

MFT 0165 – Cinesiologia aplicada à TO

Propriedades biomecânicas dos materiais biológicos

Profa. Dra. Isabel de C. N. Sacco

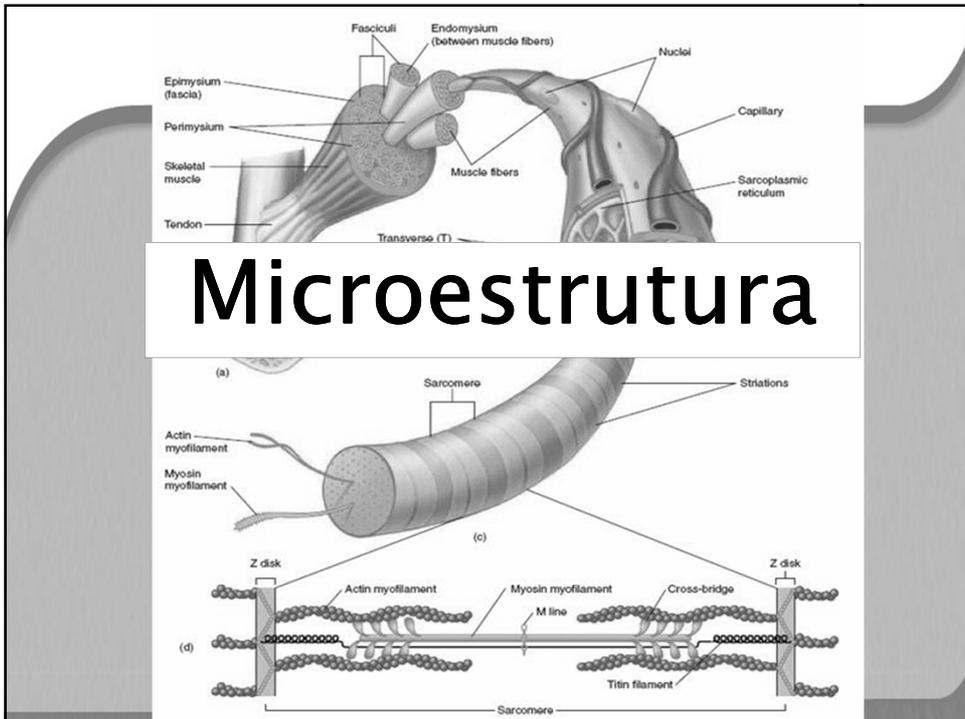
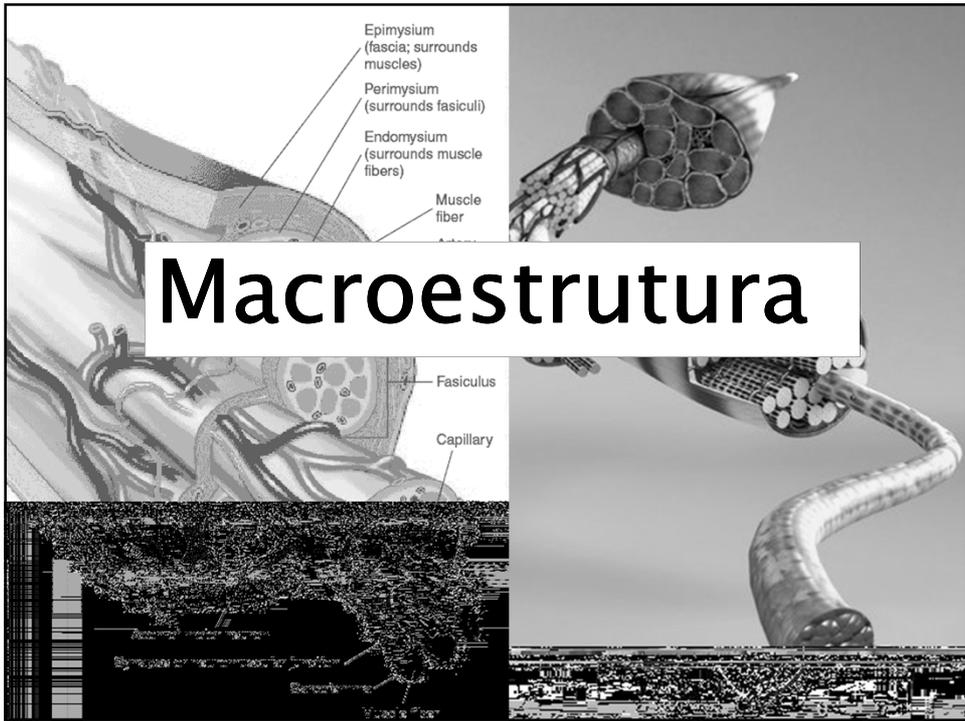


