



Contração Muscular

O Ciclo das Pontes Cruzadas (Cross Bridge Cycling)

Prof. Dr. Tiago R. Figueira
EEFERP/USP - Bioquímica do Exercício - 2019

Contração muscular: descrição em apenas 4 minutos

<https://www.youtube.com/watch?v=ousflrOzQHc>

Objetivo: Compreender o Processo da Contração Muscular

1. Visão Geral e o Aparato Contrátil

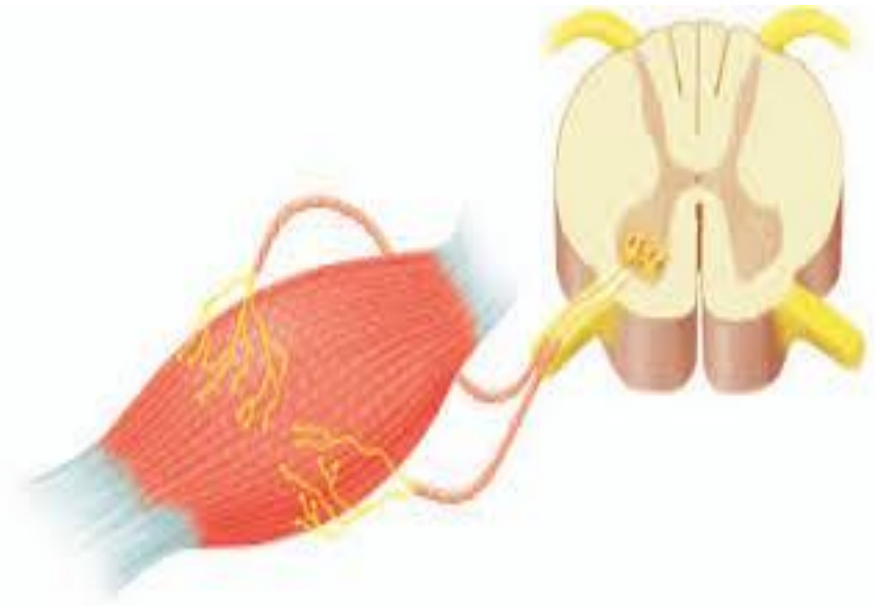
2. Excitação da fibra muscular e liberação de Ca^{2+} <https://www.youtube.com/watch?v=CLS84OoHJnQ>

3. As proteínas que compõem o sarcômero

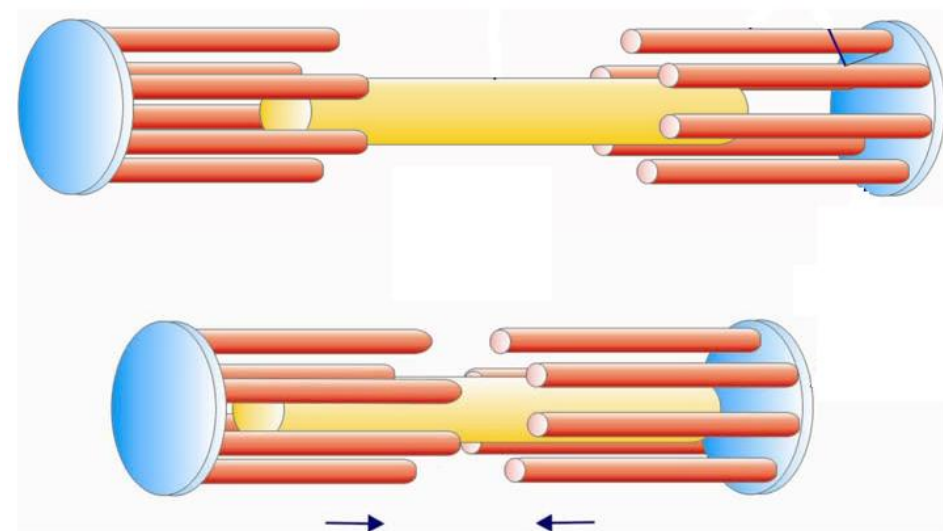
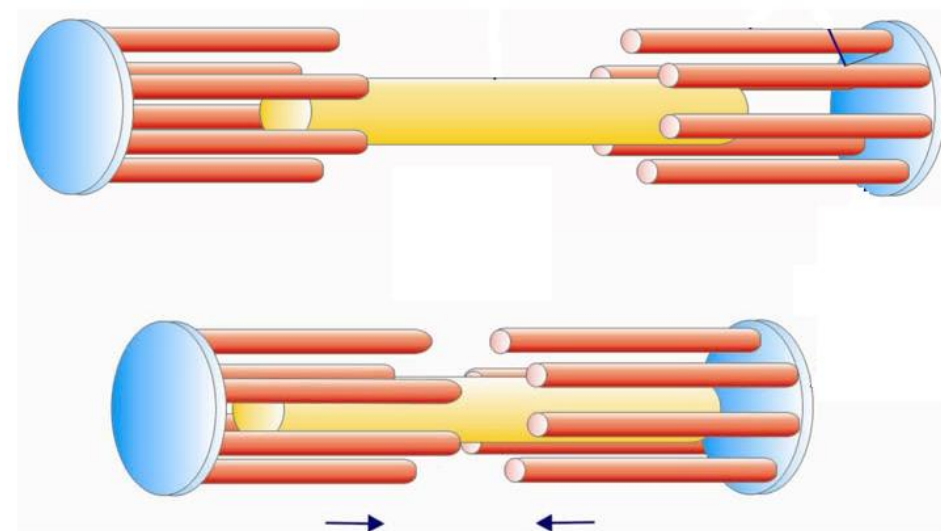
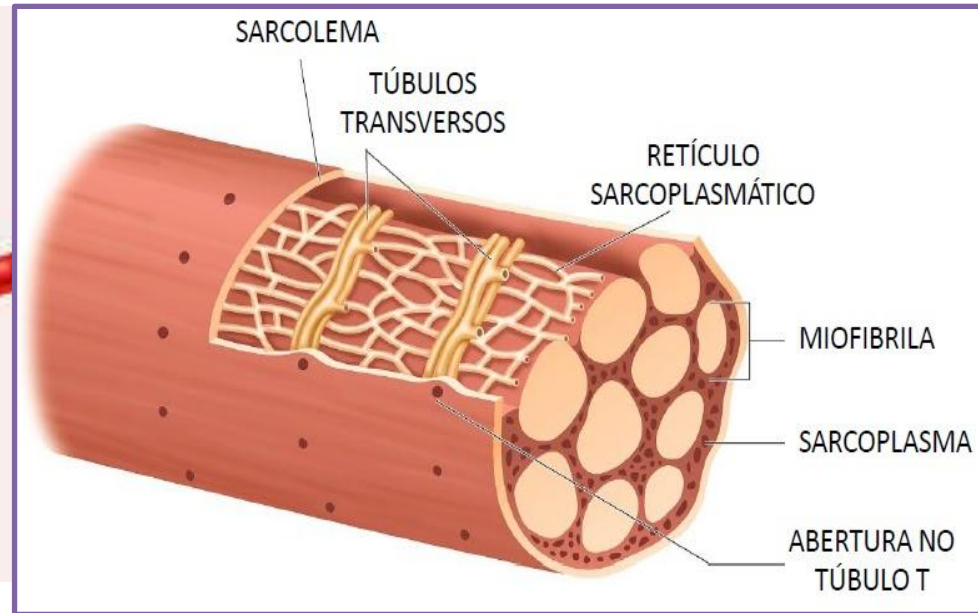
4. O ciclo das pontes cruzadas

