

# TEJIDO MUSCULAR



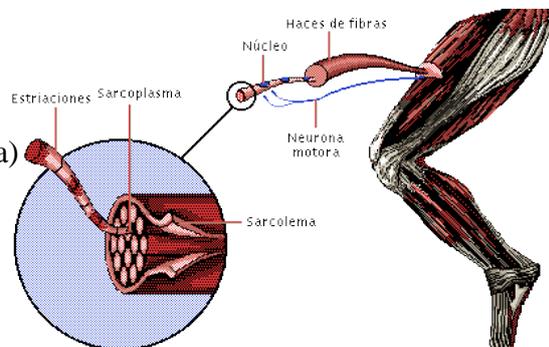
## CARACTERÍSTICAS GENERALES

**Localización:** se halla a lo largo y ancho del organismo humano excepto en el sistema nervioso, algunas glándulas y ganglios linfáticos.

**Origen:** se origina en el mesodermo a partir de las células mesénquimatosas hasta constituir células musculares primitivas y posteriormente transformarse en células musculares definitivas.

### Estructura:

- Células alargadas :
  - Núcleos central
  - Membrana externa (sarcolema)
  - Plasmolema
  - Citoplasma o sarcoplasma
  - Organoides citoplasmáticos
- Miofibrillas
- Complejos de unión
- Fibras conectivas



**Nutrición:** se da gracias a la presencia de pequeños vasos sanguíneos por el tejido conectivo, que permite el intercambio de oxígeno y nutrientes.

**Inervación:** unido a los músculos se encuentran los filetes nerviosos dependientes del sistema nervioso autónomo, y en dicha unión se encuentran las placas motoras.

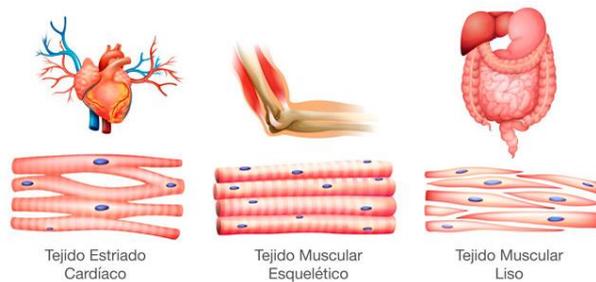
**Función:** Producir movimiento

**Propiedades:**

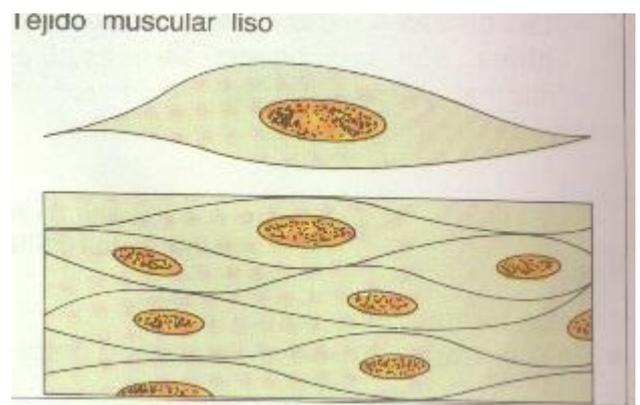
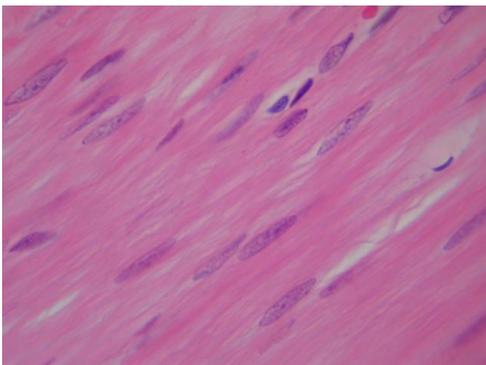
- Contractilidad: acortar la longitud de las células musculares.
- Conductibilidad: capacidad para conducir estímulos.

**Clasificación:**

- Músculo liso
- Músculo estriado
- Músculo cardíaco



## TEJIDO MUSCULAR LISO



Recibe también la denominación de tejido muscular involuntario porque su actividad está controlada por el sistema nervioso autónomo que, como su nombre lo indica, actúa independientemente de la voluntad.

## **Distribución**

Se encuentra formando parte de la mayoría de los órganos del cuerpo humana tales como el aparato digestivo, respiratorio, urinario, genital, masculino y femenino, de las arterias y venas de la piel y aún en el ojo



## **Origen embrionario**

La mayor parte de este tejido se originó en el mesénquima, las células mesenquimatosas indiferenciadas poco a poco van adoptando una forma alargada y sus núcleos se hacen ovalados, pasando entonces a constituirse en las células musculares primitivas a mioblastos.

