

TEJIDO MUSCULAR



LIZBETH ESCOBEDO MURILLO

2^o "B"

Músculo (L)

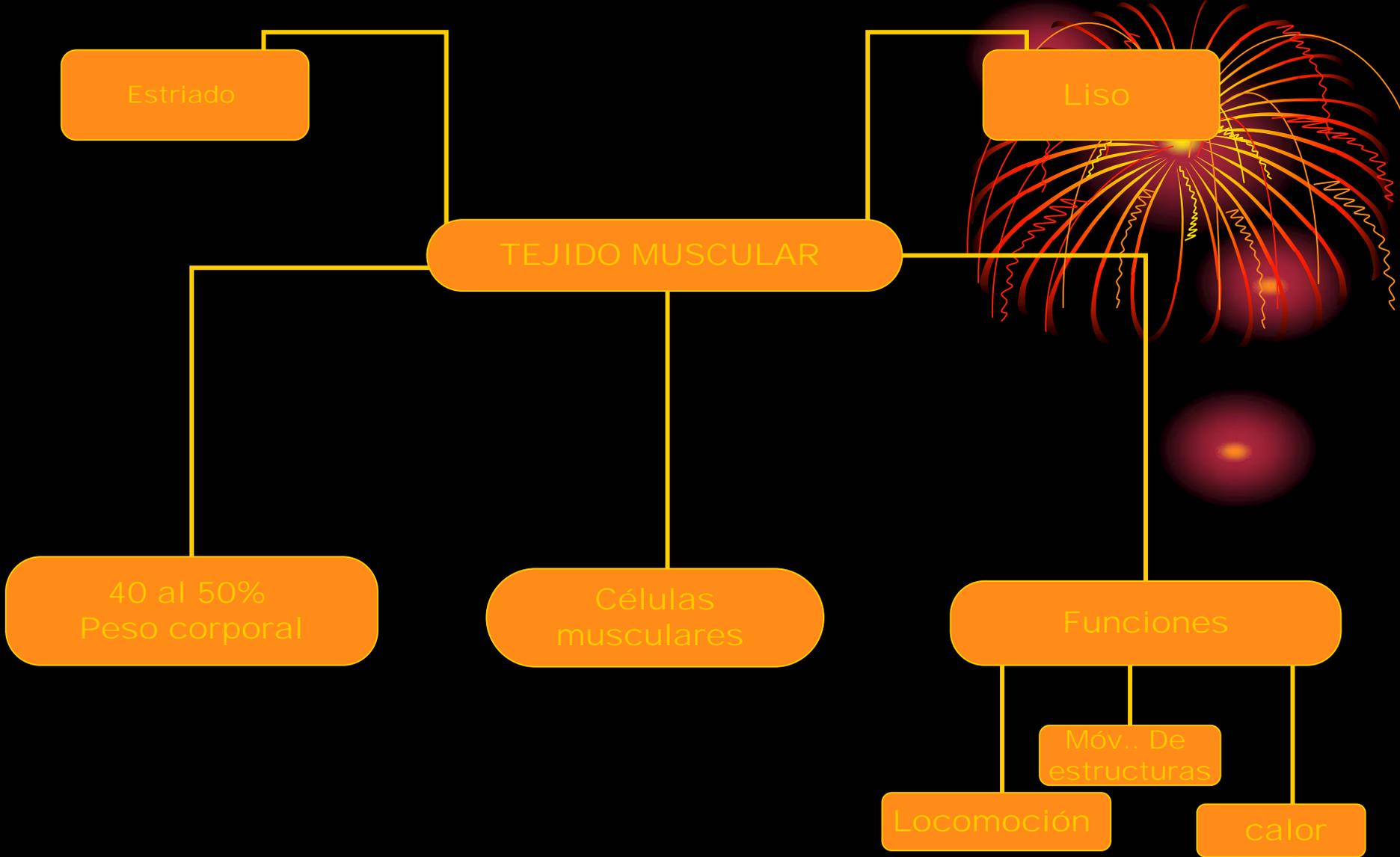
- Contracción
- Locomoción
- Constricción
- Bombeo
- Propulsión
- etc.

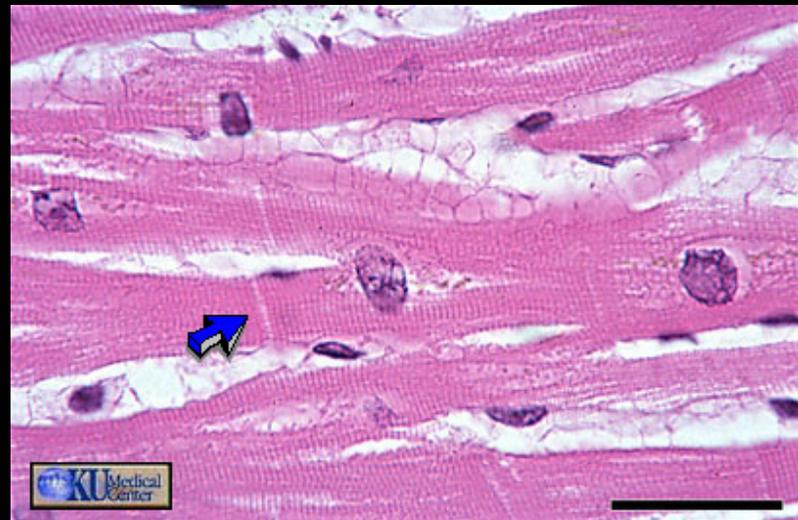
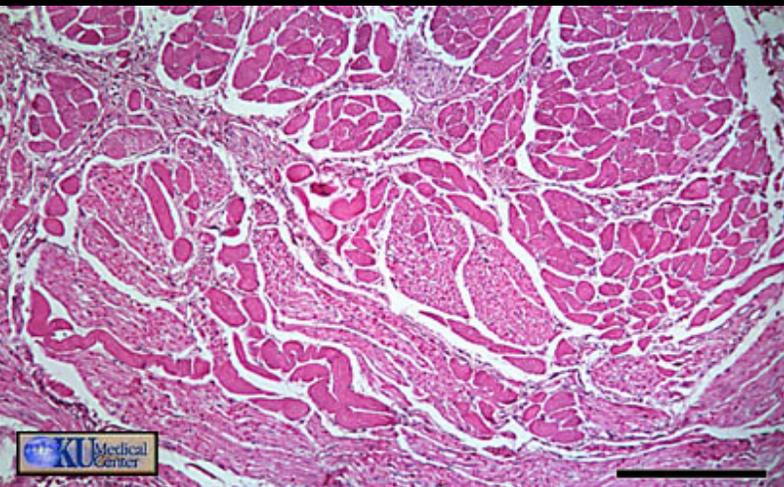
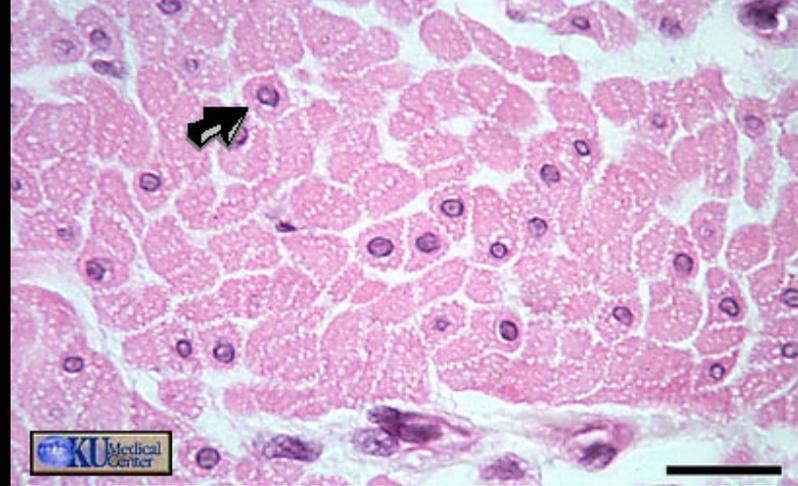
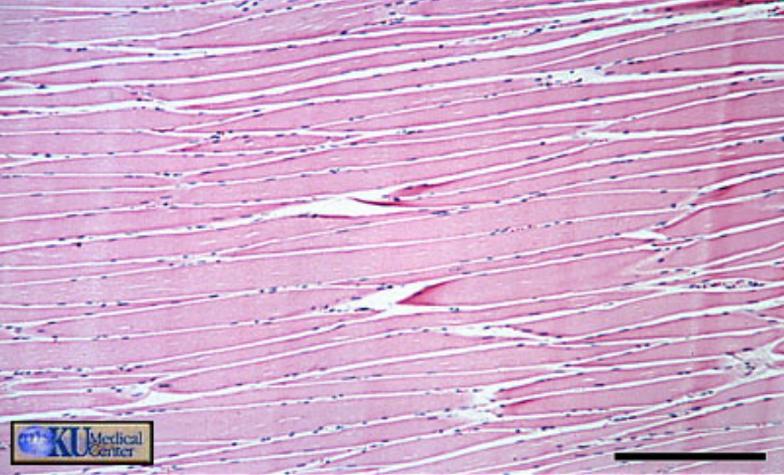


Músculo (e)

- Liso. Mesodermo esplácnico y somático
 - Vasos sanguíneos.
 - Visceras.
- Estriado
 - Esquelético. Mesodermo somático.
 - Cardíaco. Mesodermo Esplacnopleural







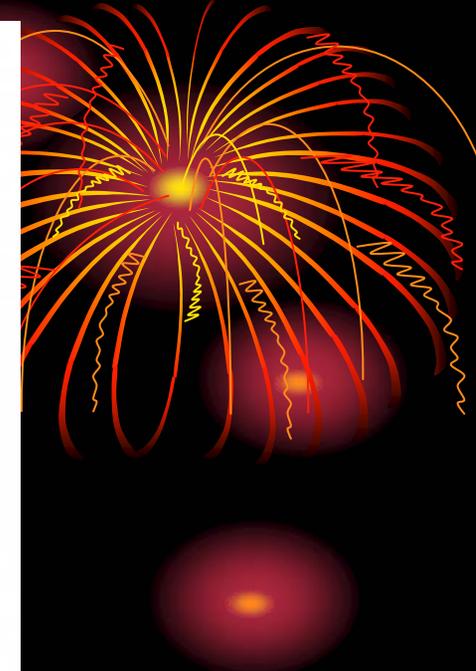
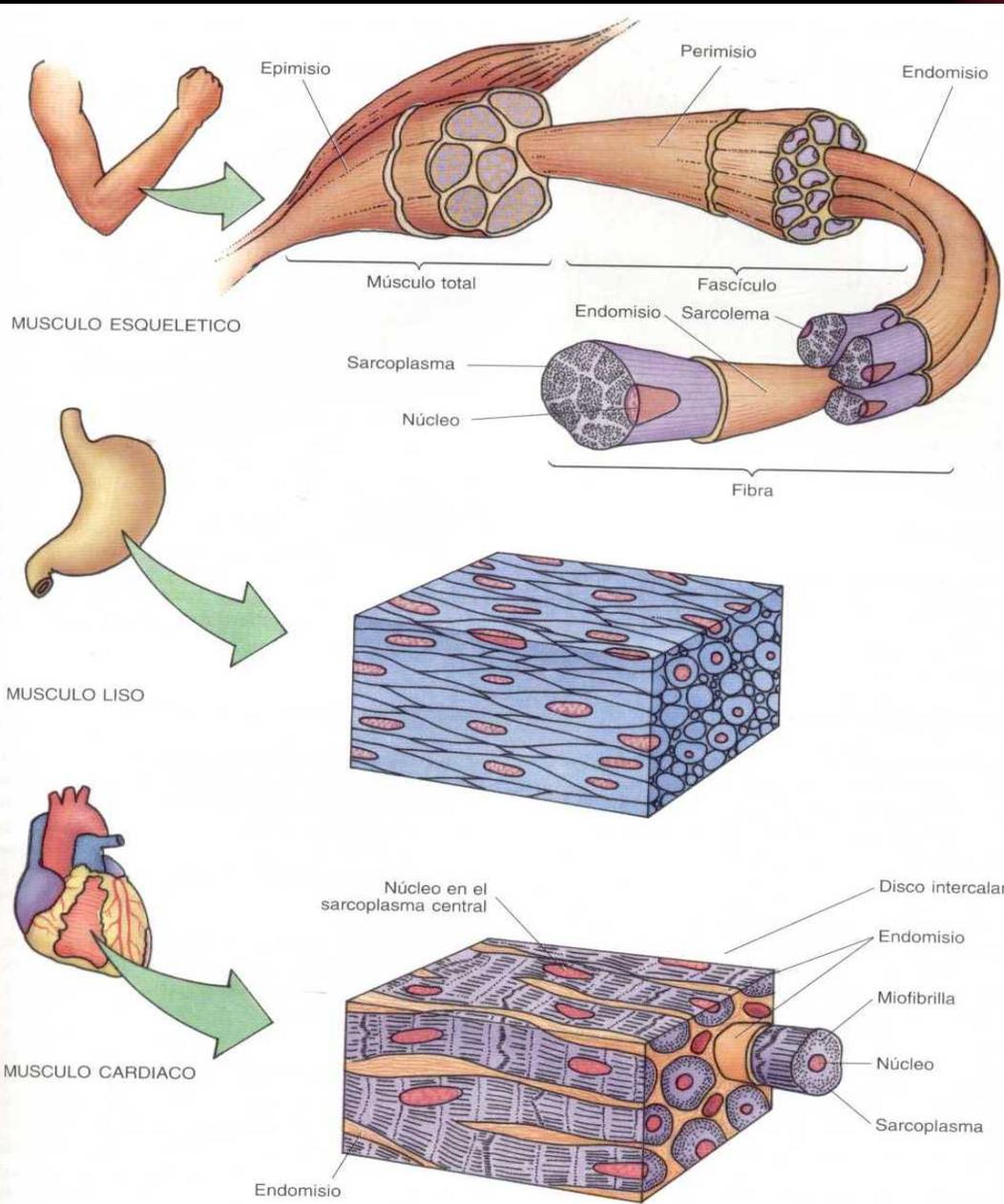


Figura 8-2. Esquema de los tres tipos de músculos. *Arriba*, músculo esquelético; *centro*, músculo liso; *abajo*, músculo cardíaco.

