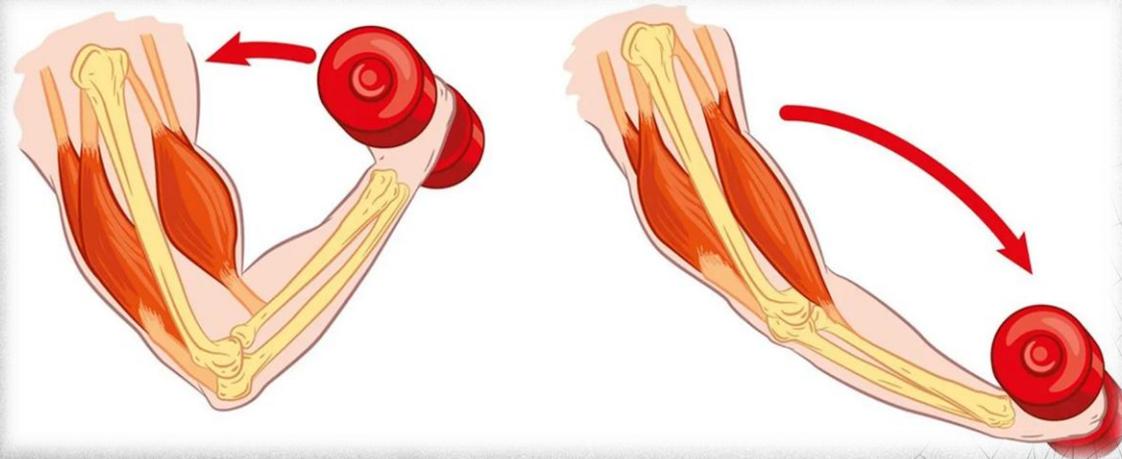


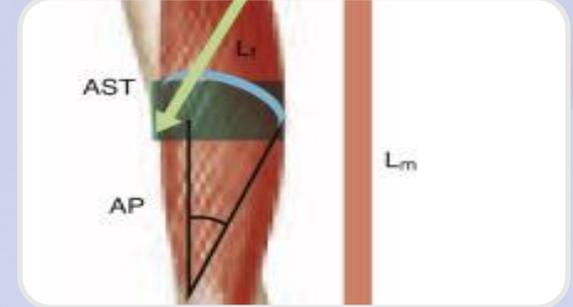
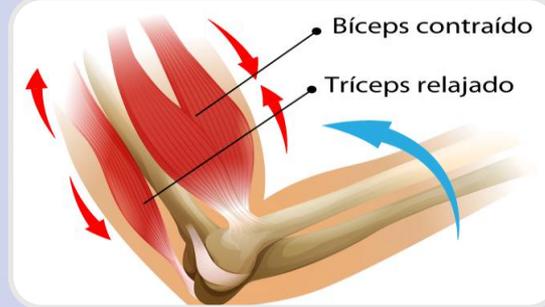
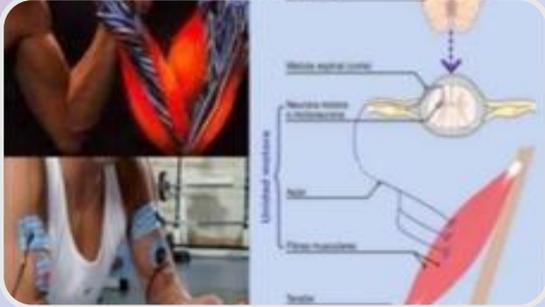
# CONTRACCIÓN MUSCULAR

+ +  
+ +  
+ +  
+ +



+ +

# PROPIEDADES DEL TEJIDO MUSCULAR



## Excitabilidad eléctrica

Capacidad de reaccionar ante un estímulo

+  
+

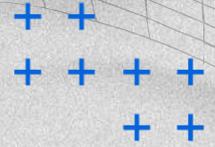
## Contractilidad

Capacidad del musculo para acortarse

## Extensibilidad

Capacidad del musculo para estirarse sin dañarse

# CONTRACTILIDAD:



- Proceso organizado y natural que se ejecuta a nivel de los músculos cuando las fibras y las proteínas de su interior se unen, y se produce una tensión en la zona, logrando así el movimiento.
- Se acompaña de reacciones químicas en las cuales intervienen iones de Ca, K, Na producidas por la liberación de energía a partir de la destrucción de la molécula de ATP.



# ESTRUCTURA MACROSCOPICA DEL MUSCULO

**Tendón:** tejido conectivo fibroso que une los músculos a los huesos

**Aponeurosis:** tejido conectivo denso, membranoso, aplanado o expandido



Permiten la transmisión de la fuerza generada por la contracción muscular para realizar el movimiento.



Histológicamente, son similares, pero la APN tiene menor irrigación sanguínea e innervación.

