

TEMA Nº 5.- APARATO CIRCULATORIO HUMANO**INTRODUCCIÓN**

En los temas anteriores hemos visto como los nutrientes eran captados por el *aparato digestivo* a partir de la digestión de los alimentos, y como el *aparato respiratorio* se encargaba de captar oxígeno y de eliminar dióxido de carbono mediante un intercambio de gases con el exterior. Los nutrientes y el oxígeno deben llegar a todas las células de nuestro organismo para cumplir allí su misión. Además, en las células se generan productos de desecho que hay que expulsar pues, de no hacerlo, podrían llegar a ser perjudiciales. Para que esta incorporación y eliminación de sustancias sea posible se desarrolla el *aparato circulatorio* que representa un sistema de transporte en nuestro organismo. Dicho aparato de una parte establece relación con las células de nuestro organismo y de otra con los *aparatos digestivo, respiratorio y excretor*.

Existe, en el hombre, otro medio de transporte, representado por el *sistema linfático*.

1.- CONSTITUCIÓN DEL APARATO CIRCULATORIO SANGUÍNEO

El *aparato circulatorio* humano consta de un órgano principal, el *corazón*, conectado con una serie de conductos, los denominados vasos sanguíneos (*arterias, venas y capilares*) ampliamente ramificados. Por el interior de este sistema circula un líquido, *la sangre*, impulsada por el *corazón*.

2.- EL CORAZÓN

Es el órgano central del aparato circulatorio, que actúa como una bomba aspirante impelente. Es un órgano de color rojo, formado fundamentalmente por tejido muscular, del tamaño de un puño cerrado y de unos 330 gramos de peso, situado en la zona media del tórax entre los pulmones. Tiene forma aproximada de cono invertido y con el vértice dirigido hacia abajo y desplazado hacia la izquierda (figura 5.1).

Se encuentra envuelto por una especie de saco de paredes dobles, *pericardio*. La hoja interna denominada *pericardio visceral* se denomina *epicardio* y está íntimamente unida al músculo cardíaco (*miocardio*), la hoja externa es el *pericardio parietal*. Entre ambas hojas queda una *cavidad pericárdica*, ocupada por el *líquido pericárdico*. El corazón, en cierto modo, flota en esa cavidad.

Externamente presenta dos surcos, uno transversal y otro longitudinal, donde se alojan los vasos sanguíneos que lo irrigan, son las *arterias y venas coronarias*. En estos surcos también existen una serie de nervios que se encargan de inervarlo (figura 5.2).

El *corazón* es un órgano hueco. Internamente se observa dividido en cuatro cavidades, dos superiores, las *aurículas*, y dos inferiores, los *ventrículos*. Las *aurículas* son de paredes delgadas y los *ventrículos*, sobre todo el izquierdo, de paredes gruesas (figura 5.3). Esa pared básicamente está constituida por el *miocardio*, que es tejido muscular estriado cardíaco, cuyas fibras son de contracción involuntaria.

Internamente las cavidades del corazón están recubiertas por una capa muy fina, el *endocardio*, cuya superficie muy lisa hace que el rozamiento de la sangre sea mínimo. Las válvulas, *mitral y tricúspide*, que comunican las *aurículas* con sus *ventrículos*, están formadas por pliegues del *endocardio*.

Por tanto las paredes del corazón presentan las siguientes capas de dentro a fuera: *Endocardio, miocardio, pericardio visceral o epicardio, cavidad pericárdica y pericardio parietal*.

Cada *aurícula* está comunicada con el *ventrículo* de su mismo lado, esta comunicación se hace mediante las llamadas *válvulas aurículo-ventriculares* que son dos, una situada entre

la *aurícula* y el *ventrículo* derechos, la *válvula tricúspide*; y otra entre la *aurícula* y el *ventrículo* izquierdos, la *válvula mitral* (figura 5.3).

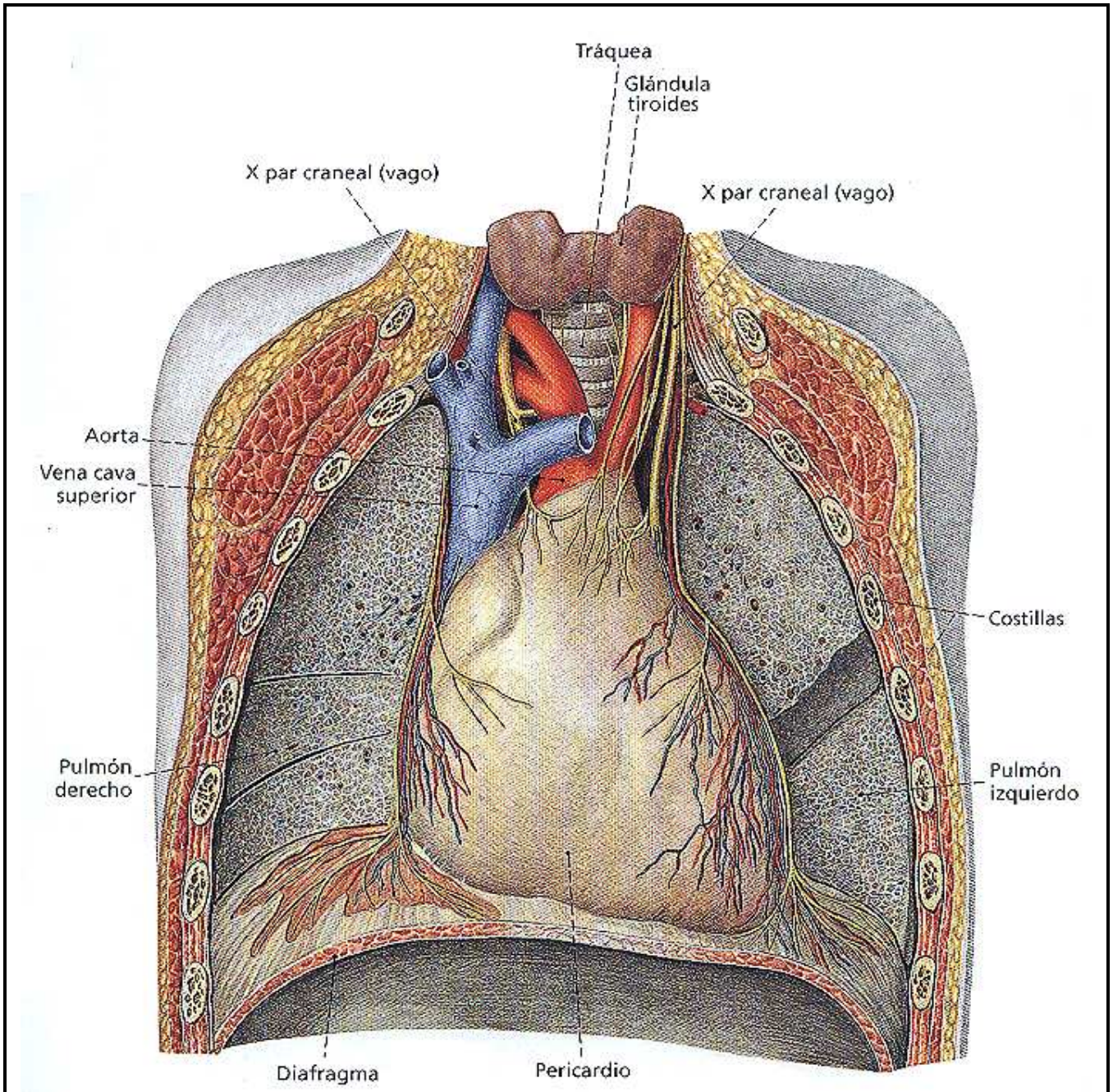


Figura 5.1.- Localización del corazón, rodeado del pericardio, dentro de la caja torácica. Se ha retirado la pared anterior del tórax. Pueden verse también los dos nervios vagos que llegan al corazón desde la región del cuello, así como la arteria aorta y la vena cava superior.

No existe comunicación entre las *aurículas* ni entre los *ventrículos*, por tanto podemos hablar de un *corazón derecho* y de un *corazón izquierdo*.

Las paredes de las *aurículas* y de los *ventrículos* presentan diversos orificios, de entrada en el caso de las *aurículas* y de salida en el caso de los *ventrículos*. Estos orificios ponen en comunicación las cavidades del corazón con los vasos sanguíneos.

En los orificios de entrada terminan las *venas* que vierten la sangre al interior de las *aurículas*, y de los de salida, que parten de los *ventrículos*, arrancan las *arterias*.

