

# Contração do Músculo Esquelético

# Tecido Muscular

## ESQUELÉTICO



Os esqueléticos, que formam a carne do corpo, tracionam os ossos nos movimentos voluntários.

Musculatura estriada responsável pelos movimentos voluntários

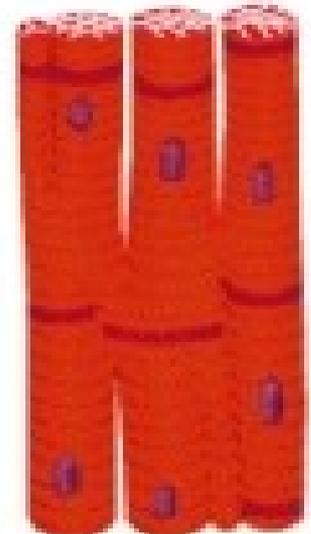
## LISO



Os lisos dispõem-se em camadas dentro de órgãos: por exemplo, nos intestinos.

Musculatura visceral. Responsável por várias funções, tais como digestão excreção  
Involuntário

## CARDÍACO



O cardíaco, exclusivo do coração, nunca se cansa no trabalho de bombear sangue para o corpo.

Miocárdio. Tem características estriada e coloração vermelha

# Características das células musculares

## Musculo esquelético:

Apresenta células (ou fibras) alongadas com capacidade de contração e distensão, proporcionando os movimentos corporais.

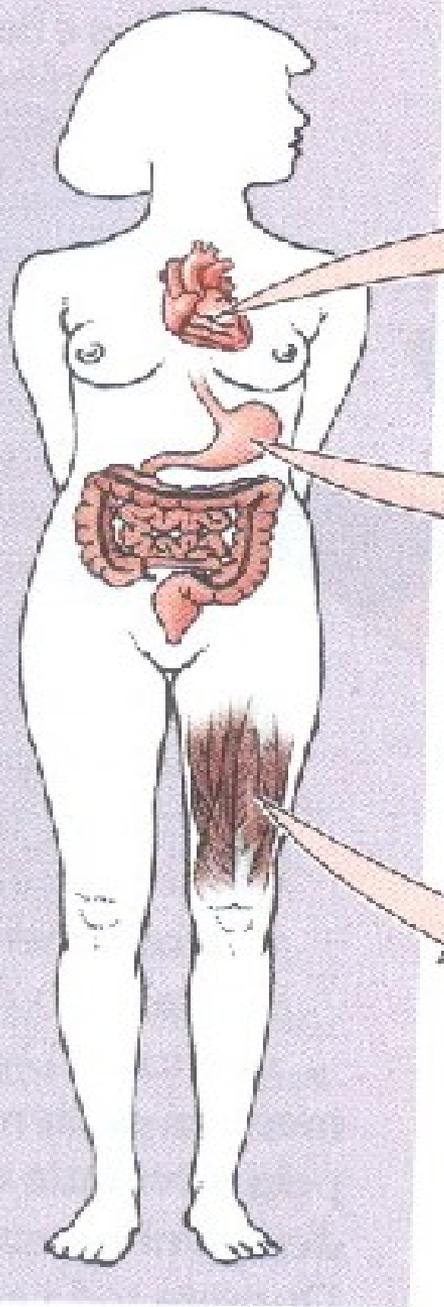
Apresentam-se listradas, pela presença de um padrão alternado de complexos proteicos, são multinucleadas, pois resultam da fusão de diversas células. Contração rápida e voluntária.

## Musculo Cardíaco:

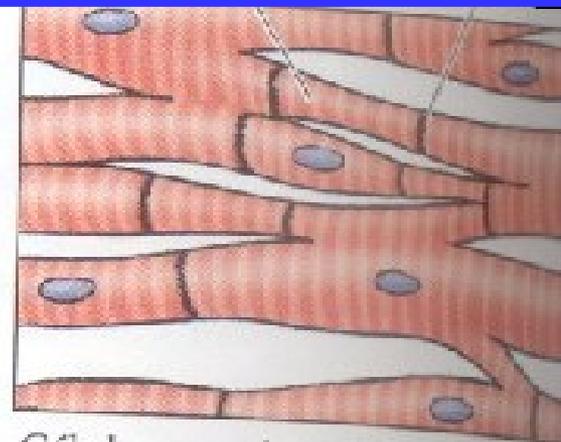
Apresentam uma estrutura ramificada, o que aumenta a sua resistência mecânica. Contração involuntária, vigorosa e rítmica.

## Musculo Liso:

São dispostas em lâminas, e estão em contato elétrico umas as outras permitindo a propagação do potencial de ação entre elas. Contração involuntária e lenta.



