



1

## LEITURA E ESTUDO

- **Cap. 1** "Plasticidade e Adaptação postural dos Músculos Esqueléticos". Tania F. Salvini do livro: "*Cadeias musculares*" Marques.
- 
- **Cap 4 e Cap 6 do Livro:** "*Biomecânica Básica do Sistema Musculoesquelético*". Nordin e Frankel, 2003 3ªedição.
- Leitura **optativa/complementar** artigo: Minamoto V. *Fisioterapia e Pesquisa*, v.12(3):50-55, 2005.

2

# MÚSCULO

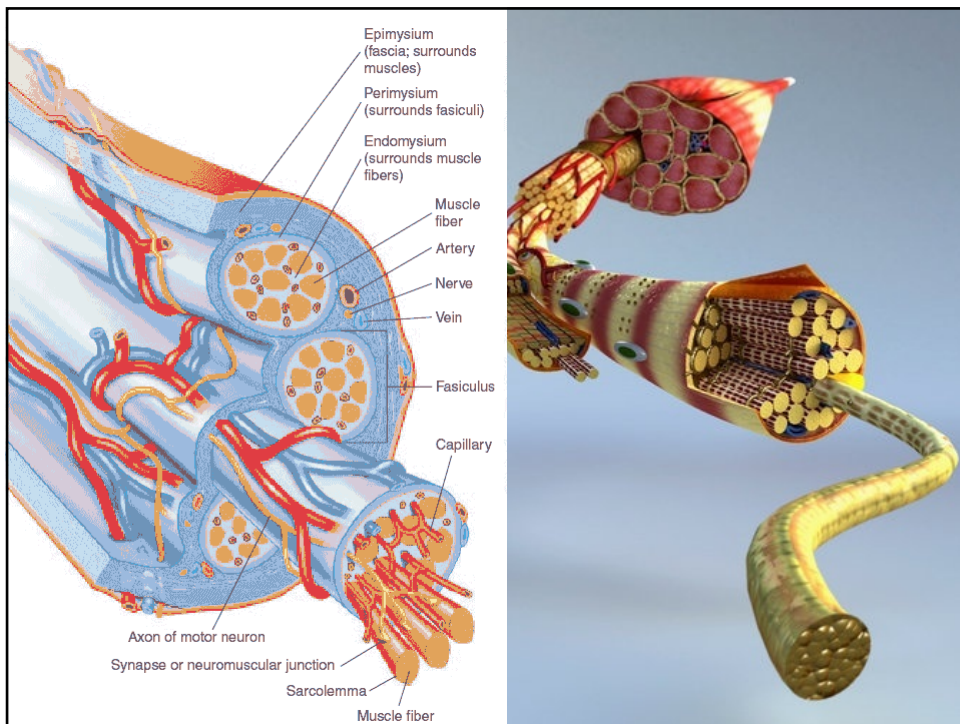
- Todo **movimento humano** é gerado pela ação de um **músculo**
- O músculo é o **único tecido** do corpo humano capaz de produzir **força**, i.e., biomecanicamente, o músculo é a única estrutura ativa do corpo