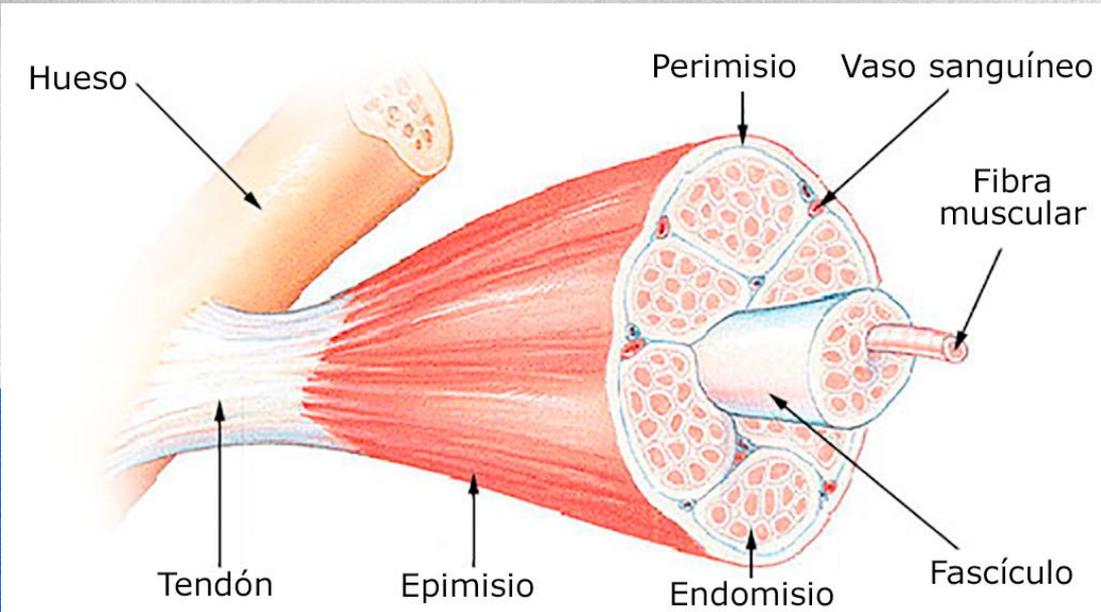
**TENDÓN** permite que el cuerpo se mueva y sea flexible.  
**APONEUROSIS** permite que el cuerpo sea fuerte y estable.



**Aponeurosis**  
Une músculos de carácter plano se lo puede encontrar en la zona lumbar, abdominal palmar y plantar.

La unión del músculo y el tendón se llama **UNIÓN MIOTENDINOSA**, y la unión del tendón y el hueso se llama **ENTESIS**.

# ESTRUCTURA MACROSCOPICA DEL MUSCULO



**Epimisio:** se continua con fascia muscular y envuelve al **musculo** y lo protege



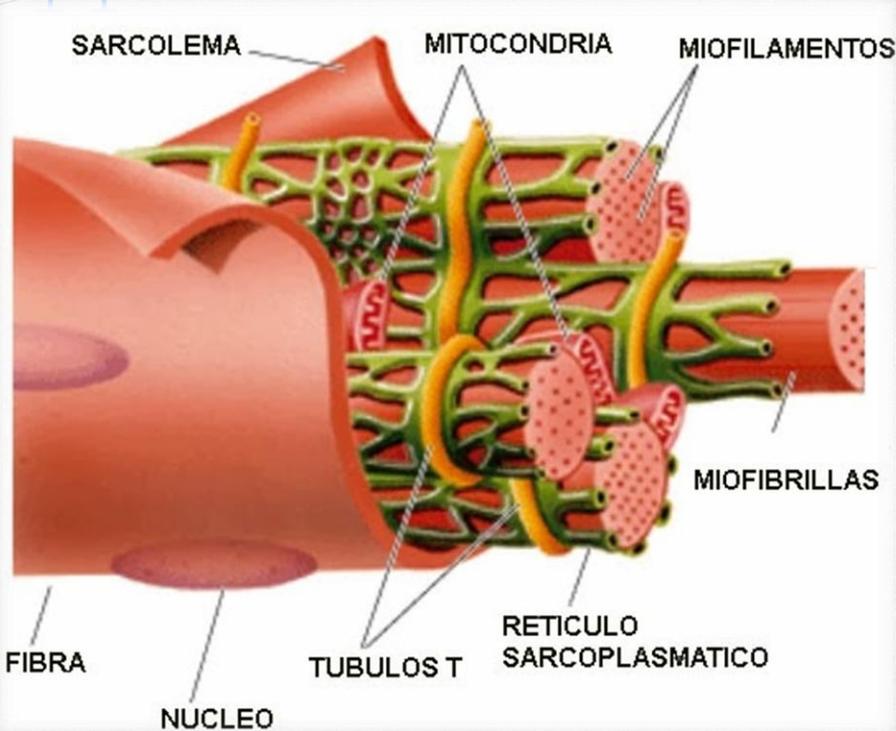
**Perimisio** cubre los **fascículos musculares**



**Endomisio** rodea a cada **fibra muscular, célula muscular o MIOFIBRA**

Permiten la innervación, vascularización de las Células

# FIBRAS MUSCULARES O MIOFIBRA



Células Multinucleadas

Membrana celular: sarcolema.