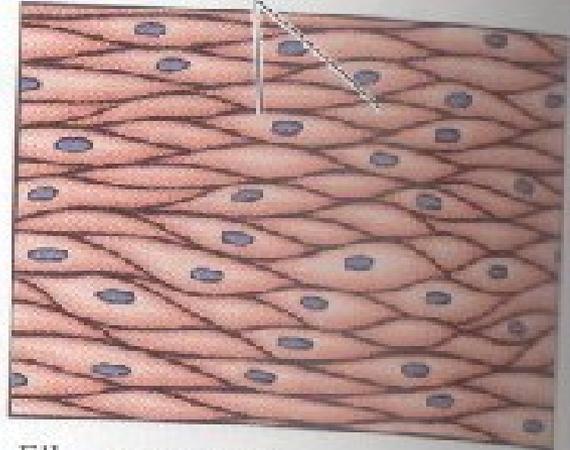
Músculo cardíaco



Célula muscular



Músculo liso



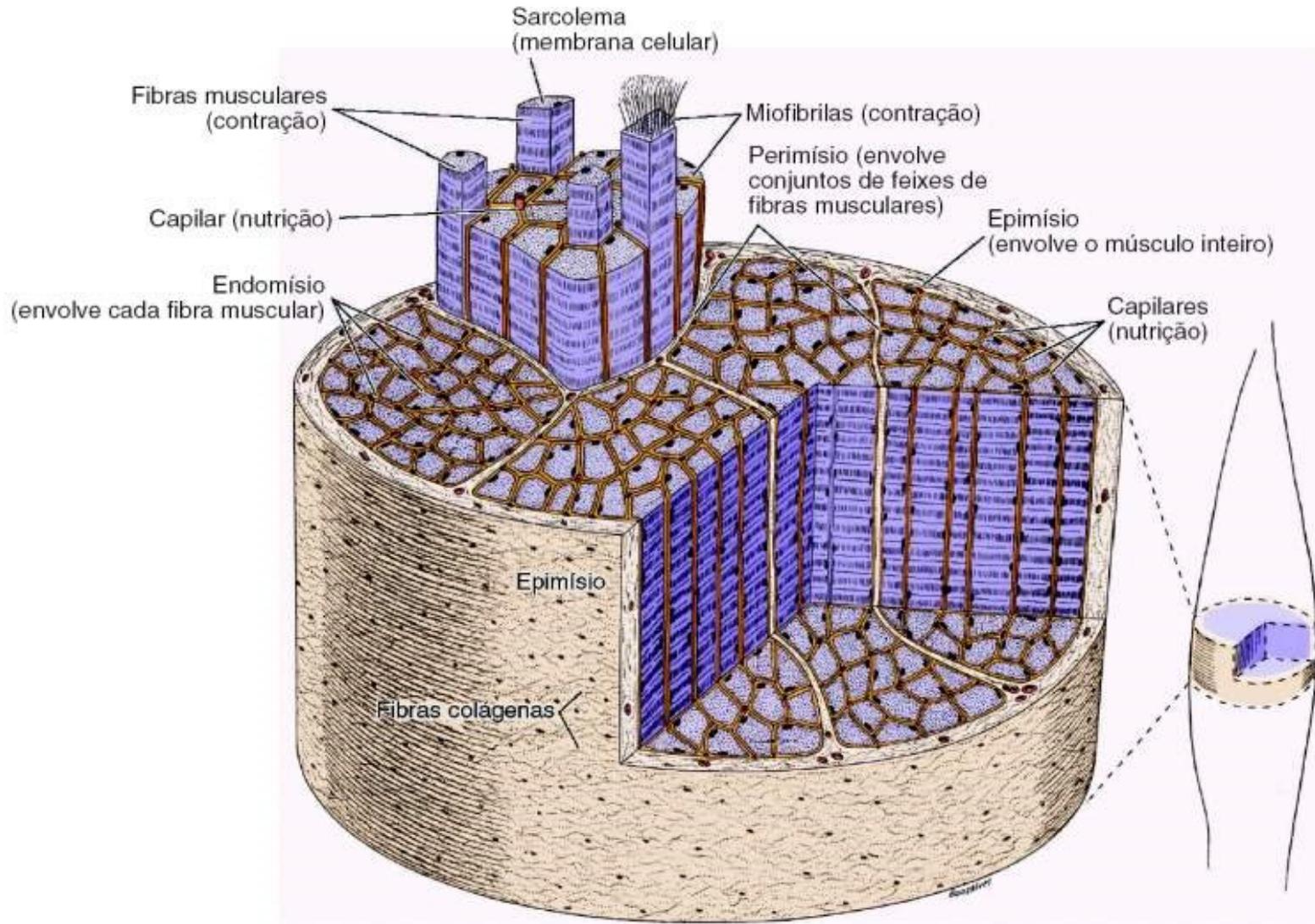
Fibra muscular



Músculo esquelético

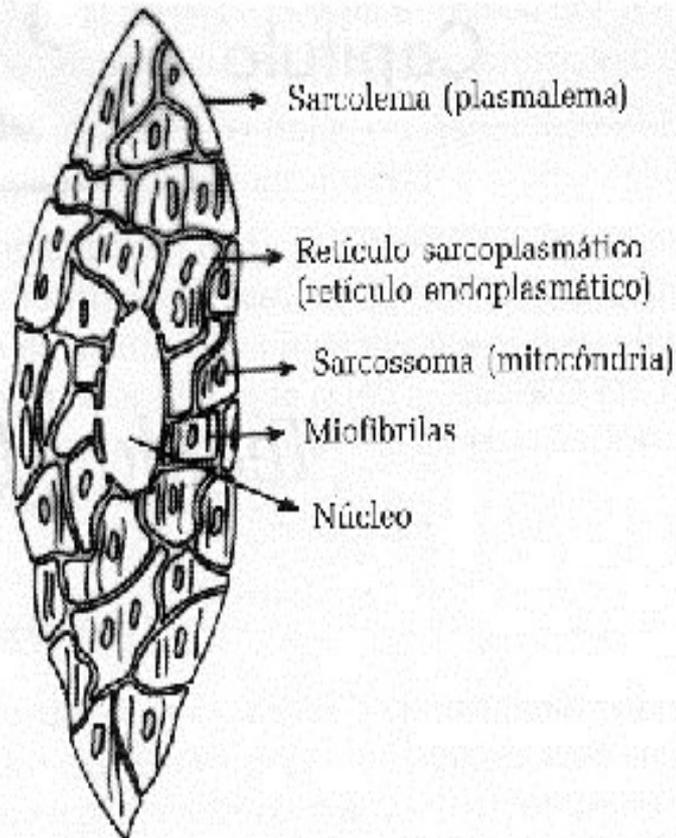


# Organização do músculo esquelético



# O Tecido Muscular apresenta nomenclatura celular especial

- fibra: célula muscular.
- Sarcoplasma: citoplasma.
- Sarcolema: membrana plasmática.
- Miofibrilas: fibrilas contráteis (actina e miosina).



## Quem controla as unidades motoras???

São o conjunto de fibras musculares inervado pela arborização terminal de um único neurônio motor.

O número de unidades motoras de cada músculo está relacionado com o tipo de função que o músculo deve desempenhar.

Quando o nervo de um músculo é seccionado, este se atrofia. Mas, se houver regeneração do nervo (reinervação do músculo), ele recupera suas funções no espaço de um ano aproximadamente.

# Como funciona esse mecanismo de controle neuromuscular

- Por meio de um estímulo nervoso

**Potencial de Membrana de Repouso**  
**E**  
**Potencial de Ação**

# Como podemos definir Potencial de Membrana?

Diferença de voltagem elétrica através da membrana plasmática

(-20 a -100 mV)

O que causa essa diferença de voltagem?

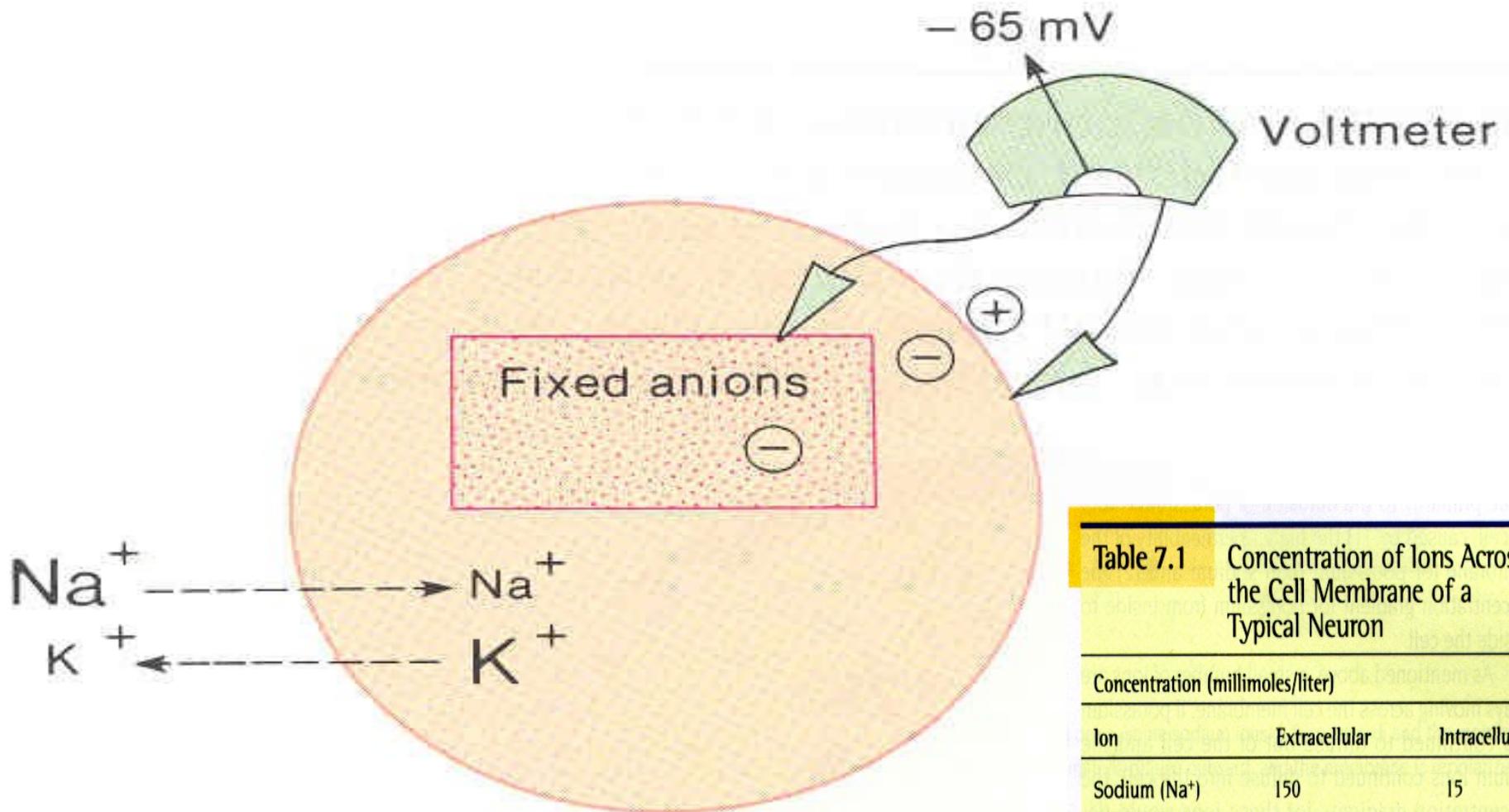
a- Concentrações iônicas intracelular e extracelular diferentes

b- permeabilidade através da membrana plasmática diferenciada para diferentes íons.

