

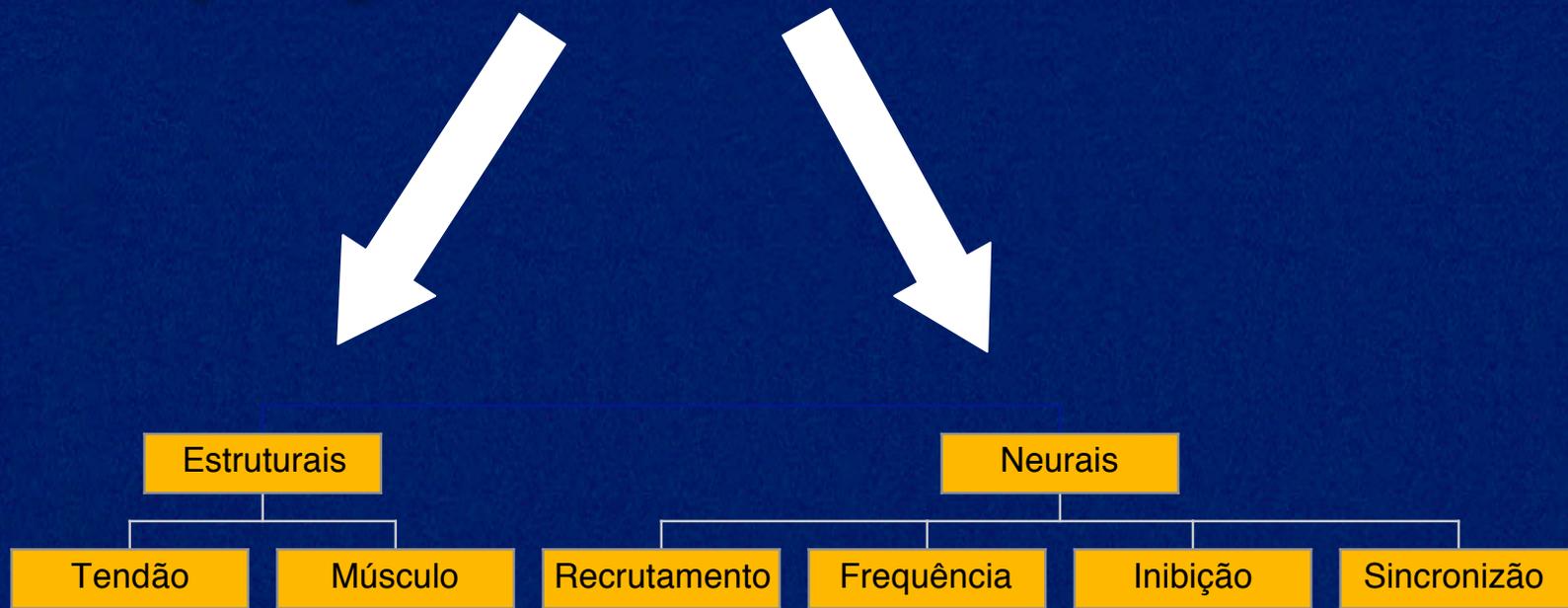
# **ADAPTAÇÕES DO APARELHO LOCOMOTOR À ACTIVIDADE FÍSICA E À INACTIVIDADE**

**AULA 8**

# *Adaptações neuromusculares*



# *Adaptações neuromusculares*



# ***Tipos de Força***

## **Força máxima**

*Capacidade de produzir o valor mais elevado de força*

## **Força rápida**

*Capacidade de produzir o máximo valor de força num tempo reduzido*

## **Força de resistência**

*Capacidade de manter o valor de força num tempo prolongado*

## **Força reactiva**

*Capacidade de produzir o máximo valor de força concêntrica após uma contracção excêntrica*



# *Adaptações estruturais*

- **Tendões**

- Area +

- Collagen fibril diameter +
    - No. of collagen fibrils +
    - Increase density of collagen fibrils +
    - No. covalent cross-links within fibers +

