



Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado
Decanato de Ciencias Veterinarias
Área de Anatomía Microscópica e Histoembriología Veterinaria



SISTEMA CARDIOVASCULAR.

Tarabana, febrero del 2019.

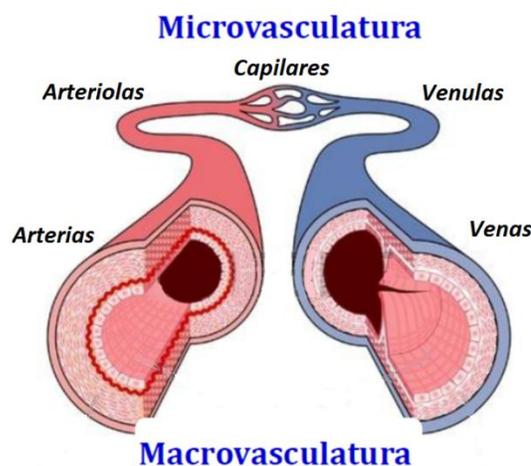
SISTEMA CARDIOVASCULAR.

El sistema cardiovascular (SCV) cumple funciones vitales en el organismo animal, distribuyendo sangre oxigenada a todos los tejidos, y retirando la desoxigenada, así como transportando miles de sustancias de importancia fisiológica a sus sitios de acción. Los componentes de este sistema son: el corazón, los vasos sanguíneos y las estructuras especiales. El corazón actúa como una bomba propulsora y automatizada, la cual bombea la sangre a presión, hacia los vasos sanguíneos eferentes o arteriales, los cuales la conducen hacia los capilares que se ubican en los órganos y tejidos, para el intercambio de nutrientes y metabolitos. Asimismo, los vasos sanguíneos aferentes o venosos retiran la sangre desde los tejidos y órganos y la regresan al corazón. **El sistema cardiovascular se origina de la hoja embrionaria mesodérmica.**

El SCV es un circuito cerrado de estructuras tubulares (los vasos sanguíneos y el corazón) por donde circula la sangre. Las **arterias** se ramifican y progresivamente, en cada ramificación disminuye su calibre y se forman las arteriolas, estas se ramifican en múltiples vasos de menor calibre, los **capilares** que se distribuyen entre los tejidos. Los capilares se unen en grupos y drenan su contenido en vénulas que son las venas más pequeñas, que se fusionan para desembocar en **venas** cada vez de mayor calibre, las venas son vasos aferentes que retornan la sangre al corazón.

Los vasos sanguíneos, se agrupan en:

- **Sistema microvascular:** Sistema de vasos sanguíneos de pequeño calibre y pared delgada, a través de los cuales se realiza el intercambio de gases, sales, agua y metabolitos (intercambio metabólico) entre la sangre y los tejidos; formado por las arteriolas, capilares y vénulas.
- **Sistema macrovascular:** Son un grupo de vasos sanguíneos visible a la vista, comprende los vasos que se inician en el corazón, recorren los circuitos de la circulación mayor y menor, generalmente tienen nombre propio, está constituido por las arterias y venas de pequeño, mediano y gran calibre.



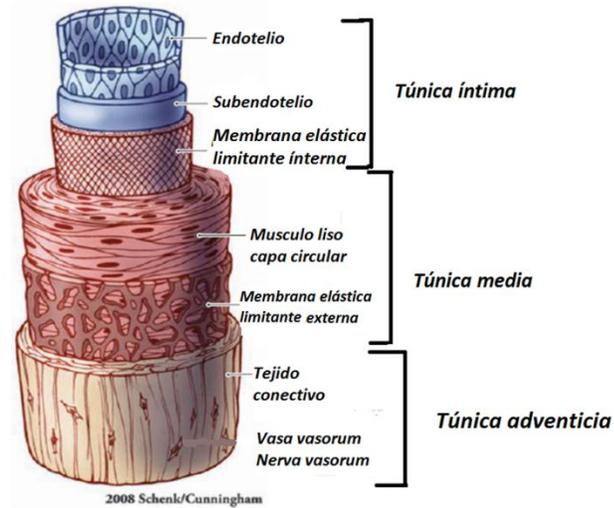
1. -Estructura general de los vasos sanguíneos:

Recordemos que los vasos sanguíneos son estructuras tubulares; histológicamente la pared de los vasos sanguíneos con diámetro superior al de los capilares, se constituye por envolturas o túnicas; túnica interna o íntima la cual está en contacto con la sangre; túnica media; y túnica externa o adventicia.