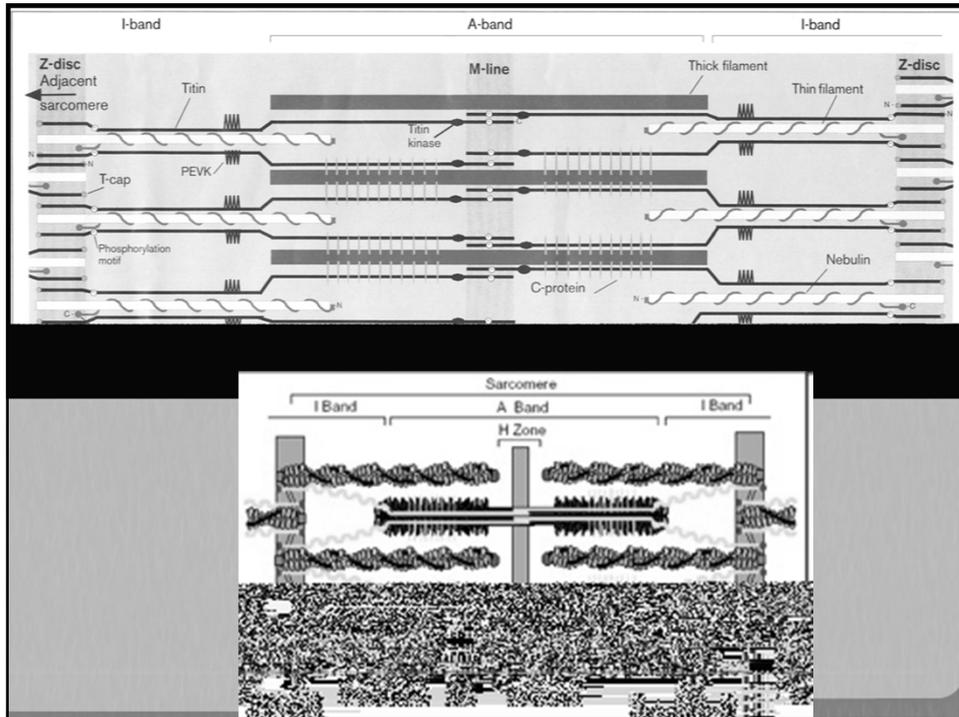
icnsacco@usp.br

<http://www.usp.br/labimph>

MÚSCULO

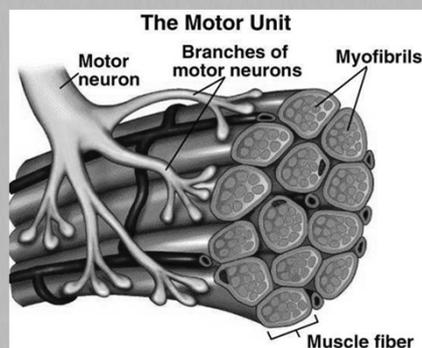
- Todo **movimento humano** é gerado pela ação de um **músculo**
- O músculo é o **único tecido** do corpo humano capaz de produzir **força**, i.e., biomecanicamente, o músculo é a única estrutura ativa do corpo

