



NOMBRE DE LA ALUMNA: JOHANA ALEJANDRA MUÑOZ  
LAY

DOCENTE: DR. GUILLERMO DEL SOLAR VILLAREAL

MEDICINA HUMANA

MICROANATOMIA

PRIMER SEMESTRE

CUARTO PARCIAL

GRUPO B

# INTRODUCCION

- El tejido muscular es responsable del movimiento de los organismos y de sus órganos. Está formado por unas células denominadas miocitos o fibras musculares que tienen la capacidad de contraerse. Los miocitos se suelen disponer en paralelo formando haces o láminas. La capacidad contráctil de estas células depende de la asociación entre microfilamentos y de las proteínas motoras como la miosina.

# TEJIDO MUSCULAR

Fundamentos y clasificación del musculo.

El tejido muscular tiene a su cargo el movimiento del cuerpo, así como los cambios en el tamaño y la forma de los órganos internos.

# Se caracteriza.

Acumulación de células alargadas especializadas dispuestas en haces paralelos que cumplen la función principal de contracción.

La interacción de miofilamento es la causa de la contracción de las células musculares.

El musculo se clasifica en función del aspecto de las células contractiles

# Miofilamentos

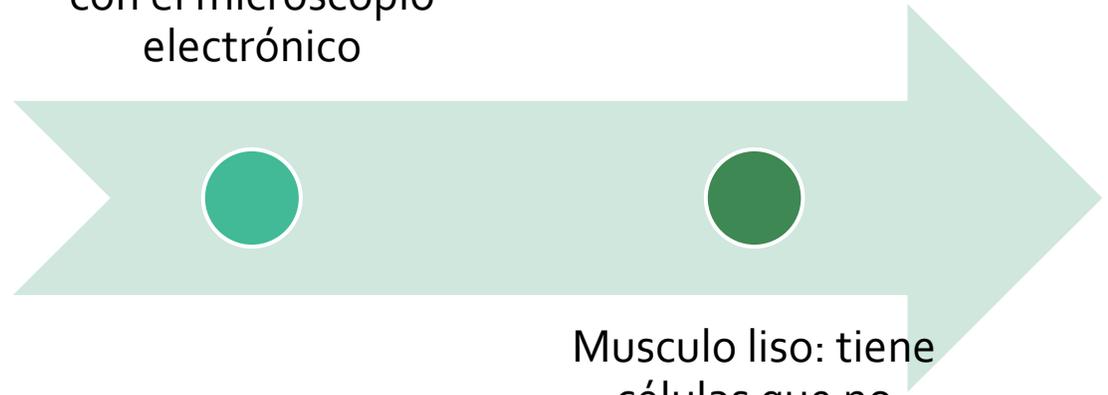
Dos tipos de miofilamentos se asocian con la contracción muscular.

Filamentos delgados con 6-8 nm de diámetro, 1.0  $\mu$ m de largo. Esta compuesto principalmente por la proteína actina. Es un polímero formado sobre todo por moléculas de actina globular.

Filamentos gruesos de -15 nm de diámetro, 1.5  $\mu$ m de largo. Compuesto principalmente por la proteína miosina II

# Existen dos tipos de músculos

Musculo estriado: las células exhiben estriaciones transversales visibles con el microscopio electrónico



Musculo liso: tiene células que no presentan estriaciones transversales

# Musculo estriado

Puede  
subclasificarse  
según su  
ubicación

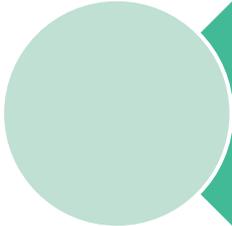
Musculo esquelético: se fija al hueso y es el responsable del movimiento de los esqueletos axial y apendicular, así como del mantenimiento de la posición y la postura corporal

Musculo estriado visceral: es igual que el esquelético pero este restringe a los tejidos blandos

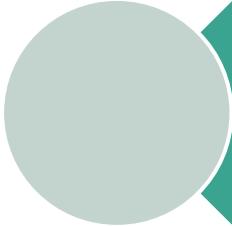
Musculo cardiaco: es un tipo de musculo estriado que se encuentra en la pared del corazón y la desembocadura de las venas grandes que llegan a este organo

# MUSCULO ESQUELÉTICO

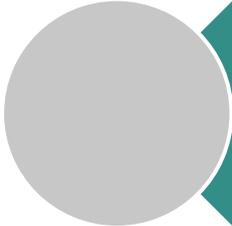
# MUSCULO ESQUELETICO



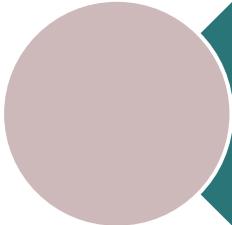
Constituye un sincitio multinucleado



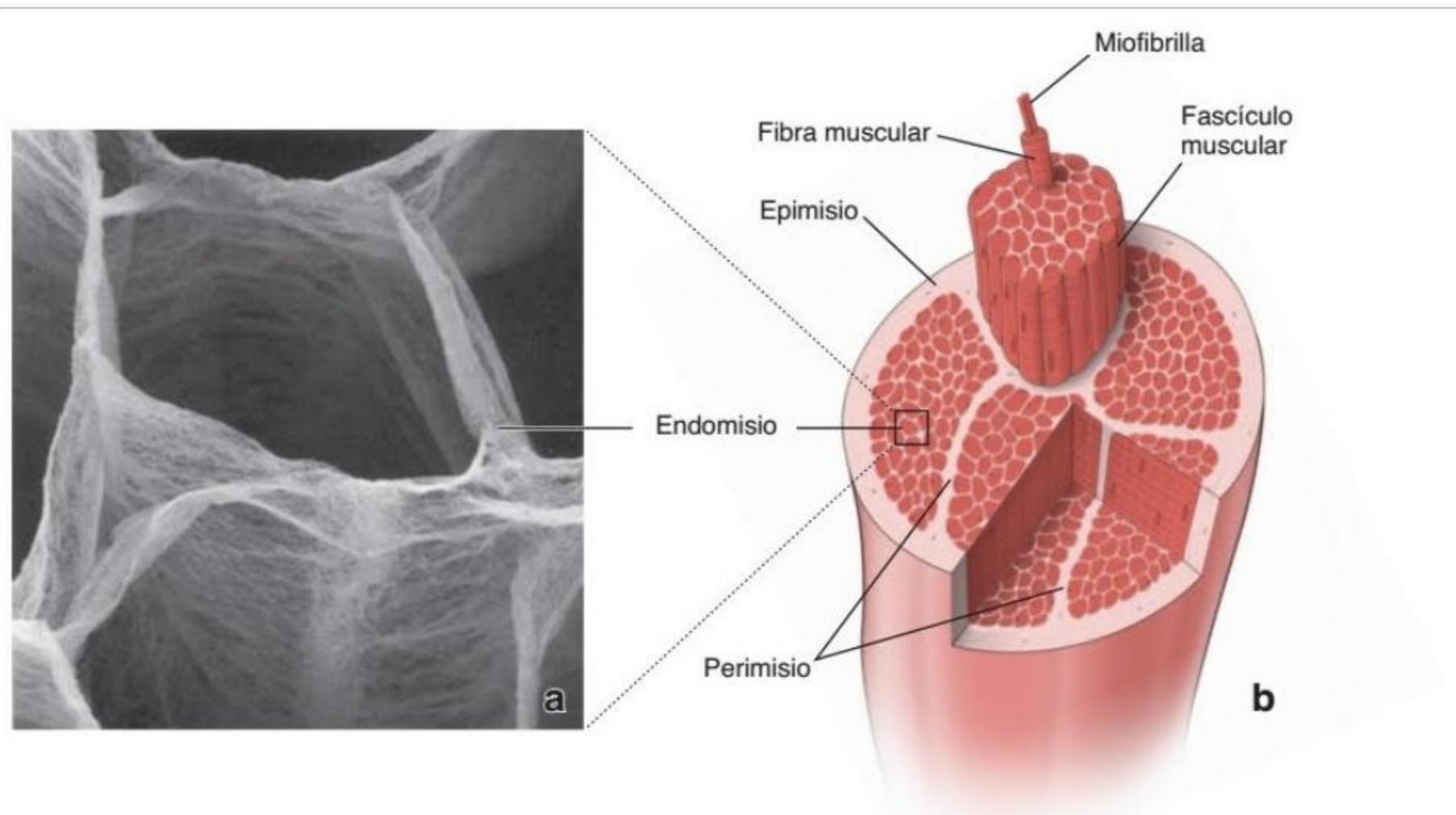
Consiste en fibras musculares estriadas que se mantienen juntas gracias al tejido conjuntivo