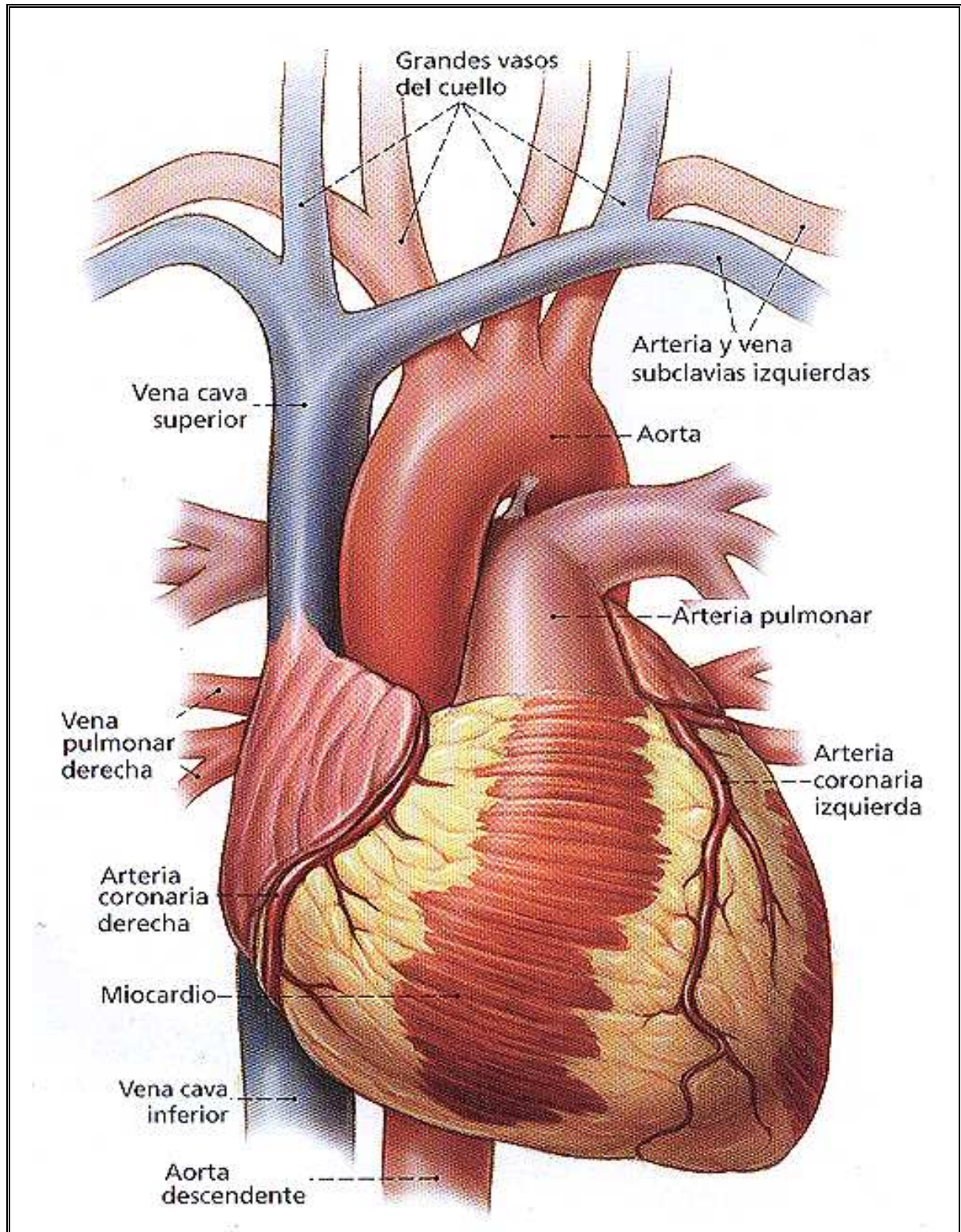


Figura 5.2.- El corazón visto desde fuera por su cara anterior. Desde el músculo cardíaco parten: La aorta; las venas cavas, superior e inferior; la arteria pulmonar y las venas pulmonares. El corazón es irrigado por las arterias coronarias.

A la *aurícula* derecha llegan dos grandes venas, las *venas cavas, superior e inferior*. La *cava superior* recoge la sangre procedente de la cabeza y de los brazos; recoge también la sangre que llega de la vena ácigos que corre paralela a la vena cava inferior. La *vena cava inferior*, recoge la sangre procedente del resto del cuerpo.

A la *aurícula* izquierda llegan las *venas pulmonares*, dos procedentes del pulmón derecho y otras dos del izquierdo, que traen la sangre procedente de los pulmones.

Del *ventrículo* derecho arranca la *arteria pulmonar*, que, al salir del corazón se ramifica y da dos arterias que se dirigen a ambos pulmones.

Del *ventrículo* izquierdo arranca la *arteria aorta*, que lleva la sangre a todo el cuerpo

La salida de las *arterias*, *pulmonar* y *aorta*, está regulada por sendas *válvulas*, llamadas *sigmoideas* (*aórtica* y *pulmonar*), diseñadas para impedir el retroceso de la sangre hacia el corazón (figura 5.3).

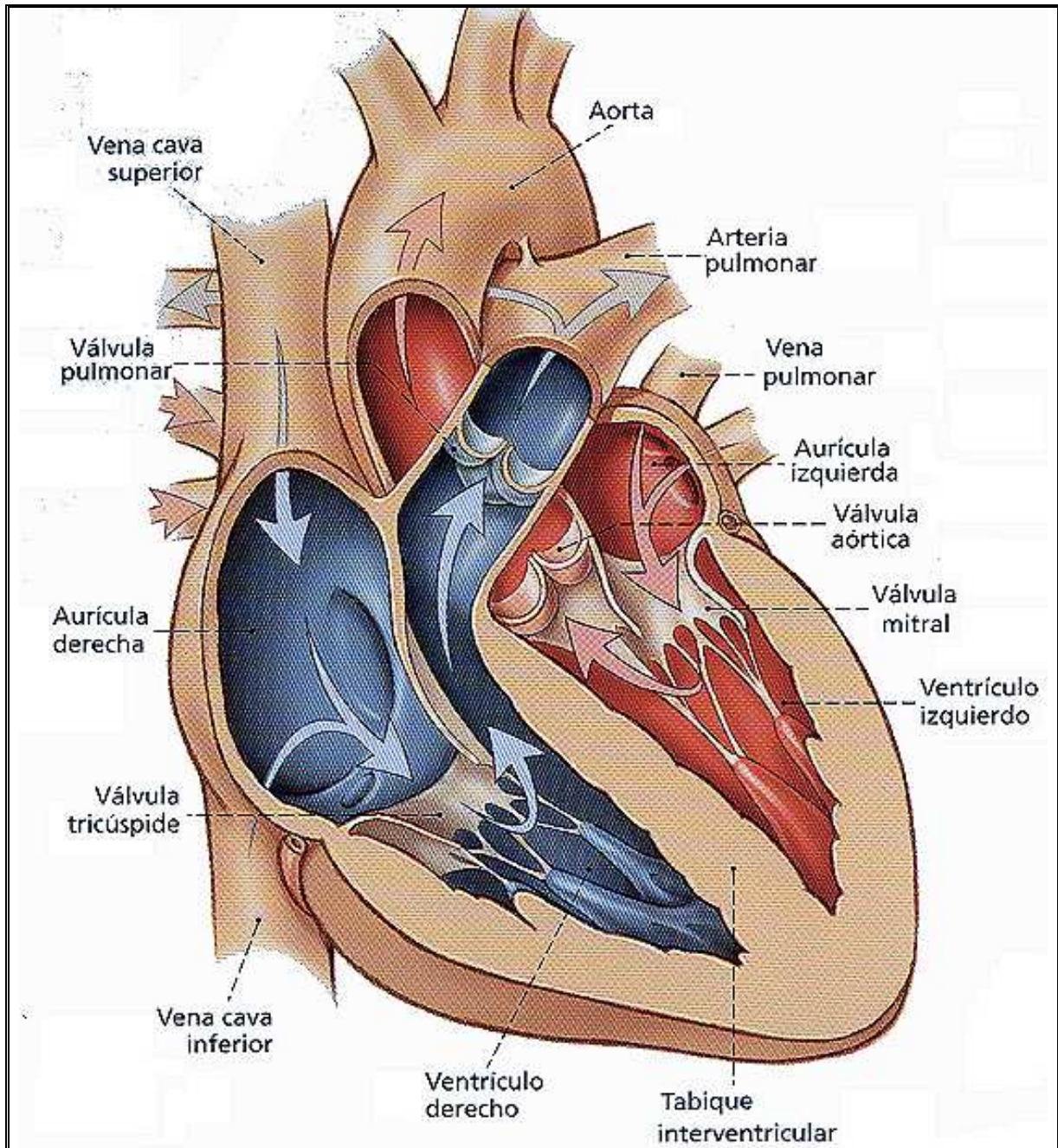


Figura 5.3.- Corte longitudinal del corazón que muestra las cavidades, las válvulas y las salidas y entradas de los vasos sanguíneos. Corazón con válvulas cardíacas, representación parcialmente esquemática de la circulación de la sangre cuya dirección está determinada por las válvulas (sangre rica en oxígeno = rojo; sangre pobre en oxígeno = azul).

3.- LOS VASOS SANGUÍNEOS

Pueden ser de tres tipos: arterias, venas y capilares.

Las arterias son aquellos vasos sanguíneos, cuyos troncos arrancan de los *ventrículos*, por las que circula la sangre alejándose del *corazón*. A medida que se alejan del corazón se van ramificando originando otras de menor calibre que se distribuyen por todos los órganos. Dentro de los órganos las sucesivas divisiones de las arterias originan arteriolas y capilares de diámetro microscópico.

A través de los capilares se produce el intercambio de gases, nutrientes y de células con los tejidos.

Los capilares se reúnen de nuevo formando vénulas, las cuales a su vez se van agrupando progresivamente formando venas cada vez de mayor diámetro hasta dar lugar a las grandes venas que desembocan, a nivel de las aurículas, en el corazón. Las venas son por tanto vasos sanguíneos por los que la sangre se dirige hacia el corazón.

Estructuralmente arterias y venas tienen sus paredes formadas por tres capas (figura 5.4).

a) Capa interna, constituida por un tejido epitelial plano monoestratificado, *endotelio*, bajo la cual hay *fibras elásticas*. En algunas venas esta capa forma repliegues dando lugar a las *válvulas en nido de golondrina* que orientan el flujo sanguíneo. Es la única capa que forma los capilares

b) Capa media, constituida por *fibras musculares lisas de disposición anular*. Y por membranas elásticas. Esta capa es mucho más gruesa en el caso de las arterias. No existe en los capilares.

c) Capa externa, formada por *tejido conjuntivo con fibras colágenas y elásticas*. No existe en los capilares.

