

BIOMECÂNICA

MÚSCULOS

GABRIEL IVAN PRANKE

*Grupo de Estudos e Pesquisa em Ergonomia, Biomecânica,
Esporte e Saúde - GEBES*

3 MÚSCULOS

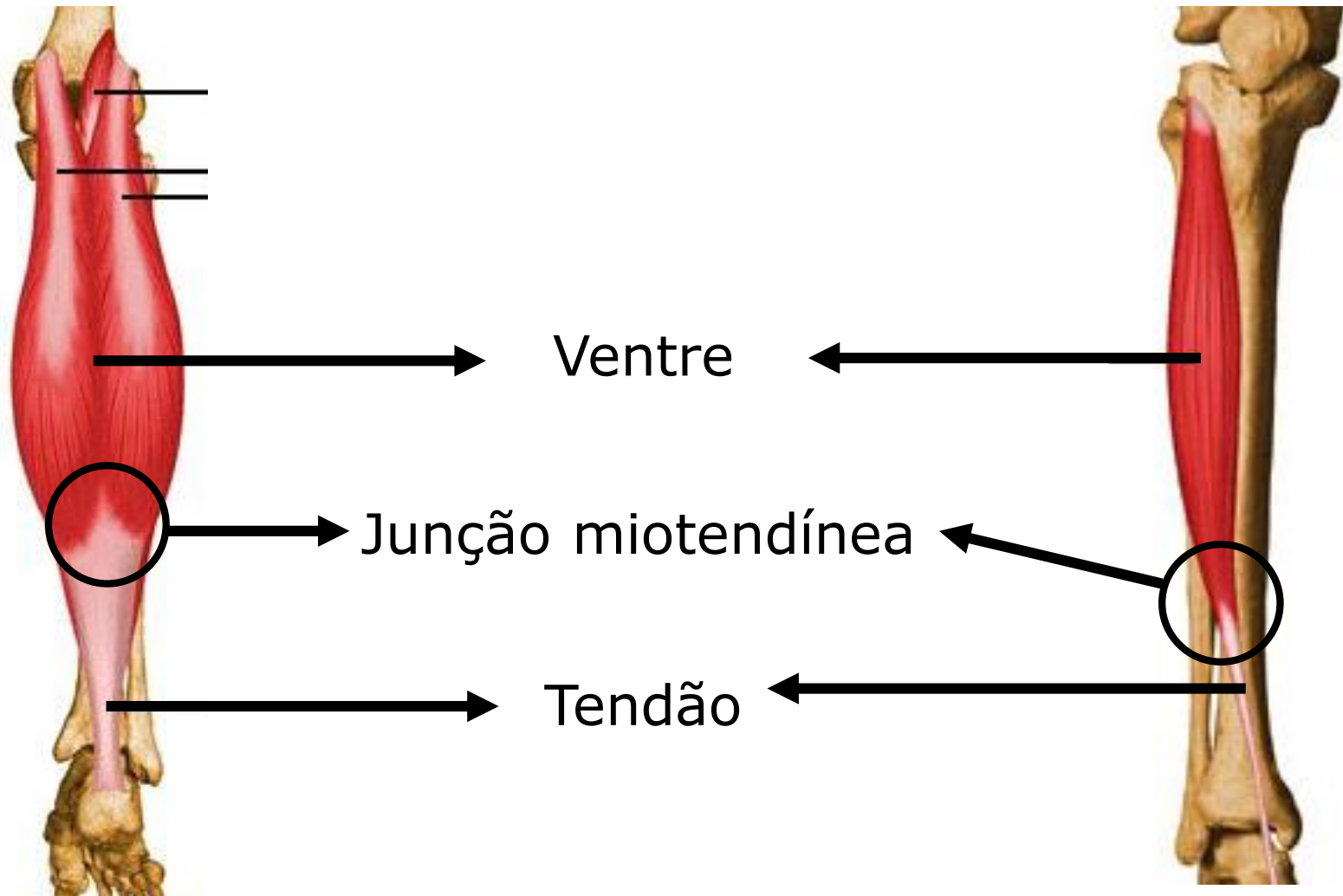
3.1 Conceito

São estruturas individualizadas que cruzam uma ou mais articulações e pela sua contração são capazes de transmitir-lhes movimento.

Único tecido do corpo humano capaz de desenvolver tensão ativamente.

3 MÚSCULOS

3.2 Composição



3 MÚSCULOS

3.2 Composição

Proteínas (Actina e miosina)

Sarcômero

Miofibrila

Fibra muscular

Endomísio

Feixe de Fibras (fascículos)