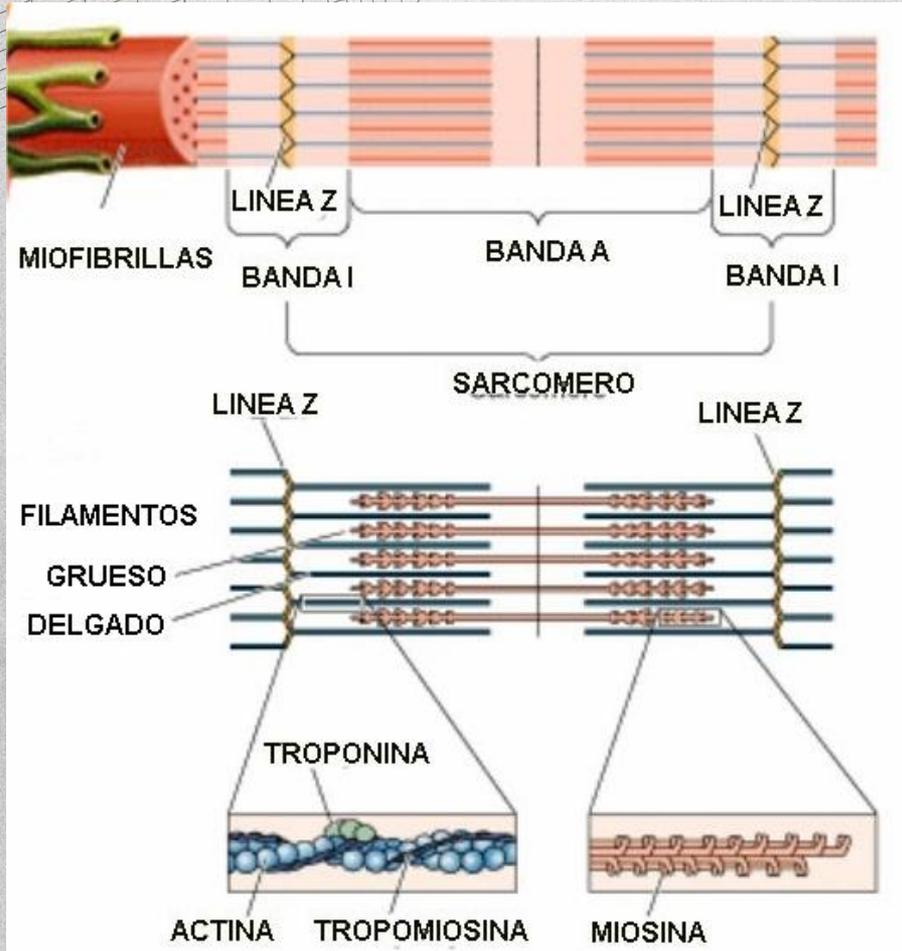
Citoplasma: sarcoplasma.

Retículo Endoplasmático: R. sarcoplásmico.

Mitocondrias: Sarcosomas

Túbulos T: transmiten información eléctrica

# EL SARCÓMERO



Estructura ORGANIZADA y REPETIDA que forma la unidad contráctil

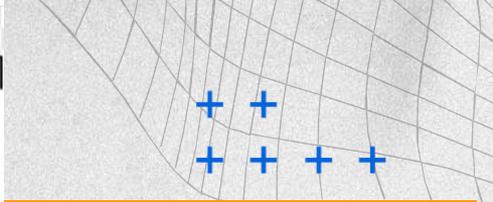
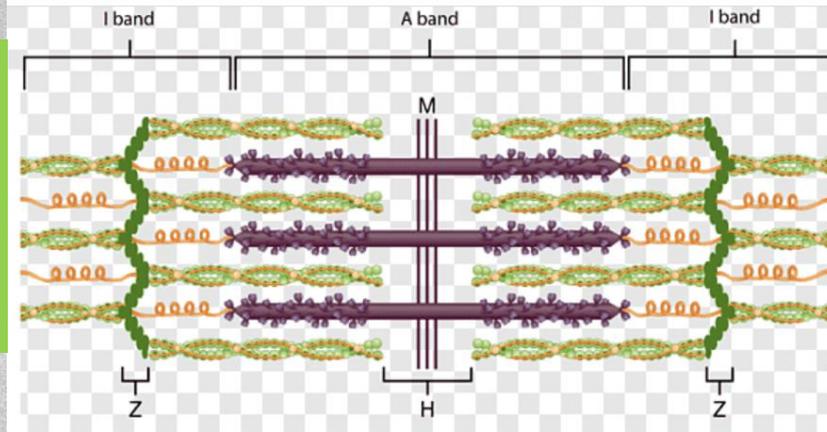
## Proteínas:

**Contráctiles:** Actina y Miosina.

**Reguladoras:** Tropomiosina y Troponina (C. I. T)

**Estructurales:** Distrofina ( manera efectiva )

1 Sarcómero se extiende desde:  
1 Disco Z a otro Disco Z



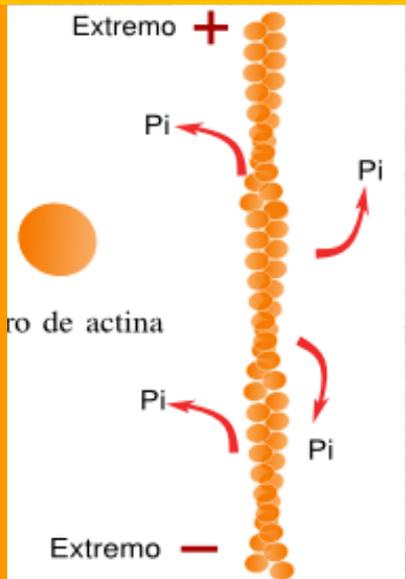
**Nebulina:**  
Mantien la estructura del sarcómero

**Filamentos Delgados** (se dirigen al centro del sarcómero)

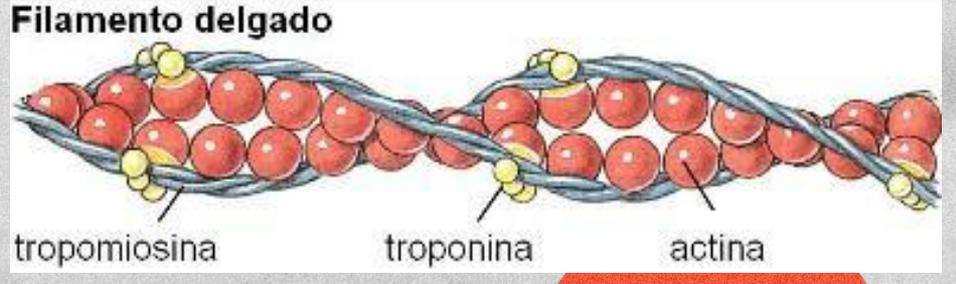
**ACTINA**  
Actina-G (Monomero)  
Globular  
Actina-F (Polímero)  
Filamentos