Contração Muscular

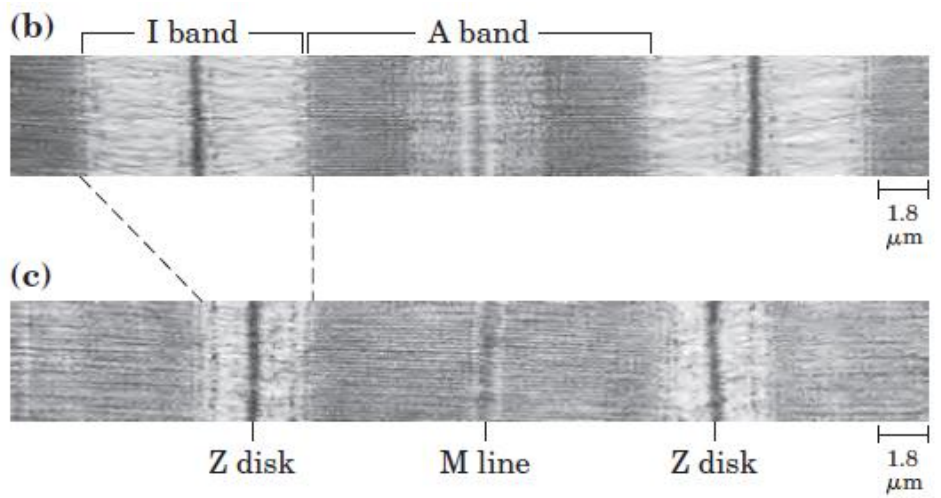
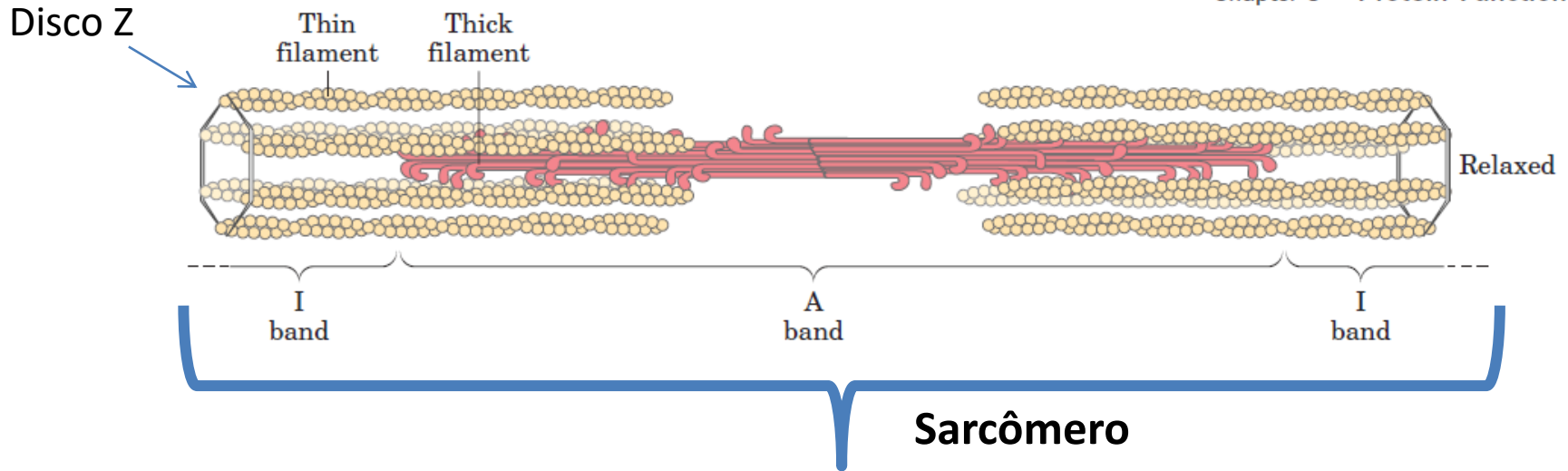
Processo Neuro-motor que resulta em Geração de Força Unidirecional pelo músculo esquelético . → Deslocamento



Miofibrila e Sarcômero



Sarcômero = Filamentos Grosso + Fino = Unidade Contrátil
Miofibrilas = repetição longitudinal de sarcômeros



Objetivo: Compreender o Processo da Contração Muscular

1. Visão Geral e o Aparato Contrátil
- 2. Excitação da fibra muscular e liberação de Ca^{2+}**
3. As proteínas que compõem o sarcômero
4. O ciclo das pontes cruzadas

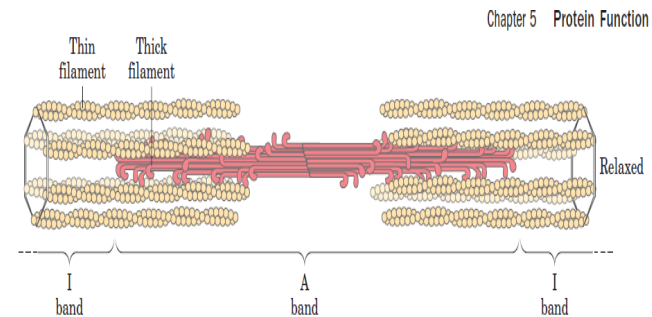
Contração Muscular

Excitação

Ativação da célula muscular pelo sistema nervoso central: despolarização da membrana e liberação de Ca^{2+} para o citoplasma da célula

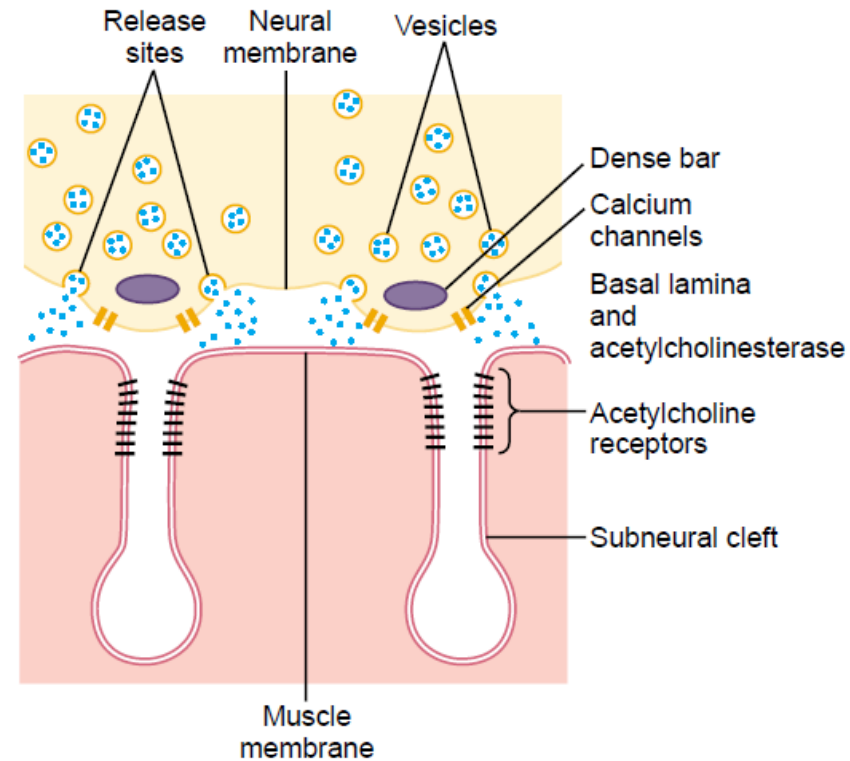
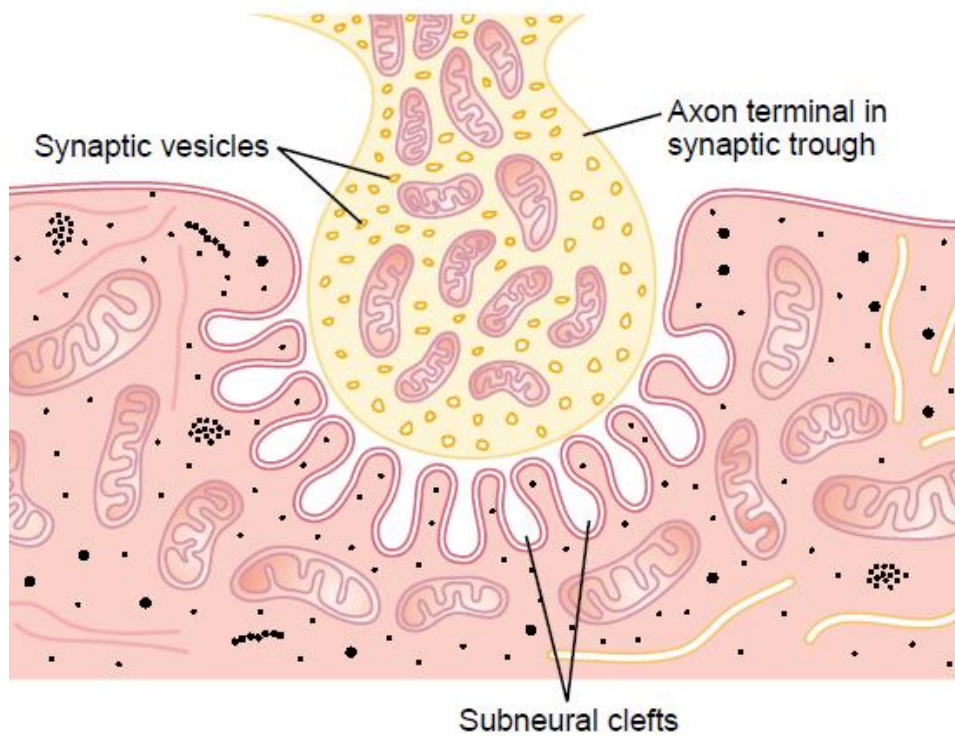
Contração

Ligação do Cálcio a um sítio Específico e Interação entre os filamentos fino e grosso (encurtamento sarcômero)