La **túnica íntima** consta de un **endotelio** (epitelio de revestimiento plano simple), el cual cumple funciones específicas, tanto en los vasos sanguíneos como en los vasos linfáticos, se destacan entre ellas: ser barrera de permeabilidad, síntesis de colágeno, proteoglicanos y lámina basal, así mismo síntesis de factor von Willebrand y síntesis de sustancias antitrombóticas (trombomodulina, óxido nítrico, etc.), también síntesis de citoquinas y de factores de crecimiento. Dentro de la túnica íntima, inmediatamente por debajo del endotelio se encuentra el **subendotelio** de tejido conectivo general laxo mezclado con fibras musculares lisas. Estableciendo el límite de esta túnica la **membrana o lámina limitante elástica interna** constituida por una condensación de fibras elásticas, esta puede estar ausente en vasos de menor calibre.

La **túnica media** presenta músculo liso dispuesto en forma circular, fibras elásticas, colágenas en proporción variable, además de proteoglicanos. En el límite con la túnica adventicia puede haber una concentración definida de fibras elásticas, la denominada **membrana o lámina limitante elástica externa**. Es importante aclarar que, en el caso de las arterias, el único tipo celular que encontramos en la túnica media es la célula muscular lisa, la cual es responsable de la elaboración de las fibras colágenas, fibras elásticas y proteoglicanos. Esto es de alta relevancia, por cuanto en las venas, si bien existen células musculares lisas en la túnica media, también hay fibroblastos, y son estos últimos los responsables de sintetizar la sustancia intercelular.

La **túnica adventicia** es la túnica más externa y está constituida principalmente por tejido conectivo general fibroelástico, así mismo se puede encontrar músculo liso y tejido conectivo general adiposo. Los vasos sanguíneos de mayor calibre y de pared gruesa presentan en esta túnica pequeños vasos sanguíneos (**vasa vasorum**) los cuales le proporcionan nutrición a esta túnica y a la media; los vasos de pared más delgada obtienen el oxígeno por difusión desde la luz vascular. También hay ramas de nervios autónomos (**nerva vasorum**), que inervan el músculo liso de la túnica media.



2.- Arterias

Criterios de clasificación de las arterias.

- ✓ **Función** {
 1. Conductoras ★
 2. Distribuidoras ★

- ✓ **Constitución de su túnica media** {
 1. Elásticas ★
 2. Musculares ★

- ✓ **Tamaño** {
 1. Gran Calibre ★
 2. Mediano Calibre ★
 3. Pequeño Calibre
 4. Arteriola

Arteria Elástica o de Gran Calibre o Conductoras

- ✓ Túnica íntima: endotelio, Subendotelio de TCG Laxo y algunas fibras musculares lisas, MLEI (membrana limitante elástica interna).
- ✓ Túnica media: con **predominio de fibras elásticas**, entre ellas se encuentran fibras colágenas y musculares lisas, MLEE (membrana limitante elástica externa).
- ✓ Túnica Adventicia TCG laxo y denso mezclado, con tejido conectivo adiposo, algo de músculo liso, vasa vasorum y nerva vasorum.

Las membranas elásticas presentan perforaciones a intervalos, para permitir el paso de nutrientes que vienen desde la túnica adventicia. Cuando estas arterias se van a ramificar para dar origen a las arterias musculares comienzan a disminuir en número las membranas elásticas hasta quedar reducidas sólo a dos membranas elásticas o láminas limitantes, una interna y otra externa. De ambas, la externa es inconstante, y sólo se observa en las arterias musculares y arteriolas más grandes. Posteriormente, a nivel de las arteriolas más pequeñas, se mantiene la lámina limitante elástica interna hasta un lumen aproximado de 40 micrones. Bajo este valor, también desaparece la lámina limitante interna.