**Table 7.1** Concentration of Ions Across the Cell Membrane of a Typical Neuron

Concentration (millimoles/liter)		
Ion	Extracellular	Intracellular
Sodium (Na <sup>+</sup> )	150	15
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	110	10
Potassium (K <sup>+</sup> )	5	150

# Potencial de repouso da membrana



**Table 7.1** Concentration of Ions Across the Cell Membrane of a Typical Neuron

Concentration (millimoles/liter)

Ion	Extracellular	Intracellular
Sodium ( $\text{Na}^+$ )	150	15
Chloride ( $\text{Cl}^-$ )	110	10
Potassium ( $\text{K}^+$ )	5	150

# Potencial de repouso da membrana

As forças que atuam fazendo com que um íon se movimente (difunda) através da membrana plasmática são os seus gradientes de concentração (químico) e elétrico.

Cada íon se moverá através da membrana até que seja atingido seu potencial de equilíbrio.

O potencial de equilíbrio de um dado íon é definido como o valor de carga que contrabalança a tendência de difusão em razão da diferença de concentração.

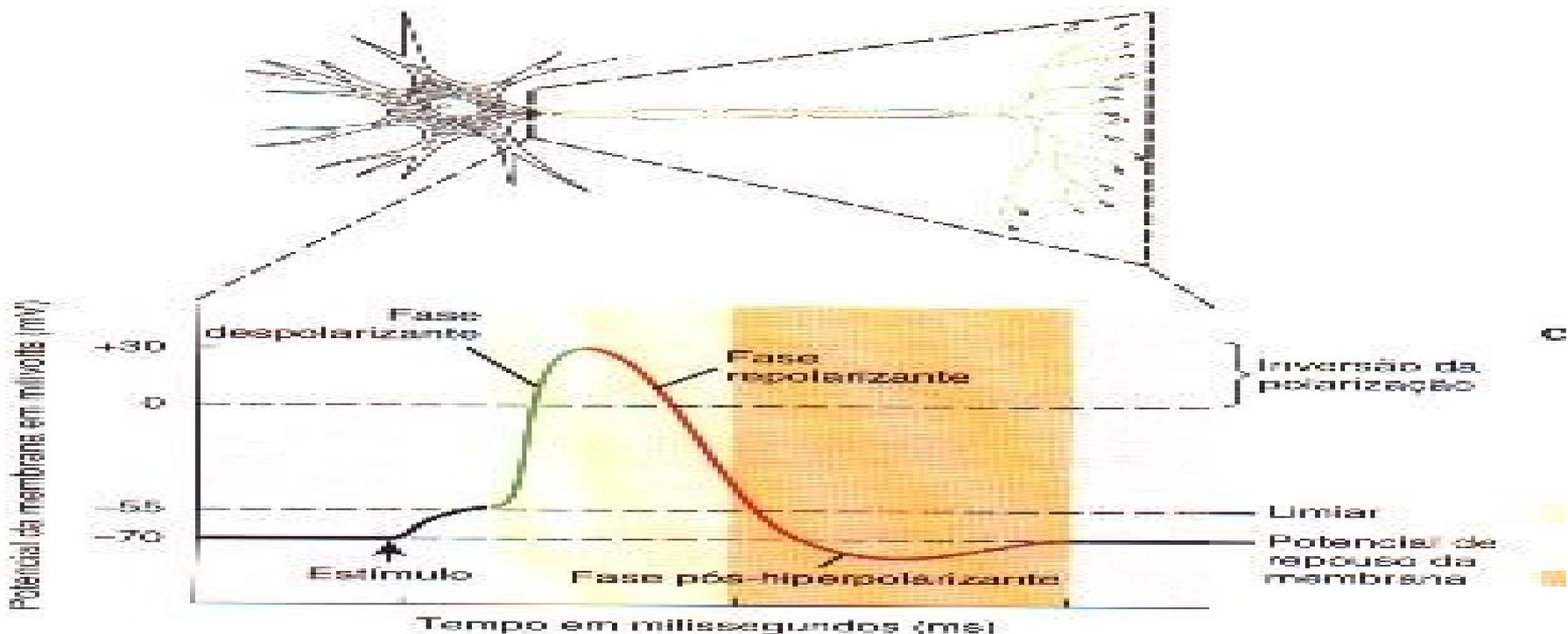
O potencial de equilíbrio será atingido quando as forças química e elétrica se igualarem.

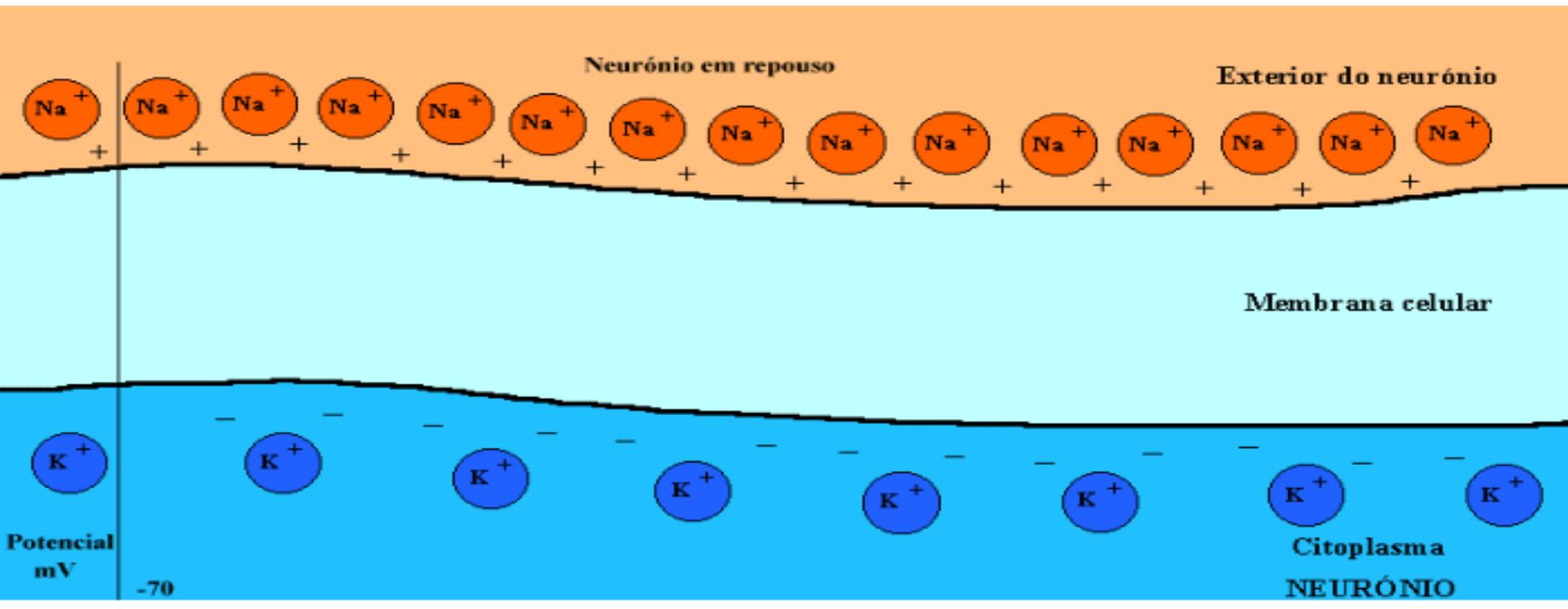
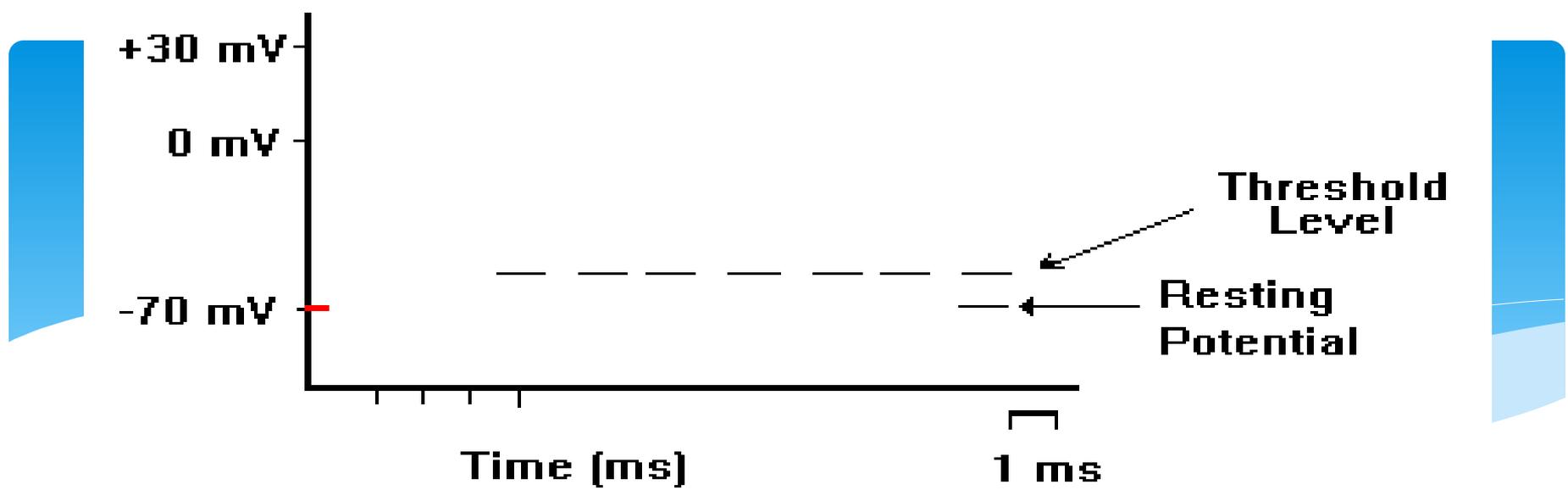
Este equilíbrio é dinâmico.