Perimísio

Músculo

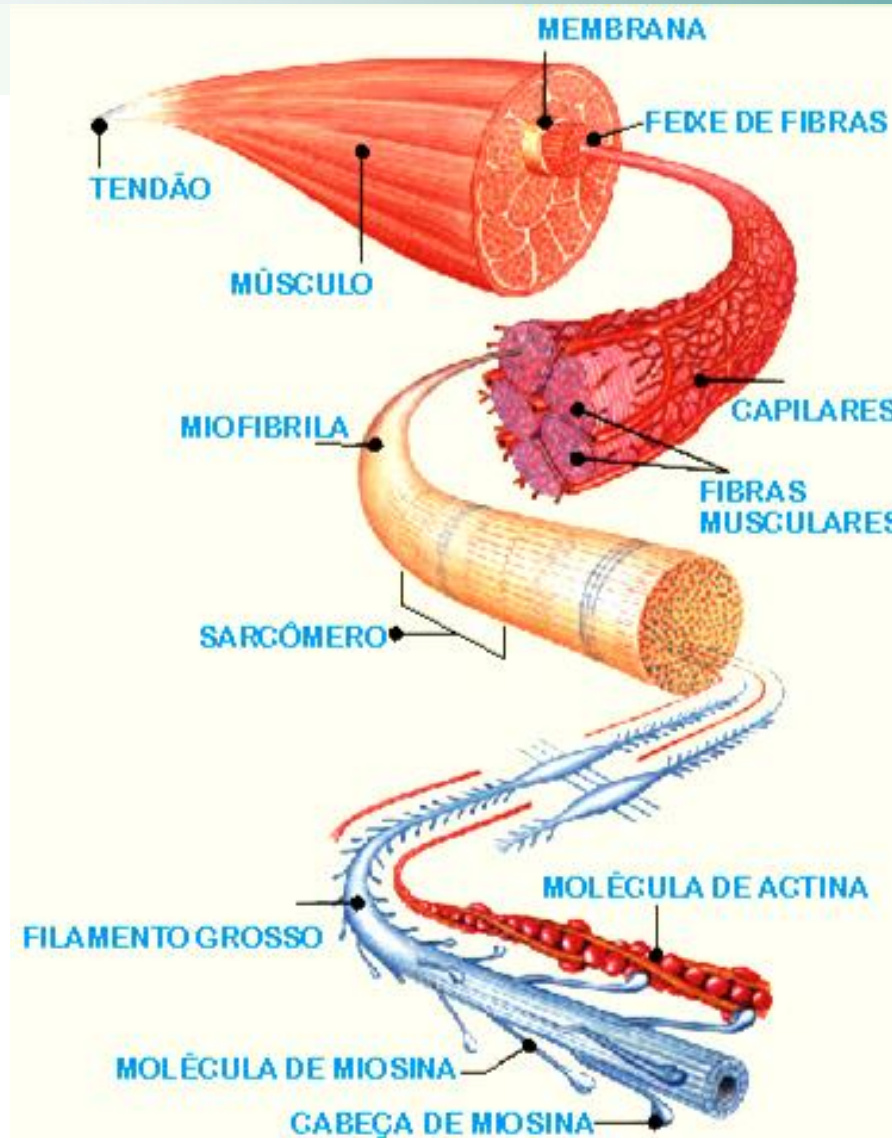
Epimísio

Grupamento muscular

Fáscia

3 MÚSCULOS

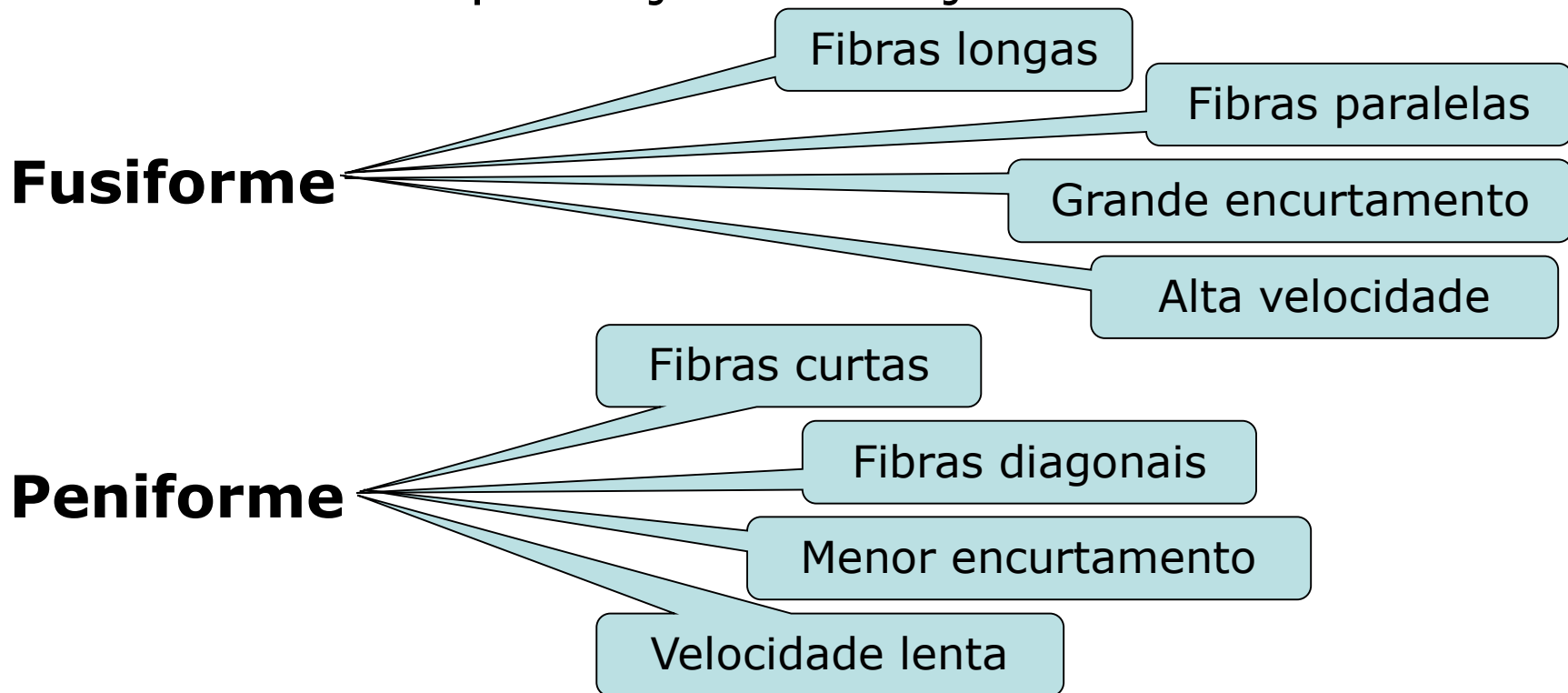
3.2 Composição



3 MÚSCULOS

3.3 Arquitetura muscular

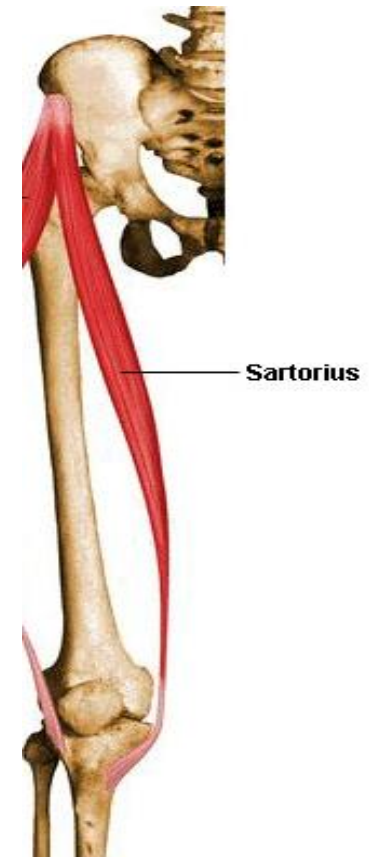
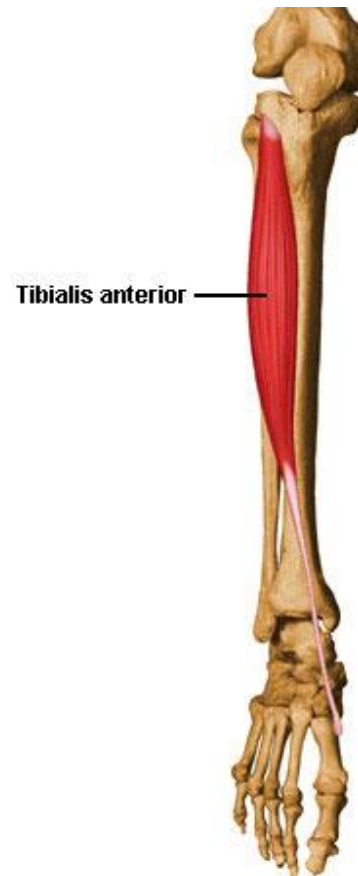
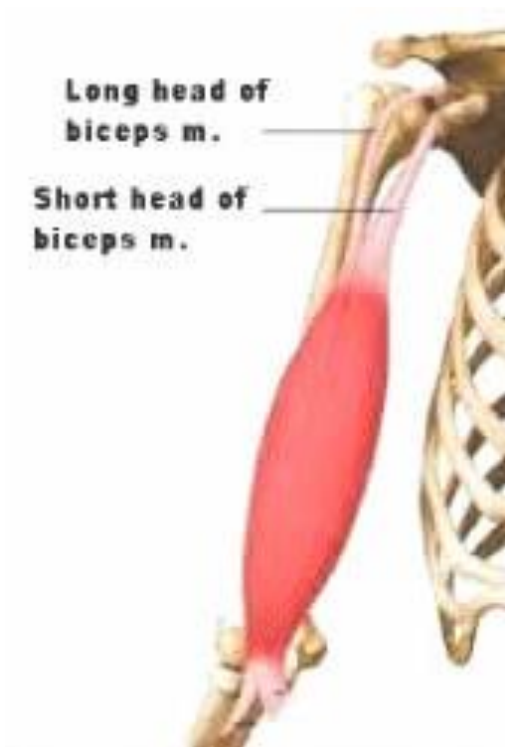
Arranjo das fibras em relação ao eixo de produção de força



3 MÚSCULOS

3.3 Arquitetura muscular

Fusiforme



3 MÚSCULOS

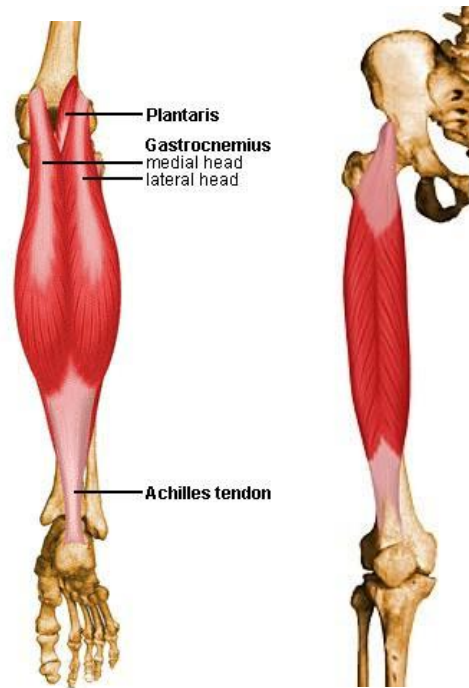
3.3 Arquitetura muscular

Peniforme

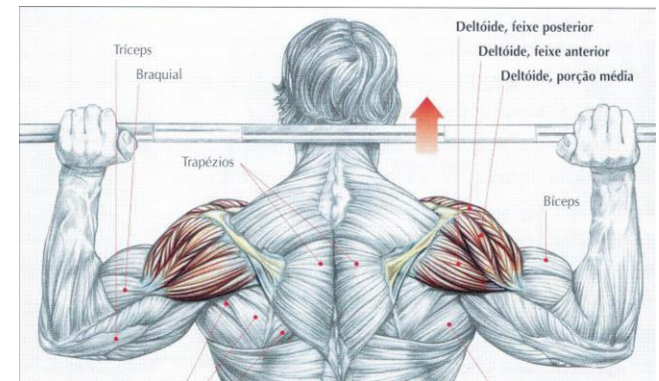
Unipenado



Bipenado



Multipenado



3 MÚSCULOS

3.3 Arquitetura muscular

Ângulo de penação

Ângulo entre o arranjo das fibras e o eixo longitudinal do músculo

3 MÚSCULOS

3.3 Arquitetura muscular

Relação com a produção de força



Força Total = Força das fibras x cos ângulo

nº de fibras

3 MÚSCULOS

3.4 Tipos de fibras

Tipo de contração lenta – I

Oxidativas e avermelhadas

Tipo de contração rápida – II

IIa – Oxidativas-glicolíticas, avermelhadas

IIb – Glicolíticas, brancas

3 MÚSCULOS

3.4 Tipos de fibras

Classificação das fibras e características fundamentais			
	Tipo I	Tipo IIa	Tipo IIb
Velocidade de contração	Lenta	?	?
Resistência à fadiga	?	?	?
Força da unidade motora	?	?	?
Capacidade oxidativa	?	?	?
Capacidade glicolítica	?	?	?