Arterias Musculares o Distribuidoras

En este grupo tenemos a las arterias de mediano y pequeño calibre, se corresponden a la mayoría de las arterias del cuerpo. La pared de estas arterias es relativamente gruesa por el notorio predominio de músculo liso en su túnica media. Además son llamadas arterias de distribución. Su pared presenta las siguientes características histológicas:

- ✓ Túnica íntima: endotelio, Subendotelio de TCG Laxo con fibras colágenas y elásticas delgadas, con MLEI muy notable.
- ✓ Túnica media: con **predominio de fibras musculares lisas** dispuestas en forma circular, entre las capas de músculo hay pequeñas cantidades de fibras colágenas y elásticas. Generalmente MLEE es bien definida.
- ✓ Túnica Adventicia TCG laxo y denso mezclado, con tejido conectivo adiposo, con vasa vasorum y nerva vasorum.

Arteriolas:

Vasos sanguíneos con diámetro máximo de 100 μm , forma parte de la microvasculatura y su pared está constituida histológicamente:

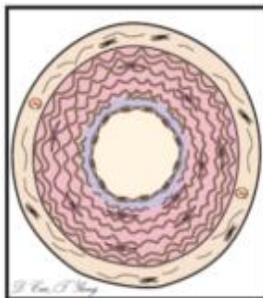
- ✓ Túnica Íntima: Endotelio, subendotelio sólo en las arteriolas de mayor calibre y MLEI delgada en las arteriolas de mayor calibre.
- ✓ Túnica Media: músculo liso dispuesto de manera circular, se pueden observar 1 o 2 capas celulares. La MLEE es muy delgada y solo se observa en las arteriolas de mayor calibre.
- ✓ Túnica Adventicia: es delgada de tejido conectivo laxo.

Características de los vasos sanguíneos arteriales.

Arteria	Túnica íntima	Túnica media	Túnica adventicia
<i>Elástica (conducción)</i>	<i>Endotelio, subendotelio, membrana elástica interna.</i>	<i>Músculo liso, Fibras elásticas, membrana elástica externa.</i>	<i>Tejido conectivo general, vasa vasorum, nerva vasorum.</i>
<i>Muscular (distribución)</i>	<i>Endotelio, subendotelio, membrana elástica interna.</i>	<i>Músculo liso, membrana elástica externa.</i>	<i>Tejido conectivo general, vasa vasorum, nerva vasorum.</i>
<i>Arteriola</i>	<i>Endotelio, subendotelio, membrana elástica interna (poco definida).</i>	<i>músculo liso.</i>	<i>Tejido conectivo general, nerva vasorum.</i>
<i>Metarteriola</i>	<i>Endotelio, subendotelio.</i>	<i>músculo liso.</i>	<i>Tejido conectivo laxo.</i>

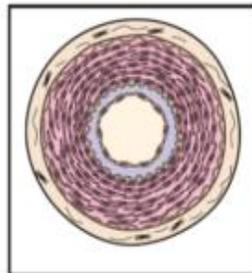
Arteria de gran calibre (elástica)

Conductora



Arteria de mediano calibre (muscular)

Distribuidora



Pequeña arteria

Distribuidora



Arteriola

Distribuidora

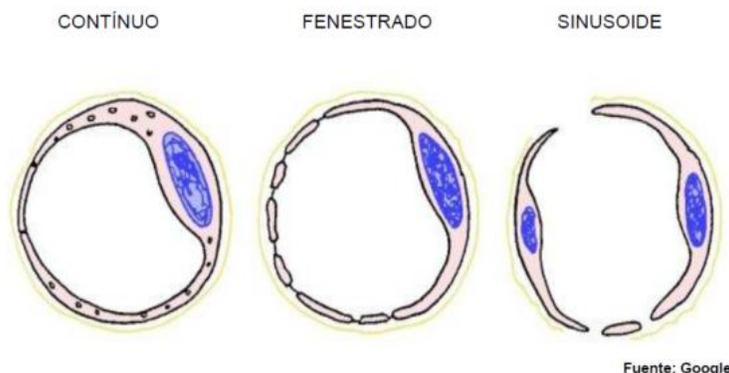


3.- Capilares

El sistema cardiovascular está revestido por una capa de células endoteliales. En los **capilares sanguíneos**, esta capa forma el principal componente estructural de su pared. Por lo que se les puede definir como túbulos endoteliales con un diámetro promedio de 7 a 9 μm que forman una red de conductos estrechos a través de los cuales hay intercambio metabólico. La pared está constituida por una sola capa de células endoteliales sostenidas por la lámina basal.