# Potencial de Ação

Fenômeno de rápida despolarização seguida por repolarização da membrana plasmática.

Fases: ascendente, pico de ultrapassagem, descendente e pós-hiperpolarização







**Início da contração muscular**

# Início da contração Muscular

(Acoplamento excitação e contração)

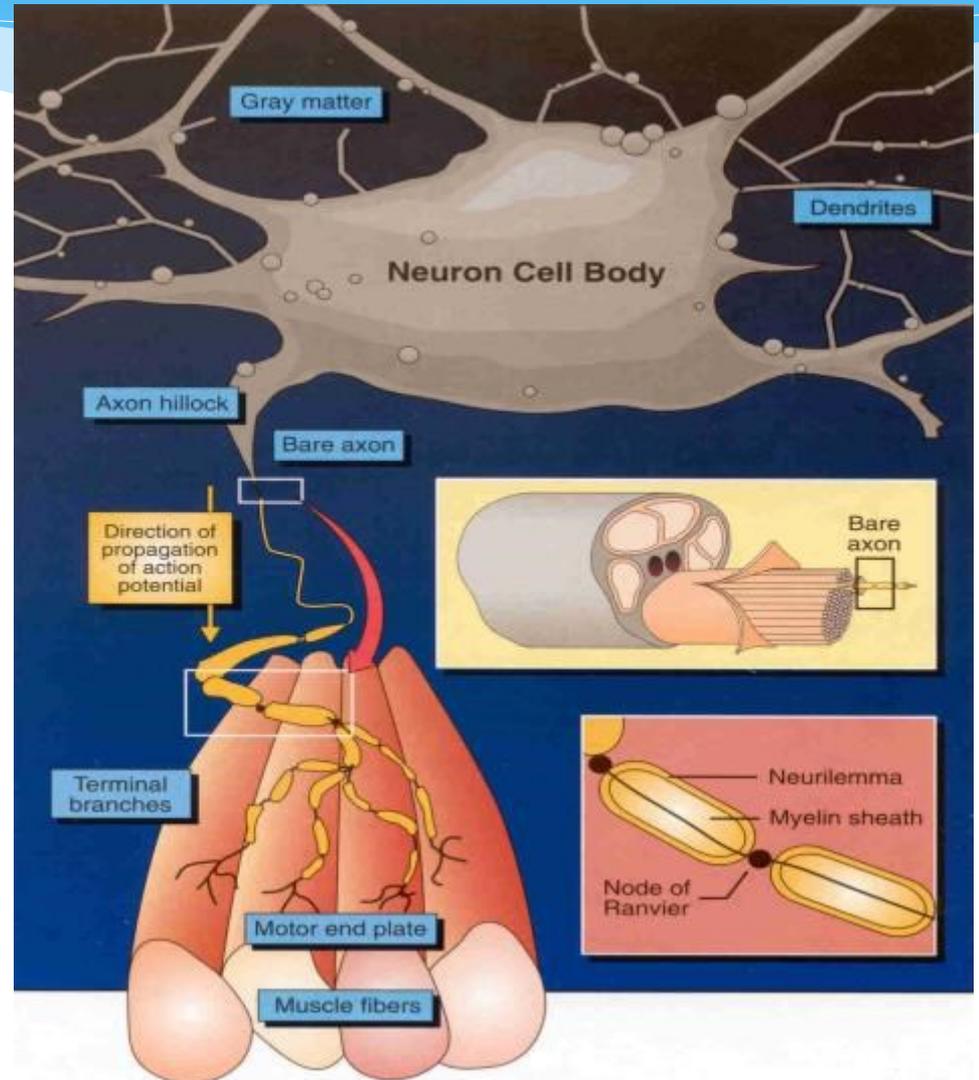
## Unidade Motora

*Unidade funcional do movimento:*

motoneurônio e todas

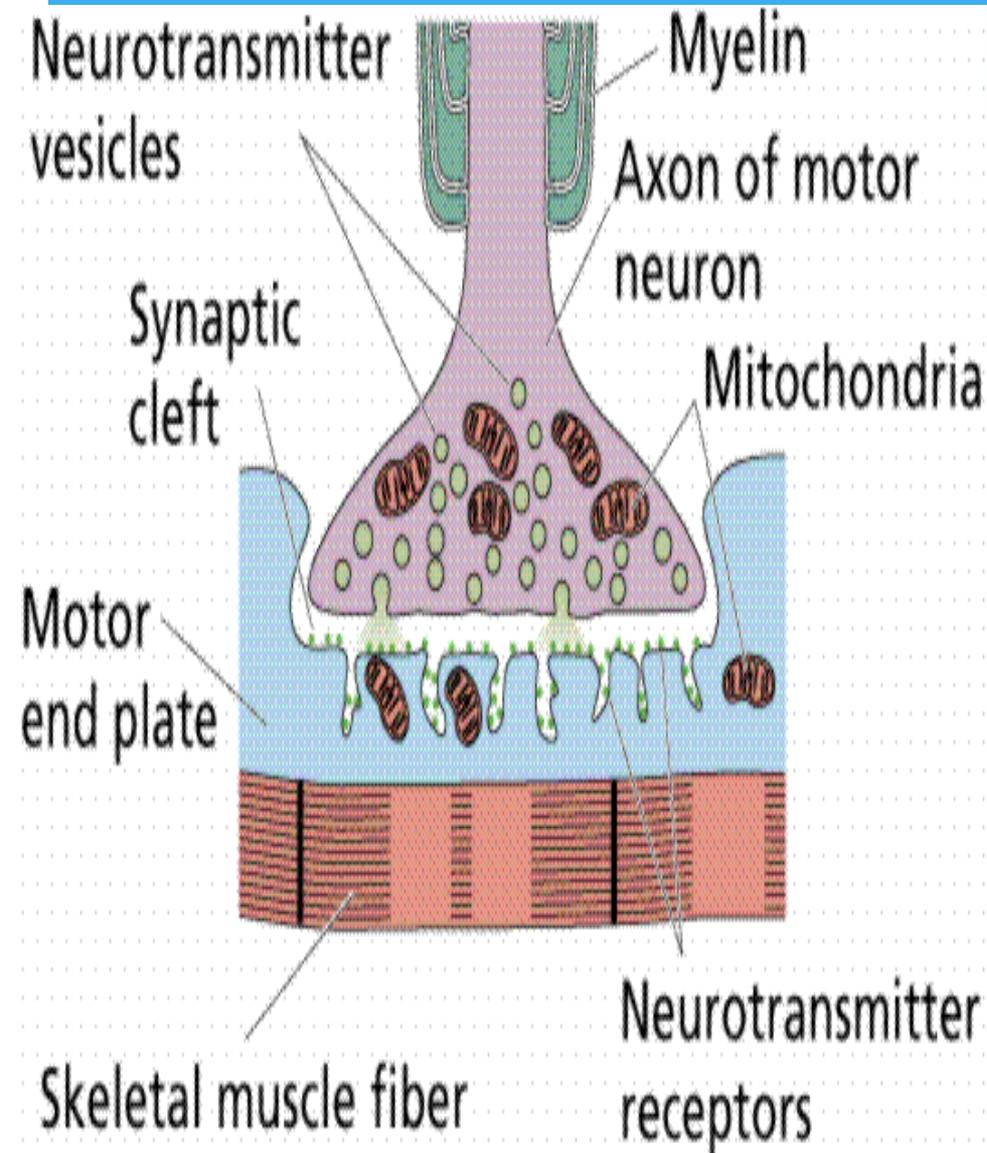
as fibras por ele

inervadas





# Junção neuromuscular



Toda essa estrutura é revestida pelas cel. de Schwann, que isolam a placa motora dos líquidos circulantes.