Terminos sinónimos

- Célula: fibra muscular (e)
- Fibrillas: miofibrillas.
- Membrana: Sarcolema.
- Citoplasma. Sarcoplasma.
- REL: Retículo sarcoplásmico.
- Mitochondrias: Sarcosomas.

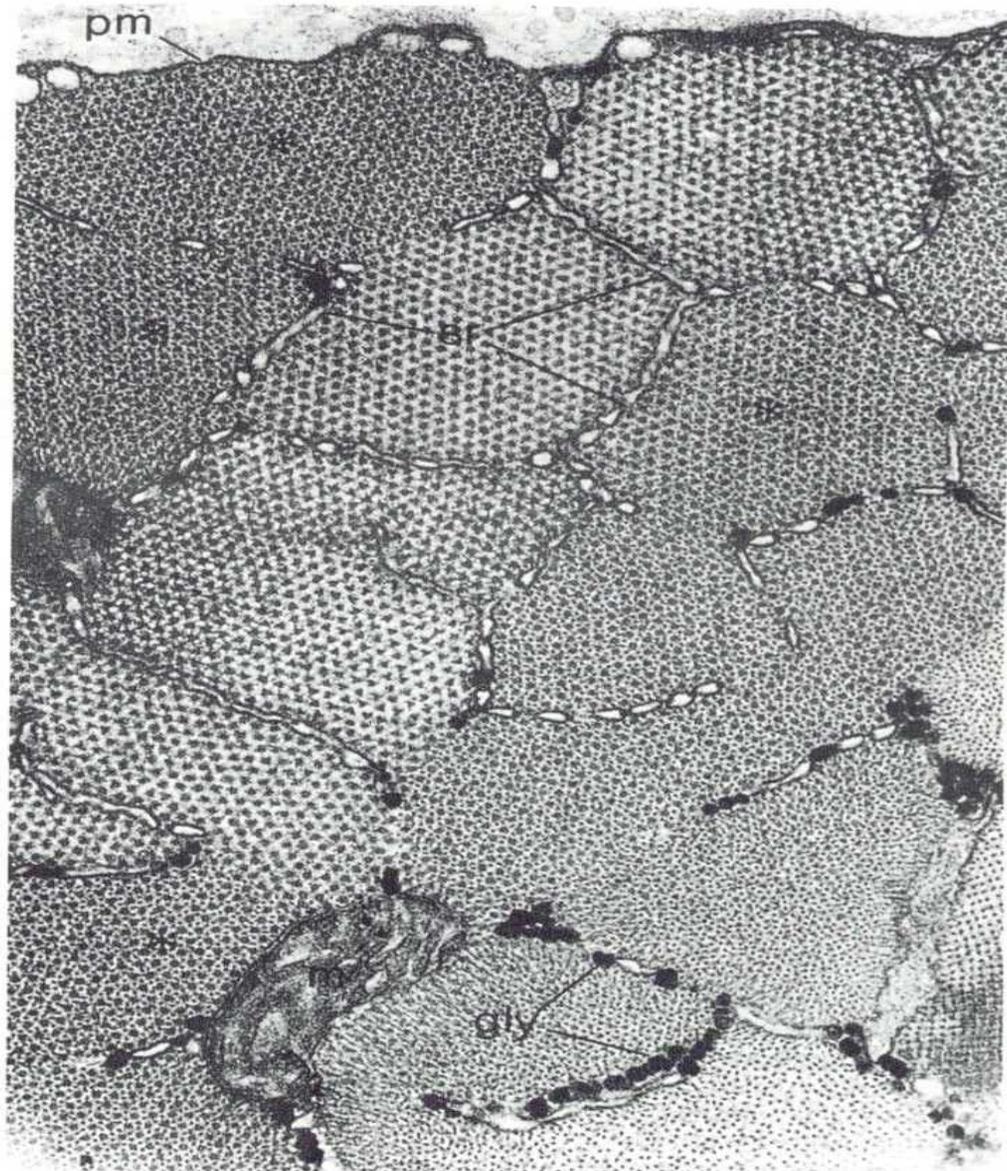


Figura 8-9. Corte transversal de una fibra de músculo esquelético. Asteriscos, filamentos gruesos y delgados; pm, membrana plasmática; gly, glucógeno; m, mitocondrias. (Fotomicrografía cortesía de Dr. C. Peracchia, En Hopkins, C.R.: Structure and Function of Cells. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1978.)

Células del MES. (L) Origen: mioblastos (K)

- Contienen fibrillas con miofilamentos
 - Actina
 - Miosina
 - Tropomiosina
 - Troponina
- paralelas, largas y cilíndricas.
- Con multinucleos periféricos.
- Diámetro de 10 a 100 μ
- contienen Mioglobina.

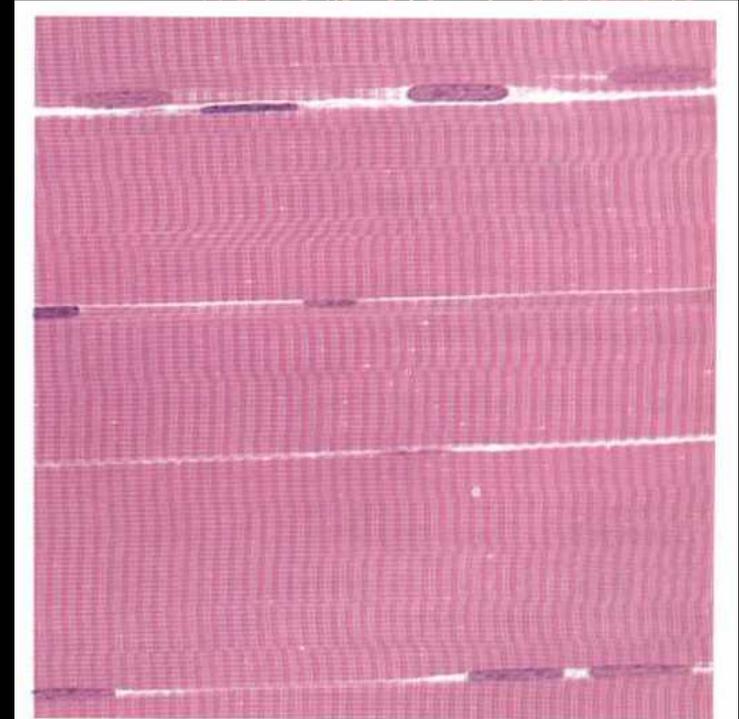
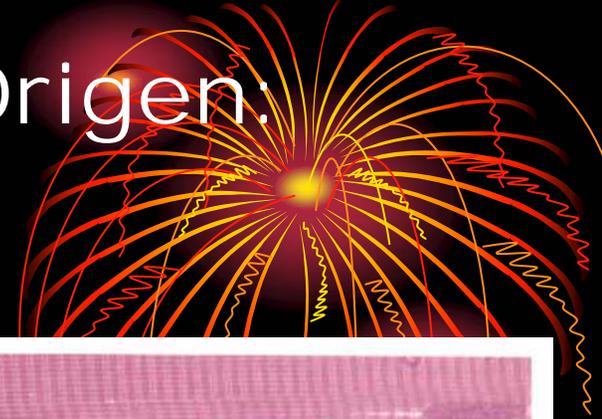
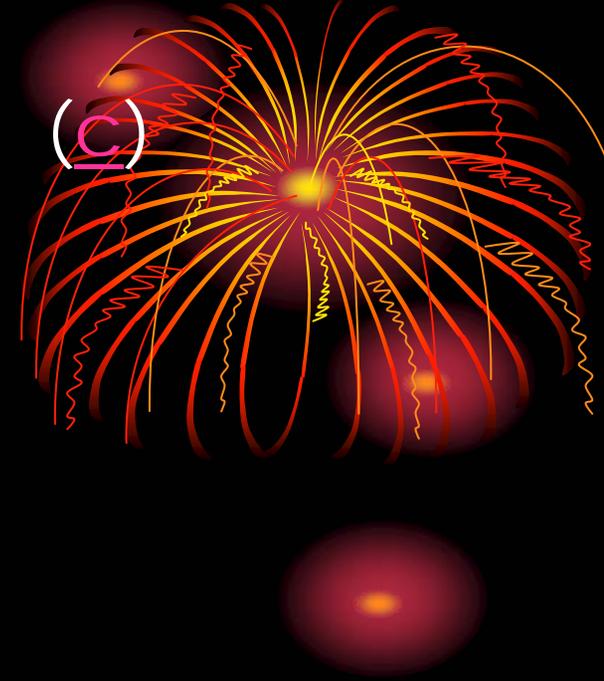


Figura 8-1. Fotomicrografía de un corte longitudinal de músculo esquelético (x 540).

Clasificación MES (9)

- Roja
 - muslo del pollo
 - Biceps, etc.
- Blanca
 - Pechuga del pollo.
- Intermedias



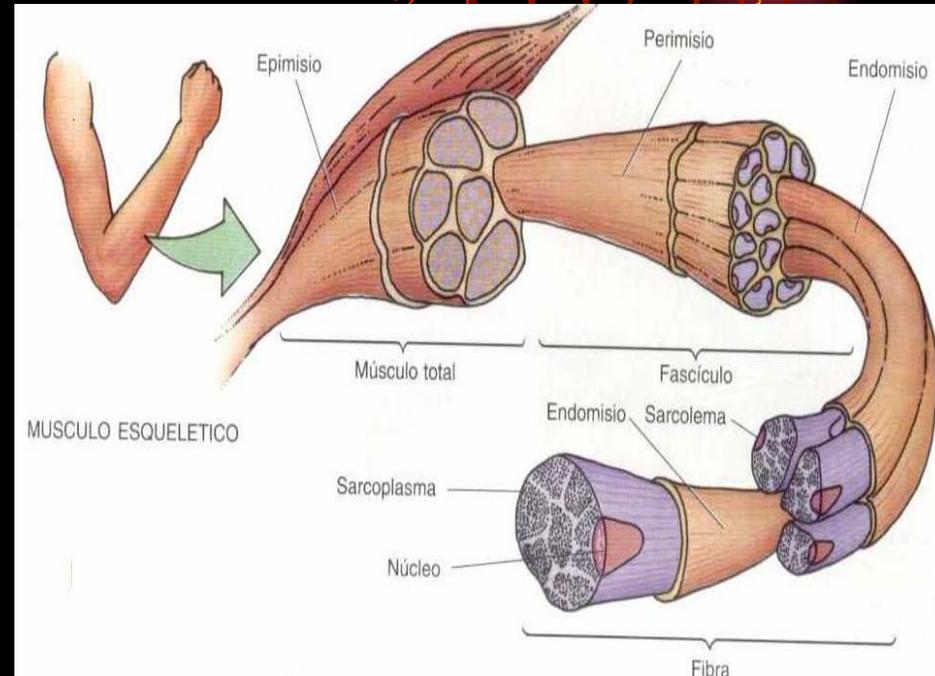
Cuadro 8-1. Tipos de fibras de músculo esquelético

Tipo	Mioglobina	Mitocondrias	Enzimas	Contracción
Rojas	Abundante	Numerosas	Oxidativas abundantes, ATPasa débil	Lenta pero repetitiva; no se fatigan con facilidad
Blancas	Escasa	Escasas	Oxidativas escasas, abundantes fosforilasas y ATPasa	Rápida, pero se fatigan con facilidad
Intermedias	Intermedia	Intermedias	Concentración intermedia	Intermedia

Revestimiento conjuntivo



- Epimisio.: Colágena densa que rodea a un músculo.
- Perimisio: Colágena menos densa que rodea a haces o fascículos musculares.
- Endomisio: Fibras reticulares y lámina Basal que rodea a cada célula muscular



Célula muscular o fibra muscular (t)



- Multinucleación periférica.
- Rodeada por el endomisio.
- Células satelites adyacentes regenerativas.
- Miofibrillas de 1 a 2 μ cras (e) (e)
 - Banda A
 - Banda H
 - Línea M: miosesina, Proteína C.
 - Banda I
 - Disco Z.