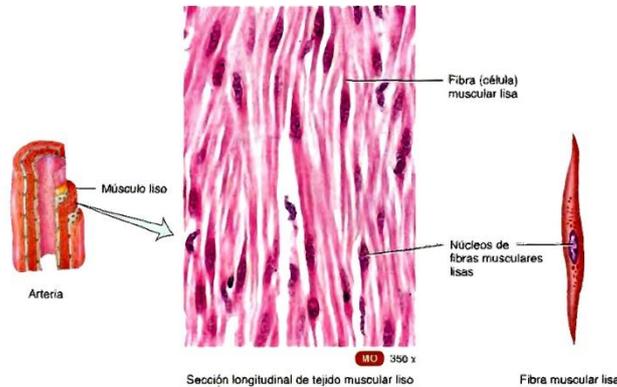
Los mioblastos se dividen por mitosis y al mismo tiempo aparecen las miofibrillas que forma un aspecto homogéneo.

## **Estructura**

La célula muscular Lisa es alargada en forma de huso con dos extremidades puntiagudas y una parte central ancha.

El núcleo es siempre ovalado posee cromatina bien desarrollada y puede presentar una o dos nucléolos.

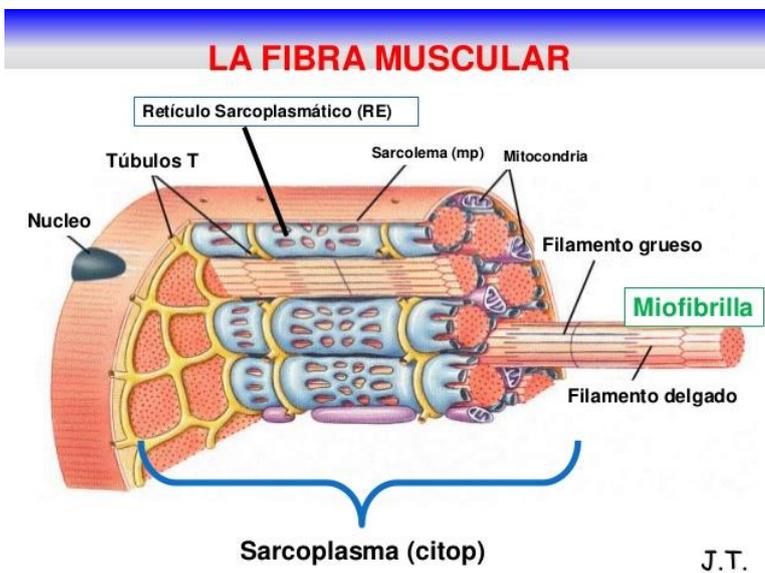
La membrana celular o sarcolema presenta una superficie regular cuando la célula está en reposo, con la contracción aparecen en ella unas estructura espaciales a manera de “manchas **oscuras**” llamadas nódulos de contracción.



El citoplasma o sarcoplasma está ocupado en su mayor parte por aquellas estructuras alargadas denominadas miofibrillas quedando libre una franja estrecha en el contorno de la célula y otra franja ,también estrecha alrededor del núcleo ,dentro de estos espacios vamos a encontrar numerosas mitocondrias ,el complejo de Golgi una cantidad variable de lípidos y glucógeno.

En la zona de citoplasma situado por debajo del sarcolema se localiza el retículo endoplásmico o retículo sarcoplásmico. Este es un organoide constituido por una unas dilataciones de tipo vesicular llamados “**Caveolas** “las cuales por un sistema de pequeños túbulos se comunican con otras estructuras dilatadas en forma de “**cisternas**”.

Las Caveolas su función sería la de intervenir en el transporte del impulso nervioso hacia el interior de las células.



Las cisternas en cambio por su relación con las Caveolas también intervendrán en el transporte del impulso contráctil.

Existen tres tipos de miofilamentos: los miofilamentos finos o delgados, los miofilamentos intermedios y los miofilamentos gruesos.

## **Medios de unión y agrupamiento de las células**

Para construir un músculo liso las fibras se agrupan, de modo que la parte ancha de una célula coincide con las puntas de las vecinas. La mayoría de estas células están íntimamente unidas a través de sus extremos por la presencia de desmosomas o de interdigitaciones. Las fibras así unidas forman una especie de haces musculares. En los pequeños espacios dejados por las fibras se aloja un escaso tejido conectivo reticular (laxo).

## **Nutrición e Inervación**

Las necesidades de irrigación no son muy notables. Los pequeños vasos que transitan por el tejido conectivo reticular, se ramifican y toman contacto con la periferia de las células. Estos pequeños vasos provienen de otros mayores que pasan por las cercanías del músculo.

La inervación se da por filetes abundantes que se originan tanto en el simpático como en el parasimpático.