- > strength +

- > stiffness +

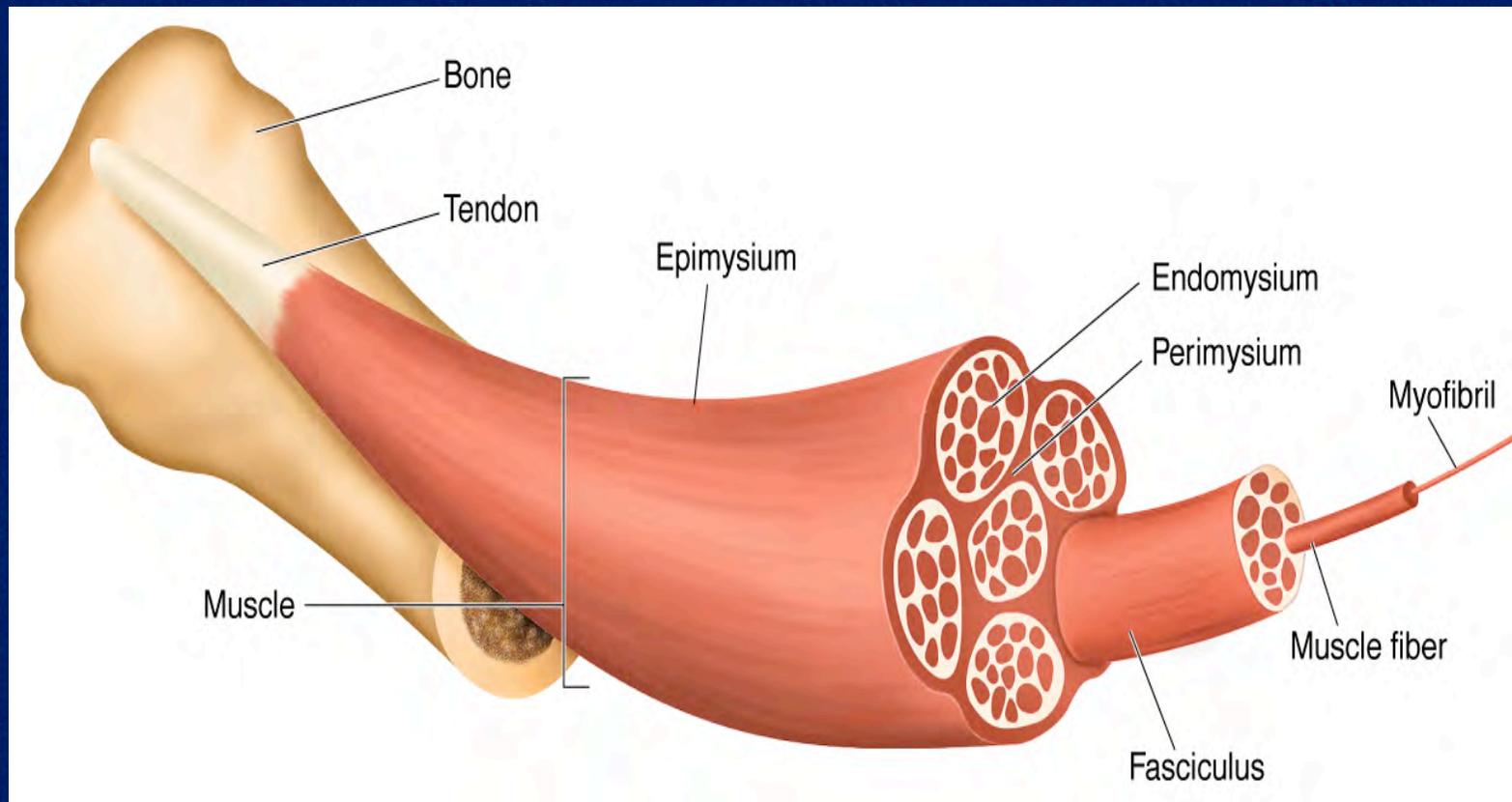
# *Adaptações estruturais*

- **Músculo**

Volume muscular	+
Tamanho das fibras	+
Area	+
No. de fibras	+
No. pontes cruzadas	+

# *Aumento de volume muscular*

*Hipertrofia Hiperplasia*



# Hipertrofia

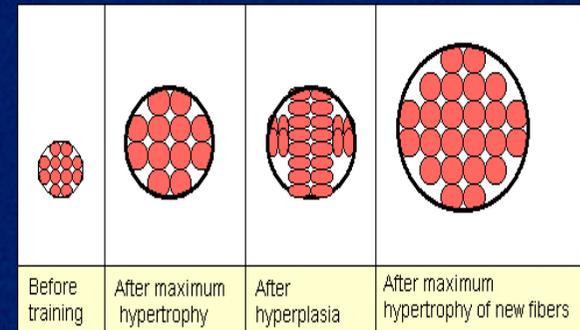
*Protocolos com cargas que levem o músculo à exaustão  
60% a 90% da CVM  
6 a 15 rep por série  
3 a 5 séries  
intervalos curtos*

*> produção hormonal  
STH  
testosterona*

*Aumento dos níveis de testosterona apenas na puberdade (+/- 14 anos)*

*> síntese de proteínas contrácteis*

*Miofibrilhas mais espessas  
Mais miofibrilhas*



**Hiperplasia ?  
Hipertrofia**



# Remodelação Muscular

Alterações no Sarcolema



Melhoria nos processos de transporte activo

> equilíbrio electrolítico durante o esforço

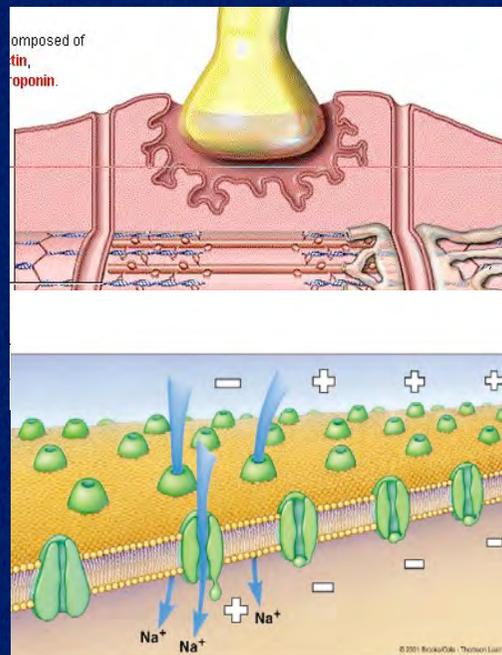
> capacidade da fibra receber e conduzir estímulos



resistência à fadiga

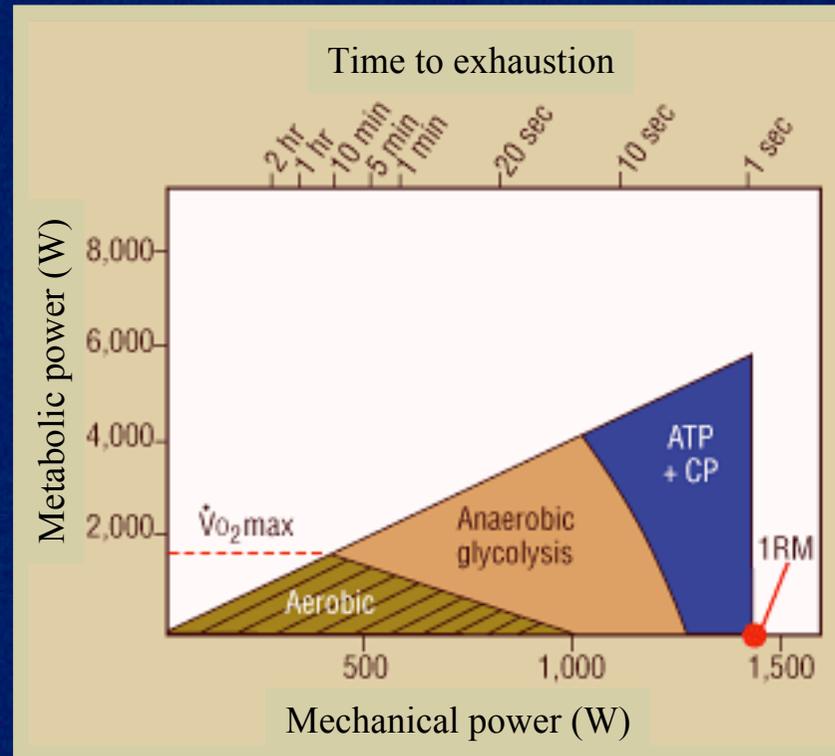


> controlo neuromuscular



# Adaptações estruturais

- Metabolic & mechanical power



# Adaptações estruturais

- Metabolic variables

<i>Enzyme activity</i>	
<b>Creatine phosphokinase</b>	+
<b>Myokinase</b>	+
<b>Phosphofructokinase</b>	+
<b>Lactatedehydrogenase</b>	variable
<i>Metabolic energy stores</i>	
<b>Stored ATP</b>	+
<b>Stored creatine phosphate</b>	+
<b>Stored glycogen</b>	+
<b>Stored triglycerides</b>	+ ?