2 Cadenas de Actina- F unidas a doble elice

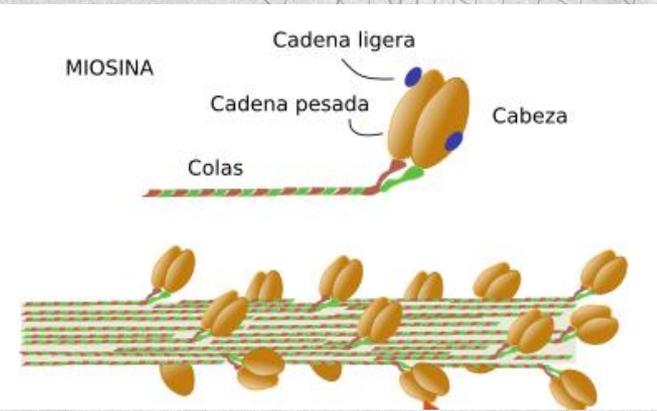
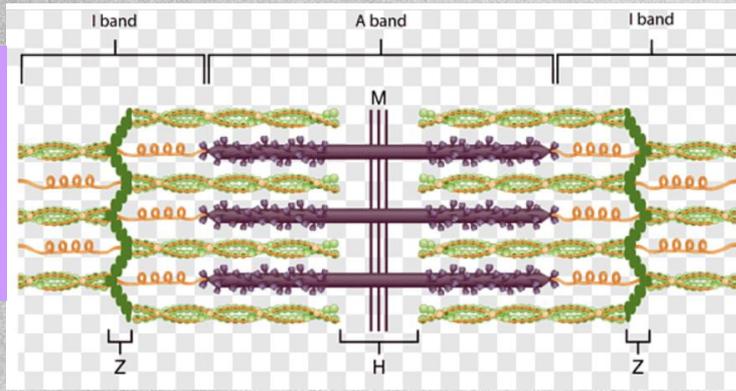
En el centro de cada monómero se encuentra el sitio de unión de a miosina



**Tropomiosina:** se ubica por encima el sitio de unión de a miosina  
**Troponina:**  
C: Unión a calcio  
T: Unión a tropomiosina  
I: Unión a actina (Inhibidor)



**Línea M Complejo Proteico (Miomésina) ancla de F Grueso**



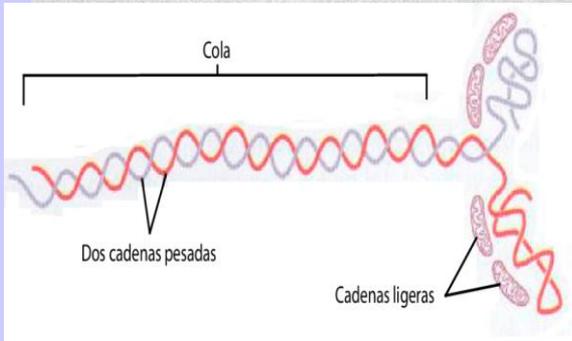
**Filamentos Gruesos:** (se dirigen hacia los extremos del sarcómero)

**Miosina:**  
Dimero (2 monómero)

**Miosina:** También actúa como P reguladora

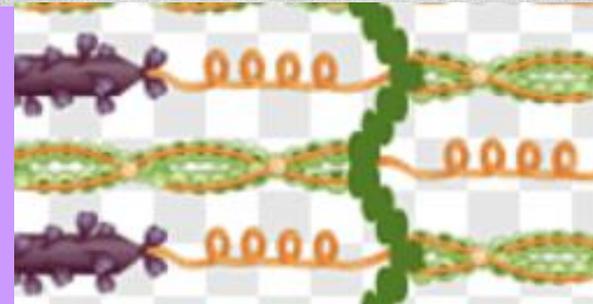
**Cabeza:**  
Encaja con la ACTINA  
ATP  
Pi

