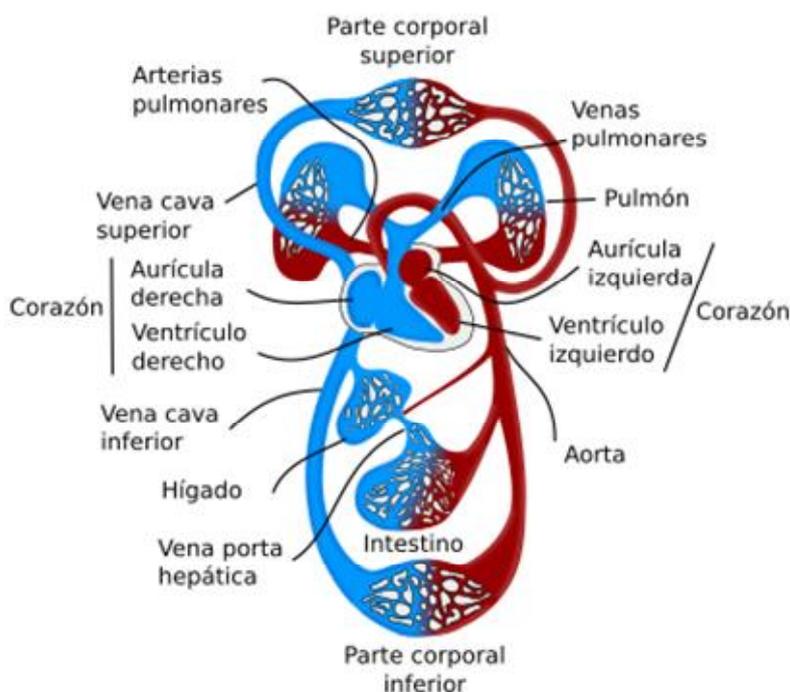


APARATO CARDIOVASCULAR

El **sistema circulatorio** está formado por el sistema cardiovascular: el corazón y los conductos por los que circula la sangre, y por el sistema linfático: conductos, estructuras y órganos por donde circula la linfa. El sistema cardiovascular conduce a la sangre y está formado por arterias, venas, capilares y por el corazón. El sistema linfático es más heterogéneo y está formado por los vasos linfáticos, por los ganglios linfáticos, además de por órganos tales como el bazo y el timo.



Circuito doble del sistema cardiovascular en mamíferos.

El **sistema cardiovascular** es el gran sistema de comunicación de los animales. Se encarga de encauzar y propulsar la sangre para que irrigue todo el cuerpo. La sangre es esencial como transportador de alimentos, productos de desecho, oxígeno, dióxido de carbono, hormonas, células del sistema inmune, etcétera. Pero también tiene otras funciones como por ejemplo regular la temperatura corporal.

