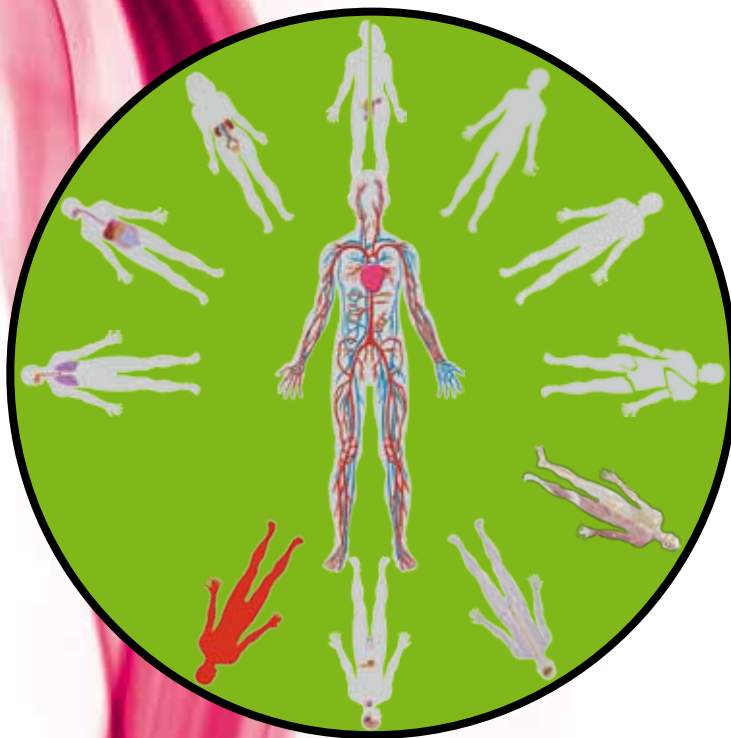


Unidad 8

El aparato cardiocirculatorio



En esta unidad aprenderemos a:

- Detallar las bases anatomofisiológicas del aparato cardiocirculatorio.
- Localizar los principales vasos sanguíneos y linfáticos.
- Detallar los parámetros funcionales del corazón y la circulación.
- Describir las enfermedades cardíacas, vasculares y linfáticas más frecuentes.

Y estudiaremos:

- La estructura y funciones del corazón.
- El gasto cardíaco.
- La estructura y funciones de los vasos sanguíneos.
- Los principales vasos sanguíneos.
- Los conceptos básicos de la hemodinámica.
- El sistema linfático.
- Las principales enfermedades del aparato cardiocirculatorio.

A Vocabulario

La **homeostasis** es el conjunto de mecanismos que permiten mantener el equilibrio en la composición del medio interno de un organismo, es decir, que facilitan que el medio interno se mantenga relativamente constante, lo cual es necesario para el normal funcionamiento celular.

? ¿Sabías que...?

Tanto los vasos sanguíneos, arterias y venas, que transportan la sangre, como los vasos linfáticos, que transportan la linfa, están distribuidos por todo el cuerpo (la córnea y el cristalino del ojo constituyen una excepción, ya que no tienen vasos sanguíneos para mantener así su transparencia).

! Importante

La sangre circula por el sistema gracias a una bomba que la impulsa, el corazón, y a la participación de la musculatura lisa y esquelética.

La linfa circula gracias a la estructura valvular de los vasos linfáticos, las características de su músculo liso y la colaboración de los músculos esqueléticos.

Actividades

1. Indica los componentes del aparato cardiocirculatorio.
2. Explica las funciones principales del aparato cardiocirculatorio.
3. Dibuja un cuadro con la organización del aparato cardiocirculatorio.

1. Visión global del aparato cardiocirculatorio

El sistema cardiocirculatorio está constituido por un complejo sistema de conductos, **los vasos sanguíneos**, por los que discurre la sangre impulsada por una bomba, **el corazón**; y por el **sistema linfático**, formado por una red de vasos y tejido linfático distribuidos por todo el cuerpo.

○ Funciones y organización del aparato cardiocirculatorio

El aparato cardiocirculatorio permite mantener la **homeostasis**, y lleva a cabo las funciones siguientes:

- Llevar a todas las células las sustancias que necesitan para su correcto funcionamiento, es decir, nutrientes, oxígeno y sustancias reguladoras; y recoger los productos resultantes del metabolismo para llevarlos a los lugares de procesamiento o, si es el caso, de eliminación.
- Transportar las células leucocitarias encargadas de los mecanismos de defensa allí donde sean necesarias.
- Distribuir las hormonas que se utilizan en los procesos de regulación metabólica.

Por otra parte, el sistema linfático realiza funciones inmunológicas al producir y procesar los linfocitos sanguíneos, y se encarga también del transporte de las grasas.

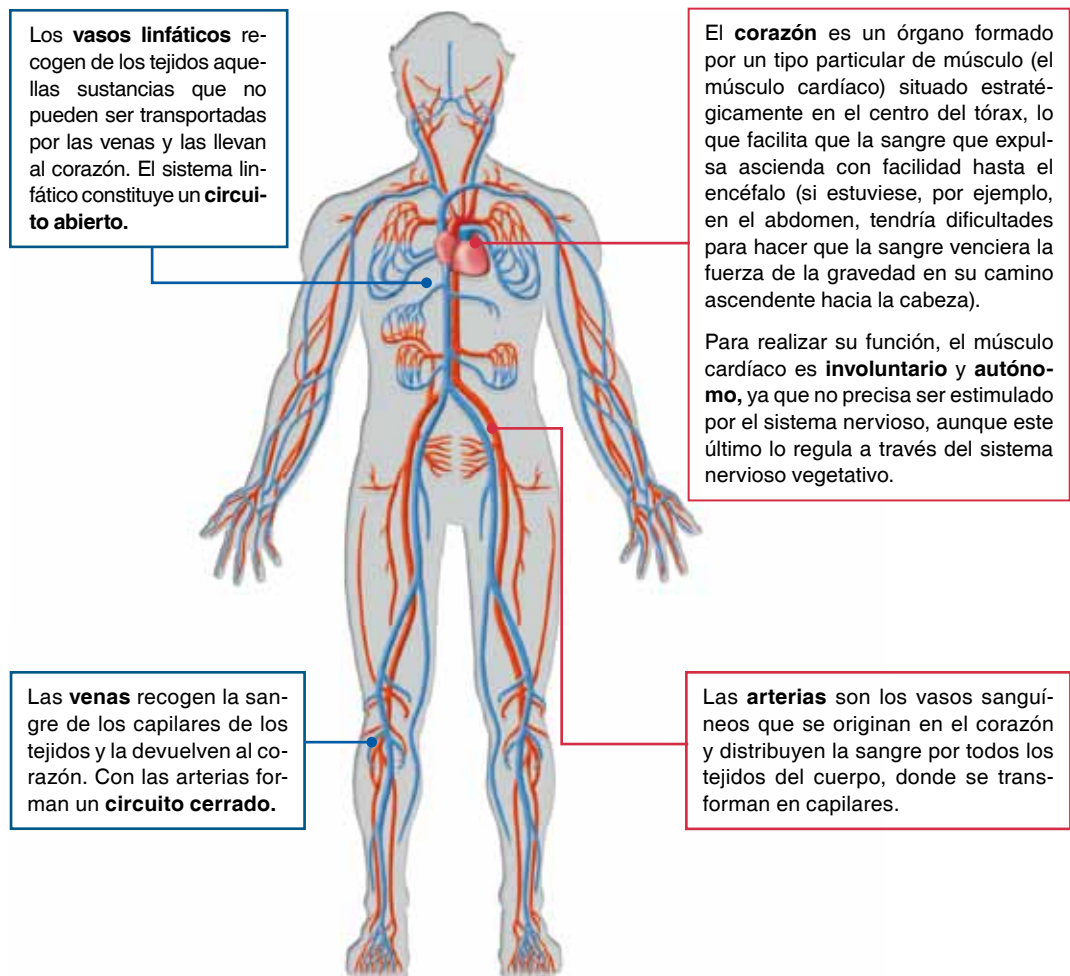


Fig. 8.1. Aparato cardiocirculatorio.

