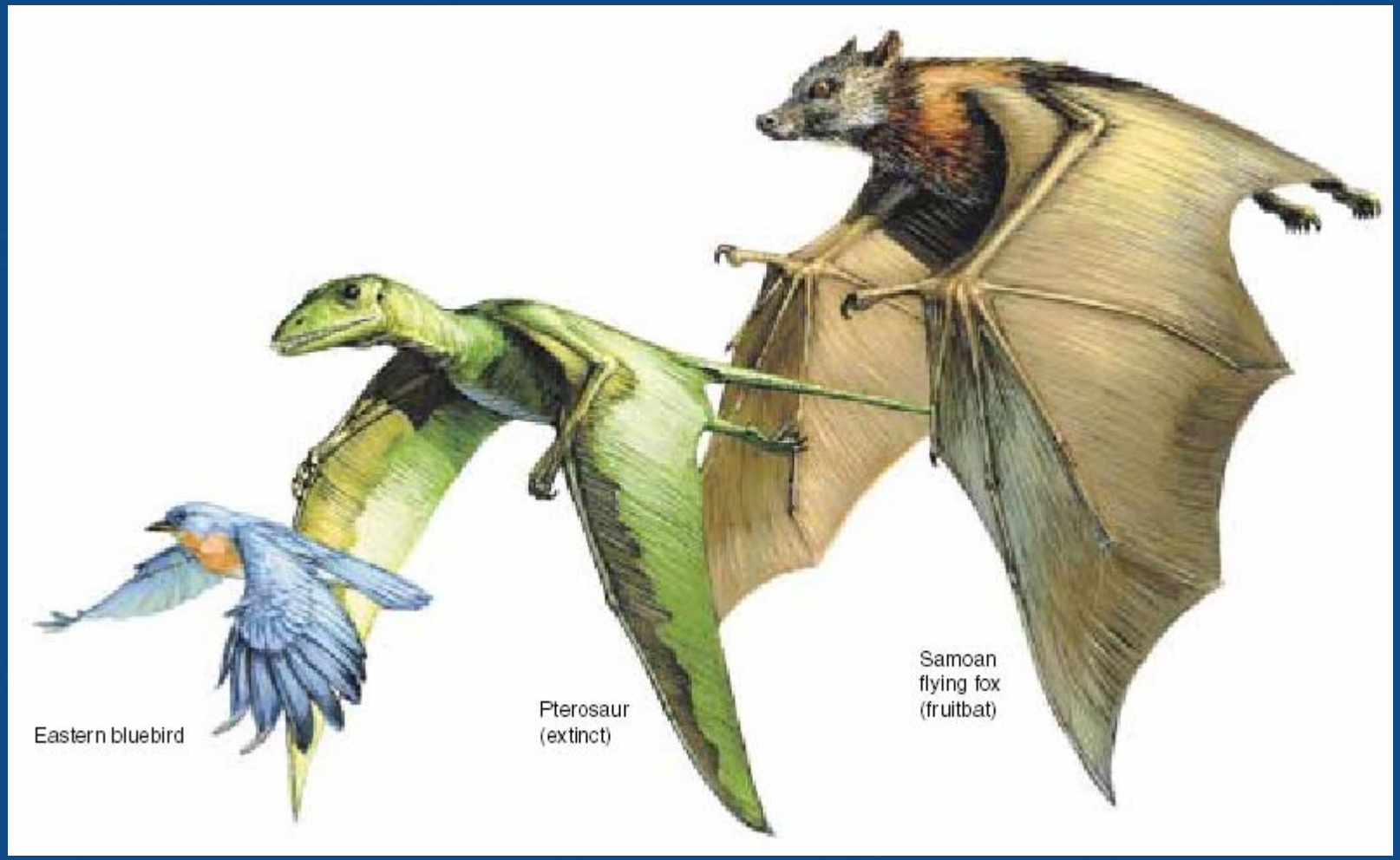
- Propulsão
- Centro de gravidade
- Suporte do corpo

Exemplo de propulsores:

- Gafanhotos
- Sapos
- Coelhos
- Cangurus

Cobras se movimentam por **impulsão** dos segmentos em contato com o chão e não por ondulações como as enguias!

Figura ilustrativa de diferentes modos de vôos.



Exemplo de locomoção no ar.

FIM

Muito obrigado pela atenção!!!