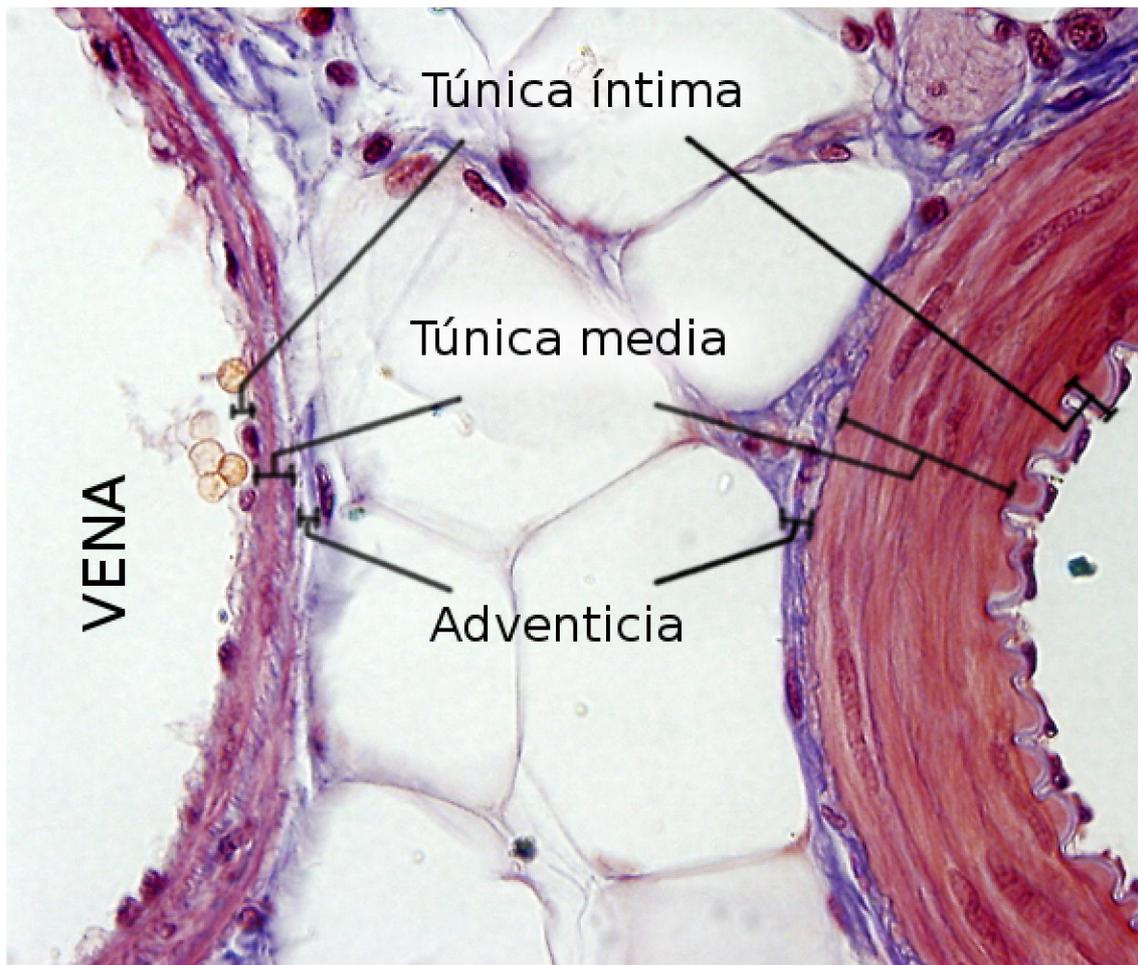
El sistema cardiovascular tiene un doble circuito, uno que irriga los pulmones y otro que irriga el resto del cuerpo. Ambos tienen su origen y fin en el corazón, el órgano que se encarga de mantener a la sangre en

Cátedra de Histología Porcina – Tecnicatura Universitaria en Producción Porcina – ITU - UADER

constate movimiento. Los vasos sanguíneos por los que circula la sangre presentan el mismo patrón en ambos circuitos: corazón, arterias, arteriolas, red de capilares, vénulas, venas y corazón. En algunas ocasiones una arteriola o una vénula puede estar entre dos redes capilares, formando lo que se denominan sistemas porta, como los del digestivo e hígado.

Tanto arterias como venas están formadas por tres capas o túnicas: túnica íntima, túnica media y túnica adventicia. La túnica íntima es la más interna, más próxima a la sangre, y está formada por un epitelio simple plano (endotelio), una lámina basal y una capa de tejido conectivo laxo. La túnica media está formada sobre todo por fibras de músculo liso. La túnica adventicia es la capa más externa y está formada por tejido conectivo. Las arterias y las arteriolas tienen las paredes más gruesas que las venas y vénulas ya que tienen que soportar mayor presión sanguínea por estar más cerca del corazón. Las arterias suelen tener menor diámetro que las venas, lo que junto con el mayor grosor de sus paredes les da un aspecto más redondeado, es decir, el contorno de las venas es más irregular que el de las arterias.

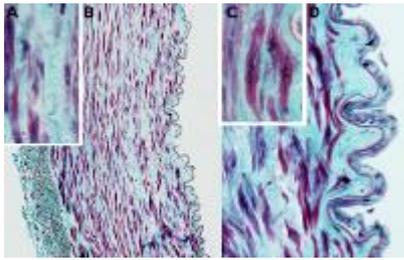
Las arterias y venas grandes contienen a su vez vasos sanguíneos que irrigan sus paredes. A este conjunto de vasos se les denomina "vasa vasorum" (vasos de los vasos). Esta red es más externa en las arterias, mientras que puede encontrarse más próxima a la luz en las venas. Las arterias son más sensibles a enfermedades que las venas porque sus capas musculares más próximas a la luz están relativamente alejadas del riego sanguíneo. Tanto en las paredes de las arterias como de las venas hay terminaciones nerviosas que controlan la dilatación y contracción de su musculatura.