Essa invaginação da membrana de sulco simpático e o espaço entre as terminações nervosas e a membrana da fibra muscular é chamada de fenda sináptica

**Acetilcolina é o neurotransmissor**

**Transmissor excitatório**

# Como pode ser dividido o Sistema Nervoso Periférico?

**Sistema Nervoso Voluntário**  
(somático)

Ações conscientes: andar, falar, pensar, movimentar um braço, etc.

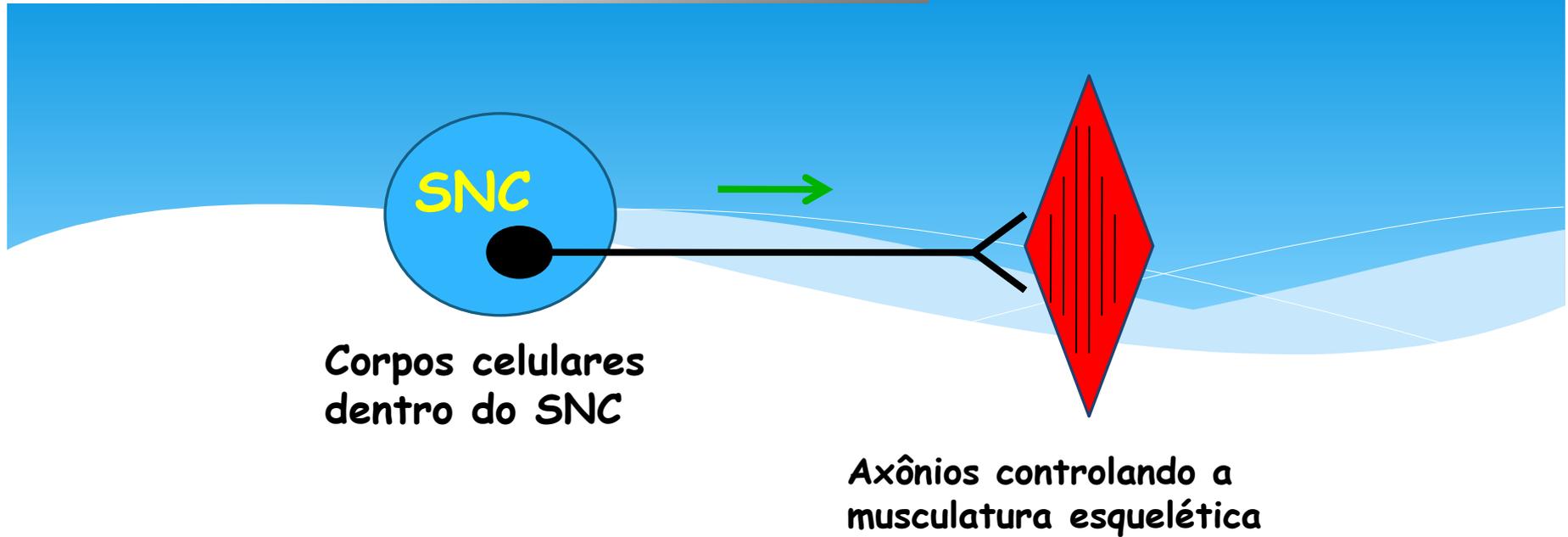
**Sistema Nervoso Autônomo**  
(visceral)

Ações inconscientes: controle da digestão, batimentos cardíacos, movimento das vísceras, etc.

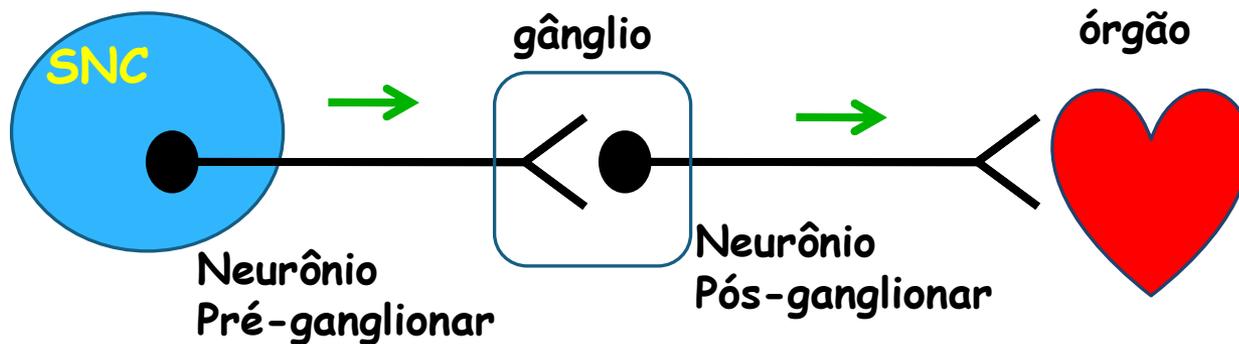
**Simpático**  
(adrenalina)

**Parassimpático**  
(acetilcolina)

## Sistema Nervoso Voluntário ( Somático)



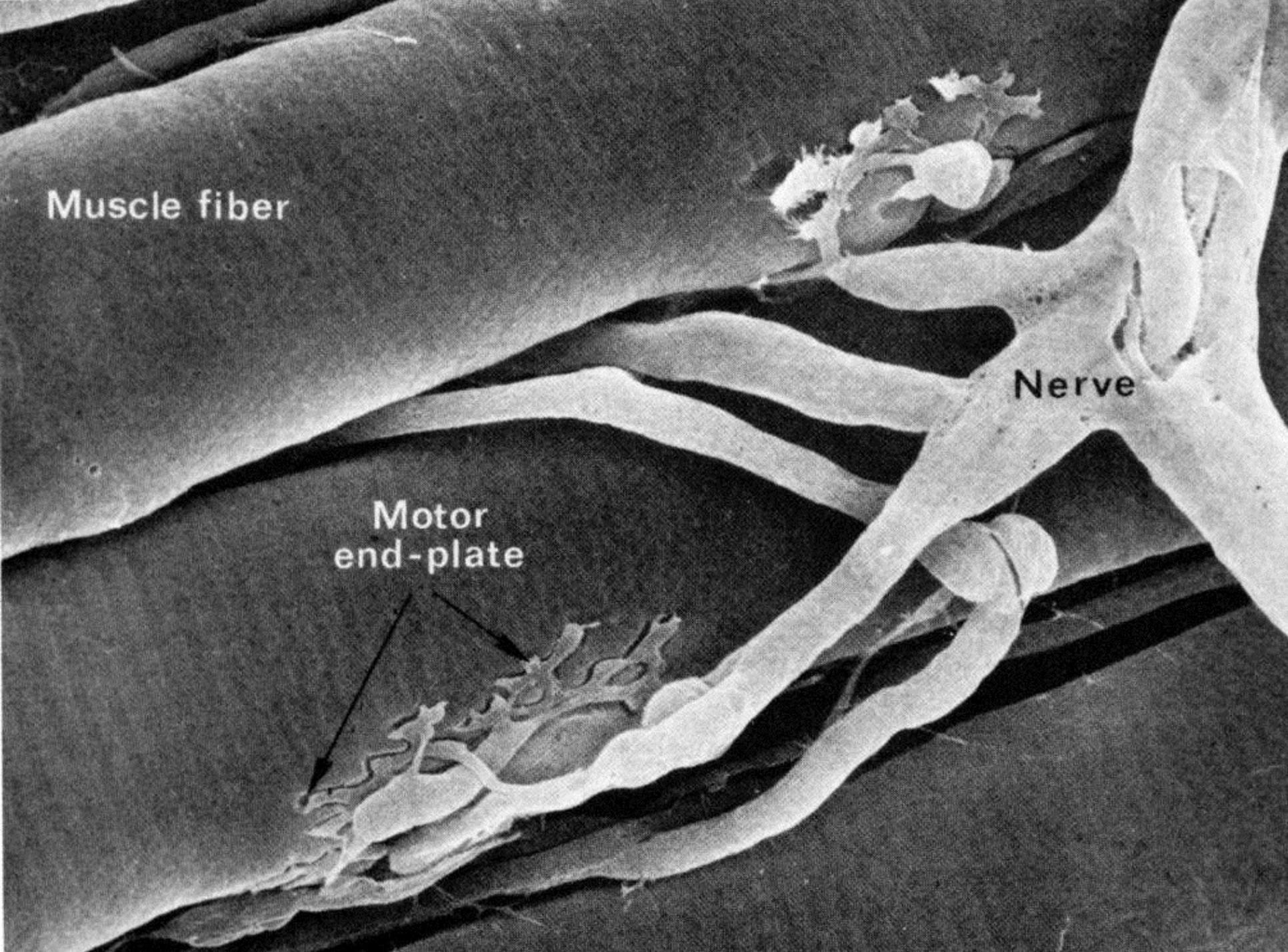
## Sistema Nervoso Autônomo (Visceral)