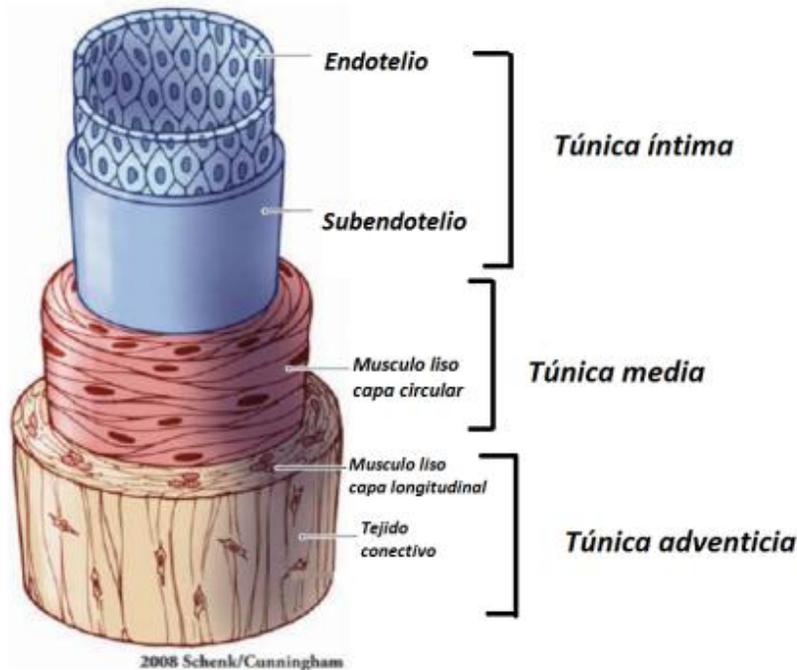
Los **capilares sanguíneos** se clasifican de acuerdo a las variaciones de la estructura de la pared, en:

- **Continuos:** en este tipo las células endoteliales son continuas, sin poros y su citoplasma es grueso en especial en el lugar donde se ubica el núcleo y presenta abundantes vesículas pinocíticas, presentan lámina basal continua. Sitios anatómicos donde se ubican estos capilares sanguíneos, en: pulmón, músculo, piel y sistema nervioso central.
- **Fenestrados:** se caracterizan por la presencia de poros o fenestras en el citoplasma de las células, los cuales están cerrados por un delgado diafragma, excepto en los capilares de los glomérulos renales; presentan lámina basal continua. Sitios anatómicos donde se ubica este tipo de capilar sanguíneo, en: mucosa intestinal, glándulas endocrinas y el glomérulo renal.
- **Sinusoidales:** este tipo de capilar sanguíneo tiene diámetro luminal mayor al de los otros, de 30 a 40 μm de diámetro y paredes irregulares y tortuosas. Las paredes presentan hendiduras amplias entre las células endoteliales con macrófagos en estrecha relación, siendo la lámina basal discontinua. Estas características sugieren que el intercambio metabólico se realiza con gran facilidad. Estos capilares se encuentran en hígado y órganos hematopoyético.



4.- Venas

Son los vasos sanguíneos que regresan la sangre al corazón, gracias al músculo liso y a las válvulas venosas. Debido a que la sangre que va dentro de ellas está a menor presión que en las arterias, las venas deben adaptarse a un mayor volumen de sangre por lo cual su diámetro es mayor y su pared más delgada que las arterias correspondientes; la túnica más desarrollada es la adventicia. Las venas se clasifican en: Vénulas, venas de pequeño, mediano y de gran calibre.



En las venas que deben transportar la sangre de regreso al corazón, y en contra del sentido de la gravedad, ofrecen músculo liso de disposición longitudinal en la túnica adventicia, para ayudar, junto con las válvulas venosas y la contracción del músculo estriado esquelético de la zona, al retorno venoso. Estas venas se clasifican como venas infracardíacas. En cambio, las venas supracardíacas no requieren de esta capa de músculo liso en la túnica adventicia, ya que la sangre desciende ayudada por la fuerza de gravedad.

Vénulas

La transición de capilar a vénula es gradual, al endotelio se le unen tejido conectivo y músculo liso.