3 MÚSCULOS

3.5 Inserção muscular

Formas de inserção muscular

- Diretamente no osso
- Tendão
- Aponeurose

3 MÚSCULOS

3.5 Inserção muscular

Tendão

Função do tendão

Transmitir a tensão (força) do músculo para o
OSSO

3 MÚSCULOS

3.5 Inserção muscular

Tendão

Constituição

Feixe inelástico de fibras colágenas

3 MÚSCULOS

3.5 Inserção muscular

Tendão

Resposta à carga

Pode responder de forma elástica em função do tecido conjuntivo

Suportam grandes cargas tensivas

3 MÚSCULOS

3.5 Inserção muscular

Tendão

Resposta à carga

Junção miotendínea

- Velocidade de aplicação de carga
- Quantidade de força
- Grau de frouxidão do tendão

3 MÚSCULOS

3.5 Inserção muscular

Tendão

Resposta à carga

Junção miotendínea

Frouxo: ↓ velocidade ↑ intensidade carga

Rígido: ↑ velocidade ↓ intensidade carga

3 MÚSCULOS

3.6 Funções

Ligadas ao movimento humano:

- Produção de movimento
- Manutenção de posturas e posições
- Estabilização de articulações

3 MÚSCULOS

3.6 Funções

Agonistas - músculos que causam movimento em torno de uma articulação por meio de ação concêntrica.

Exemplo:

Bíceps braquial na flexão do cotovelo

3 MÚSCULOS

3.6 Funções

Antagonistas - músculos que se opõem ao movimento em torno de uma articulação por meio de ação excêntrica.

Exemplo:

Tríceps na flexão do cotovelo

3 MÚSCULOS

3.6 Funções

Estabilizadores - músculos que agem em um segmento de modo a estabilizá-lo, para que possam ocorrer movimentos específicos em articulações adjacentes.

Exemplo:

Rombóide fixa a escápula para movimentar somente o membro superior

3 MÚSCULOS

3.6 Funções

Neutralizadores - músculos que previnem ações acessórias indesejadas provocadas por outros músculos.

Exemplo:

Bíceps braquial produz tanto flexão do cotovelo quanto supinação do antebraço. Se apenas a flexão do cotovelo é desejada o *pronador redondo* age como neutralizador na supinação do antebraço

3 MÚSCULOS

3.7 Propriedades

Extensibilidade: capacidade de aumentar o seu comprimento

Elasticidade: capacidade de retornar a seu comprimento original após a deformação

3 MÚSCULOS

3.7 Propriedades

Contratilidade: capacidade do músculo se encurtar ao receber estimulação suficiente

Irritabilidade: capacidade de responder a um estímulo

3 MÚSCULOS

3.7 Propriedades

Capacidade de gerar tensão: A tensão muscular é gerada pela ativação do músculo.

A tensão aplicada sobre um segmento corporal pode gerar movimento deste segmento através da rotação em torno de uma articulação (produção de torque)

O torque resultante determina a presença ou não de movimento.

3 MÚSCULOS

3.8 Ações musculares

- Ação concêntrica
- Ação isométrica
- Ação excêntrica

3 MÚSCULOS

3.8 Ações musculares

Exercício	Ação Muscular	Comprimento muscular	Relação $T_{MUSC} - T_{RES}$
Estático	Isométrica	Não muda	$T_{MUSC} = T_{RES}$
Dinâmico	Concêntrica	Encurta	$T_{MUSC} > T_{RES}$
	Excêntrica	Alonga	$T_{MUSC} < T_{RES}$

3 MÚSCULOS

3.8 Ações musculares

Relações entre as ações musculares

Ação excêntrica utiliza menos unidades motoras para uma igual produção de força



→ Consumo de oxigênio

3 MÚSCULOS

3.8 Ações musculares

Relações entre as ações musculares

Ação excêntrica capaz de maior produção de força

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

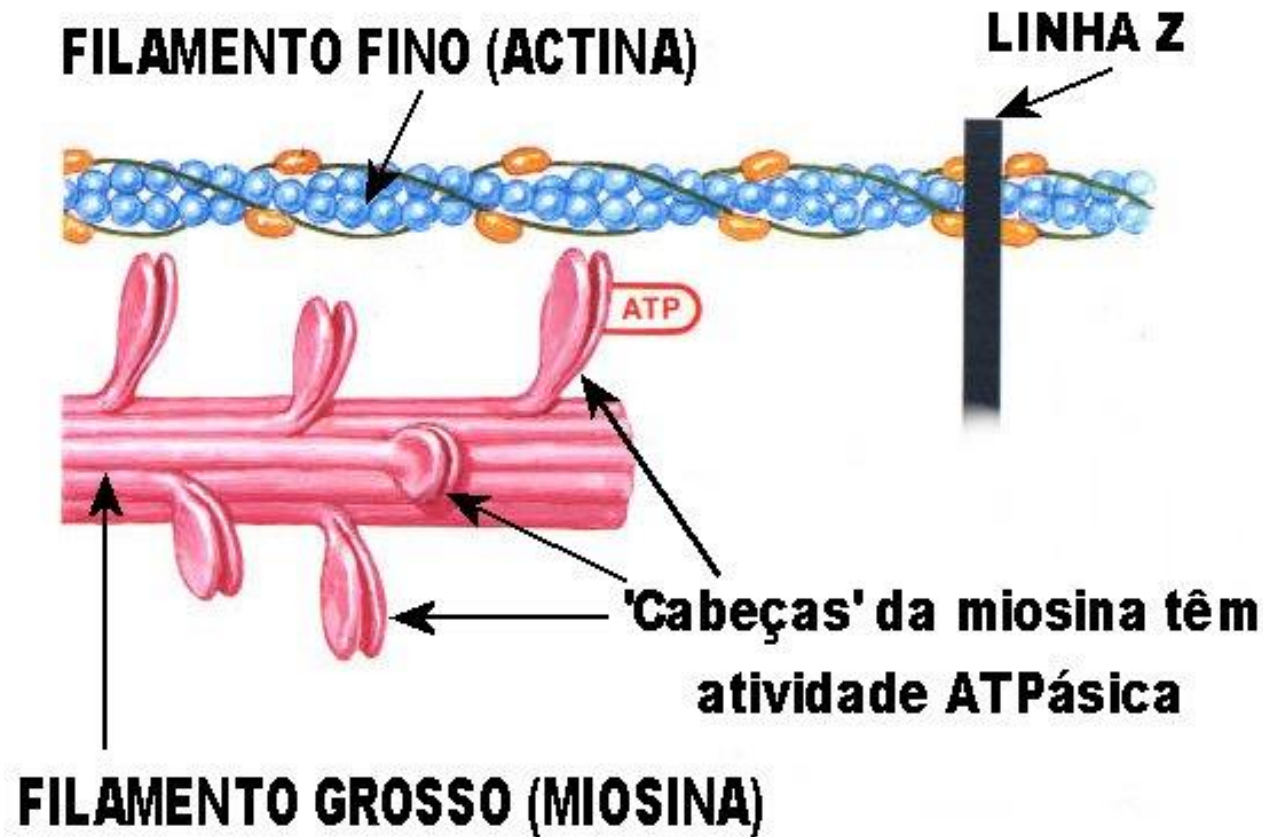
Quantidade máxima de esforço produzido por um músculo ou grupo muscular no local de inserção no esqueleto.