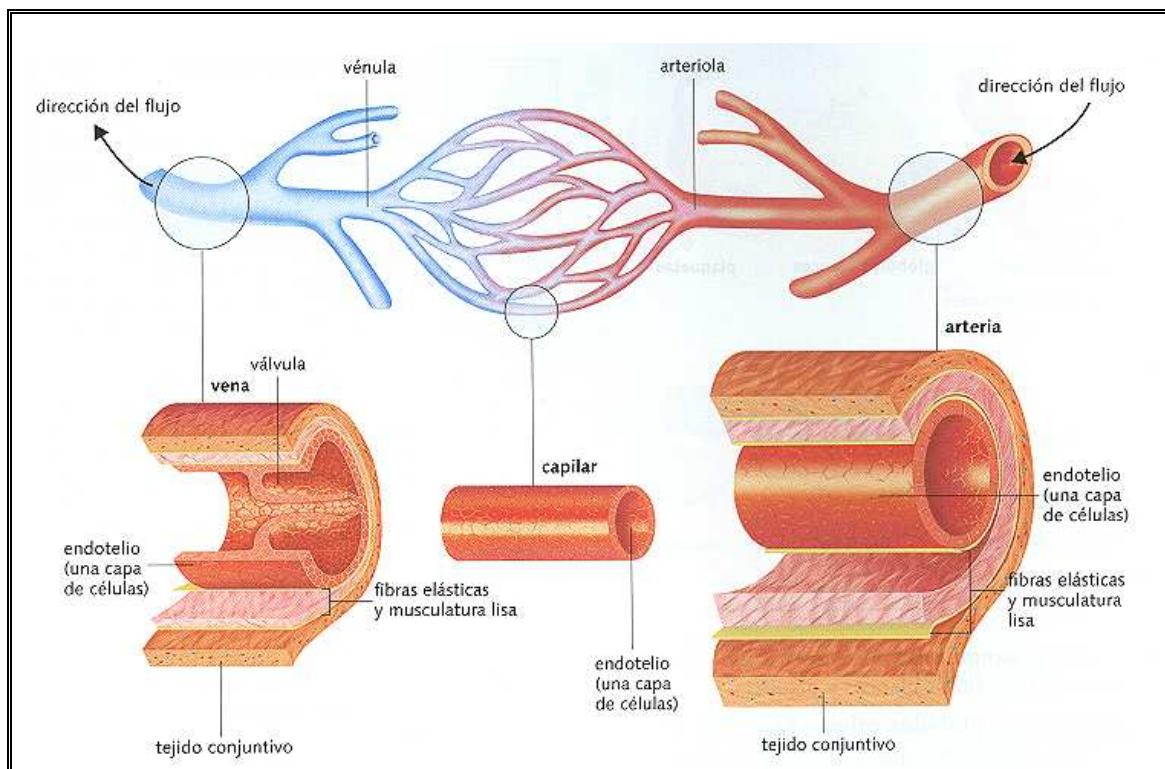


Figura 5.4.- Estructura histológica de una vena, una arteria y un capilar.

Los vasos sanguíneos se organizan dentro de nuestro cuerpo de manera que constituyen dos circuitos circulatorios. Dichos circuitos reciben el nombre de *circulación menor* o *pulmonar* y *circulación mayor* o *general*.

Por esta razón se dice que es un sistema circulatorio doble, ya que en un recorrido completo la sangre pasa dos veces por el corazón, como además en el corazón existe una completa separación entre la sangre rica y la sangre pobre en oxígeno se dice que el sistema es completo.

El circuito de la circulación menor se establece entre el ventrículo derecho, los pulmones y la aurícula izquierda (figura 5.5).

El circuito de la circulación mayor se establece entre el ventrículo izquierdo, los órganos del cuerpo y la aurícula derecha (figura 5.5).

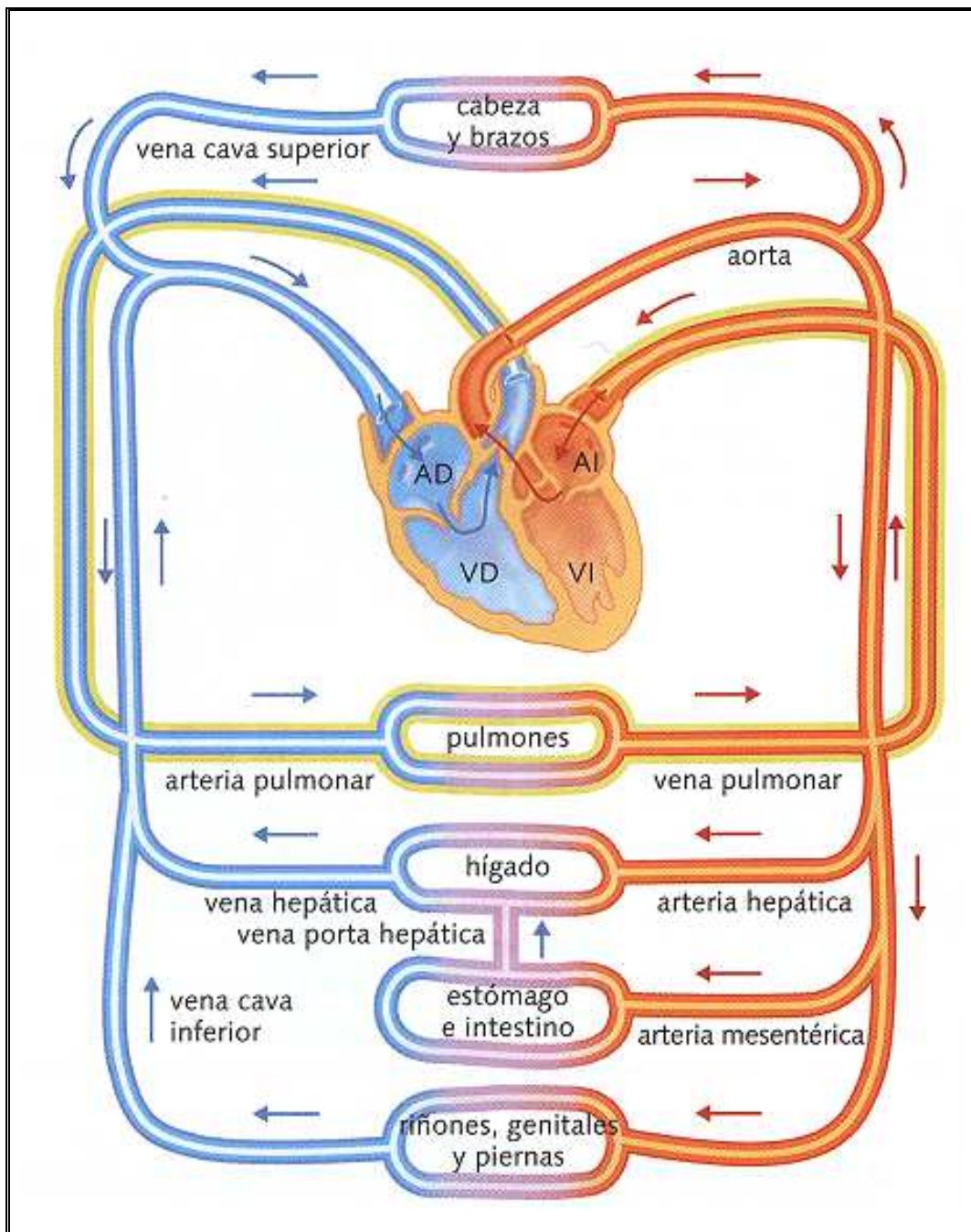


Figura 5.5.- Esquema de los dos circuitos circulatorios.

4.- LA CIRCULACIÓN MENOR

Del *ventrículo* derecho arranca la *arteria pulmonar* que, a poco de dejar el *corazón* se ramifica en dos, una se dirige al *pulmón* derecho y otra al *pulmón* izquierdo.

Dentro de los pulmones se subdividen progresivamente dando lugar a los capilares que rodean a los alvéolos pulmonares.

A nivel de esos capilares se produce el intercambio de gases, de manera que la sangre se oxigena y deja dióxido de carbono.

Esos capilares se reagrupan formando dos venas pulmonares por cada pulmón. Las cuatro venas pulmonares desembocan en la aurícula izquierda (figura 5.6).

La *circulación menor* tiene como objetivo oxigenar la *sangre* en los *pulmones* y eliminar anhídrido carbónico.

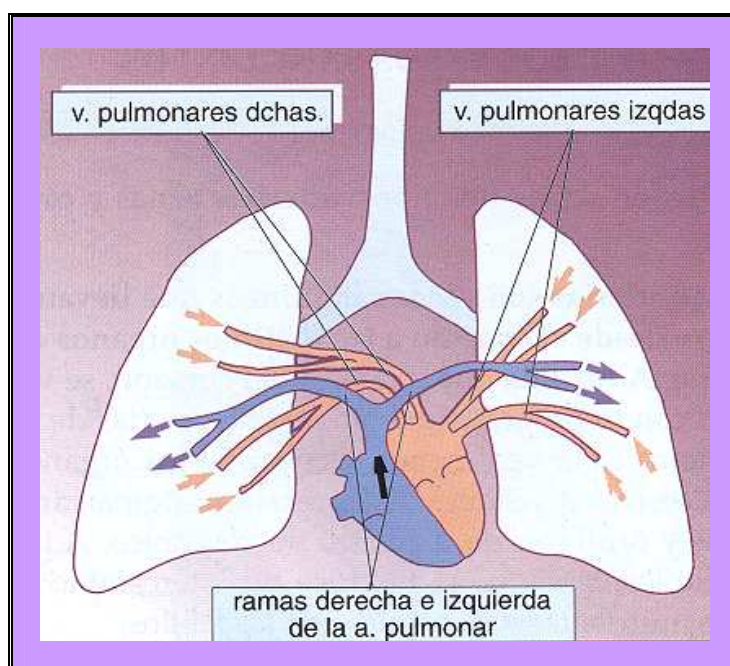


Figura 5.6.- Circulación menor o pulmonar.