Organización de las diferentes capas que componen una vena (a la izquierda) y una arteria (a la derecha), ambas de tamaño medio. Nótese la diferencia de la túnica media entre ambos tipos de vasos.

Arterias

Las arterias son conductos que conducen la sangre desde el corazón hasta otros órganos y sus paredes son generalmente gruesas para contrarrestar la presión sanguínea provocada por los latidos del corazón. Se suelen clasificar en función de su tamaño en grandes o elásticas, medianas o musculares y pequeñas o arteriolas.



Arteria elástica.

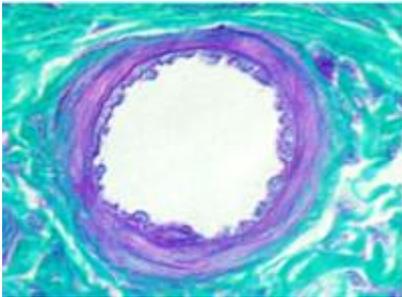
Arterias elásticas

La sangre que parte del corazón lo hace a través de las arterias aorta y pulmonar. Ambas se ramifican en las proximidades del corazón. Estas dos arterias y sus primeras ramas se clasifican como arterias elásticas. Poseen una gran cantidad de fibras elásticas en sus túnicas que les permiten recuperar su tamaño tras una expansión. Presentan una túnica íntima gruesa. Su endotelio está formado por células que orientan sus ejes paralelos a la dirección del flujo sanguíneo y poseen uniones estrechas y desmosomas que mantienen la cohesión entre sus células. La capa subendotelial está formada por tejido conectivo que contiene tanto colágeno como abundantes fibras elásticas, pero además algunas células musculares lisas. La membrana elástica, que separa la túnica íntima de la túnica media, es muy fina y a veces indistinguible. La túnica media es muy gruesa y está formada por elastina, colágeno y por células musculares lisas. La túnica adventicia es una capa de conectivo donde no aparecen células musculares sino fibroblastos. Hay que destacar que las células musculares lisas de las arterias elásticas, además de producir movimientos contráctiles, son las encargadas de secretar las fibras elásticas y las de colágeno. Es decir, sustituyen a los fibroblastos en lo que a producción de matriz extracelular se refiere.

Arterias musculares

Son arterias de tamaño medio pero muy variable y se dice que su organización histológica está entre la de las arterias elásticas y la de las arterias pequeñas. Su diámetro suele variar entre 0,1 y 10 mm. El que se parezca a unas u otras depende de su diámetro, pero no existe una característica histológica que las diferencie claramente de las elásticas o de las arterias pequeñas. Se distinguen de las arterias elásticas en que

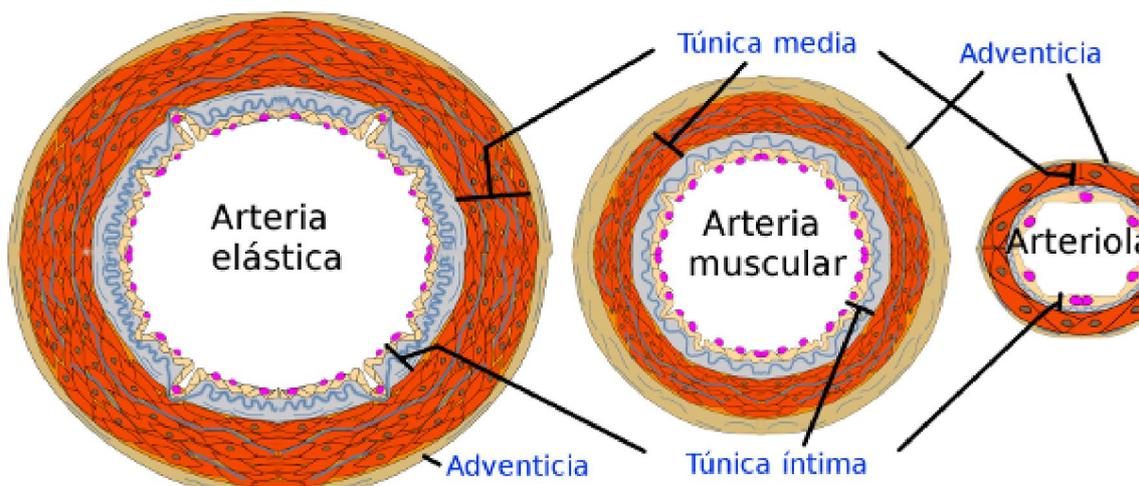
proporcionalmente tienen menos fibras elásticas y más fibras musculares.