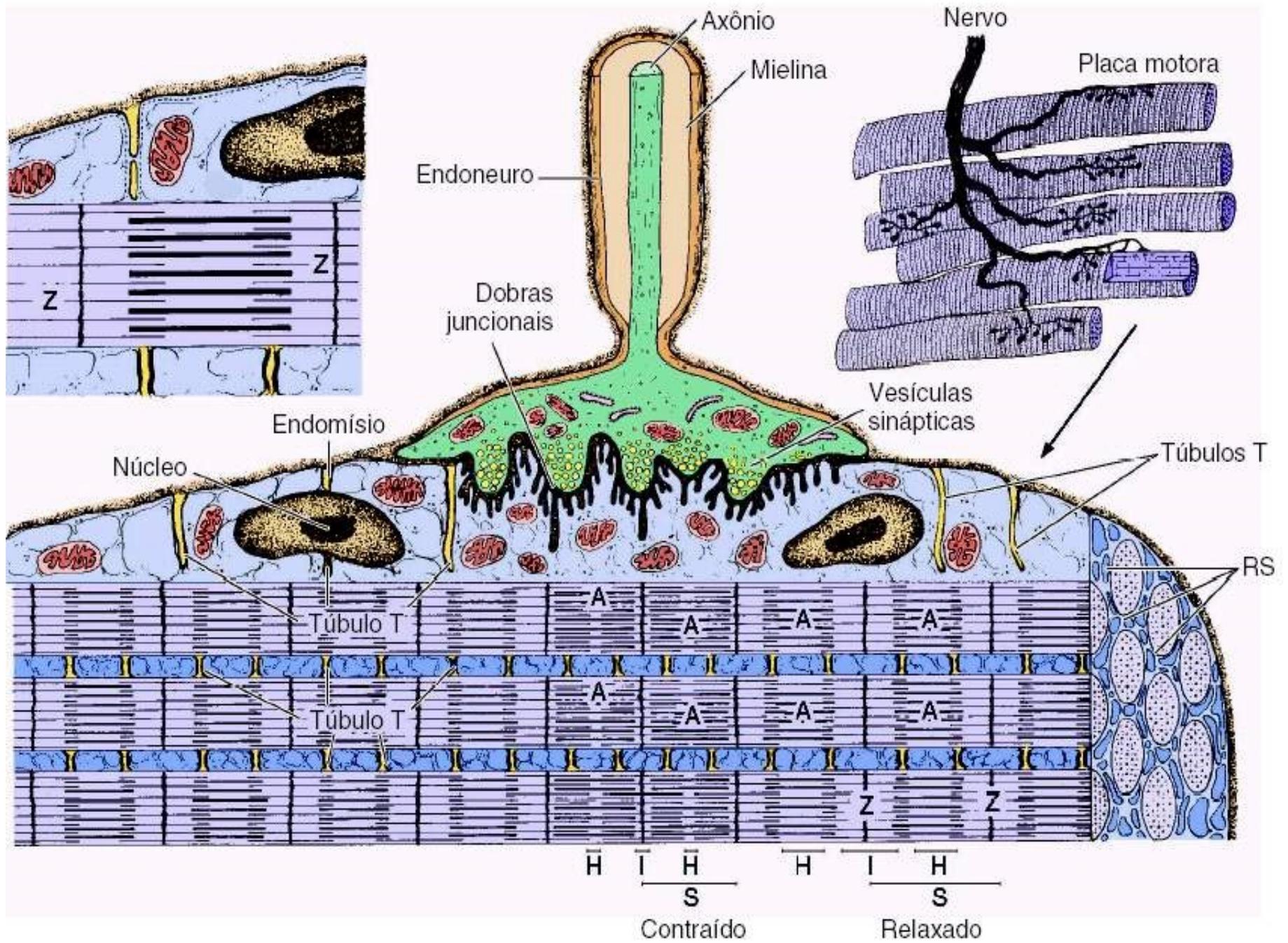


Muscle fiber

Nerve

Motor  
end-plate



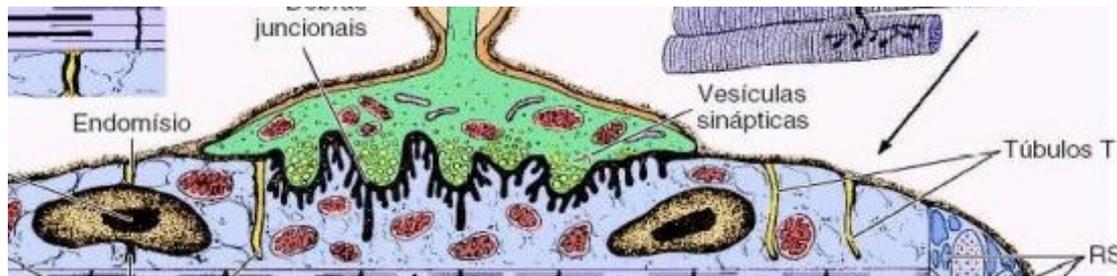
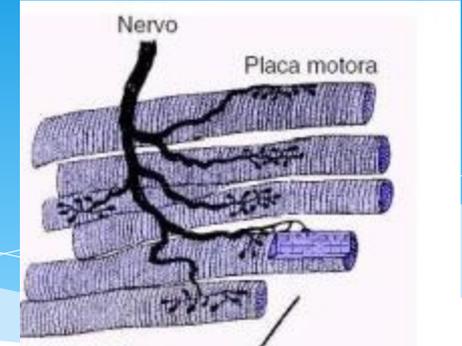


# Mecanismo de contração do musculo esquelético

Chegada do Potencial de Ação na  
Fibra Muscular



Gera correntes elétricas que se propagam para o interior da fibra  
(Túbulos transversos - túbulos T)



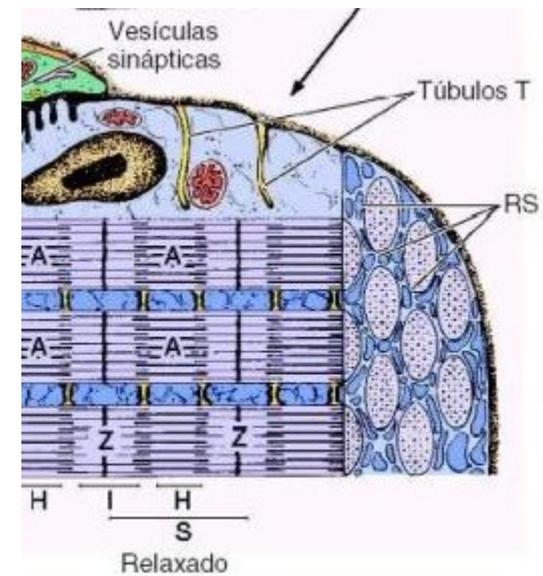
Esse potencial de ação dos túbulos T fazem com que o Reticulo Sarcoplasmático libere íons cálcio ( $Ca^{+}$ ) para o sarcoplasma (Abertura dos canais de  $Ca^{+}$ )