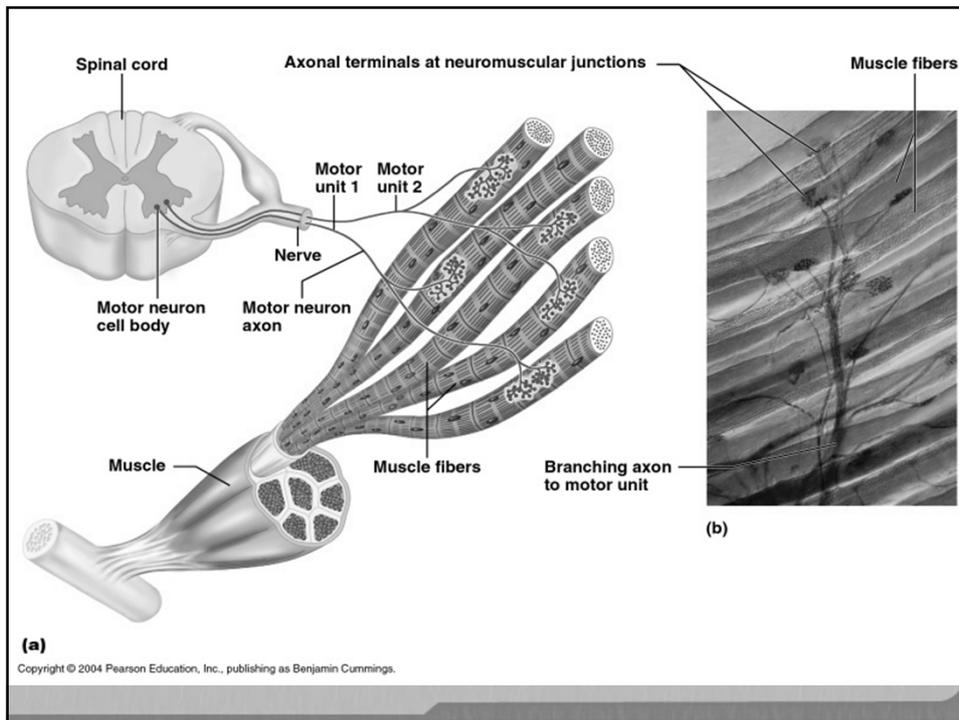




A UNIDADE MOTORA

- 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*.





Contração Muscular

Ciclo pontes cruzadas

**A força muscular é
proporcional ao # de pontes
formadas**







Filmes

- Junção neuromuscular
- Contração muscular

TIPOS DE AÇÃO MUSCULAR

- Ação isométrica
- Ação isotônica
 - Excêntrica: a favor da força externa (“eu perco”)
 - Concêntrica: contra a força externa (“eu ganho”)
- Ação isocinética

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)

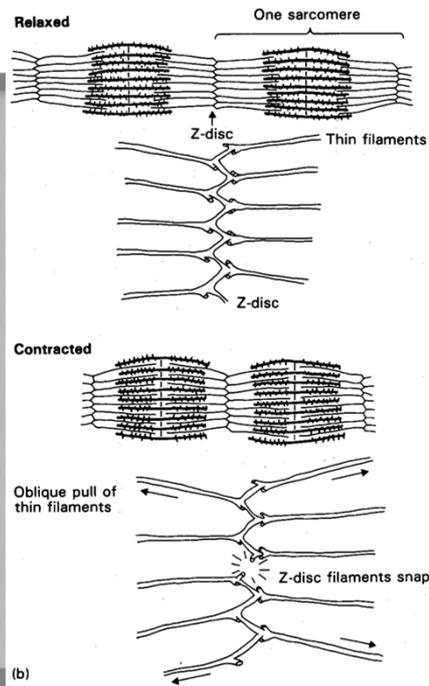
Ciclo encurtamento – estiramento

- 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

Adaptação mecânica do tecido muscular ao exercício



Hipertrofia Excêntrica e Concêntrica

- Aumento # sarcômeros: aumento # proteínas – aumenta # pontes – aumenta F
- Maior [glicogênio]
- Maior [gordura]
- Maior [H₂O]
- Hipertrofia concêntrica: aumenta sarcômeros em paralelo (aumento diâmetro músculo) – ganha F
- Hipertrofia excêntrica: aumenta sarcômeros em série (aumenta comprimento fibra) – mantém ADM e ganha F