5.- LA CIRCULACIÓN MAYOR

El circuito general es mucho más complejo que el circuito pulmonar por tanto, para facilitar su comprensión, estudiaremos separadamente las arterias y las venas.

5.1.- Sistema arterial

Del *ventrículo* izquierdo arranca la *arteria aorta*, es el vaso de mayor calibre del organismo en la cual se distinguen tres tramos:

A) Aorta ascendente. De ella no sale ninguna otra arteria.

B) Cayado de la aorta. La arteria describe una curva hacia la izquierda. De este tramo arrancan:

a) *Tronco braquicefálico*, que se bifurca para originar la *carótida* derecha y la *subclavia* derecha, la primera irriga la parte derecha de la cabeza y la segunda se dirige hacia el brazo derecho, donde dará lugar a las arterias de éste.

- b) *Carótida izquierda*. Irriga el lado izquierdo de la cabeza.
- c) *Subclavia izquierda*. Irriga el brazo izquierdo.

Las *subclavias* se introducen en la extremidad superior de cada lado donde, a lo largo de ella, cambian de nombre dando la arteria *humeral* del brazo, la cual al llegar al antebrazo se bifurca en dos la *cubital* y la *radial*, las cuales se continúan por las arterias de la mano.

C) Aorta descendente. Desciende hacia las partes inferiores del cuerpo por delante de la columna vertebral.

A lo largo de este trayecto descendente se va ramificando en las distintas arterias que irrigan a los distintos órganos de nuestro cuerpo, Las más importantes, de arriba hacia abajo, son las siguientes:

- a) *Arterias intercostales*. Irrigan la zona de la caja torácica.
- b) *Tronco celiaco*, que a su vez se subdivide en *arteria gástrica* que irriga el estómago y *arteria esplénica* que irriga el bazo.
- c) *Arteria hepática*. Irriga el hígado.
- d) *Arteria mesentérica superior*. Irriga los tramos anteriores del intestino.
- e) *Arterias renales*. Irrigan los riñones.
- f) *Arteria mesentérica inferior*. Irriga los tramos posteriores del intestino.

Al final del tramo descendente la *aorta* se bifurca en dos arterias denominadas *iliacas externas*, las cuales, a su vez se bifurcan originando cada una *arteria iliaca interna* que se dirige a irrigar los *órganos genitales* y una *arteria femoral* que se introduce en la extremidad inferior, discurrendo por el muslo. La *femoral* se continúa, en la pierna con las *arterias tibiales*, una anterior y otra posterior. La anterior se continúa con las *arterias pedias* que irrigan el pie. Las principales arterias del cuerpo se muestran en la figura 5.7.

5.2.- Capilares

Todas las arterias acaban ramificándose en una finísima red de *capilares* en los cuales se produce el intercambio de sustancias entre la sangre y los tejidos de nuestro cuerpo.

En los *capilares* que discurren por el *intestino delgado* la sangre capta nutrientes en forma de principios inmediatos, sales y vitaminas.

En los distintos órganos la sangre cede oxígeno y nutrientes y retira anhídrido carbónico y productos de desecho del metabolismo celular.

El anhídrido carbónico lo llevará a los *pulmones* para expulsarlo y los productos de desecho los llevará a los *riñones* donde se expulsarán en forma de *orina*.

5.3.- Sistema venoso

Los *capilares* vuelven a reunirse formando *venas*, las cuales se van a ir reuniendo, formando *venas* de mayor diámetro, hasta originar unas pocas de gran diámetro que entrarán de nuevo en el *corazón*. Las principales venas del cuerpo humano se muestran en la figura 5.7.

Las *venas* procedentes de la mano se reúnen para formar dos *venas cubitales* y dos *radiales*. Cada *vena cubital* se une con una *vena radial* para formar dos *venas humerales*, las cuales, a su vez, se reúnen para formar una *vena subclavia*. Existe por tanto una *subclavia derecha* y otra *izquierda*.

La *subclavia derecha* se une con la *vena ácigos*, que se ha formado a partir de la unión de las *venas intercostales*, y con las *venas yugulares* derechas. Por el lado izquierdo ocurre lo mismo pero las *intercostales izquierdas* se reúnen para formar la *vena hemiacigos*, que desemboca, al igual que las *yugulares izquierdas*, en la *subclavia izquierda*.

Por último la *subclavia derecha* y la *subclavia izquierda* se unen para formar la *vena cava superior* que penetra en la *aurícula derecha*.

Las *venas* de los pies forman, al reunirse, dos *venas tibiales*, que se continúan con dos *venas femorales*. Estas se fusionan para formar la *ilíaca externa*, a la que se va a unir posteriormente la *ilíaca interna*.

Las *ilíacas externas* de los dos lados se unen para formar la *vena cava inferior* que se dirige hacia la *aurícula derecha*, y en su trayecto ascendente recoge a las *venas renales*, las *intestinales*, la *suprahepática*, la *gástrica* y la *esplénica*.

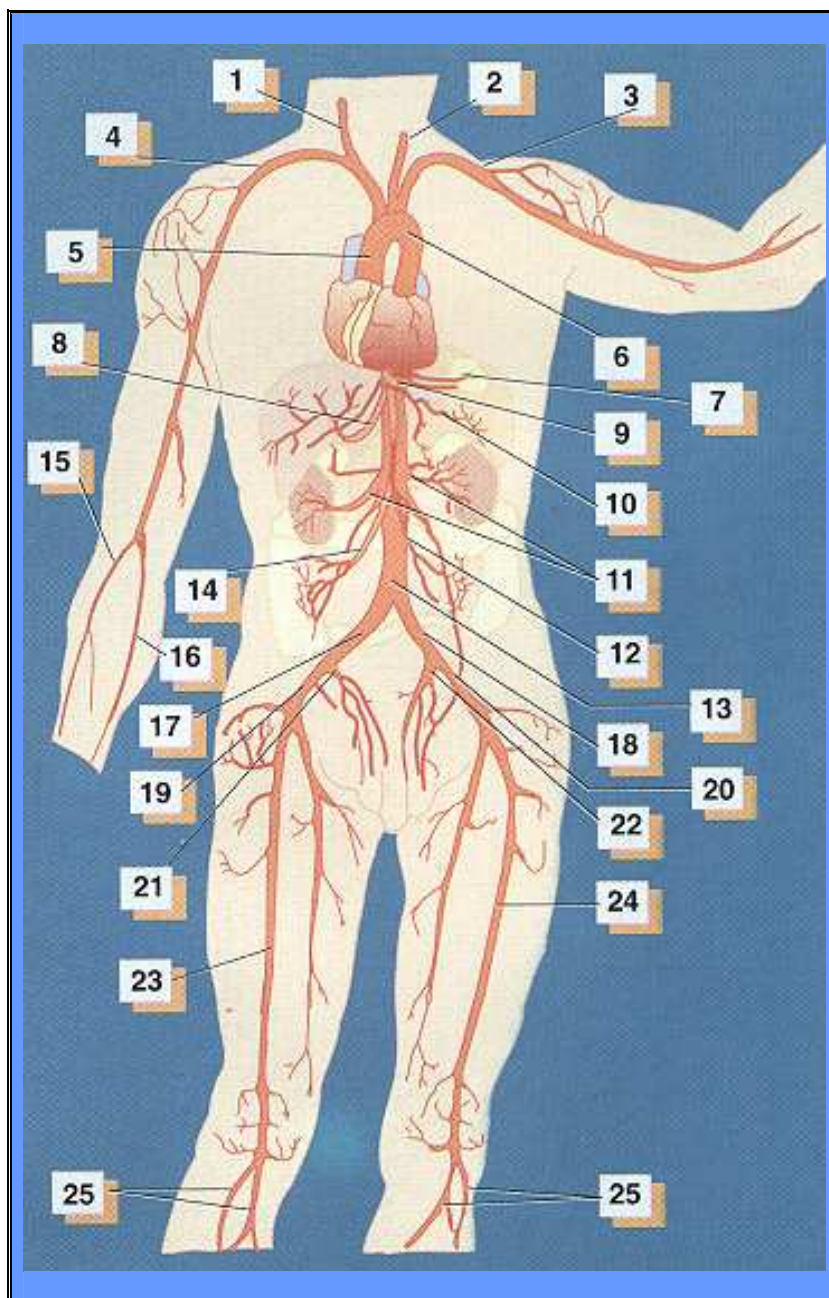


Figura 5.7.- Principales arterias del cuerpo humano.