# Remodelação Muscular



*Classificação baseada em diferentes tipos de isoformas da cadeia pesada da miosina*

**Fibras I**

*lentas  
fracas  
resistentes*

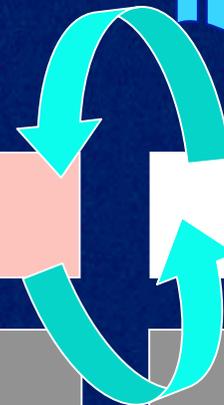
**Fibras IIa**

*rápidas  
fortes  
resistentes*

**Fibras IIb**

*rápidas  
fortes  
pouco  
resistentes*

**TREINO**



# *Adaptações neurais*

- Recrutamento
- Frequência
- Sincronização
  - Intramuscular
  - Intermuscular
- Redução da inibição
- Potenciação do reflexo

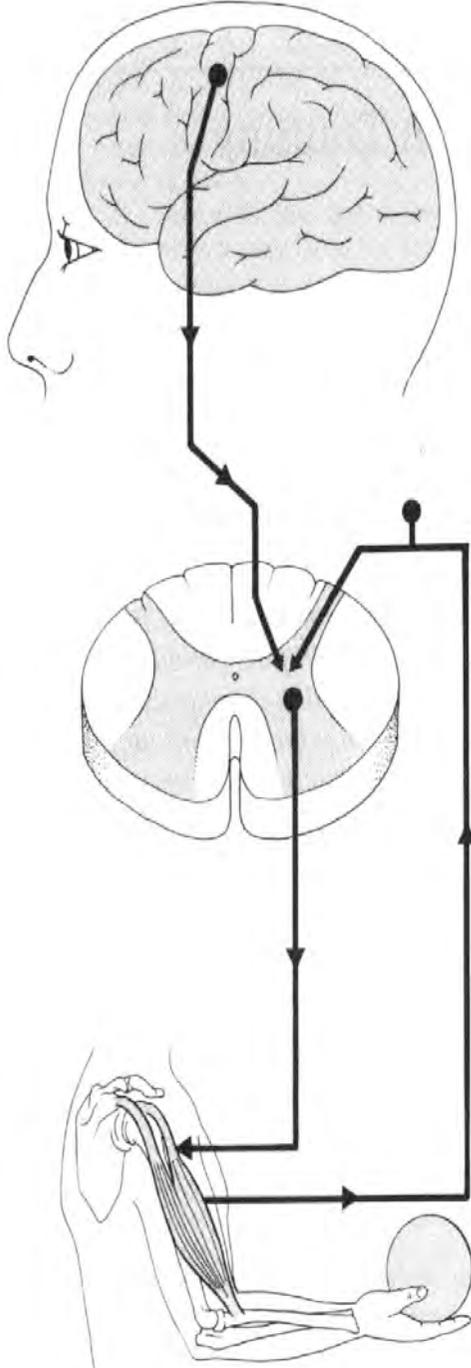


## *Adaptações neurais*

- No processamento de informação no SNC
- Na coordenação intramuscular
- Na coordenação intermuscular
- Na utilização da actividade reflexa

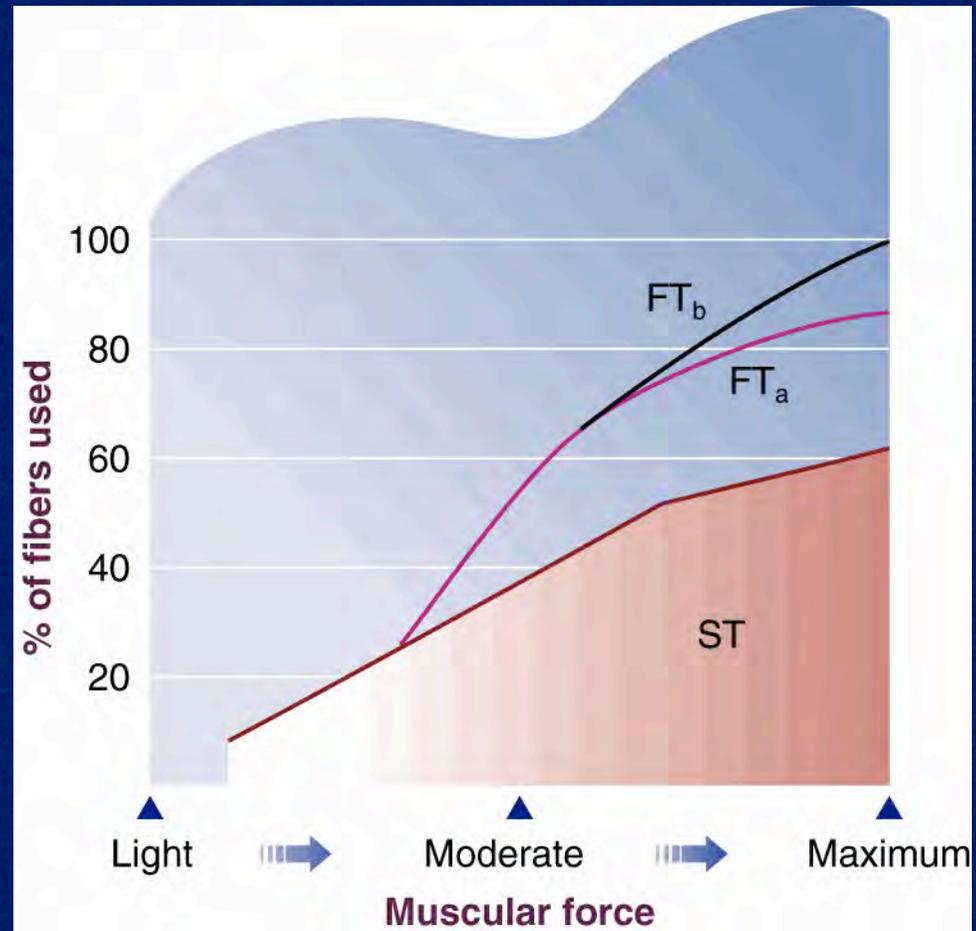
**Adaptações na coordenação intramuscular**