- ✓ Túnica Intima: Endotelio y fibras colágenas, en las vénulas de mayor diámetro se observan fibras elásticas.
- ✓ Túnica Media: en las vénulas de mayor tamaño se observan algunas fibras musculares lisas.
- ✓ Túnica Adventicia: Tejido conectivo general fibroso.

Venas de pequeño y mediano calibre La mayoría de las venas están en este grupo.

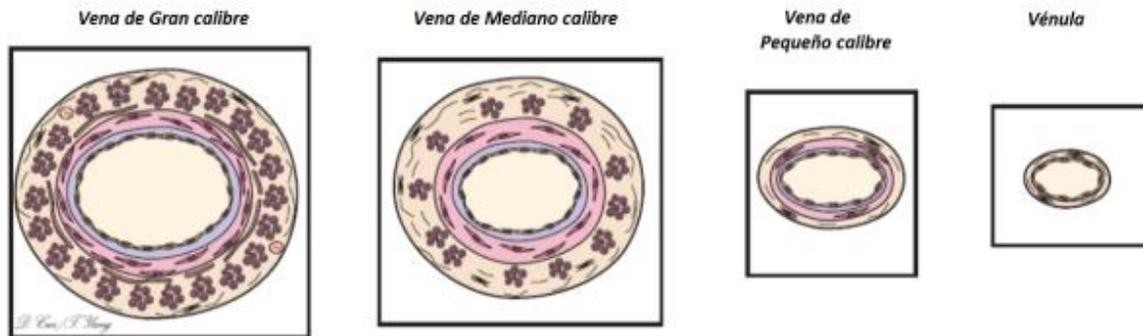
- ✓ Túnica Intima es delgada, constituida por endotelio, subendotelio escaso, limitado por una red de fibras elásticas.

- ✓ Túnica Media: delgada con pequeños haces de fibras musculares, fibras colágenas, elásticas y proteoglicanos.
- ✓ Túnica Adventicia: muy desarrollada, constituida de por tejido conectivo rico en fibras colágenas y algunas fibras musculares.

Venas de gran calibre

Estas venas incluyen las venas cavas, la porta y sus tributarias.

- ✓ Túnica Intima es semejante a las venas de menor calibre.
- ✓ Túnica Media: está un poco más desarrollada que las venas de menos calibre, con abundante tejido conectivo fibroso, con fibras musculares lisas escasas o ausentes.
- ✓ Túnica Adventicia: muy desarrollada, constituida de por tejido conectivo rico en fibras colágenas y muchas fibras musculares.



Características de los vasos sanguíneos venosos.			
<i>Vena</i>	<i>Túnica íntima</i>	<i>Túnica media</i>	<i>Túnica adventicia</i>
<i>Grandes venas</i>	<i>Endotelio, Subendotelio, válvulas en algunas.</i>	<i>Tejido conectivo general, musculo liso.</i>	<i>Musculo liso, tejido conectivo general.</i>
<i>Venas pequeñas y medianas</i>	<i>Endotelio, Subendotelio.</i>	<i>Fibras reticulares y elásticas, musculo liso.</i>	<i>Tejido conectivo general.</i>
<i>Vénulas</i>	<i>Endotelio, subendotelio, pericitos (vénulas poscapilares).</i>	<i>Tejido conectivo general, musculo liso</i>	<i>Tejido conectivo general.</i>

Válvulas Venosas las venas de pequeño y mediano calibre poseen válvulas que evitan que el regreso de la sangre en su trayecto al corazón. Son proyecciones de la túnica íntima dispuestas en pares que se proyectan dentro de la luz. Ambas caras de las válvulas están revestidas por endotelio y su centro conformado por tejido conectivo del subentodolio.

5.- Estructuras vasculares especiales

a) Anastomosis arteriovenosas (AAV).

La organización común de los vasos sanguíneos es arterias, capilares y venas, en ciertas áreas por razones fisiológicas este patrón varia como es el caso de las AAV. Son conductos alternos que permiten el paso directo de la sangre de la parte arterial a la venosa de la circulación, sin que tenga que circular por capilares. Presentan actividad motora, y gran capacidad de respuesta a estímulos térmicos, mecánicos y químicos. Son numerosos en la piel ya que son importantes para que la sangre no circule por los lechos capilares de la dermis, a fin de conservar el calor corporal.

b) Glomos o Cuerpo Carotídeo.