Sacco, 2013

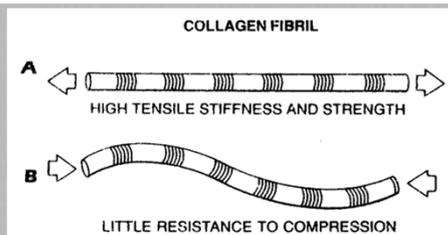
Macroestrutura

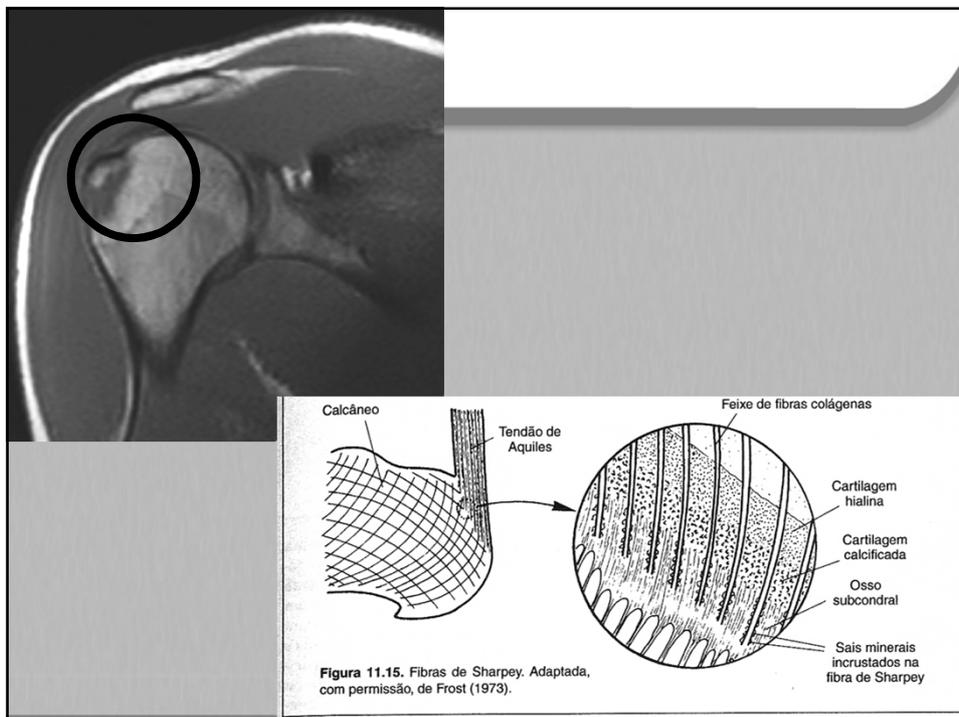
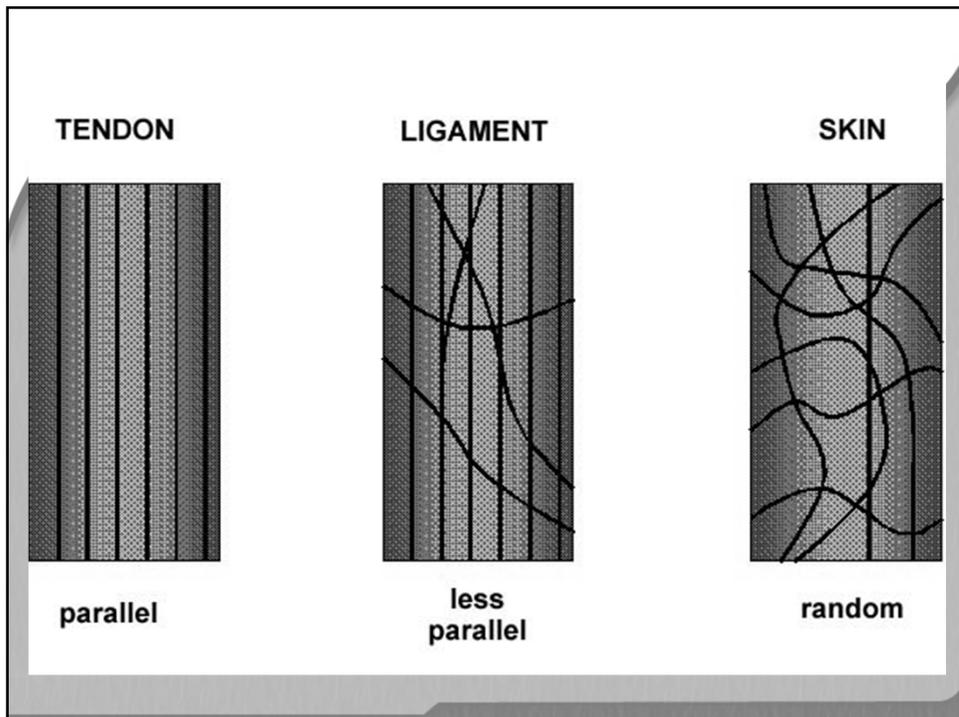
Fáscias e tendões