## **Mecanismo de Contracción**

Puede llevarse de dos formas:

- En el primer caso puede contraerse toda la fibra en un solo tiempo, dándose un acortamiento longitudinal y un notable ensanchamiento en su parte medial.
- En el segundo caso, la contracción se restringe a un segmento de la fibra, con lo que aparece una zona celular más abultada que el resto, posteriormente esta contracción se propaga a toda la fibra.

Tanto el acortamiento longitudinal como el respectivo ensanchamiento transversal durante el proceso contráctil, se explicaría por la existencia de un mecanismo de deslizamiento de los miofilamentos gruesos que contienen miosina y tropomiosina sobre los miofilamentos delgados que contienen actina y también tropomiosina.

Para la contracción, se necesita de la llegada al músculo de fibras nerviosas. Las fibras nerviosas, usualmente inervan muchas fibras musculares, que van a parar a cada una de las células musculares. De acuerdo a esta disposición, la contracción será simultánea en todas las fibras musculares. Este es el llamado mecanismo de unidad múltiple.

Se ha visto sin embargo que puede haber fibras lisas que tienen el aporte nervioso, solamente algunas de ellas, estas fibras musculares se unen a las vecinas por medio de los desmosomas, zónulas ocluyentes e interdigitaciones; el impulso que llega a las células muscular que posee inervación provoca la contracción de estas y el mismo se transmite a la célula vecina, este mecanismo llamado visceral responde a la propiedad de conductibilidad del tejido muscular que estaría asegurada por la presencia del retículo endoplásmico.

## **TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO**

Debe su nombre al hecho de que presenta miofibrillas con estriaciones longitudinales y transversales. Se le denomina también músculo voluntario por estar controlado y dirigido por el sistema nervioso dependiente de la voluntad.

### **Distribución**

Este tejido constituye todos los llamados músculos esqueléticos, o sea aquellos que están unidos a los huesos.

### **Origen Embrionario**

También se origina del mesénquima.

Las células mesenquimatosas indiferenciadas se transforman en mioblastos, los cuales son de forma alargada y poseen un solo núcleo. Posteriormente estos mioblastos se colocan uno a continuación de otro, desapareciendo las zonas de sarcolema que los limitan longitudinalmente, lo cual provoca la fusión de los citoplasmas. El resultado de todo esto es la formación de unos elementos alargados compuestos por varios núcleos que no son otra cosa que las fibras musculares estriadas.

### **Estructura**

Las células estriadas tienen una forma semejante a cilindros o prismas cuyos extremos son muy irregulares.

La longitud de estas células es muy variable hay algunas tan largas y otras muy cortas, la misma variabilidad ocurre con el grosor de las fibras.

La membrana celular o sarcolema no es muy observable, desempeña un papel importante en la unión del Músculo con los Tendones. Este sarcolema es delgado y se tiñe mal con hematoxilina eosina. Al microscopio electrónico se lo observa cubierto por una membrana amorfa muy parecida a la de los epitelios, que no es otra cosa que el plasmolema o glucocolix. Esta membrana tiene importancia en el proceso de transmisión del impulso nervioso desde las células nerviosas a las musculares.

De acuerdo a lo expresado en el origen embrionario, la fibra estriada tiene varios núcleos, generalmente de 5 a 7, en cuanto a su forma son también variables, generalmente son alargados u ovoides y se sitúan en la periferia de la célula muy cerca del sarcolema.

El citoplasma o sarcoplasma de la fibra estriada ocupara el interior de la célula y su volumen puede variar dependiendo esto de la abundancia de núcleos y sobre todo de las miofibrillas.

Debemos anotar que en el centro de la célula se hallan las miofibrillas, por lo tanto las organetas se encuentran hacia la periferia y muy cerca del sarcolema.

En este sarcolema existe un pigmento llamado mioglobina ya que es parecido a la hemoglobina de los eritrocitos, por lo tanto las fibras son de color rojo (**fibras rojas**) en el caso contrario, se llaman fibras blancas.

Entre los organitos citoplasmáticos vamos a encontrar el aparato de Golgi, abundantes sarcosomas , ribosomas, un importante retículo endoplásmico de superficie lisa, glucógena y una estructura especial conocida con el nombre de “**túbulos transversos**” o “**sistemas 1**”, que ya señalamos a propósito del musculo liso.

Por la importancia que han cobrado en el intrincado mecanismo de la contracción muscular vamos a ocuparnos, aunque sea brevemente, del retículo sarcoplasmico y de los túbulos transversos.

El retículo endoplásmico es una estructura constituida por una serie de formaciones “**vesiculares**” que se continúan con otras formaciones de tipo tubular y que tanto vesículas como túbulos se disponen alrededor de las miofibrillas en sentido longitudinal.