3

## Macroestrutura

Sacco, 2011

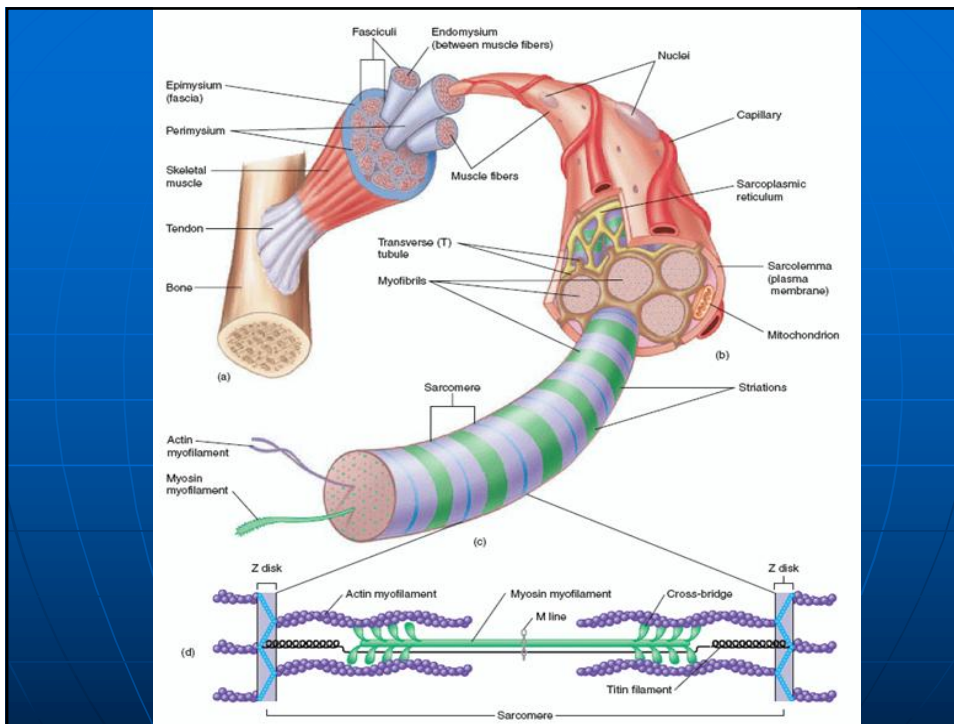
4



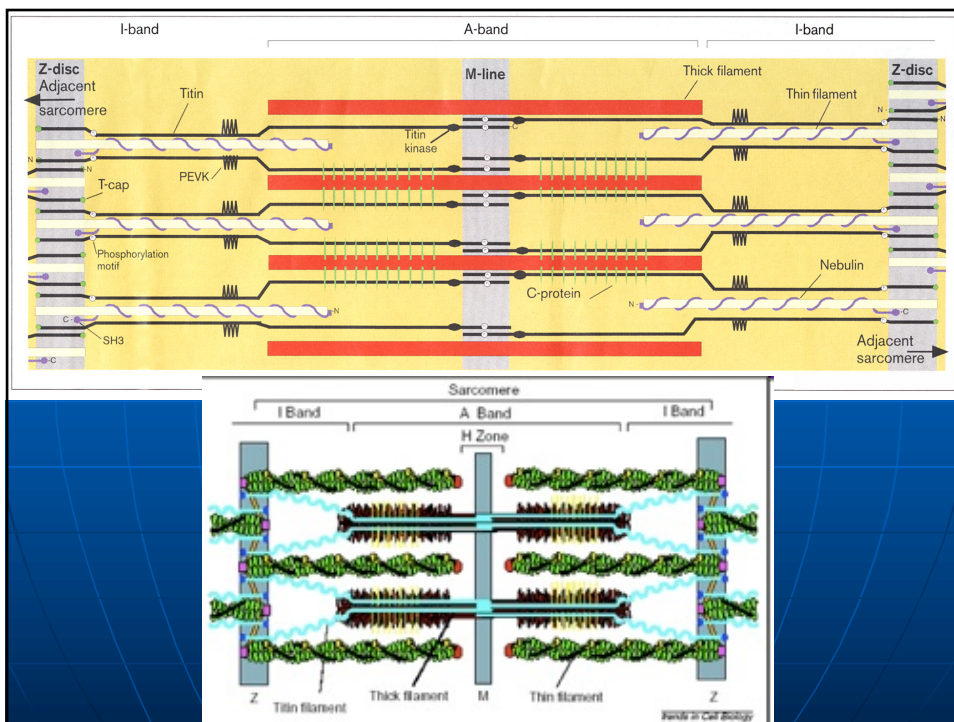
5



6



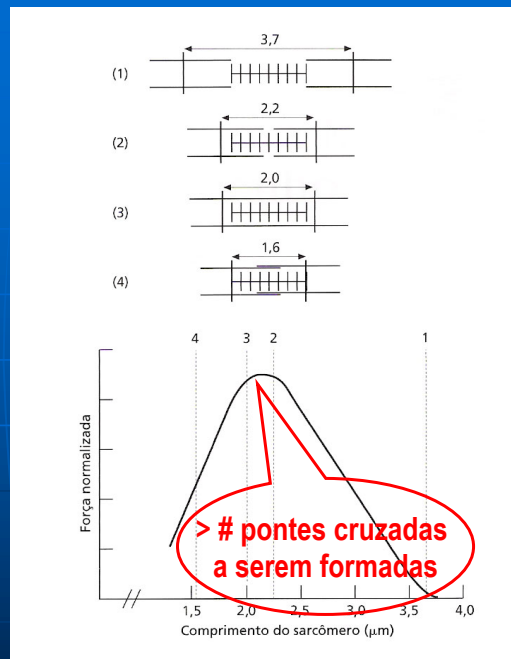
7



8



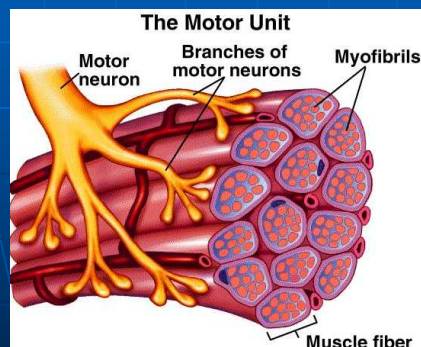
# Força X Comprimento do sarcômero



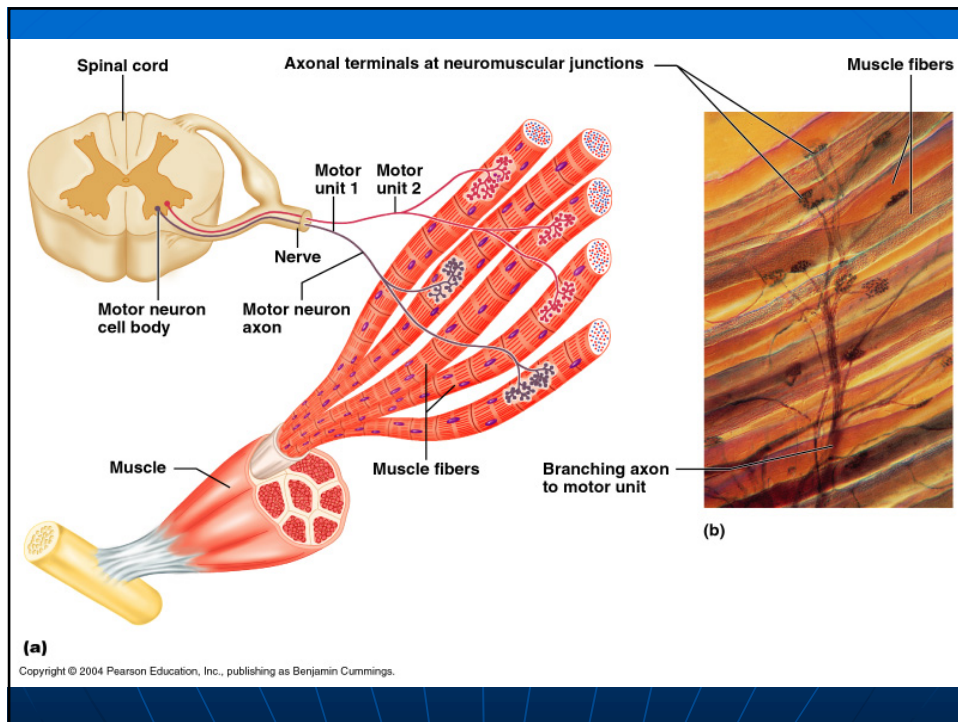
9