Unidade motora

Teoria dos filamentos deslizantes

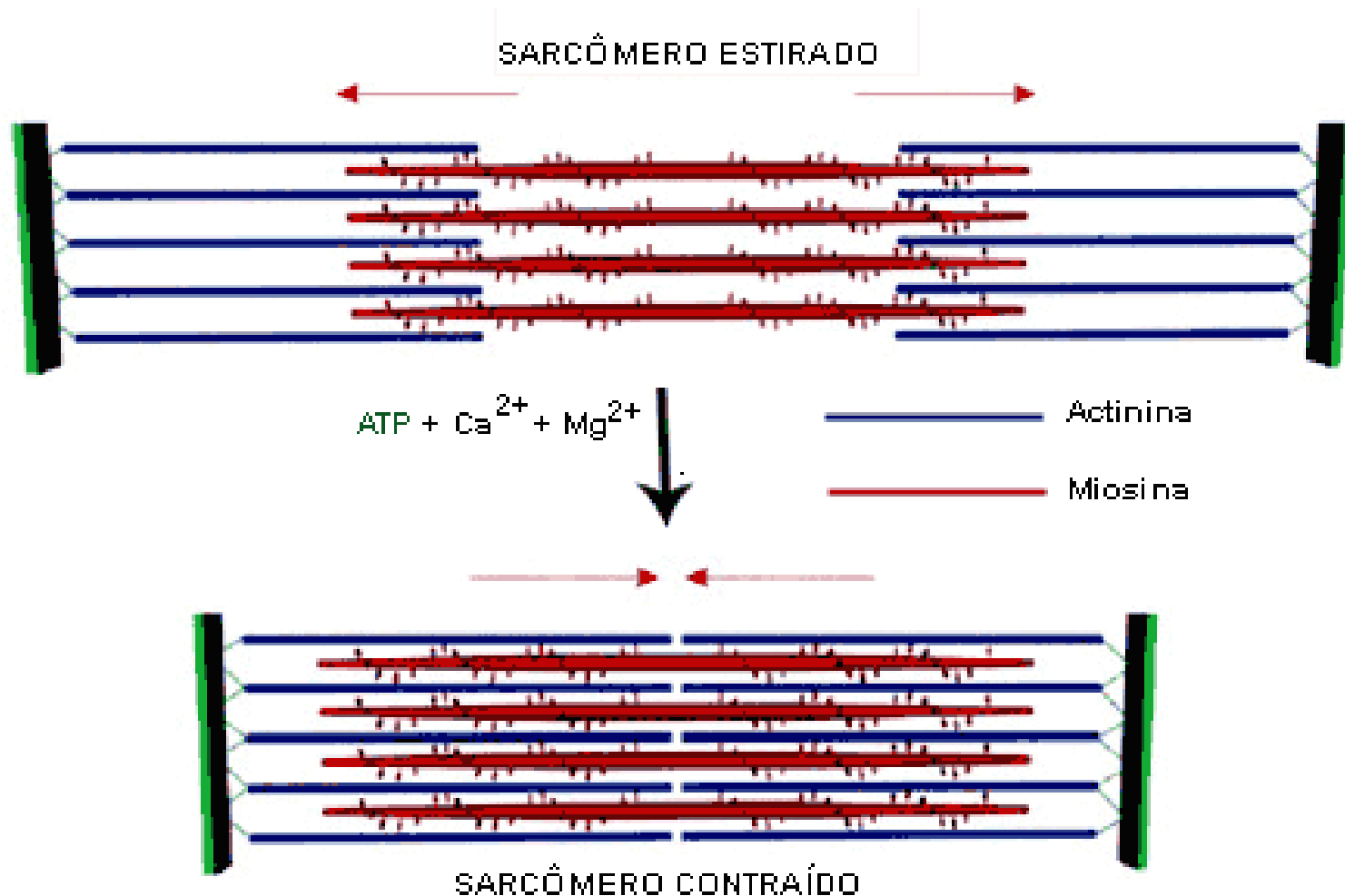
3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular



3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular



3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

- Relação força x velocidade
- Relação força x comprimento
- Ângulo de inserção do músculo

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x velocidade

Na concêntrica



Relação força x velocidade é inversa

Quando a resistência é alta, a velocidade de encurtamento deve ser relativamente baixa.
Quando a resistência é baixa, a velocidade de encurtamento pode ser relativamente alta.

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x velocidade

Na concêntrica

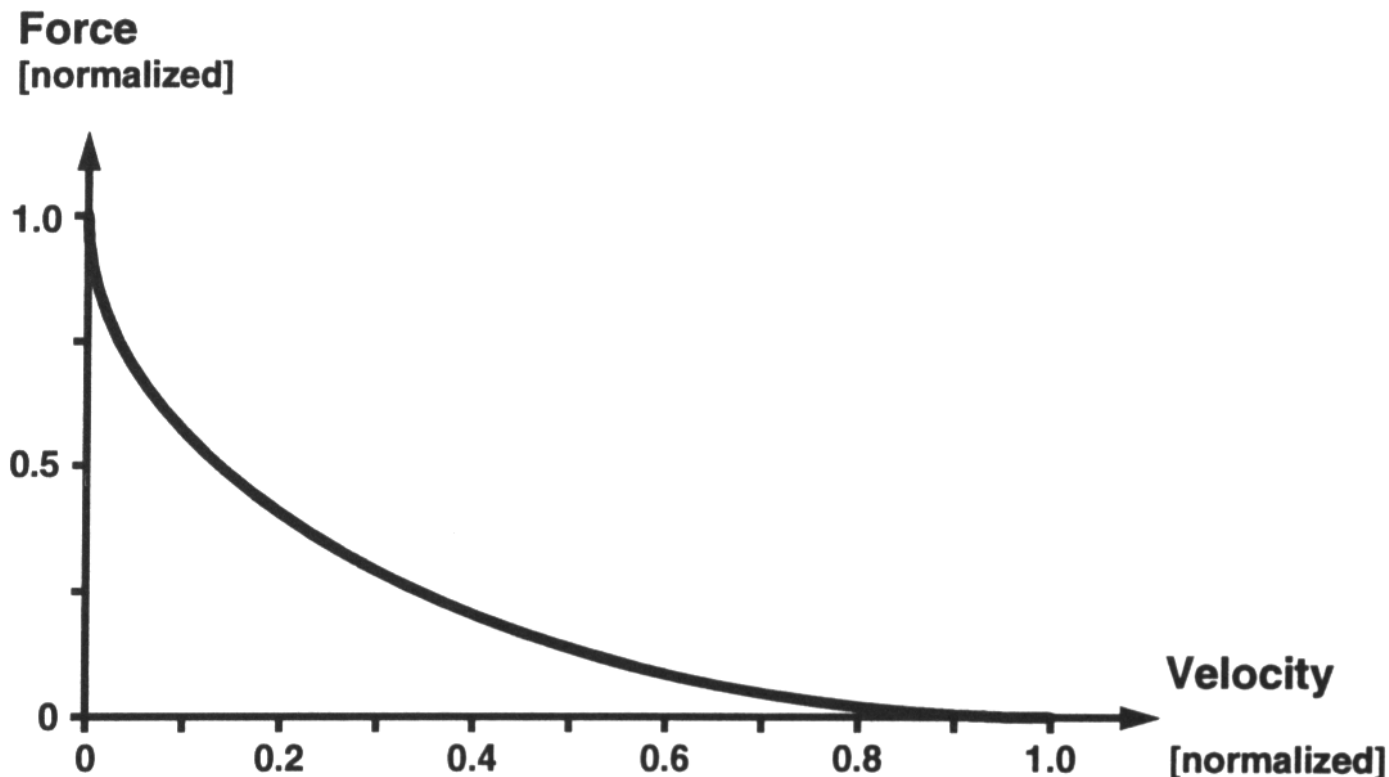
A relação força x velocidade indica que para uma determinada carga ou força muscular desejada existe uma velocidade máxima de encurtamento possível.

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x velocidade



3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x velocidade

Na excêntrica

Relação com comportamento diferente

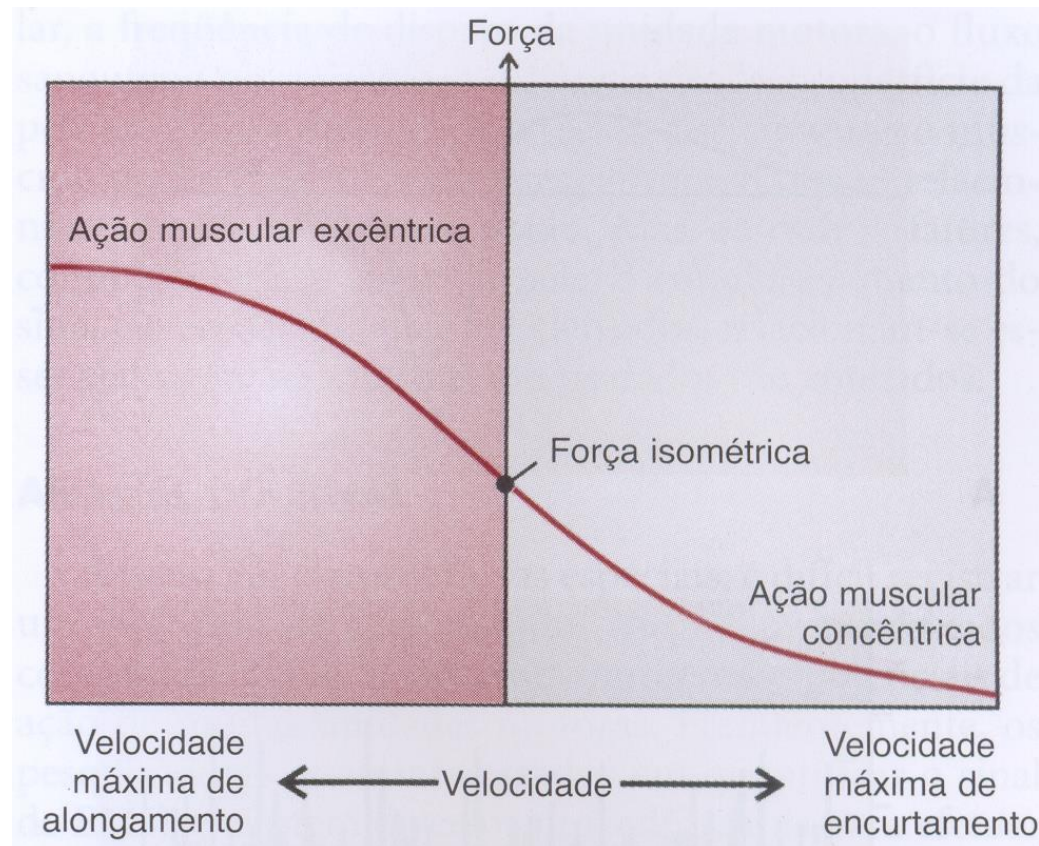
Em cargas menores que a isométrica máxima, a velocidade de estiramento é controlada voluntariamente. Em cargas maiores que a isométrica máxima, o músculo é forçado a esticar com velocidade proporcional à carga.