Las fibras de este se caracterizan por la rapidez de su contracción, velocidad enzimática y actividad metabólica



Los tres tipos de fibras musculares esqueléticas(rojas, blancas e intermedias) pueden distinguirse por su color en vivo



**FIGURA 11-2. Organización general del músculo esquelético. a.** Esta microfotografía electrónica de barrido (MEB) con criofractura de un tejido conjuntivo intramuscular se obtuvo de un músculo semitendinoso bovino. La muestra se fijó con la técnica de rutina para MEB y después se trató con hidróxido de sodio de acuerdo con el método de maceración celular para retirar las células musculares. Nótese la delicada estructura de panal de abejas del endomisiso alrededor de las células musculares individuales. 480 $\times$ . **b.** En esta representación esquemática se muestra la organización general del músculo esquelético y su relación con el tejido conjuntivo que lo rodea. Obsérvese la organización del endomisiso, que rodea las células musculares individuales (fibras); el perimisiso, que rodea cada fascículo muscular; y el epimisiso, que rodea el músculo completo (reimpreso con autorización de Nishimura T, Hattori A, Takahashi K. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle: effect of marbling on beef tenderization. *J Anim Sci* 1999;77:93–104).

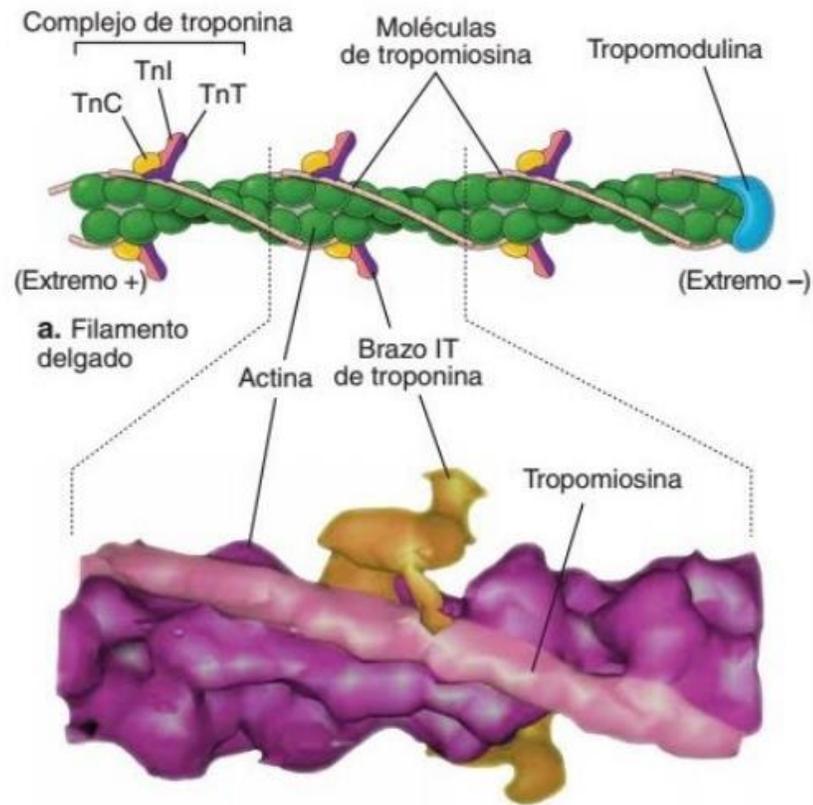
# Miofibrillas y miofilamentos

La subunidad estructural y funcional de la fibra muscular es la miofibrilla

Las miofibrillas están compuestas por haces de miofilamentos

Las estriaciones transversales son la principal característica histológica del músculo estriado

La unidad funcional de la miofibrilla es el sarcómero, el segmento de la microfibrilla ubicado entre dos líneas Z adyacentes



**b.** Reconstrucción 3D de una microfotografía crioelectrónica

**FIGURA 11-7. Filamento delgado de actina. a.** El filamento delgado está compuesto principalmente por dos hebras de filamentos de actina (actina F) que giran en forma helicoidal. Cada molécula de actina contiene sitios de fijación para la miosina, que es bloqueada físicamente por la tropomiosina para evitar la contracción muscular. El complejo de troponina es una proteína reguladora clave. Su componente TnC fija el calcio. Ello inicia un cambio de configuración en el complejo de troponina, cuya consecuencia es la reposición de la tropomiosina y de la troponina fuera de los sitios de fijación de las moléculas de actina. **b.** Esta reconstrucción tridimensional de un segmento estirado de 10 moléculas de actina de un filamento delgado se basa en las estructuras cristalinas de la actina, tropomiosina y troponina; está filtrada con una resolución de 25 Å. Obsérvense la forma asimétrica

La disposición de los filamentos gruesos y delgados origina las diferencias de densidad que producen estriaciones transversales de las miofibrillas

El filamento consiste principalmente en moléculas de actina polimerizadas acopladas con proteínas reguladoras y otras proteínas asociadas con el filamento delgado que se enroscan juntas