## A UNIDADE MOTORA

- A coordenação da contração de todas as fibras é feita através de unidades funcionais - unidades motoras.
- UM = *um nervo motor* que se ramifica e *inerva muitas fibras*.



10



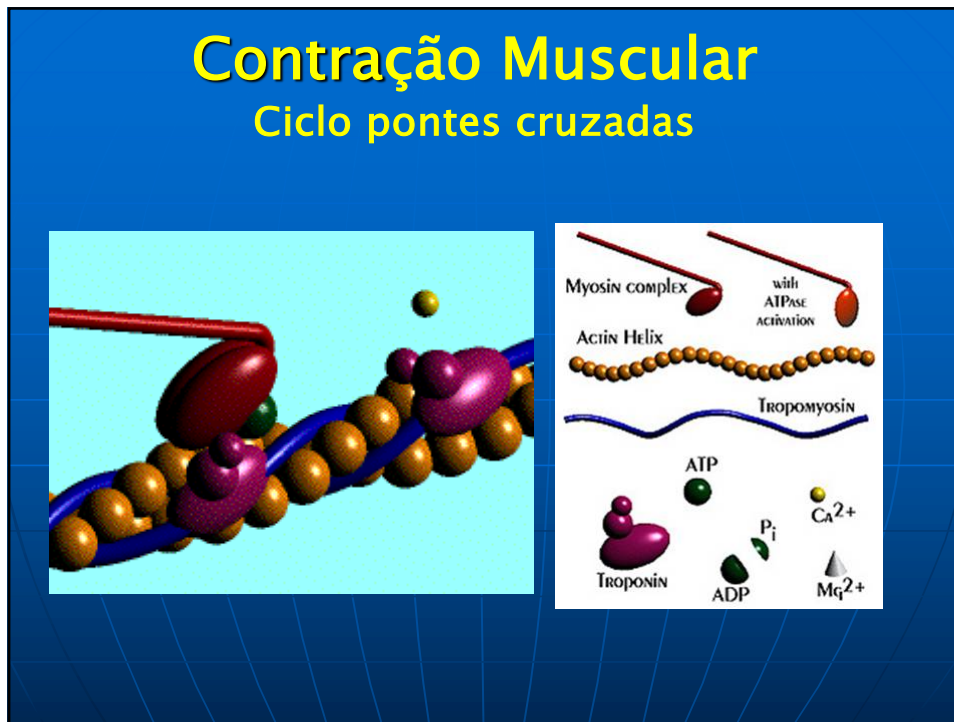
11

## Filmes

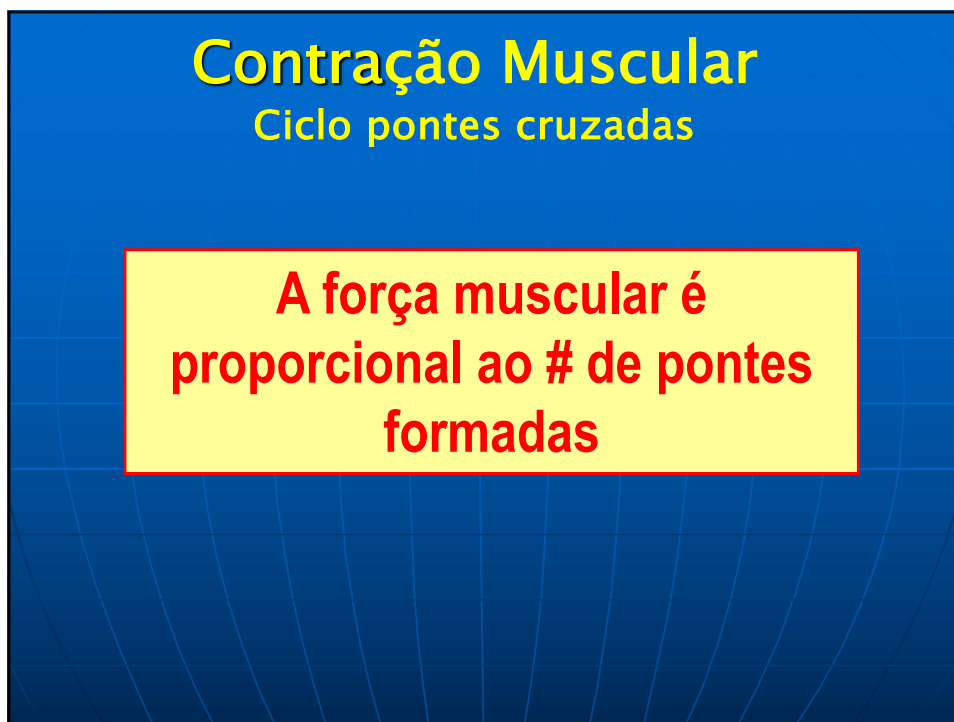
- Junção neuromuscular
- Contração muscular