2. El corazón

El corazón es un órgano muscular que está localizado en la parte media inferior del mediastino, por detrás del esternón, por delante del esófago, por encima del diafragma y entre los dos pulmones.

Tiene compartimentado su interior en cuatro **cavidades** o **cámaras** separadas por **tabiques** o **septos**. Las dos cámaras superiores son las aurículas, y las dos cámaras inferiores son los ventrículos. Cada aurícula está asociada a un ventrículo con el que se comunica por un orificio auriculoventricular; existen, por lo tanto, dos orificios, el auriculoventricular derecho, que separa la aurícula derecha del ventrículo derecho, y el auriculoventricular izquierdo, que separa la aurícula izquierda del ventrículo izquierdo. En condiciones normales, no hay comunicación interauricular ni interventricular, por lo que podemos decir que hay dos corazones, el izquierdo y el derecho.

Cada uno de estos orificios dispone de un **sistema valvular** que solo permite el paso de sangre desde las aurículas a los ventrículos y no al revés.

- La válvula tricúspide está entre la aurícula y el ventrículo derechos.
- La válvula mitral o bicúspide está entre la aurícula y el ventrículo izquierdos.

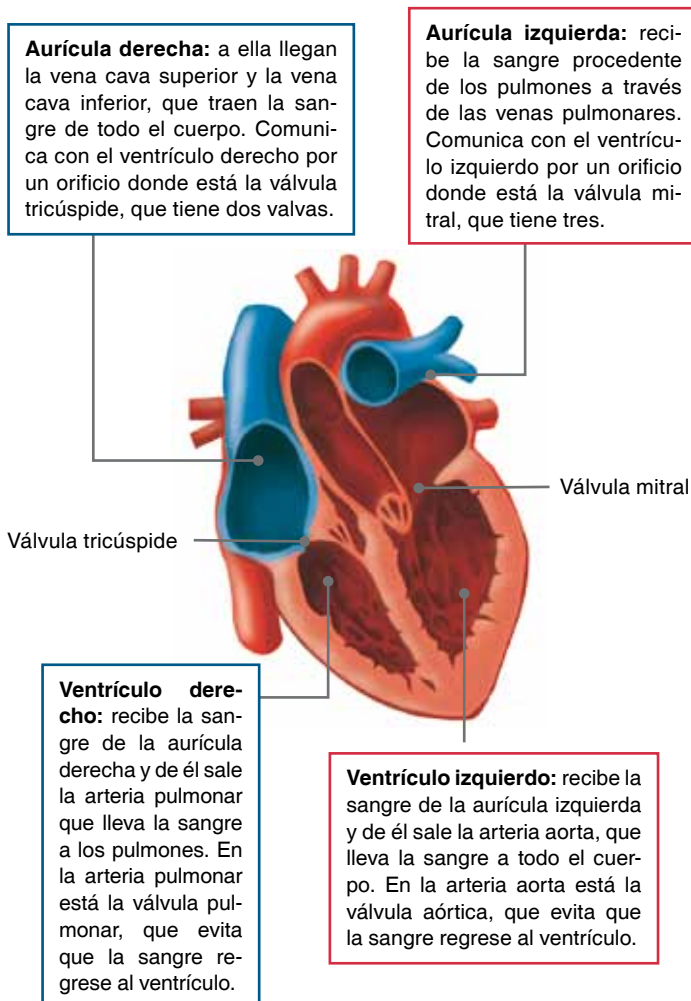


Fig. 8.2.a, Imagen anatómica de las cavidades cardíacas, arterias y venas del corazón.

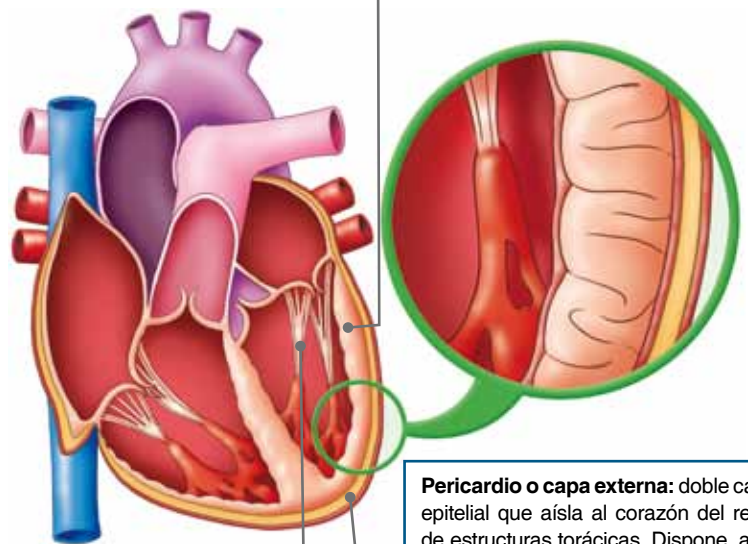
Importante !

Anatómicamente, el corazón es un órgano muscular hueco con forma de pirámide con la base hacia arriba y a la derecha, y la punta dirigida hacia abajo y a la izquierda, de tal forma que si lo reflejamos sobre el pecho, la punta queda a la altura del quinto espacio intercostal.

¿Sabías que...?

Para evitar que las válvulas se inviertan hacia las aurículas, cada una de ellas tiene varias **cuerdas tendinosas** que se unen a las paredes ventriculares a través de los llamados **músculos papilares**.

Miocardio o capa media: tejido muscular estriado pero involuntario que, al contraerse, impulsa la sangre. El miocardio es más grueso en los ventrículos que en las aurículas, sobre todo en el ventrículo izquierdo porque este es el que tiene que impulsar la sangre, a través de la arteria aorta, a todo el cuerpo.



Endocardio o capa interna: fina capa de células epiteliales planas que están en contacto directo con la sangre. El endocardio tiene continuidad con la capa más interna de las arterias, que se llama **endotelio**.

Pericardio o capa externa: doble capa epitelial que aísla al corazón del resto de estructuras torácicas. Dispone, a su vez, de dos capas, el epicardio (capa interna), que está en contacto con la viscera, y el pericardio parietal (capa externa), que está en contacto con la pared torácica. Entre ambas hay un espacio pericárdico, aunque en condiciones normales ambas capas están en contacto (espacio virtual) con una poca cantidad de líquido pericárdico que disminuye la fricción.

El pericardio parietal mantiene fijo al corazón en su lugar porque emite fibras que lo unen a la pared ósea del tórax (costillas y esternón) y al diafragma.

Fig. 8.2.b, Capas del corazón.