- 1. Recrutamento UM**
- 2. Frequência de descarga UM**
- 3. Sincronização UM**



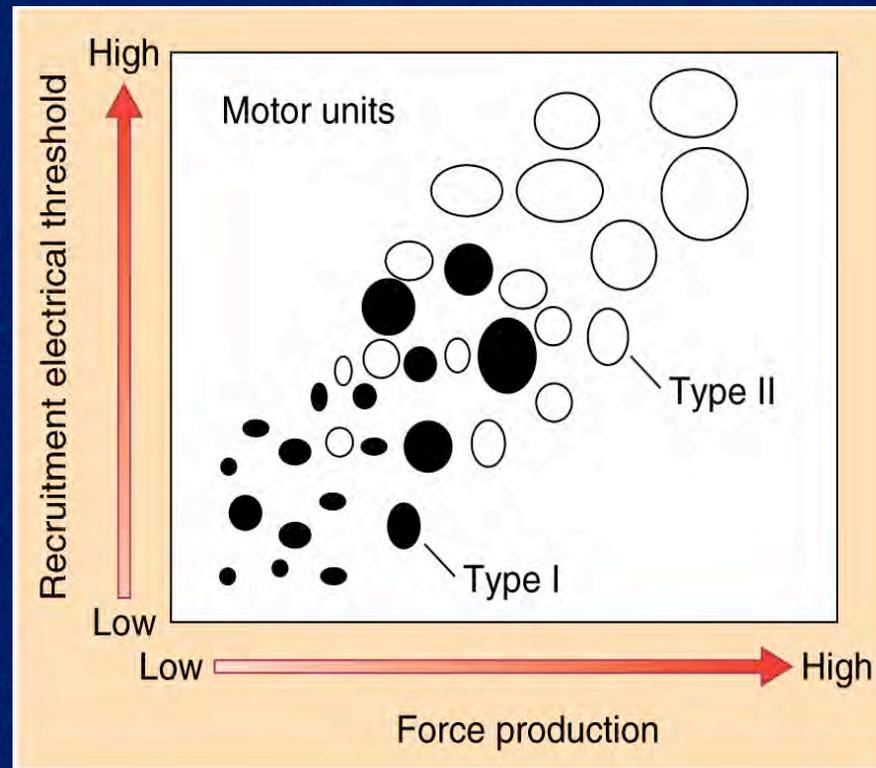
# Adaptações neurais

- Recruitment



# Adaptações neurais

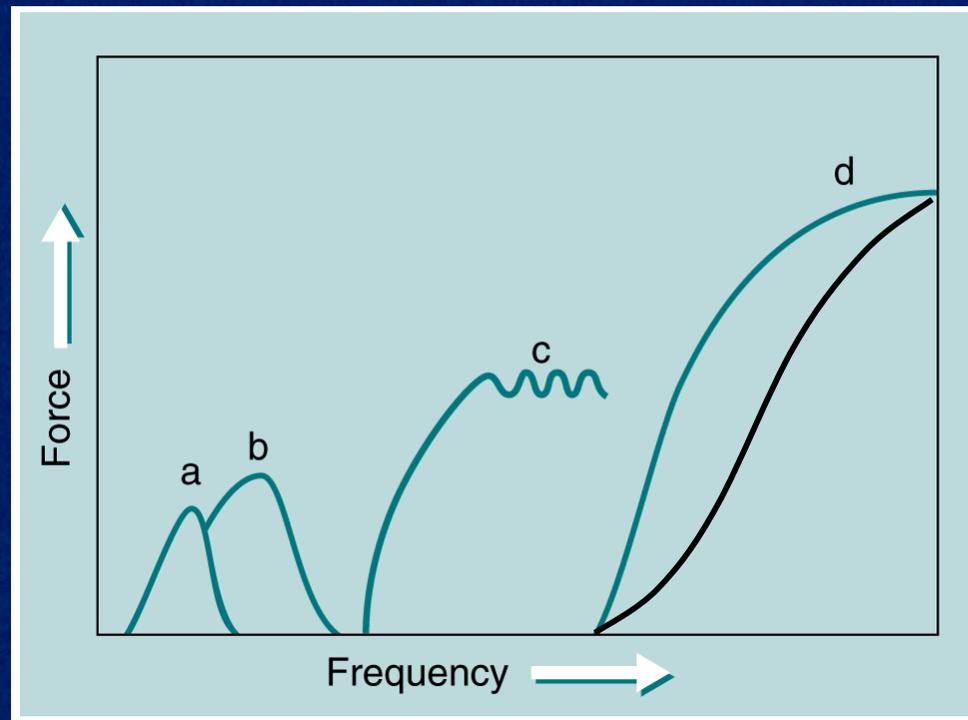
- Recruitment



Size Principle of Henneman (1965)

