

CORAZÓN

Autor: Benjamín Avendaño Ordenes

Revisora: Dra. Ximena Rojas Segura

INTRODUCCIÓN

El corazón es un órgano muscular con cavidades que permiten la recepción y eyección de la sangre. Tiene forma de una pirámide de 4 caras, por lo que se le describen una base, dirigida hacia atrás, arriba y algo a la derecha, y un vértice o punta (ápex), situado hacia adelante y la izquierda. Está contenido en la cavidad torácica, donde ocupa la región del mediastino medio algo desplazado a la izquierda de la línea media del cuerpo. La inspección de su estructura interna permite identificar cuatro cámaras: las dos cercanas a la base se denominan atrios¹ (derecho e izquierdo), mientras que las dos cercanas al ápex se llaman ventrículos (derecho e izquierdo) (figura 1). Las cavidades derechas se hallan separadas de las izquierdas por un tabique que tiene tres porciones: la interatrial, la atrioventricular y la interventricular. Cada atrio se encuentra comunicado con el ventrículo del mismo lado por un agujero atrioventricular que cuenta con una valva que está constituida por válvulas membranosas que evitan el reflujo sanguíneo desde ventrículo hacia atrio. La valva atrioventricular derecha tiene tres válvulas, por lo que recibe el nombre de tricúspide, mientras que la izquierda tiene dos, pudiendo llamarse tanto bicúspide como mitral². Las grandes arterias que salen del corazón (tronco pulmonar y arteria aorta) también cuentan con

una valva en su origen que evita el reflujo sanguíneo desde arteria a ventrículo. En este caso, cada valva tiene tres válvulas con forma de copa y es homónima a la arteria en que se encuentra (válvas pulmonar y aórtica).

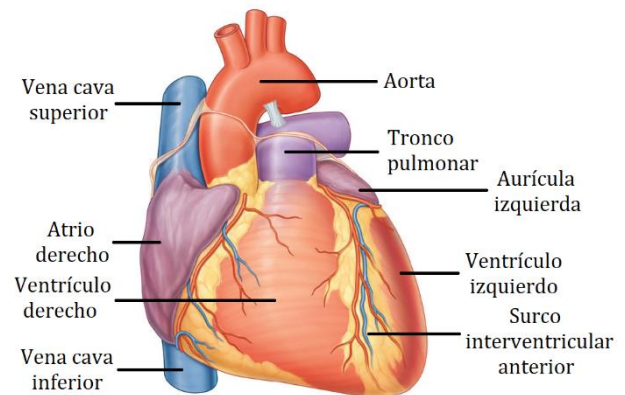


Figura 1. Cara anterior del corazón (adaptada del libro "Gray's Anatomy for Students" de Richard L. Drake, 4ª edición).

Por fuera, un saco fibroso denominado pericardio envuelve al corazón y las raíces de los grandes vasos. El pericardio fibroso es la cubierta más superficial, es de un color blanquecino y, sobre todo por delante y los lados, tiene formaciones de tejido adiposo. Su cara interna se encuentra tapizada por la hoja parietal del pericardio seroso, la cual se refleja a nivel de las raíces de los grandes vasos y forma la hoja visceral del pericardio seroso, que se incluye dentro de la pared del corazón. Entre ambas hojas del pericardio seroso se halla la cavidad pericárdica, que contiene un pequeño volumen de líquido que sirve para disminuir la fricción producida entre los distintos órganos de la cavidad torácica y el corazón producto de sus movimientos.

¹ En esta guía se ha optado por utilizar los términos etimológicamente correctos. De este modo, para referirse a cada una de las dos cámaras cercanas a la base del corazón se usa la palabra atrio en lugar de aurícula; asimismo, se entiende que las valvas tienen válvulas, y no viceversa.

² El nombre mitral se debe al parecido de la valva cerrada con la mitra de los obispos católicos.

El corazón recibe sangre venosa a baja presión y eyecta sangre a las arterias a una presión relativamente alta. En efecto, al atrio derecho retorna sangre a presiones cercanas a los 0 mmHg y el ventrículo derecho la expulsa a la circulación pulmonar a una presión máxima que va de los 20 a 30 mmHg. El atrio izquierdo, por otra parte, recibe sangre a unos 10 mmHg y el ventrículo izquierdo la expulsa a la circulación sistémica a una presión máxima que va de los 100 a 140 mmHg (figura 2). Se puede entender esta acción del corazón como la impartición de una energía (presión) a la sangre que alcance para que esta fluya por los circuitos pulmonar o sistémico y luego retorne a la bomba impulsora.