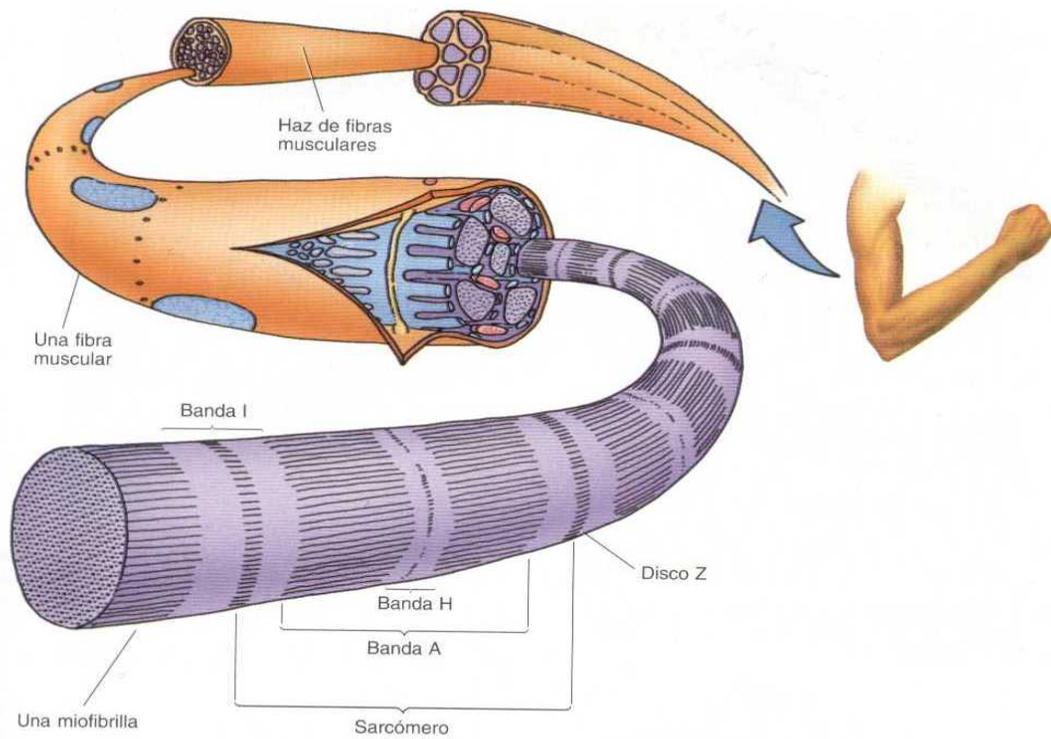


Figura 8-4. Esquema de la organización de las miofibrillas y los sarcómeros dentro de una célula de músculo esquelético.

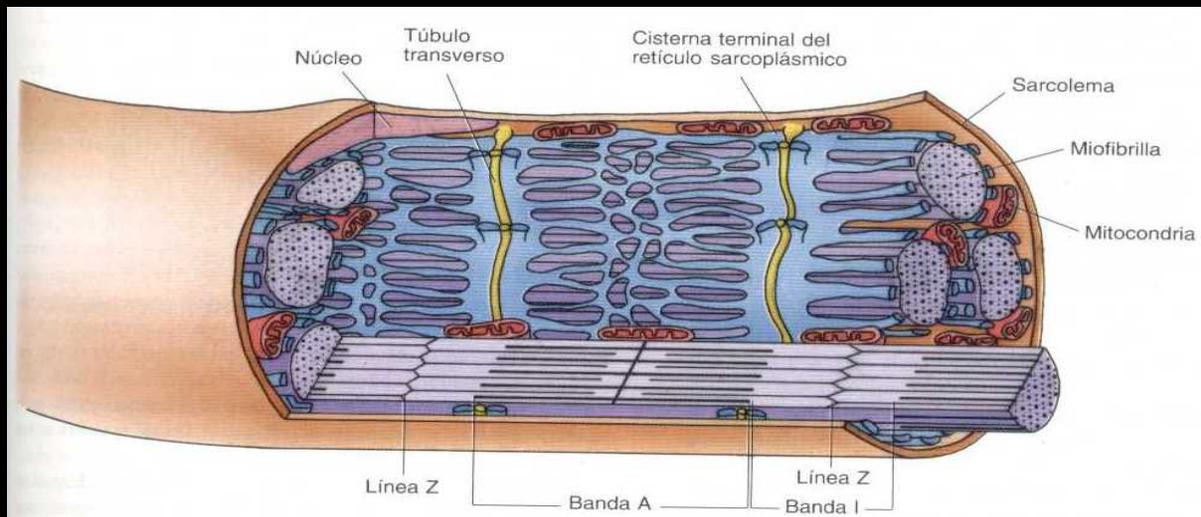
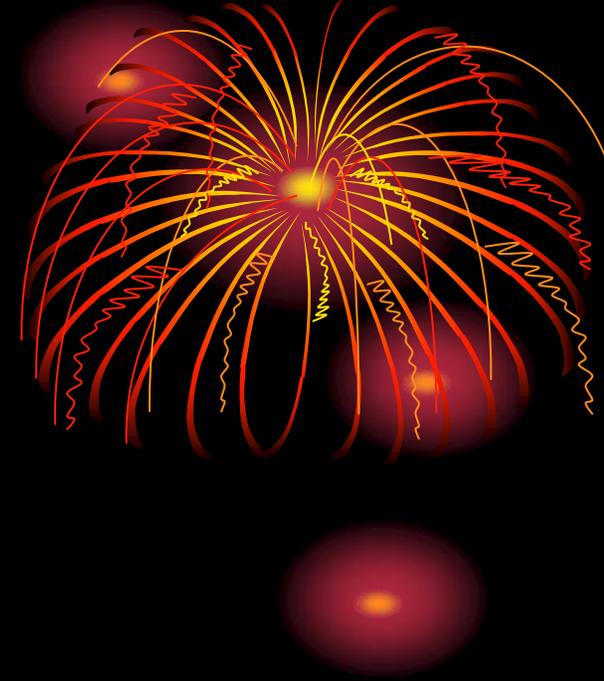
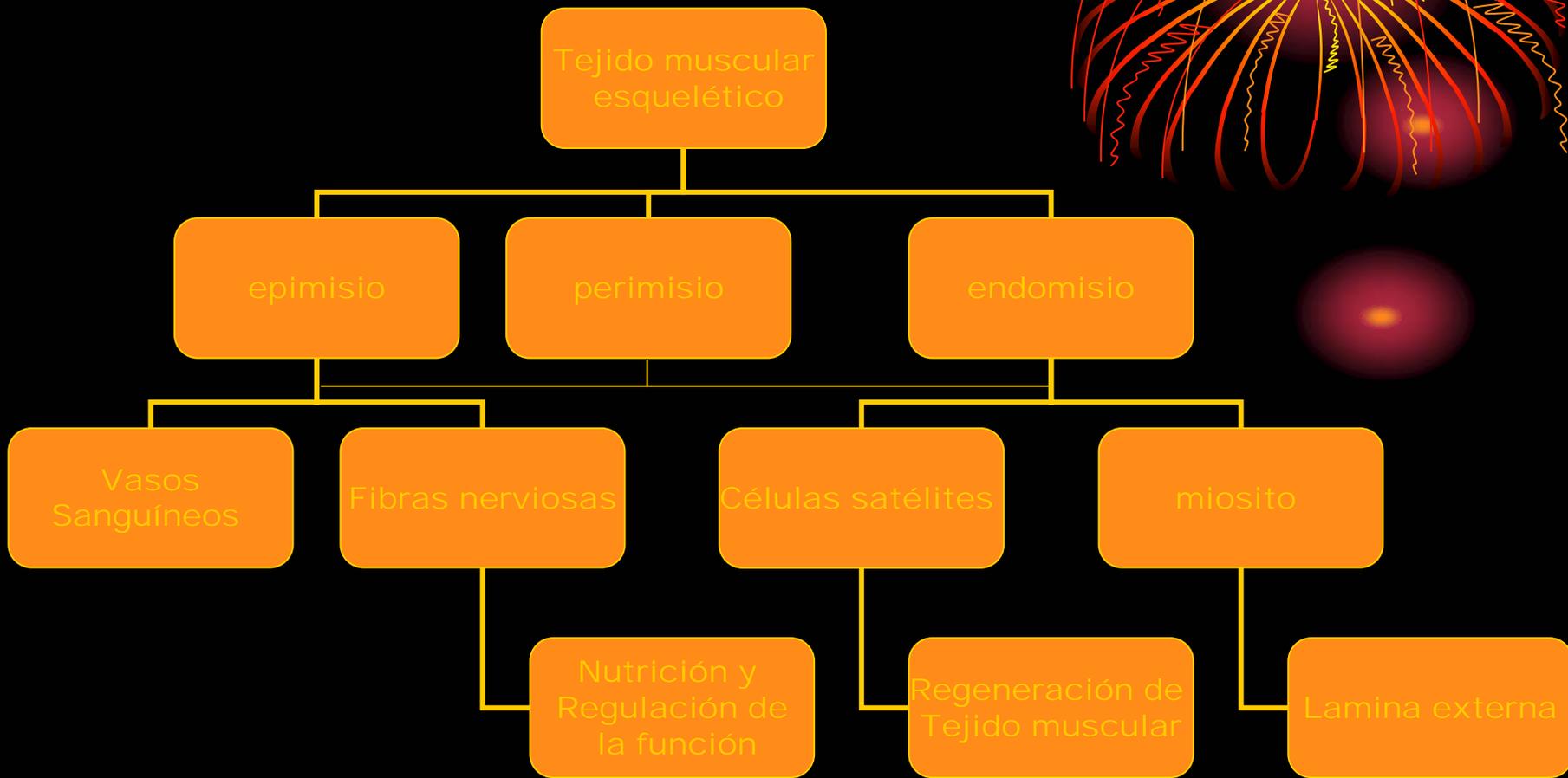


Figura 8-5. Esquema de la organización de las tríadas y los sarcómeros del músculo esquelético.



Sarcomera: Unidad funcional del músculo estriado.

- Distancia de la Miofibrilla entre bandas Z.

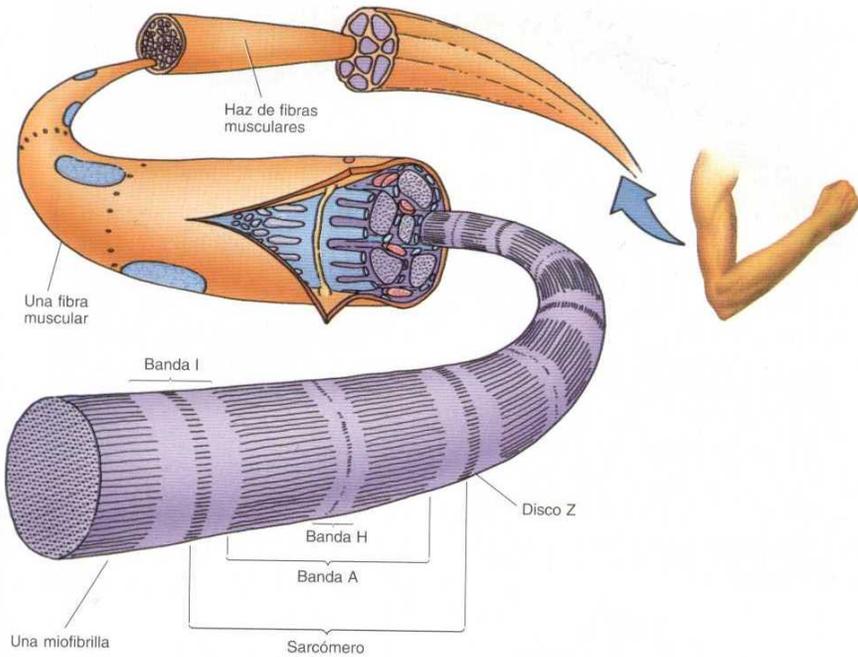


Figura 8-4. Esquema de la organización de las miofibrillas y los sarcómeros dentro de una célula de músculo esquelético.

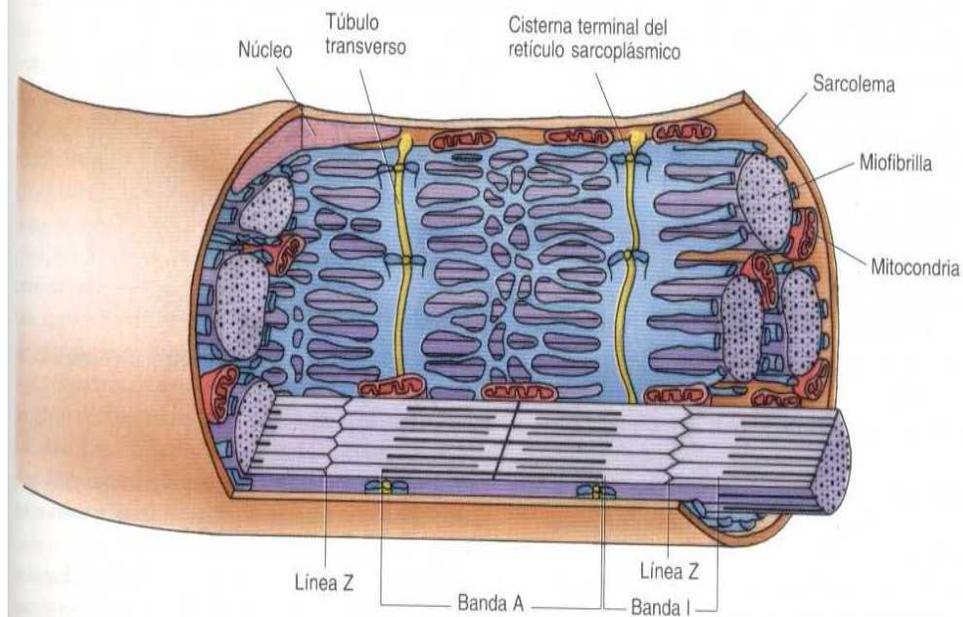
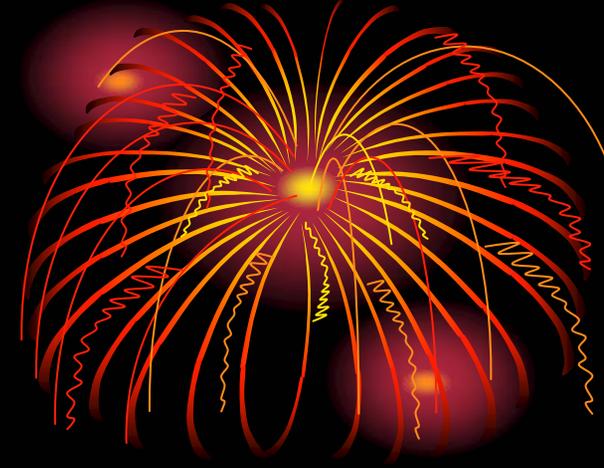


Figura 8-5. Esquema de la organización de las triadas y los sarcómeros del músculo esquelético.