# Adaptações neurais

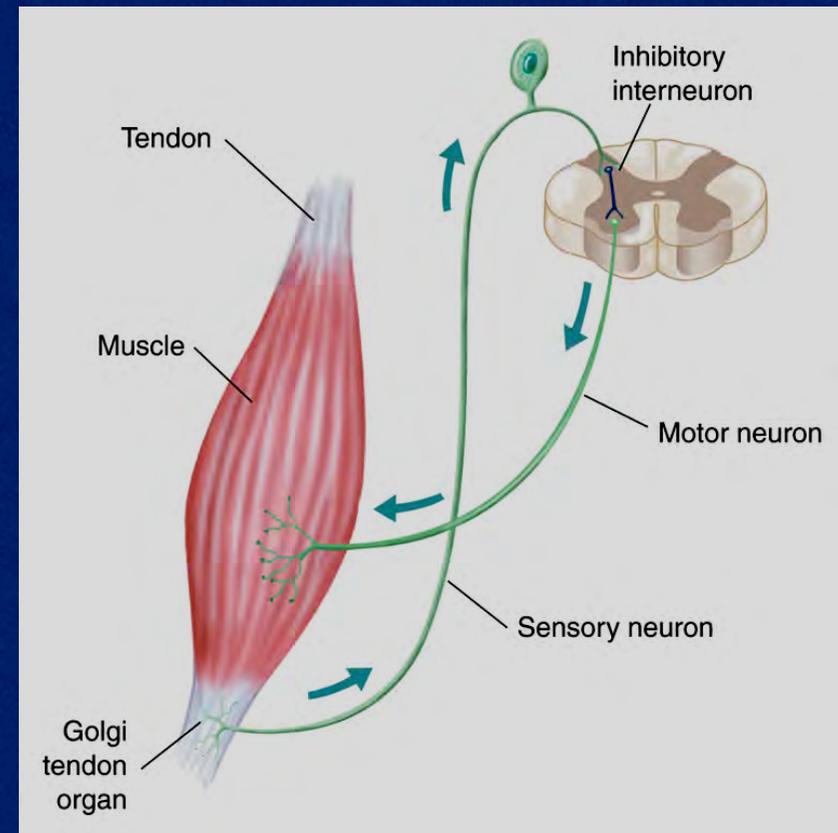
- Rate coding



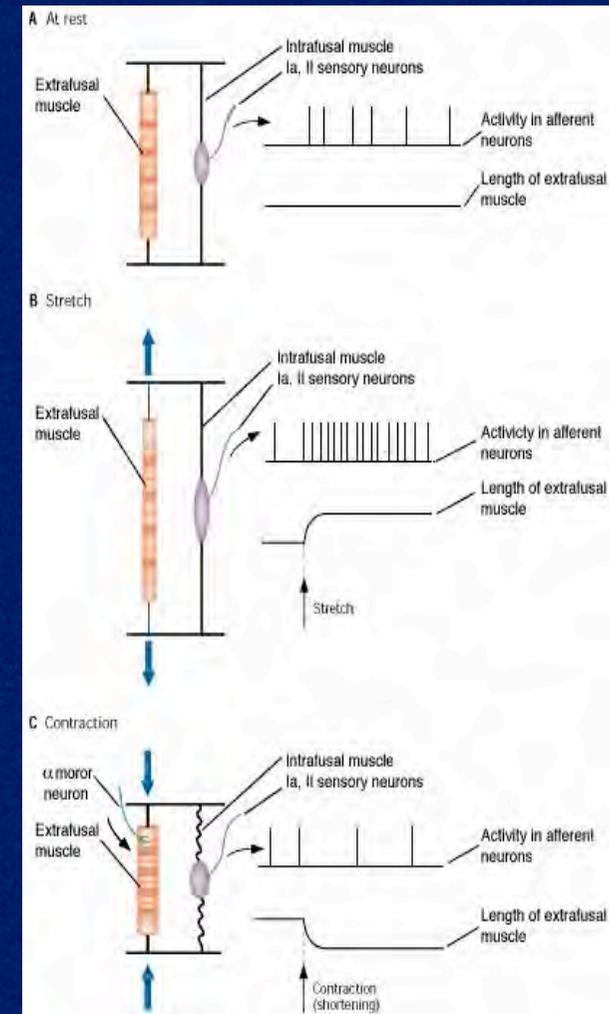
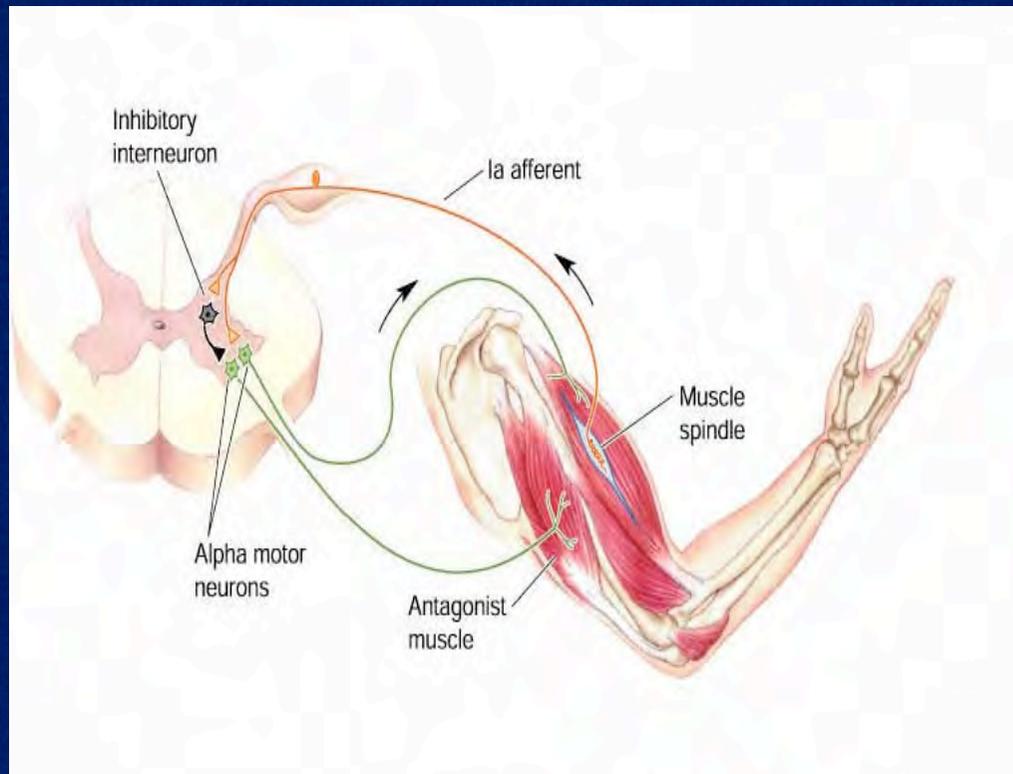
(a) Single twitch, (b) force resulting from summation of two twitches, (c) unfused tetanus, and (d) fused tetanus.