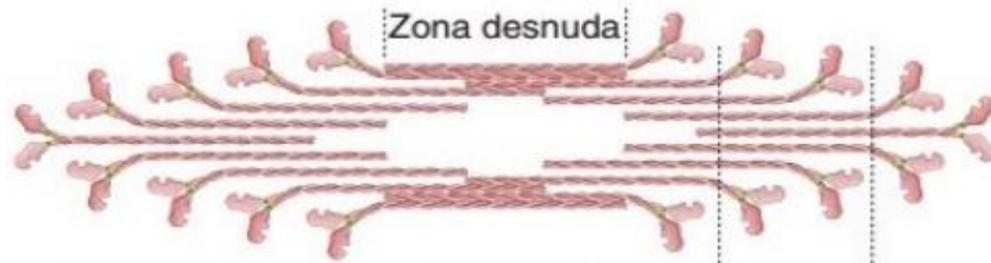
El filamento grueso está compuesto principalmente por moléculas de miosina

Las proteínas accesorias mantienen la alineación precisa de los filamentos delgados y gruesos dentro del sarcómero

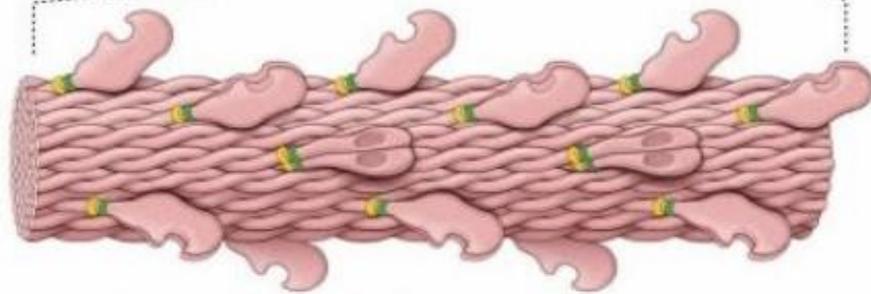
Cuando un músculo se contrae, cada sarcómero se corta, pero no se modifica la longitud de los miofilamentos



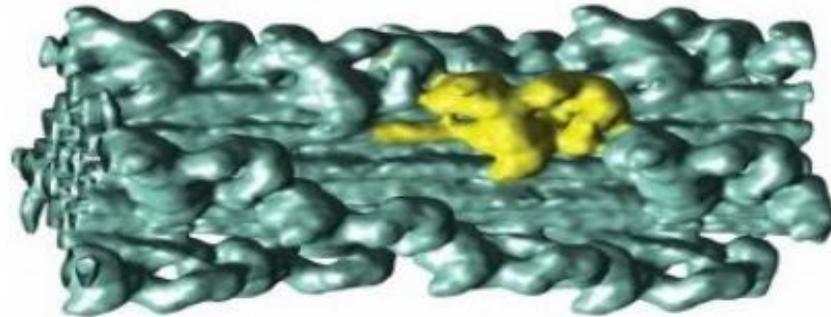
**a.** Nucleación del armado del filamento grueso



**b.** Armado de miosina en un filamento grueso bipolar



**c.** Filamento grueso de miosina



**d.** Reconstrucción 3D de una microfotografía crioeléctrica

# Ciclo de los puentes transversales de actomiosina

El acortamiento de un músculo consiste en interacciones repetidas entre las moléculas de actina y miosina que mueven los filamentos delgados junto con los gruesos

La separación es la segunda etapa del ciclo. La cabeza de miosina se desacopla del filamento delgado

La flexión es la tercera etapa del ciclo y "reinicia" el motor de la miosina; la cabeza de miosina, como resultado de la hidrólisis del ATP, asume su posición previa al golpe activo

La generación de la fuerza es la cuarta etapa del ciclo. La cabeza de miosina libera el fosfato inorgánico y se produce el golpe activo

La readhesión representa la quinta y última etapa del ciclo; la cabeza de la miosina se une de forma estrecha con una nueva molécula de actina