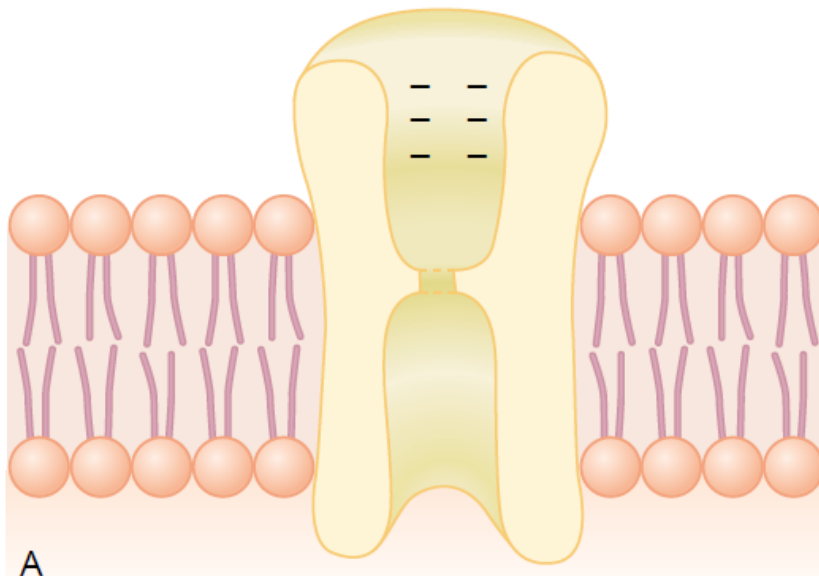
“Ciclo das Pontes Cruzadas”

Os eventos que promoverão a liberação do cálcio no miócito

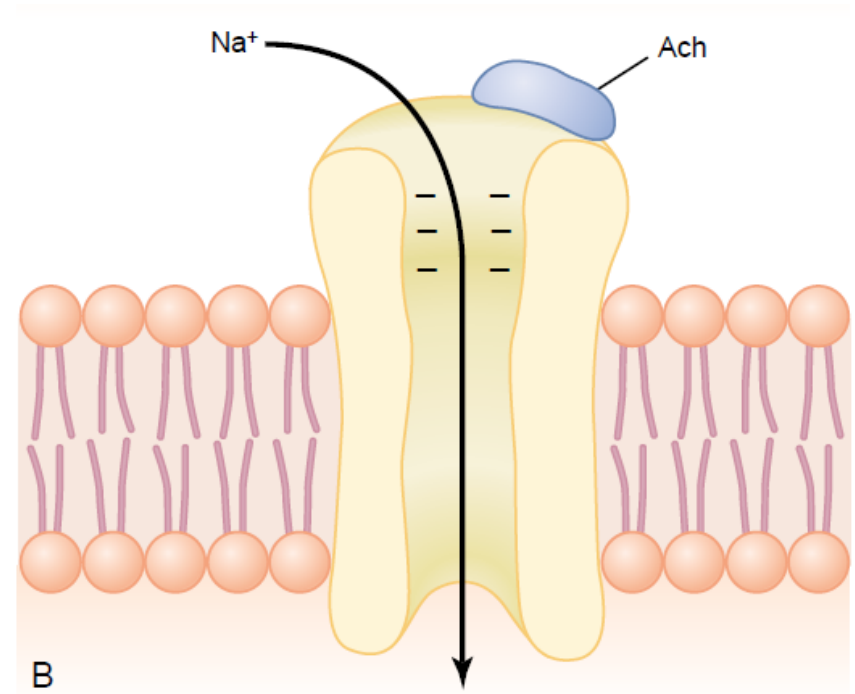


Canal de Actetilcolina sendo ativado pela acetilcolina liberada pelo neurônio motor