1. A. Carótida derecha.
2. A. Carótida izquierda.
3. A. Subclavia izquierda.
4. A. Subclavia derecha.
5. A. Aorta ascendente.
6. A. Cayado de la aorta.
7. A. Esplénica.
8. A. Hepática
9. A. Tronco celiaco
10. A. Gástrica.
11. A. Renales.
12. A. mesentérica inferior.
13. A. Aorta descendente.
14. A. Mesentérica superior.
15. A. Radial.
16. A. Cubital.
17. A. Ilíaca común dcha.
18. A. Ilíaca común izda.
19. A. Ilíaca externa dcha.
20. A. Ilíaca externa izda.
21. A. Ilíaca interna dcha.
22. A. Ilíaca interna izda.
23. A. Femoral dcha.
24. A. Femoral izda.
25. Arterias de las piernas.

La circulación mayor tiene como objetivo irrigar todo el cuerpo llevando nutrientes y oxígeno a todas las células, y retirando productos de excreción. Las principales venas del cuerpo se muestran en la figura 5.8.

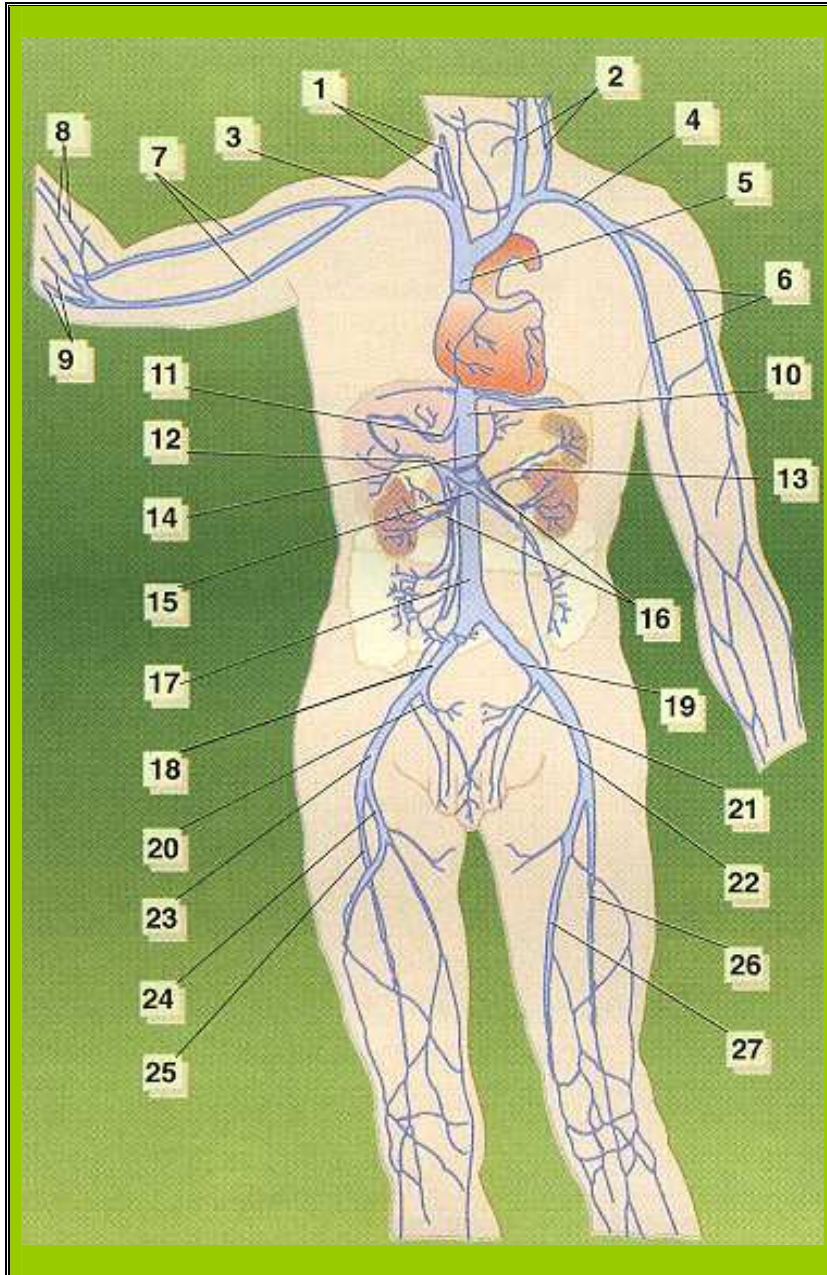


Figura 5.8.- Principales venas del cuerpo humano.

1. V. Yugulares dchas.
2. V. Yugulares izdas.
3. V. Subclavia dcha.
4. V. Subclavia izda.
5. V. Cava superior.
6. V. Humerales izdas.
7. V. Humerales dchas.
8. V. Radiales (2).
9. V. Cubitales (2).
10. V. Cava inferior.
11. V. Suprahepática.
12. V. Porta.
13. V. Esplénica.
14. V. Gástrica.
15. V. Intestinal.
16. V. Renales.
17. V. Cava inferior.
18. V. Ilíaca común dcha.
19. V. Ilíaca común izda.
20. V. Ilíaca interna dcha.
21. V. Ilíaca interna izda.
22. V. Ilíaca externa izda.
23. V. Ilíaca externa dcha.
24. V. Femoral dcha.
25. V. Safena dcha.
26. V. Safena izda.
27. V. Femoral izda.

6.- FISIOLÓGÍA DEL APARATO CIRCULATORIO

Para que la sangre pueda cumplir su misión de transportar sustancias es necesario que esté en continuo movimiento y que llegue a todas las partes de nuestro organismo.

6.1.- Movimientos del corazón

El *corazón* funciona como una bomba aspirante impelente y es el motor que hace que la sangre se encuentre en movimiento. Realiza dos movimientos fundamentales:

- a) Movimiento de contracción o *sístole*.
- b) Movimiento de relajación o *diástole*.

Ambos movimientos se verifican separadamente en las *aurículas* y en los *ventrículos* de forma que cuando las *aurículas* están en *sístole*, los *ventrículos* están en *diástole* y viceversa. El conjunto de los dos movimientos recibe el nombre de *latido cardíaco*, siendo el número de latidos por minuto de aproximadamente 70.

Los movimientos cardíacos se originan en las paredes del *corazón* y, en último extremo, están regulados por los centros nerviosos superiores. En el *corazón* existe un *músculo estriado cardíaco* y en él están distribuidos los centros nerviosos que constituyen el *tejido nodal* (ver tema de histología página 51).

El impulso nervioso se origina por la actividad de los centros nerviosos del *bulbo raquídeo* y llega al *corazón* a través de los nervios que forman el *sistema nervioso autónomo*, el cual a su vez está dividido en dos subsistemas, *S. Simpático* y *S. Parasimpático*, que son antagónicos, es decir el primero acelera y estimula el *ritmo cardíaco* mientras que el segundo lo retarda. El *ritmo cardíaco* resulta pues del equilibrio que se produce al actuar estos dos subsistemas.

Además, en el funcionamiento del *corazón*, existe una regulación de tipo hormonal. Cuando es necesario acelerar dicho ritmo entra en juego una hormona, *adrenalina*, segregada por las *cápsulas suprarrenales*. El funcionamiento del *corazón* lo podemos explicar de la siguiente manera:

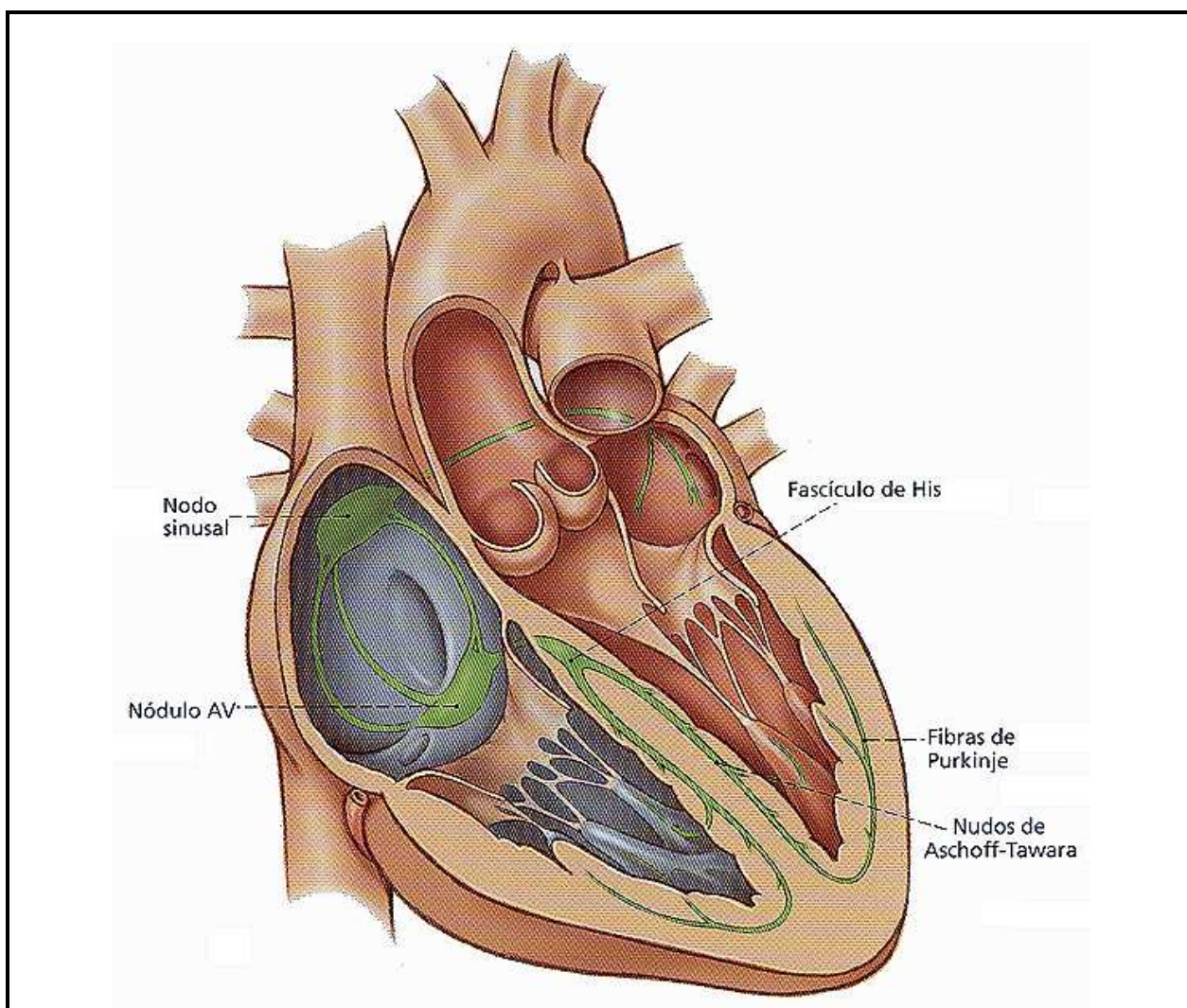


Figura 5.9.- Localización del tejido nodal en el corazón.