Sacco, 2011

12

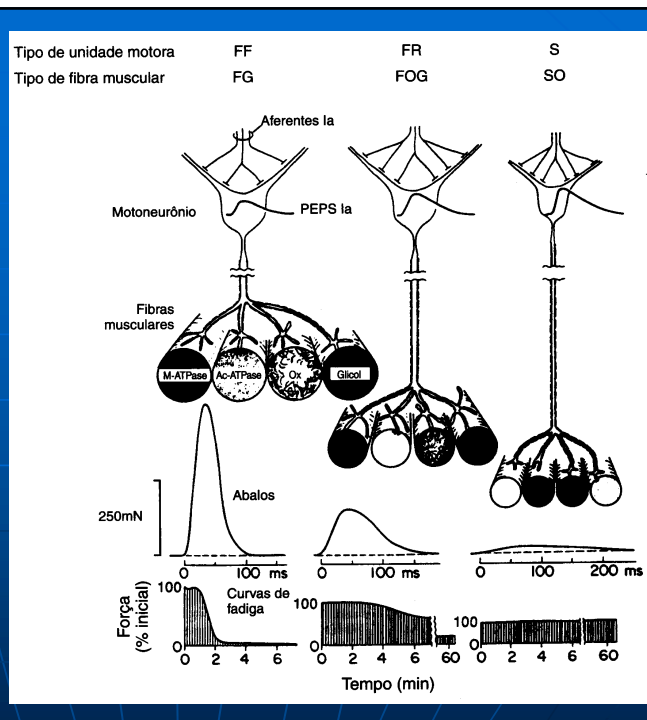


13



14

## Tipos de Fibras Musculares



15

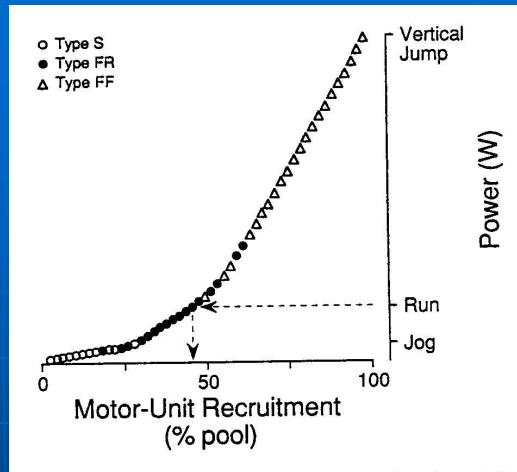
## REGULAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR

A regulação da força muscular é dependente de:

- **Número e tipo de UM recrutadas**
- **Frequência de disparos**

16

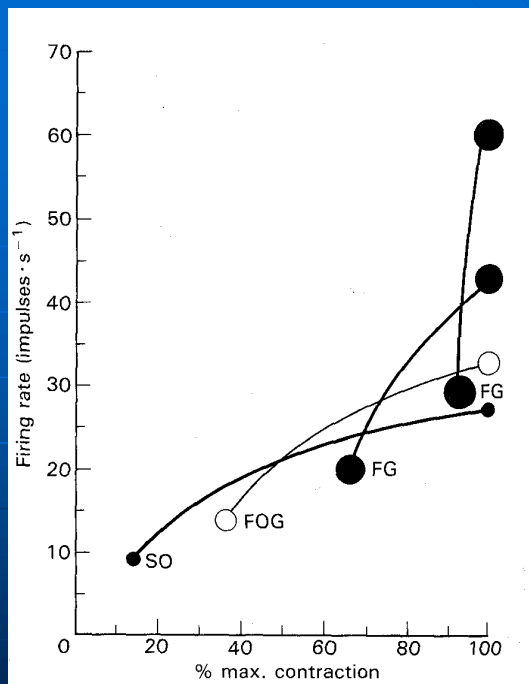
# Recrutamento das UMs em função da demanda da tarefa



**Figure 6.4** Hypothetical model of motor unit recruitment as dictated by the power demands of the task. Recruitment begins on the left (at 0% of the pool) and continues until enough units are recruited to produce the power needed to perform the task. For example, producing sufficient power to run would require the recruitment of about 48% of the motor units in the pool.

17

# Recrutamento das UMs em função do tipo de fibra



18



## TIPOS DE AÇÃO MUSCULAR

### ■ Ação isométrica

### ■ Ação isotônica

- Excêntrica: "aumento" L músculo;  
F<sub>musc</sub> < F<sub>ext</sub>; a favor da força externa ("eu perco")
- Concêntrica: "diminui" L músculo;  
F<sub>musc</sub> > F<sub>ext</sub>; contra a força externa ("eu ganho")

### ■ Ação isocinética

19

## Estudo Dirigido

### Texto Tânia Salvini (UFSCar)

1. A posição de imobilização reflete diferentes respostas musculares?
2. Qual a relação entre o comprimento do sarcomero e a produção de força pelo músculo?
3. Para que serviria a estimulação elétrica muscular ou atividade contrátil durante um processo de imobilização?
4. Qual a importância do aquecimento realizado previamente a uma atividade física extenuante?
5. Quais os tipos e as causas de dor relacionadas ao exercício físico?
6. Sabe-se que nadadores profissionais apresentam uma hipertrofia de peitoral e, conseqüentemente, um encurtamento do mesmo. Qual seria uma forma de se adquirir um aumento de massa muscular associado com o alongamento desses músculos?