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x velocidade



3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x comprimento



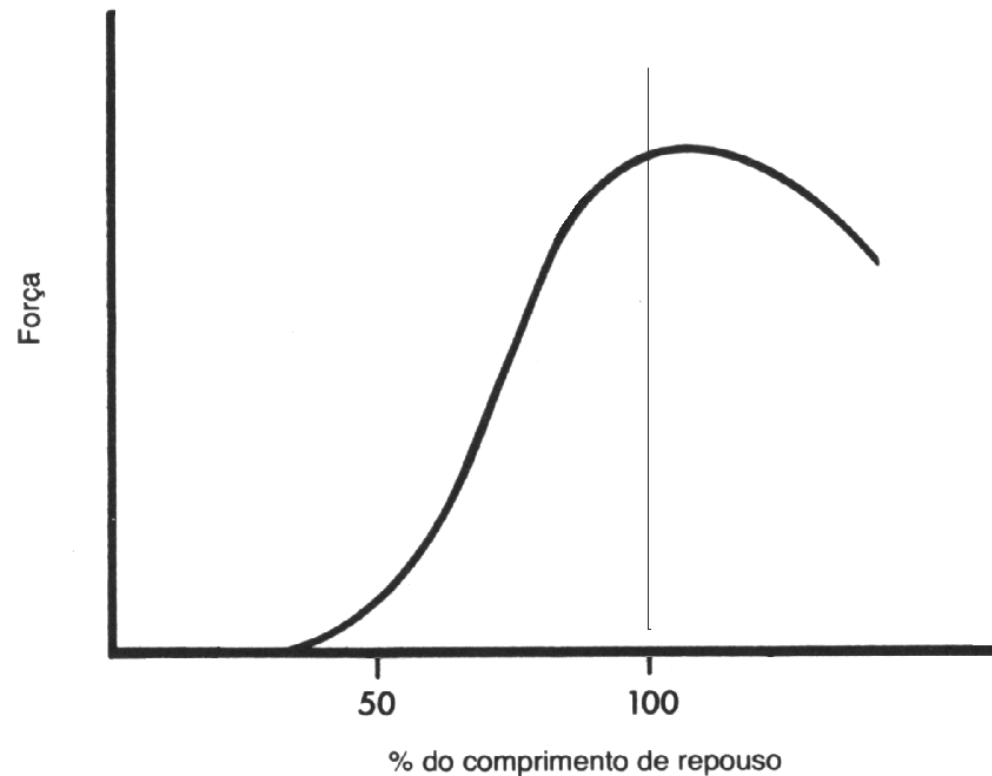
No corpo humano, o pico de geração de força acontece quando o músculo está levemente estirado.

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x comprimento



3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x ângulo de inserção

Decomposição

Perpendicular

Responsável pela produção de torque

→ Componente rotatória

→ Componente de deslizamento

Paralela

>90° - Puxa o osso pra fora da articulação:
Componente de deslocamento

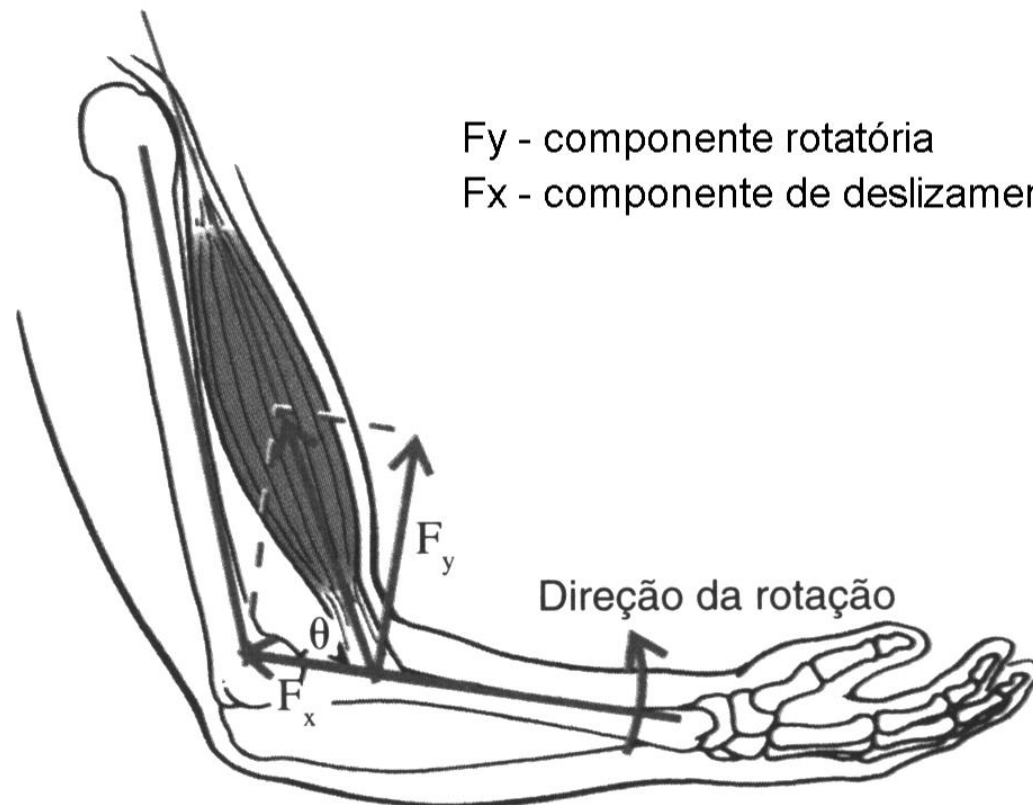
<90° - Empurra o osso contra articulação :
Componente estabilizador