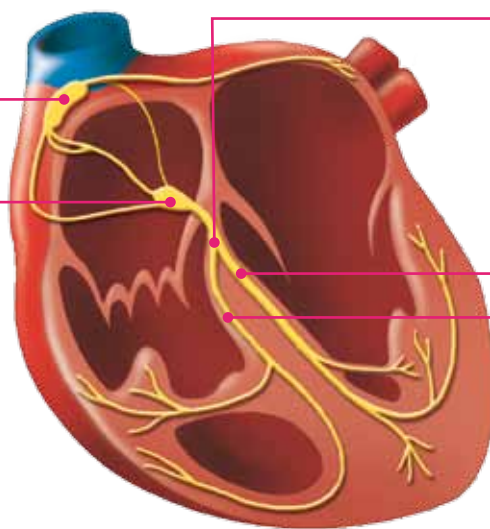
2.1. El sistema conector o de conducción de impulsos

El sistema conector está formado por acúmulos de células miocárdicas (llamados **nódulos** o **nodos**) con una alta inestabilidad de membrana, y una red de fibras musculares que transmiten el impulso eléctrico con rapidez a todo el miocardio (Fig. 8.3).

Una de las características más relevantes del corazón es que la **contracción miocárdica** es **automática**, aunque está regulada por el sistema nervioso vegetativo. Esto se debe a que las células miocárdicas tienen **inestabilidad de membrana**, como vimos en la Unidad 2, lo que les permite generar una corriente eléctrica que se transmite rápidamente por todo el miocardio provocando la contracción. Para coordinar esta contracción y que la función de bombeo de sangre sea efectiva, el corazón dispone de un «sistema eléctrico propio» formado por el llamado **sistema conector**.

1. En la aurícula derecha se encuentra el **nódulo sinusal**, que constituye la «pila» o «marcapasos» del corazón. Genera impulsos eléctricos rítmicos que se transmiten a las células miocárdicas vecinas iniciando la contracción cardíaca en las aurículas. Desde el nódulo sinusal parten tres haces de fibras que discurren por el espesor del miocardio auricular.

2. En la unión de la aurícula derecha con el ventrículo derecho se encuentra el **nódulo auriculoventricular**, al que llegan los haces que, procedentes del nódulo sinusal, traen el impulso eléctrico.



3. Desde el nódulo auriculoventricular parte el llamado **haz de His**, que atraviesa el tabique auriculoventricular hasta el espesor del tabique interventricular.

4. El haz de His se divide en dos **ramas** que bajan por el tabique interventricular hacia la punta del corazón, donde continúan subiendo por las paredes externas de los ventrículos. A su vez, la rama izquierda se divide en otras dos ramas, una anterior y otra posterior, debido a que el miocardio es más grueso a este nivel y así se garantiza el estímulo de todas las células miocárdicas. Cada una de las ramas ventriculares se divide en pequeñas fibras, llamadas **fibras de Purkinje**, que llevan el impulso eléctrico a todas las células miocárdicas.

Fig. 8.3. Sistema conector.

El control nervioso del corazón depende del sistema nervioso vegetativo, ya que al corazón llegan terminaciones simpáticas y los dos nervios vagos, que son parasimpáticos. La **estimulación simpática** aumenta la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción, mientras que la **parasimpática** reduce la frecuencia y la fuerza de contracción. De esta forma, el sistema nervioso central puede adaptar el funcionamiento del corazón a las necesidades del organismo.

La disposición de los elementos del sistema de generación y conducción de los impulsos que provocan la contracción cardíaca responde a una necesidad fisiológica. El impulso, que se genera en el nódulo sinusal, se extiende primero por las aurículas y después a los ventrículos. Así se consigue que tras el llenado auricular se contraigan las aurículas y la sangre se bombee por los orificios auriculoventriculares hacia los ventrículos, al mismo tiempo que el impulso eléctrico pasa a las ramas del haz de His. Cuando los ventrículos están llenos, la distribución del impulso por las fibras de Purkinje hace que se contraigan los ventrículos y la sangre salga por las arterias pulmonar y aorta.

Síntomas y signos

Aunque el corazón dispone de su propio sistema de generación del impulso eléctrico, cualquier célula miocárdica puede generar una corriente eléctrica. Aunque normalmente no sucede, si una célula distinta de las del sistema conector provoca un impulso eléctrico, se produce una contracción «a destiempo» llamada **extrasístole**.

Actividades

1. Dibuja un corazón e indica las cámaras, arterias y venas que entran y salen de él, así como sus válvulas.
2. Haz un cuadro con las características de las tres capas del corazón.
3. Dibuja un corazón con el sistema conector y la dirección del impulso eléctrico cardíaco.

2.2. El ciclo cardíaco

El ciclo cardíaco es la secuencia rítmica de contracción y relajación miocárdica (latido).

- A la contracción miocárdica se le llama **sístole** y durante ella se impulsa la sangre fuera del corazón.
- A la relajación miocárdica se le llama **diástole** y durante ella se llena de sangre el corazón.

La secuencia sístole-diástole se realiza con un ritmo, conocido como **ritmo cardíaco**, y con una frecuencia, la **frecuencia cardíaca**, que, en condiciones normales de reposo, es de unos 70 latidos por minuto, aunque varía en función de las necesidades del organismo, aumentando, por ejemplo, al realizar ejercicio. El ritmo se mantiene estable excepto en condiciones patológicas (arritmia).

Como veremos en el apartado de patología, cuando aumenta la frecuencia cardíaca se habla de **taquicardia** y cuando disminuye hablamos de **bradicardia**. En cualquier caso, en condiciones normales no somos conscientes del latido cardíaco. Cuando una persona «siente» el latido, se dice que tiene **palpitaciones**.

Durante la sístole y la diástole se producen **dos ruidos cardíacos** que se pueden oír por auscultación.

Primer ruido (lub)	Se oye al principio de la sístole y se debe al cierre de las válvulas auriculoventriculares (tricúspide y mitral).
Segundo ruido (dub)	Se oye al principio de la diástole y se debe al cierre de las válvulas sigmoideas (pulmonar y aórtica).

Tabla 8.1. Ruidos cardíacos.

Además de por auscultación, el ciclo cardíaco puede ser estudiado mediante ecocardiografía y electrocardiografía. En este último caso, se analiza el flujo de la corriente eléctrica por el miocardio. Así, mediante la utilización de electrodos estratégicamente colocados en la superficie del cuerpo, se puede registrar la intensidad y dirección del impulso eléctrico cardíaco y recogerlo en un gráfico que recibe el nombre de electrocardiograma (ECG o EKG).

Por otra parte, dado que las arterias pulmonar y aórtica son muy elásticas, al entrar la sangre en ellas, se dilatan, formándose una onda que se transmite a distancia y que puede palparse en las arterias superficiales constituyendo el **pulso**.

Síntomas y signos

En ocasiones, el paso de la sangre a través de las válvulas está dificultado y circula a tanta velocidad que se escucha, por auscultación, el flujo entre los ruidos, constituyendo lo que se denomina un **soplo**, que en muchos casos no tiene significado patológico (soplo funcional o fisiológico), pero otras veces es un signo de patología valvular.

Caso práctico 1

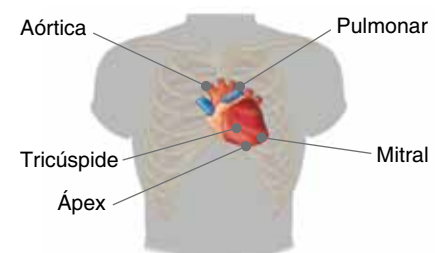


Aunque la auscultación cardíaca es responsabilidad del personal médico y de enfermería, en algunas ocasiones es necesaria la participación de los técnicos en farmacia (en caso de emergencias, realización de EKG, uso de un desfibrilador DESA, etc.).