20

## Ciclo encurtamento – estiramento

- A combinação de ações **excêntricas** e **concêntricas** forma um tipo natural de função muscular chamado **ciclo de estiramento-encurtamento**
- O ciclo é uma maneira econômica de se realizar um movimento e é a base dos movimentos humanos.
- Acúmulo de E elástica nos elementos passivos musculares (fáscias e tendões)

Sacco, 2011

21

## Ciclo encurtamento – estiramento

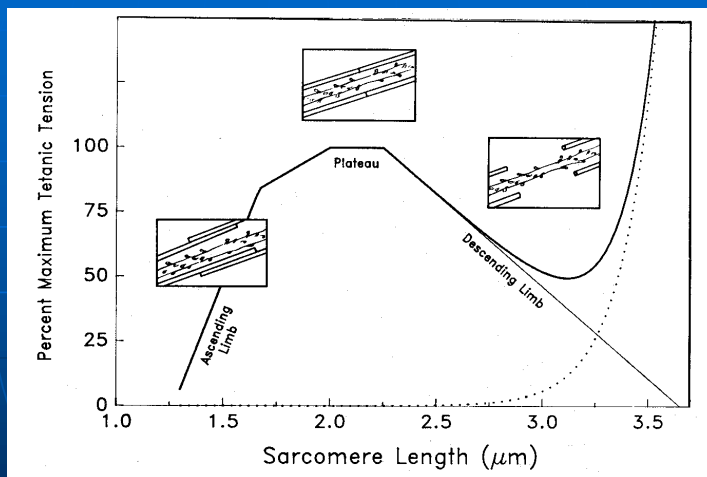
- Mecanismos passivos elásticos podem contribuir em até 6% na energia para a marcha (Maganaris, CN, et. al., 2000).
- Essas contribuições podem ser maiores ainda em movimentos mais amplos e cíclicos.

### Video Massai

Sacco, 2013

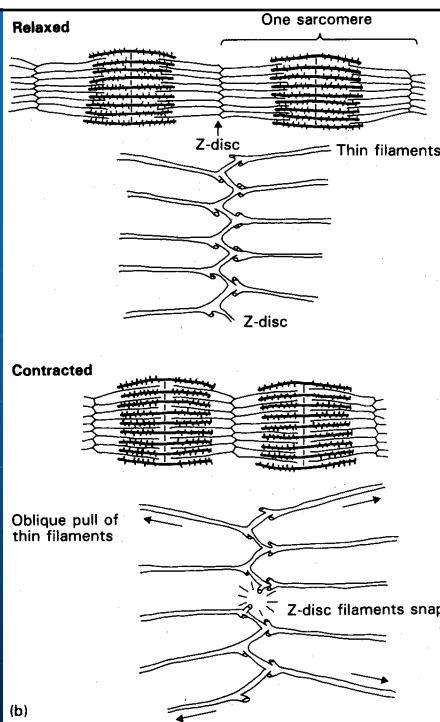
22

## Força X Comprimento do Músculo



23

## Adaptação mecânica do tecido muscular ao exercício



24

## Hipertrofia Excêntrica e Concêntrica

- Aumento # sarcômeros: aumento # proteínas – aumenta # pontes – aumenta F
- Maior [glicogênio]
- Maior [gordura]
- Maior [H<sub>2</sub>O]
- Hipertrofia concêntrica: aumenta sarcômero em paralelo (aumenta diâmetro músculo) – ganha F
- Hipertrofia excêntrica: aumenta sarcômeros em série (aumenta comprimento fibra) – mantém ADM e ganha F