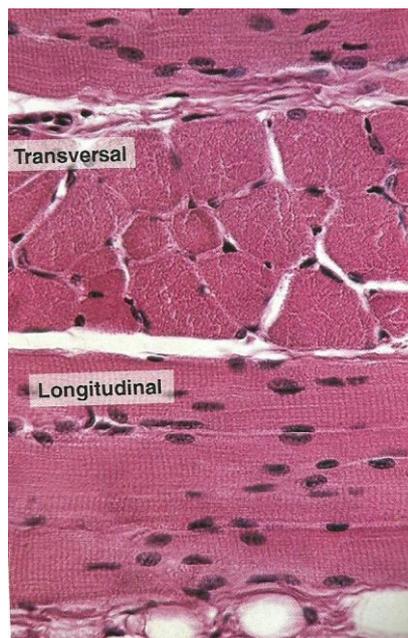
Los túbulos transversos están representados por una especie de “**embudos**” que son invaginaciones del sarcolema, estos embudos se continúan con formaciones tubulares que penetran en el sarcoplasma y una vez allí se ramifican para terminar en las cisternas o dilataciones del retículo en el retículo endoplasmatico, estas estructuras rodean también

a las miofibrillas pero en sentido transversal de allí su denominación de túbulos transversales. Las formaciones en embudo se denominan también caveolas.

Parece muy probable que las cisternas repletas de calcio sean los sitios por donde se comunican retículo endoplásmico y túbulos transversos.

## Miofibrillas

- Parte del sarcoplasma.
- Elementos alargados.
- Ubicados longitudinalmente de un extremo a otro de la célula.
- Vistas con un microscopio de luz ordinaria se ve unas bandas transversales.
- Ayuda en la estriación longitudinal
- La estriación transversal en presencia de discos alternos o segmentos claros y oscuros.



### Segmentos claros

- Llamados discos o bandas "T"
- Constituidos por proteína actina
- Son monorefrigerantes o isótopos

### Segmentos oscuros

- Son biorefrigerantes o anisótopos
- Llamados discos o bandas “A”
- Constituida por proteína miosina

### **Constitución de las miofibrillas**

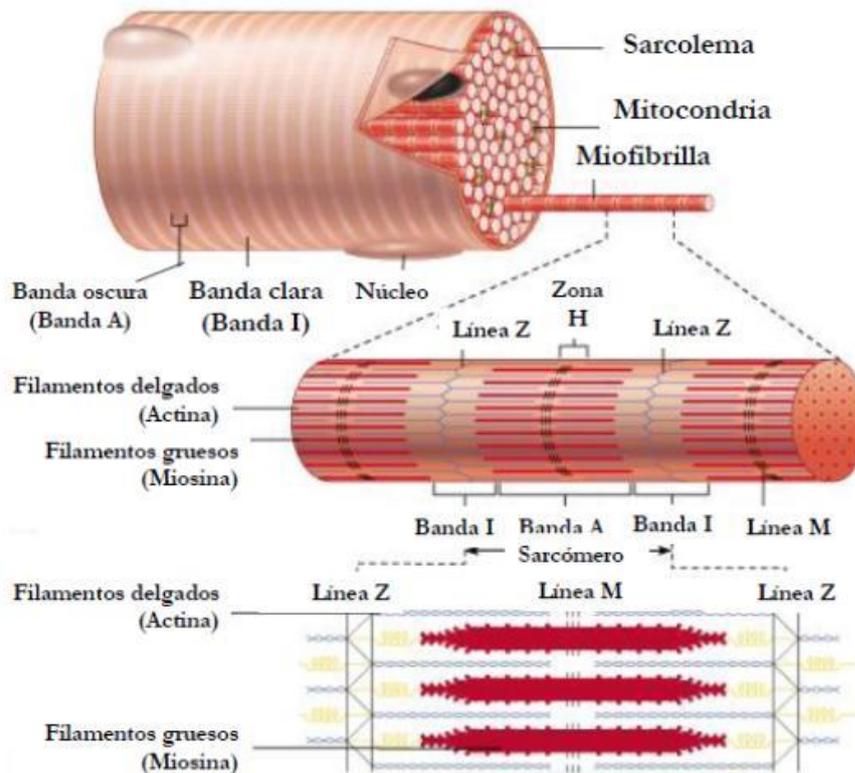
- Un segmento “A” e “I” se suceden alternadamente
- Banda clara: ayuda a que la actina de una miofibrilla este a la misma altura de las otras.
- Disco oscuro: ayuda a que la miosina de una miofibrilla este a la misma altura de las otras.