O Cálcio liberado se liga a troponina C liberando o sítio de absorção da actina e permite que se ligue à miosina

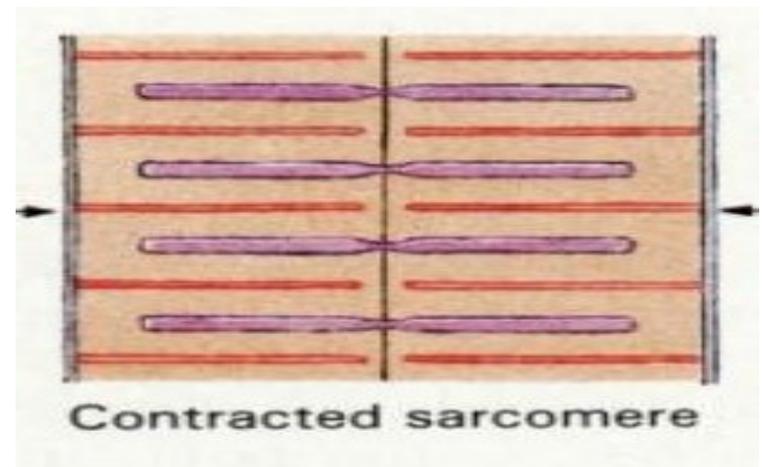
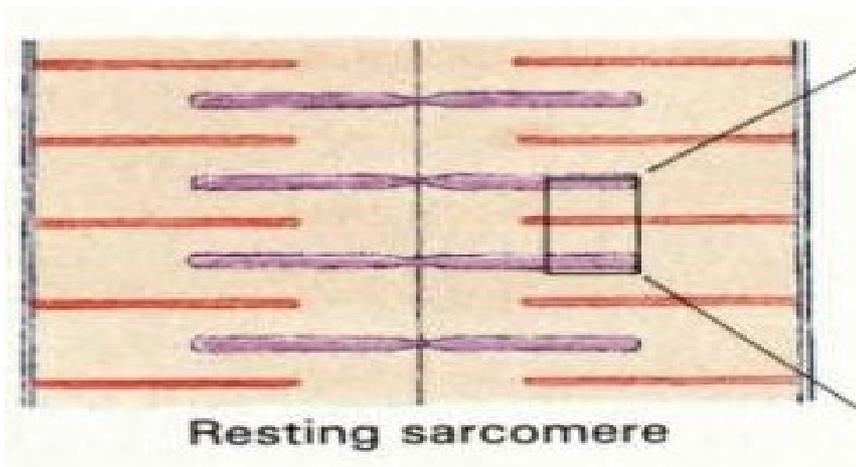


Contração Muscular

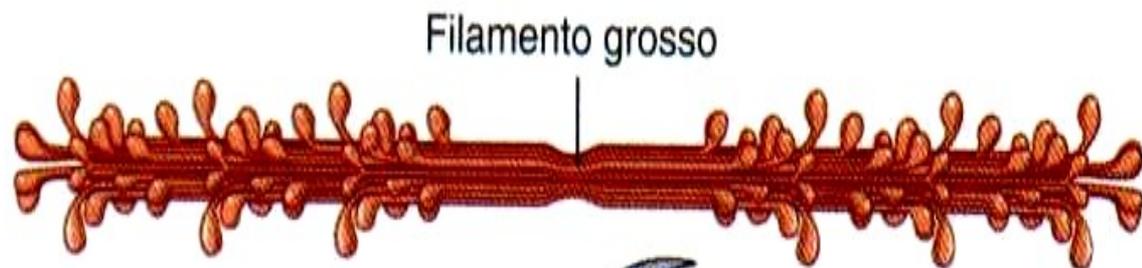


Assim que cessa o estímulo, o Ca é imediatamente rebombeado para o interior do RS, cessando a contração. (Bomba de Cálcio)

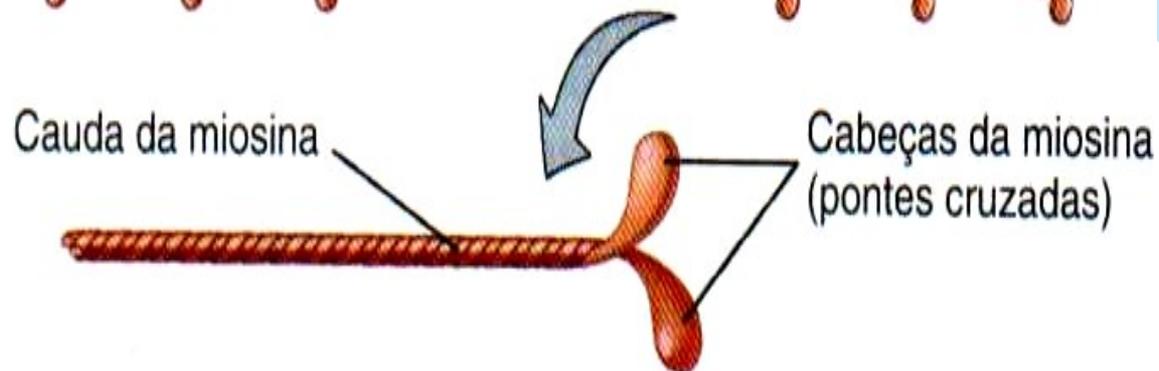
A actina e a miosina são cadeias proteicas que se deslizam para encurtar e alongar a fibra muscular, podendo diminuir cerca de 2/3 do seu comprimento, ou até mesmo à metade.



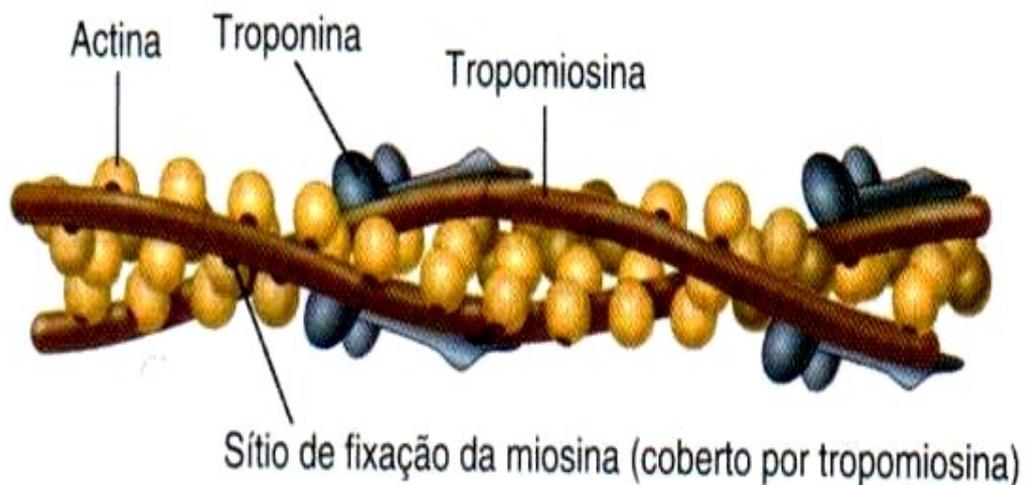
# Características Moleculares dos Filamentos



Filamento de Miosina



Molécula de Miosina



Filamento de Actina

# Fornecimento de energia para a contração do musculo esquelético

O retículo sarcoplasmático (RS) e o sistema T liberam íons de  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$  para o citoplasma;



Em presença desses dois íons, a **miosina** adquire uma propriedade **ATPásica**, (quebra o ATP) liberando a E de um radical fosfato:

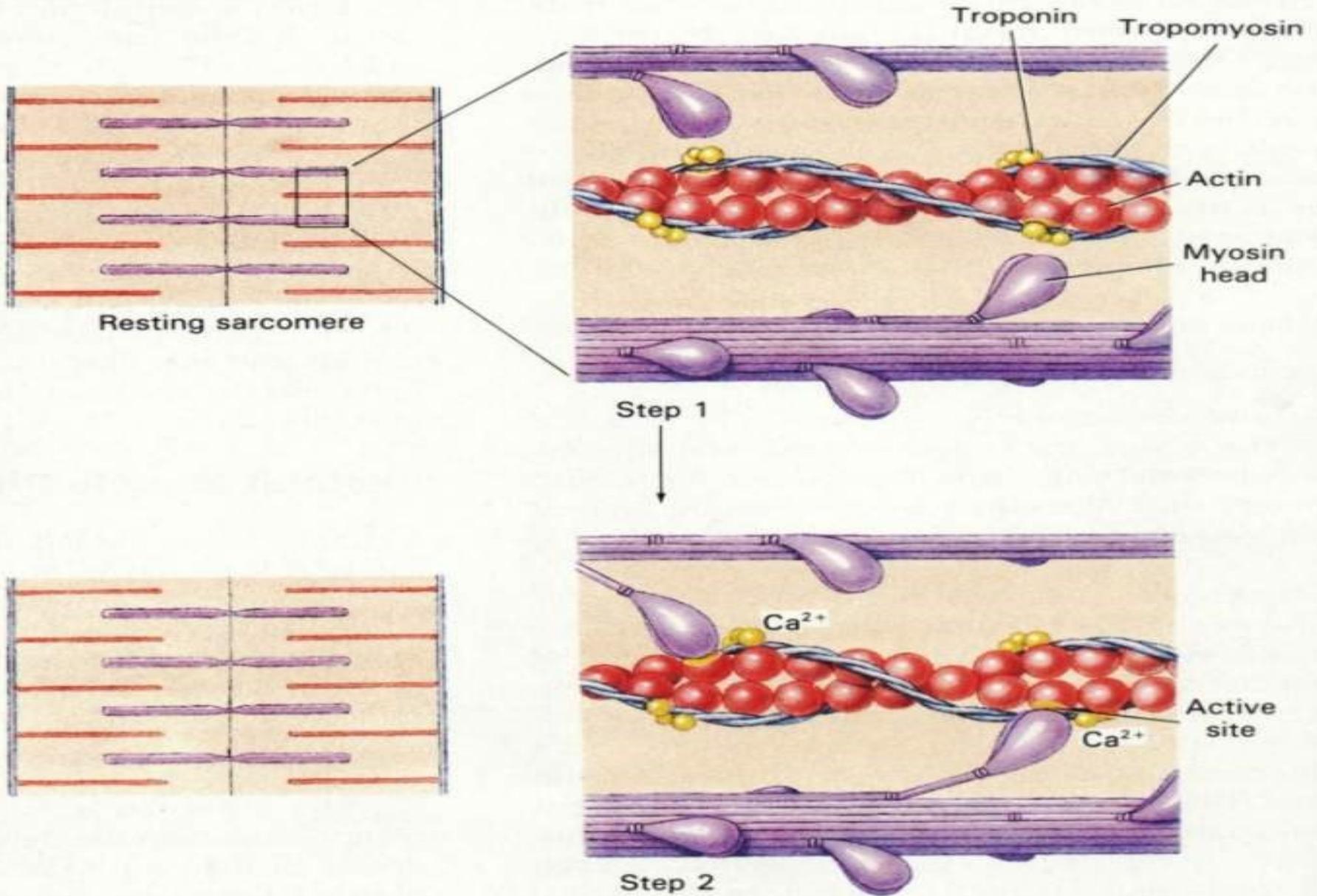


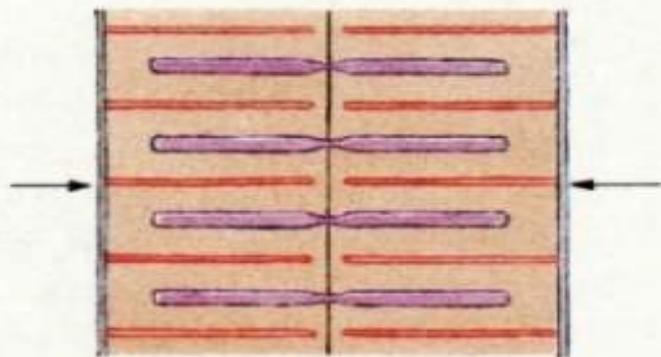
A E liberada provoca o **deslisamento** da actina entre os filamentos de miosina, encurtamento as miofibrilas.



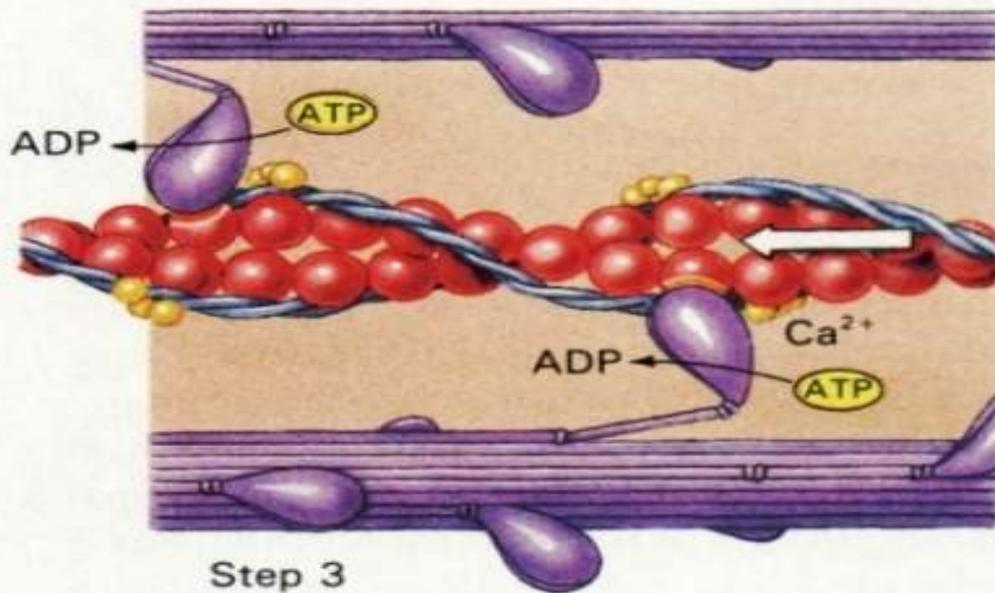
Na fibra muscular a **glicose** e a **fonte primária de E** para **contração** (a glicólise, o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória produzem o ATP necessário à contração).

# Contração

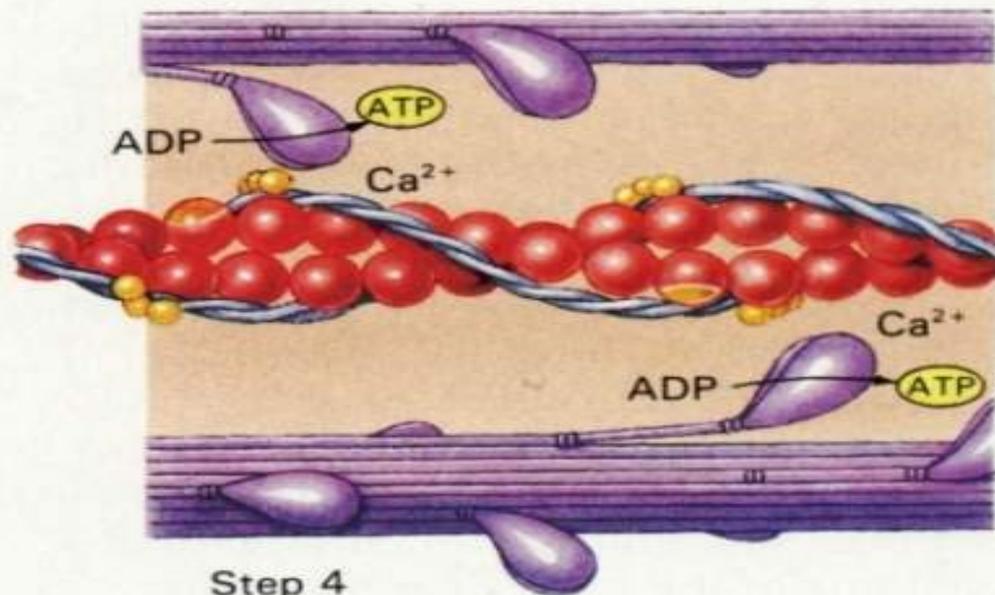




Contracted sarcomere



Step 3



Step 4