El sistema nervioso manda órdenes al *nódulo seno-auricular*, provocando la contracción de las *aurículas*, **sístole auricular**, con lo cual la sangre pasa a los *ventrículos* al abrirse las *válvulas aurículo-ventriculares*.

Seguidamente la excitación nerviosa se transmite al *nódulo aurículo-ventricular* y, desde este, por el *fascículo de Hiss*, a la *red de Purkinje*, lo que provoca la contracción de los *ventrículos*, **sístole ventricular**, que impulsan la *sangre* hacia las *arterias*. La *sangre* no puede retornar hacia las *aurículas* porque se han cerrado las *válvulas aurículo-ventriculares*. Las *válvulas sigmoideas* situadas a la salida de las grandes **arterias** permanecen abiertas (figura 5.9).

Tras la *sístole ventricular* sobreviene la *diástole general* durante la cual la *sangre* de las *arterias* tiende a volver al *corazón*, pero el cierre de las *válvulas sigmoideas* impide su retroceso. Durante este período tiene lugar un llenado pasivo de las *aurículas* hasta que se inicia una nueva *sístole auricular*, completándose el ciclo cardíaco (figura 5.10).

La elasticidad de las *arterias* les permite dilatarse cuando reciben el torrente sanguíneo durante la *sístole ventricular*, lo que hace que disminuya la presión de la *sangre* e impide la rotura de los vasos sanguíneos. Posteriormente recuperan su diámetro haciendo que la *sangre* avance de manera constante por su interior y no de forma intermitente.

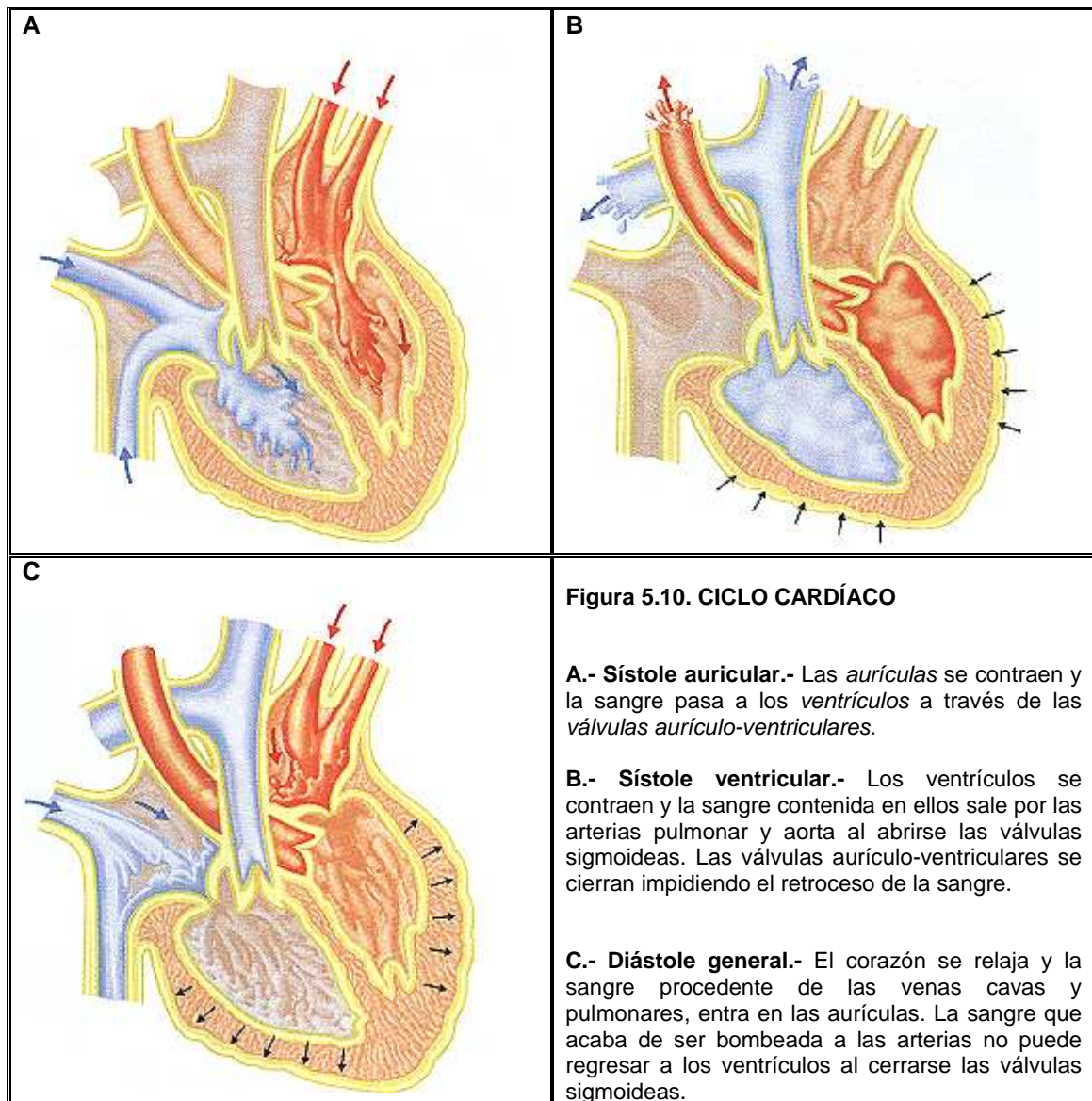


Figura 5.10. CICLO CARDÍACO

A.- Sístole auricular.- Las *aurículas* se contraen y la *sangre* pasa a los *ventrículos* a través de las *válvulas aurículo-ventriculares*.

B.- Sístole ventricular.- Los *ventrículos* se contraen y la *sangre* contenida en ellos sale por las *arterias pulmonar* y *aorta* al abrirse las *válvulas sigmoideas*. Las *válvulas aurículo-ventriculares* se cierran impidiendo el retroceso de la *sangre*.

C.- Diástole general.- El *corazón* se relaja y la *sangre* procedente de las *venas cavas* y *pulmonares*, entra en las *aurículas*. La *sangre* que acaba de ser bombeada a las *arterias* no puede regresar a los *ventrículos* al cerrarse las *válvulas sigmoideas*.

6.2.- La presión sanguínea

La fuerza con que la sangre golpea las paredes de los vasos provoca una presión que es mayor durante la *sístole*, cuando la sangre es impulsada por el corazón, que durante la *diástole* cuando el impulso proviene de las *arterias* dilatadas que vuelven a contraerse. Son las *presiones arteriales máxima y mínima* respectivamente.

Al llegar a los *capilares* la presión disminuye de forma significativa lo que facilita el correcto intercambio de sustancias con las células, los nutrientes y el oxígeno salen de los capilares y las sustancias de desecho, incluido el dióxido de carbono, entran en ellos. La disminución de la presión sanguínea en los capilares se debe a dos razones:

a) Cualquier líquido que circula por un circuito pierde presión a medida que se aleja del órgano impulsor.

b) Si sumamos el pequeño calibre de todos los capilares esa suma es mucho mayor que el calibre de las grandes arterias, como el volumen de sangre es el mismo, la presión disminuye (figura 5.11 A).

La presión con la que la *sangre* circula recibe el nombre de *tensión arterial* y depende de:

a) Impulso cardíaco.

b) Elasticidad de las paredes de los vasos sanguíneos.

c) Resistencia que ofrecen los *capilares* al paso de la *sangre*.

El regreso de la *sangre* hacia el *corazón* es posible gracias a:

a) La presión residual que queda del impulso cardíaco.

b) La contracción de los músculos de las paredes de las *venas* (figura 5.11 C).

c) La existencia, en las *venas*, de las llamadas *válvulas semilunares* que tienen forma de nido de golondrina y que retienen la *sangre* impidiendo que pueda retroceder (figura 5.11 B).