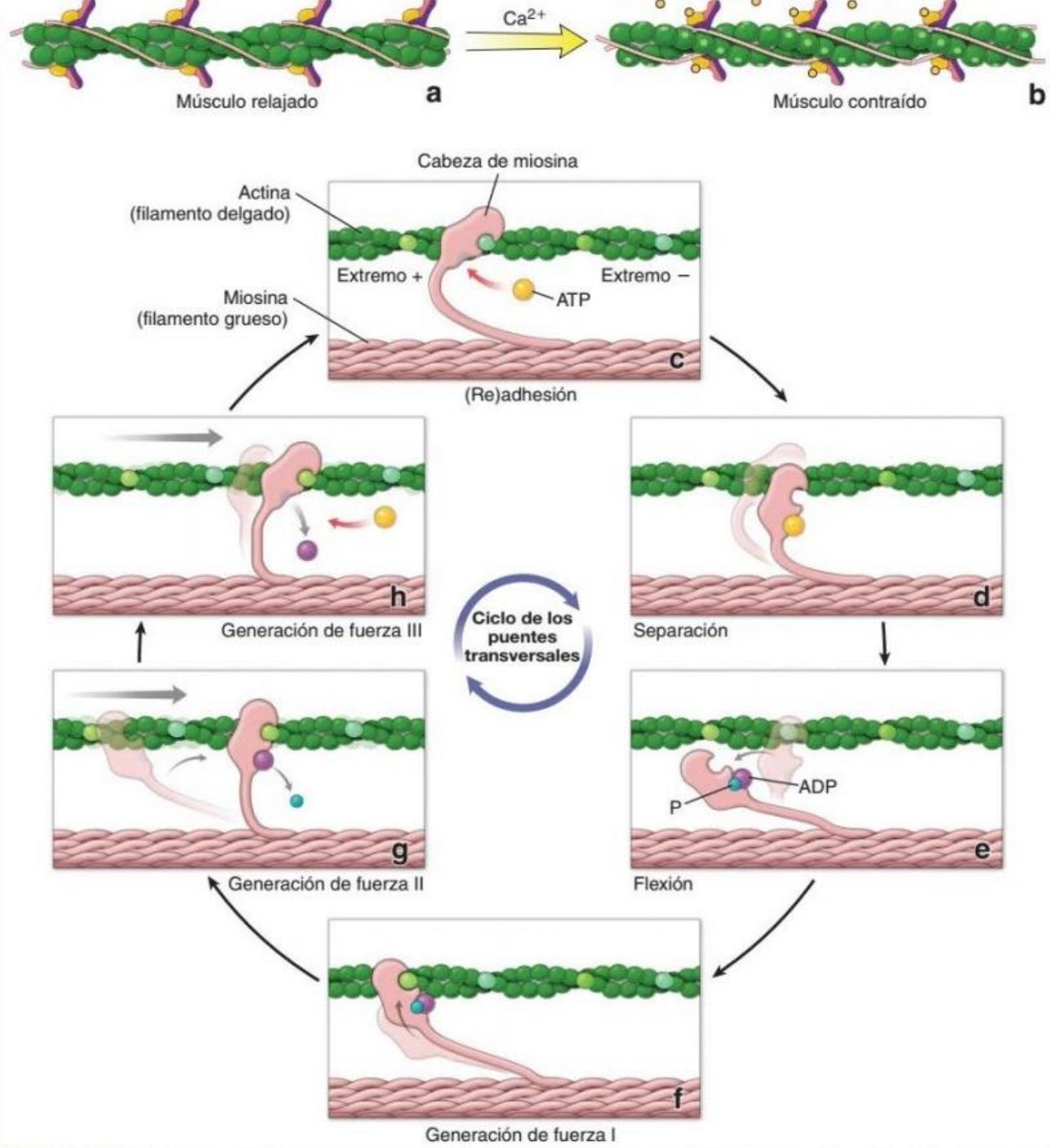


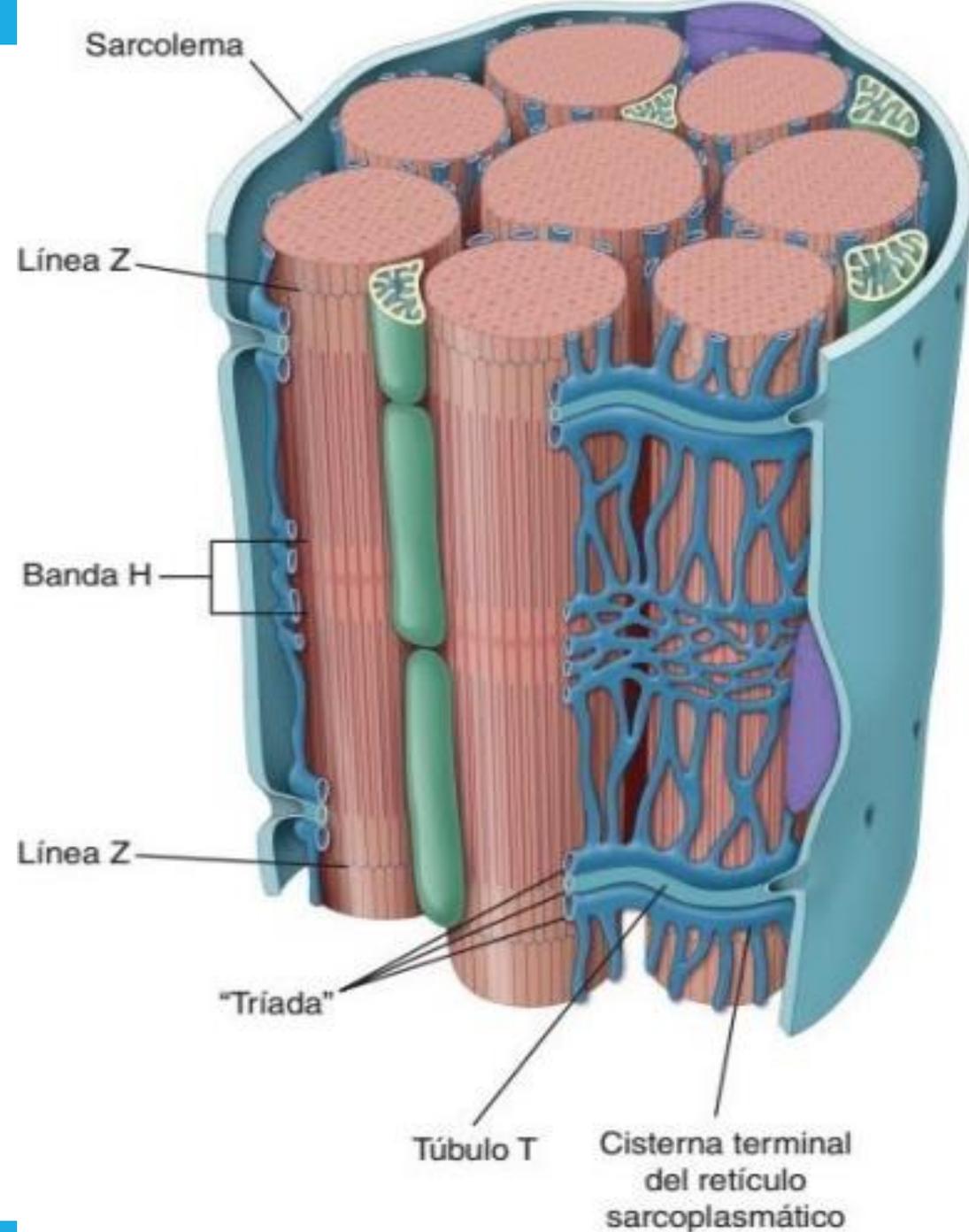
FIGURA 11-11. El ciclo de los puentes transversales.

# Regulación de la contracción muscular

Participan el  $\text{Ca}^{2+}$  el retículo sarcoplasmático y el sistema de túbulos transversos.

La despolarización de la membrana del túbulo T desencadena la liberación de  $\text{Ca}^{2+}$  desde las cisternas terminales para iniciar la contracción muscular por cambios en los filamentos delgados

La relajación muscular es el resultado de la reducción de la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  citosólico libre