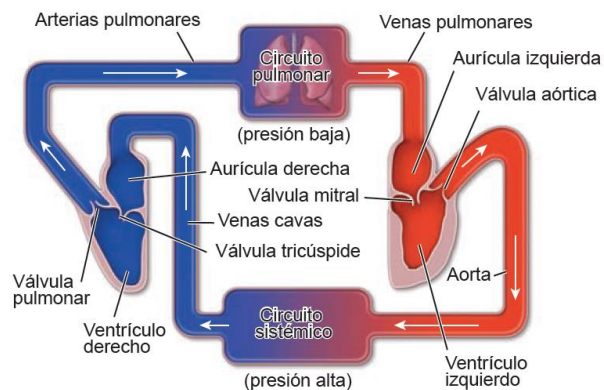


Figura 2. Diagrama de la circulación sanguínea (adaptada del libro "Histología: Texto y Atlas. Correlación con biología celular y molecular" de Michael H. Ross, 7ª edición).

La pared del corazón contiene:

- 1) Una musculatura (miocardio) constituida por células musculares cardíacas estriadas encargada de generar la presión necesaria para impulsar la sangre a las circulaciones pulmonar y sistémica.
- 2) Un sistema excitoconductor³ formado por células musculares cardíacas especializadas en generar y conducir los impulsos eléctricos responsables de las contracciones coordinadas que dan lugar al latido cardíaco.

³ Usualmente el conjunto de células musculares cardíacas especializadas en generar y conducir el impulso eléctrico en el corazón se conoce por el nombre de sistema de conducción, pero, por ser más descriptiva, se usará la denominación de sistema excitoconductor.

3) Estructuras conjuntivas de fijación que prestan inserción a su musculatura y valvas, y que anulan la continuidad entre el miocardio de atrios y ventrículos, lo que hace posible la contracción, en un primer momento, del sincicio atrial y, luego, del sincicio ventricular.

4) Vasos sanguíneos, linfáticos y estructuras nerviosas.

En esta guía se describirá la configuración externa, configuración interna, vascularización e inervación del corazón.

CONFIGURACIÓN EXTERNA

Se considera que el corazón tiene 4 caras (pulmonar derecha, anterior o esternocostal, pulmonar izquierda e inferior o diafragmática), 3 bordes, una base y un vértice o ápex (figura 3).

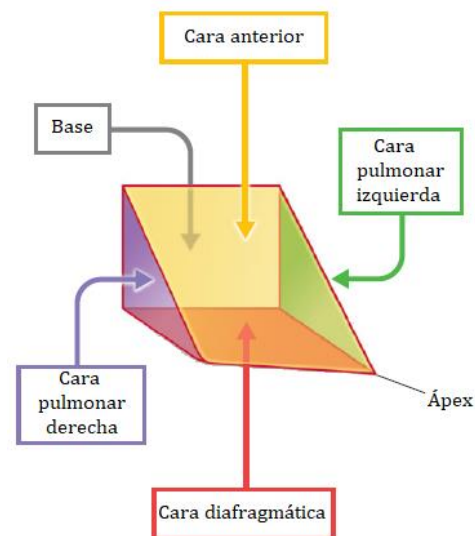


Figura 3. Ilustración esquemática del corazón (adaptada del libro "Gray's Anatomy for Students" de Richard L. Drake, 4ª edición).

Por la cara anterior se observa que las arterias coronarias discurren por el surco coronario, que separa atrios de ventrículos.

los. Se aprecian también unas salientes de los atrios denominadas aurículas, que envuelven las grandes arterias que emergen de los ventrículos (arteria aorta y tronco pulmonar). Desde el surco coronario y hacia el ápex del corazón se encuentra el surco interventricular anterior, que demarca la separación entre los ventrículos. Los 2/3 derechos de la cara anterior por debajo del surco coronario corresponden a ventrículo derecho. En esta zona, oblicuo hacia superior, izquierda y posterior se encuentra una región muy convexa que corresponde en profundidad al cono arterioso del ventrículo derecho.

Para observar la cara inferior o diafragmática del corazón es necesario levantar el ápex. En ella se observan mayoritariamente los ventrículos (4/5 de la superficie), mientras que hacia posterior se alcanza a ver una porción atrial representada fundamentalmente por el atrio derecho (1/5 de la superficie). Así como en la cara anterior, la separación entre los ventrículos está demarcada por el surco interventricular, en este caso, posterior (figura 4).