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x ângulo de inserção

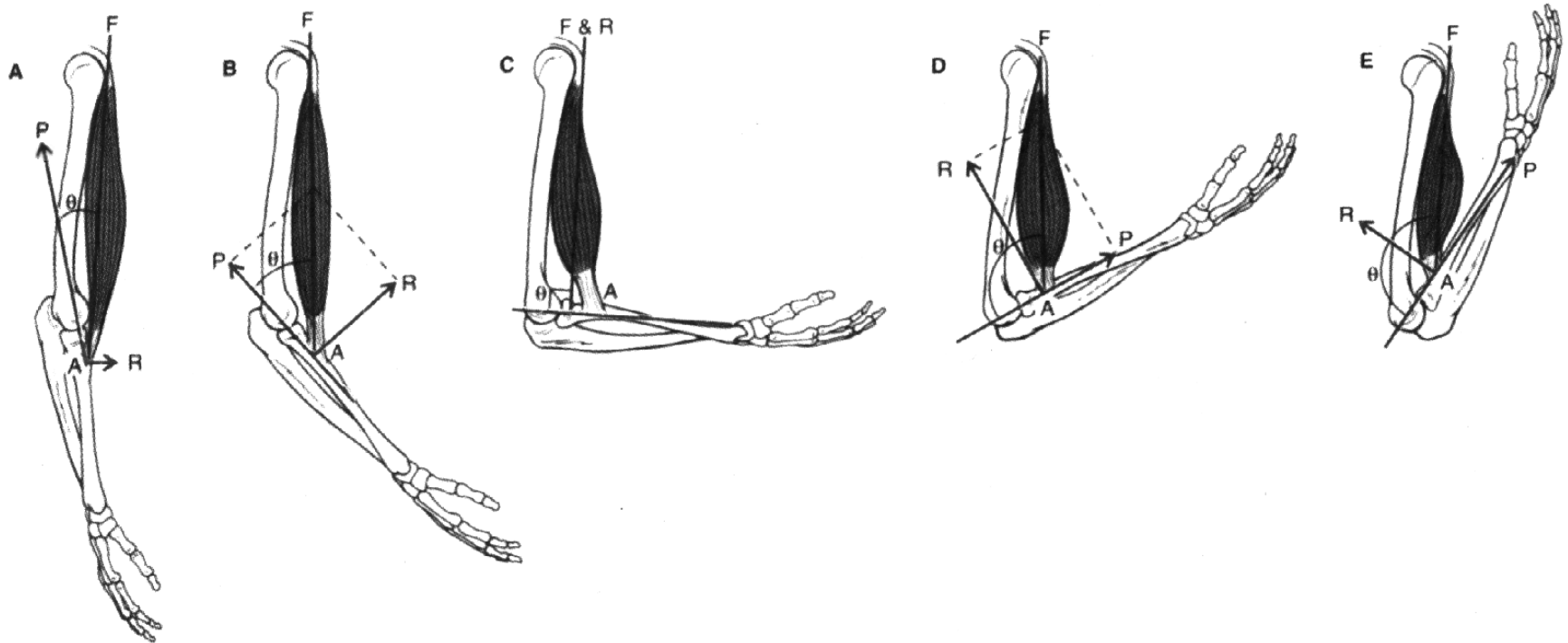


3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x ângulo de inserção

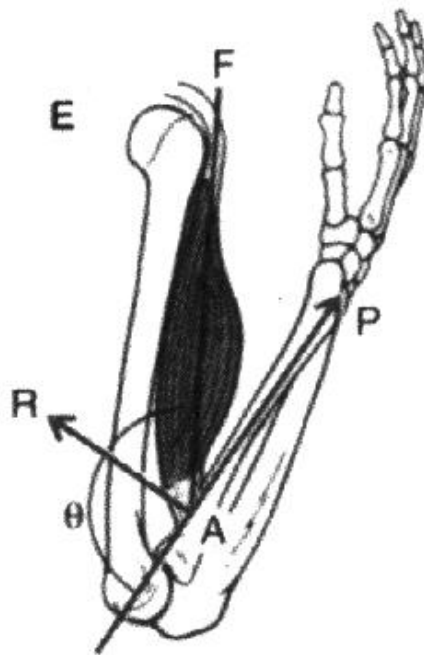


3 MÚSCULOS

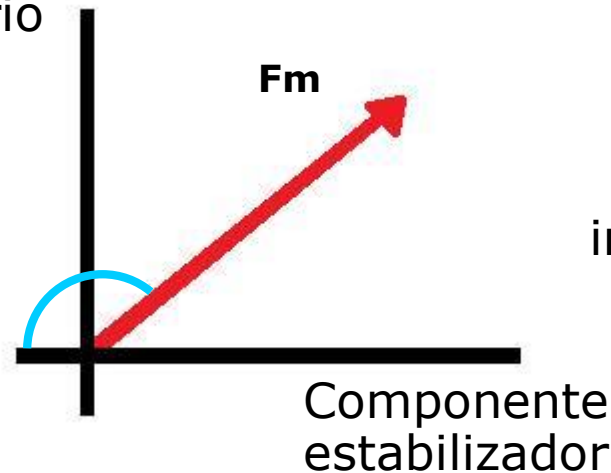
3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x ângulo de inserção



Componente
rotatório



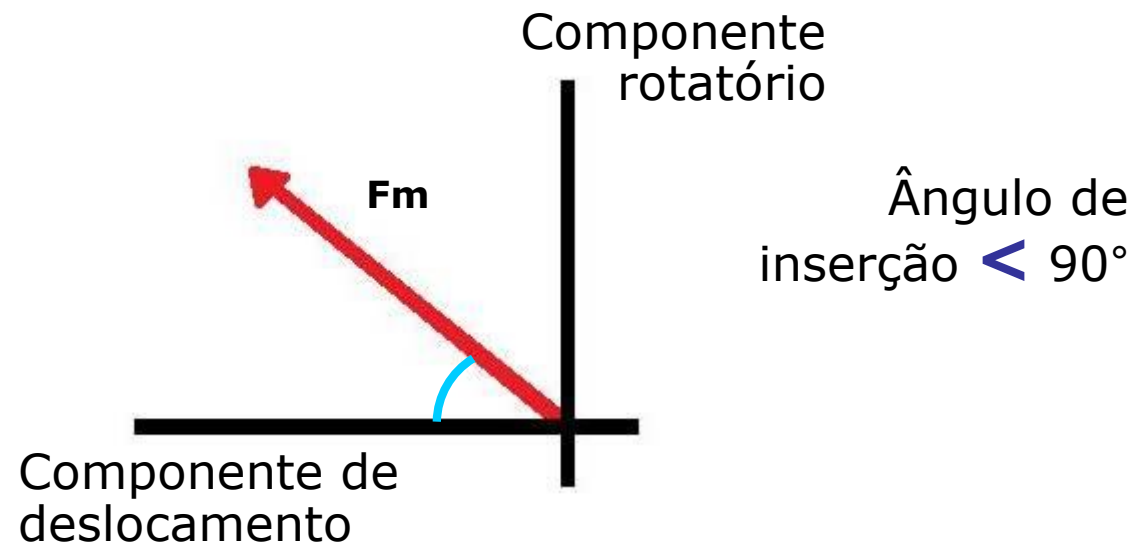
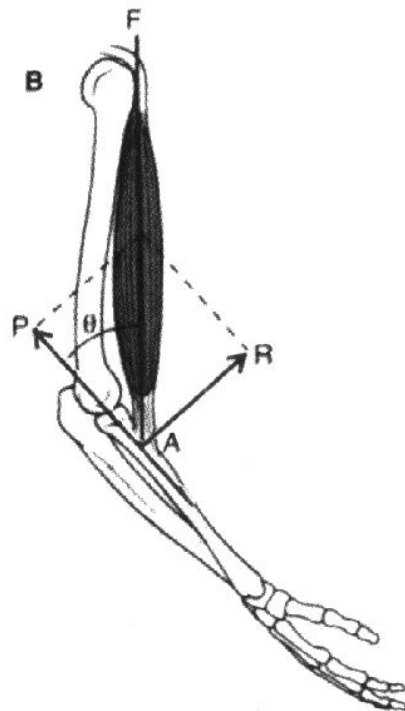
Ângulo de
inserção $> 90^\circ$