Fechado

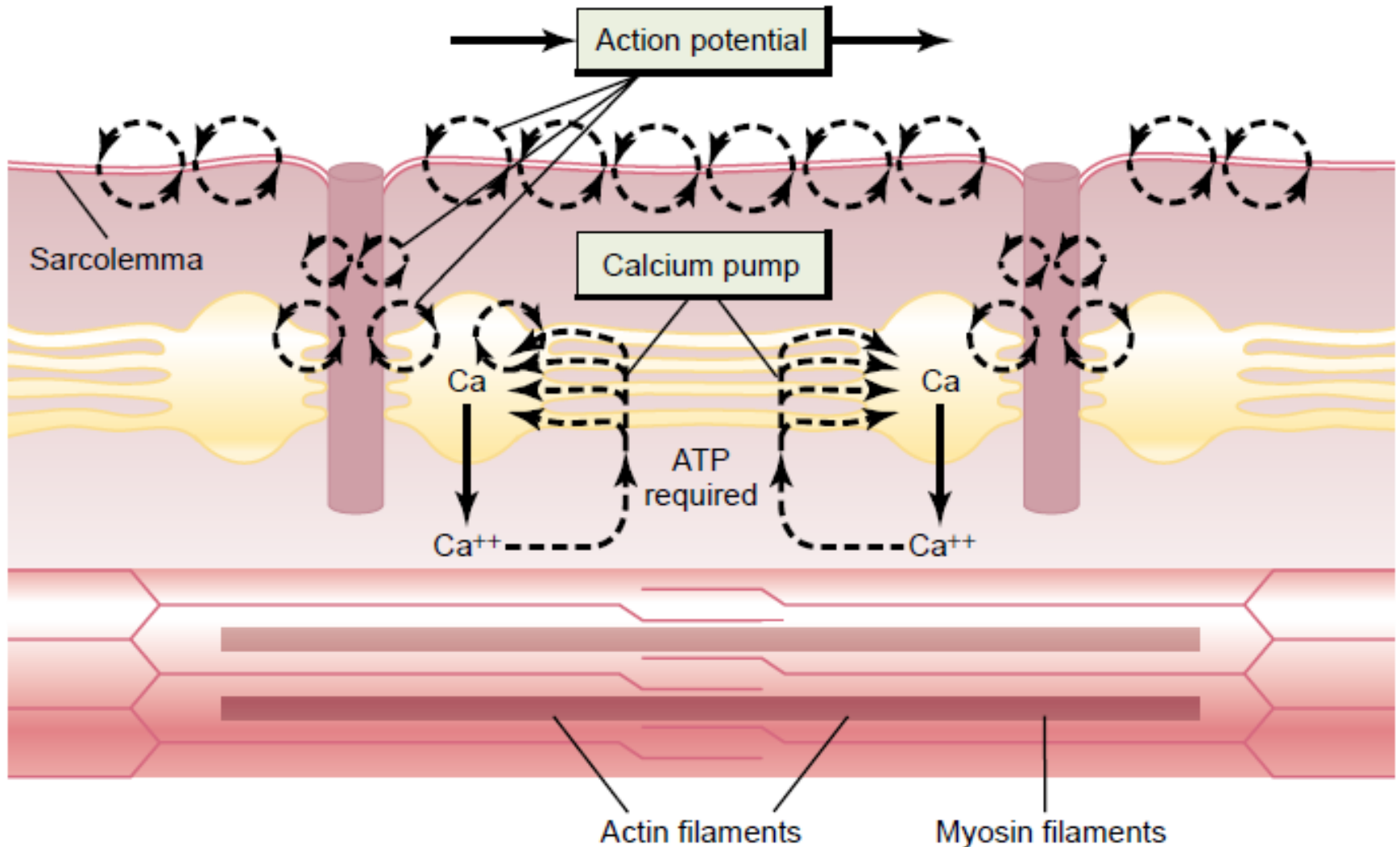


Aberto

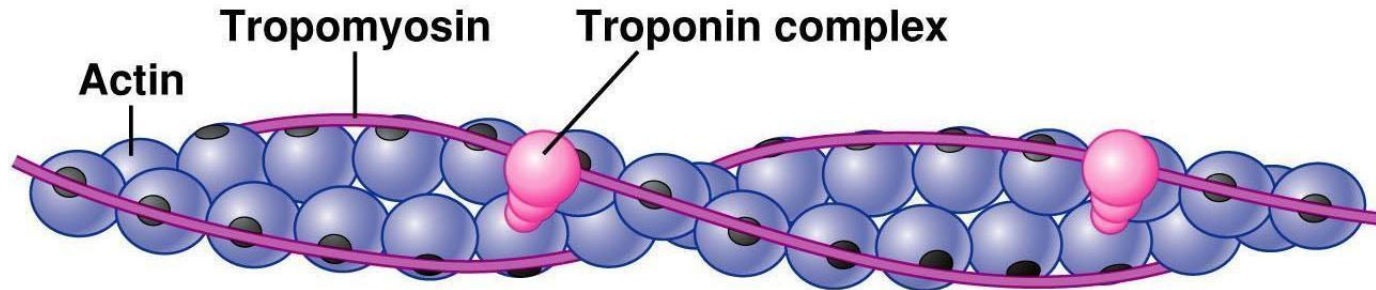


Íons positivos como Na⁺ e Ca²⁺ passam através do canal aberto

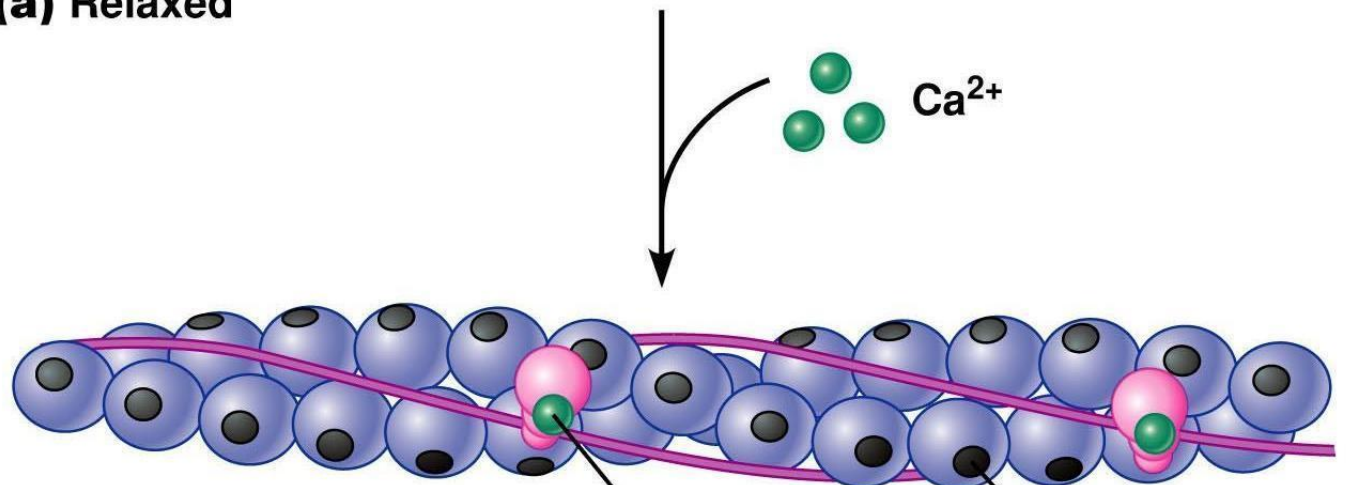
A Liberação e a Recaptação de Ca^{2+}



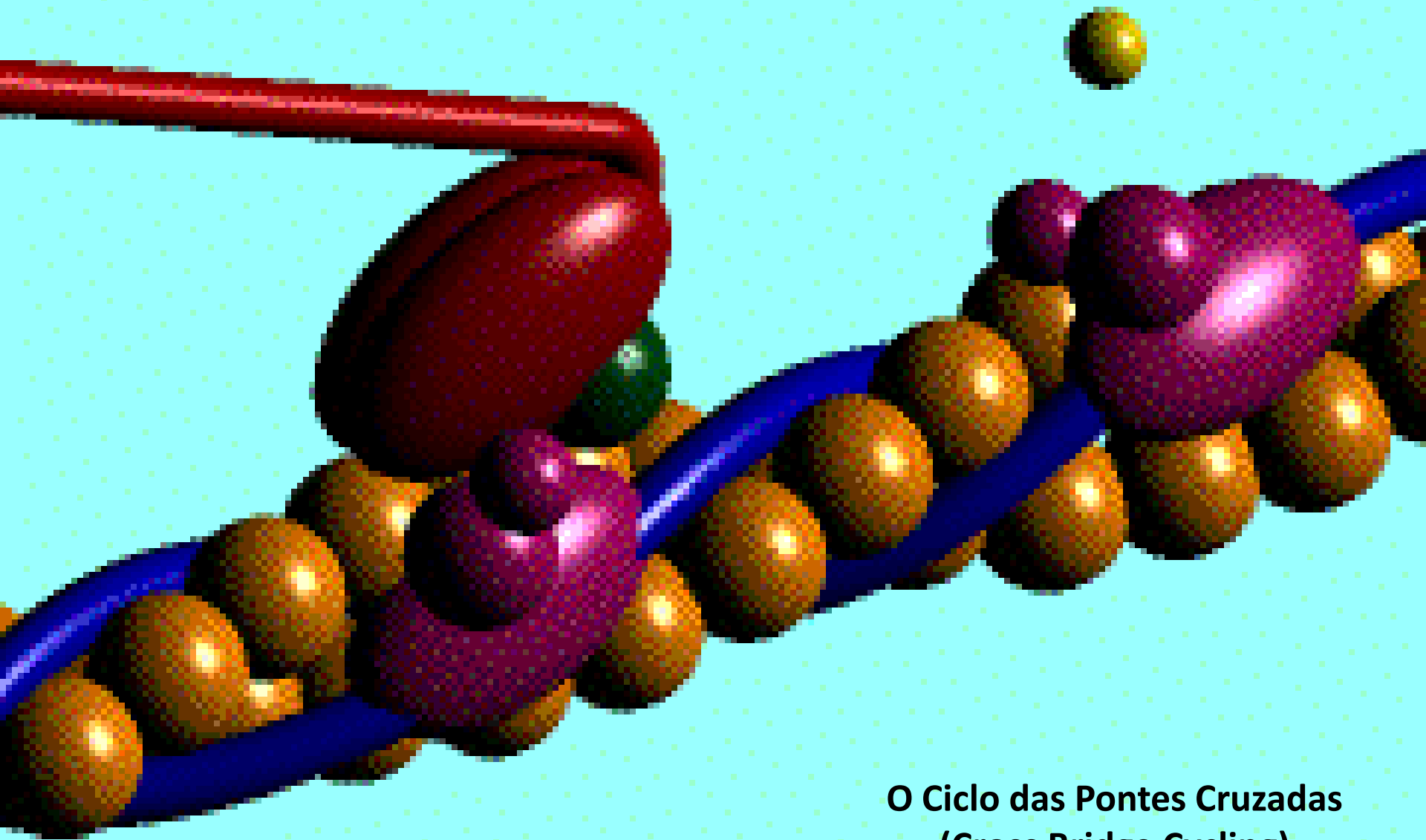
O Cálcio aumentado no citosol do miócito se liga a uma proteína do filamento fino e promove a contração muscular



(a) Relaxed



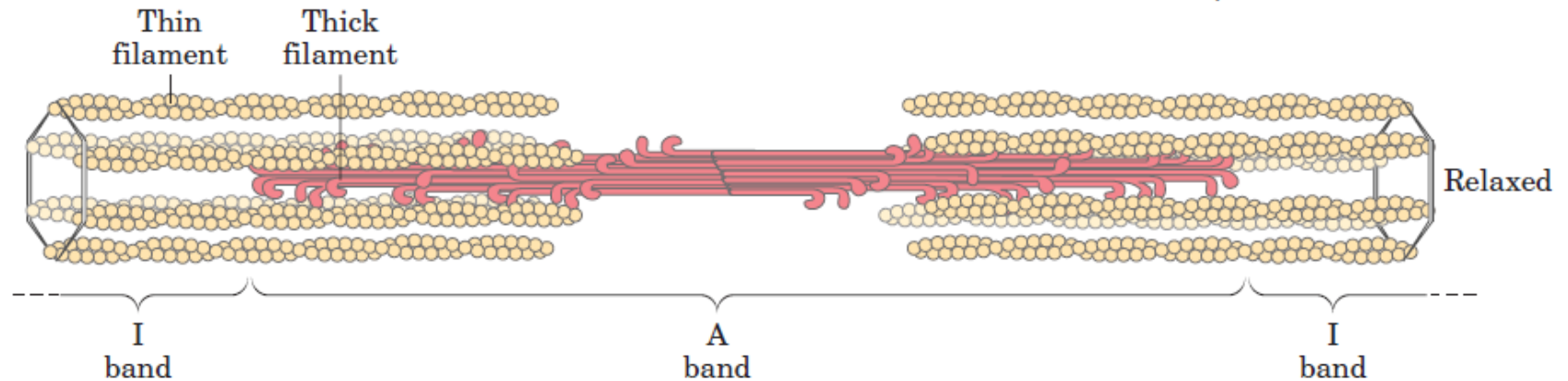
(b) Contracting



**O Ciclo das Pontes Cruzadas
(Cross Bridge Cycling)**

1. Visão Geral e o Aparato Contrátil
2. Excitação da fibra muscular e liberação de Ca^{2+}
- 3. As proteínas que compõem o sarcômero**
4. O ciclo das pontes cruzadas

A estrutura molecular do sarcomômero



Filamento grosso: feixe contendo repetições (milhares) de miosina

Filamento Fino: feixe contendo 3 diferentes proteínas (actina F, tropomiosina e troponina)