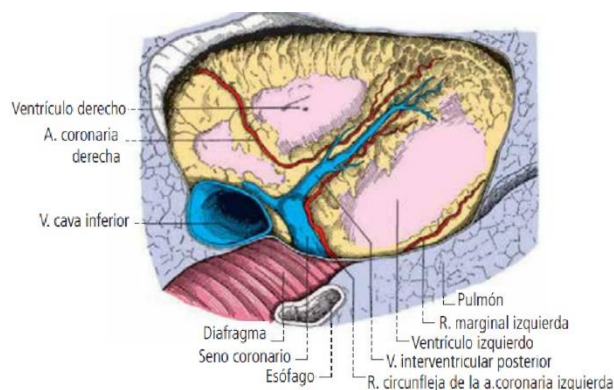


Figura 4. Cara inferior del corazón vista luego de la resección del diafragma y del pericardio (adaptada del libro "Anatomía Humana" de Michel Latarjet, 5ª edición).

La base del corazón está constituida esencialmente por el atrio izquierdo, que se separa del derecho por el surco interatrial posterior (oculto por las venas pulmonares derechas). La configuración externa de la base depende en gran medida de la

desembocadura de las venas pulmonares, cuyo arreglo es bastante variable.

Si se retira el corazón del saco pericárdico, puede observarse con detalle la disposición de los grandes vasos que llegan o emergen de este órgano. Se aprecia que las venas están unidas por la reflexión del pericardio, mientras que las arterias hacen lo propio hacia superior. En consecuencia, quedan dos espacios entre estos grupos de estructuras vasculares: los senos pericárdicos. El seno transverso se encuentra entre arterias y venas, y puede accederse a él a través de una apertura entre la aorta y la vena cava superior, o a través de otra entre el tronco pulmonar y la vena pulmonar superior izquierda. El seno oblicuo, que constituye un fondo de saco, puede encontrarse entre las venas pulmonares a través de la cara diafragmática del corazón (figura 5).

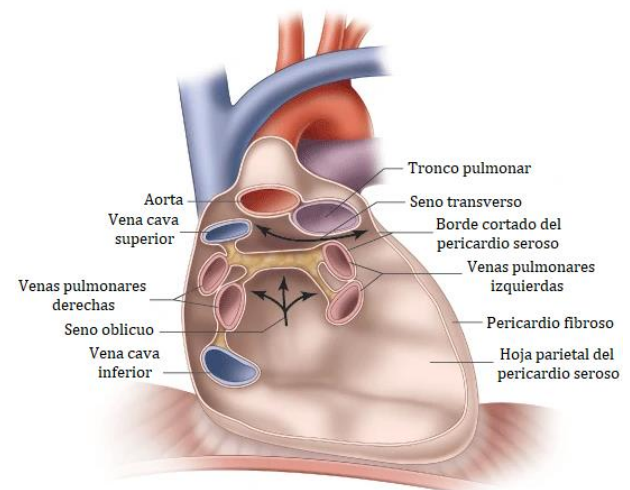


Figura 5. Senos pericárdicos (adaptada de Thorax: radiological spaces: pericardial spaces⁴).

⁴ Disponible en:

https://ranzcrpart1.fandom.com/wiki/Thorax:Radiological_spaces:Pericardial_spaces

CONFIGURACIÓN INTERNA

La sangre llega por las venas cavas superior e inferior al atrio derecho (figura 6). En él se pueden observar, en relación con sus aurículas, los músculos pectinados que terminan en la cresta terminal. En esta última y por superior, justo por anterior a la llegada de la vena cava superior, destaca la presencia del marcapasos natural del corazón: el nodo sinoatrial. En el tabique interatrial se puede apreciar la fosa oval con su limbo, mientras que, hacia inferior, por anterior a la llegada de la vena cava inferior, se encuentra la desembocadura del seno coronario.

Del atrio derecho la sangre fluye al ventrículo derecho a través de la valva atrioventricular derecha (figura 7). Acá se puede encontrar una porción trabecular o cámara de llenado y el cono arterioso o cámara de eyección separadas por la cresta supraventricular que se continua con la trabécula septomarginal. Destacan, a diferencia del atrio derecho, repliegues de miocardio que constituyen las trabéculas carnosas. Se puede observar también que la valva atrioventricular derecha posee 3 hojas que se anclan a los músculos papilares a través de las cuerdas tendinosas. Así, se encuentran los músculos papilares anterior, septal y posterior. Cuando ocurre la contracción ventricular, los músculos papilares aumentan la tensión de las cuerdas tendinosas, impidiendo así el reflujo de sangre del ventrículo al atrio derecho. En la cámara de eyección destacan las válvulas semilunares de la valva pulmonar, las cuales reciben los nombres de anterior, derecha e izquierda.

La sangre desoxigenada que eyecta el ventrículo derecho hacia el tronco pulmonar es oxigenada en los alvéolos pulmonares y retorna al atrio izquierdo a través de las venas pulmonares (figura 8). En este destaca la presencia de la válvula del

agujero oval, además de la aurícula que envuelve parcialmente el tronco pulmonar y que posee una discreta cantidad de músculos pectinados.