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





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).

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.

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

RELAXAÇÃO DE STRESS

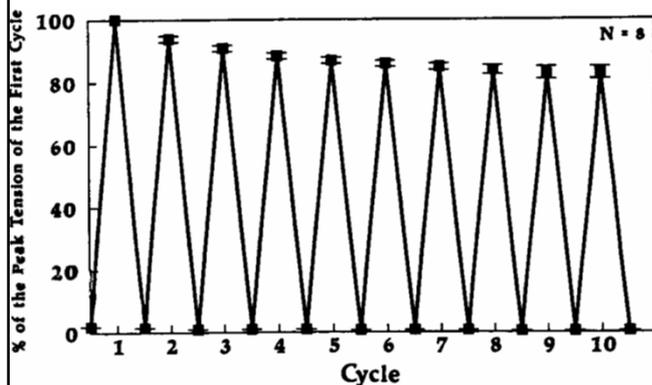


Figure 4. Tension curves of EDL muscle-tendon units repeatedly stretched to 10% beyond resting length. Each of the peak tensions for the first four stretches showed a statistically significant ($P < 0.05$) difference from the other peak tensions. The overall tension decrease was 16.6%.

Experimento 1:

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

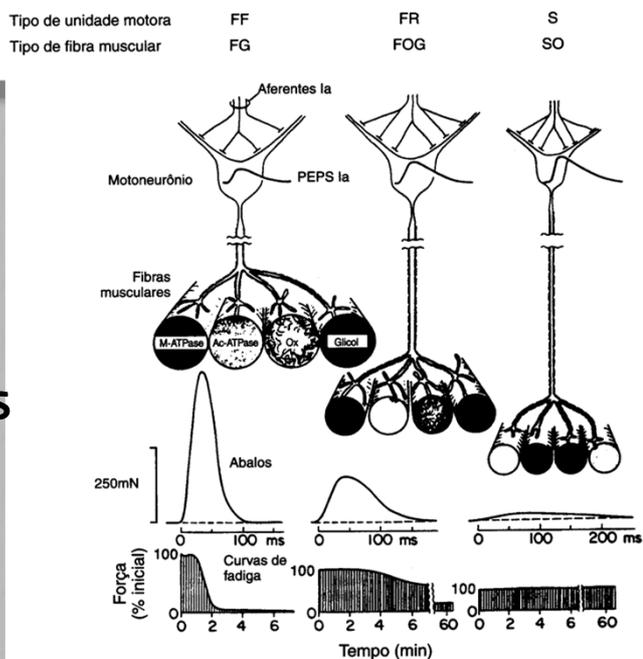
Estudo Dirigido

Texto Tânia Salvini (UFSCar)

Observar

1. Como ocorre a adaptação das fibras musculares (plasticidade)? Teorias.
2. A posição de imobilização reflete diferentes respostas musculares?
3. Qual a relação entre o comprimento muscular e a produção de força pelo músculo?
4. Para que serviria a estimulação elétrica muscular ou atividade contrátil durante um processo de imobilização?
5. Qual a importância do aquecimento realizado previamente a uma atividade física extenuante?
6. Quais os tipos e as causas de dor relacionadas ao exercício físico?
7. Sabe-se que trabalhadores de indústrias de papel (carregadores de resmas) 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?