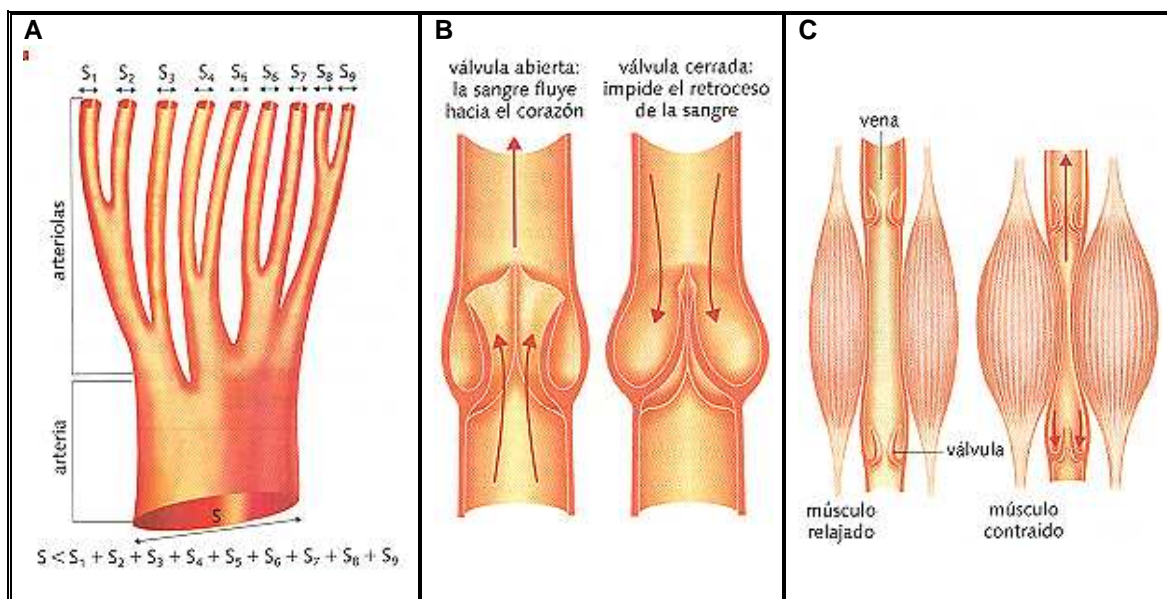


Figura 5.11.- A. la presión sanguínea disminuye cuando la sangre sale de las grandes arterias hacia los vasos que se ramifican a partir de ellas. B. Las válvulas en nido de golondrina de las venas impiden el retroceso de la sangre. C. La contracción de los músculos hace que las venas situadas entre ellos se compriman y aumente la presión en su interior, lo que ayuda a impulsar la sangre de regreso al corazón.

6.3.- Signos externos de la circulación

Son tres: **A)** El ruido cardíaco, **B)** Los latidos cardíacos y **C)** El pulso.

A) El ruido cardíaco. Se puede apreciar aplicando un *estetoscopio*. Estos ruidos son dos, el primero se debe al cierre de las *válvulas aurículo-ventriculares* y el segundo al cierre de las *válvulas sigmoideas*.

B) Los latidos. Se aprecian colocando la mano sobre la 4ª o 5ª costilla izquierda. Son producidos por el golpeteo de los *ventrículos* con la pared de la *caja torácica*. Los latidos están relacionados con el ruido cardíaco y aumentan con el ejercicio físico.

C) El pulso. Se origina por un movimiento ondulatorio producido por las paredes de las *arterias* al penetrar en ellas la *sangre* impulsada por el *corazón*. El número de pulsaciones es igual al número de latidos.

7.- EL SISTEMA CIRCULATORIO LINFÁTICO

Además del aparato circulatorio sanguíneo que hemos estudiado, de la función circulatoria se encarga también otro conjunto de órganos que constituyen lo que conocemos como *Sistema Linfático* (figura 5.12).

El *Sistema Linfático* está constituido por una amplia red de *capilares* cerrados distribuidos por todos los órganos de nuestro cuerpo, que recogen el *plasma intersticial* procedente de la extravasación sanguínea a nivel de los *capilares*. Dicho plasma es rico en *leucocitos*.

Los *capilares linfáticos* se reúnen para constituir las llamadas *venas linfáticas* que muestran un aspecto nudoso, presentando en su interior, a nivel de cada nudo, unas *válvulas semilunares* semejantes a las de las *venas* (figura 5.13-A)

En su trayecto los *vasos linfáticos* intercalan unos abultamientos denominados *ganglios linfáticos* (figura 5.13-B), cuyo tamaño varía entre la cabeza de un alfiler y un garbanzo. Tales *ganglios* se encuentran agrupados por regiones (ingle, axila, cuello etc.). Es característico que cada *ganglio* recibe varios *vasos linfáticos* pero de él sólo arranca uno. Estos *ganglios* son órganos en los que se produce la maduración de los *linfocitos*.

Todos los *vasos linfáticos* del organismo vienen a reunirse en dos grandes troncos colectores:

a) Los que proceden de las vellosidades intestinales, que reciben el nombre particular de *vasos quilíferos* (por recoger la grasa del quilo intestinal), terminan en una especie de depósito denominado *cisterna de Pequet*, de la cual nace el mayor *vaso linfático* del cuerpo, el *conducto torácico*, con un diámetro de 2-3 mm. En él desembocan algunos *vasos linfáticos* de otras partes del cuerpo. Acaba vertiendo la *linfa* en la *vena subclavia* izquierda (figura 5.12).

b) Los *vasos linfáticos* que provienen de la parte derecha de la cara, del brazo derecho y del lado superior derecho del tórax, desembocan en la *gran vena linfática*, que vierte también en el sistema venoso a nivel de la *subclavia* derecha (figura 5.12).

El líquido que circula por el interior del *Sistema Linfático* recibe el nombre de *Linfa*.

Los **capilares linfáticos** son ciegos, es decir están cerrados por un extremo, y en ellos entra el plasma intersticial, denominado ahora plasma linfático. Este es conducido por las venas linfáticas hasta la sangre. Existe pues un intercambio continuo entre el plasma sanguíneo, el intersticial y el linfático (figura 5.14).

En ciertas zonas del trayecto de algunos vasos linfáticos se localizan los ganglios linfáticos, órganos que liberan linfocitos al plasma linfático. Los linfocitos y el plasma linfático constituyen la linfa.

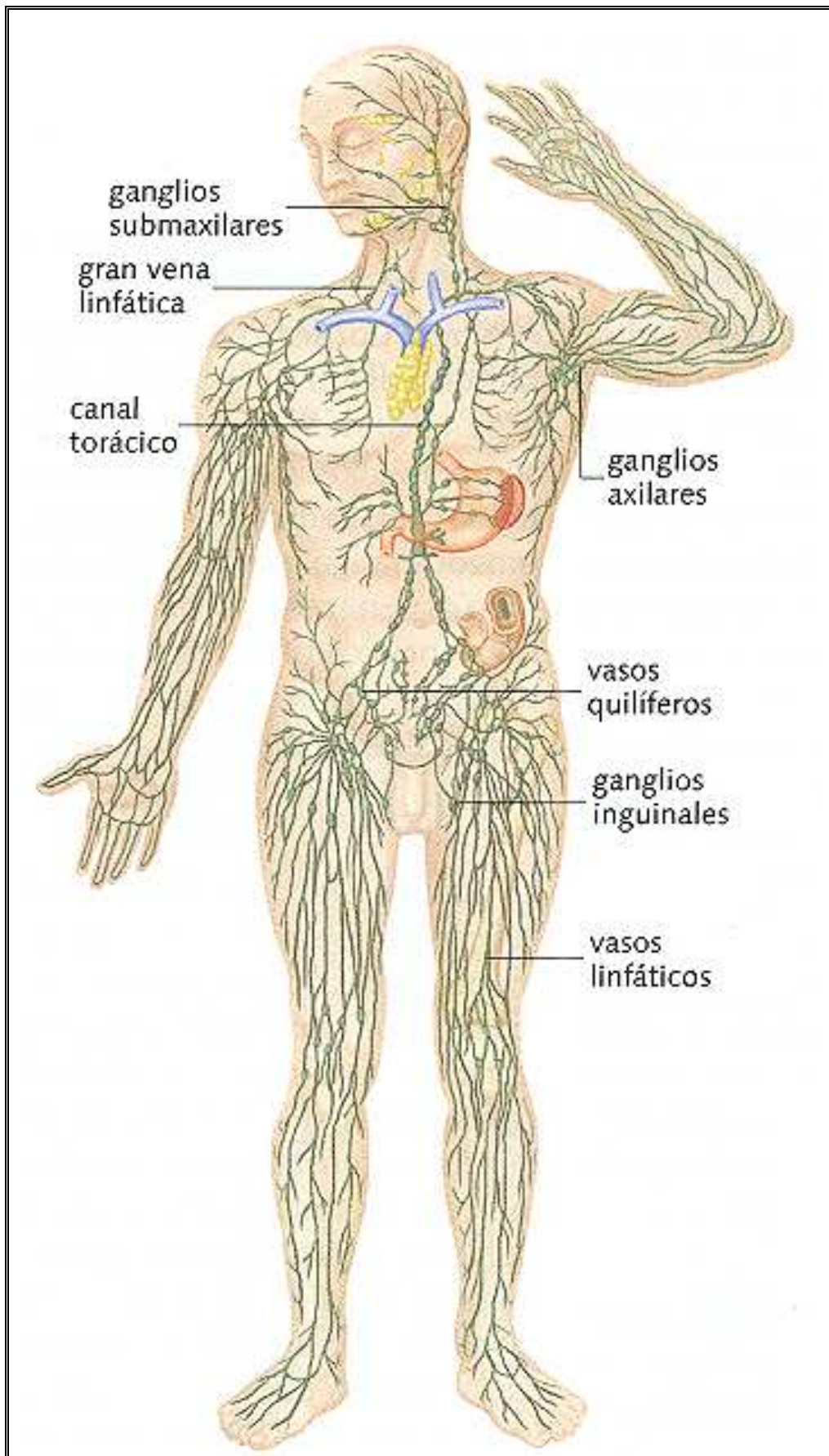


Figura 5.12.- Representación del Sistema Linfático.