# Inervación motora

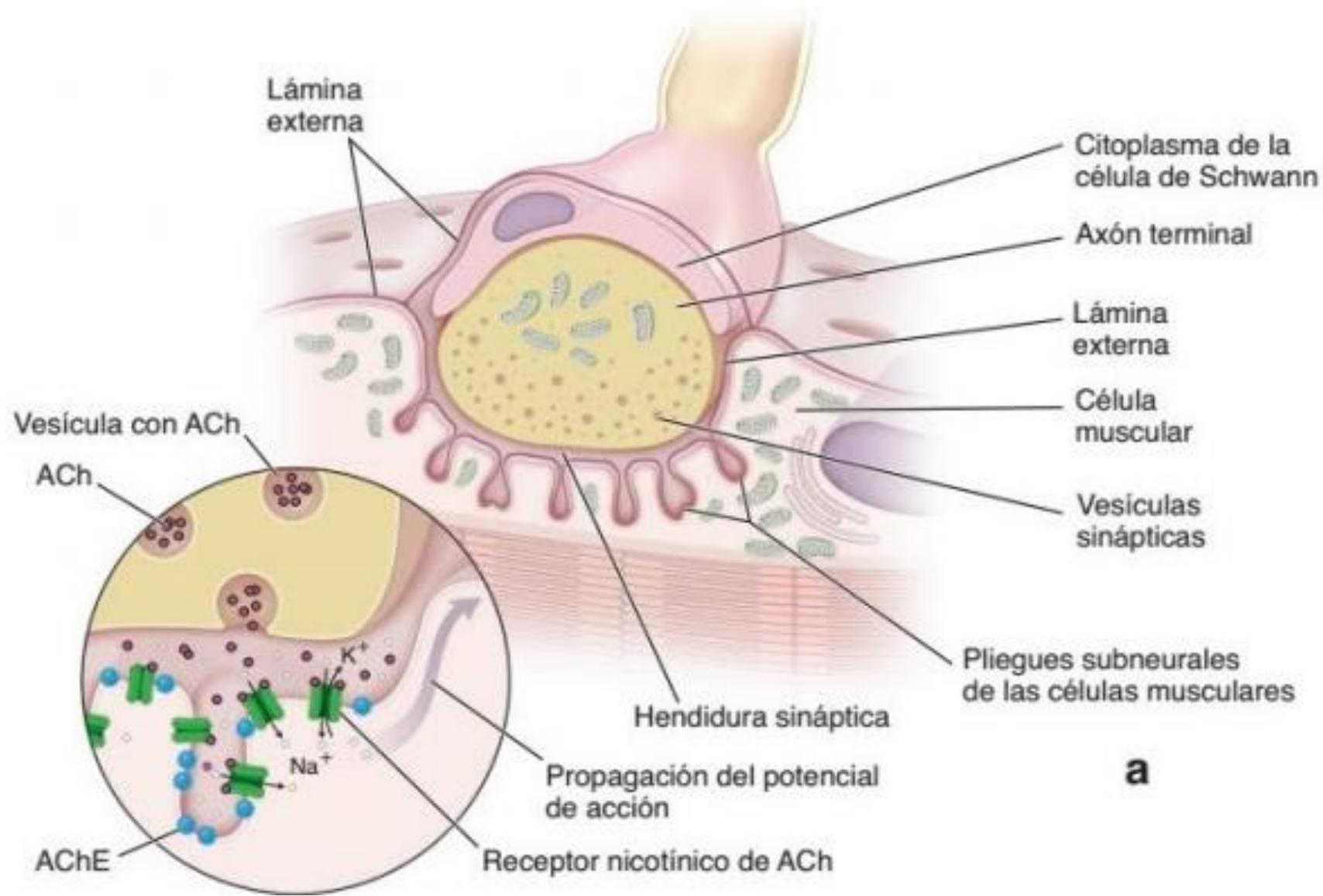
La unión neuromuscular se refiere al contacto entre las ramificaciones terminales del axón y la fibra muscular.

Una neurona junto con las fibras musculares específicas que inerva se denomina unidad motora

Los fenómenos que conducen a la contracción del musculo esquelético pueden resumirse en una serie de pasos

La liberación de acetilcolina en la hendidura sináptica inicia la despolarización de la membrana plasmática, lo que conduce a la contracción de la célula muscular

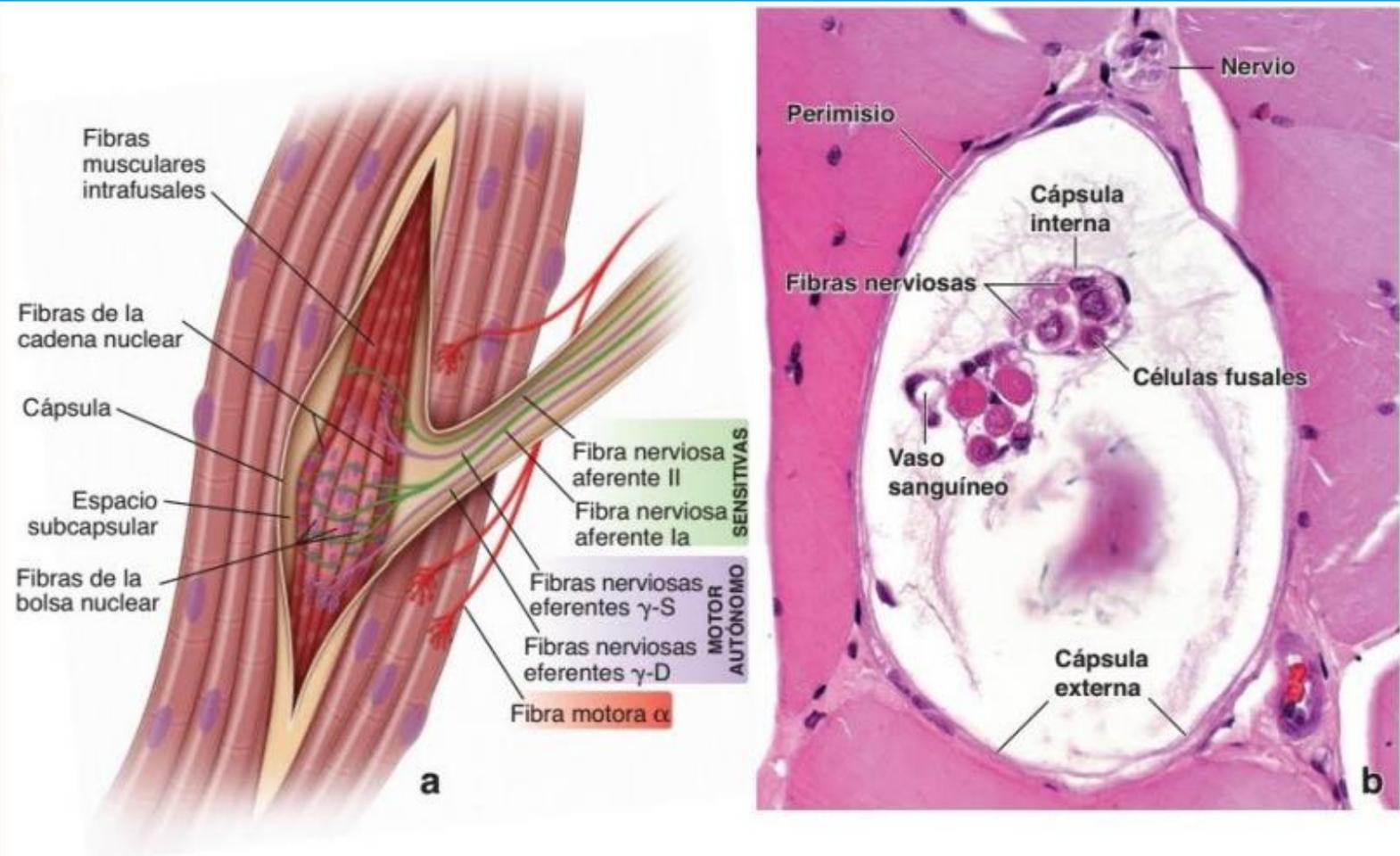
La inervación es necesaria para que las células musculares mantengan su integridad estructural



**a**

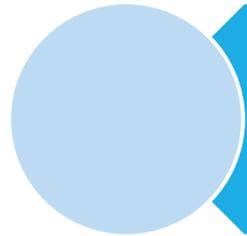
# Inervación sensitiva

- El huso muscular es un receptor especializado de estiramiento ubicado dentro del musculo esquelético