Desde el atrio izquierdo la sangre llena el ventrículo izquierdo (figuras 8 y 9). Inmediatamente llama la atención en él la diferencia de grosor de su miocardio al compararlo con el del ventrículo derecho. Este hecho tiene su explicación en que el ventrículo izquierdo tiene que “vencer” una presión considerablemente mayor a la que tiene que superar el ventrículo derecho para eyectar la sangre. Además de lo anterior, se puede observar que existen trabéculas carnosas al igual que en el ventrículo derecho, las cuales determinan también una porción trabecular. Sin embargo, acá los músculos papilares son dos debido a que la valva atrioventricular izquierda posee solo 2 hojas. Finalmente, entre la hoja anterior y el tabique cardíaco se encuentra el vestíbulo aórtico, que termina hacia posterior y superior con las válvulas semilunares de la valva aórtica, que en este caso se denominan derecha, izquierda y posterior.

En cuanto a las estructuras conjuntivas de fijación, se pueden apreciar al realizar una ablación de los atrios y observar la base de los ventrículos (figura 10). Entre ellas destacan los trígonos fibrosos y los filos coronarios. El trígono fibroso derecho se prolonga hacia adelante y la derecha formando el filo coronario derecho, mientras que el trígono fibroso izquierdo lo hace hacia la izquierda y atrás formando el filo coronario izquierdo. Por fuera de estas formaciones de tejido conjuntivo denso existe tejido conjuntivo laxo que cierra muy mal los denominados anillos fibrosos del corazón, que prestan inserción a las valvas atrioventriculares. Antes se creía que también existían anillos fibrosos en las raíces de las grandes arterias que salen del corazón (aorta y tronco pulmonar),

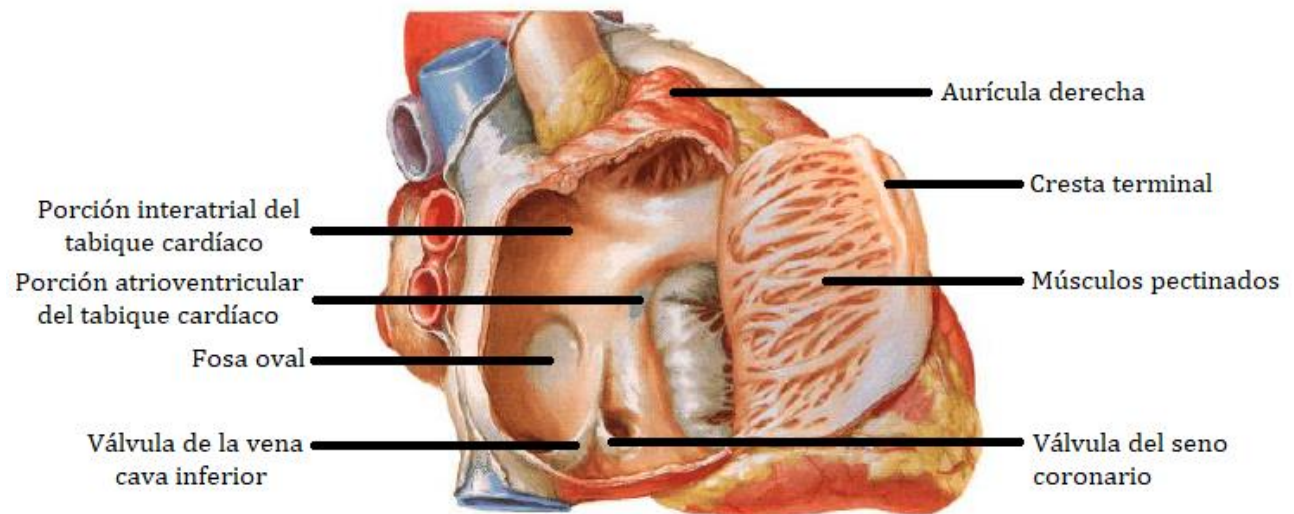


Figura 6. Configuración interna del atrio derecho (adaptada del libro "Atlas de Anatomía Humana" de Frank H. Netter, 6ª edición).