Sacco, 2013

25

## Macroestrutura

### Fáscias e tendões

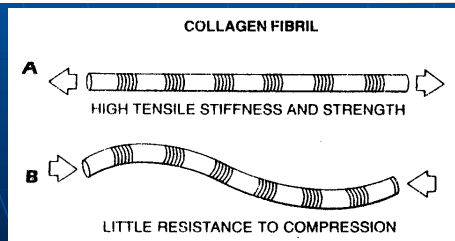
Sacco, 2011

26

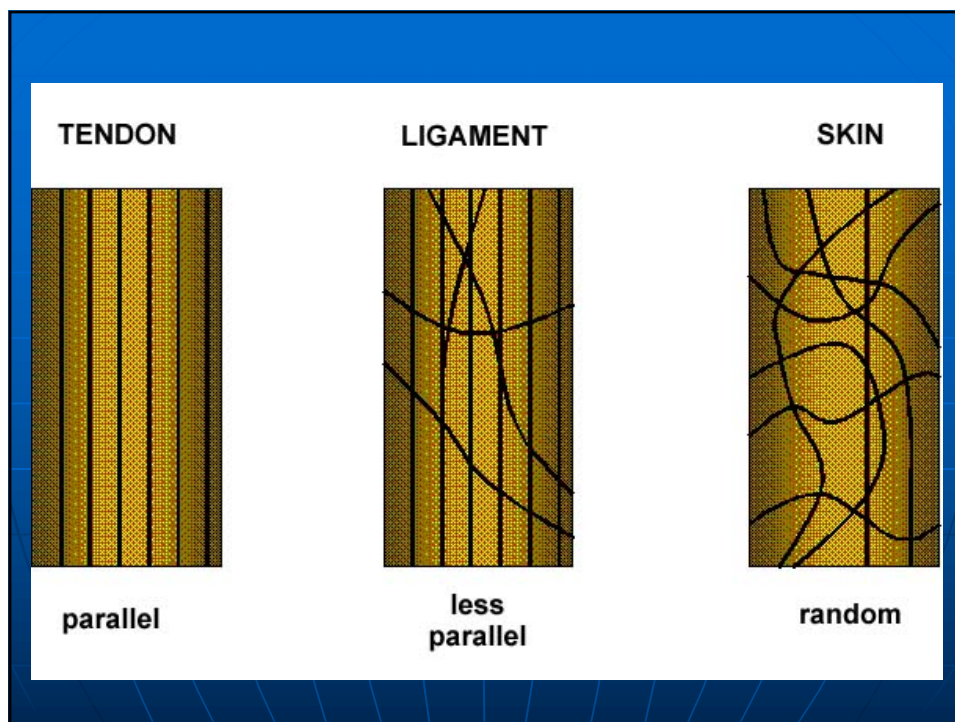
## Tipos de Colágeno e distribuição nas estruturas musculoesqueléticas

Tabela 12.1 Características dos 4 tipos principais do colágeno

Tipo	Distribuição	Células produtoras	Grau de polimerização	Função
I	Derma, tendão, osso, pigmentos (fibras de colágeno)	Fibroblastos	Máxima — fibras e feixe de fibras	Resistir à tensão
II	Cartilagens	Condrócitos	Pequena — só forma fibrilas	Resistir à pressão
III	Músculo liso, órgão hemopoético, nervos (fibras reticulares)	Músculo liso, células reticulares	Média — só forma fibras finas	Resistir à tensão com a elasticidade
IV	Lâminas basais	Células epiteliais, endoteliais, musculares	Nenhuma — as moléculas se associam formando uma malha submicroscópica	Suporte, filtração, barreira

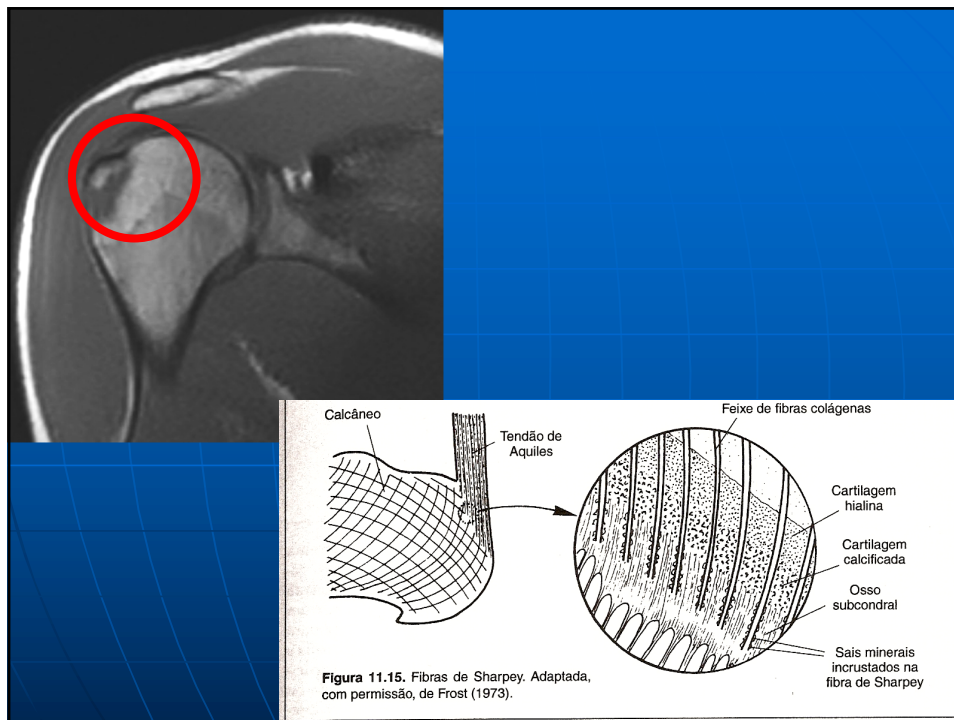


27



28





29

## Propriedades Biomecânicas

- **ELÁSTICOS** deformação diretamente proporcional à carga ou stress (lei de Hooke p/ uma mola) e
- **VISCOSOS** deformação dependente do tempo que a carga atua, a taxa de deformação é diretamente proporcional à força (modelo de Newton p/ um amortecedor).

Sacco, 2011

30

## Propriedades Biomecânicas

- Materiais **viscoelásticos** tem propriedades **carga-dependentes**:
  - Sobrecarga prolongada = **efeito creep** (deformação lenta)
  - Quando são sobrecarregados **rapidamente**: maior resistência a deformação do que a resistência exibida quando estão sobrecarregados mais lentamente.
  - Qto **maior a duração** da aplicação da carga e magnitude: maior a deformação.