Tipos de Fibras Musculares



Oficina

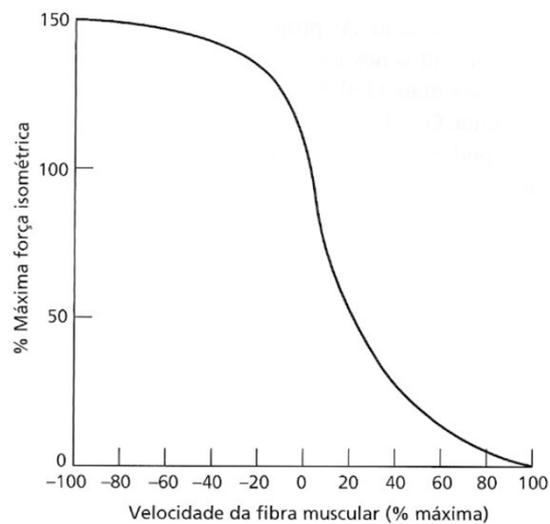
Experimentalar

Fatores que interferem na produção de força por um músculo:

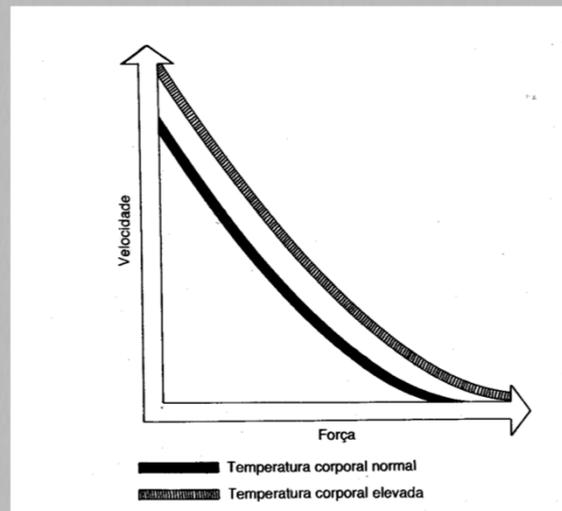
- Velocidade

Força X Velocidade de contração

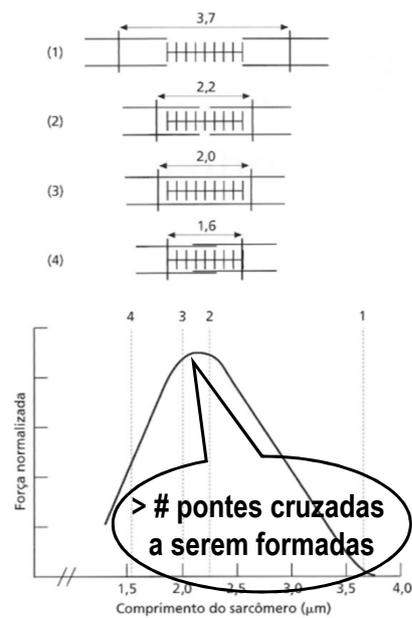
ARQUITETURA MÚSCULO-TENDÃO E DESEMPENHO



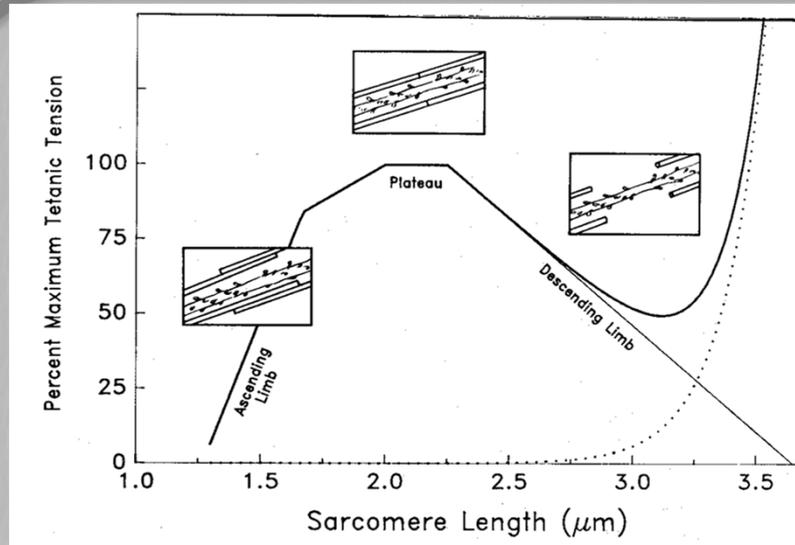
Força X Temperatura



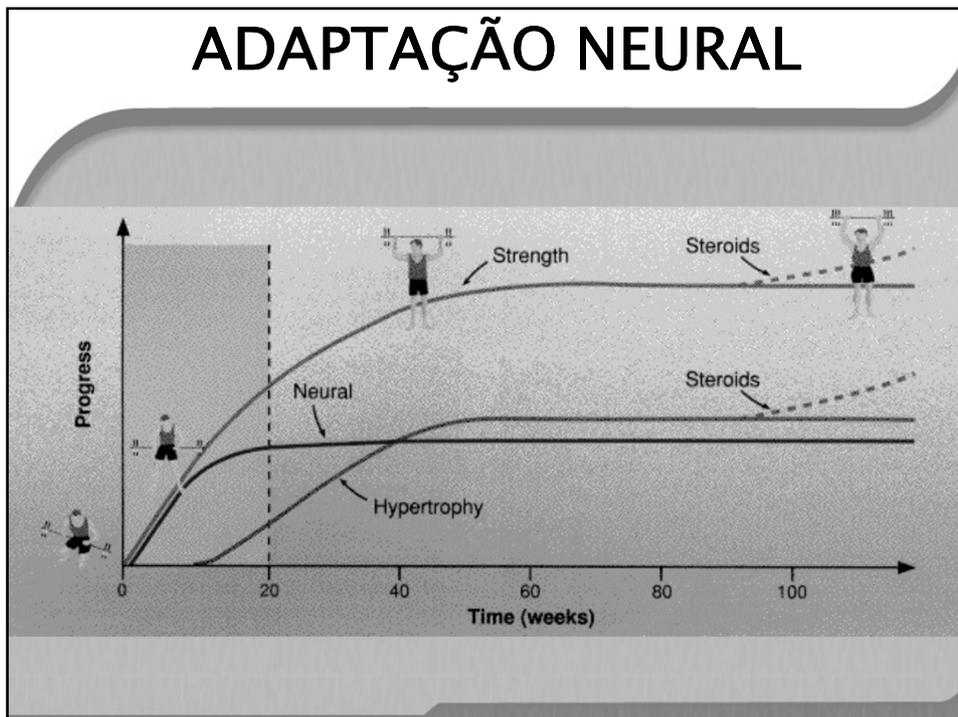
Força X Comprimento do sarcômero



Força X Comprimento do Músculo



ADAPTAÇÃO NEURAL



Alpha Motoneuron

Alpha Motoneuron

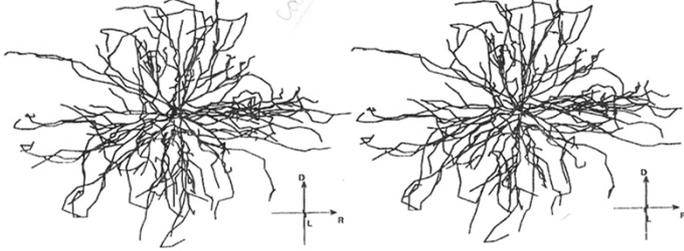


Fig. 3.2. Computer-generated stereoscopic drawing of a reconstructed cat α motoneuron, as viewed in the sagittal plane. The line thicknesses do not accurately depict the actual diameters of the dendritic branches, which are mostly much thinner than can be drawn. The calibration arrows are 500 μ m in length.