Estructura fina.



- Túbulos T del Sarcolema (t)
 - invaginación en la unión A/I
- REL asociado a túbulos T forma triadas
 - Cisternas terminales con canales de descarga de Ca^{2+} de compuerta de voltaje (pies de unión)
 - almacena Ca^{2+} fijo a Calsecuestrina
- Miofibrillas
- FI: Desmina y Vimentina (fija Zs)
- Distrofina fija a la Actina.
- Mitocondrias de alta interdigitación.



Figura 8-7. Micrografía electrónica de las tríadas y el retículo sarcoplásmico en el músculo esquelético (x 64 000). t, túbulo T; s, cisternas terminales del retículo sarcoplásmico; (flecha), corte transverso del túbulo T flanqueado por cisternas terminales. (Tomada de Leeson, T.S., Leeson, C.R., and Papparo, A.A.: Text/Atlas of Histology. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1988.)

Miofibrillas (c)



- Miofilamentos
- Miosina. Gruesos. 1.5 micras por 15 nm
 - Miomesina y proteína C. Banda M.
- Actina. Delgados. 1 micra x 7 nm. Se asocia a:
 - Tropomiosina.
 - Troponina T. Se une a tropomiosina
 - Troponina C. Afinidad por el Ca^{2+}
 - Troponina I. Se fija a Actina.
 - Titina. Unión de Miosina entre Zs adyacentes
 - Actinina α lfa. Fija Actina a Z.
 - Nebulina. Fijador de Actina a Z ¹⁸

Cuadro 8-2. Proteínas asociadas con el músculo esquelético

Proteína	Peso molecular	Núm. de subunidades y su peso molecular	Función
Miosina	510 kDa	2 cadenas pesadas, 222 kDa cada una 2 pares de cadenas ligeras, de 18 kDa y 22 kDa	Proteína principal del filamento grueso; su interacción con la actina hidroliza al ATP y produce contracción
Miomesina	185 kDa	No hay	Enlaces cruzados de los filamentos gruesos adyacentes a nivel de la línea M
Titina	2 500 kDa	No hay	Forma una red elástica que fija a los filamentos gruesos a los discos Z
Proteína C	140 kDa	No hay	Fija a los filamentos gruesos en la línea M
Actina G	42 kDa	No hay	Se polimeriza para formar filamentos delgados de actina F; la interacción de la actina G con la miosina ayuda a la hidrólisis de ATP, lo que da por resultado contracción
Tropomiosina	64 kDa	2 cadenas de 32 kDa cada una	Ocupa surcos de los filamentos delgados
Troponina	78 kDa TnI, 30 kDa	TnC, 18 kDa TnT, 30 kDa	Fija al calcio; fija a la tropomiosina; fija a la actina, y por tanto inhibe a la interacción entre actina y miosina
Actinina α	190 kDa	2 unidades, cada una de 95 kDa	Fija los extremos positivos de los filamentos delgados al disco Z
Nebulina	600 kDa	No hay	Proteína del disco Z que puede ayudar a fijar a la actinina α de los filamentos delgados al disco Z

Filamentos gruesos

- 200 a 300 moléculas de Miosina.

- 150 nm x 3 nm e

- 2 cadenas pesadas + tripsina = (e)

- Meromiosina pesada + papaina'

- S₁. Mitad globular. Se fija a ATP

- S₂. Helicoidal, corta en bastoncillo.

- Meromiosina ligera. Cola en bastoncillo.

- Cuatro cadenas ligeras.

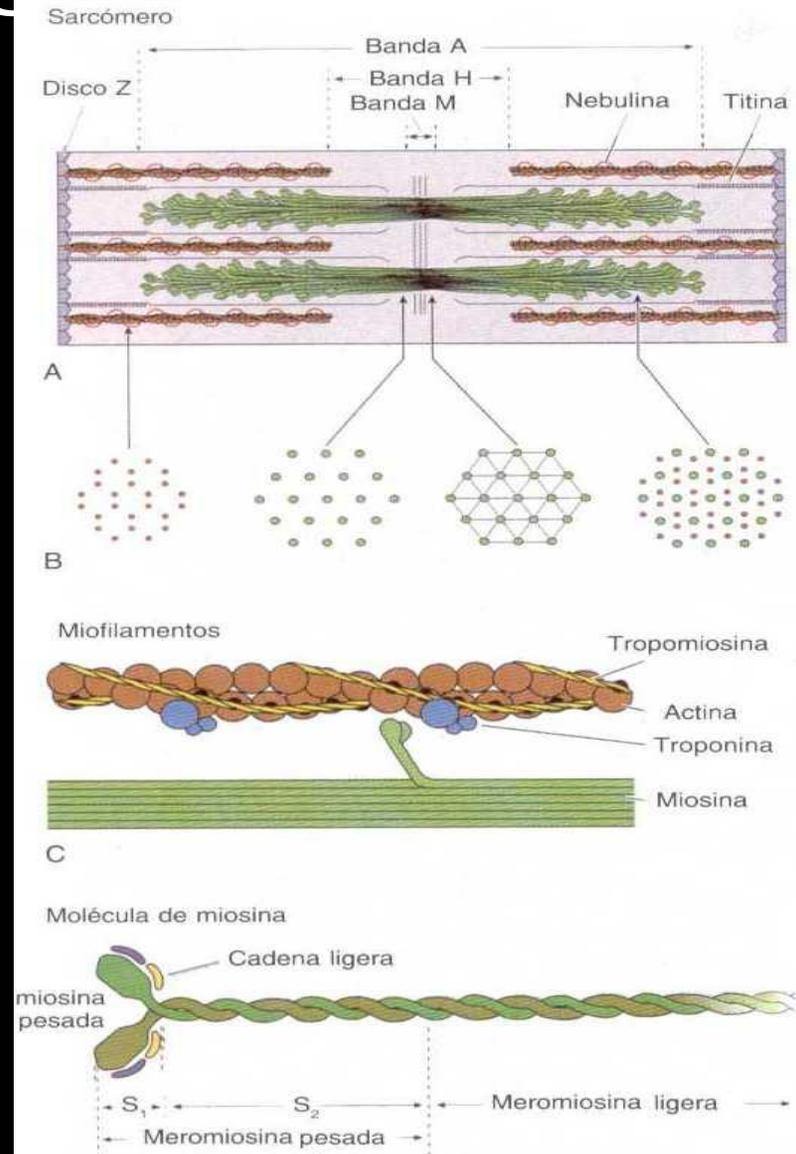


Figura 8-8. Esquema de un sarcómero y sus componentes. A, Sarcómero; B, perfiles del corte transversal del sarcómero en las regiones indicadas; C, filamentos gruesos y delgados; D, molécula de miosina.

Contracción muscular: varios ciclos

- Impulso nervioso a triadas. (1)
- Salida de Ca^{2+} del REL y unión al TnC
- Troponina desnuda sitio de unión A/M
- hidroliza al ATP del S_1
- ADP y P_i se fijan a Actina
- se descarga P_i y aumenta enlace A/M
- Se descarga ADP. Tracción de Actina
- Se fija ATP a S_1 . Se liberan Act/Mio (2)

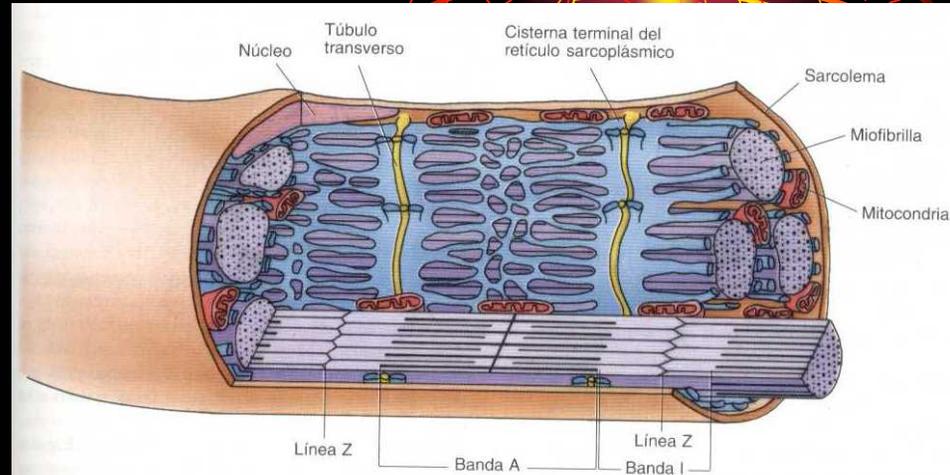


Figura 8-5. Esquema de la organización de las triadas y los sarcómeros del músculo esquelético.

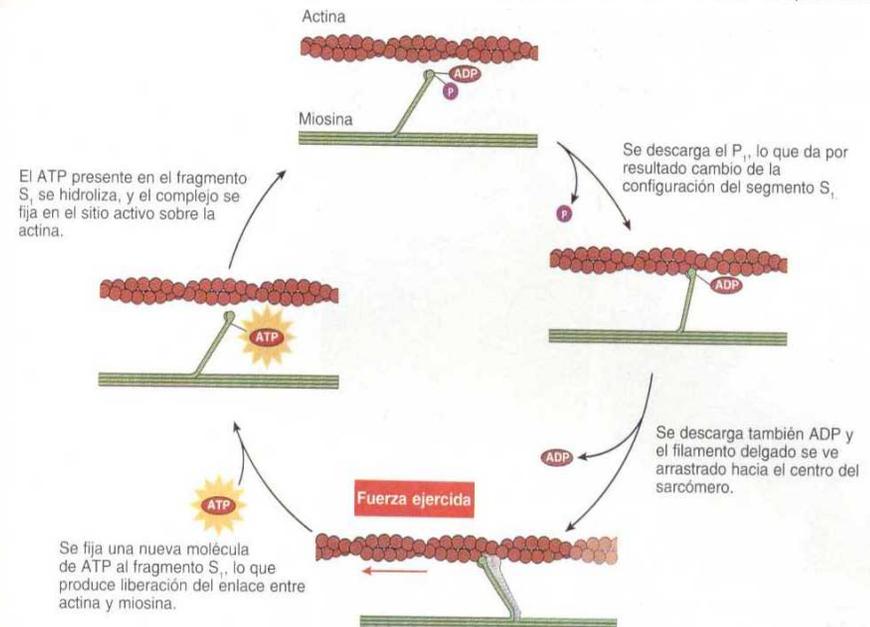
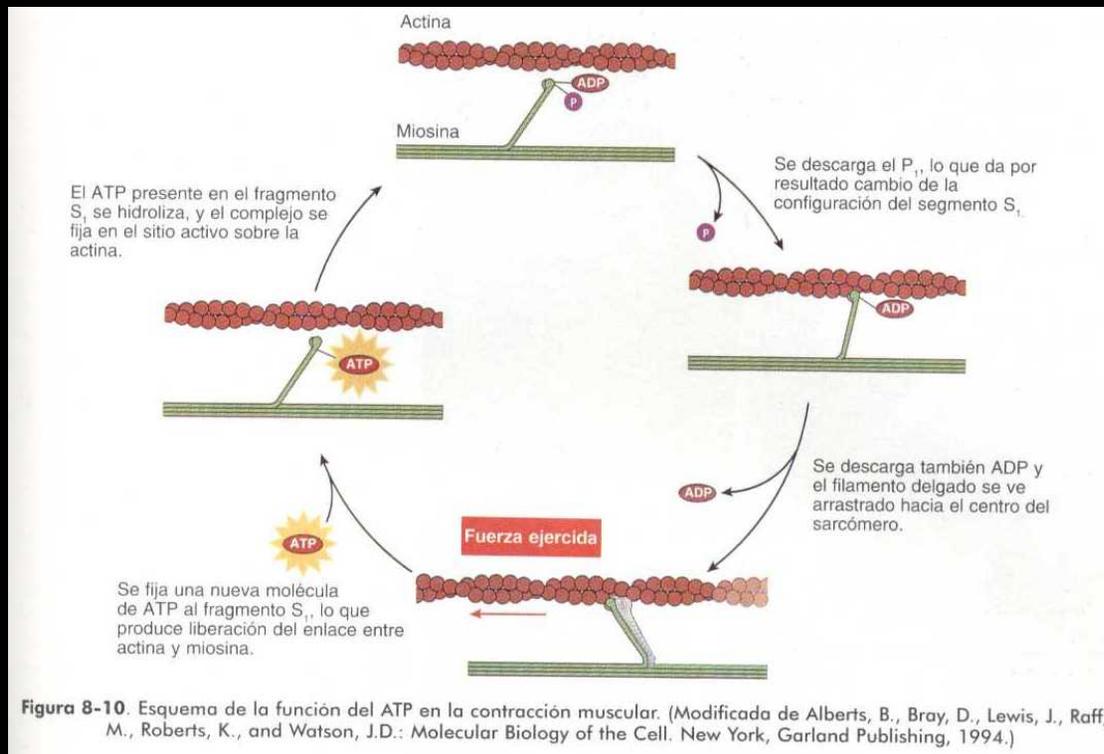


Figura 8-10. Esquema de la función del ATP en la contracción muscular. (Modificada de Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., and Watson, J.D.: Molecular Biology of the Cell. New York, Garland Publishing, 1994.)

