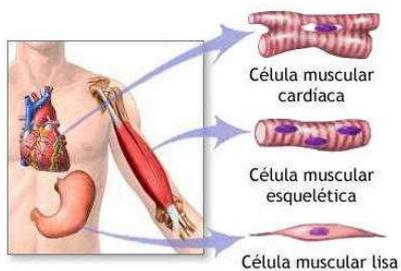
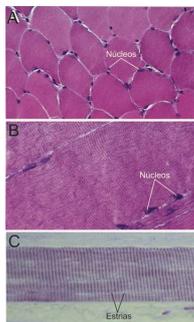


Fisiologia do Tecido Muscular



Dra. Elaine Del Bel
2018

Tecido Muscular Estriado

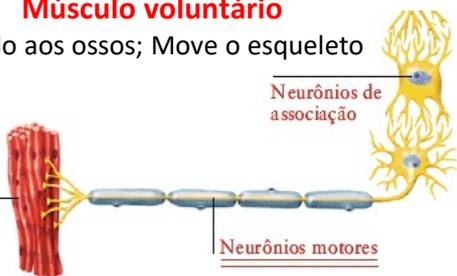


- Conjuntos maciços ou frouxos de células alongadas capazes de mudar seu comprimento ativamente.
- Podem contrair-se ou relaxar-se sob:
 - (i) controle direto/indireto de fibras nervosas
 - (ii) de forma espontânea segundo ritmos intrínsecos produzidos.

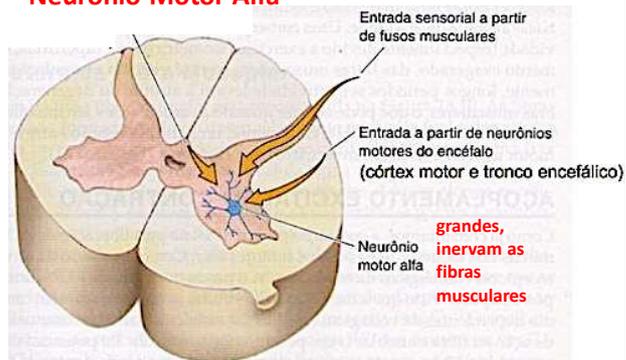
Músculo estriado ou Músculo voluntário

Ligado aos ossos; Move o esqueleto

Músculos
Recebem
mensagens dos
neurônios motores
e movem o corpo

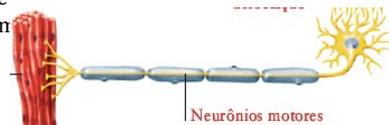


Neurônio Motor Alfa



A Unidade de Comando ou Unidade Motora

Cada neurônio motor se ramifica para inervar um número de fibras musculares



Quando o neurônio motor é ativado todas estas fibras musculares se contraem

Estrutura
e
Função

Quando algo errado acontece?



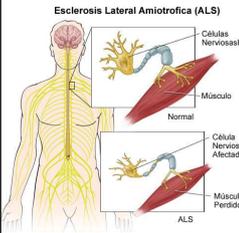
NEURÔNIOS MOTORES

Esclerose lateral amiotrófica (ELA), designada por **doença de Lou Gehrig** e **doença de Charcot**

Neurodegeneração de motoneurônios alfa progressiva e fatal

Paralisia limitante, sendo uma das mais temidas doenças conhecidas.

(Filme Recente)

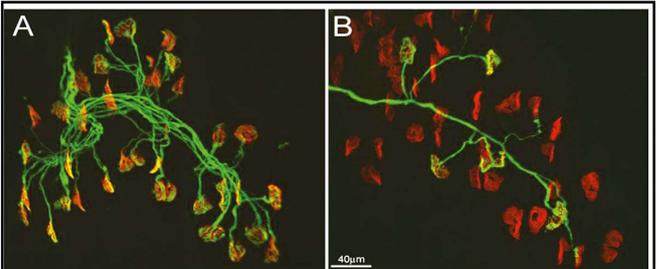
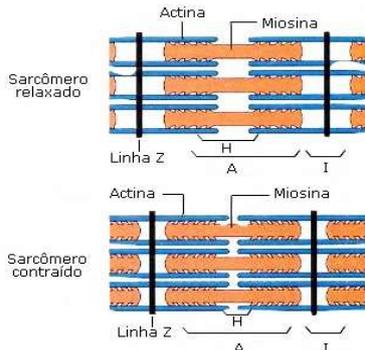


Músculo Esquelético:



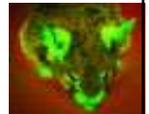
Muscular system sliding theory

Fibra muscular ou Miofibrila: deslizamento entre filamentos grossos e finos

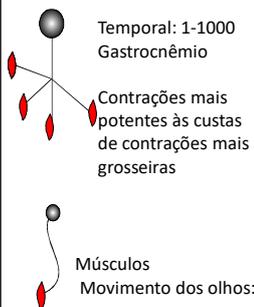


Reconstrução por microscopia Confocal de uma placa motora

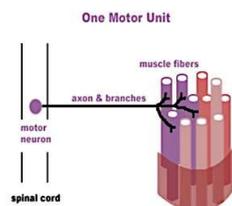
(From Keller-Peck *et al.*, 2001)



Unidade Motora



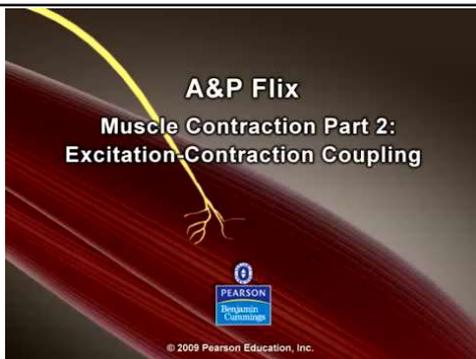
-Unidade funcional do movimento.
-Motoneurônio + todas as fibras por ele innervadas



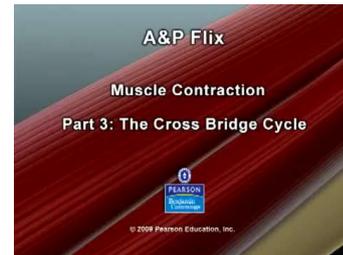
Mecanismo geral da contração muscular

Músculo Esquelético: Teoria dos filamentos deslizantes

Filamentos finos deslizam entre os filamentos grossos



Cálcio: Acoplamento excitação contração



O Ciclo das Pontes Cruzadas
Deslizamento dos filamentos ocorre pela ação de numerosas pontes cruzadas

VOLUME

Variável de acordo com:
Quantidade de alimento recebido.
Nutrição deficiente menor o diâmetro das fibras musculares.
A carência de vitamina E e de Selênio provoca miodistrofia,
Escassez de proteínas em animais monogástricos inibe o desenvolvimento da musculatura.

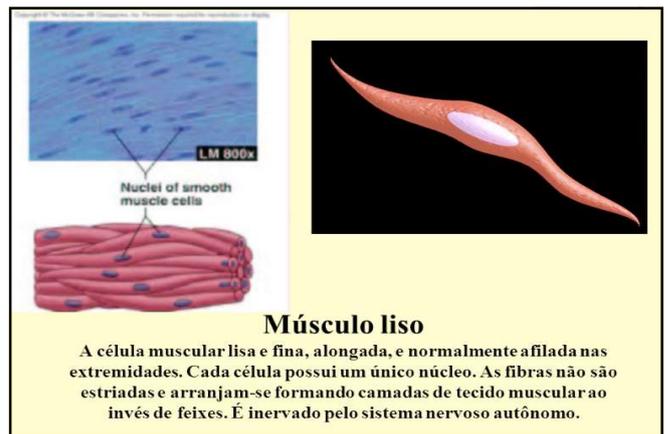
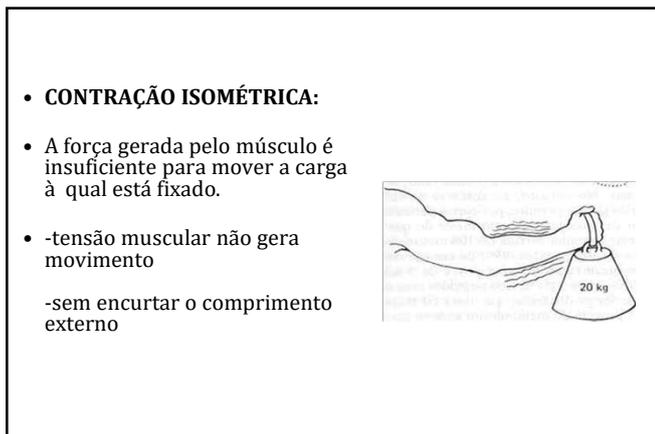
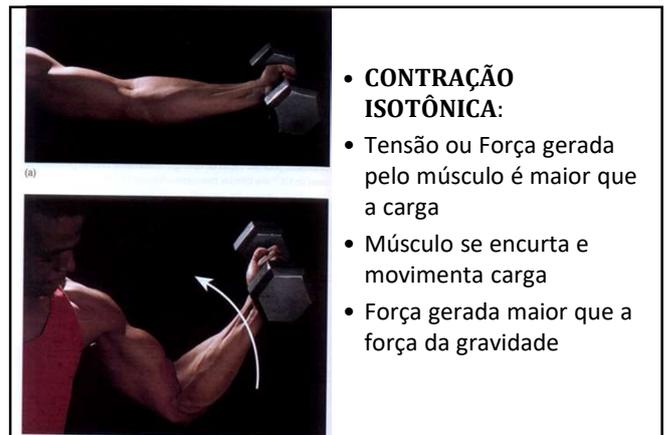
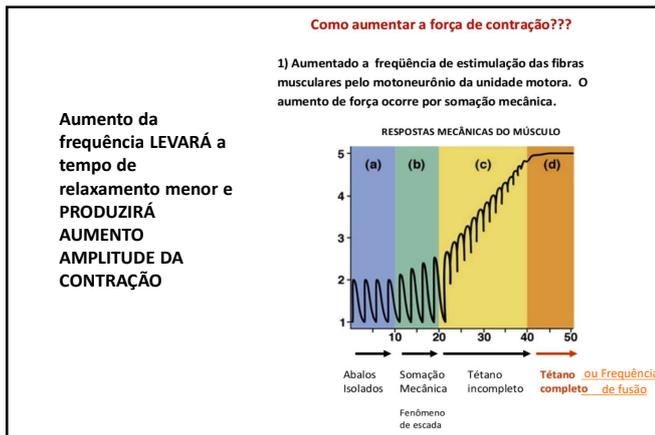
Contrações dos Músculos Esqueléticos