3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x ângulo de inserção

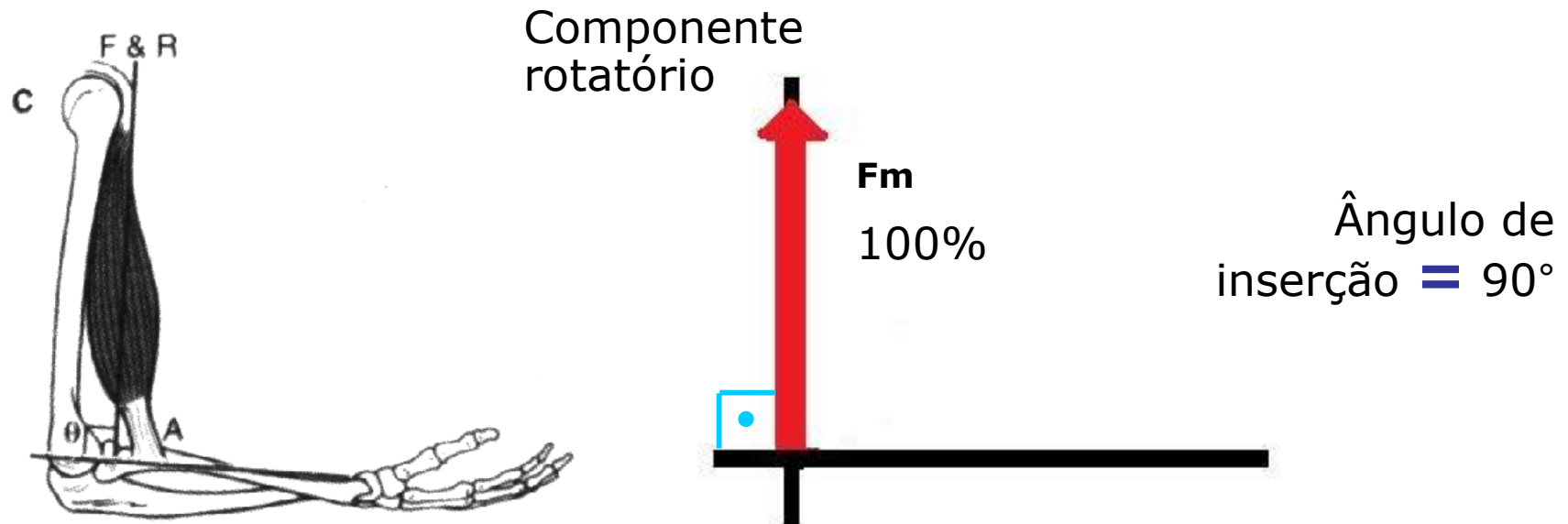


3 MÚSCULOS

3.9 Força muscular

Fatores mecânicos que influenciam

Relação força x ângulo de inserção



3 MÚSCULOS

3.10 Potência



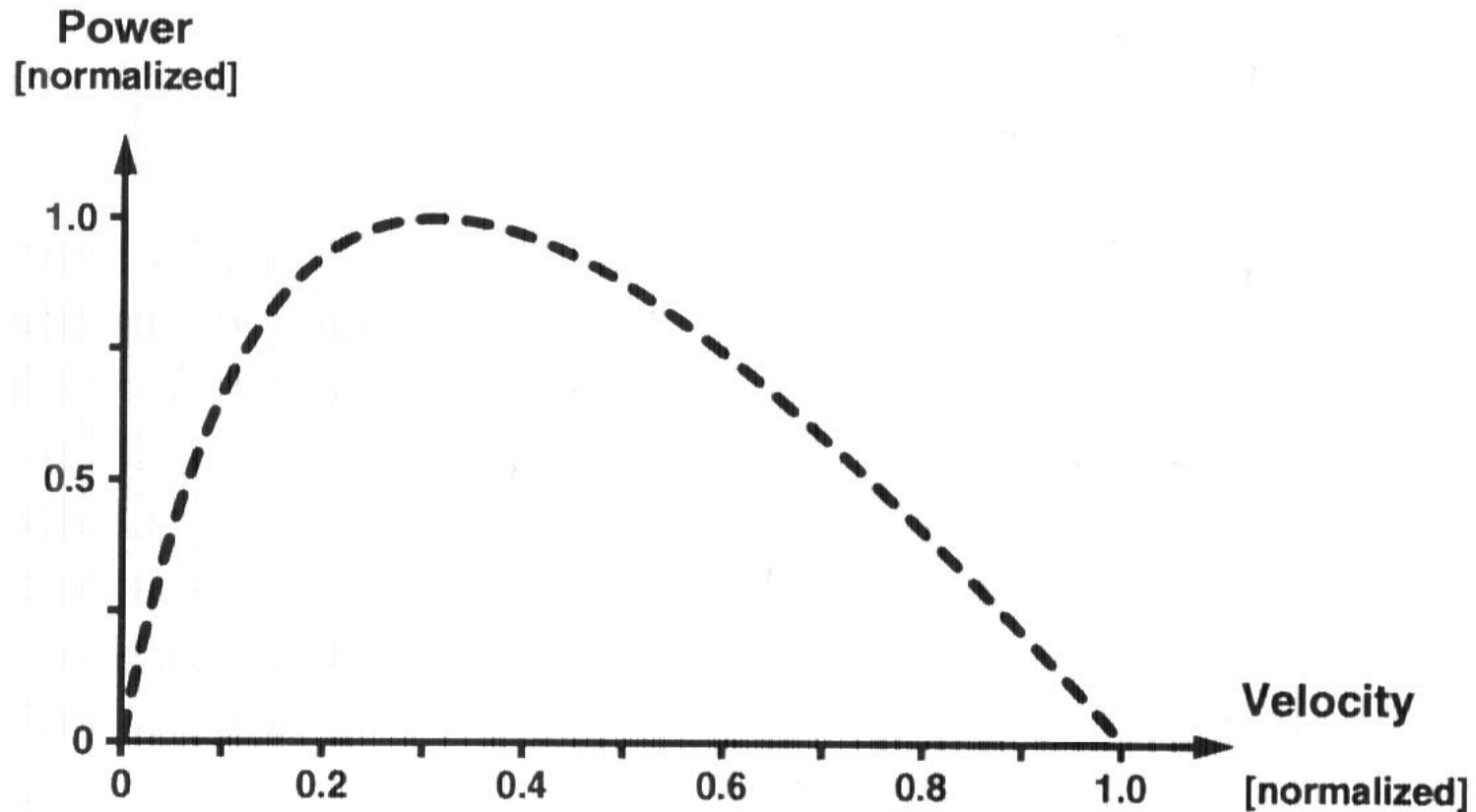
$$\text{Potência} = F_m \times \text{vel}$$

Tipo de fibra \rightarrow CR x CL

A potência muscular máxima ocorre aproximadamente a um terço da velocidade máxima de encurtamento do músculo.

3 MÚSCULOS

3.10 Potência



3 MÚSCULOS

3.11 Efeito da temperatura

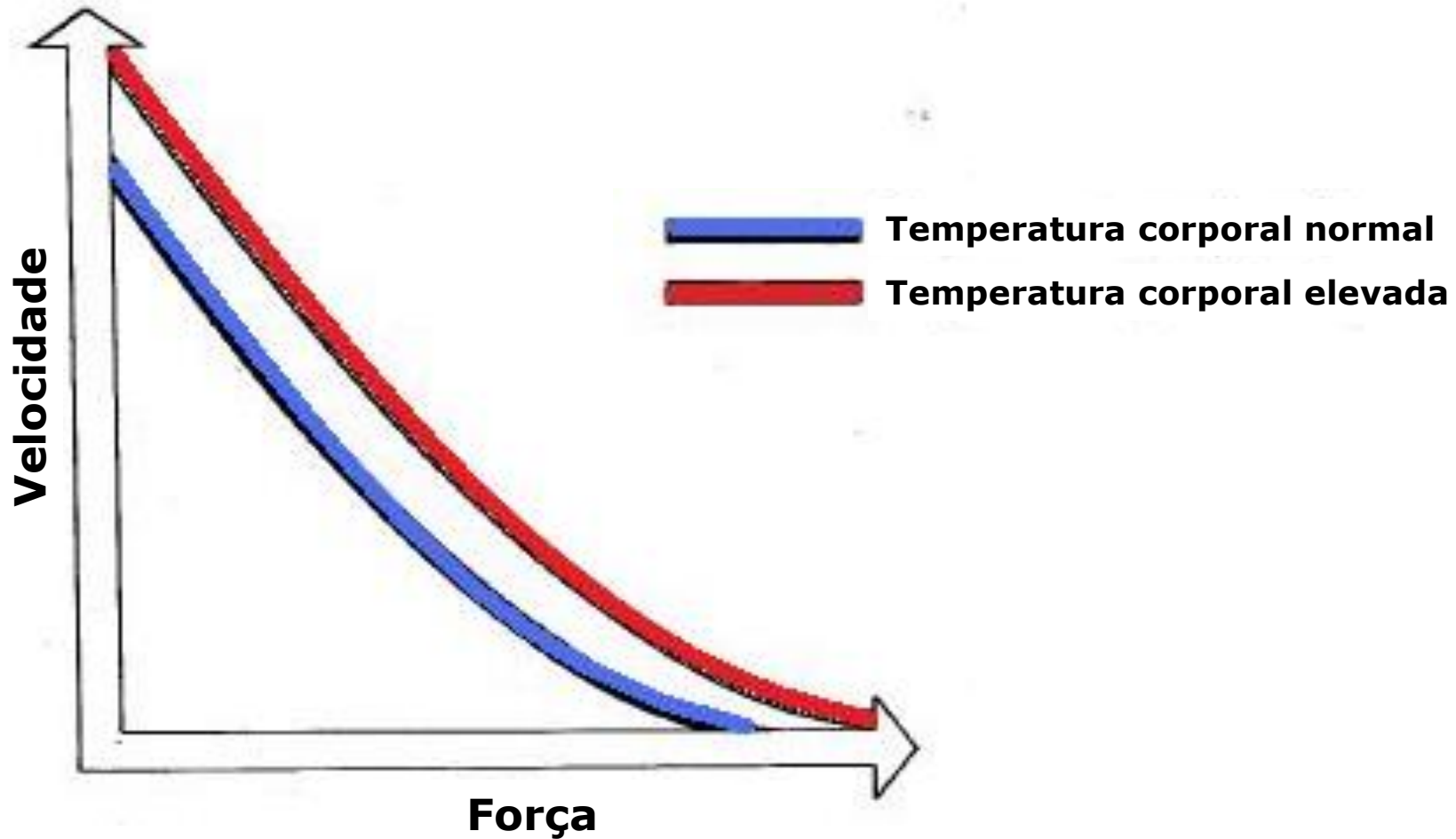
T aumenta → desvia curva força x velocidade



A função muscular é mais eficiente a 38,5 °C.