Correlacion HC



- Rigidez cadavérica.
 - La falta de ATP impide la disociación de Actina y Miosina (e)

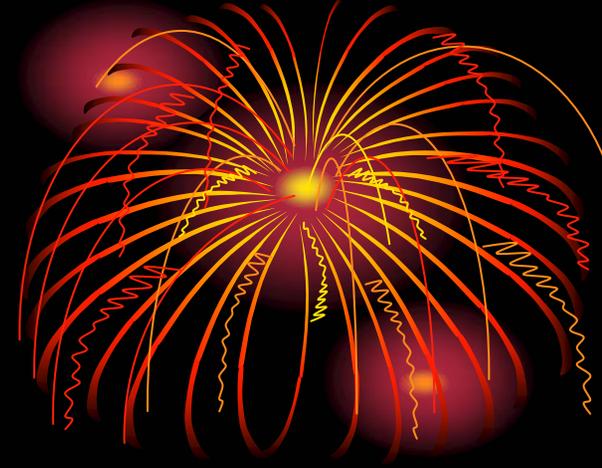


Fuentes energéticas



- ATP
 - Fosforilación oxidativa en mitocondrias
 - Glucolisis anaeróbica con acumulación de ácido láctico.
 - Transferencia de Fosfato de alta energía desde el Fosfato de Creatina catalizada por la Cinasa de Fosfocreatina o Fosfocreatincinasa.
 - Gotas lípidicas.
 - Glucógeno.

Unidad Motriz



- Una neurona motora y las fibras musculares que inerva
 - músculo del ojo: de 5 a 10 fibras.
 - Pared abdominal: hasta 1,000 fibras

Impulso nervioso (1)

- Las terminaciones nerviosas o placas motrices terminales
 - * Múltiples vesículas sinápticas de AC
- Se abren canales Ca^{2+} : compuerta de V
- Las vesículas se fusionan a la membrana
- AC se fija a receptores post sinápticos que son canales de compuerta de ligando
- Despolarización del Sarcolema y generación del potencial de acción



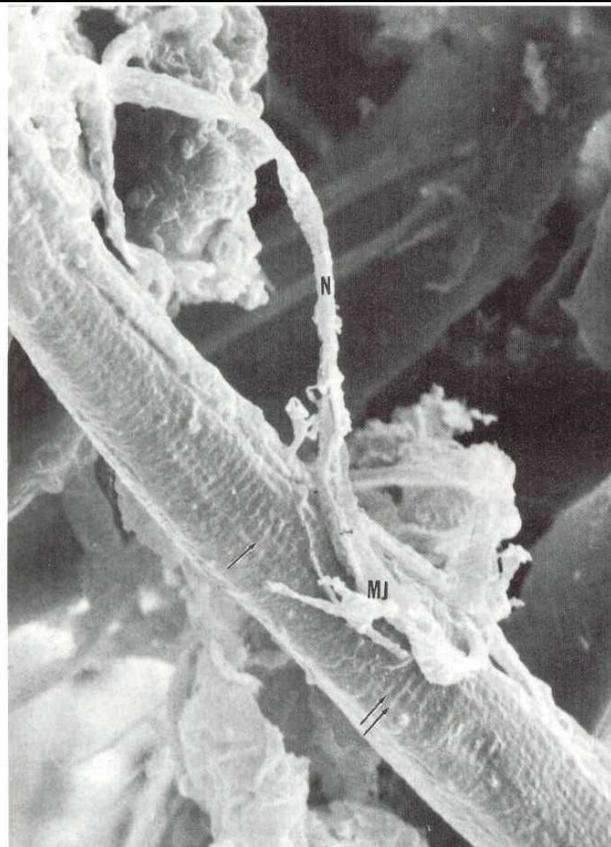
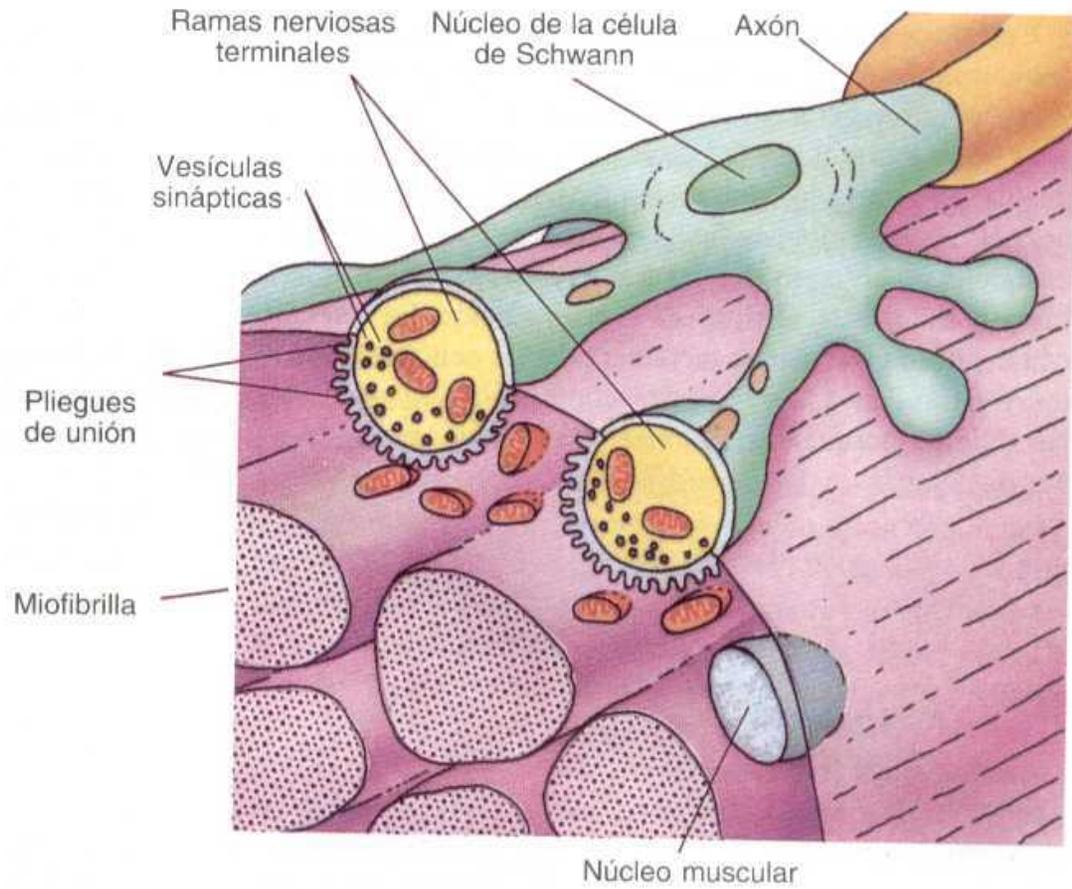
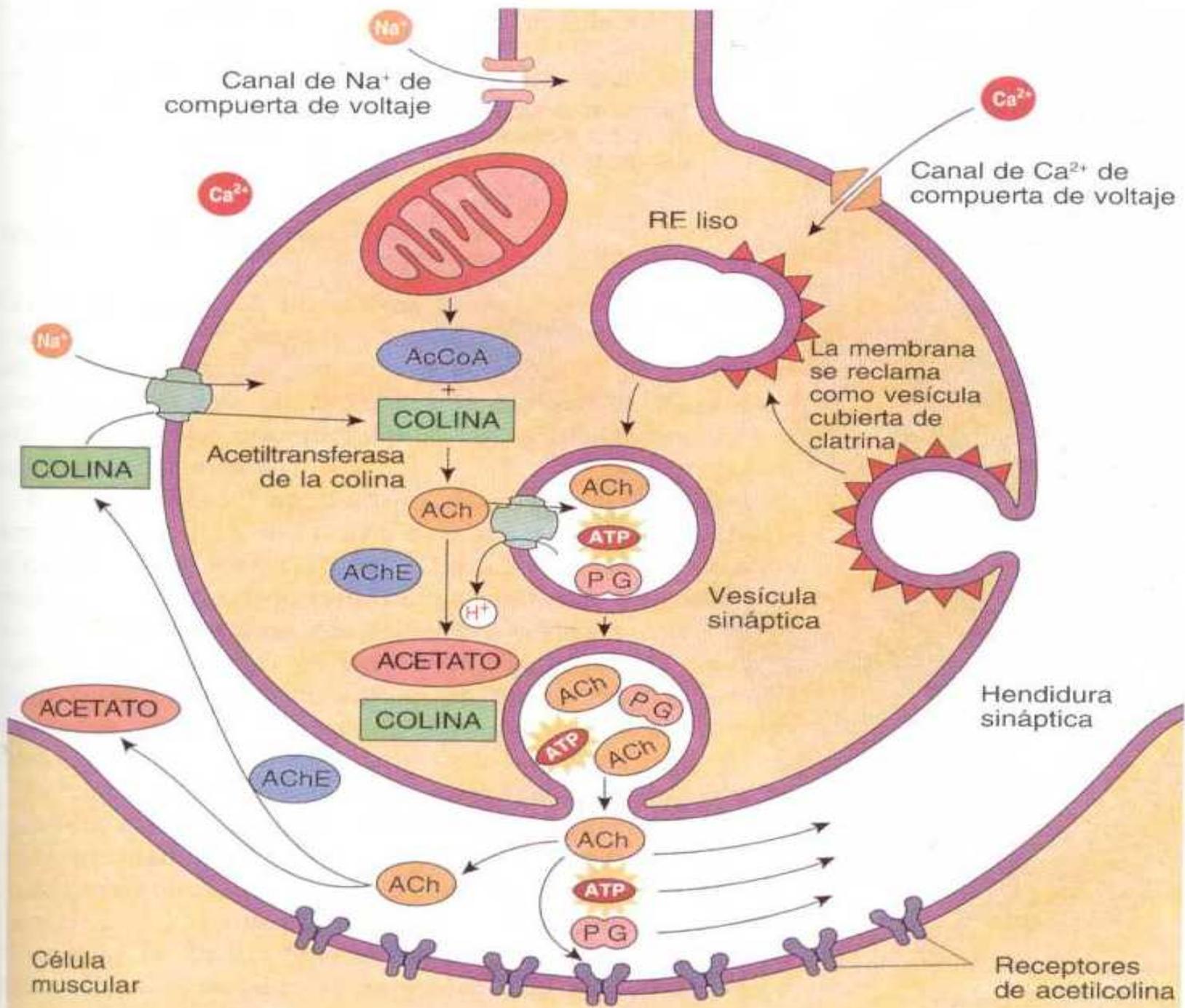


Figura 8-11. Micrografía electrónica de barrido de una unión neuromuscular de la lengua del gato (x 2610). MJ, unión neuromuscular; N, fibra nerviosa; flechas, estrías. (Cortesía del Dr. L. Litke.)

Impulso nervioso (2) (2)



- Acetil Colinesterasa
- degrada Ac en Acetato de Colina
- Se segmenta en cientos de Mlseg
- Colina al axón por una proteína de Simporte de Sodio.
- Mas Acetato de mitocondrias = AC
- catalizada x Acetil Transferasa de Colina



Canal de Na^+ de compuerta de voltaje

Canal de Ca^{2+} de compuerta de voltaje

RE liso

La membrana se reclama como vesícula cubierta de clatrina

Acetiltransferasa de la colina

Vesícula sináptica

Hendidura sináptica

Célula muscular

Receptores de acetilcolina

Correlación HP

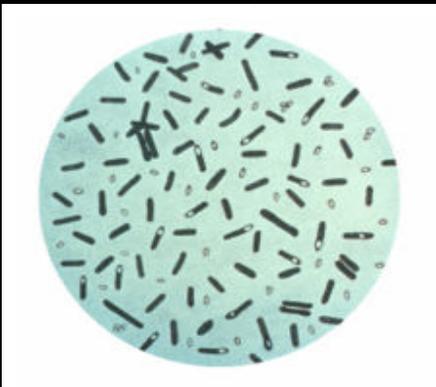


- **Botulismo**

- Clostridium botulinum. Interfiere en la descarga de AcetilColina. (La bacteria entra en el cuerpo mediante heridas abiertas pero también puede vivir en alimentos mal enlatados o almacenados en recipientes abiertos o inapropiados.)

- **Miastenia Gravis.** Auto Anti cuerpos contra receptores. (Es una enfermedad autoinmune que se caracteriza por la presencia de debilidad muscular fluctuante y fatiga de distintos grupos musculares)

- **BúngaroToxina:** Veneno de algunas serpientes venenosas. Bloquea receptores.