**Cola:**  
Ancla a la Línea M



**Titina:** Estabilidad al Sarcomero

Ancla los filamentos gruesos a la línea Z



## FILAMENTOS Delgados

PC: Actina

PR: Tropomiosina  
Troponina

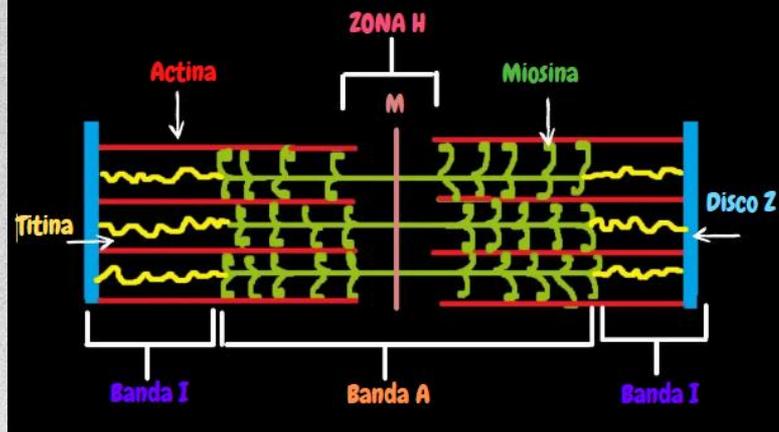
PE: Nebulina

## FILAMENTOS Gruesos

PC: Miosina

PR: Miosina

PE: Titina



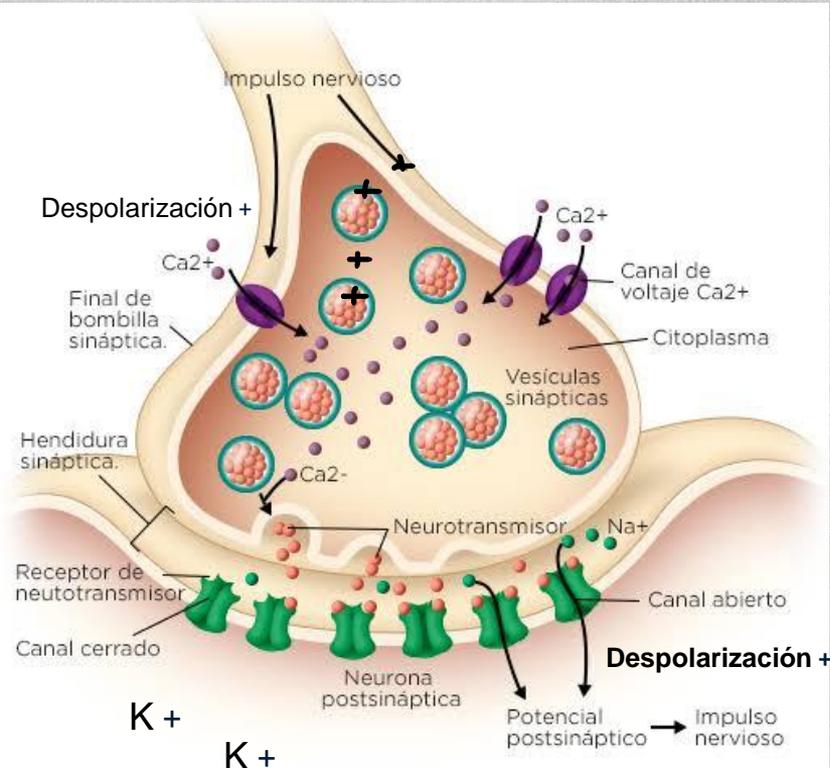
**Discos Z**  
delimitan cada sarcómero y separan las unidades individuales de contracción dentro de la fibra muscular.

**Discos M** Se encuentran en el centro del sarcómero y mantienen unidos los filamentos gruesos de miosina.

**Banda I**  
Contiene solo filamentos delgados de actina y se sitúa entre dos discos Z

**Banda A**  
Contiene superpuestos los filamentos gruesos y delgados, zona donde se genera la fuerza de contracción.

# CONTRACCIÓN MUSCULAR



1.- Estimulo:  
Potencial de Acción  
en las fibras  
nerviosas.

2.-Entra al SNC por  
la raíz Posterior  
(aférentes)

3.-Regresa al SNP por  
la raíz Anterior  
(eferente)

4.- Llega a la Unión  
neuromuscular  
(sinapsis)

5.- Los canales de  
Ca de la M del  
botón sináptico se  
abren para dejar  
entrar Ca.

6.- El Ca entra y las  
Vesículas liberan  
Acetilcolina (Ach) a  
la hendidura  
Sináptica

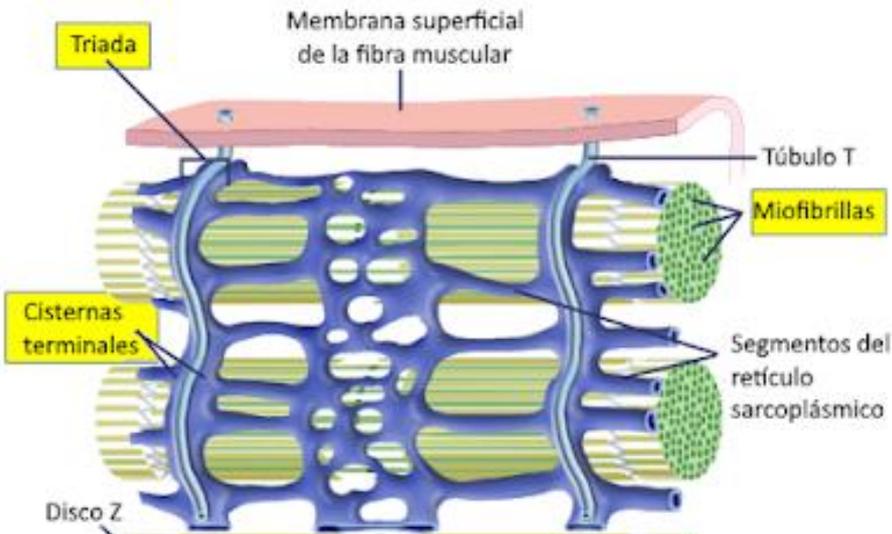
7.- La Ach se une  
a los receptor  
nicotínicos