Sacco, 2011

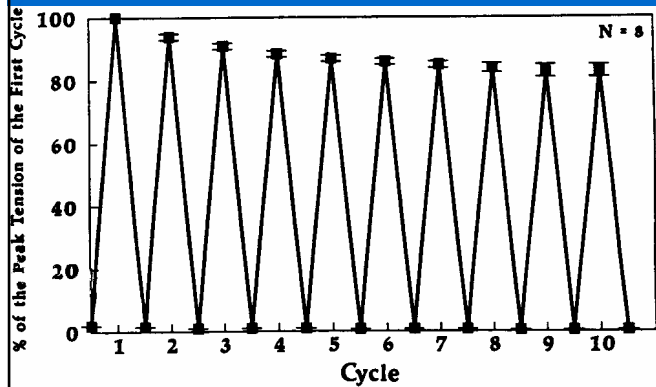
31

## MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO AO EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO

- Relaxação de stress
- Efeito Creep

32

## RELAXAÇÃO POR STRESS



**Figure 4.** Tension curves of EDL muscle-tendon units repeatedly stretched to 10% beyond resting length. Each of the peak tensions for the first four stretches showed a statistically significant ( $P < 0.05$ ) difference from the other peak tensions. The overall tension decrease was 16.6%.

### Experimento 1:

Alongamento  
Extensor comum  
dedos (coelhos –  
maq. ensaio)  
repetido até 10%  
do comprimento de  
repouso (taxa de 2  
cm/min).

33

## MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO AO EFEITO CRÔNICO DO ALONGAMENTO

- deformação permanente dos tecidos conectivos e tendão
- aumento do comprimento do músculo pelo aumento dos sarcômeros em série

34

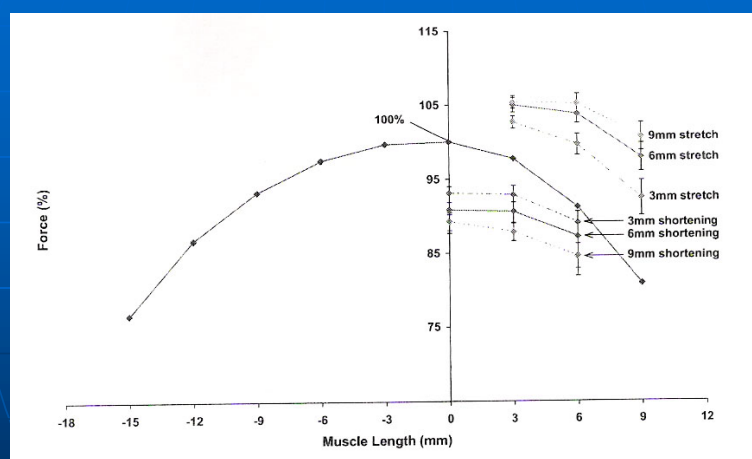
## Efeito do alongamento muscular na produção de Força

- Músculos aumentam em até 2X o trabalho positivo realizado após terem sido alongados.
- Descoberto em 1968 por Cavagna e colaboradores
- Estas adaptações funcionais ocorrem em função das mudanças do número de sarcômeros em série.

(Zatsiorsky, 2004)

35

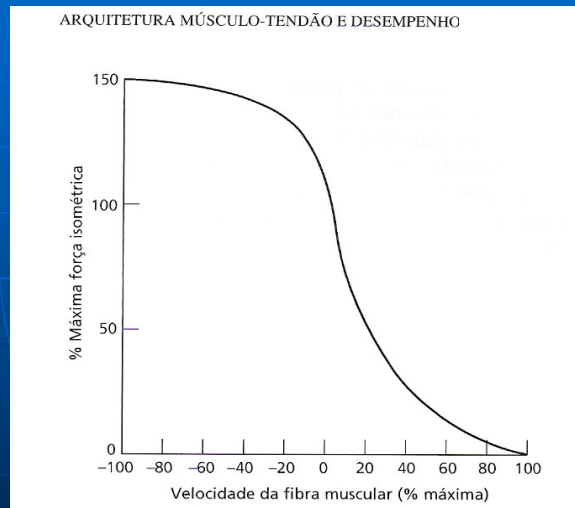
## Efeito do alongamento e encurtamento muscular na produção de Força



Sóleo de gatos (Schachar, R. et al, 2004)