### **Discos**

- ❖ El disco “I” tiene en su parte media una línea transversal oscura y toma el nombre de línea “Z”
- ❖ El disco “A” presenta en su parte media una zona transversal clara llamada banda “H” (Henle)
- ❖ En la parte central de la banda “H” encontramos a la línea “M”

### **Sarcómero o sarcómera**

Espacio de miofibrillas comprendido entre dos líneas "Z" vecinas.



## Constitución

- ❖ Desde una línea "Z"
- ❖ Por la mitad de un disco "I"
- ❖ Un disco "A" completo
- ❖ Mitad del disco "I"
- ❖ Hasta la otra línea "Z"
- ❖ La línea "M" es la mitad del sarcomero

## Miofilamentos

**Mediante ellos se da las estriaciones y divisiones de las miofibrillas.**

Tres clases:

- ❖ Miofilamentos gruesos
- ❖ Miofilamentos delgados
- ❖ Miofilamentos de anclaje o intermedios

## Miofilamentos delgados

- ❖ Inician a partir de las manchas oscuras.
- ❖ Constituidas por actina la que se presenta de dos formas:

- ✓ Primer caso dos cadenas de forma redonda, dobladas unas con otras llamada actina G.
- ✓ Segundo caso estructuras largas fibrilares llamada actina F.
- ❖ Se extiende desde los límites de la banda "H" hasta la línea "Z"

### **Miofilamentos gruesos**

- ❖ Mayor diámetro
- ❖ Están en menor proporción que los delgados
- ❖ Contiene miosina
- ❖ Están dentro del disco "A"
- ❖ Constituida por dos fragmentos:
  - ✓ Primera parte llamada meromiosina ligera
  - ✓ Segunda parte llamada meromiosina pesada

### **Miofilamentos intermedios**

- ❖ Están en la mitad de los anteriores y transversalmente en la célula.
- ❖ Brinda soporte a los miofilamentos finos.
- ❖ Constituidas por tropomiosina

Línea "M" une los extremos libres de los filamentos finos.

Línea "Z" originan e interdigitan entre si miofilamentos finos y luego da lugar a los intermedios.

### **Medios de Unión y Distribución Celular**

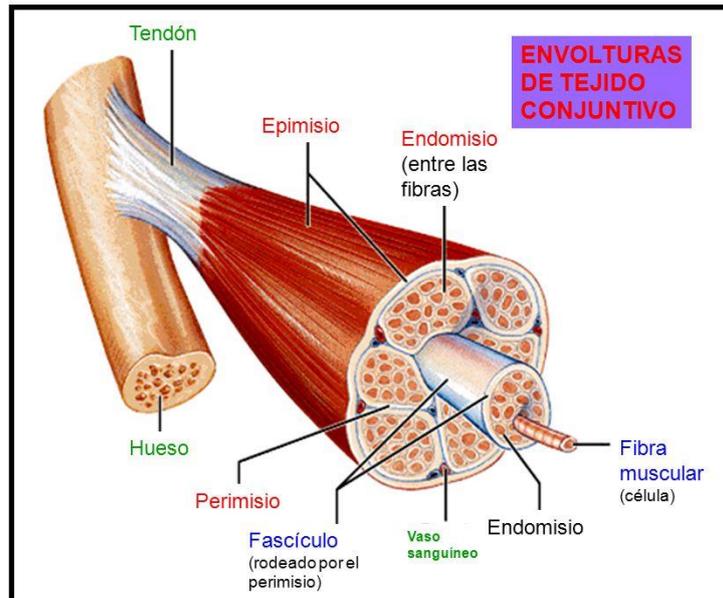
Las fibras unidas por complejos de unión (interdigitaciones, desmosomas, etc.)

**Endomisio:** Entre células hay tejido conectivo laxo areolar.

**Perimisio:** fibras estriadas agrupadas en haces y separadas por tejido conectivo.

**Epimisio:** conjunto de fascículos constituye el musculo cubierto por tejido conectivo laxo.

Por ellos corren los vasos capilares arteriovenosos.



## Nutrición e Inervación

Por el tejido conectivo que se encuentra en los músculos transitan los vasos sanguíneos y nervios. La irrigación es abundante, sumamente variada e incluye numerosas anastomosis entre los pequeños vasos que están destinados a nutrir al músculo.

Los filetes nerviosos al llegar a las cercanías del tejido muscular se ramifican profusamente, de modo que no hay fibra muscular que no reciba su inervación. La llegada de una libra nerviosa a una fibra muscular estriada constituye una íntima relación entre ambas estructuras, así están formadas las llamadas uniones mioneurales. Cuando la unión mioneural conduce estímulos de movimiento (contracción), la estructura se denomina placa motriz, si en cambio la conducción corresponde a estímulos sensitivos vamos a encontrar estructuras especiales cuyo estudio corresponde al capítulo de terminaciones nerviosas.

