

MFT 0833 – Biomecânica do Movimento Humano

Biomecânica do Sistema Muscular

Profa. Dra. Isabel de C. N. Sacco

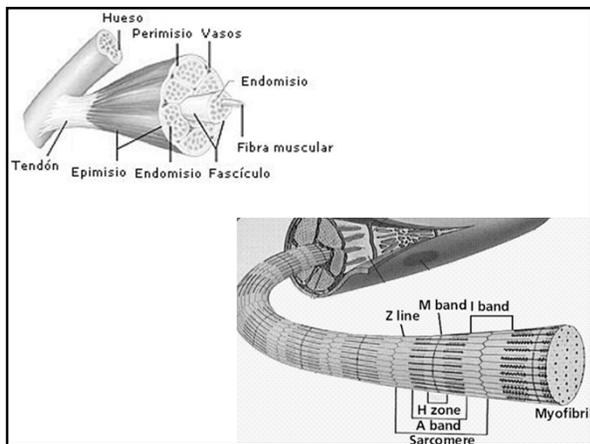


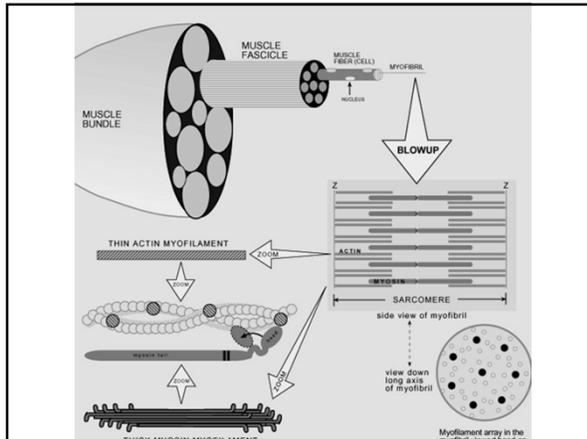
icnsacco@usp.br

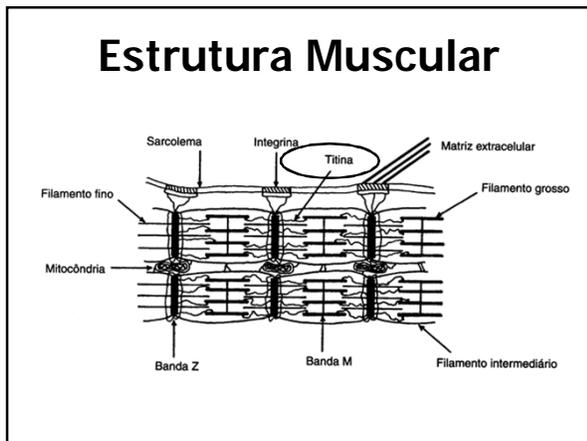
<http://www.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel>

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







Estrutura Muscular - Titina

- A **titina** mantém a integração das bandas de miofibrila.
- É um importante **organizador** dos elementos contráteis, e mais recentemente, descobriu-se que a titina é um **sensor de estiramento** muscular (Miller, 2004).
- Pode funcionar como **limitante** do alongamento muscular.
- É responsável pela estabilidade posicional do sarcômero e da fibra durante contração.
- **Mudanças** na isoforma durante a condição de **imobilização** podem predispôr o músculo atrofiado a lesão durante sua reativação (Kasper, 2000).

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)

TIPOS DE AÇÃO MUSCULAR

- **Ação isométrica**
- **Ação isotônica**
 - Excêntrica
 - Concêntrica
- **Ação isocinética**

AÇÃO MUSCULAR

o estado da atividade muscular

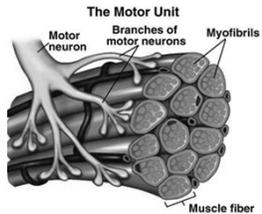
Exercício	Ação Muscular	Comprimento	Relação TP-TR
ESTÁTICO	ISOMÉTRICA	CONSTANTE	TP = TR
DINÂMICO	CONCÊNTRICA	ENCURTA	TP > TR
DINÂMICO	EXCÊNTRICA	ALONGA	TP < TR
DINÂMICO ISOCINÉTICO			