Tomando como referencia los puntos de proyección de las válvulas cardíacas sobre el tórax en el muñeco anatómico, localiza los puntos de auscultación.

Solución:

Hay cuatro puntos de auscultación. Dos están situados en el segundo espacio intercostal, a ambos lados en el borde del esternón, a nivel del quinto espacio intercostal izquierdo y en el cuarto espacio intercostal izquierdo, en el borde del esternón.



3. Anatomía de los vasos sanguíneos

La sangre se distribuye por todo el organismo gracias a una compleja red de tubos denominados **vasos sanguíneos**. La anatomía de los vasos sanguíneos está muy adaptada a las funciones que realizan, y así se distinguen en (Tabla 8.2):

Arterias	Llevar la sangre desde el corazón a todos los tejidos.
Arteriolas y metaarteriolas	Las arteriolas surgen de la ramificación de las arterias. A medida que disminuyen su diámetro se transforman en metaarteriolas.
Capilares	Surgen de la ramificación de las metaarteriolas. Son vasos sanguíneos muy finos, sin capa muscular y una única capa endotelial que se apoya en una membrana basal. En los capilares se produce el intercambio de sustancias con los tejidos.
Vénulas	Los capilares se reúnen formando las vénulas, de mayor diámetro que los capilares.
Venas	La confluencia de las vénulas da lugar a las venas, encargadas de transportar la sangre en dirección al corazón.

Actividades

- Dibuja una arteria, un capilar y una vena, indicando sus capas.
- Explica la razón de que el interior de las venas tenga válvulas.

Tabla 8.2. Tipos de vasos sanguíneos.

Desde el punto de vista histológico, todos los vasos sanguíneos tienen una pared integrada por tres capas denominadas, de dentro a fuera, **íntima**, **media** y **adventicia**, quedando un espacio interior llamado **luz** por el que discurre la sangre (Fig. 8.4).

Íntima: esta capa recibe el nombre específico de **endotelio** y es la continuación del endocardio. Es la capa que está en contacto con el fluido sanguíneo. Se trata de un tejido epitelial plano monoestratificado que se apoya sobre una lámina basal fina (recuerda lo visto en la Unidad 2), que a su vez se apoya sobre un tejido conectivo también muy fino (subendotelio) que contiene muchas fibras de elastina, lo que confiere elasticidad a los vasos sanguíneos, sobre todo a las arterias y, por tanto, un cierto grado de adaptación al volumen de sangre.

Además, las células endoteliales de los capilares están ligeramente separadas unas de otras dejando unos pequeños espacios intercelulares por los que pueden pasar los leucocitos gracias a una propiedad que les permite modificar su forma.



Media: es una capa de tejido muscular liso que, por fuera y por dentro, tiene una fina lámina de tejido conectivo elástico. Su contracción, controlada por el sistema nervioso vegetativo, sobre todo a nivel de las metaarteriolas, permite mantener el diámetro del vaso adecuado a las necesidades de aporte sanguíneo en una determinada región corporal.

Adventicia: es una capa de tejido conectivo con muchas fibras de elastina y colágeno que dan resistencia a los vasos sanguíneos; estas fibras también les aíslan de otros tejidos.



En las venas, el **endotelio** emite unas prolongaciones hacia el interior de la luz formando un sistema de **válvulas** que impiden el retorno venoso y facilitan el avance de la sangre, sobre todo en los miembros inferiores.

Fig. 8.4. Pared de un vaso sanguíneo (arriba, arteria y abajo, vena).

Como vimos en la Unidad 7, el endotelio de los vasos sanguíneos es una estructura fundamental en el mantenimiento de la circulación y en los procesos de reparación vascular. Mientras se mantiene intacto, las células sanguíneas circulan con fluidez y no se «pegan» a las paredes de los vasos sanguíneos, pero si se lesiona el endotelio, el colágeno atrae a las plaquetas y comienza el proceso de hemostasis.

4. La circulación sanguínea

Tras producirse el intercambio de oxígeno (O_2) por dióxido de carbono (CO_2) a nivel celular, la sangre retorna al corazón y desde él se transporta a los pulmones para eliminar el CO_2 y cargarse nuevamente de O_2 . Así, teniendo en cuenta el transporte de O_2 y CO_2 , podemos considerar **dos circuitos** (Fig. 8.5).

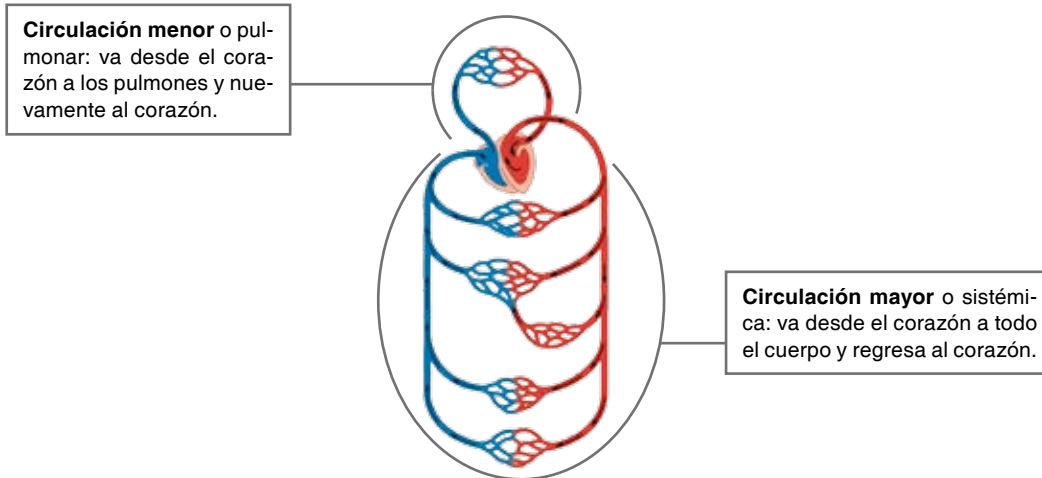


Fig. 8.5. Esquema de la circulación.

A. Circulación menor o pulmonar

La llamada circulación menor comienza en el ventrículo derecho al que llega la sangre desoxigenada recogida de todo el cuerpo por las venas cavas superior e inferior, que la transportan hasta la aurícula derecha, llegando al ventrículo derecho después de atravesar la válvula tricúspide.

Desde el ventrículo derecho, la sangre sale por la **arteria pulmonar** y sus ramas derecha e izquierda, y es transportada a los pulmones. Ambas arterias se dividen hasta dar lugar a los capilares, que se relacionan íntimamente con los **alvéolos pulmonares**, microscópicas estructuras donde finalizan las ramas de los bronquios tras sus múltiples divisiones. El **intercambio de gases** se produce a nivel alvéolo-capilar, como veremos en la Unidad 9, liberando los glóbulos rojos el CO_2 y llenándose de O_2 . Desde los capilares se forman vénulas y venas que se reúnen en dos **venas pulmonares** por cada pulmón, que llevan la sangre oxigenada a la aurícula izquierda, donde se completa el circuito.

B. Circulación mayor o sistémica

Este circuito comienza en el ventrículo izquierdo, al que llega la sangre recogida por la aurícula izquierda procedente de los pulmones, donde se cargó de O_2 .

Desde el ventrículo izquierdo, la sangre sale por la **arteria aorta**, que se dirige hacia arriba, atrás y a la derecha (**aorta ascendente**), para luego describir una curva hacia la izquierda cambiando el sentido hacia abajo (**aorta descendente**), pasando por detrás del corazón en su camino hacia el abdomen.