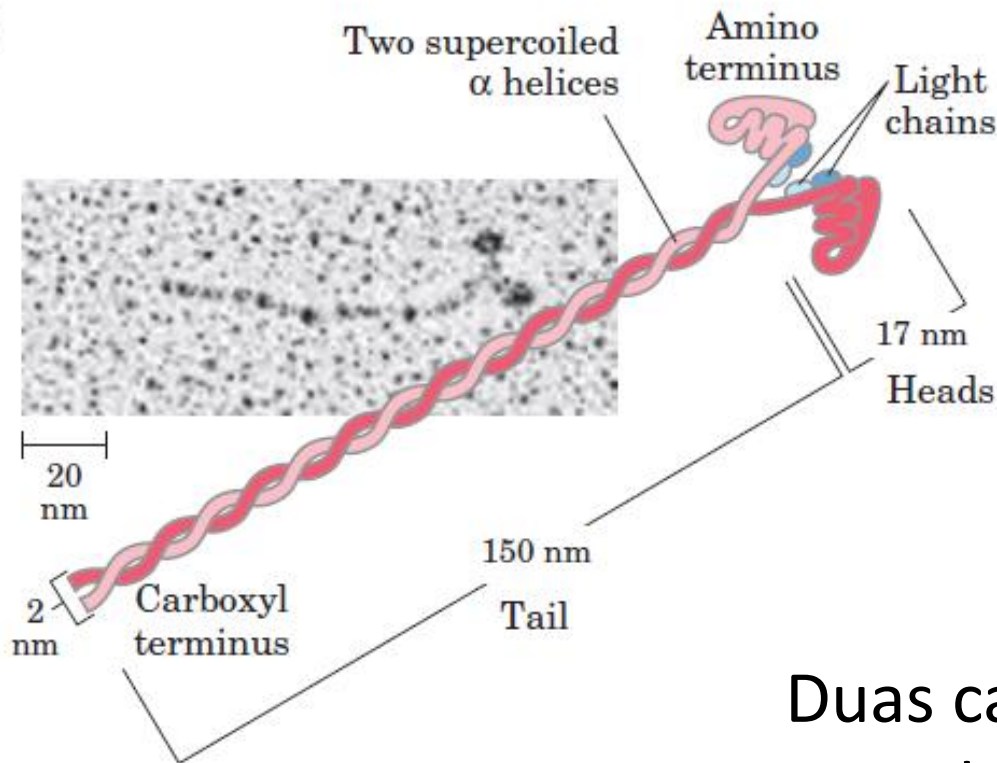
Detalhes sobre as proteínas que compõem os filamentos contráteis

Filamento Grosso

Filamento Fino

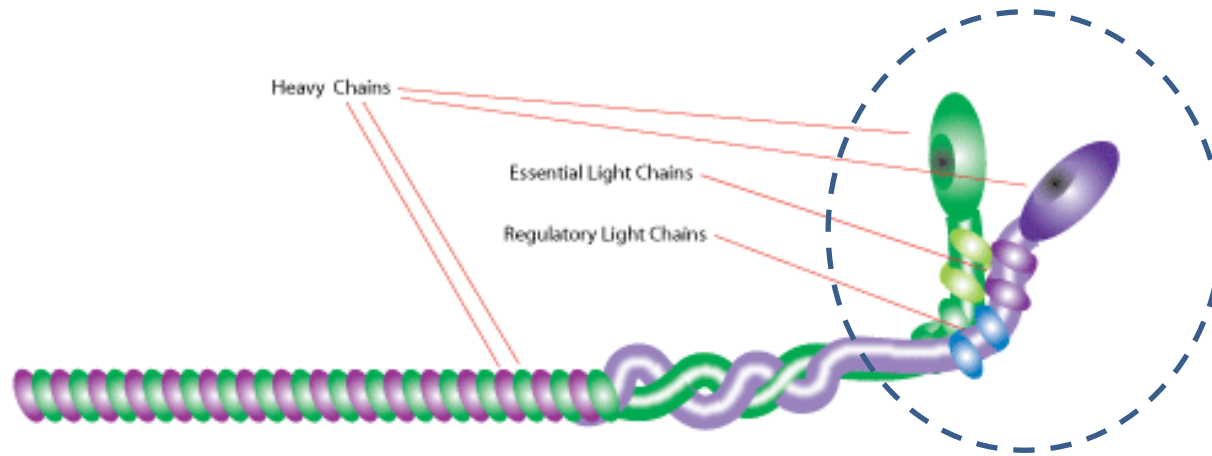
Filamento grosso: miosinas

(a)



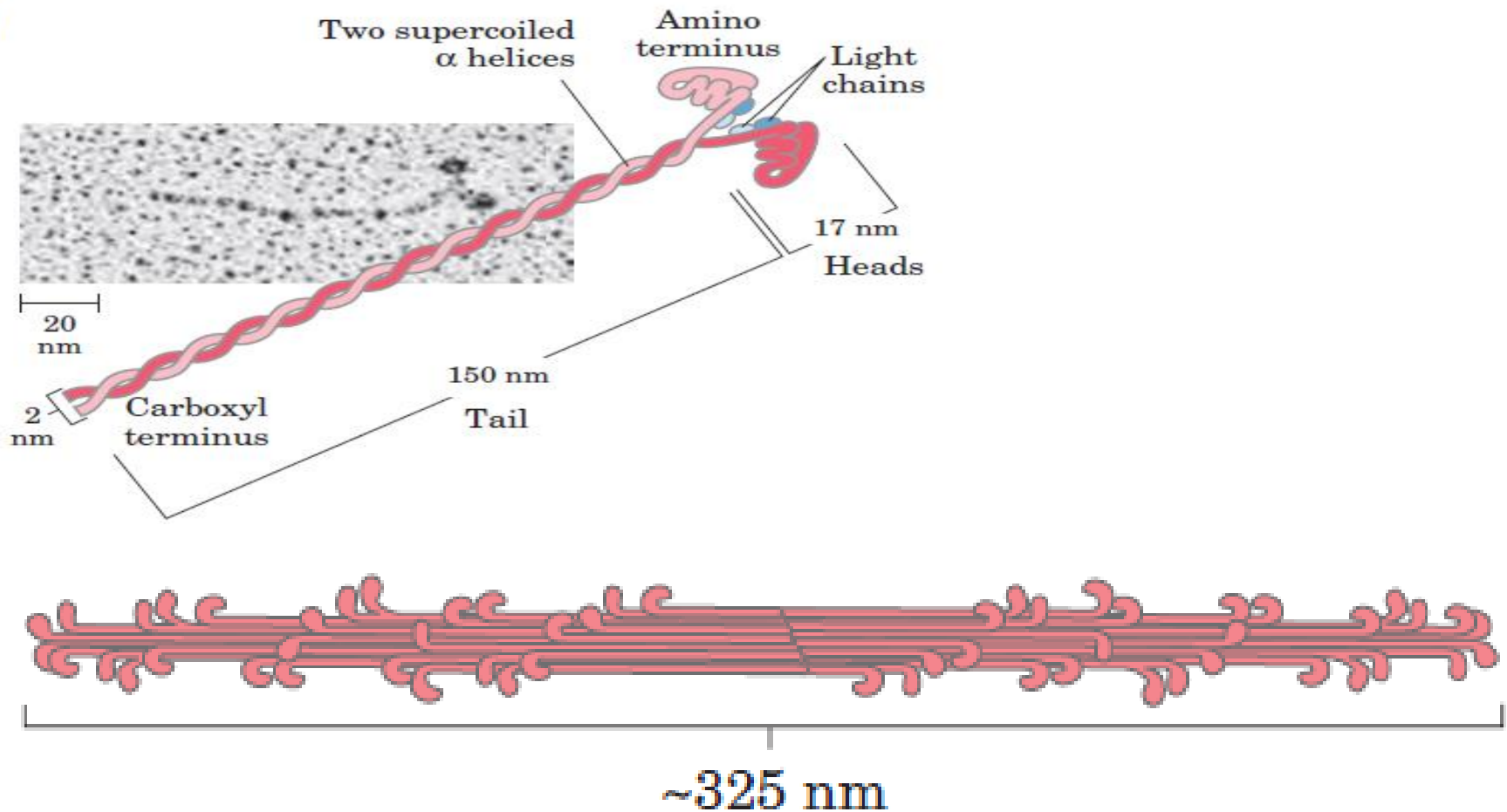
Duas cadeias pesadas, cada uma delas com duas cadeias leves “torcidas” ao seu redor