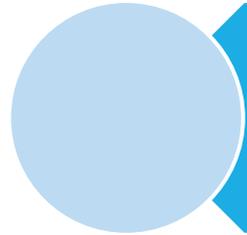


**FIGURA 11-16. Huso neuromuscular.** **a.** Diagrama de un huso muscular. El diámetro del huso está expandido para ilustrar detalles estructurales. Cada huso contiene aproximadamente entre dos y cuatro fibras de bolsas nucleares y de seis a ocho fibras de cadena nuclear. En las fibras de la bolsa nuclear, los núcleos de las fibras musculares están agrupados en la porción central expandida de la fibra, por ello el nombre de *bolsa*. En cambio, los núcleos concentrados en la porción central de las fibras de la cadena nuclear están organizados en una cadena. Las fibras nerviosas tanto aferentes II (sensitivas) como eferentes  $\gamma$  (motoras) inervan a las células del huso muscular. Las fibras nerviosas aferentes responden al estiramiento muscular excesivo, que a su vez inhibe la estimulación motora somática del músculo. Las fibras nerviosas eferentes regulan la sensibilidad de la terminación aferente en el huso neuromuscular. **b.** Microfotografía de un corte transversal de un huso neuromuscular en la que se muestran dos haces de células fusales en el receptor encapsulado con contenido líquido. En un haz, varias células fusales se han seccionado a la altura de sus núcleos. Una cápsula interna rodea las células fusales. La cápsula externa del huso muscular y el perimio contiguo se ven como un tenue límite biestratificado del receptor. Justo por encima y por fuera del huso neuromuscular hay un nervio que podría estar inervándolo. En este corte teñido con H&E es imposible distinguir los diversos tipos de nervios asociados con las células fusales, ni el tipo de células fusales. Cerca de uno de los haces de células fusales hay un pequeño vaso sanguíneo. El material floculento dentro de la cápsula está compuesto por proteoglicanos y glucoproteínas precipitados del líquido que estaba dentro del huso antes de la fijación. 550 $\times$ .

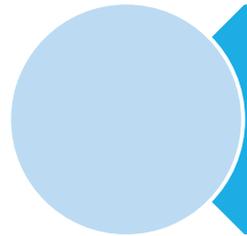
# Histogénesis, reparación, cicatrización y renovación



El desarrollo del linaje de las células madre miogénicas depende de la expresión de varios factores reguladores miogénicos



Los progenitores del músculo esquelético se diferencian en mioblastos iniciales y avanzados

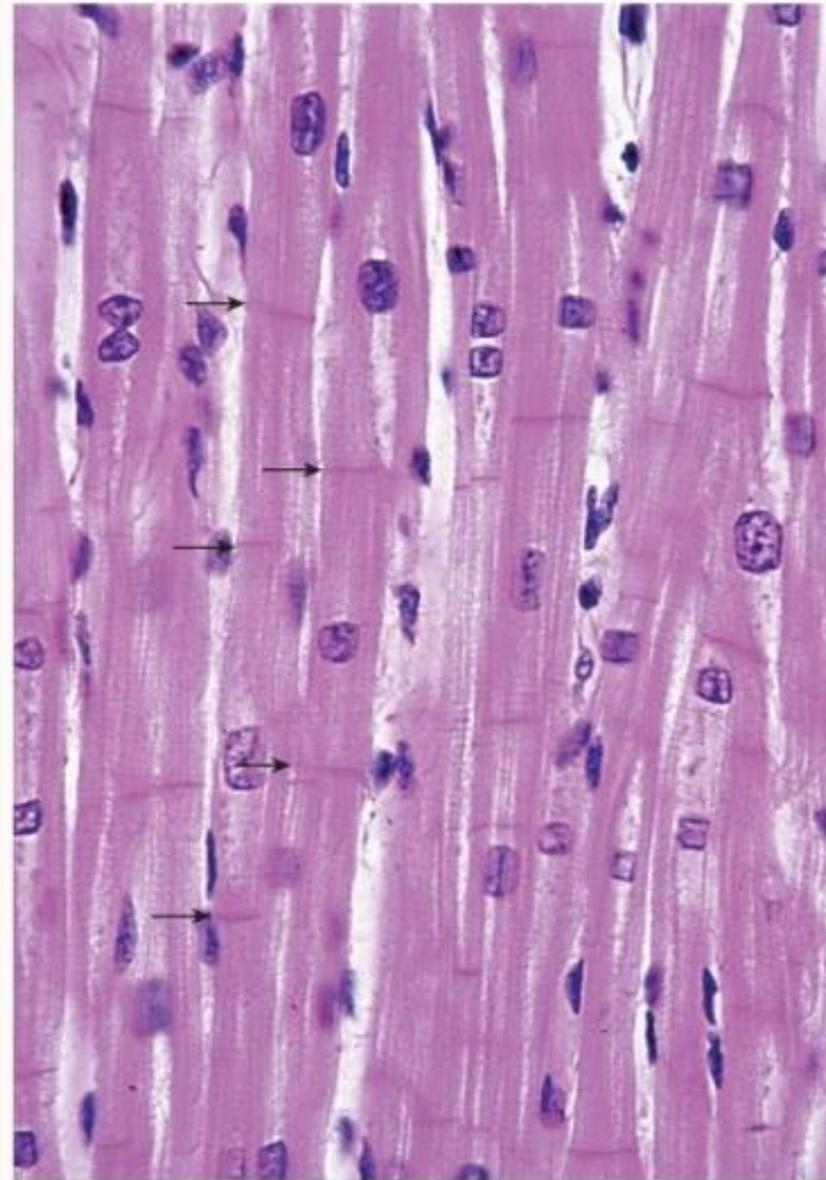


Algunos núcleos que parecen pertenecer a la fibra muscular esquelética, en realidad son núcleos de las células satélite

MUSCULO  
CARDIACO

# Musculo cardiaco





**FIGURA 11-19. Microfotografía de músculo cardíaco en corte longitudinal.** Las flechas señalan los discos intercalares. Los discos consisten en uniones intercelulares especializadas entre las células musculares cardíacas. Obsérvese también la clara ramificación de las fibras musculares. 360x.