Arteriola.

Arterias pequeñas y arteriolas

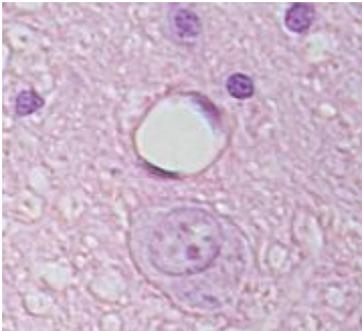
El diámetro de las arterias pequeñas y arteriolas es muy variable y se suelen distinguir unas de otras por el número de capas de células musculares lisas. Las arterias pequeñas poseen desde 2 hasta 8 capas de músculo liso. Se suelen llamar arteriolas cuando poseen una o dos capas de células musculares lisas y su diámetro está en torno a 30 μm . Las arteriolas controlan el flujo sanguíneo hacia la red capilar mediante la actividad de su músculo liso. Su musculatura está ligeramente contraída de manera que regulan la presión sanguínea hacia los capilares. De hecho son las principales responsables de la regulación de esta presión. Su estructura histológica presenta las mismas tres túnicas que se observan en el resto de las arterias.



Organización de las capas de los diferentes tipos de arterias.

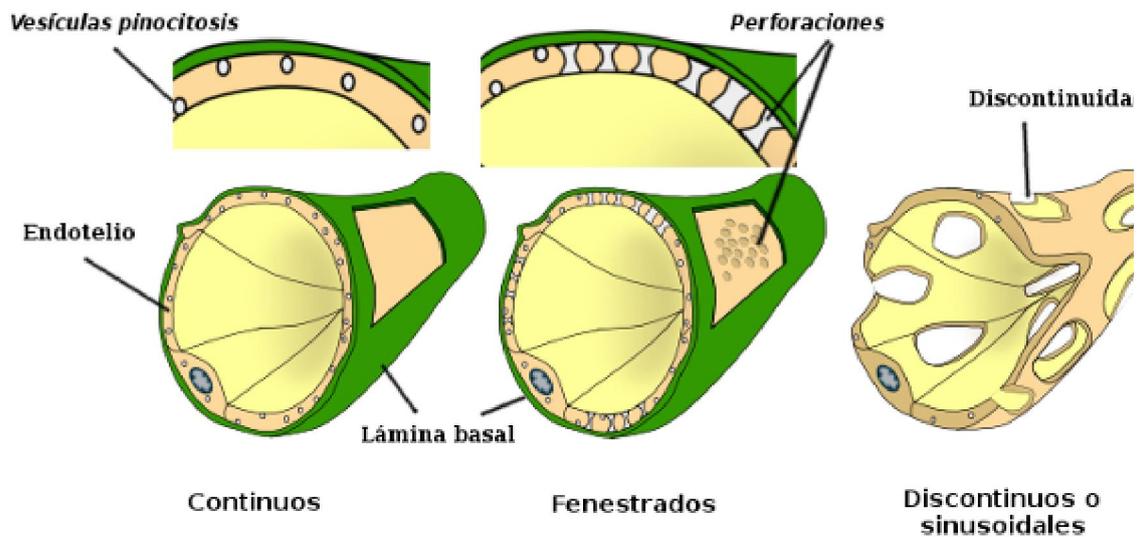
Capilares

Son vasos sanguíneos que tienen un diámetro muy pequeño, a veces más pequeño que las dimensiones de un glóbulo rojo. En ellos se produce el intercambio de moléculas entre las células de los tejidos y la sangre, gracias a que están formados sólo por una capa endotelial y una lámina basal. Forman redes vasculares enormemente extensas en el organismo que irrigan todos los órganos. A este tipo de irrigación se le denomina perfusión.