8.- Se abren los  
canales iónicos el  
Na+ entra y el K+  
sale

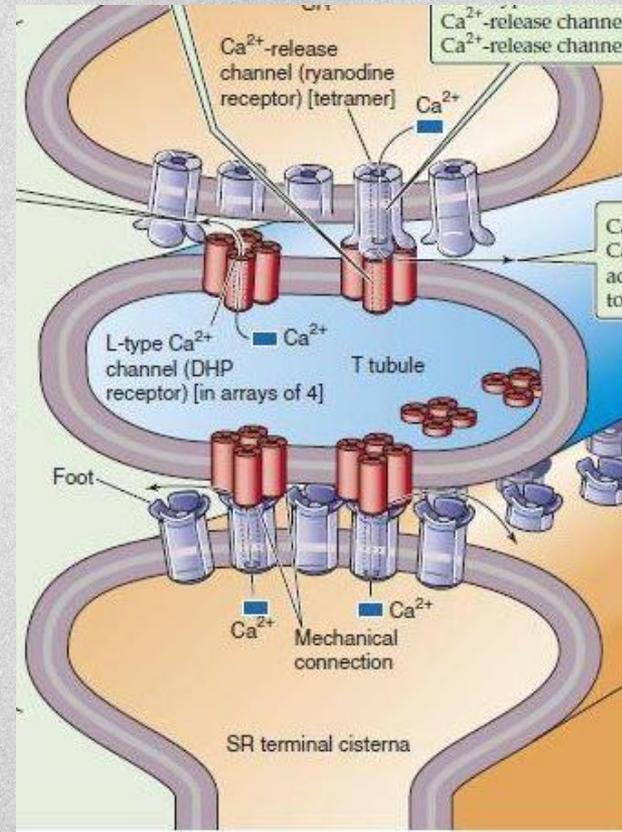
9.- El Na viaja por todos estos Túbulos T (receptores de hidropiridina) cambia la polaridad de la célula muscular y se abren los canales de Ca

10.- Entra el Ca al sarcoplasma

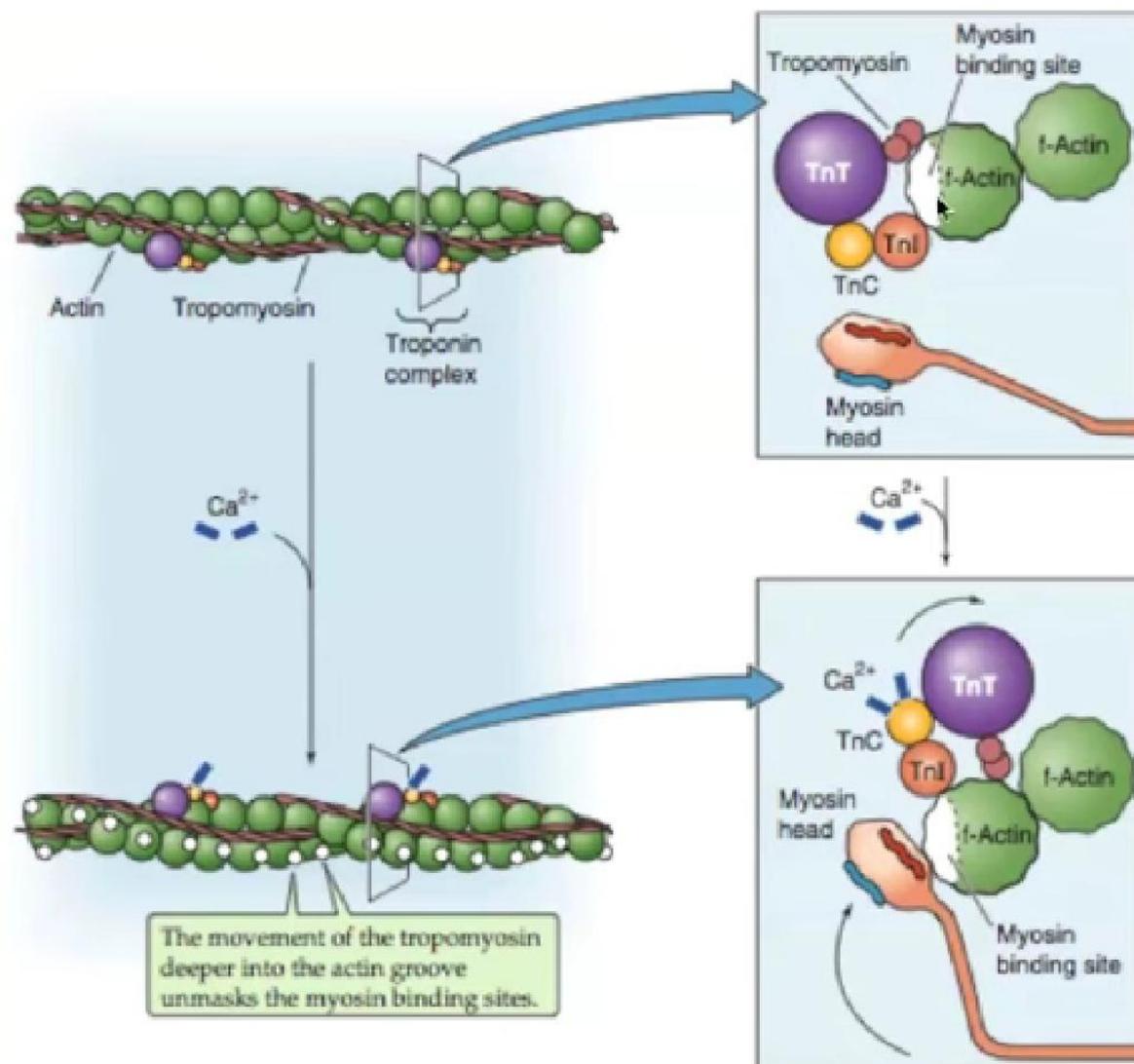
11.- Este Ca estimula al receptor de Rianodina del retículo sarcoplasmático y libera calcio desde su reservorio al sarcoplasma  
Liberación de Ca inducida por Ca