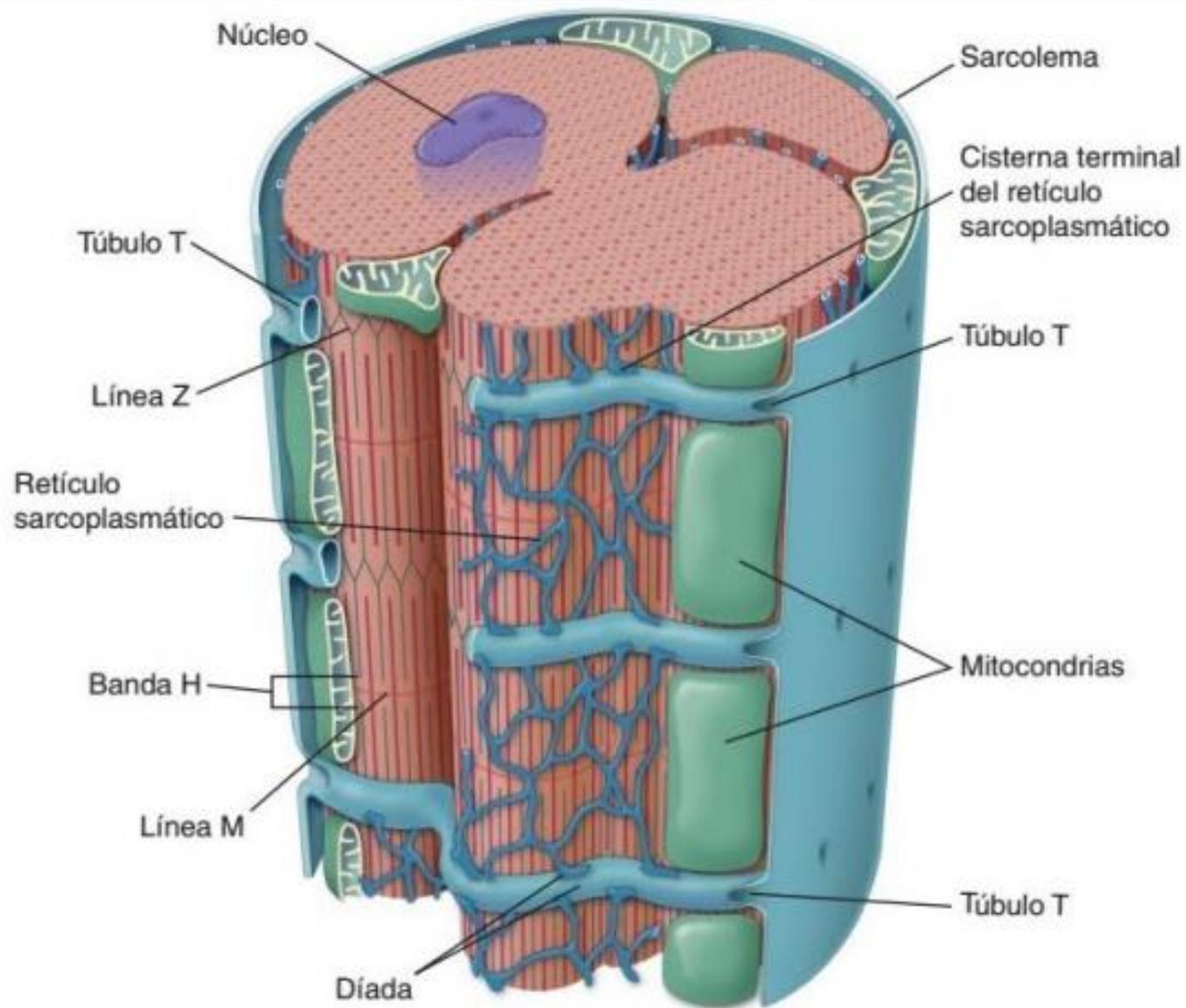
# Estructura del musculo cardiaco

El núcleo del musculo cardiaco esta en el centro de la célula

Junto a cada miofibrilla se encuentran numerosas mitocondrias grandes y depósitos de glucógeno

Los discos intercalares consisten en uniones entre las celulas musculares cardiacas

En las celulas musculares cardiacas, el REL se organiza en una red individual a lo largo del sarcómero, las cual se extiende de una línea Z a otra



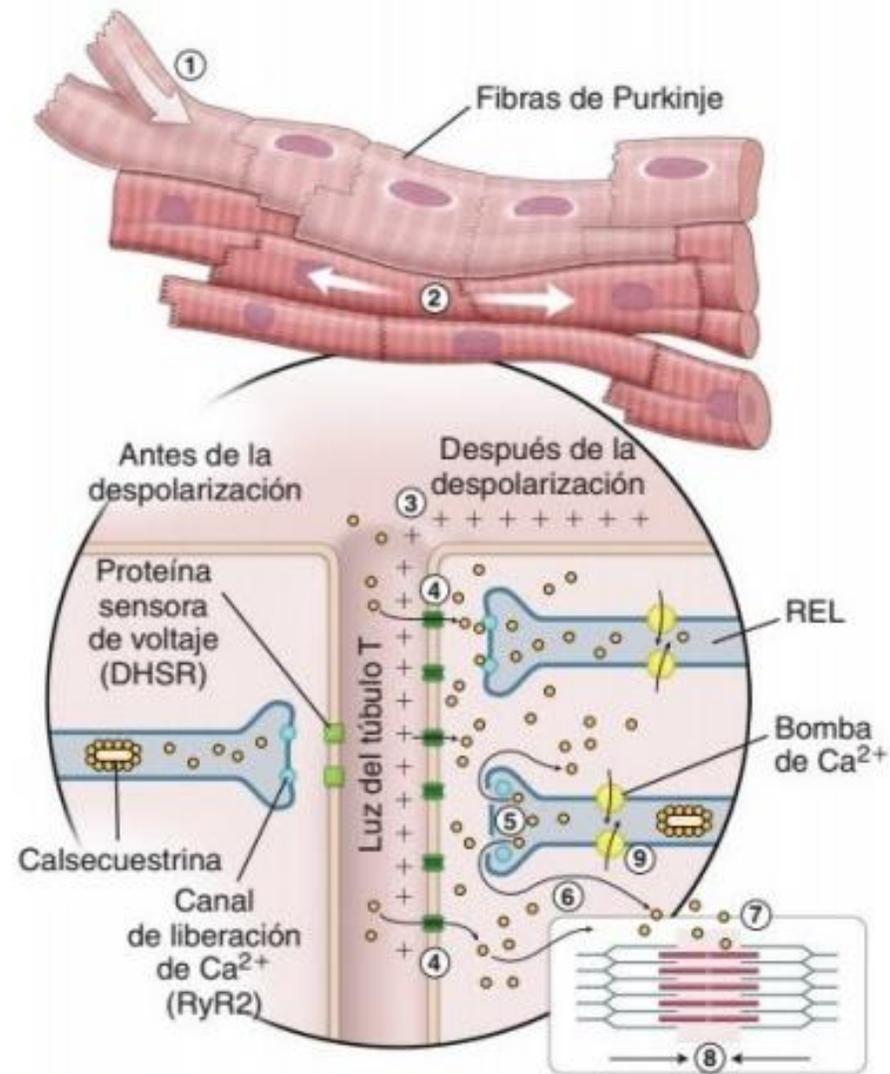
**FIGURA 11-20. Diagrama de la organización de la fibra muscular cardíaca.** Los túbulos T del músculo cardíaco son más grandes que los del músculo esquelético y llevan una cubierta de material de lámina externa hacia el interior de la célula. También son diferentes porque están ubicados a la altura de la línea Z. La porción del retículo sarcoplasmático contigua al túbulo T no tiene la forma de una cisterna dilatada, sino que está organizado como una red anastomosada llamada *díada*.