# Adaptações neurais

- Inhibition reduction

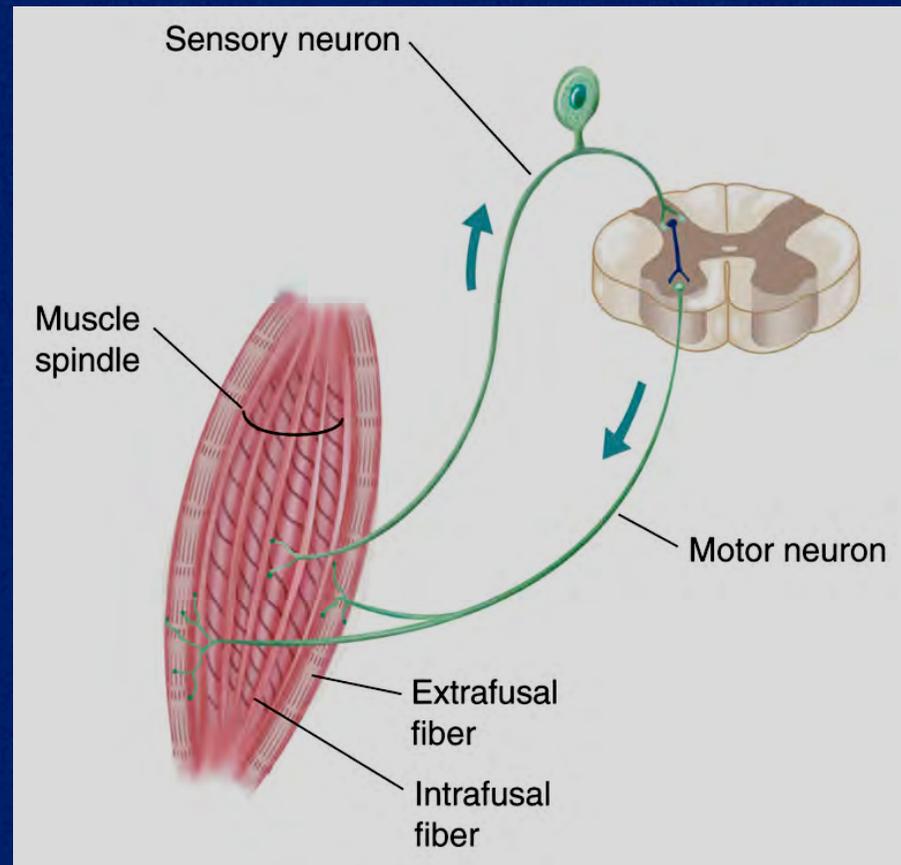


# Ganho do reflexo miotático

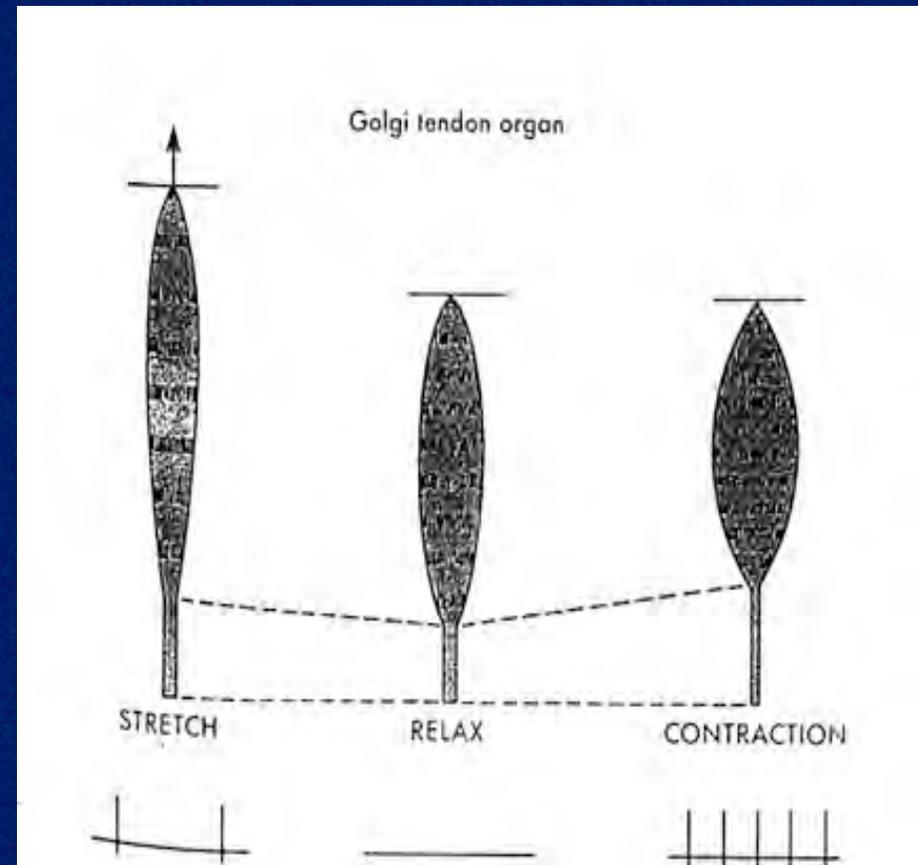
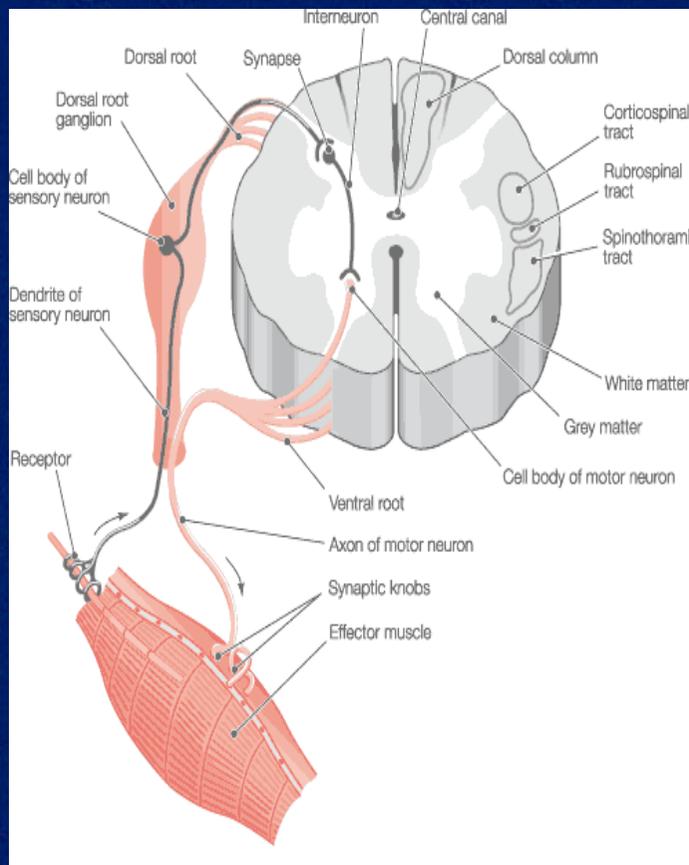


# Adaptações neurais

- Reflex potentiation



# Ganho do reflexo miotático inverso



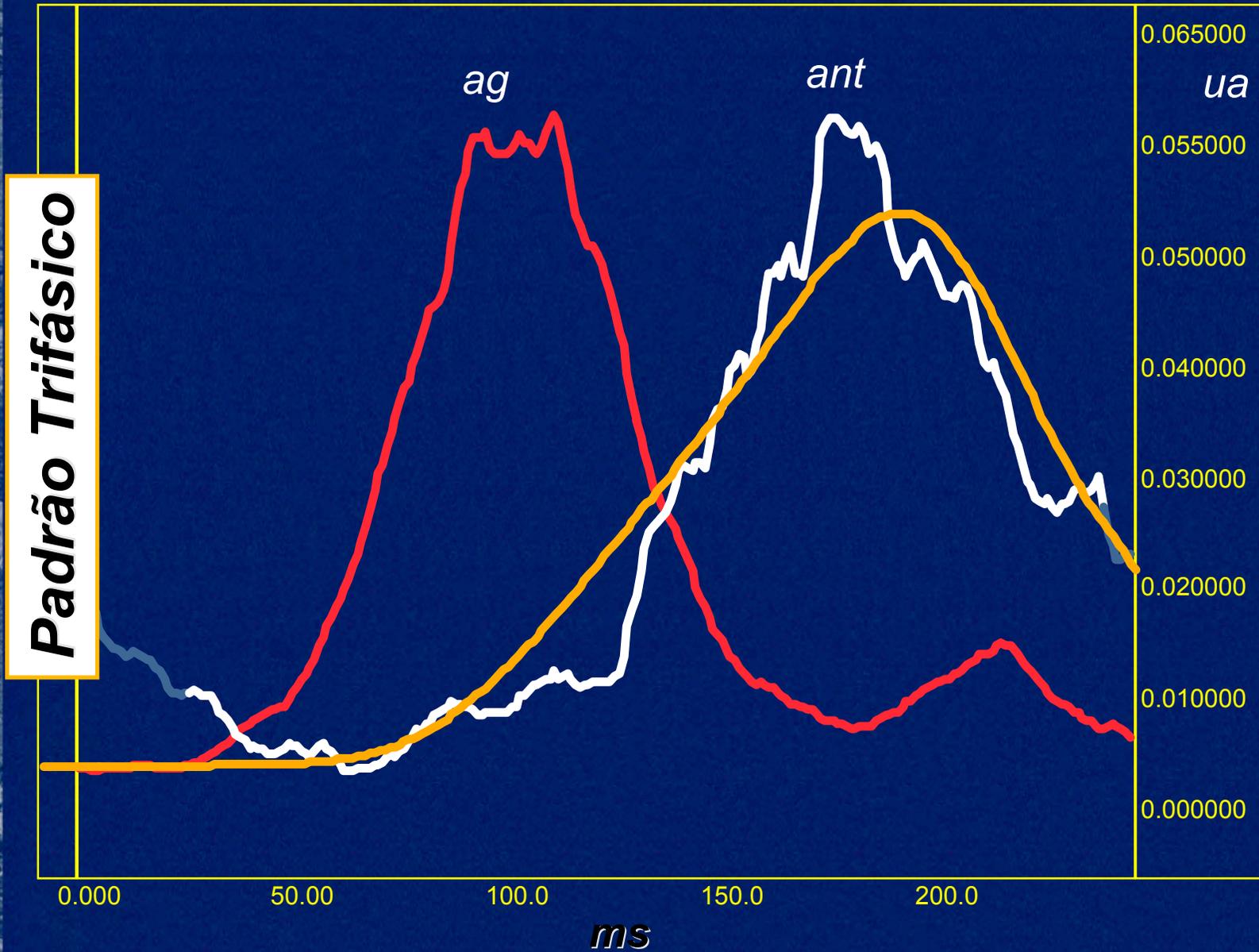
# *Adaptações na coordenação intramuscular*