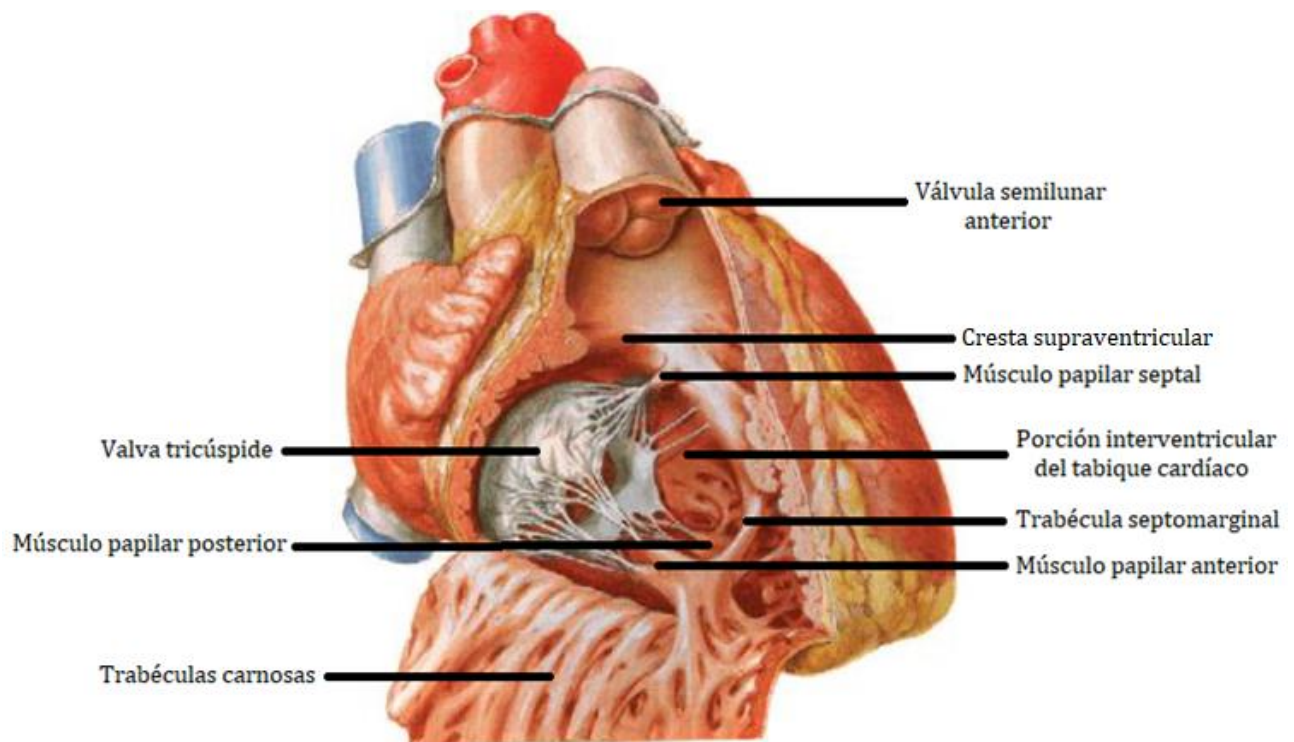


Figura 7. Configuración interna del ventrículo derecho (adaptada del libro "Atlas de Anatomía Humana" de Frank H. Netter, 6ª edición).