Al trayecto curvo que hay entre la aorta ascendente y la descendente se le llama **arco o cayado de la aorta**.

En su trayecto descendente por delante de la columna vertebral, la aorta atraviesa el diafragma y penetra en el abdomen. Se distinguen, por tanto, dos tramos en la aorta descendente, un tramo torácico (**aorta torácica**) y un tramo abdominal (**aorta abdominal**).

Actividades

9. Explica la estructura y funciones de la circulación menor.
10. Dibuja esquemáticamente la circulación menor e indica sus componentes y el recorrido de la sangre.
11. Sobre un mapa mudo del sistema circulatorio del miembro superior, identifica las arterias y las venas principales.
12. Sobre un mapa mudo del sistema circulatorio del miembro inferior, identifica las arterias y las venas principales.

Caso práctico 2

Una de las arterias en las que se toma el pulso es la arteria radial. Poniendo los dedos índice y corazón sobre la arteria, tómale el pulso a seis compañeros y haz un cuadro indicando, para cada uno de ellos, la frecuencia y si el pulso es rítmico o no.

Solución:

Localizamos el pulso radial y contamos las ondas arteriales durante un minuto comprobando si la secuencia sigue una cadencia rítmica o no. El número de pulsaciones por minuto es la frecuencia.

A nivel de la vértebra L4, la aorta se divide en dos **arterias ilíacas primitivas** o **comunes**, una derecha y otra izquierda, aunque también surge una fina arteria terminal llamada **arteria sacra media**.

Desde su comienzo en el ventrículo izquierdo hasta su finalización abdominal, la aorta se subdivide en numerosas ramas arteriales para el cuello y el cráneo, miembros superiores, órganos torácicos, órganos abdominales y miembros inferiores (Fig. 8.6).

En cuanto al sistema venoso (Fig. 8.7), a la aurícula derecha llegan dos grandes venas, la **cava superior**, que recoge la sangre procedente de los miembros superiores, el tórax, el cuello, el cráneo y la cara; y la **cava inferior**, que recoge la sangre del abdomen y los miembros inferiores.

Cada órgano abdominal tiene su propia vena (esplénica, renal, mesentérica...), y todas ellas drenan en la **vena cava inferior**.

C. Sistema porta hepático

Es un sistema venoso especial integrado por la **vena porta hepática**, que recoge la sangre procedente de estómago, intestino delgado, intestino grueso, bazo, páncreas y vesícula biliar, y la lleva al hígado. Así pues, el hígado recibe sangre por la **arteria hepática** y por la **vena porta**. Después de atravesar el hígado, la sangre sale por la **vena hepática**, que acaba en la vena cava inferior, la cual lleva sangre desoxigenada y cargada de nutrientes.

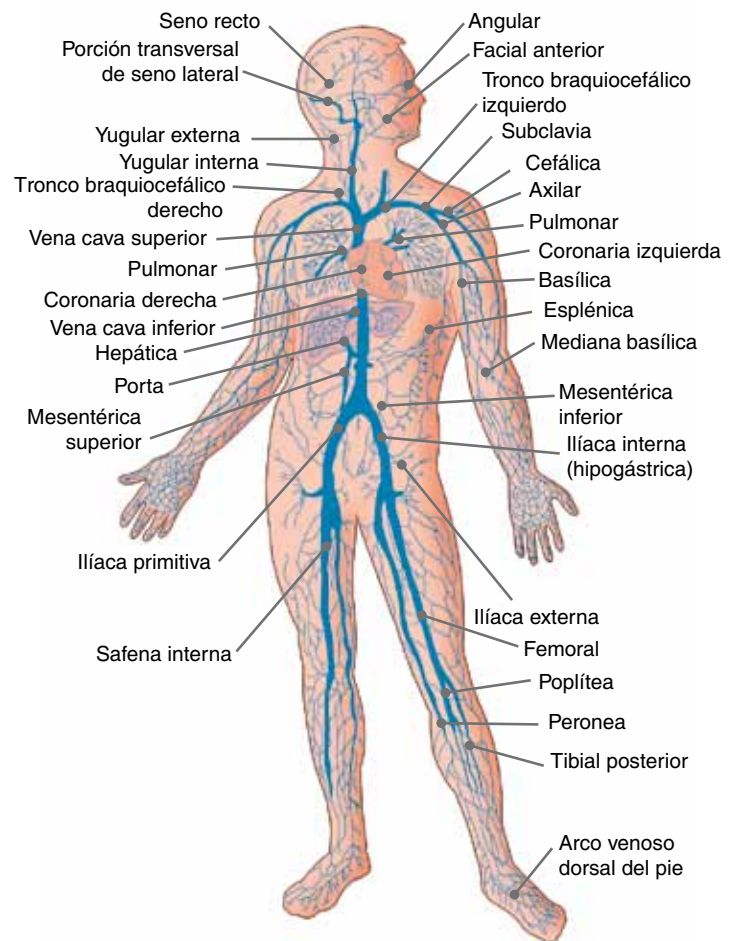
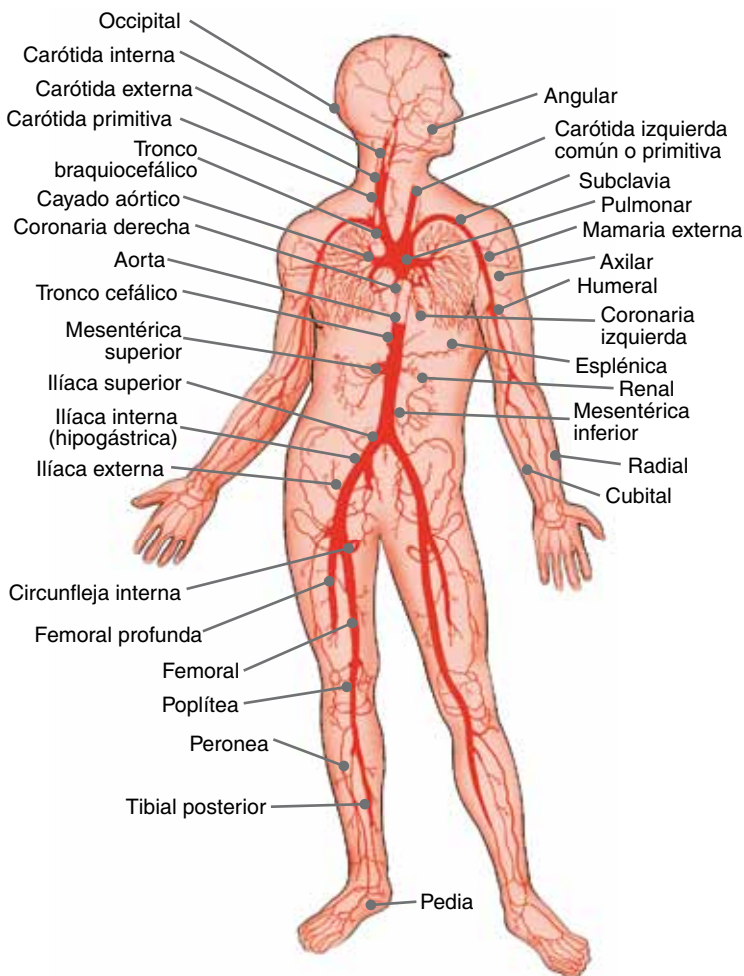


Fig. 8.6. Principales arterias.

Fig. 8.7. Principales venas.

5. Hemodinámica

La **hemodinámica** estudia el funcionamiento del corazón y de la circulación de la sangre desde el punto de vista de las leyes físicas que rigen el movimiento de los fluidos por el interior de un tubo.