# Estructura del musculo cardiaco

El paso de  $Ca^{2+}$  desde la luz del túbulo T al sarcoplasma de la células muscular cardiaca es indispensable para el inicio del ciclo de la contracción

Las células musculares especializadas de conducción cardiaca (células de Purkinje) revelan una contracción rítmica espontánea

Los episodios que conducen a la contracción del musculo cardiaco pueden ser resumidos en una serie de pasos



**FIGURA 11-22. Resumen de los fenómenos que desencadenan la contracción del músculo cardíaco.** Véase el texto para una descripción detallada de los fenómenos indicados por la numeración. *DSHR*, receptor sensible a la dihidropiridina; *REL*, retículo endoplasmático liso; *RyR2*, receptor de rianodina 2.

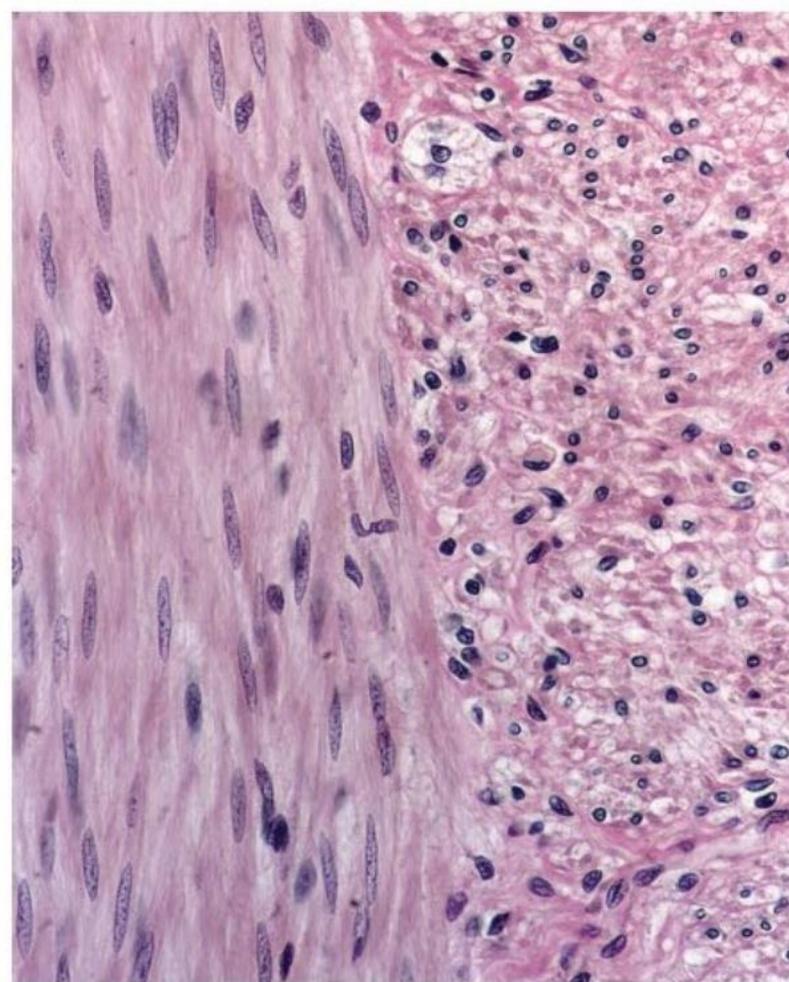
MUSCULO LISO

# Musculo liso

Se presenta en forma de haces o laminas de células fusiformes alargadas con finos extremos agudos

Carecen del patrón estriado que se observa en los músculos cardiacos y esquelético

Sus células están interconectadas por uniones comunicantes



**FIGURA 11-23. Microfotografía de músculo liso de un colon humano.** El músculo liso que se muestra en esta microfotografía está dispuesto en dos capas. A la izquierda, las células musculares están seccionadas longitudinalmente; a la derecha, el corte es transversal. Las células musculares lisas son alargadas y tienen extremos estrechos. Obsérvese que los núcleos en las células musculares en corte longitudinal son alargados y sus extremos son romos para adaptarse a la forma celular. En cambio, los núcleos de las células musculares en corte transversal tienen una silueta circular. Asimismo, en este corte transversal parece que algunas células carecen de núcleo, un reflejo de que la célula se seccionó a la altura de uno de sus extremos. Además, obsérvese que los límites entre las fibras musculares lisas seccionadas de forma longitudinal no son nítidos por el modo en el que las células se ubican una sobre otra en el espesor del corte. 400X.

# Estructura del musculo liso

Las células musculares lisas poseen un aparato contráctil de filamentos delgados y gruesos, así como un citoesqueleto compuesto por filamentos intermedios de desmina y vimentina

Los cuerpos densos proveen un sitio de fijación para los filamentos delgados e intermedios

La contracción en los músculos lisos se inicia por una variedad de impulsos que incluyen estímulos mecánicos, eléctricos y químicos

Las células musculares lisas carecen de un sistema T

La contracción del músculo liso se inicia por un cambio mediado por  $Ca^{2+}$  en los filamentos gruesos que utiliza el sistema calmodulina-cinasa de las cadenas ligeras de la miosina

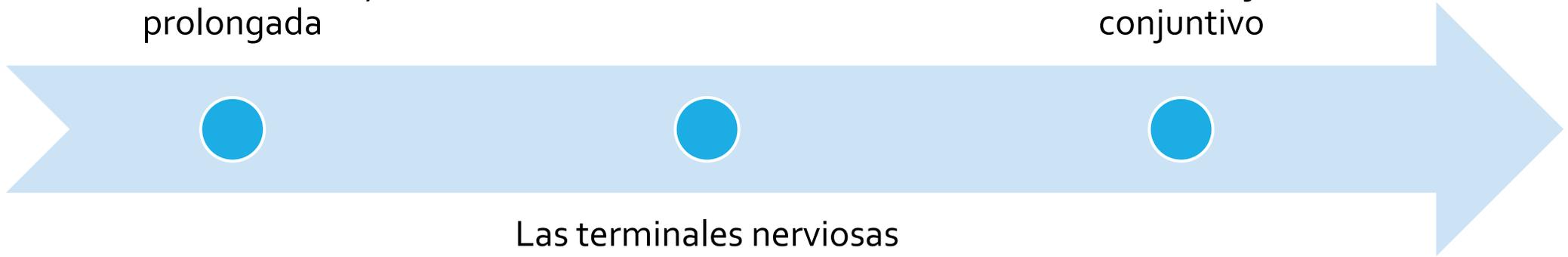
La fuerza de la contracción del músculo liso puede mantenerse durante periodos prolongados en un "estado tónico"

# Aspectos funcionales del musculo liso

El musculo liso esta especializado para la contracción lenta y prolongada

Las celulares musculares lisas también secretan matriz de tejido conjuntivo

Las terminales nerviosas en el musculo liso solo se observan en el tejido conjuntivo adyacente a las celulas musculares



## BIBLIOGRAFIA

- Faaa, P. W. M. & Md, M. R. H. (2020a). Ross. Histología: Texto y atlas: Correlación con biología molecular y celular. En Sin título (Eighth). LWW.