Contração muscular

- Gera Tensão
- Realiza trabalho
- Força de Contração é GRADUADA ou variada
- PORQUE?
- Ativação de número variável de neurônios motores implica em ativação variável de fibras musculares

Contração Muscular Graduada

- O músculo esquelético pode contrair-se em graus distintos
- **Recrutamento:** aumentando o número de unidades motoras ativas aumentará a força da contração muscular
- **Somação das unidades motoras** uma contração se sobrepõem à outra



Músculo Liso ou INVOLUNTÁRIO ou Músculo das Víceras

- A principal função do músculo liso é comprimir o conteúdo das cavidades (órgãos ocos).
- Processos reguladores como: Pressão arterial e Digestão (ondas peristálticas)
- A regulação ocorre pela ação do sistema nervoso autônomo e outros hormônios circulantes.
- Pode (auto) gerar potenciais de ação

Fatores de controle do músculo liso

- Adrenalina
- Noradrenalina
- Acetilcolina
- Angiotensina
- Vasopressina
- Oxitocina
- Serotonina
- Distensão da parede

Fatores de controle do tônus dos vasos

- Adrenalina
- Noradrenalina
- Acetilcolina
- Angiotensina
- Vasopressina
- Oxitocina
- Serotonina
- Distensão da parede
- Ausência de oxigênio nos tecidos locais produz relaxamento do músculo liso (vasodilatação)
- O excesso de gás carbônico produz vasodilatação
- O aumento da concentração de hidrogênio produz vasodilatação

Músculo liso MULTI-UNITÁRIO:

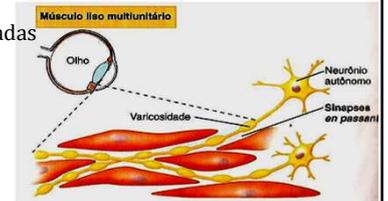
-Fibras musculares separadas que contraem **independentemente**

-Inervados por uma única fibra neural

-Músculo ciliar do olho, músculo piloerector

-**Não estão eletricamente ligadas**

-A despolarização local gerada pelo transmissor se propagará e a célula se contrai



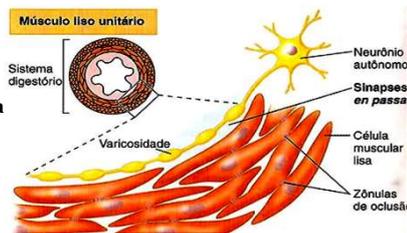
Músculo liso UNITÁRIO (sincicial ou visceral)

-Centenas/milhares de fibras unidas pelas **zonas de oclusão** (ou gap junctions) que estão eletricamente ligadas

-Fibras estão agregadas em lâminas ou feixes e suas membranas celulares aderem entre si.