Miosina

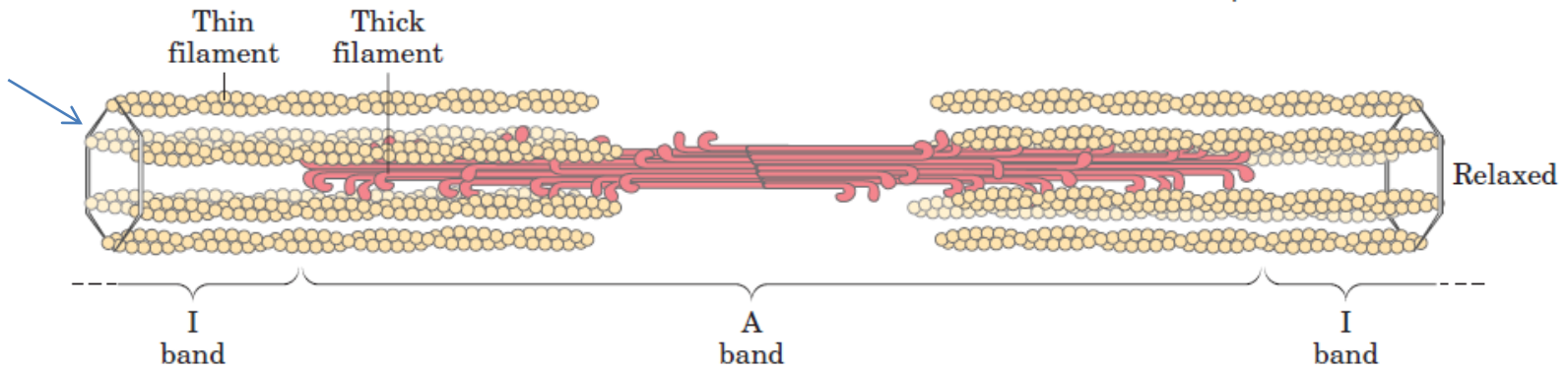


Há dois sítios de flexibilidade na miosina, localizados na ponte cruzada: 1) a junção da ponte cruzada à cauda da miosina; 2) a junção do “pescoço” a cabeça da miosina.

Filamento grosso é formado por milhares de miosinas

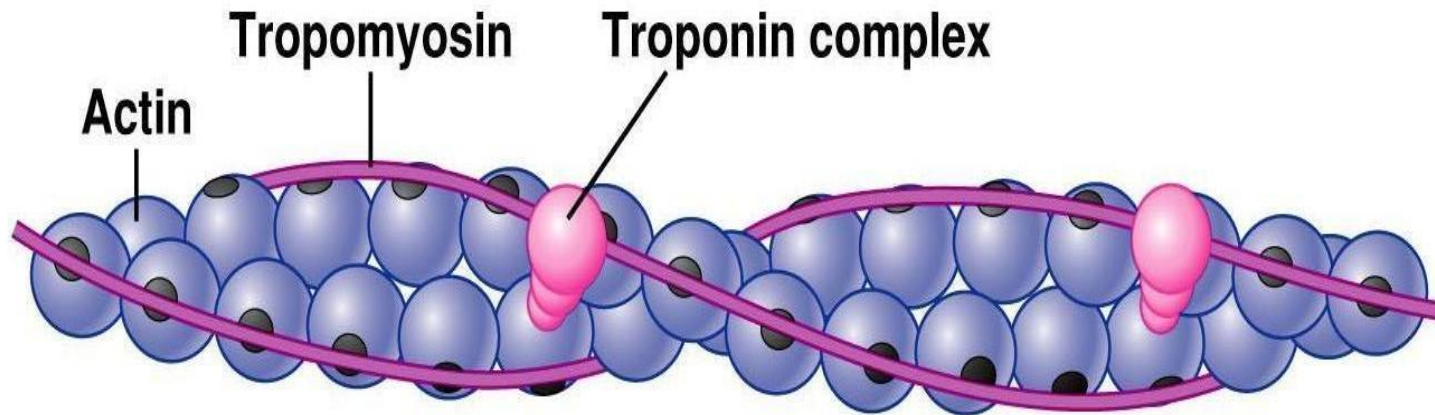


(a) Myosin



Vejamos o Filamento Fino

Filamento Fino (complexo contendo 3 diferentes proteínas)

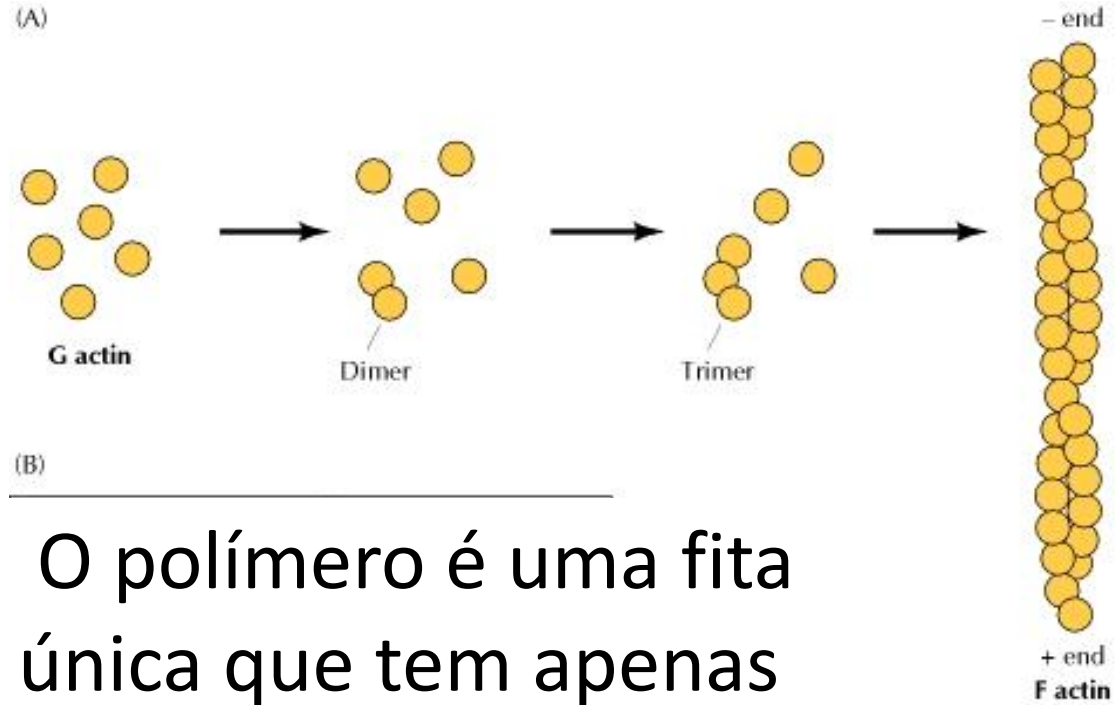


Actina é o componente principal do Filamento Fino

1 polímero filamentoso de actina (actina F)
2 moléculas de tropomiosina
 n moléculas de troponina

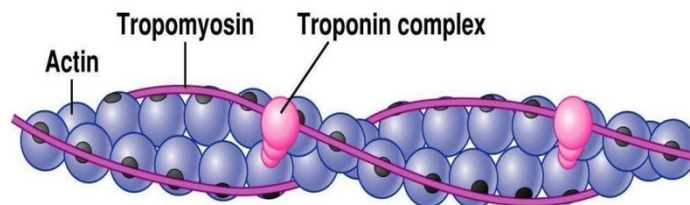
Actina F é um polímero de Actinas

Actina Globular
(Monomérica)



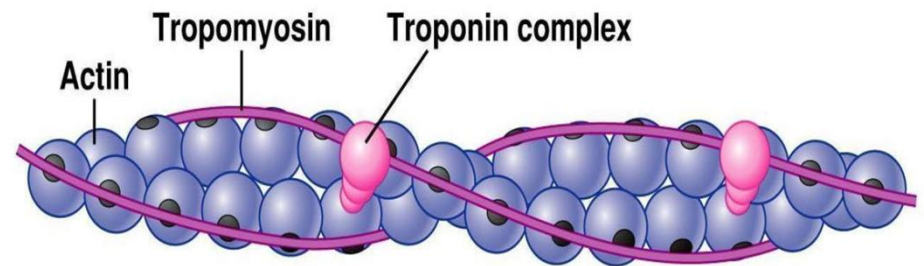
(B)