Capilares.

Según las características del endotelio los capilares se denominan continuos, fenestrados y discontinuos. Los continuos son los capilares más abundantes. En ellos las células de la capa endotelial sellan los espacios intercelulares de manera que sólo moléculas pequeñas pueden pasar entre ellas. Dichas células endoteliales poseen numerosas vesículas en su citoplasma lo que indica que los procesos de endocitosis y exocitosis son frecuentes. Los capilares fenestrados están formados por células endoteliales que presentan canales o pasajes en su citoplasma, los cuales conectan directamente a la sangre con la membrana basal. Son frecuentes en glándulas endocrinas y tubo digestivo, lugares donde el paso de sustancias a la sangre es muy intensa. Los capilares discontinuos o sinusoidales son poco frecuentes. Sus endotelios no están totalmente sellados, es decir, existen espacios entre las células del endotelio donde las sustancias y las células pueden difundir libremente. Son típicos del hígado, médula ósea y el bazo.



Organización de los distintos tipos de capilares.

Venas

Las venas tienen la misma estructura histológica que las arterias pero la túnica media no está tan desarrollada y presentan diámetros más grandes. Además, en muchas venas, sobre todo las de las extremidades, aparecen válvulas en la luz de sus conductos que impiden que la sangre viaje en dirección contraria por efecto de la gravedad o por una menor presión. Las venas se clasifican por su tamaño en venas grandes, venas medianas y vénulas o venas pequeñas.

Venas grandes

Tienen un tamaño superior a unos 10 mm. Su túnica íntima está formada por un endotelio, poco tejido subendotelial y pocas fibras musculares lisas. La diferencia entre la túnica íntima y la media no es fácilmente distinguible. La túnica media es delgada con fibras musculares lisas dispuestas perpendicularmente al eje del vaso. La túnica adventicia es la capa más gruesa de la pared de la vena grande y está formada por tejido conectivo y fibras musculares lisas dispuestas longitudinalmente.

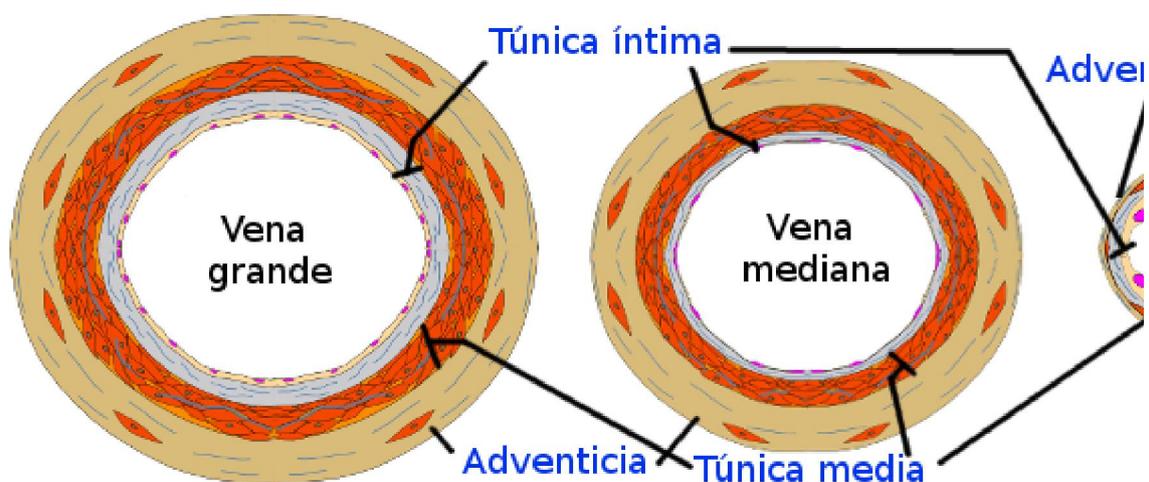
Venas medianas

Son venas más pequeñas, con unos 10 mm de diámetro, y representan a la mayoría de las venas del cuerpo humano. El contorno de las venas es más irregular que el de las arterias. Las tres túnicas de sus paredes son

claramente distinguibles. La túnica íntima presenta endotelio, lámina basal y una capa delgada de conectivo con fibras musculares. En algunos casos se observa una membrana elástica interna. La túnica media es más delgada que la de las arterias medianas y posee varias capas de células musculares lisas dispuestas entre tejido conectivo. La túnica adventicia es más gruesa que la túnica media y está formada por conectivo.