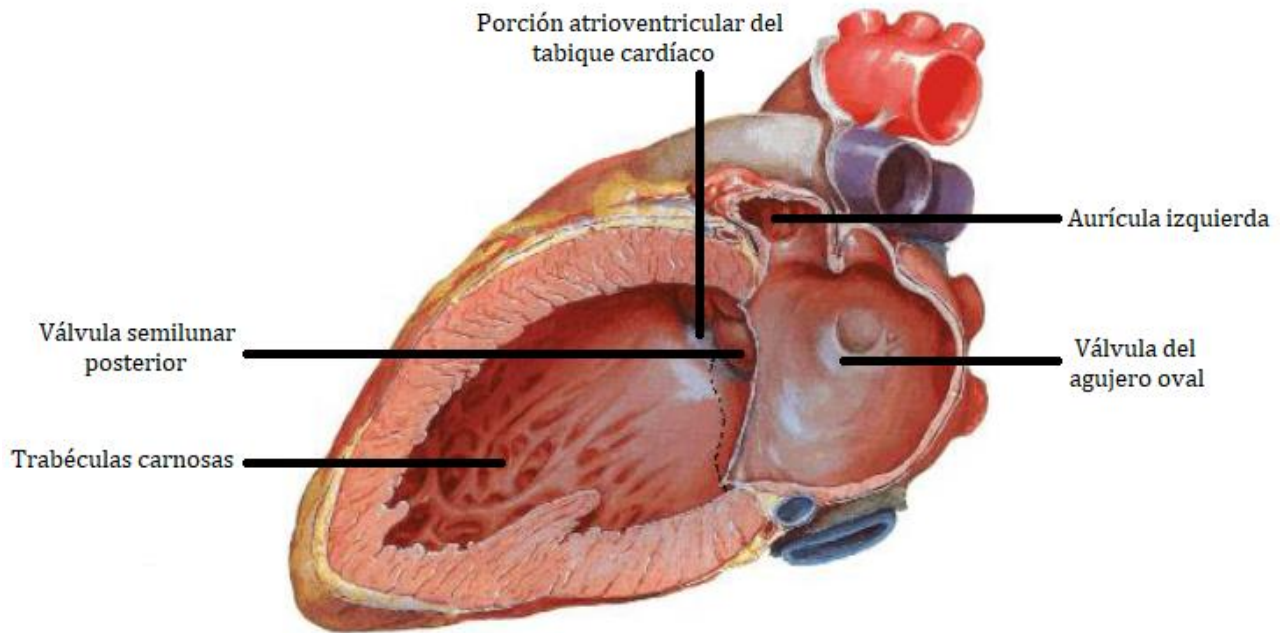


Figura 8. Configuración interna de atrio y ventrículo izquierdos (adaptada del libro "Atlas de Anatomía Humana" de Frank H. Netter, 6ª edición).

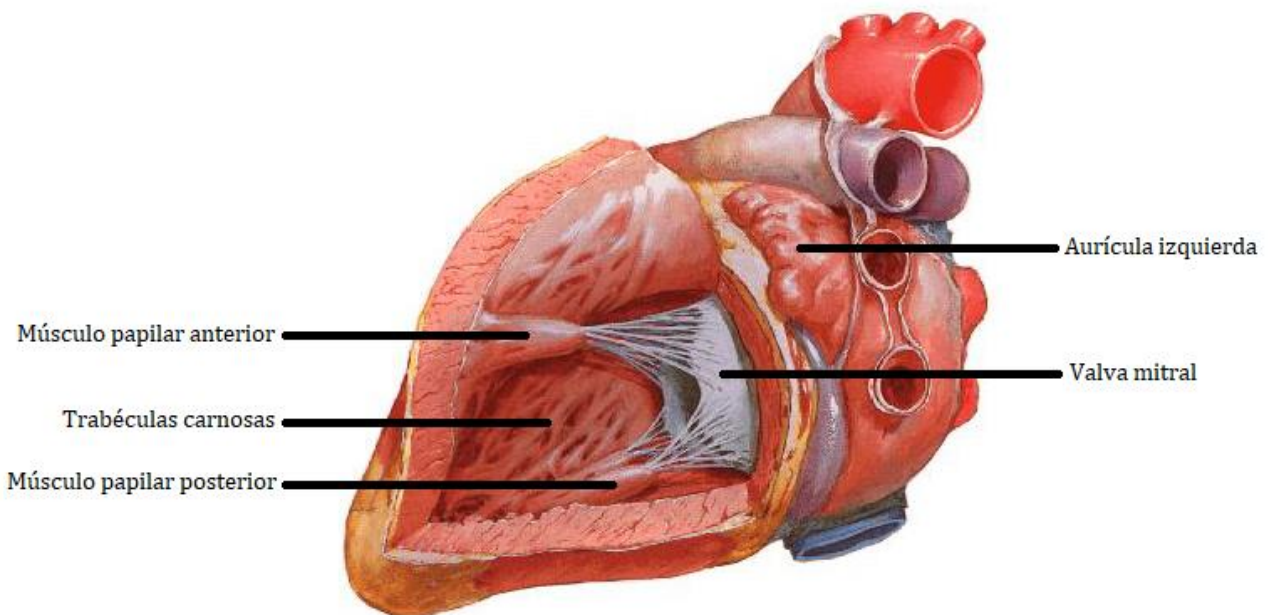


Figura 9. Configuración interna del ventrículo izquierdo (adaptada del libro "Atlas de Anatomía Humana" de Frank H. Netter, 6ª edición).

sin embargo, esto no es correcto. La valva aórtica se sustenta por detrás en la zona de reunión de los dos trígonos fibrosos y se halla unida a la pulmonar por el tendón del infundíbulo.

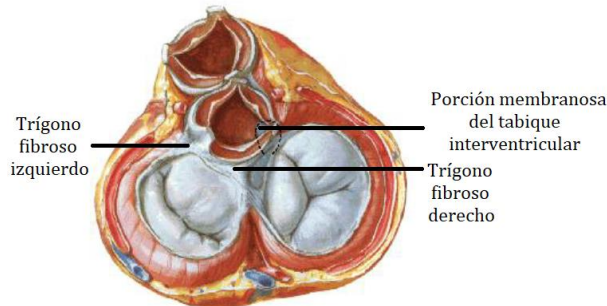


Figura 10. Estructuras conjuntivas de fijación (adaptada del libro "Atlas de Anatomía Humana" de Frank H. Netter, 6ª edición).