### Uniones Musculo Tendinoso

El sarcolema está revestido por una malla de fibrilla reticulares, del tejido conectivo laxo de las mismas forman pequeñas "lendoncitos" que se continúan directamente con

las haces de fibras colágenas del tendón, consecuentemente se establece una relación de continuidad por medio del sarcolema y el tendón.

### **Mecanismo de Contracción**

A diferencia del músculo liso, el estriado posee una particularidad en la contracción, la fibra se contrae del todo o no hay contracción. Esta es la ley “Del todo o nada”.

Durante la contracción lo que se ha observado a nivel de las miofibrillas, es que se produce un deslizamiento de los filamentos finos entre los espacios dejados por los gruesos. Los extremos libres de los filamentos que, terminan en los límites de la banda “H”, se acercan y se juntan, la banda “H” desaparece, las líneas “Z” tienden a acercarse entre sí y el disco “I” se acorta. Como resultado de todo esto las miofibrillas se acortan, y lógicamente, se acortaran también las células musculares. La repentina atracción que experimentan los filamentos para deslizarse una a lo largo del otro y provocar la contracción, tendría su explicación en un largo y complicado proceso físico-químico cuyos por menores no están muy bien aclarados.

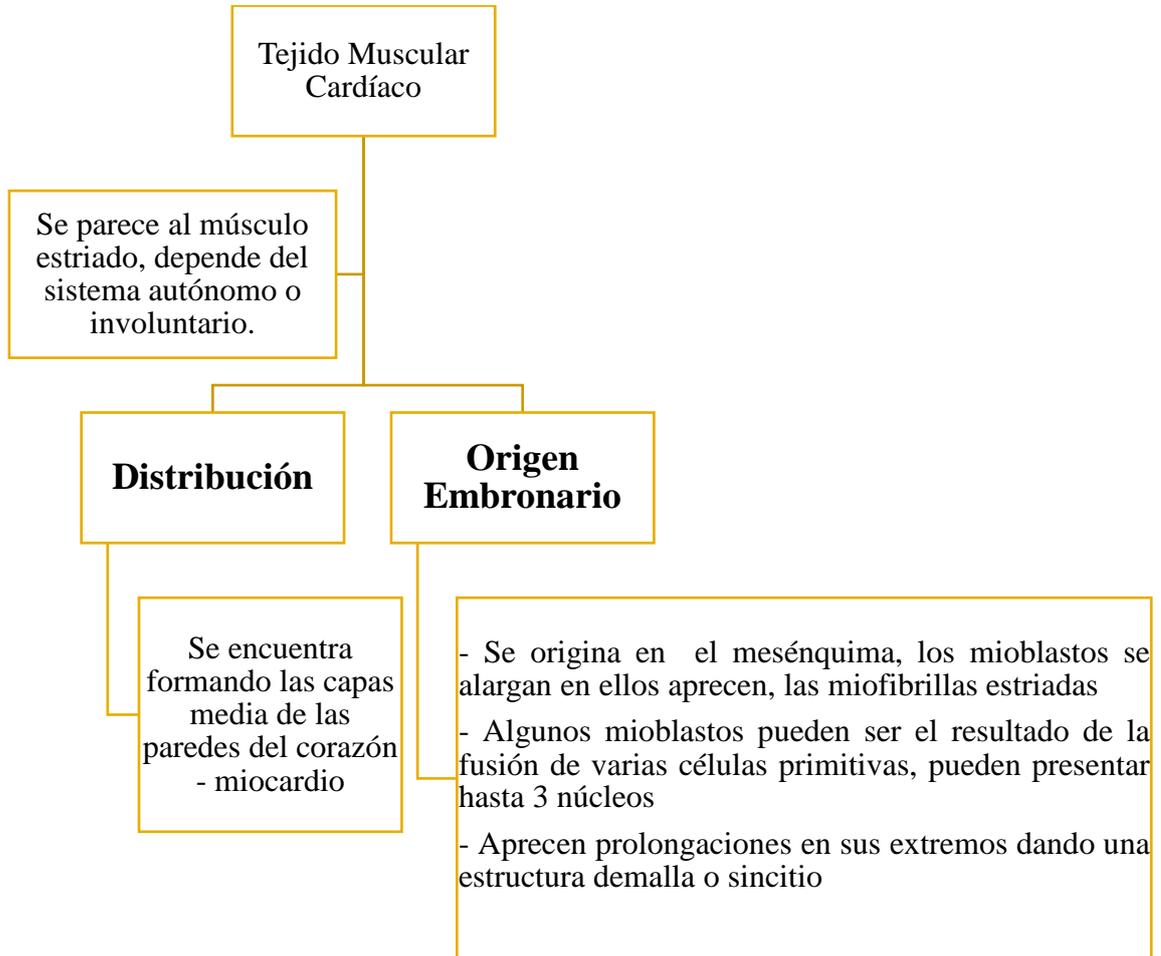
El impulso motor conducido por los filetes nerviosos llega hasta la unión mioneural (placa motriz) allí se pone en contacto con el sarcolema y por un fenómeno eléctrico de despolarización de dicha membrana penetra al interior de la célula a través de los túbulos transversos; esto hace que las cisternas del retículo sarcoplásmico liberen el calcio que contienen en forma de iones, estos iones se difunden rápidamente entre las miofibrillas y por ende los miofilamentos. Normalmente cuando la fibra está en reposo o sea en relajación la tropomiosina se encuentra combinada con otra sustancia llamada troponina.