Vénulas

Hay dos tipos de vénulas: las postcapilares y las musculares. Las postcapilares son las que recogen la sangre de los capilares. Tienen un diámetro muy pequeño, hasta unos 0.1 mm. El endotelio es muy sensible a señales y cambia sus propiedades de adhesión fácilmente para dejar pasar a los linfocitos o para la extravasación de suero. No poseen una verdadera túnica media. Las venas musculares se sitúan a continuación de las postcapilares y tienen aproximadamente 1 mm de diámetro. Éstas sí poseen una túnica media formada por una o dos capas de células musculares. También presentan una túnica adventicia delgada.



Organización de las capas de los diferentes tipos de venas. Las válvulas no se han representado.

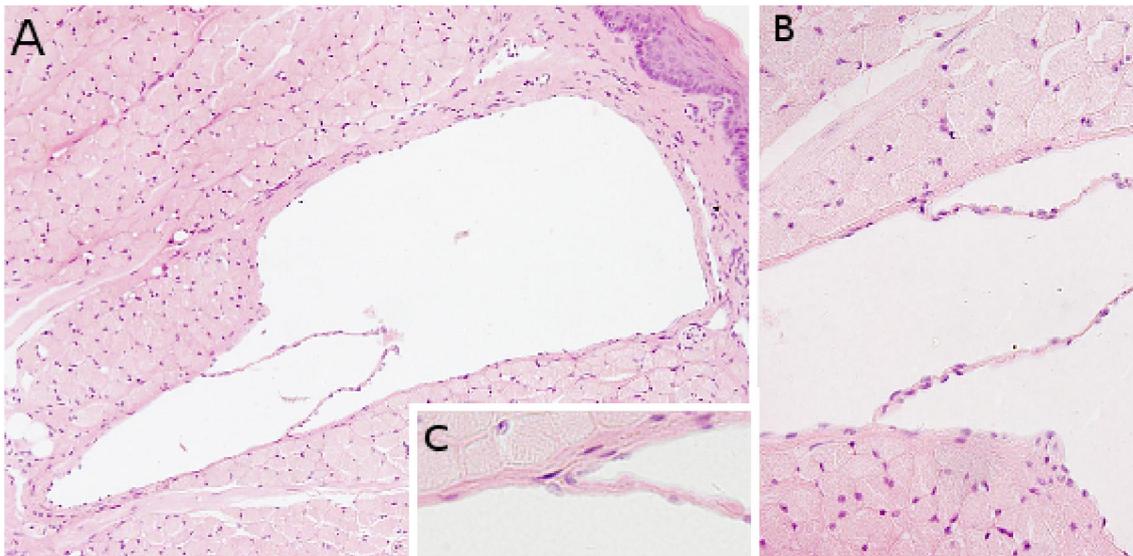
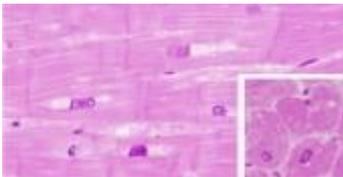


Imagen de una válvula entre dos venas de diferente calibre. Las imágenes B y C son detalles de la imagen A. El flujo de sangre es de izquierda a derecha.

Corazón

Es el órgano encargado de propulsar la sangre por el sistema circulatorio, aunque es ayudado por los movimientos corporales. Está formado principalmente por células musculares estriadas cardiacas, las cuales sólo se encuentran en este órgano.