La porción membranosa del tabique interventricular corresponde a una prolongación inferior de las formaciones fibrosas del corazón ya descritas. Consta de tejido conjuntivo denso que contiene el haz atrioventricular luego de que este atraviesa el trígono fibroso derecho. En ocasiones se agrupan el trígono fibroso derecho y la porción membranosa del tabique interventricular bajo el nombre de cuerpo fibroso central. Cabe destacar que, además de prestar inserción al miocardio y las valvas, las estructuras conjuntivas de fijación aíslan eléctricamente los atrios de los ventrículos, ofreciendo como único pasaje a los impulsos eléctricos el agujero mencionado a nivel del trígono fibroso derecho.

Erróneamente se suelen incluir dentro del denominado esqueleto fibroso del corazón a los anillos fibrosos y la porción membranosa del tabique interventricular, cuando en realidad las únicas estructuras no musculares y resistentes de la pared cardíaca son los trígonos fibrosos y sus respectivos filos coronarios.

Respecto al sistema excitoconductor, los miocardiocitos especializados se agregan

formando los nodos sinoatrial (SA) [sinusal o de Keith y Flack]⁵ y atrioventricular (AV) [de Aschoff-Tawara], el haz atrioventricular [de His] y los ramos subendocárdicos [fibras de Purkinje] (figura 11). El nodo SA es el encargado de generar la despolarización inicial que se propaga por el miocardio atrial⁶, provocando su contracción al tiempo que alcanza el nodo AV. En este último el impulso eléctrico se retrasa para luego pasar al haz atrioventricular, permitiendo así que se contraigan los atrios antes que los ventrículos. El haz atrioventricular se divide luego en un ramo para el ventrículo derecho y otro más grueso para el ventrículo izquierdo. Finalmente, la despolarización pasa a los ramos subendocárdicos que contactan el miocardio ventricular contráctil, generando su contracción y la eyección de la sangre hacia las grandes arterias.

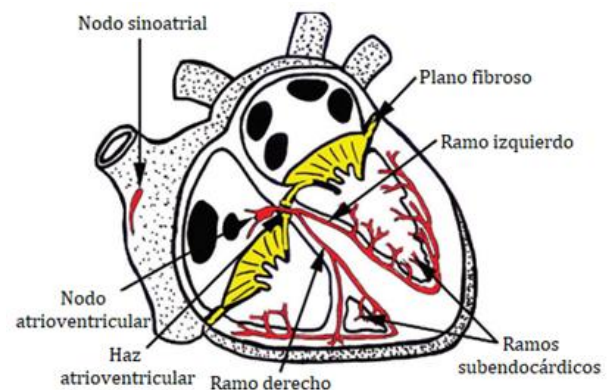


Figura 11. Sistema excitoconductor (adaptada del artículo de revisión "Anatomía de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico auriculoventricular" de la Revista Española de Cardiología).

⁵ El nombre que se coloca entre corchetes corresponde al término tradicional (no oficial) con que se conoce la estructura en cuestión.

⁶ Antiguamente se pensaba que existían vías de conducción de miocardio especializado entre los nodos, denominadas vías internodales. Sin embargo, investigaciones más actuales han demostrado que el impulso se conduce por miocardio atrial contráctil que se dispone espacialmente de una manera particular.

VASCULARIZACIÓN

Las arterias coronarias son las encargadas de irrigar el corazón. Son 2, derecha e izquierda, y nacen de los senos coronarios a nivel de la válvula aórtica correspondiente. Al igual que las venas, se disponen en círculo alrededor del corazón y transitan rodeadas por tejido adiposo (figura 12).

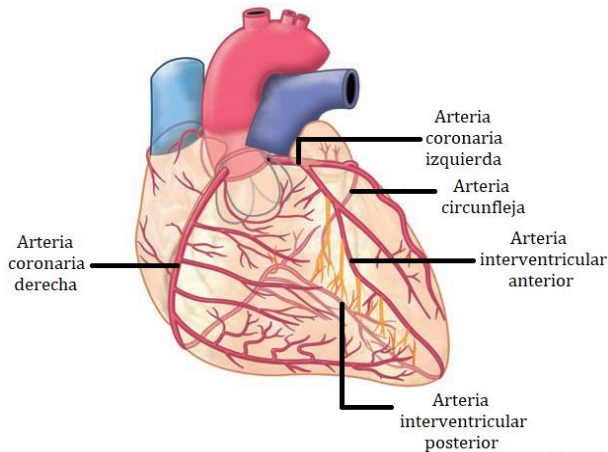


Figura 12. Arterias coronarias (adaptada del libro "Anatomía Clínica" de Eduardo A. Pró, 2ª edición).