Huso Muscular. Receptor

sensitivo (e)

- Previene desgarrar de fibras musculares
- 8 a 10 c musculares pequeñas llamadas fibras intrafusales.
 - Fibras de la bolsa nuclear
 - Fibras de la cadena nuclear.
- Nucleo central con miofibrillas vecinas
 - Terminaciones N anulo espirales
 - Terminaciones N en ramo de flores

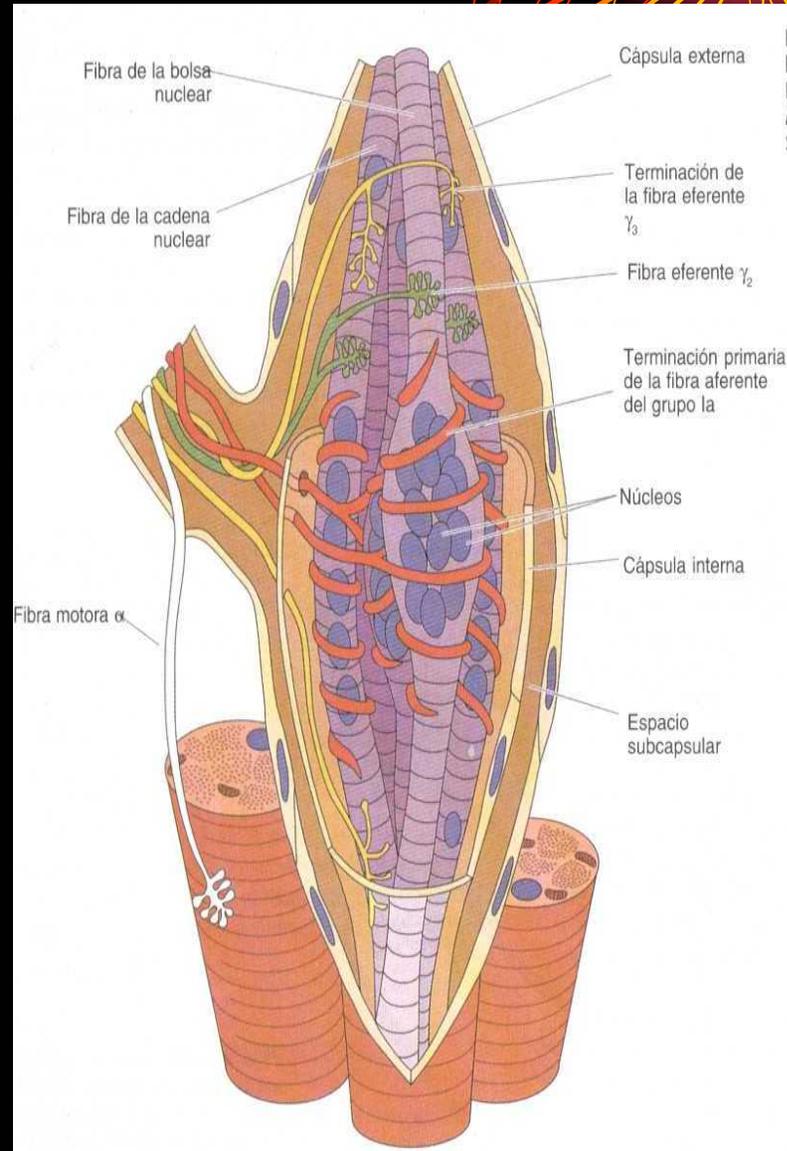
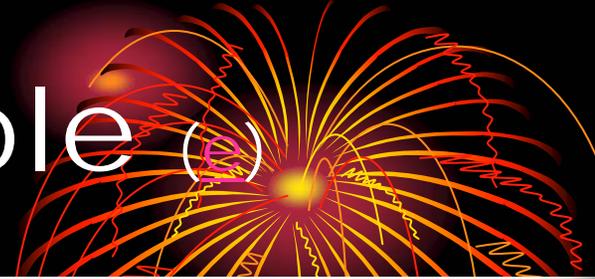


Figura 8-15. Esquema de un huso muscular. (Modificada de Krstic, R.V.: Die Gewebe des Menschen und der Säugetiere. Springer-Verlag, Berlin, 1978.)

Arco Reflejo Simple (2)



- Golpe al tendón rotuliano
- Estiramiento del músculo y del Huso
- Estímulo Anulo espiral y de Ramo de Flores.
- Estímulo a Neuronas motoras espinales
- Contracción muscular refleja.

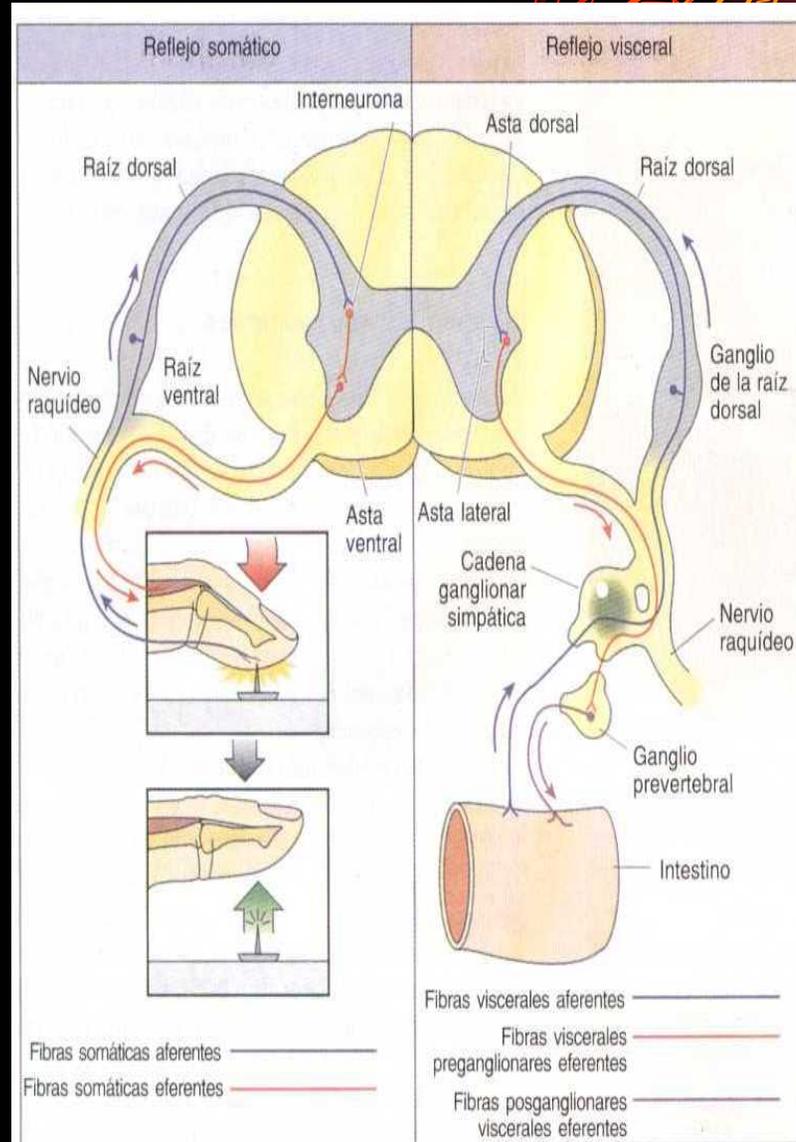


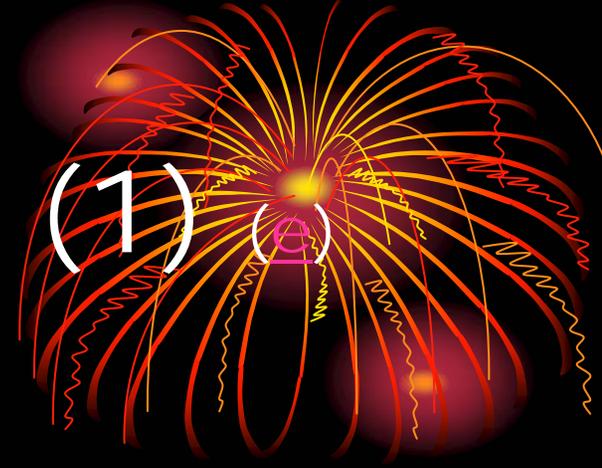
Figura 9-23. Esquema en el que se comparan los reflejos somático y visceral.

Husos Neurotendinosos de Golgi

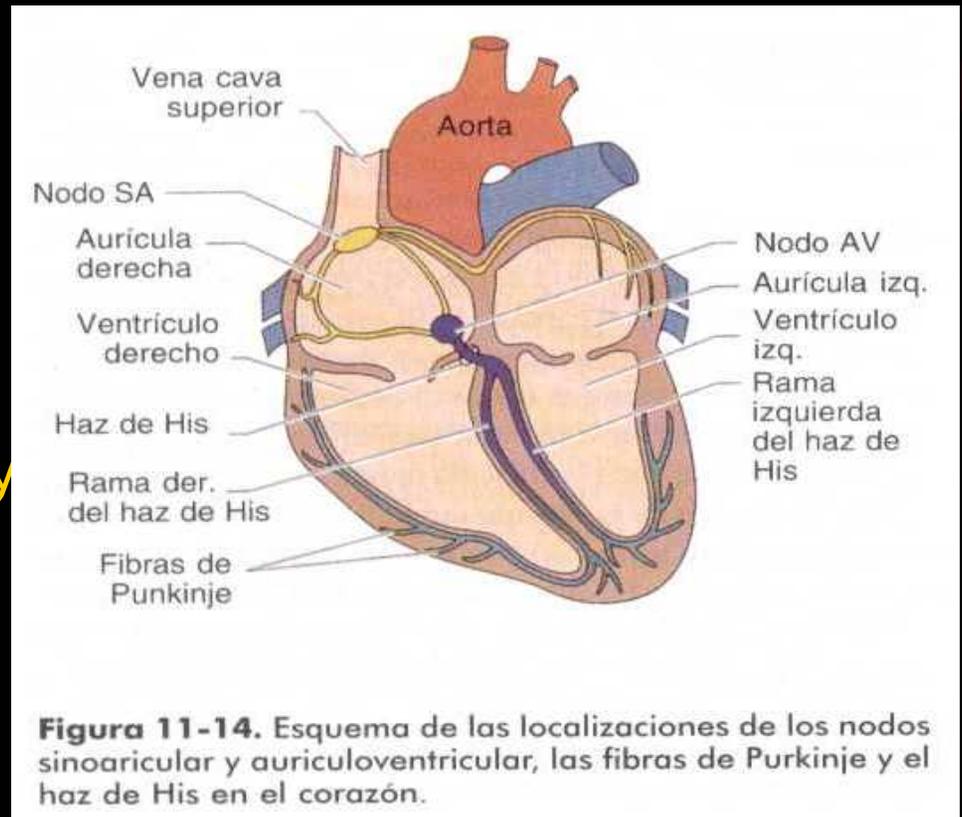


- Terminaciones de neuronas sensitivas
- efecto contrario de husos musculares
- respuesta a contracción agotadora músculo/tendón.
- Retroalimentación inhibitoria a neuronas motoras de tipo ⌚ muscular
- Relajación del músculo que tracciona

Músculo Cardíaco (1)



- Corazón y venas pulmonares.
- Deriva del Mesénquima esplácnico.
- Células musculares anastomosadas.
- Contracción rítmica y continua p/ bombear sangre.



Músculo Cardiaco (cardiomiocitos)



- 80 μ por 15 μ
- Núcleo único o dos, oval y central (L)
- Uniones comunicantes de intersticio.
- Discos intercalares union entre celulas adyacentes:

- *uniones adherentes

- desmosomas y fascias adherentes abundantes.

- mantienen unidas a células e impiden separación en la contracción

- *uniones tipo nexual

- comunicacion ionica directa y de baja resistencia.

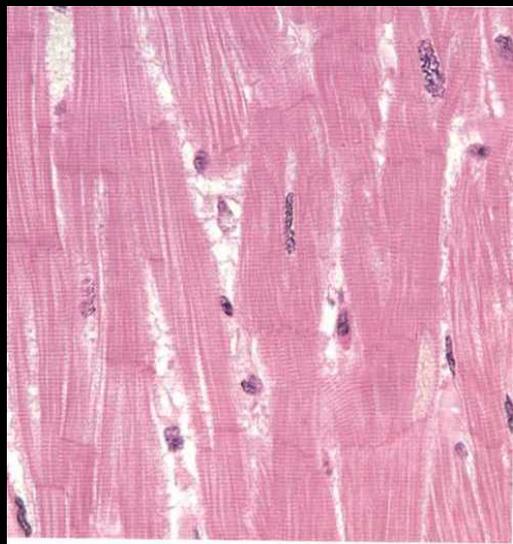


Figura 8-16. Fotomicrografía del músculo cardiaco en corte longitudinal (x 540).

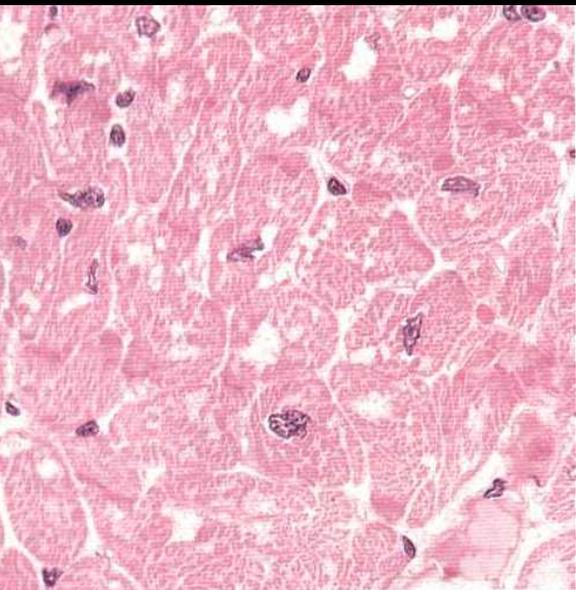


Figura 8-17. Fotomicrografía del músculo cardiaco en corte transversal.