O polímero é uma fita única que tem apenas aparência de fita dupla

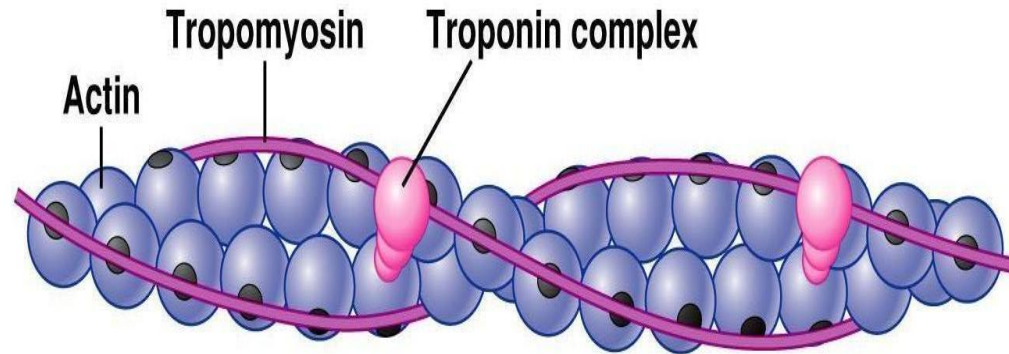
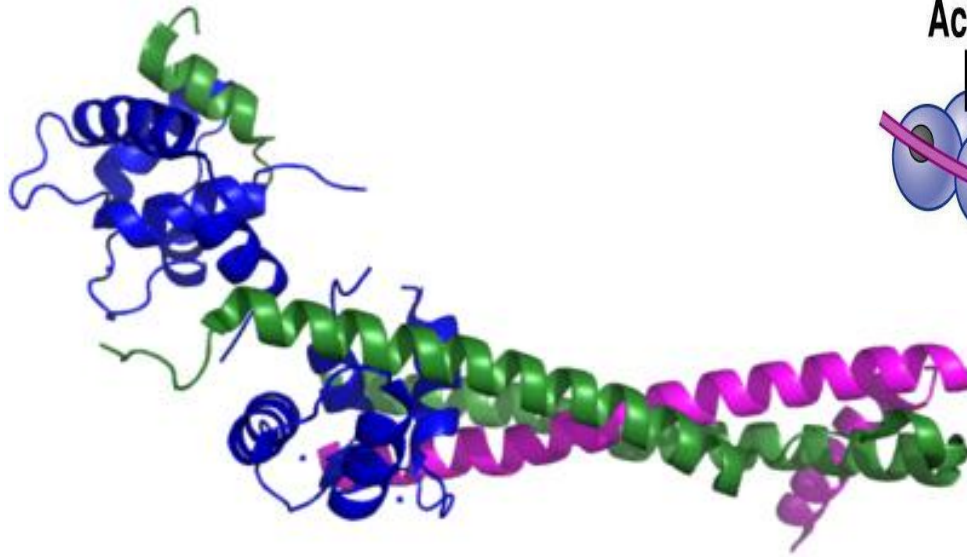


A tropomiosina é um homodímero: há duas por filamento fino

Se dispõe longitudinalmente junto da Actina F



A troponina é um heterotrímero



Azul = troponina **C**

Verde = troponina **I**

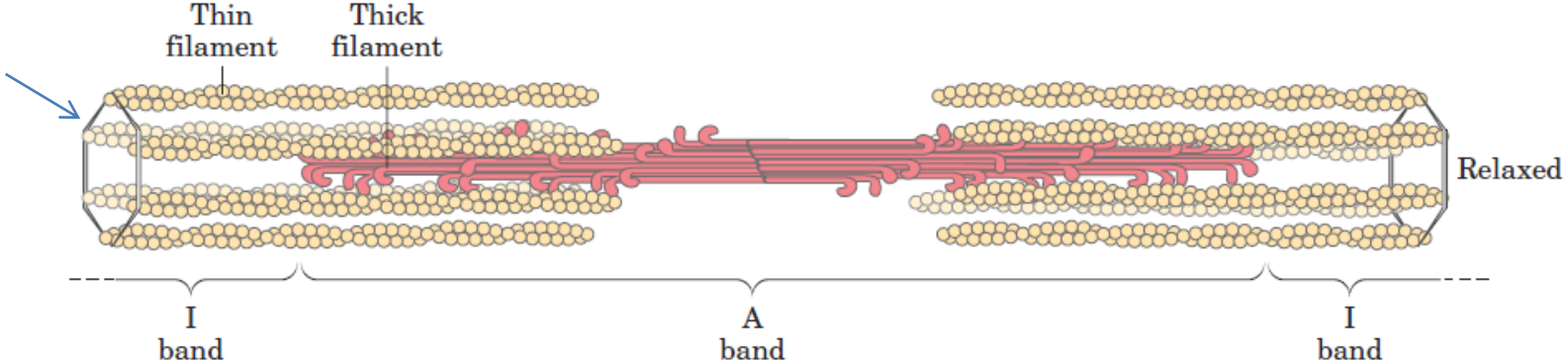
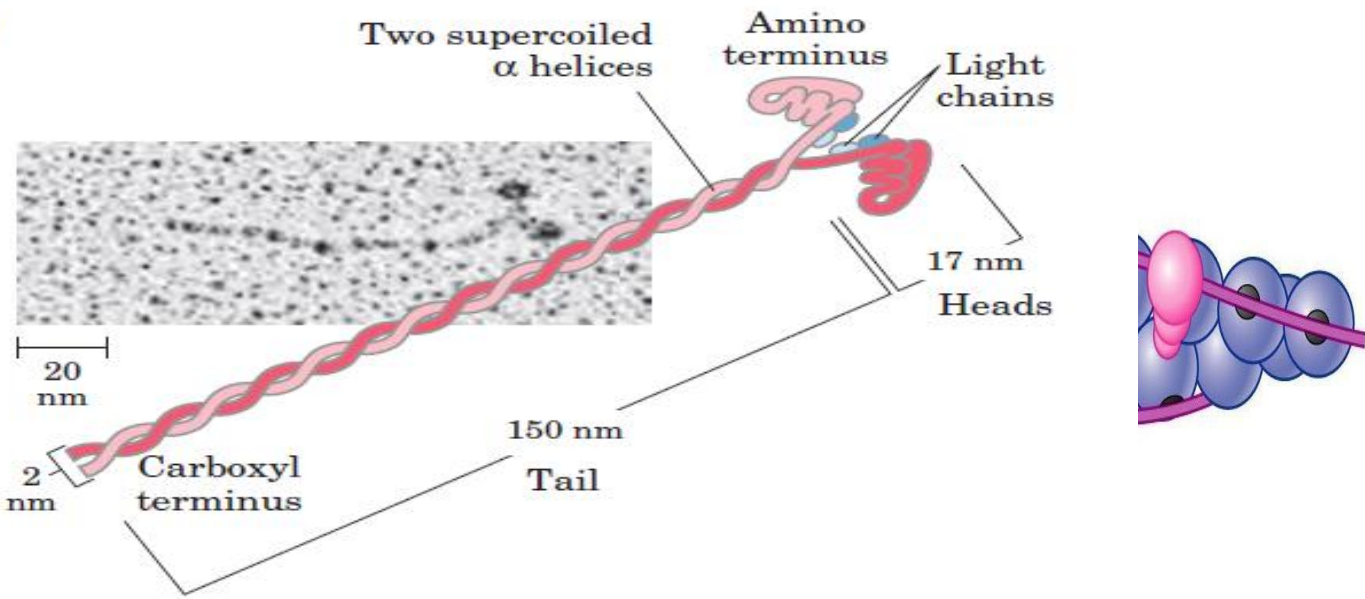
Rosa = troponina **T**

Liga Ca^{2+} e produz alterações conformacionais

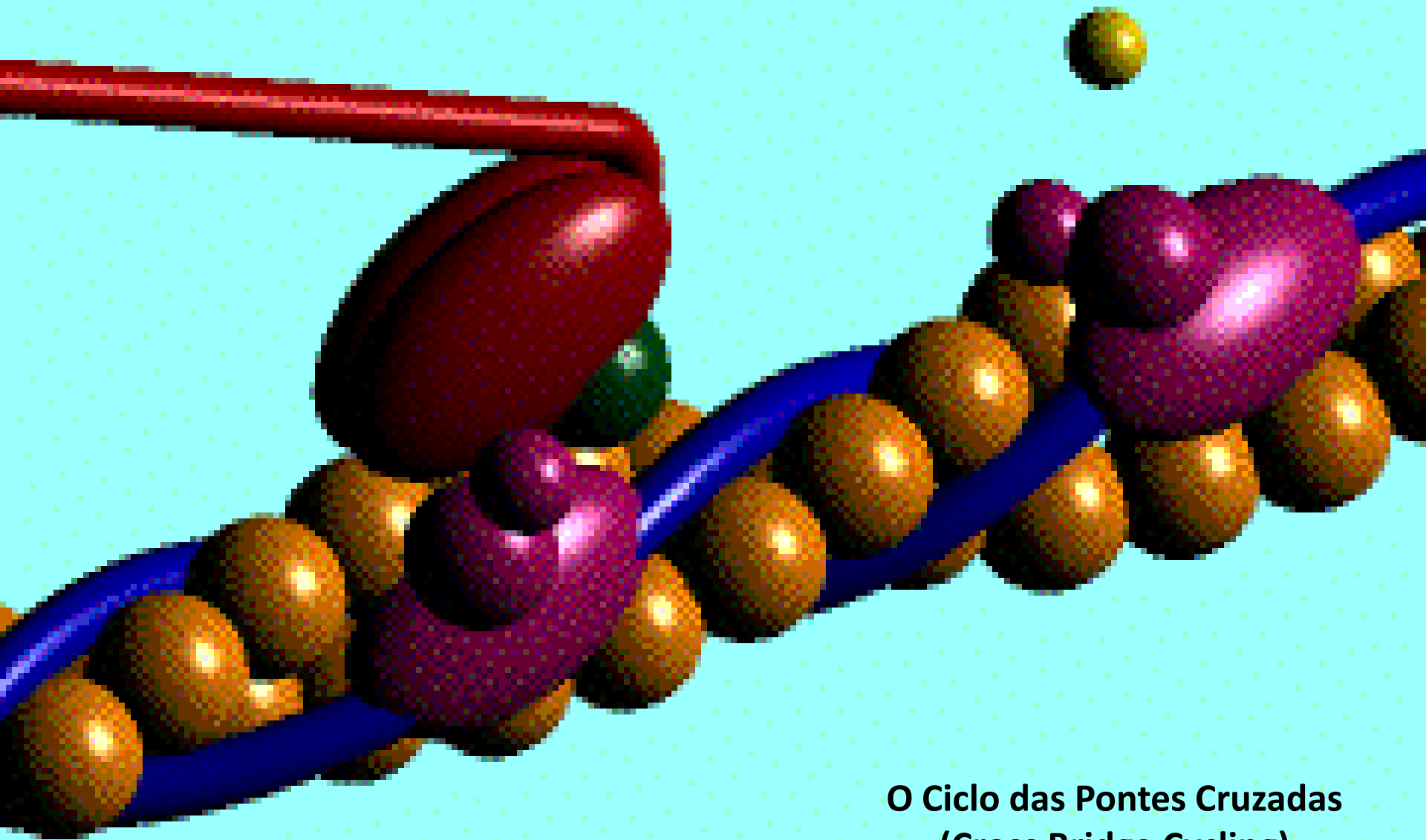
Se liga a actina para manter a estrutura e ocultar o sítio ativo da actina