Es considerado un órgano secretor, ubicado cerca de la bifurcación de la arteria carótida común, el cual actúa como quimiorreceptor de la sangre, detecta baja concentración de oxígeno y de pH. Consiste en células glomus o tipo I y células de sostén o tipo II rodeado por una rica red vascular principalmente capilares fenestrados y terminaciones nerviosas.

Así mismo existe un glomo localizado en el arco aórtico con estructura y función similar al carotídeo, denominado Cuerpo Aórtico.

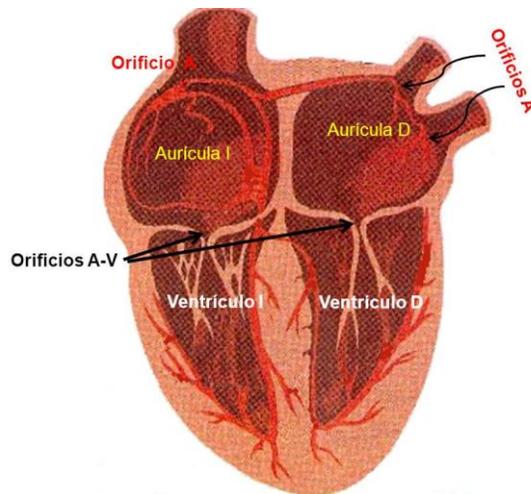
c) **Seno carotídeo y aortico** es una pequeña dilatación de la salida de la arteria carótida interna y en la bifurcación de la aorta, en él se localizan un gran número de barorreceptores, terminaciones nerviosas del nervio glossofaríngeo o IX par craneal, sensibles a las distintas variaciones de la presión sanguínea que determinan la distensión o no del vaso.

d) **Sistemas vasculares portales o sistema porta (sp).**

De manera general, un lecho capilar une los extremos terminales arteriales con los venosos y la transición desde las arterias a los capilares y a las venas es gradual, sin embargo, en algunos sitios este patrón varía de acuerdo a las necesidades especiales del órgano. Una modificación importante es en los SP en la cual la sangre de un lecho capilar drena a una vénula y de estas a un segundo lecho capilar; o puede ocurrir que una arteriola se ramifique en capilares y estos se reúnan y drenan la sangre a una arteriola en vez de en una vénula. Dado estas 2 variaciones tenemos los siguientes tipos de SP: SP venosos en hígado e hipófisis, SP hepático y SP hipofisario respectivamente; y SP arterial en riñón, el SP renal.

6.- Corazón

El corazón es un órgano que se contrae de manera rítmica, con lo cual bombea la sangre a través del sistema vascular sanguíneo, además tiene la función de producir el factor natriurético atrial. Está situado en la cavidad corporal denominada cavidad pericárdica, dentro del mediastino medio. Está constituido por 4 cámaras: las superiores las aurículas o atrios derecho e izquierdo y los ventrículos también derecho e izquierdo; el límite entre las aurículas está dado por el tabique interauricular y entre los ventrículos el tabique interventricular. Los orificios que hay entre las aurículas y los ventrículos son los orificios aurículo-ventriculares y están tapizados por válvulas cardiacas, en el lado derecho se ubica la válvula tricúspide y en el izquierdo la válvula mitral. En los orificios ventriculares para la arteria pulmonar (lado derecho) y la aorta (lado izquierdo) se encuentran tapizados por las válvulas pulmonar y aórtica.



El corazón por ser un órgano tubular, **histológicamente se describe por capas, tunicas o envolturas:**

- I. **Endocardio** (se corresponde con la túnica íntima de los vasos sanguíneos),
- II. **Miocardio** (se corresponde con la túnica media de los vasos sanguíneos) y
- III. **Epicardio o Pericardio Visceral** (se corresponde con la túnica adventicia de los vasos sanguíneos).

El **endocardio** es la capa más interna del corazón, que se encuentra en contacto con la sangre; ofrece un grosor mayor en los ventrículos.