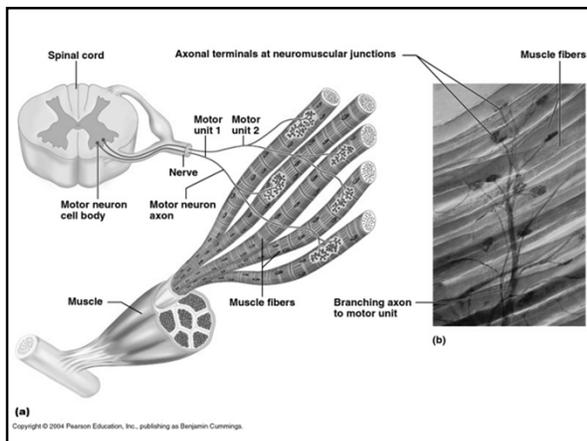
Ciclo Encurtamento - Estiramento

- Grande contribuição do mecanismo elástico na economia e eficiência de energia durante a locomoção.
- Mecanismos passivos elásticos podem contribuir em até 6% na energia para a marcha (*Magaranis, CN, et. al., 2000*).
- Essas contribuições podem ser maior ainda na corrida.

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**.



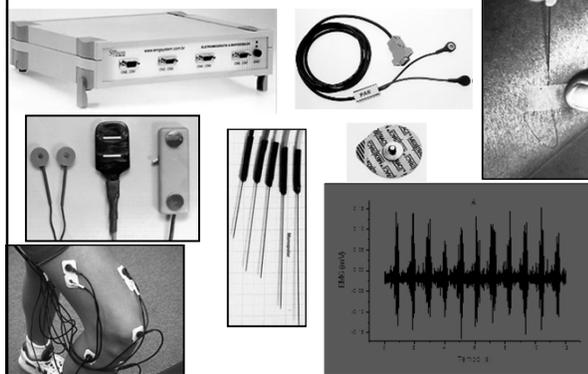


CICLO DE PONTES CRUZADAS

No músculo, a força é gerada pela ação de bilhões de cabeças de miosina interagindo com actina, movendo-se, desligando-se, interagindo com outra actina e assim por diante.



ELETROMIOGRAFIA



Estudo Dirigido

Texto Tânia Salvini (UFSCar)

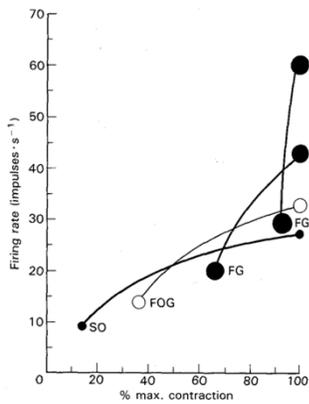
1. Como ocorre a adaptação das fibras musculares (plasticidade)? Teorias.
2. A posição de imobilização reflete diferentes respostas musculares?
3. Qual a relação entre o comprimento muscular e a produção de força pelo músculo?
4. Para que serviria a estimulação elétrica muscular ou atividade contrátil 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 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?

REGULAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR

A regulação da força muscular é dependente de:

- Número de unidades motoras recrutadas
- Frequência de disparos

Recrutamento das UMs em função do tipo de fibra



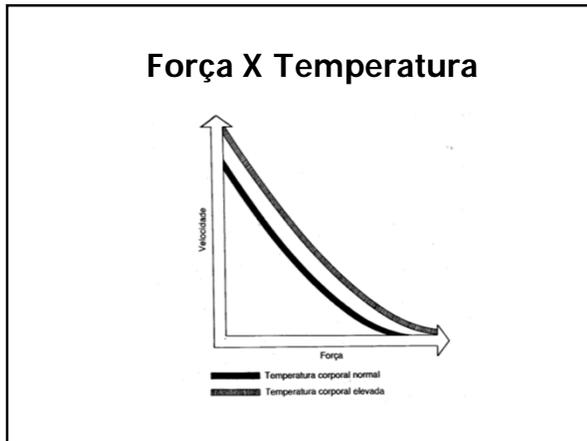
Oficina

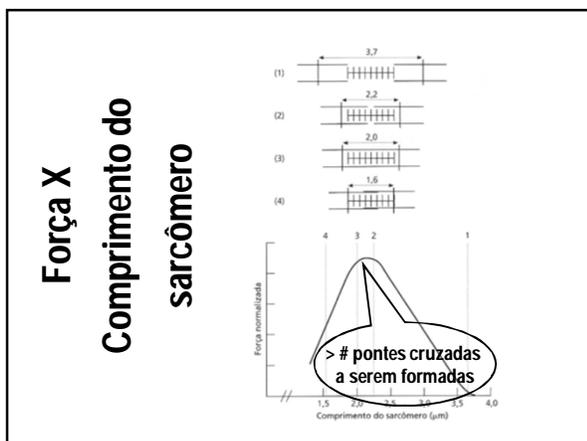
Experimental

Fatores que interferem na produção de força por um músculo:

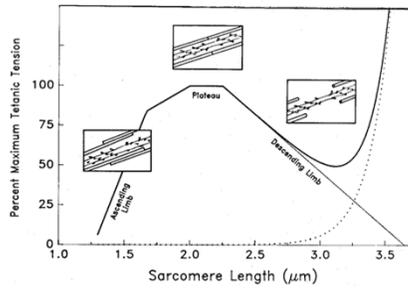
- Velocidade



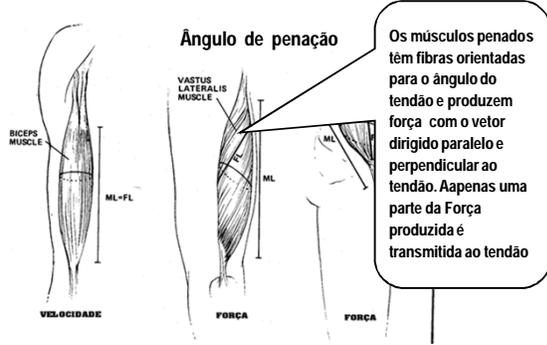




Força X Comprimento do Músculo



Arquitetura do músculo esquelético

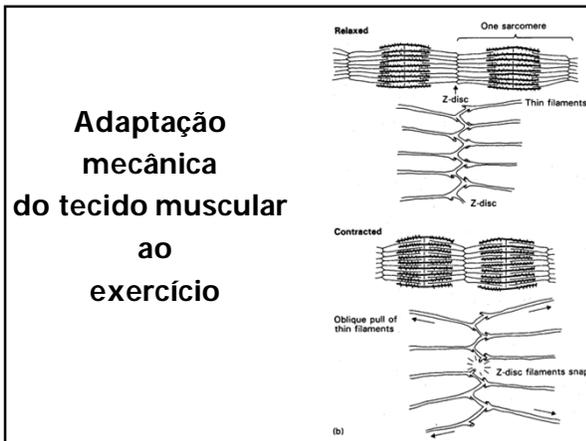


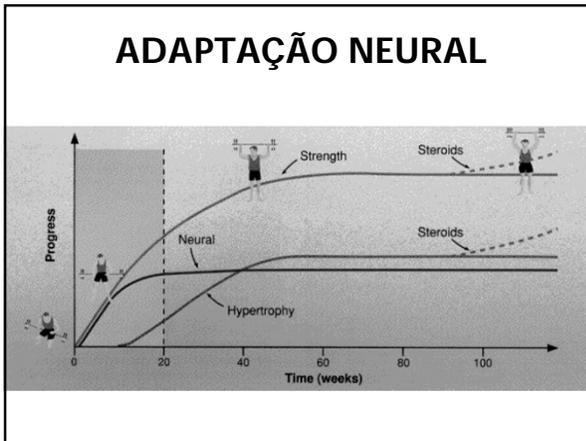
ARQUITETURA MUSCULAR

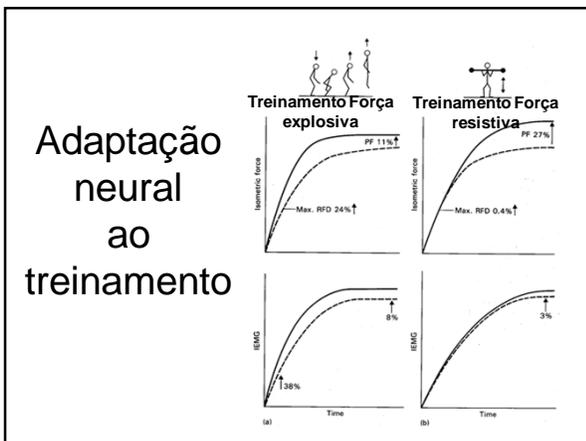
Quanto > ângulo penação < F total, independentemente da F das fibras e do # delas