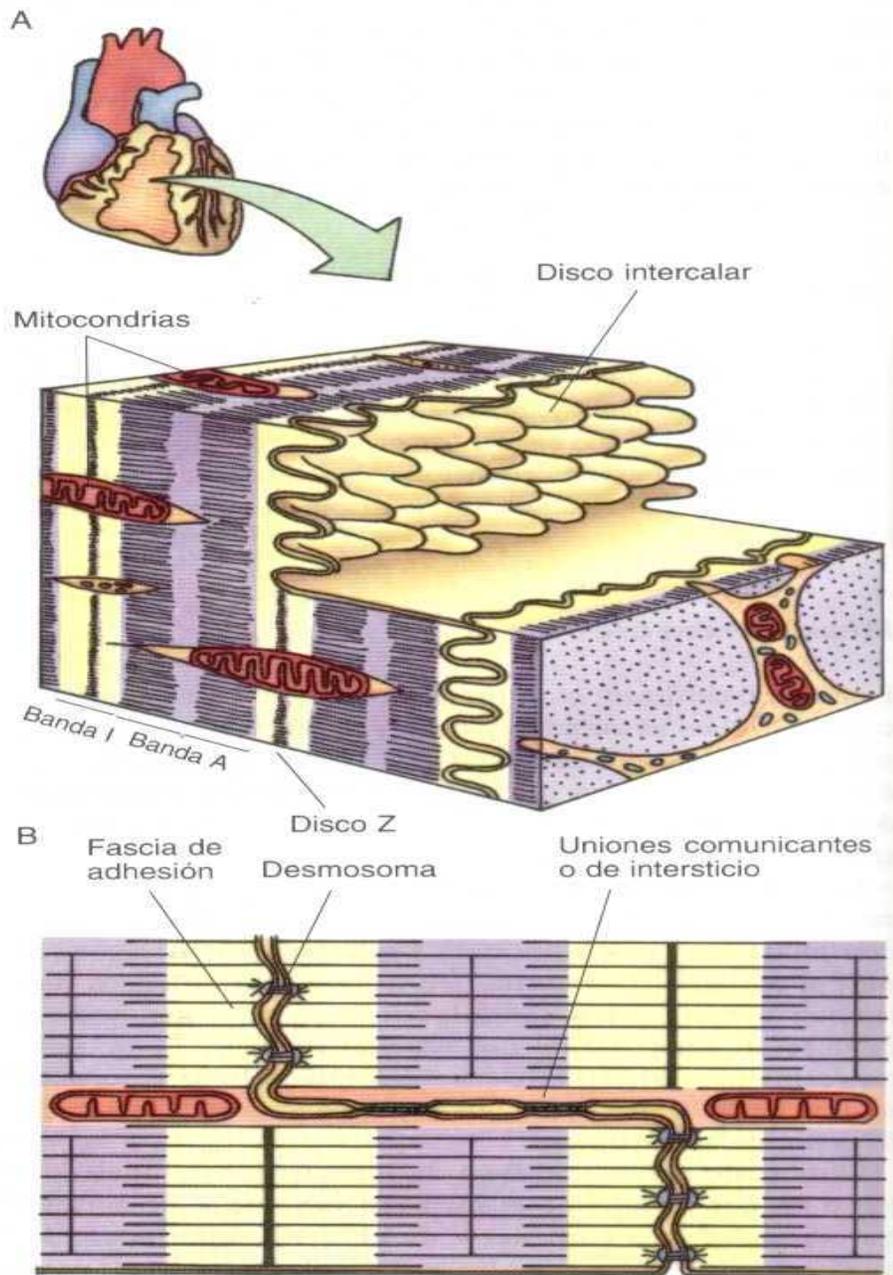


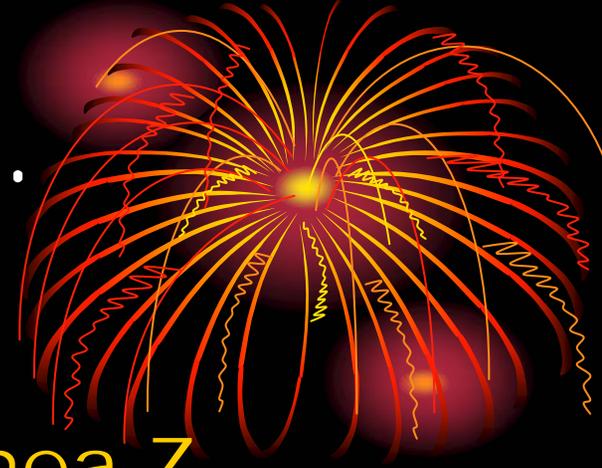
Figura 8-18. Esquema del músculo cardiaco. A, Vista tridimensional del disco intercalar. **B,** Vista bidimensional del disco intercalar que pone de manifiesto las uniones de adhesión y comunicantes.



Figura 8-19. Micrografía electrónica de un disco intercalar del corazón del novillo (x 31 000). Mi, mitocondria; Tu, retículo sarcoplásmico; Ri, ribosomas; M, línea M; Is, espacio intercelular; los números 2 y 3 indican las dos células, una a cada lado del disco intercalar. (Tomada de Rhodin, J.A.G.: *An Atlas of Ultrastructure*. Philadelphia. W.B. Saunders Company, 1963.)

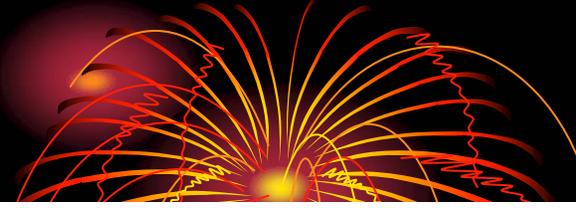
Músculo Cardíaco.

Diferencias:



- REL: forma Diadas en la línea Z
- Túbulos T 2.5 veces más grandes.
- El Ca^{2+} llega del líquido extracelular
- Mitocondrias 50% del volumen celular
- Energía: Triglicéridos(60%) y glucógeno
- Mioglobina abundante.

Músculo Cardíaco auricular:



- Mas pequeñas que en los ventrículos
- Gránulos de Péptido Auricular Natriurético (t)
 - Principalmente en la aurícula derecha.
 - Disminuye presión arterial.
 - Disminuye resorción de Na y H₂O en los túbulos renales.

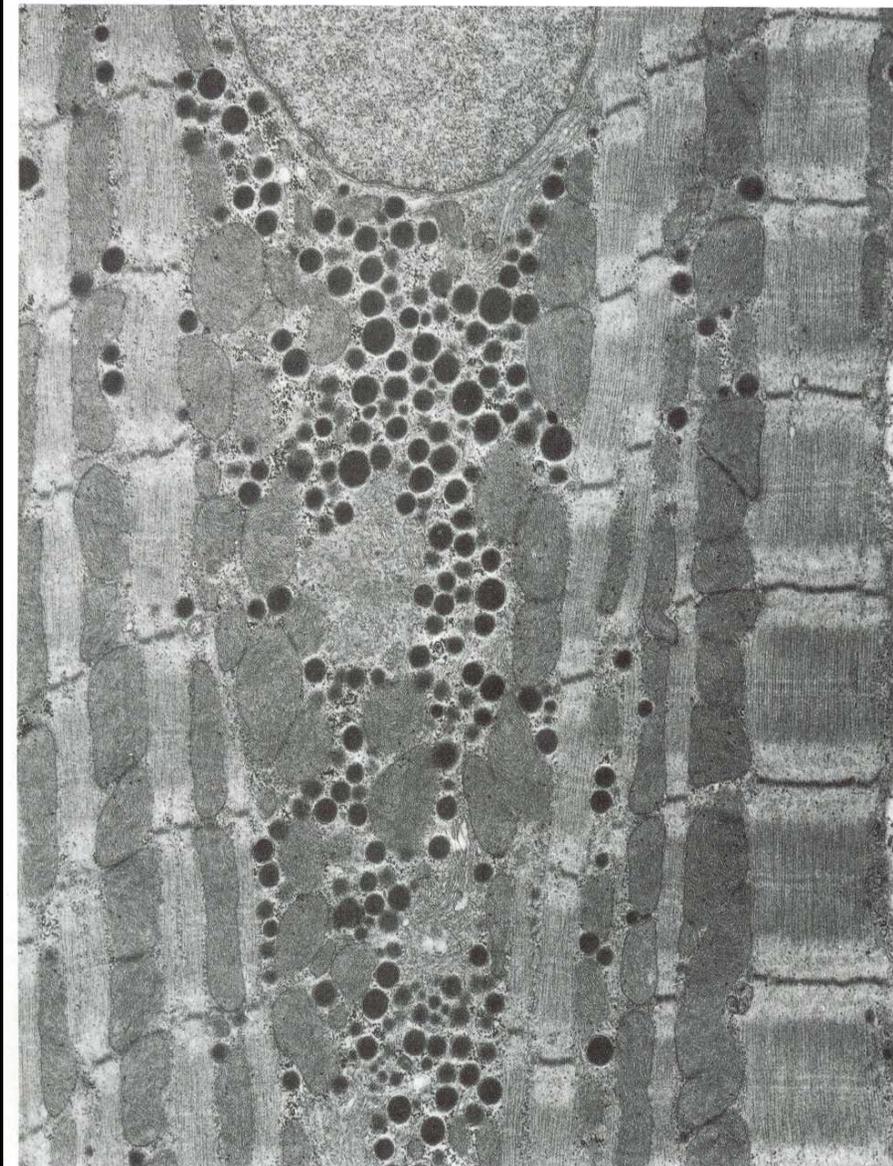
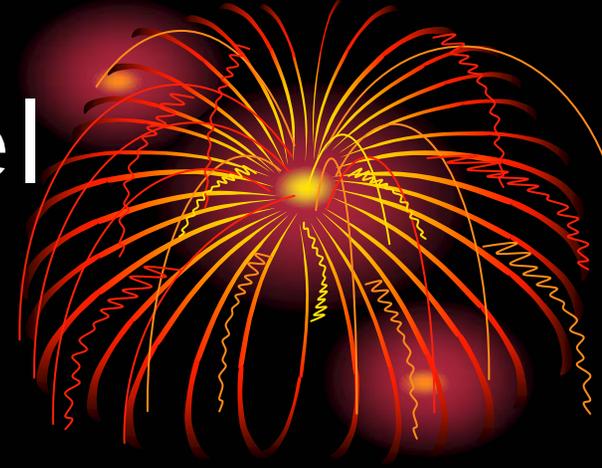
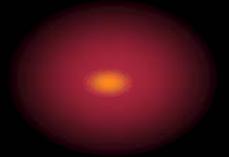


Figura 8-21. Micrografía electrónica de una célula del músculo auricular de la rata (x 23 000). Observe los gránulos de secreción que contienen péptido auricular natriurético. (Cortesía del Dr. Stephen C. Pang.)

Correlación HP del miocardio



- El músculo cardiaco se hipertrofia
- No hay regeneración Cardíaca.
- Se repara por cicatrización.
 - *rico en fibroblasto y calágena.
- Falta de Ca^{2+} interrumpe la contracción.





Tejido muscular
Cardiaco
Se localiza:

corazón

Porc. Prox. De la
aorta

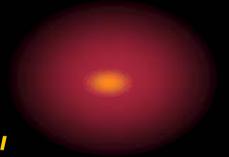
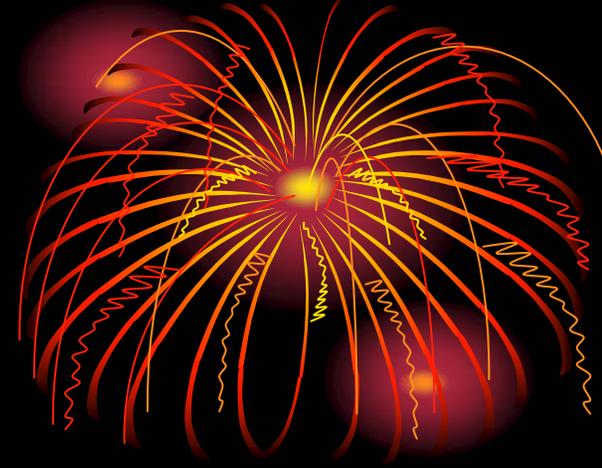
Venas
cavas

Contraen
rítmicamente

Bombean sangre
A través del
Sist. vascular

Músculo liso.

- No tiene estriaciones.
- No tiene túbulos T.
- Se encuentra en la pared del Intestino, vejiga urinaria, biliar, vasos sanguíneos
- Regulado por el Sistema N autónomo.
- Sintetiza Colágena, Elastina, GAG, PG y Factor de crecimiento.



Músculo Liso



- Leiomiositos.
- Núcleo central, ovoide c/2 nucleolos e L
- Organelas en los polos.
- Troponina ausente.
- Cuerpos densos de Actinina α . (disco Z)
- FI: Vimentina y Desmina en los vasos y Desmina en el liso no vascular.

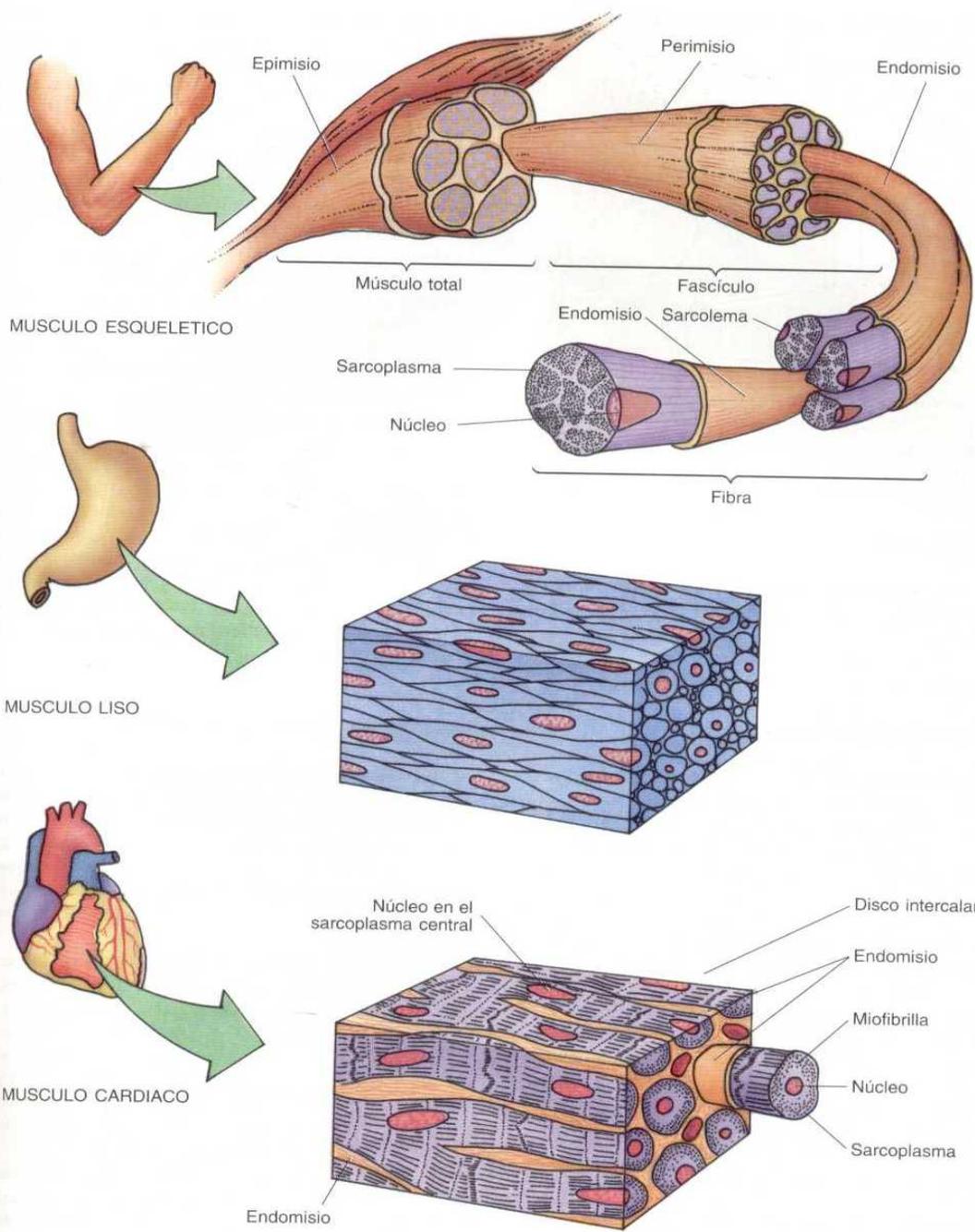


Figura 8-22. Fotomicrografía del músculo liso en corte longitudinal (x 540).