Parece que este enlace impide que la actina “G” (integrante de los miofilamentos finos) se combina con la miosina integrante de los miofilamentos gruesos, al llegar a los miofilamentos los iones de calcio, reaccionan con la troponina y dejan en libertad a la tropomiosina, el efecto inhibitor generado por ellas desaparece, en consecuencia la actina y miosina se fusionan para construir una nueva sustancia la actomiosina, la misma que desencadena el deslizamiento de los miofilamentos entre sí, o sea se produce la contracción.

Esta serie de reacciones químicas requieren, para su realización, de una apreciable cantidad de energía. La fuente más idónea para ello, la constituyen los sarcosomas o mitocondrias, los mismos que son ricos en una sustancia llamada ácido adenosintrifosfato, más conocida como ATP, este ATP fácilmente se desdobra en ácido adenosindifosfato ADP y fosfato libre ionizado, produciéndose la energía.

Debido al hecho de que la cantidad de ATP que hay en el músculo no es muy grande, es menester que se produzcan una serie, a base de ADP, glucógeno y otras sustancias, tendientes a reconstituir continuamente el ATP requerido durante el trabajo muscular. La proteína llamada mioglobina, que la hemos mencionado antes, suministra el oxígeno necesario para la realización del proceso.

## TEJIDO MUSCULAR CARDIACO

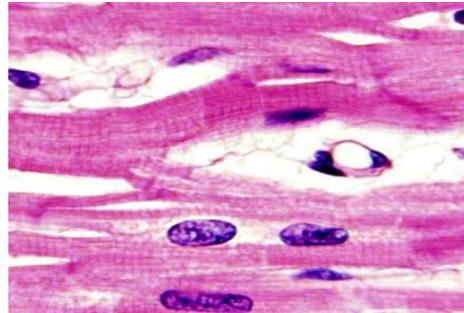
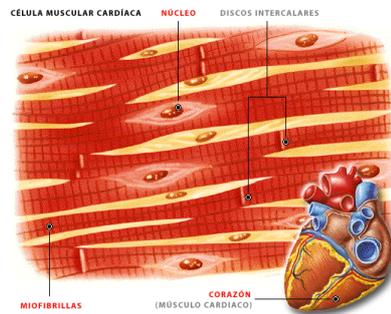


(MUÑOZ, 2010)

### Estructura

- Las fibras musculares cardíacas tienen forma y longitud variables, la mayoría son cilíndricas; encontramos núcleo, membrana celular y citoplasma.
- La membrana celular (sarcolema), presenta sustancia amorfa (glucocalix), igualmente presenta unas invaginaciones
- El citoplasma es más abundante que en los otros tejidos musculares, contiene numerosos sarcosomas, aparato de Golgi granular, una buena cantidad de glucógeno, lípidos y mioglobina.
- Dotado de un importante retículo endoplásmico, se lo conoce también con el nombre de sistema “L”, porque la distribución de sus tubos es longitudinal.

- La fibra cardíaca presenta miofibrillas de dirección longitudinal, cada miofibrilla constituida por miofilamentos gruesos y delgados ( composición química similar a los enunciados en las fibras estriadas) (MUÑOZ, 2010)



- **El músculo estriado cardíaco está formado por células con las siguientes características:**

- Son células alargadas, ramificadas en sus extremos.
- Núcleo: ovoide, central, cromatina laxa.
- Citoplasma: con finas estrías (los miofilamentos de actina y miosina están ordenados periódicamente), con bandas oscuras y claras. (Histología UNFV-FTM)