En el **endocardio** a su vez se pueden distinguir tres estratos o capas que lo conforman:

1. **Endotelio** que se continúa con el de los vasos sanguíneos que entran y salen del corazón.
2. **Subendotelio** ubicado inmediatamente bajo el endotelio, la cual contiene tejido conectivo general laxo, con fibroblastos, fibras colágenas, elásticas y algunas células musculares lisas, estas últimas aumentan a nivel del septum interventricular.
3. **Subendocardio** corresponde al tejido conectivo laxo que se ubica bajo el subendotelio, y se continúa con el tejido conectivo laxo del miocardio. En esta capa encontramos abundantes vasos sanguíneos, nervios de pequeño calibre y ramas del sistema generador y conductor del impulso (Haz de His y Fibras de Purkinje). Los miocitos estriados cardiacos modificados desempeñan la función de excito–conductora, se caracterizan histológicamente porque sus células tienen un diámetro mayor al de los miocitos del miocardio, con escasas miofibrillas ubicadas hacia la periferia y gran cantidad de glucógeno, el núcleo es ovoide, central y eucromático.

El **miocardio** representa la capa media del corazón, es la capa de mayor desarrollo. Se caracteriza por su capacidad contráctil, debido a que está constituida por tejido muscular estriado cardíaco. El miocardio de los ventrículos es sustancialmente más grueso que el de las aurículas a causa de la capacidad de bombeo de los ventrículos.

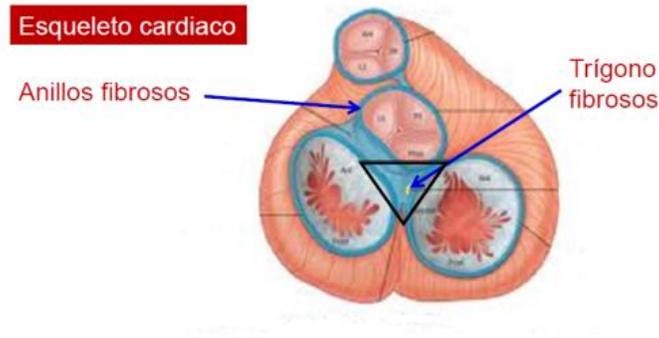
Entre las fibras musculares, se encuentra un tejido conectivo laxo, el cual también se conoce con el nombre de endomisio.

El **epicardio** cubre externamente al miocardio, presenta 2 capas, la capa más externa es el **Mesotelio** el epitelio de revestimiento plano simple, el cual forma parte de las membranas anatómicas de tipo serosas; y el **Subpericardio**: tejido conectivo laxo rico en fibras elásticas que rodean a los vasos sanguíneos y nervios, y abundante tejido adiposo.

Esqueleto cardíaco: La musculatura de las paredes auriculares y ventriculares se inserta en el esqueleto cardíaco constituido por 3 estructuras:

1. **Anillos Fibrosos:** constituidos tejido conectivo denso que rodea los orificios de las arterias que salen del corazón (aorta y tronco pulmonar) y los orificios aurículo- ventriculares. Representan el sitio de inserción de las válvulas cardíacas.
2. **Trígono Fibroso:** conformado por tejido conectivo denso irregular en forma de triángulo, que se ubica entre los anillos fibrosos.
3. **Septum Membranoso:** constituido por tejido conectivo denso irregular que se encuentra dentro del tabique inter auricular y en parte del tabique interventricular.





Las **válvulas cardíacas** son proyecciones del endocardio que se insertan en los anillos fibrosos y rodean al orificio aórtico, pulmonar y aurículo-ventricular, su función es evitar que haya reflujo de sangre en el momento de la contracción cardíaca.

Sistema generador y conductor de la contracción cardíaca:

El músculo cardíaco puede contraerse sin ningún estímulo directo del sistema nervioso. La actividad eléctrica que estimula las contracciones rítmicas cardíacas se origina dentro del corazón. Los impulsos eléctricos se generan en el **nodo sinoauricular o sinusal (marcapaso cardíaco)** constituido por un grupo de células musculares estriadas cardíacas modificadas que están situadas en la aurícula derecha en la desembocadura de la vena cava superior. El impulso iniciado en este nodo se propaga por el músculo de las aurículas y a través de los haces internodales compuestos por fibras musculares estriadas cardíacas modificadas llega al **nodo aurículo-ventricular** y desde este es conducido hasta los ventrículos por el **Haz de His**, ubicado en el tabique interventricular.