Músculo cardiaco

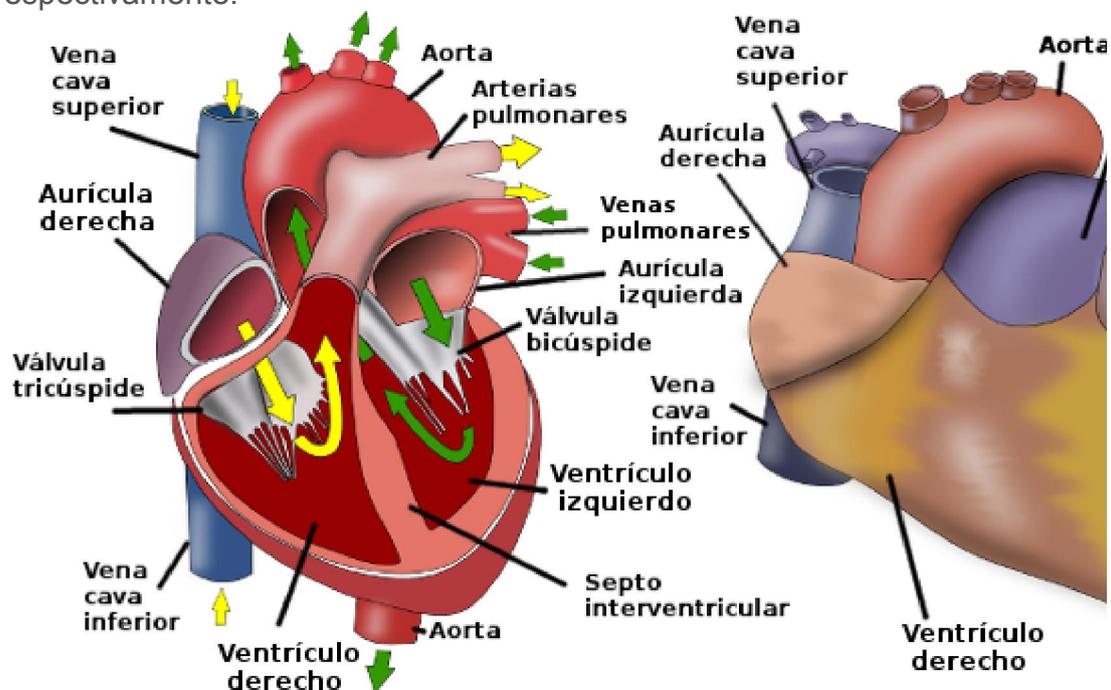
En mamíferos consta de 4 cavidades, dos ventrículos que propulsan la sangre, y dos aurículas, una que recoge la sangre de los pulmones y la otra del resto del cuerpo. Las aurículas están separadas por un tabique interauricular y los ventrículos por un tabique interventricular. El reflujó de la sangre se evita con las válvulas que se encuentran en las salidas de las diferentes cavidades.

Las paredes de las aurículas y de los ventrículos están formadas por tres capas, que de fuera a dentro se denominan epicardio, miocardio y endocardio. El epicardio consta de células mesoteliales y tejido conectivo,

con las células mesoteliales recubriendo al tejido conectivo superficialmente. Nervios y vasos sanguíneos que inervan e irrigan el corazón se encuentran en el tejido conectivo del epicardio, además de numerosas células adiposas. El miocardio está formado por las células musculares cardiacas, más algo de tejido conectivo entre ellas. En los ventrículos esta capa es más gruesa que en las aurículas, y consta de dos capas, una externa y otra interna. La capa externa se dispone en espiral, mientras que la profunda lo hace circularmente en torno al ventrículo. El endocardio consiste de una capa de endotelio y tejido conectivo con algunas células musculares lisas. El tejido conectivo del endocardio que está en contacto con el miocardio contiene vasos sanguíneos y nervios.

El tabique interventricular está formado por tejido muscular cardíaco, que está tapizado en ambas caras por endocardio. El tabique interauricular es más delgado y posee la misma distribución tisular que el interventricular, aunque en algunas zonas es básicamente una estructura fibrosa.

Las válvulas cardíacas están formadas por tejido conectivo y están rodeadas por endotelio. Cada válvula está formada, desde el interior al exterior, por tres capas: fibrosa, esponjosa y ventricular. Estas capas se diferencian por el tipo de conectivo, siendo denso, laxo y denso, respectivamente.



Partes principales de un corazón de mamíferos.