- Movimentos  $< 250$  ms com resistências  $< 25\%$   $F_{max}$ 
  - Frequência
- Movimentos  $< 250$  ms com resistências  $> 25\%$   $F_{max}$ 
  - Recrutamento e Frequência
- Movimentos  $> 250$  ms com resistências  $> 25\%$   $F_{max}$ 
  - Recrutamento

## ***Adaptações na coordenação intermuscular***

- Relação agonista/antagonista
- Relação agonistas/fixadores
- Relação mono/biarticulares

# Relação agonista - antagonista



## ***Importância da manutenção dos equilíbrios musculares entre agonistas e antagonistas***

- **Antagonistas mais fortes permitem travar acelerações mais elevadas**
- **Maior protecção das estruturas articulares**
- **Maior transferência de energia cinética**

**Músc. Anteriores da coxa --- Músc. Posteriores da coxa**

**Músc. anteriores do tórax --- Músc. posteriores do ombro**

**Rot. Internos do braço --- Rotadores externos do braço**

**Extensores do antebraço --- Flexores do antebraço**

**Flexores da mão --- Extensores da mão**

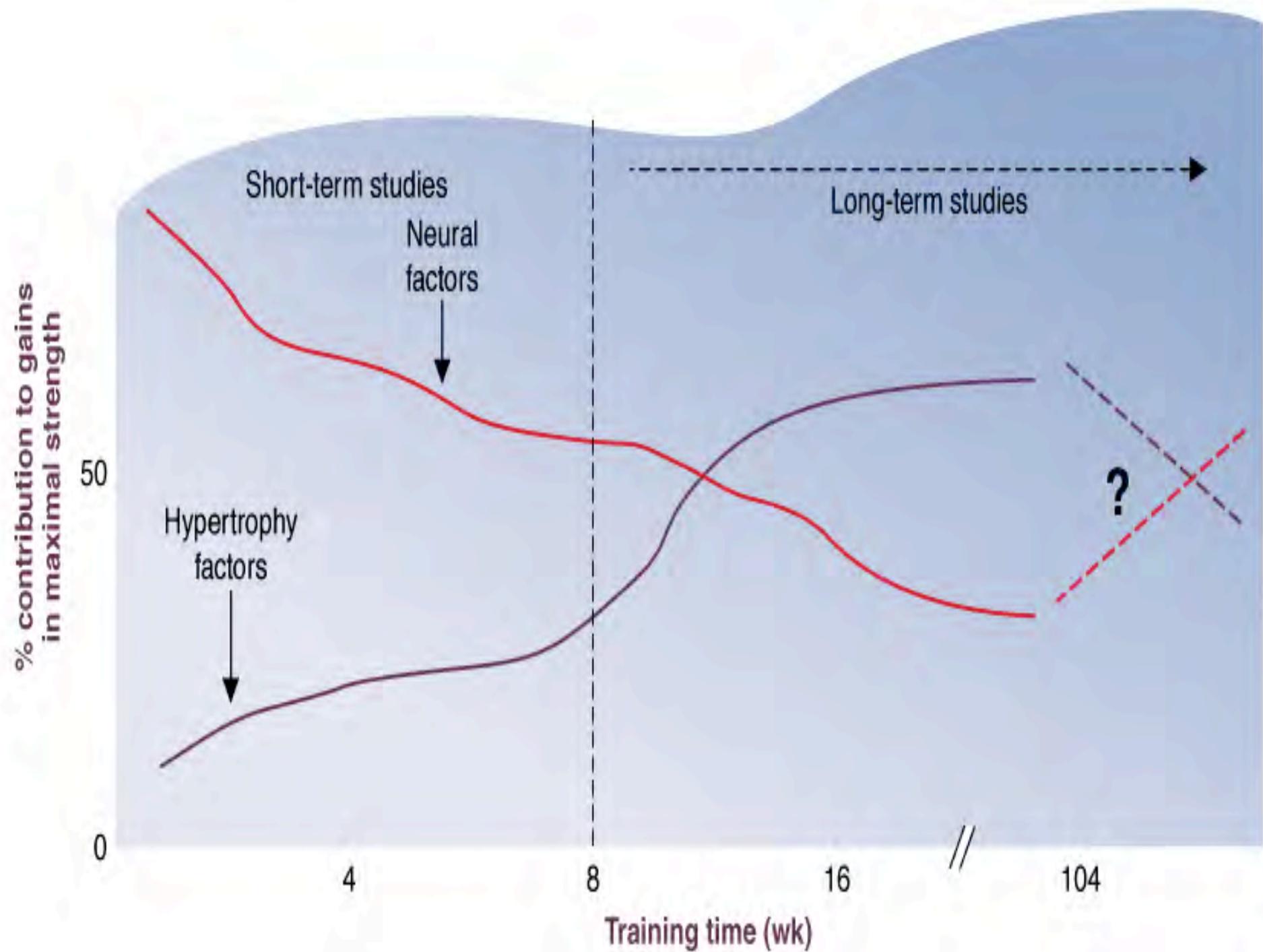
## ***Exercício multiarticular***



- + Desenvolvimento da coord. Intermuscular -
- + Funcionalidade -
- Risco +
- + Exigência na qualidade de execução -