En este apartado veremos los aspectos relacionados con:

- El **gasto cardíaco**.
- La **presión sanguínea**.
- El **intercambio a nivel capilar**.

Estos tres factores están íntimamente relacionados y todos ellos determinan la cantidad de sangre (perfusión tisular) que llega a los tejidos y, por tanto, la cantidad de las diversas sustancias que llegan a las células.

A. El gasto cardíaco

El **gasto cardíaco** se define como el volumen de sangre, en litros, que expulsa el corazón en un minuto (L/min).

El **gasto cardíaco** depende, básicamente, de dos factores relacionados entre sí:

- La cantidad de sangre que entra en los ventrículos (volumen de llenado), que depende del **retorno venoso** (cantidad de sangre que entra en las aurículas y determina la fuerza de contracción); está regulada por una ley física según la cual a mayor dilatación ventricular (y, por tanto, mayor distensión miocárdica) mayor fuerza de contracción. Esto significa que cuanto más se llenan los ventrículos, más se «estira» el miocardio y eso provoca una mayor fuerza de contracción (ley de Frank-Starling). Por tanto, la contracción cardíaca se adapta a las necesidades de sangre del cuerpo.
- La **frecuencia cardíaca**, que varía a lo largo del día y oscila, en situación normal, entre 60 y 100 latidos por minuto.

En condiciones normales, el **gasto cardíaco** medio de un varón de 70 kg de peso es de 5-6 L/min (las mujeres tienen un **gasto cardíaco** entre un 10 % y un 20 % menor que los hombres). De todas formas, los valores de **gasto cardíaco** no son constantes, ya que sufren muchas modificaciones a lo largo del día, dependiendo, sobre todo, de la actividad física realizada.

B. La presión sanguínea

La **presión sanguínea** se define como la presión que ejerce la sangre sobre las paredes de los vasos sanguíneos.

Esta presión es distinta en las arterias y en las venas (presión arterial-presión venosa), e incluso varía entre la **sístole** (presión más elevada al entrar sangre en las arterias) y la **diástole** (presión más baja al «liberarse» de sangre las arterias).

Por ello, cuando medimos la **presión sanguínea** (la que se mide es la presión arterial), tenemos que medir la **sistólica** y la **diastólica**. Ambos valores de presión se igualan a nivel de los capilares y se mantienen igualados a nivel venoso, donde caen a valores muy bajos.

Entre los factores de los que depende la **presión sanguínea** destacan:

- **Gasto cardíaco**.
- **Resistencias periféricas**. Son el conjunto de factores que se oponen a la circulación de la sangre, como el diámetro del vaso sanguíneo o el rozamiento de la sangre contra las paredes del vaso.

¿Sabías que...?

Cuando los requerimientos de sangre se incrementan por un tiempo prolongado (p. ej., en los deportistas), el corazón aumenta su tamaño (**cardiomegalia**) para incrementar la cantidad de sangre que puede contener y, por tanto, aumentar el **gasto cardíaco**. Para poder expulsar este mayor volumen de sangre por los ventrículos, el miocardio incrementa su grosor (**hipertrofia miocárdica**) y así puede mantener una fuerza de contracción adecuada.

En estos casos suele disminuir la frecuencia cardíaca en reposo (bradicardia funcional).

¿Sabías que...?

Hay varias formas de determinar el «riesgo cardíaco», es decir, el riesgo de padecer un problema en el corazón. Dos de ellas son el cálculo del **IMC** (índice de masa corporal) y del **perímetro abdominal**.

El **IMC** se calcula dividiendo el peso en kilogramos entre el cuadrado de la altura en metros.

El **perímetro abdominal** se mide a la altura del ombligo, teniendo la musculatura abdominal relajada y después de echar el aire de los pulmones. Su valor debe ser inferior a 102 en los hombres y a 88 en las mujeres.

Importante

A medida que la sangre avanza por los vasos sanguíneos, la **presión sanguínea** va disminuyendo.

Importante

Los valores medidos de la presión arterial pueden indicar los siguientes diagnósticos:

- Por debajo de 90/60 indican hipotensión.
- Próximos a 140/90 indican presión alta *borderline* (en el límite).
- Hasta 160/100 indican hipertensión de primer grado o leve.
- Hasta 180/110 indican hipertensión de segundo grado o moderada.
- Superiores a 180/110 indican hipertensión de tercer grado o grave.

La presión sanguínea se puede medir comprimiendo una arteria y viendo con cuánta presión se cierra (presión sistólica) y con cuánta presión se vuelve a abrir completamente (presión diastólica). Para eso utilizamos un **esfigmomanómetro**, un aparato con el que envolvemos un brazo (por ser un punto más fácil) con un manguito que tiene una bolsa que podemos inflar de aire con un insuflador. La bolsa está conectada a un indicador (manómetro) que nos informa de la presión que hay en su interior. Utilizamos al mismo tiempo un **estetoscopio**, que aplicamos sobre una arteria superficial en la piel por debajo del manguito (la arteria humeral a nivel del codo) y escuchamos los latidos.

Los valores normales de presión arterial varían con la edad, pero se consideran valores normales en torno a 120 mmHg (12 cmHg) de presión sistólica (PAS), y en torno a 70 mmHg (7 cmHg) de presión diastólica (PAD) (la presión se mide en milímetros de mercurio o centímetros de mercurio). Cuando damos los valores de presión, se dan ambos valores, PAS/PAD, por ejemplo: 120/70.

Los sistemas de **regulación de la presión sanguínea** son, fundamentalmente, **nerviosos y hormonales**, gracias a que en diversas partes del circuito sanguíneo existen receptores que están «midiendo» continuamente la presión.

Los sistemas de regulación de la presión sanguínea son:

Regulación por el sistema nervioso vegetativo	El sistema nervioso vegetativo controla la presión arterial actuando tanto sobre el gasto cardíaco, aumentando o disminuyendo la frecuencia y la fuerza de contracción, como sobre las resistencias periféricas, aumentando o disminuyendo la contracción de la musculatura lisa de las arteriolas y metaarteriolas.
Regulación hormonal	En este caso se ponen en marcha mecanismos, como el de la ADH o la aldosterona, que tratan de aumentar o disminuir el volumen sanguíneo actuando, sobre todo, a nivel renal.
Regulación renal	En el riñón hay quimiorreceptores de la concentración de sodio. Cuando disminuye esta concentración se libera una hormona, la renina, que pone en marcha un mecanismo que produce vasoconstricción y un aumento de la reabsorción renal de sodio y agua por medio de la aldosterona.

Tabla 8.3. Mecanismos de regulación de la presión sanguínea.

C. Intercambio capilar

El intercambio de sustancias entre las células y la sangre se hace a nivel capilar debido a las diferencias de concentración o de presión. Dado que esas diferencias varían a medida que avanza la sangre por el capilar, también varían los movimientos de las sustancias a través de su endotelio.

Además, la sangre tiene una alta concentración de **albúmina**, proteína de gran importancia porque de ella depende, en parte, la presión de la sangre. Debido a su pequeño tamaño atraviesa las paredes de los capilares con facilidad, arrastrando agua con ella, con lo que disminuye la presión sanguínea. El sistema linfático se encarga de recuperar la albúmina y devolverla al torrente sanguíneo.