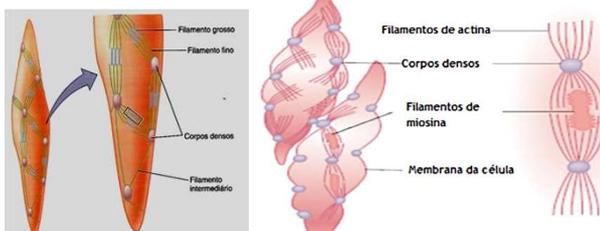
-Força gerada em uma fibra é transmitida à seguinte

-**Se contraem como uma UNIDADE**



Processo contrátil do músculo liso

Músculo liso -Disposição dos Filamentos das proteínas contráteis

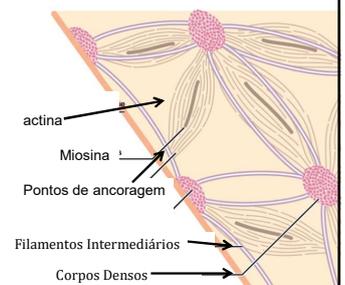


•**CORPOS DENSOS:** Interconectados por **FILAMENTOS intermediários NÃO CONTRÁTEIS**

•O filamento de **Actina** se une aos **corpos densos** localizados nas membrana e no interior da célula se **ANCORAM** em um extremo aos **corpos densos**

•**Miosina**

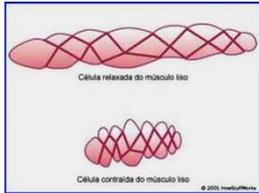
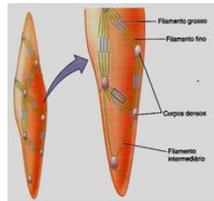
•-vesículas membranosas chamadas **cavéolas** (Similar ao retículo sarcoplasmático no músculo estriado: captura e liberação de Cálcio. Contém **calmodulina**)



-Pode manter contrações tônicas prolongada que podem durar horas

-pouco gasto de energia!

-Contração de até 80% do comprimento



- Potencial de membrana em repouso -50/-60
- Contração mais lenta que o músculo estriado
- Processo contrátil ativado por cálcio e ATP
- Baseia-se no deslizamento de filamentos

Resumo da dos Eventos do Acoplamento Excitação - Contração

- 1-Potencial de Ação do nervo – liberação de Ach na junção mioneural
- 2-Ach liga-se ao Receptor Nicotínico – PEPS
- 3-PA na junção mioneural – túbulos T (transversos) condução "profunda"
- 4-Túbulos T-estimulação liberação de Cálcio (retículo sarcoplasmático)
- 5-Cálcio + Troponina: alteração da estrutura
- 6-Tropomiosina muda posição: expõe locais para ligação com a Miosina
- 7-Pontes cruzadas de tropomiosina (previamente ativada pela ligação com o ATP) que liga-se à Miosina
- 8-Hidrólise do ATP liberação de energia (*power Stroke*)
- 9-Pontes cruzadas "puxam" filamentos
- 10-Miosina desliga-se da actina (novo ciclo) Novo ATP liga-se à miosina:
- 11-Término do PA-nervo: saída de Cálcio, tropomiosina na posição inibida pela troponina

PARA CASA

A base molecular da contração muscular

- Um potencial de ação ocorre em um axônio de NM alfa
- A Acetilcolina é liberada pelo terminal do axônio do neurônio motor alfa na junção neuromuscular
- Os canais de receptores de acetilcolina se abrem e o sarcolema pós sináptico despolariza (PEPS)
- Canais de sódio dependentes de voltagem de abrem; um potencial de ação é gerado na fibra muscular e propaga-se ao longo do sarcolema
- A despolarização do túbulos T provoca a liberação de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático.

PARA CASA

Contração

- O Ca^{2+} liga-se a troponina
- Os sítios de ligação para a miosina, na actina, são expostos
- As cabeças da miosina conectam-se à actina
- As cabeças da miosina fazem movimento de rotação
- As cabeças da miosina desconectam-se as custas do ATP
- O ciclo prossegue enquanto Ca^{2+} e ATP estiverem presentes

Relaxamento

- O Ca^{2+} é sequestrado pelo Retículo sarcoplasmático
- Os sítios de ligação para miosina na actina são cobertos por troponina