**TRÍADA** es una combinación de 3 componentes intracelulares: túbulo-T en medio de dos cisternas terminales del retículo sarcoplasmático



Todo este calcio que entra en la célula activa a las fibras musculares y va a generar la contracción



12.- El Ca liberado interactúa con la Troponina C desplazándola

13.- Cambio en la estructura de la actina descubriendo el sitio de Unión (T. I.) miosina se le va a poder pegar a la molécula de actina generando ya la interacción que va a dar lugar a la contracción

14.- El ATP se hidroliza dejando ADP y Pi unidos a la cabeza de la Miosina

15.- El Pi es liberado por la cabeza de la Miosina

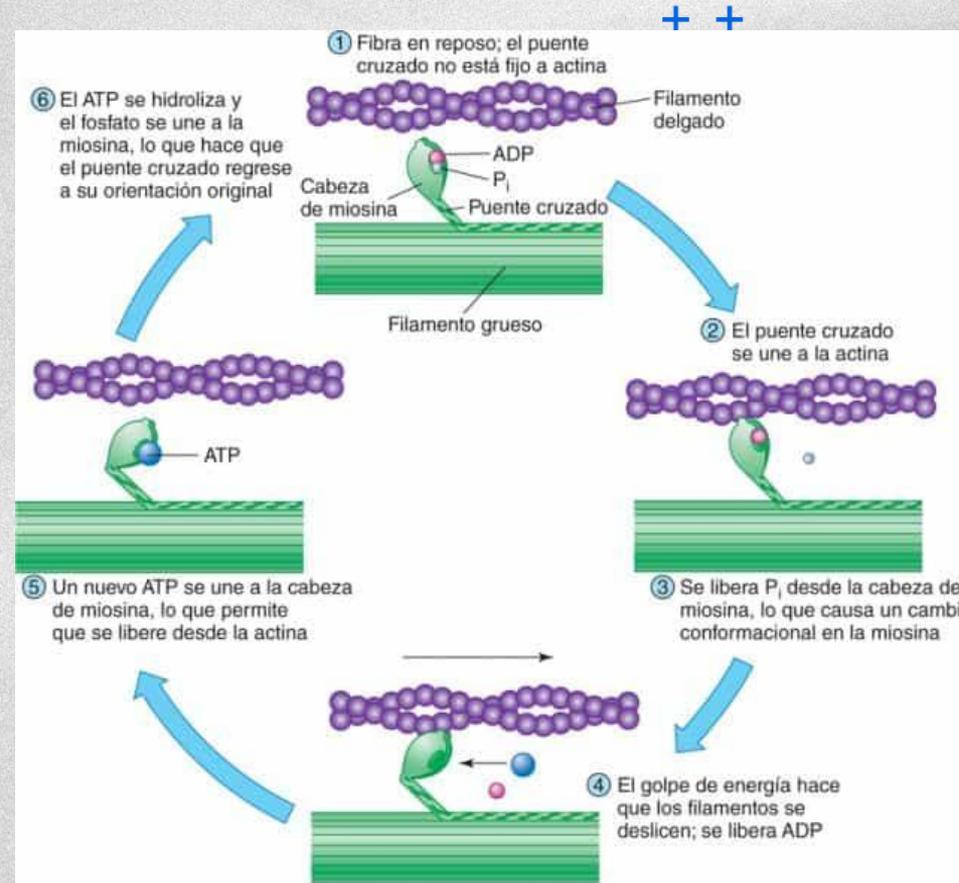
16.- La cabeza de miosina cambia su ángulo y desplaza una micras el filamento delgado

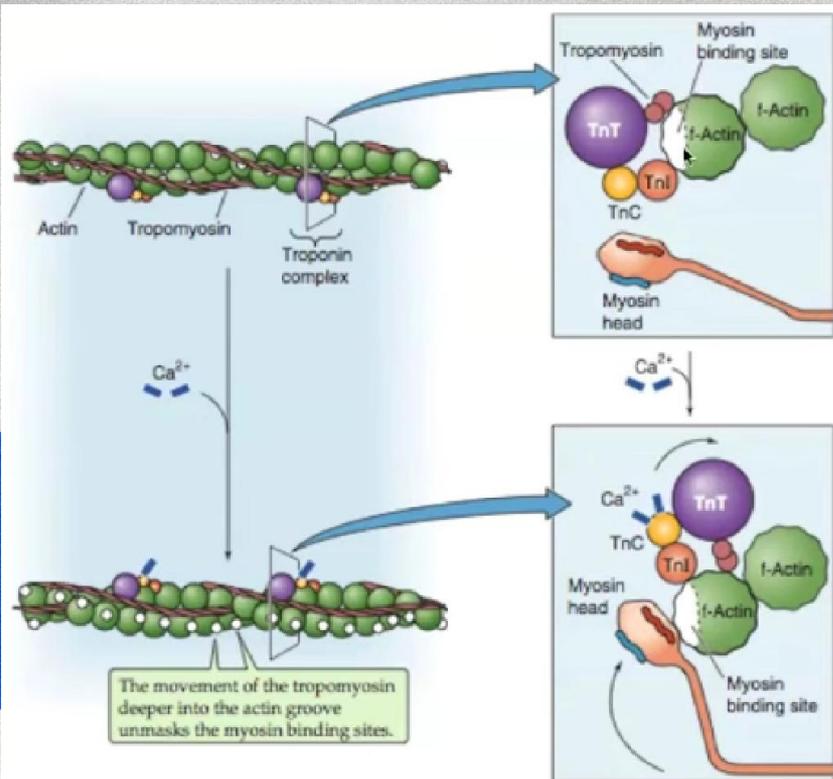
17.- Se libera ADP en la cabeza de Miosina cambio el Angulo de la cabeza

18.- Golpe de Fuerza (actina y miosina se unen fuertemente)

19.- Llega una molécula de ATP a la miosina y se separa de la actina.