Actividades

13. Define gasto cardíaco y presión sanguínea, y explica de qué factores dependen.

Caso práctico 3

A tu farmacia llega un cliente hipertenso a medirse la presión sanguínea utilizando el tensiómetro electrónico de la farmacia. Después de tomársela, lee el tique y ve que marca PAS 155, PAD 105, y te pide que se lo expliques.

Solución:

El rango de PAS-PAD indica una hipertensión de primer grado o leve. Le pides que descanse 15 minutos y que se la vuelva a tomar para descartar que sea debida al ejercicio. Si sigue alta, le recomiendas que hable con el farmacéutico para que le aconseje.

6. El sistema linfático

La **linfa** es un líquido claro pobre en proteínas y rico en grasas que contiene linfocitos y circula por el sistema linfático.

El sistema linfático es una parte fundamental del aparato cardiocirculatorio, por las importantes **funciones** que desarrolla:

- Recupera las proteínas y el líquido extravasado a nivel capilar.
- Participa en los mecanismos de defensa. En el sistema linfático se producen los linfocitos. Además, cuando los macrófagos tisulares detectan y destruyen células invasoras, los restos celulares son recogidos por la linfa, limpiando así los tejidos.
- Transporta grasas. Las grasas absorbidas en el aparato digestivo se incorporan a la circulación por medio de los vasos linfáticos.

Estructuralmente, los **vasos linfáticos** son, en cierto modo, semejantes a las venas. Al igual que ellas, tienen un endotelio que emite prolongaciones hacia el interior de la luz linfática formando válvulas que facilitan el avance de la linfa. También tienen una pared media de músculo liso, pero en este caso sus células pueden contraerse rítmicamente para favorecer el avance de la linfa.

Los vasos linfáticos se distribuyen por todos los tejidos y se van juntando unos con otros para formar vasos de mayor diámetro que finalmente confluyen en el tórax en dos grandes conductos llamados vaso linfático derecho y conducto torácico.

El **vaso linfático derecho** recoge la linfa del miembro superior derecho y parte del hemitórax derecho, drenando en la vena cava superior.

El **conducto torácico** recoge la linfa del resto del cuerpo y drena en la vena subclavia izquierda.

Además de los vasos linfáticos, el sistema linfático está constituido por diferentes estructuras que desarrollan funciones de defensa, ya que en ellas se forman los linfocitos (Fig. 8.8).

Ganglios linfáticos: intercalados entre los vasos linfáticos hay unos engrosamientos que sirven de filtro de la linfa. En ellos también se forman linfocitos.

Timo: su función es identificar las células propias impidiendo que se formen linfocitos contra ellas. Este mecanismo de «inhibición linfocitaria» impide que nuestro sistema de defensa reconozca a nuestras propias células como extrañas.

Médula ósea: en su interior hay islotes linfáticos productores de linfocitos.

Bazo: es un órgano situado en la parte superior izquierda del abdomen (en el hipocondrio izquierdo), que tiene funciones linfoides además de otras funciones relacionadas con la eliminación de células sanguíneas viejas o deterioradas.

Placas de Peyer: son acúmulos de tejido linfático en el espesor de las paredes del intestino delgado y de los bronquios, posibles vías de entrada de patógenos.

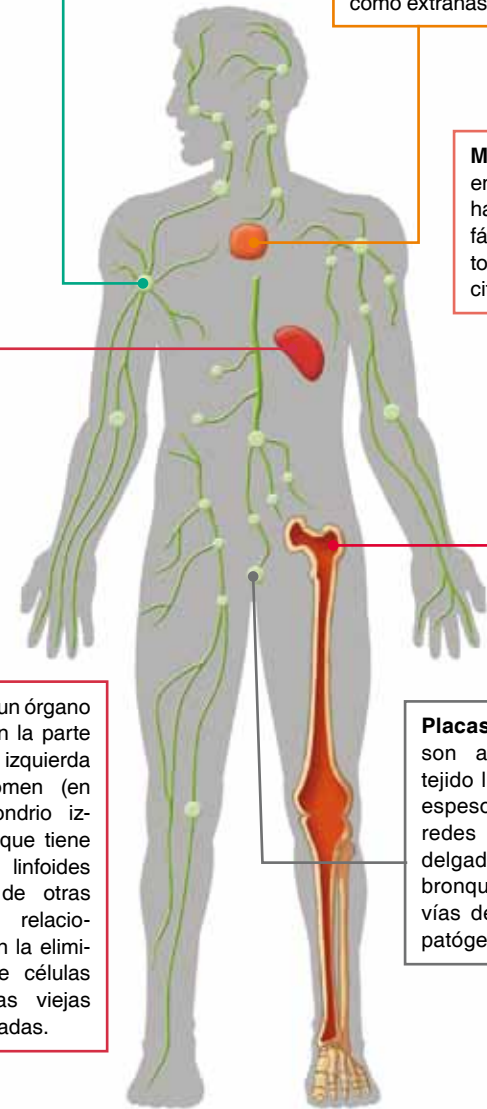


Fig. 8.8. Vasos y órganos linfáticos.

Actividades

14. Describe las funciones del sistema linfático y enumera sus componentes.
15. ¿Qué es el bazo y qué funciones desarrolla?
16. Dibuja un esquema del cuerpo humano y localiza sobre él los componentes del sistema linfático.
17. Enumera los órganos en los que se forman linfocitos.

Importante

Existen muchos factores de riesgo que aumentan la incidencia de enfermedades cardiovasculares y de la tasa de mortalidad por estas causas; de hecho, en España, las muertes por enfermedades cardiovasculares ocupan el primer lugar en las listas de mortalidad.

Entre estos **factores de riesgo** destacamos los siguientes, sobre todo cuando se asocian unos con otros.

- Factores hereditarios.
- Obesidad. Índice de masa corporal (IMC) elevado.
- Sedentarismo (estilo de vida en general).
- Tabaquismo.
- Hipertensión.
- Diabetes.
- Aumento del perímetro abdominal.
- Hiperlipemias (hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia).

7. Patología del aparato cardiocirculatorio

Las enfermedades del aparato cardiocirculatorio son muy frecuentes y afectan secundariamente a muchos órganos porque se puede ver afectada la perfusión tisular. Las enfermedades del corazón son la primera causa de muerte en los países desarrollados.

A. Semiología cardiocirculatoria

Entre las manifestaciones que aparecen con más frecuencia en las enfermedades cardíacas y vasculares destacan las siguientes:

Disnea	Dificultad respiratoria, sobre todo cuando se acumula líquido en los pulmones porque el corazón izquierdo no es capaz de expulsar toda la sangre que le llega, aumentando la presión en las venas pulmonares.
Edema	Acúmulo de líquido en los tejidos, sobre todo porque el corazón derecho no es capaz de expulsar toda la sangre que le llega, aumentando la presión venosa en las venas cavas.
Cianosis	Coloración azulada de la piel por falta de oxigenación (hipoxia).
Síncope	Desvanecimiento con pérdida momentánea de conciencia.
Dolor precordial	Dolor en el pecho o irradiado (desplazado) al cuello, mandíbula, omóplatos, epigastrio o miembro superior izquierdo, en isquemia cardíaca, infarto de miocardio, pericarditis, etc.
Variaciones de la presión arterial	Por aumento (hipertensión) o disminución (hipotensión). La hipertensión y la hipotensión pueden ser enfermedades con entidad propia.
Alteraciones del pulso	Por aumento (taquicardia) o descenso (bradicardia) de la frecuencia cardíaca; por alteraciones del ritmo (arritmias); por alteraciones de la fuerza de contracción (pulso débil), etc.
Dilataciones vasculares	Como en las varices (venas) o en el aneurisma (dilatación arterial).
Fiebre	En el caso de patología infecciosa, como la pericarditis o la endocarditis.