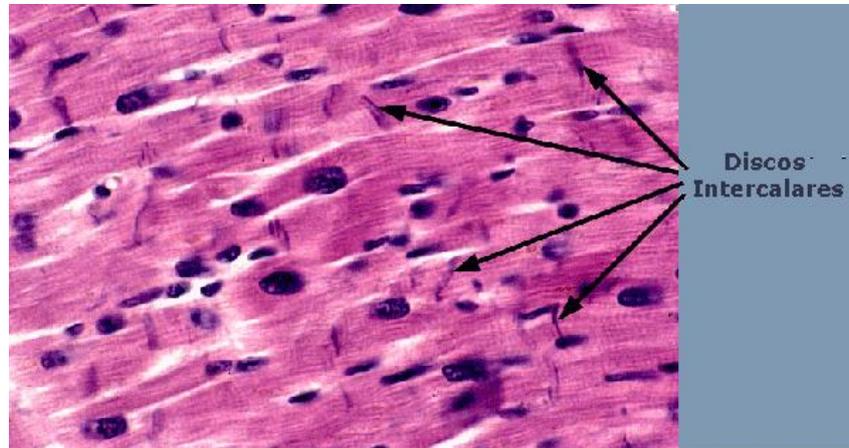
- **Hay características típicas de la célula del músculo estriado cardíaco:**

- Espacio perinuclear claro: alrededor del núcleo existe una zona que no presenta estriaciones, contiene almacenado glucógeno, polisacárido energético fuente de glucosa, necesario para la contracción muscular continua. (Histología UNFV-FTM)

## MEDIOS DE UNIÓN CELULAR

Las células musculares cardíacas se disponen anastomosadas entre sí, formando una vasta red; presencia de los complejos de unión, las zonas de oclusión y las zonas de adherencia, que unen férreamente las membranas celulares de las células vecinas. La presencia de estos complejos de unión, son los responsables que en los cortes bien preparados, se observen aun con microscopio de luz, unos trazos – segmentos intercalares. Estos trazos dispuestos irregularmente, a manera de gradas, se les llama segmentos o bandas escaleiformes o discos intercalares. (MUÑOZ, 2010)

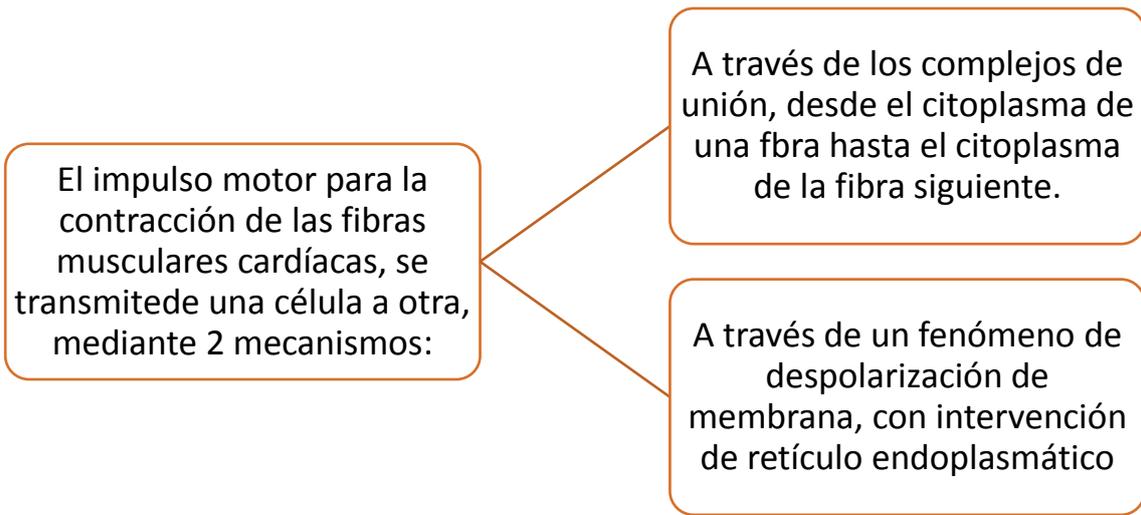
·Disco intercalar: zona de unión intercelular que facilita el paso de impulso nervioso de una célula a otra. (Histología UNFV-FTM)



### **NUTRICIÓN E INERVACIÓN**

La nutrición del tejido está dada por numerosos vasos sanguíneos, en cuanto a la inervación, el miocardio recibe filetes tanto del simpático como del parasimpático, los filetes nerviosos terminan en las inmediaciones de una estructura especial denominada nódulo sino-auricular.

### **MECANISMOS DE CONTRACCIÓN**



Además se ha descubierto que entre células del miocardio, existen unos elementos no nerviosos, encargados de conducir estímulos, en conjunto se les conoce como sistema cardio – nector del corazón o fibras de Purkinje. (MUÑOZ, 2010)

**El músculo estriado cardiaco tiene contracción involuntaria, rítmica y espontánea.**  
(Histología UNFV-FTM)

## **Bibliografía**

Histología UNFV-FTM. (s.f.). Recuperado el 14 de Enero de 2017, de  
<http://tejidomuscular.galeon.com/productos1032290.html>

MUÑOZ, D. A. (2010). Manual de Citología e Histología Humana. Quito: Fredi Landázuri.