Se liga a tropomiosina

Recaptulação da estrutura do filamento fino

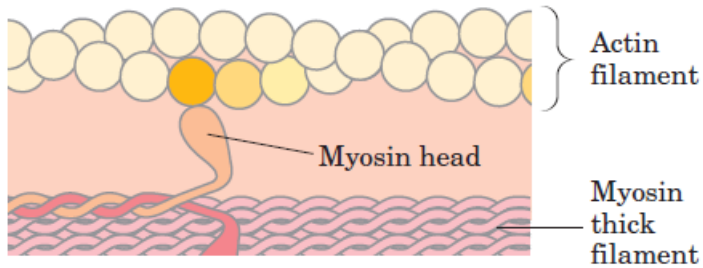


1. Visão Geral e o Aparato Contrátil
2. Excitação da fibra muscular e liberação de Ca^{2+}
3. As proteínas que compõem o sarcômero
4. **O ciclo das pontes cruzadas**

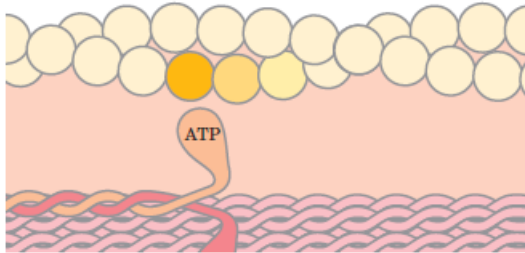


**O Ciclo das Pontes Cruzadas
(Cross Bridge Cycling)**

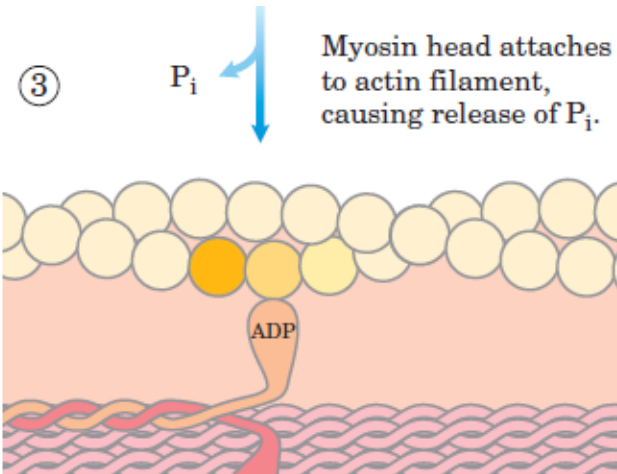
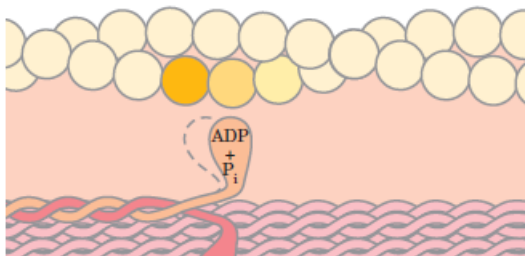
As 4 Etapas do Ciclo das Pontes Cruzadas



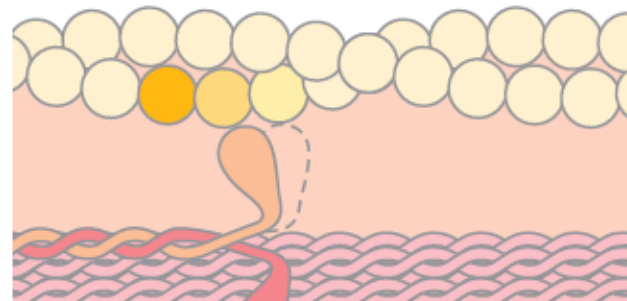
① ATP binds to myosin head, causing dissociation from actin.



② As tightly bound ATP is hydrolyzed, a conformational change occurs. ADP and P_i remain associated with the myosin head.



④ ADP is released from the myosin head, causing it to dissociate from the actin filament.



[Contração muscular: descrição em apenas 4 minutos](https://www.youtube.com/watch?v=ousflrOzQHc)

<https://www.youtube.com/watch?v=ousflrOzQHc>

[Estrutura anatômica da junção neuro muscular](https://www.youtube.com/watch?v=s6KIRoNGvFQ)

[https://www.youtube.com/watch?v=s6KIRoNG](https://www.youtube.com/watch?v=s6KIRoNGvFQ)

[vFQ](https://www.youtube.com/watch?v=s6KIRoNGvFQ)

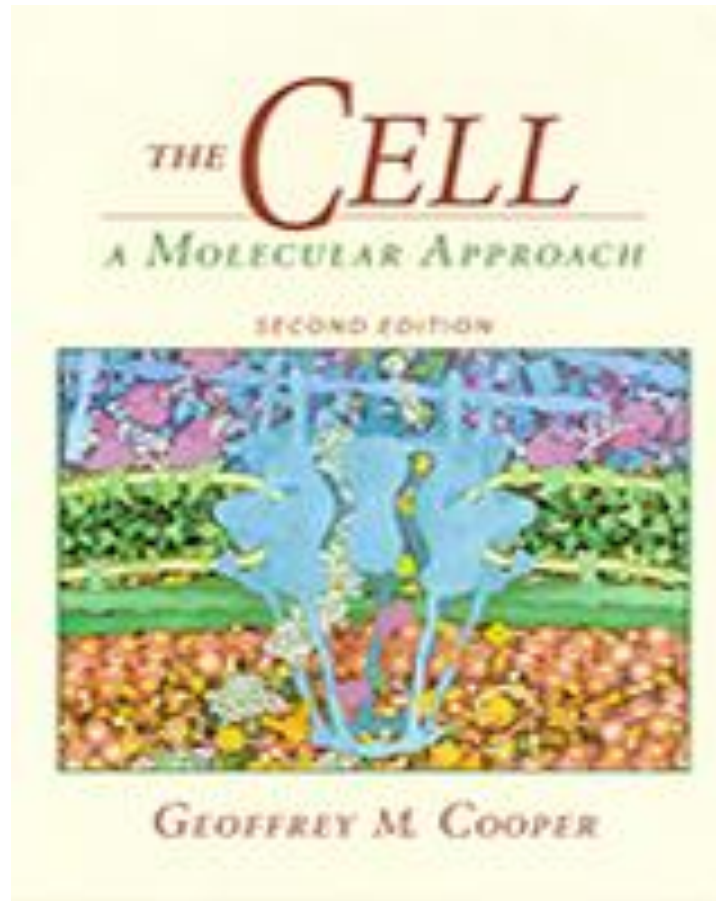
Aspecto Histórico

A teoria do filamento deslizante como explicação da contração muscular foi apresentada em 1954 (Huxley&Niedergerke, Universidade de Cambridge; Huxley&Hanson, MIT)

Huxley, A.F.; Niedergerke, R. (1954). Interference microscopy of living muscle fibres. **Nature** 173 (4412): 971–973.

Huxley, H.; Hanson, J. (1954). Changes in the cross-striations of muscle during contraction and stretch and their structural interpretation. **Nature** 173 (4412): 973–976.

Referências



Cooper. *The Cell*, 2000, 2^a. Ed, Capítulo 11.

Structure of the F-actin—tropomyosin complex.

Nature (2014) doi:10.1038/nature14033

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12383268>