Tabla 8.4. Principales síntomas y signos en patología cardiovascular.

B. Patología

Patología cardíaca: afecta al corazón

Denominación	Características
Arritmias	<ul style="list-style-type: none"> • Son alteraciones de la frecuencia o el ritmo debidas a trastornos en la generación o transmisión del impulso eléctrico. • Algunas de ellas son muy peligrosas, como la fibrilación ventricular, en la que el miocardio ventricular se contrae de forma irregular y con poca fuerza, por lo que no es capaz de expulsar la sangre de su interior.
Insuficiencia cardíaca (IC)	<ul style="list-style-type: none"> • El corazón no es capaz de expulsar toda la sangre que le llega. • Es más frecuente en la edad adulta y se debe a que el miocardio pierde su capacidad de respuesta a la carga ventricular. Se puede afectar el corazón derecho, el izquierdo, o ambos. La IC derecha provoca un acúmulo de sangre en las venas cavas y, por tanto, un aumento de la presión venosa que se transmite, retrógradamente, produciendo ingurgitación yugular, aumento de la presión venosa en el hígado, que aumenta de tamaño (hepatomegalia), en el sistema porta y en el resto del cuerpo, con edemas, palpitaciones, taquicardia, fatiga, debilidad, etc. La IC izquierda provoca un acúmulo de sangre en las venas pulmonares con aumento de la presión venosa a este nivel, que se transmite al pulmón produciendo tos, hemoptisis (sangrado por la boca procedente del pulmón), disnea, cianosis, etc.
Cardiopatía isquémica	<ul style="list-style-type: none"> • Se produce por una obstrucción de las arterias coronarias o sus ramas, más frecuentemente por acúmulo de grasas, provocando una deficiente oxigenación del miocardio con isquemia (angina de pecho o ángor), que puede ir acompañada de necrosis (infarto de miocardio o muerte súbita). En ambos casos cursa con dolor precordial.
Enfermedad valvular	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia valvular o estenosis valvular.
Fiebre reumática	<ul style="list-style-type: none"> • Es autoinmune. Tras una infección generalmente localizada (como una amigdalitis), el organismo produce anticuerpos contra los antígenos del estreptococo que atacan al tejido conectivo, por lo que pueden afectarse muchos órganos, siendo frecuente la inflamación cardíaca (carditis), con dolor pericárdico, insuficiencia cardíaca y alteraciones valvulares.

Patología vascular: afecta a arterias, venas o ambas	
Denominación	Características
Trombosis	Se trata de un proceso local que produce una obstrucción vascular. Una causa muy frecuente es el depósito de lípidos en las paredes vasculares que forman un ateroma, que puede obstruir parcial o totalmente el flujo de sangre provocando isquemia o infarto, independientemente del órgano de que se trate. Otra causa es la formación de un coágulo de sangre, lo que sucede más frecuentemente en las venas (tromboflebitis), que dificulta el retorno venoso y cursa con edema.
Embolia	Si la obstrucción vascular se produce a distancia, es decir, lejos del punto en el que se formó el trombo o del punto en el que se introdujo cualquier sustancia que obstruya el vaso sanguíneo (grasa, aire, etc.), se habla de embolia. Un fragmento de ateroma o de un coágulo puede soltarse (pasa a denominarse émbolo) y quedar libre en la sangre. Viaja por los vasos sanguíneos hasta que llega a uno con un calibre que no permite el paso del émbolo, produciéndose la obstrucción. Cuando se produce un trombo, una embolia o una rotura de un vaso sanguíneo cerebral, aparece un complejo sintomático (síndrome) llamado accidente cerebrovascular (ACV) o ictus.
Hipertensión arterial (HTA)	El aumento de la presión arterial puede tener numerosas causas (como enfermedades del riñón o del sistema endocrino). En otras ocasiones se debe a una pérdida de la elasticidad arterial. La rigidez provoca el aumento de las resistencias periféricas y de la presión. Puede comenzar con manifestaciones leves, como cefalea, sangrado nasal (epistaxis) o mareos, pero si se mantiene la presión alta se alteran los vasos sanguíneos, que se engrosan y pierden elasticidad, por lo que puede aparecer arteriosclerosis, cardiopatía, enfermedad renal y/o un accidente cerebrovascular (ACV), con lesiones cerebrales permanentes.
Aneurisma	Es una dilatación arterial producida por una debilidad de su pared. Los aneurismas provocan remolinos sanguíneos que facilitan la coagulación y la formación de trombos y émbolos; además, la debilidad vascular puede provocar la rotura de la arteria.
Varices	Las varicosidades o varices son dilataciones venosas que dificultan el retorno sanguíneo. Afectan con más frecuencia a mujeres, sobre todo en las venas de los miembros inferiores. Entre los factores predisponentes están la obesidad, el sedentarismo y el tratamiento con anticonceptivos.

Patología linfática: afecta al sistema linfático	
Denominación	Características
Linfangitis	Es inflamatoria y dificulta las funciones de drenaje linfático.
Linfedema	Acúmulo de líquidos en los tejidos.
Linfadenopatía	Es una linfangitis que afecta a los ganglios.
Linfoma	Es un tipo de neoplasia que suele iniciarse en los ganglios linfáticos, donde se produce un tumor formador de linfocitos anómalos que pasan a la linfa, y de ella a cualquier otro lugar del cuerpo, donde se reproducen (metástasis).
Esplenomegalia	Se llama así al aumento del tamaño del bazo. Generalmente se debe a infecciones, pero en otras ocasiones es un signo de neoplasia.

Actividades

18. Define taquicardia, bradicardia, arritmia, disnea, edema y cianosis.
19. Explica las causas de la fiebre reumática y sus consecuencias sobre el corazón.
20. Distingue entre trombosis y embolia.
21. ¿Qué factores predisponen a la enfermedad cardíaca? ¿Y a la aparición de varices?

¿Sabías que...?

Las **hemorroides** o **almorranas** son varicosidades de las venas perianales.

Caso práctico 4

Llega a la farmacia un cliente con recetas para amiodarona, atenolol y furosemida. Busca en el catálogo de medicamentos estos principios activos e indica para qué enfermedades se emplean.

Solución:

La amiodarona se emplea como antiarrítmico, el atenolol se utiliza en la hipertensión y la furosemida es un diurético que también se emplea en la hipertensión.

Síntesis

Aparato cardiocirculatorio

Realiza las funciones de...

- Mantenimiento de la homeostasis, llevando a todas las células las sustancias necesarias nutricionales y reguladoras, y recogiendo los productos de desecho
- Transporte de células de defensa
- Regulación metabólica

Está formado por...

Corazón



Sistema conector

Genera el impulso eléctrico que hace latir el corazón de forma rítmica

Ciclo cardíaco

Sístole y diástole

Vasos sanguíneos

Arterias, arteriolas, metaarteriolas, capilares, vénulas y venas

Los vasos sanguíneos son básicos en la circulación sanguínea y la hemodinámica

Sistema linfático

Vasos linfáticos

Órganos linfáticos

Realiza las funciones de...

- Recuperación de proteínas
- Mecanismos de defensa
- Transporte de grasas

Patología

Cardíaca

- Arritmia
- Insuficiencia cardíaca
- Cardiopatía isquémica
- Enfermedad valvular

Vascular

- Trombosis
- Embolia
- Hipertensión arterial
- Aneurisma
- Varices

Linfática

- Linfoma
- Esplenomegalia