La arteria coronaria izquierda nace del seno coronario izquierdo, pasa por detrás del tronco pulmonar y se termina por bifurcación en las ramas interventricular anterior (conocida en la práctica clínica como arteria descendente anterior) y circunfleja. Esta arteria irriga⁷ el atrio izquierdo, parte del atrio derecho de manera variable, el tercio izquierdo de la pared anterior del ventrículo derecho, el ventrículo izquierdo (salvo lo irrigado por la coronaria derecha) y los 2/3 anteriores del tabique interventricular (figura 13).

La arteria coronaria derecha se origina del seno coronario derecho y tiene 3 segmen-

tos: el preatrial (desde su origen hasta el borde anteroinferior del corazón), el infraatrial y el interventricular posterior (acodado en ángulo recto con el precedente y que corresponde a la rama terminal de la coronaria derecha denominada arteria interventricular posterior). Esta arteria irriga el atrio derecho, los 3/4 derechos e inferiores del ventrículo derecho, la mitad derecha de la cara inferior del ventrículo izquierdo, el tercio posterior del tabique interventricular, los nodos SA y AV, y el haz atrioventricular (estos 3 elementos con mayor frecuencia que la coronaria izquierda).

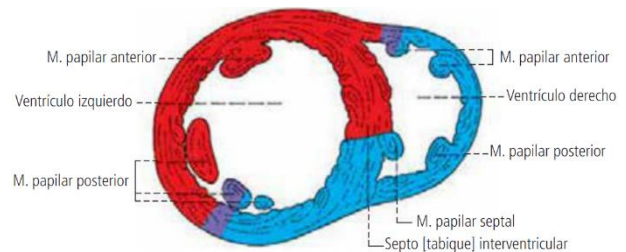


Figura 13. Territorios ventriculares de la irrigación coronaria. En rojo: territorio de la coronaria izquierda; en azul: territorio de la coronaria derecha; en violeta: territorio común (extraída del libro "Anatomía Humana" de Michel Latarjet, 5ª edición).

En cuanto al drenaje venoso, las venas cardíacas pueden desembocar en el seno coronario o directamente en las cámaras cardíacas. La vena interventricular anterior recibe la vena marginal izquierda y se continúa como vena cardíaca magna. Esta última sigue el surco coronario hacia la cara inferior del corazón y se dilata bruscamente formando el seno coronario, que también recibe otras venas, entre las que destacan la vena cardíaca menor procedente del borde derecho del corazón y la vena interventricular posterior.

Las venas cardíacas anteriores transcurren por la superficie del corazón y desembocan directamente en el atrio derecho, mientras que las venas cardíacas mínimas no se aprecian en la superficie y

⁷ Existe variabilidad en los territorios que irriga cada arteria coronaria entre distintos individuos. En esta guía se desarrollará el arreglo más común, en que la arteria interventricular posterior deriva de la coronaria derecha, lo que se conoce como dominancia derecha.

desembocan directamente en las cámaras, incluso las izquierdas.

Respecto al drenaje linfático, solo la red más superficial (subepicárdica) puede describirse con exactitud. Existe un conjunto de troncos izquierdo y otro derecho que drenan en los colectores izquierdo y derecho, respectivamente. El colector izquierdo alcanza los linfonodos tranqueobronquiales inferiores, mientras que el colector derecho llega a los linfonodos mediastinales anteriores derechos.

INERVACIÓN

Está asegurada por las divisiones simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo. Es importante señalar que la inervación del corazón no tiene incidencia en el inicio o mantención del latido cardíaco. En efecto, su función corresponde a la de aumentar o disminuir la frecuencia cardíaca, así como regular la fuerza de contracción del corazón.

La inervación parasimpática proviene de ramos cardíacos de ambos nervios vagos, que consisten en fibras preganglionares que llegan al plexo cardíaco y hacen sinapsis en él o en las paredes del corazón. Las aferencias parasimpáticas retornan por los mismos ramos hacia los nervios vagos y se relacionan con alteraciones en la presión arterial y la composición química de la sangre.

La inervación simpática proviene de ramos cardíacos que emergen de los troncos simpáticos y que consisten en fibras postganglionares que llegan al plexo cardíaco. Las aferencias simpáticas retornan por los mismos ramos hacia los troncos simpáticos y se relacionan con la sensación de dolor por isquemia miocárdica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Latarjet M, Ruiz Liard A. Anatomía Humana. 5ª edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Médica Panamericana; 2019.
2. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray's Anatomy for Students. 4ª edición. Philadelphia: Elsevier; 2020.
3. Pró E. Anatomía Clínica. 2ª edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Médica Panamericana; 2014.
4. Netter F. Atlas de Anatomía Humana. 6ª edición. Barcelona: Elsevier; 2015.
5. Sánchez-Quintana D, Ho SY. Anatomía de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico auriculoventricular. Rev Esp Cardiol 2003;56(11):1085-92. doi: 10.1157/13054255