Fibras paralelas ⇒ Amplitude de Movimento ⇒ velocidade (sartório, reto abdominal, bíceps do braço)

Fibras oblíquas ⇒ < F efetiva para movimentar grandes amplitudes ⇒ Mais fibras por unidade de área ⇒ força (tibial posterior, reto coxa, deltóide)





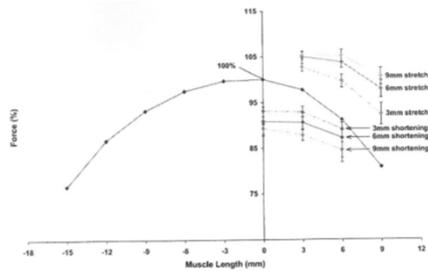


Efeito do alongamento muscular na produção de Força

- 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)

Efeito do alongamento e encurtamento muscular na produção de Força



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

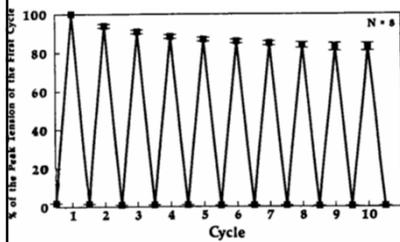
MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO AO EFEITO CRÔNICO DO ALONGAMENTO

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

MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO AO EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO

- Relaxação de stress
- Efeito Creep

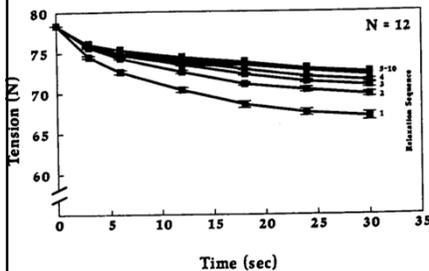
RELAXAÇÃO DE STRESS



Experimento 1:
Alongamento Extensor comum dedos (coelhos – maq. ensaio) repetido até 10% do comprimento de repouso (taxa de 2 cm/min).

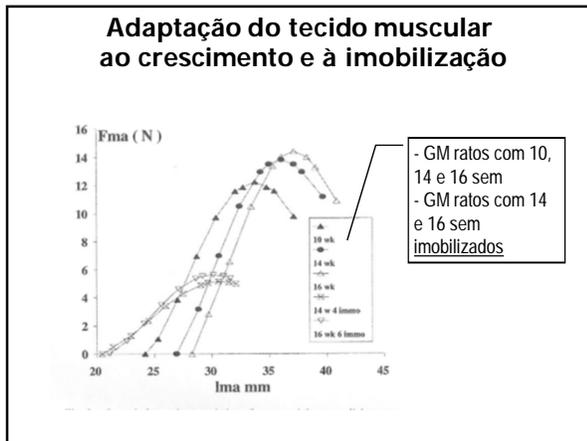
Figure 4. Tension curves of EDL muscle-tendon units repeatedly stretched to 10% beyond resting length. Each of the peak tensions for the first four stretches showed a statistically significant ($P < 0.05$) difference from the other peak tensions. The overall tension decrease was 16.6%.

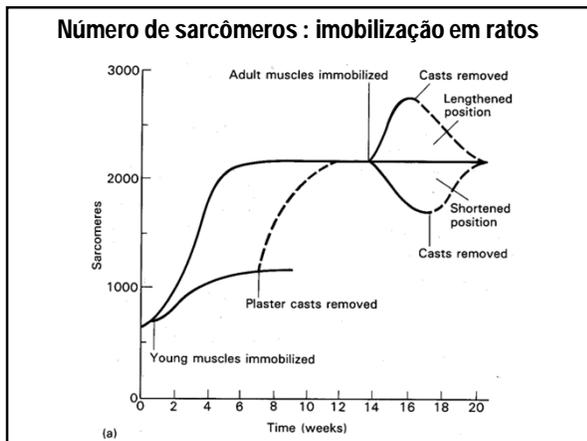
RELAXAÇÃO DE STRESS



Experimento 2:
Alongamento repetido até uma carga determinada (taxa de 2 cm/min).

Figure 5. Relaxation curves for EDL muscle-tendon units stretched repeatedly to 78.4 N. The relaxation curves of the first two stretches demonstrated statistically significant differences from the other curves. There were no significant differences in curves 4 through 10.





Atividade Casa

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 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?