Figura 8-2. Esquema de los tres tipos de músculos. Arriba, músculo esquelético; centro, músculo liso; abajo, músculo cardíaco.

Músculo Liso. Contracción.



- Ca^{++} de caveolas se fija a Calmodulina.
- Activación de Cinasa de Cadenas Ligeras de Miosina.
- Fosforila cadena ligeras de Miosina.
- Meromiosina ligera cambia a Miosina Típica con forma de Bastón de Golf.
- Interacción entre Actina y S_1 de Miosina
- Contracción.

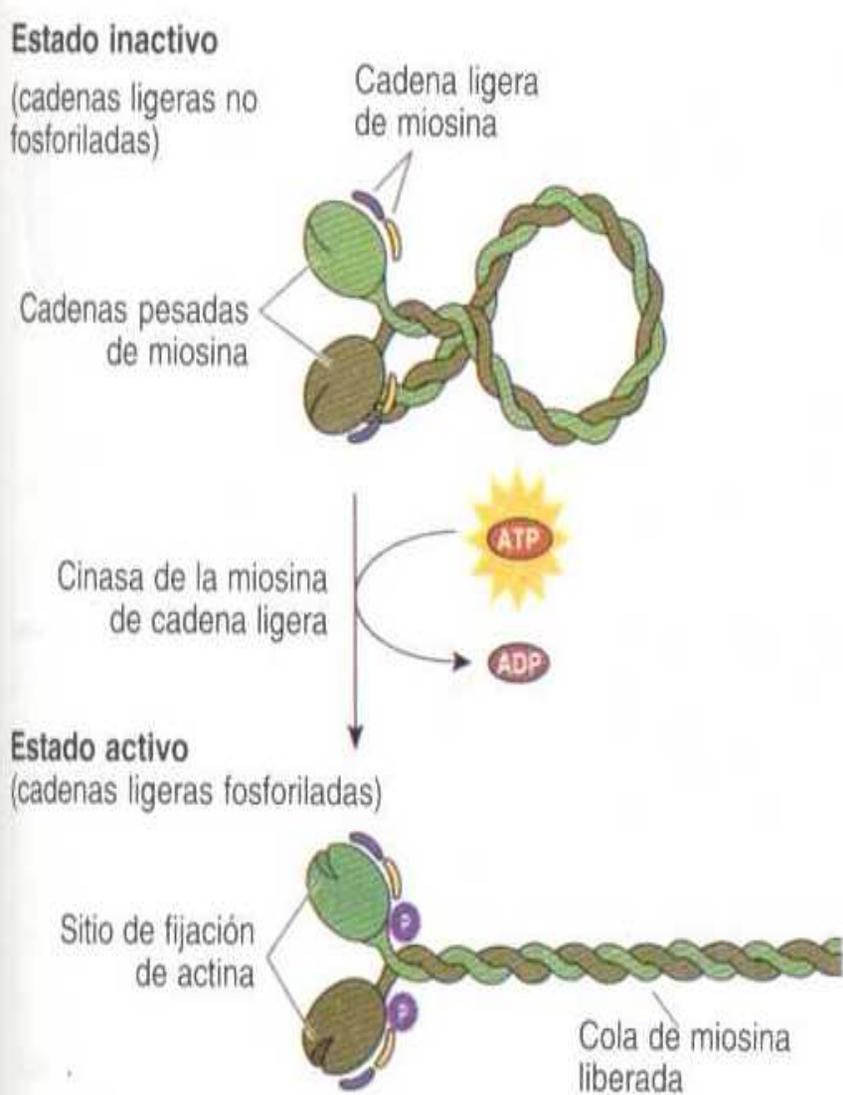


Figura 8-26. Esquema de la activación de una molécula de miosina del músculo liso. (Modificada de Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., and Watson, J.D.: Molecular Biology of the Cell. New York, Garland Publishing, 1994. Copyright Cell Press.)

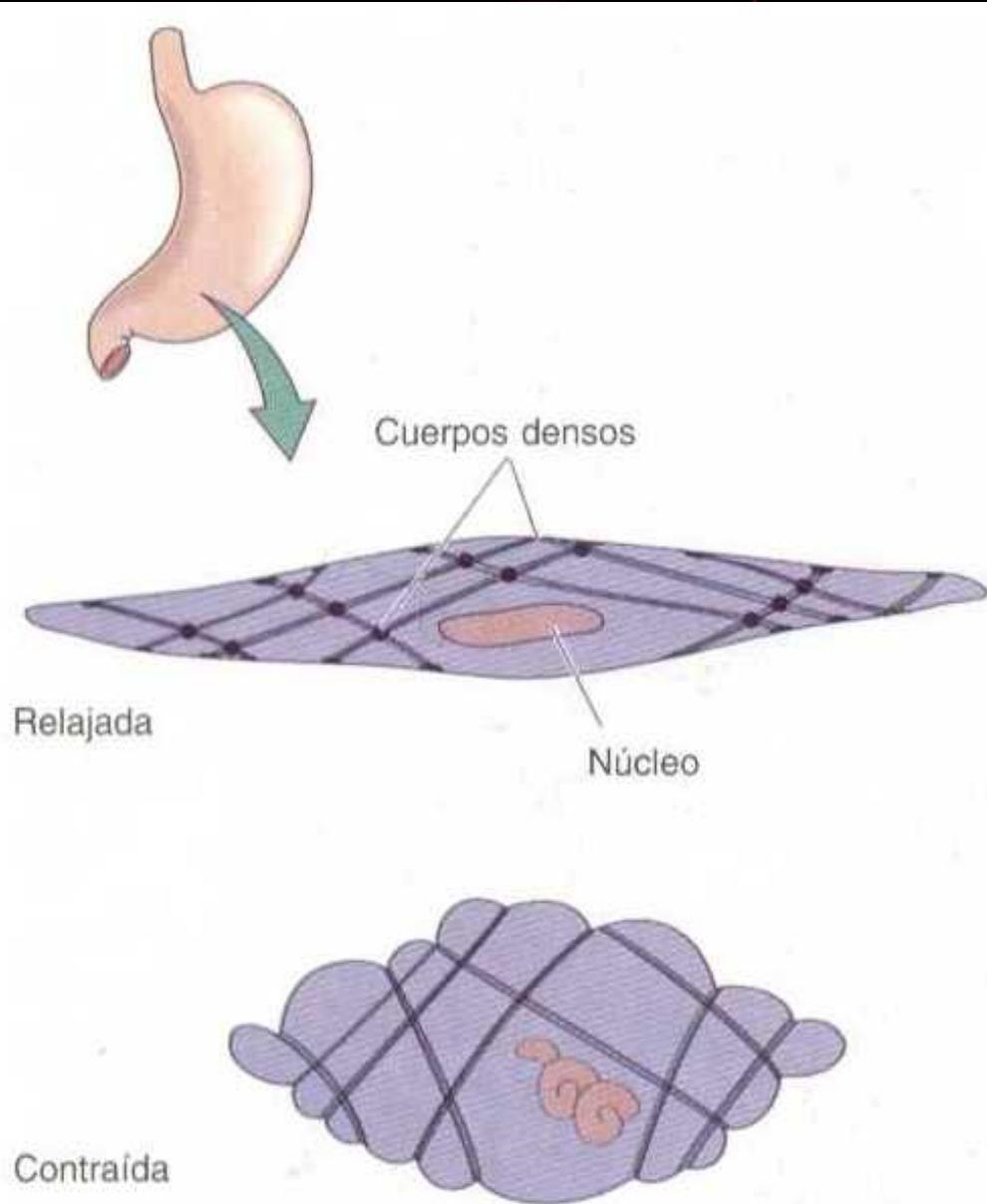
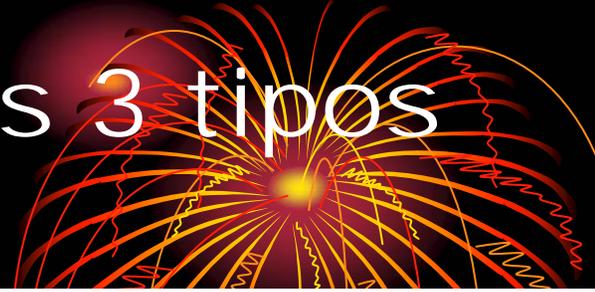


Figura 8-24. Esquema de una célula de músculo liso relajada y contraída.

Comparación entre los 3 tipos de Músculo



Cuadro 8-3. Comparación de los tres tipos de músculos

Aspectos	Esquelético	Cardiaco	Liso
Sarcómeros	Sí	Sí	No
Núcleos	Multinucleados; de localización periférica	Uno (o dos); ubicación central	Uno; localizado en el centro
Retículos sarcoplásmicos	Bien desarrollado con cisternas terminales	Mal definido; algunas terminaciones pequeñas	Cierto retículo endoplásmico liso (pero que no participa en el almacenamiento de calcio)
Túbulos T	Sí; pequeños, participan en la formación de tríadas	Sí; grandes, participan en la formación de díadas	No hay
Uniones celulares	No hay	Discos intercalares	Uniones comunicantes (nexos o uniones de intersticio)
Contracción	Voluntaria; "ley del todo o nada"	Involuntaria; rítmica y espontánea	Involuntaria; lenta y forzada; no sujeta a la "ley del todo o nada"
Control del calcio	Calsecuestrina en las cisternas terminales	Calcio proveniente de fuentes extracelulares	Cavéolas
Fijación del calcio	Troponina C	Troponina C	Calmodulina
Regeneración	Sí, por medio de las células satélites	No la hay	Sí
Mitosis	No	No	Sí
Fibras nerviosas	Motoras somáticas	Autónomas	Autónomas
Tejido conectivo	Epimisio, perimisio y endomisio	Vainas de tejido conectivo y endomisio	Vainas de tejido conectivo y endomisio
Aspectos distintivos	Largas; de forma cilíndrica; muchos núcleos periféricos	Células ramificadas; discos intercalares; núcleo único	Células fusiformes sin estriaciones; un núcleo

Inervación. Músculo liso.



- Sinapsis de 15 a 100 nm de ancho.
- Del tipo de Paso como conos de implan
- Vesículas de Noradrenalina o AcetilColina
- Iris y Conducto deferente: individuales Multiunidad
- Utero y tubo digestivos: uniones comunicantes.
- Factores varios: Oxitocina, estiramiento

Tejido muscular liso

Forma parte de la pared de la mayoría De los órganos huecos. (Estoma, vejiga Útero etc..)

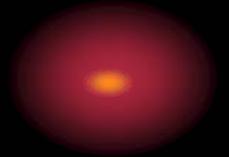
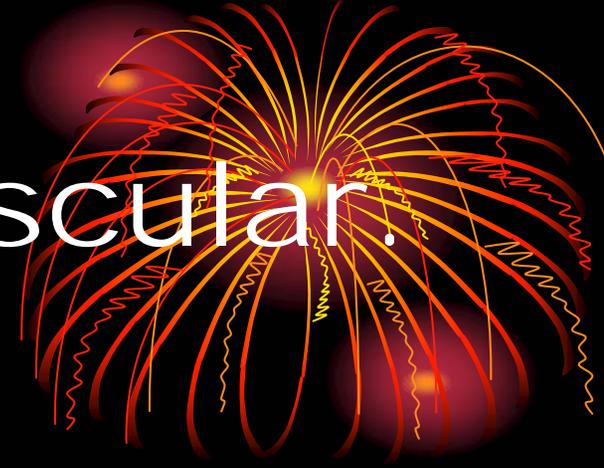
Funciona como perístalsis rítmica Del tubo digestivo

Tipo involuntario

Se contrae mas lento que el Músculo esquelético



Regeneración muscular.



- MES. No hace mitosis.
 - Células satélites si lo regeneran.
- MEC: no hace mitosis.
 - Cicatriza por fibroblastos y Colágena.
- ML: retiene capacidad mitótica.
 - Hay Hiperplasia de las existentes
 - Hay Hiperplasia por Pericitos.

Otras células contractiles



- Semejan fibroblastos.
- Contienen Actina y Miosina.
- Mioepiteliales
 - Glándulas mamarias: Oxitocina.
 - Glándula lacrimal: Acetilcolina.
- Miofibroblastos.
 - Contracción de heridas.
 - Erupción dental.

*GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN*