## ***Exercício monoarticular***

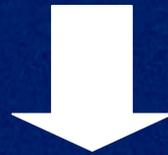




# *Cronologia das adaptações neuro-musculares ao treino de força*

*Coordenação  
intermuscular*

*2  
semanas  
iniciais*



*Coordenação  
intramuscular*

*Até  
6/8  
semanas*



*Aumento de volume  
dos músculos*

*A partir das  
8  
semanas*



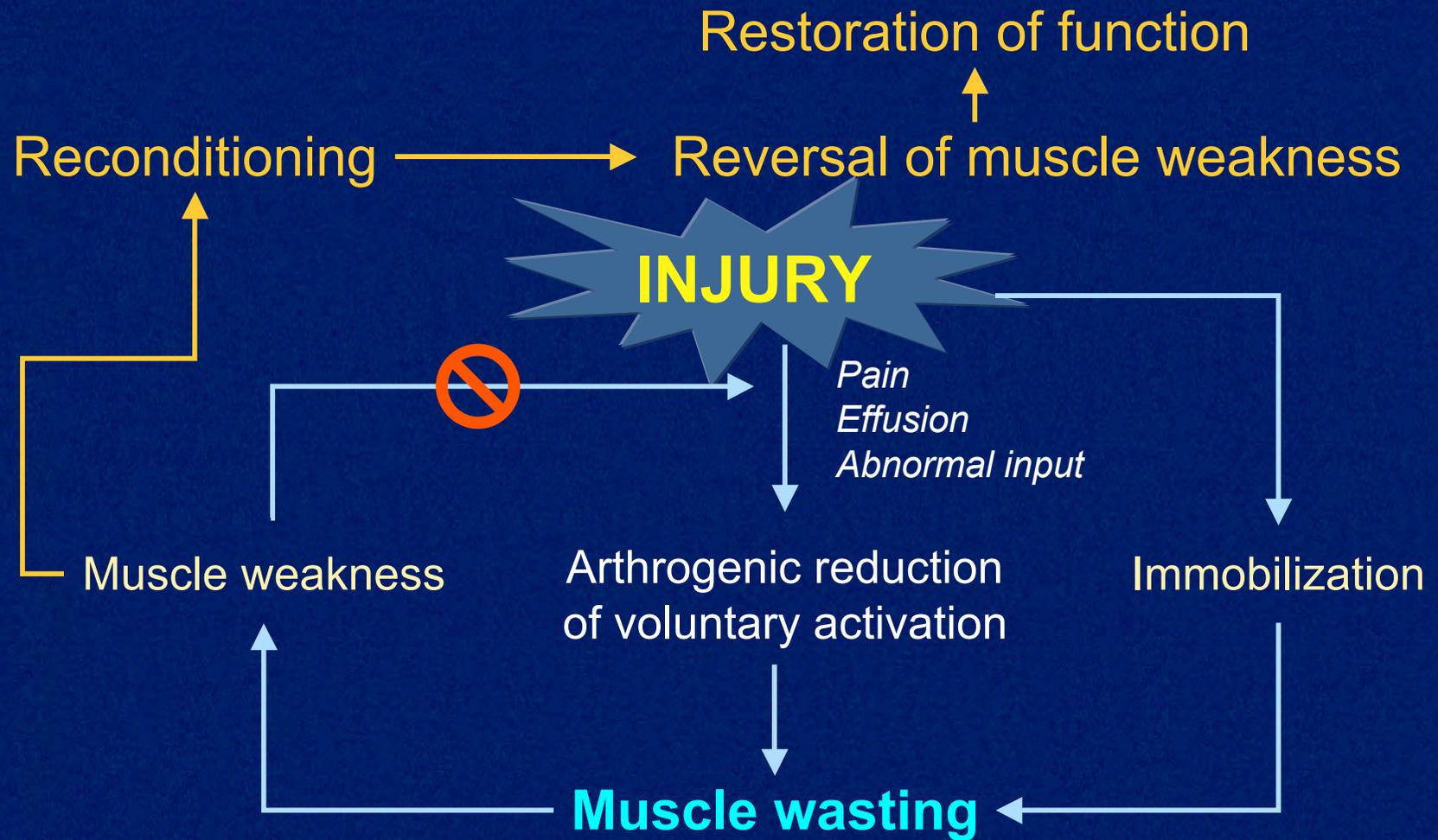
# ***Strength training in the injured***



## *Injury*

- A disturbance in any of the strength influencing factors may result in a changed neuromuscular function

# Strength reconditioning



Hurley (1997), *The effects of joint damage on muscle function, proprioception and rehabilitation*,  
ManTher, 2: 11-17

# Wound healing phases



0 - 5 Days

**Inflammation**

vascular

cellular



5 - 21 Days

**Proliferation**



from 21 to  
360 Days

**Remodelling**

consolidation

organization

INCREASING LOAD

# Strength reconditioning



0 - 5 Days

Inflammation

- Control of joint inflammation & effusion
  - unresisted movement to increase ROM
    - pain free area, patient controlled, plenty!
      - increase vascular supply
      - toxic waste pumping
  - light contractions
    - pain free area, isometric/dynamic
    - combination with other techniques
      - rice
      - electrical stimulation, taping, ...

# ***Strength reconditioning***



**5 - 21 Days**

**Proliferation (repair)**

- **Restore ROM**
  - increase ROM progressively
    - gentle static stretches
    - passive & active (acc. resist.) modalities
  - increase amount of exercises
    - active exercise
      - strength training
    - proprioception
      - weight bearing exercises
      - balance exercises

# *Strength reconditioning*



from 21 to  
360 Days

**Remodelling**

- Optimization of tissue function
- Progressive loading of neuromusculoskeletal and cardiorespiratory systems
- Possible exercise options:
  - joint-angle specific strengthening
  - velocity-specific muscle activity
  - closed and open kinetic chain exercises
  - proprioceptive training activities

# ***Strength reconditioning***



from 21 to  
360 Days

**Remodelling**

- **Strength training**
  - submaximal -> maximal
  - concentric -> eccentric work
  - restricted -> full ROM
  - velocity spectrum
    - fast -> slow
- **Functional exercises**
  - Sports specificity

# Strength reconditioning - example

Process	Phase	Management
Injury	<b>Inflammation phase</b> Acute	RICE programme
Inflammation	Fibroplasia Vascularization	Increase ROM Physical therapy modalities
Scarring	<b>Proliferation phase</b>	Modified activity Unloaded exercise Stretching
Muscle wasting	<b>Remodeling phase</b>	Strength training
Loss of proprioception		Balance board exercises Skipping Increase activity
Loss of skill and function		Skill training (e.g., running, throwing, hopping) More intense activity
RICE= Rest, Ice, Compress and Elevate		

Purdam, Fricker & Cooper (1995), *Principles of treatment and rehabilitation*, in *Science and Medicine in Sport*, Bloomfield, Fricker & Fitch (eds). Blackwell Science: Carlton. p. 246-263.