20.- La miosina retoma su ángulo Inicial y vuelve a iniciarse el ciclo





21.-El Ca disminuye su concentración se retira de la Troponina C

22.- La Troponina I y la Tropomiosina regresan a sus sitios cubriendo los sitios activos

23.- El Ca libre en el sarcoplasma es retirado por las proteínas de la membrana

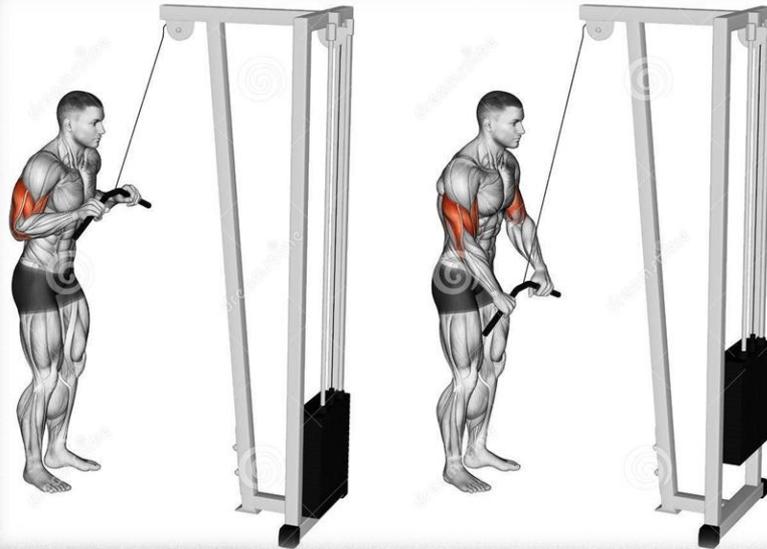
24.- Intercambio de Na por Ca  
1Ca x 3Na

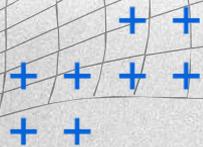
25.- El Ca reingresa al Retículo Sarcoplásmico  
2Ca x 1ATP

26.- El Ca es almacenado para nuevas Contracciones.

# CONTRACCIÓN CONCÉNTRICA

Al subir el antebrazo para entrenar el tríceps se contrae el tríceps en forma concéntrica, Aquí los puntos de inserción del músculo tríceps braquial se acercan.





# CONTRACCIÓN EXCÉNTRICA: EJEMPLO

En la acción de bajar cierto objeto, los puntos de origen e inserción del músculo bíceps se alejan, producen de cierta manera una contracción excéntrica.



# COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE MÚSCULOS

## CONTRACCIÓN

### Esquelético

Fijación de  $\text{Ca}^{2+}$  en la troponina.

Esto determina que la tropomiosina se mueva y deje expuesto los sitios de unión para miosina en los filamentos de actina

### Cardíaco

Fijación de  $\text{Ca}^{2+}$  en la troponina.

Esto determina que la tropomiosina se mueva y deje expuesto los sitios de unión para miosina en los filamentos de actina

### Liso

La regulación se da por fosforilación de las cadenas ligeras de la miosina por la quinasa de dichas cadenas en presencia del complejo  $\text{Ca}^{2+}$ -calmodulina

# COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE MÚSCULOS

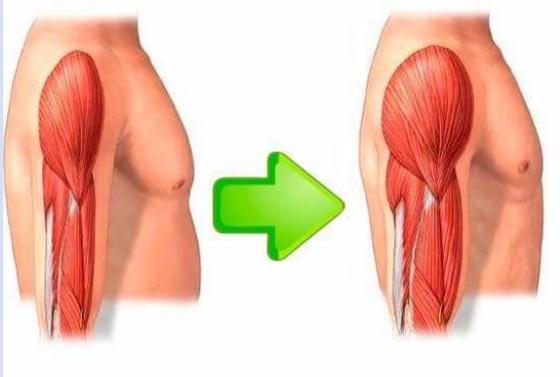
## RESPUESTA A LA DEMANDA

**Esquelético**

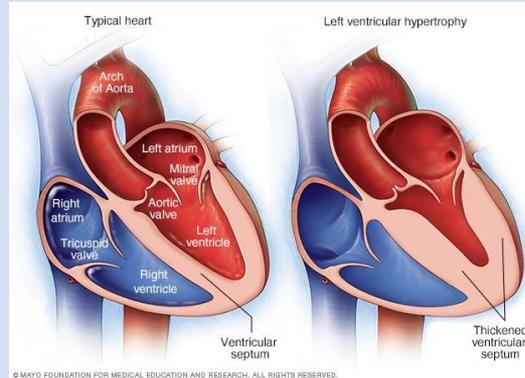
**Cardíaco**

**Liso**

Hipertrofia



Hipertrofia



Hipertrofia  
Hiperplasia

# COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE MÚSCULOS

## REGENERACIÓN

**Esquelético**

**Cardíaco**

**Liso**

Limitada

No  
(en condiciones  
normales)

Si existe