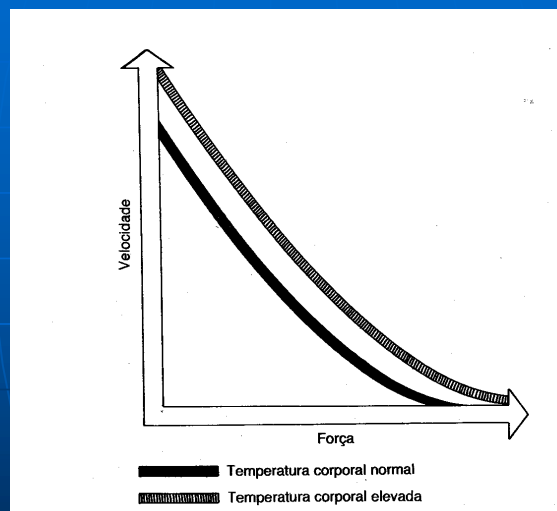
36

## Força X Velocidade de contração



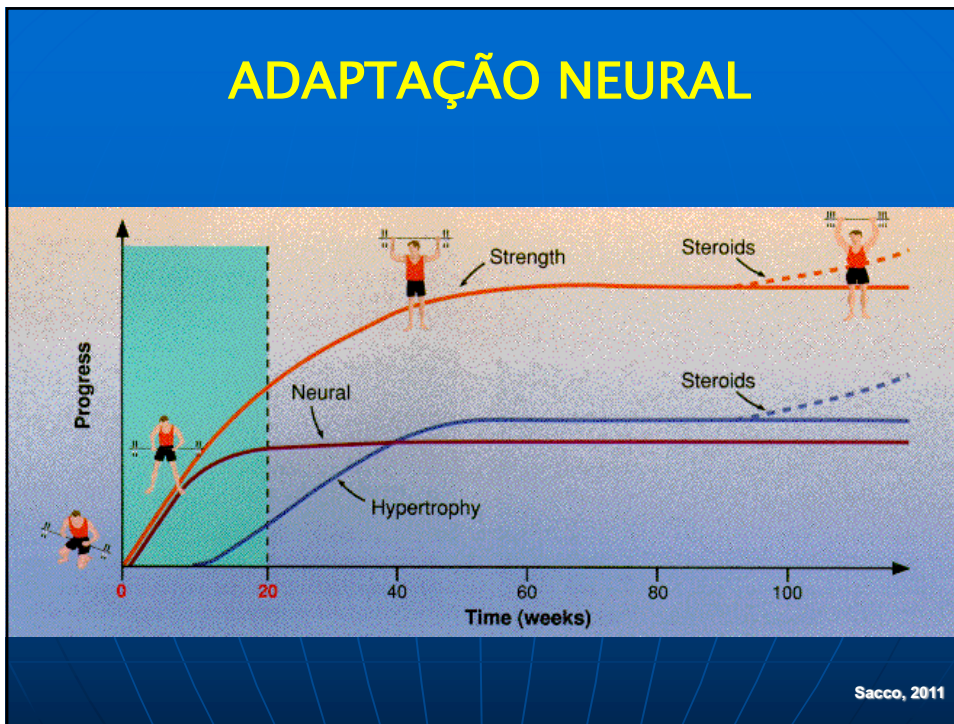
37

## Força X Temperatura

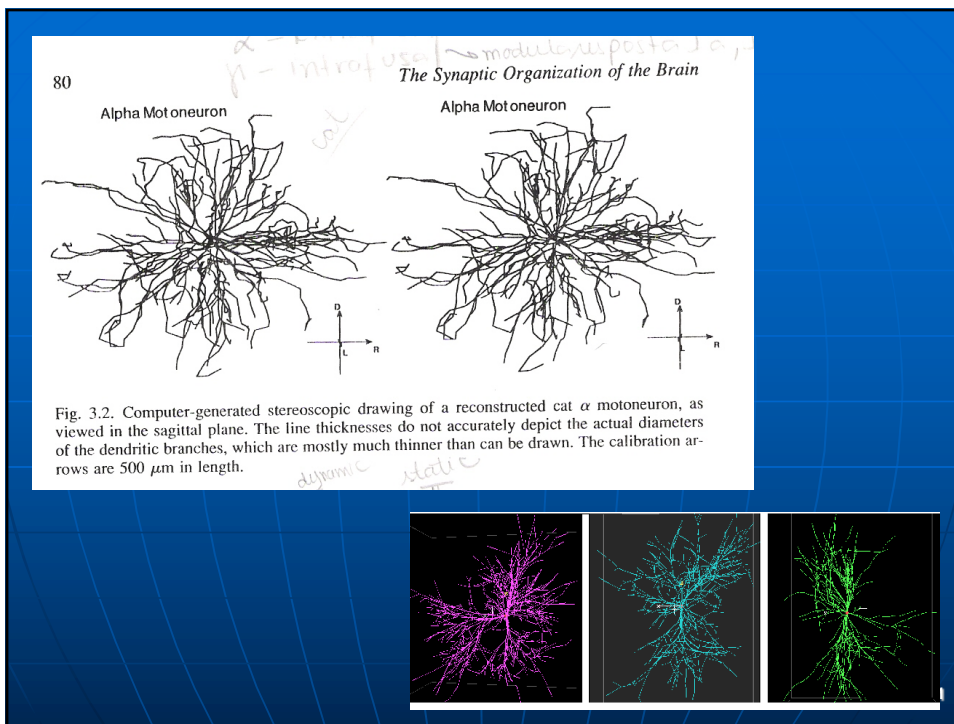


38





39



40

## Atividade

1. A posição de imobilização reflete diferentes respostas musculares?
2. Qual o efeito do comprimento muscular na geração de força pelo músculo?
3. Para que serviria a estimulação elétrica muscular ou atividade contrátil durante um processo de imobilização?
4. Qual a importância do aquecimento realizado previamente a uma atividade física extenuante?
5. Quais os tipos e as causas de dor relacionadas ao exercício físico?
6. Sabe-se que nadadores profissionais apresentam uma hipertrofia de peitoral e, conseqüentemente, um encurtamento do mesmo. Qual seria uma forma de se adquirir um aumento de massa muscular associado com o alongamento desses músculos?