3 MÚSCULOS

3.11 Efeito da temperatura



3 MÚSCULOS

3.12 Eletromiografia



Estudo da atividade elétrica do músculo

3 MÚSCULOS

3.13 Treinamentos musculares

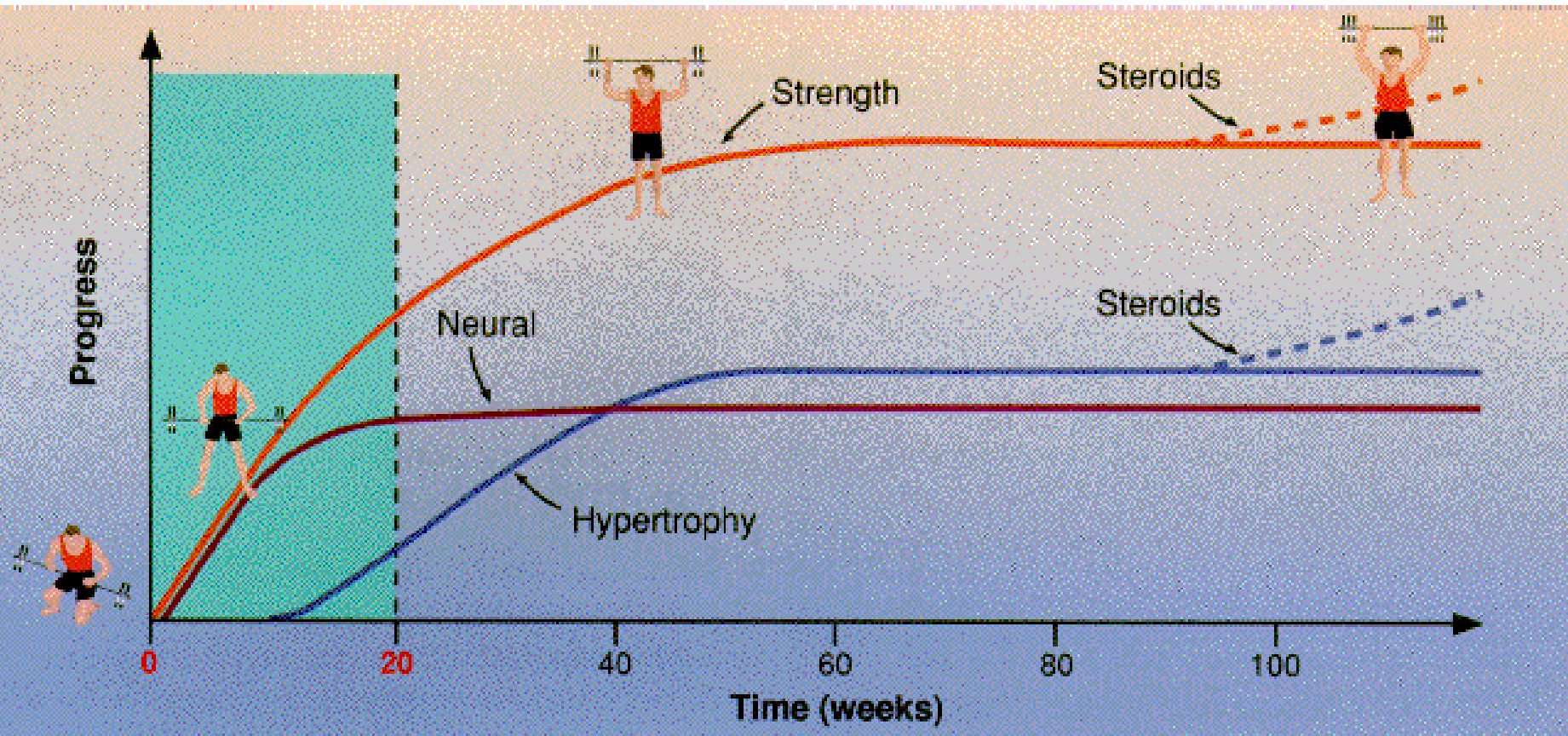
Treinamento de força

- Ganhos neurais
- Hipertrofia (aumento da área da secção transversa)
- Hiperplasia??

3 MÚSCULOS

3.13 Treinamentos musculares

Treinamento de força



3 MÚSCULOS

3.13 Treinamentos musculares

Treinamento de flexibilidade

Amplitude de movimento

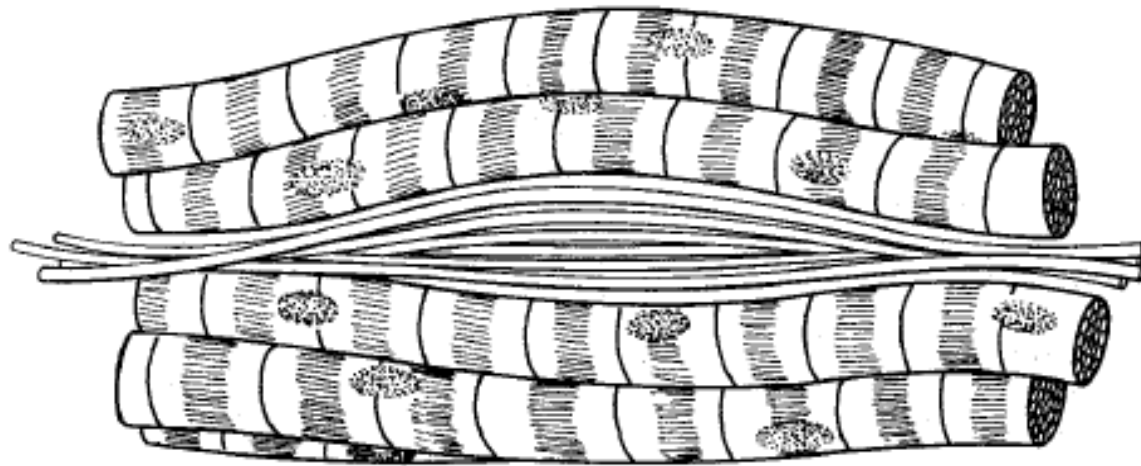
Estruturas proprioceptivas musculares

3 MÚSCULOS

3.13 Treinamentos musculares

Treinamento de flexibilidade

FUSOS NEUROMUSCULARES



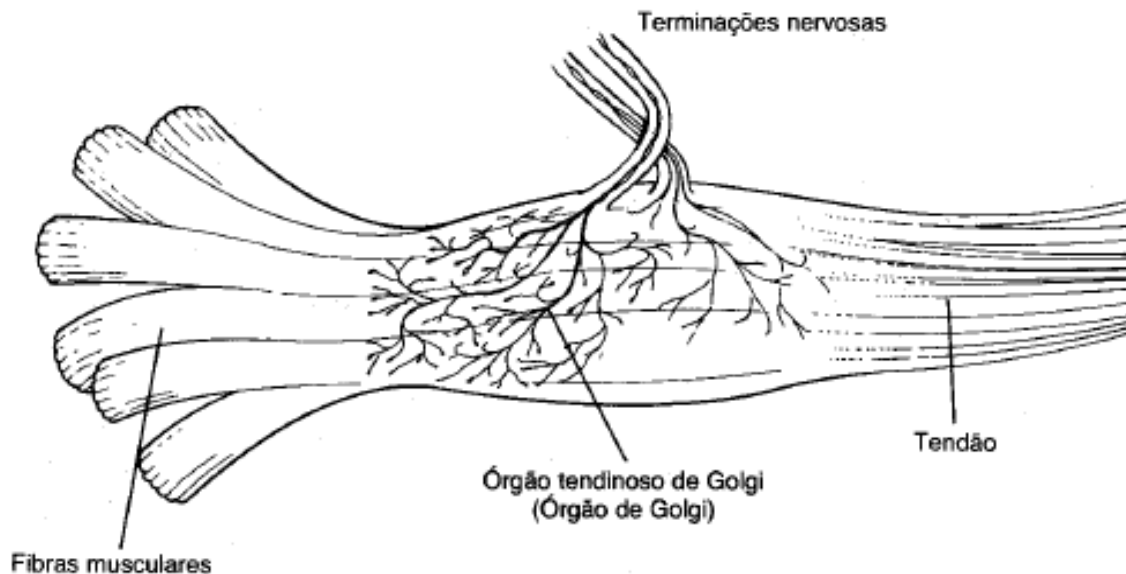
- ✓ receptores sensoriais estimulados pela presença de estiramento no músculo.
- ✓ reflexo de estiramento ou miotático: os fusos neuromusculares promovem a excitação do músculo estirado.

3 MÚSCULOS

3.13 Treinamentos musculares

Treinamento de flexibilidade

ÓRGÃOS TENDINOSOS DE GOLGI



- ✓ receptores sensoriais estimulados pela presença de tensão ativa no músculo.
- ✓ inibem o desenvolvimento de tensão no músculo e excita o músculo antagonista.
- ✓ Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva

3 MÚSCULOS

3.14 Lesões



- Músculos biarticulares
- Músculos limitadores da ADM
- Músculos utilizados excetricamente

3 MÚSCULOS

3.14 Lesões

Tipo da distensão	Grau
Estiramento	<u>Grau 1</u> – fibras intactas, sem ruptura
Ruptura parcial	<u>Grau 2</u> – 50% de fibras afetadas
Ruptura total	<u>Grau 3</u> – Quantidade de fibras afetadas grande. Divisão do músculo em duas partes

3 MÚSCULOS

3.14 Lesões

- Fadiga muscular
- Enfraquecimento por uso recente
- Recorrência da lesão

Laboratório de Biomecânica

www.ufsm.br/labiomec

Grupo de Estudos e Pesquisa em Ergonomia, Biomecânica,
Esporte e Saúde – GEBES

www.ufsm.br/labiomec/gebes

Ft. Esp^{nda}. Estele Caroline Welter Meereis

Prof. Me. Gabriel Ivan Pranke

Ft. Me^{nda} Juliana Corrêa Soares

Prof. Me. Luiz Fernando Cuozzo Lemos

Prof. Esp^{nda}. Patrícia Paludette Dorneles