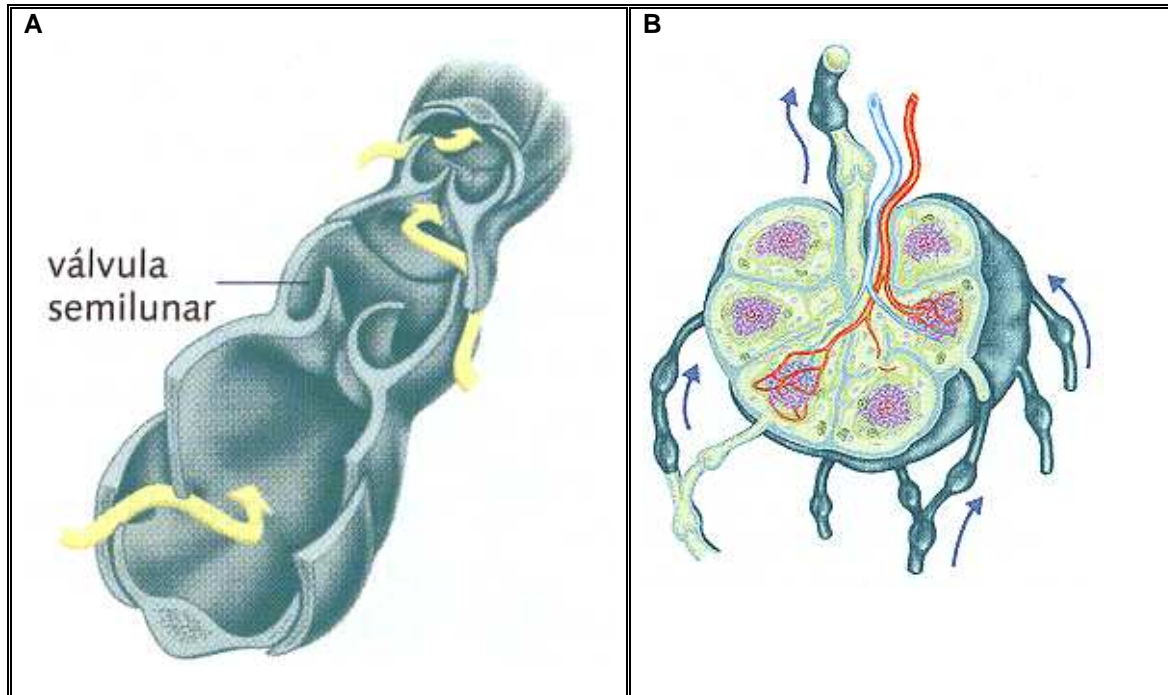


Figura 5.13.- A. Vasos linfáticos: Su estructura es similar ala de las venas, tienen una forma externa arrosariada y en su interior presentan válvulas semilunares. B. Ganglios linfáticos: Son unos abultamientos intercalados en el trayecto de los vasos linfáticos, donde se forman los linfocitos, cada ganglio recibe varios vasos linfáticos y de él sólo arranca uno.

Los ganglios linfáticos se localizan distribuidos por todo el cuerpo pero son muy significativos en las axilas, las ingles y el cuello. Cuando existe una infección, los ganglios linfáticos próximos a la zona donde se localiza aumentan de tamaño, ya que se incrementa la formación de linfocitos.

Además de las funciones citadas, el sistema linfático recoge productos de la digestión de las grasas en el intestino delgado. Los vasos que se encargan de realizar esta función reciben el nombre de vasos quilíferos (figura 5.12).

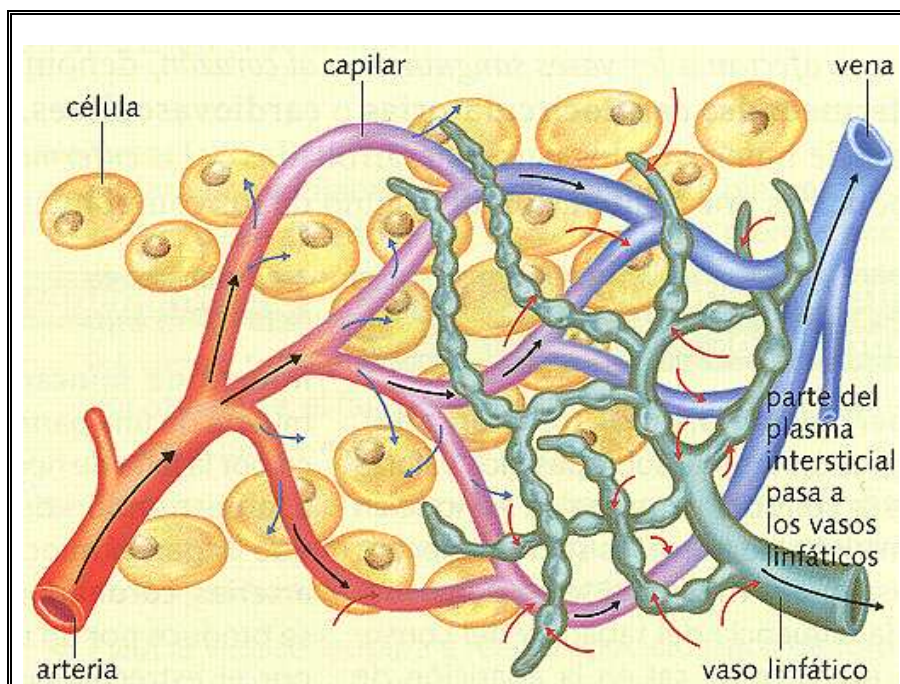


Figura 5.14.- Relación entre la sangre, el líquido intersticial y la linfa.

8.- ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL APARATO CIRCULATORIO

8.1.- Enfermedades de los vasos sanguíneos

a) Shock circulatorio: Caracterizada por una insuficiencia de la circulación en general, una disminución del rendimiento del corazón y un fuerte descenso de la presión arterial. El origen puede estar en la existencia de hemorragias intensas, deshidratación e incluso dolores muy agudos; se suele producir después de un accidente o de una lesión importante. Sus síntomas son piel pálida, fría y húmeda al tacto, gran debilidad muscular y pérdida de conocimiento.

b) Hipertensión arterial: Es llamada enfermedad silenciosa (gran número de las personas que la padecen no son conscientes de ello) ya que no suele producir síntomas. Consiste en que la presión arterial sobrepasa los valores que se consideran normales. En la mayoría de los casos se desconoce la causa que la motiva (**hipertensión esencial**), si bien se ha demostrado la influencia del tabaco y del consumo excesivo de sal en su aparición. Puede favorecer la aparición de hemorragias y de enfermedades como la trombosis.

c) Arteriosclerosis: Consiste en una pérdida de la elasticidad de las paredes de las arterias. La consecuencia directa es un aumento de la presión sanguínea, por lo que guarda relación con la hipertensión arterial.

d) Aterosclerosis: El exceso de colesterol en sangre provoca que éste se deposite en la pared interna de las arterias, constituyendo las denominadas placas de ateroma. Esto provoca que la zona de la arteria afectada presente un engrosamiento de su pared, con una consiguiente disminución del calibre de la arteria, lo que obstaculiza el paso de sangre. La consecuencia es también un aumento de la presión arterial y además si las placas de ateroma se sueltan pueden constituir coágulos que bloqueen el paso de la sangre pudiendo originar trombosis.

e) Aneurisma: Dilatación anormal de un vaso sanguíneo, generalmente de una arteria importante, cuya rotura produce un derrame que puede tener consecuencias fatales. Los aneurismas pueden ser causados por ateromas.

f) Tromboflebitis: Formación de un coágulo en el interior de una vena provocado por la inflamación de sus paredes. Puede originarse por una lesión o por el estancamiento de la sangre como consecuencia de un largo período de inmovilización en la cama o de una insuficiencia cardíaca. Sus síntomas característicos son dolor y una gran sensibilidad en la piel cercana.

g) Varices: Dilataciones anormales de las venas que pueden ser observadas a simple vista. La presión sanguínea baja por lo que el retorno venoso al corazón se hace más lento. Se produce un círculo vicioso, al ralentizarse el retorno venoso la sangre se estanca y dilata aún más las venas, lo que dificulta más la circulación. Cuando afectan a las venas del recto se producen las denominadas hemorroides.

8.2.- Enfermedades del corazón

a) Infarto de miocardio: Consiste en que una parte del músculo cardíaco se queda sin riego sanguíneo debido a la obstrucción de alguna de las arterias coronarias, la consecuencia es la muerte (necrosis) de esa parte de músculo cardíaco. La obstrucción puede estar provocada por un coágulo sanguíneo o por el estrechamiento producido por una placa de ateroma. Los síntomas son dolor intenso, sensación de compresión en el pecho, palidez, sudoración y angustia. Si la zona afectada es grande suele ocasionar la muerte. Es una de las enfermedades que más muertes causa en los países civilizados. El dolor en el infarto se localiza en el corazón, la mandíbula inferior, la cara interna de ambos los brazos y las dos muñecas.

b) Angina de pecho: Se denomina así a la falta de oxígeno en el miocardio cuando se hace algún esfuerzo o ejercicio. Se debe a la existencia de placas de ateroma en las arterias coronarias que, sin embargo, no provocan la muerte de las células del miocardio, los síntomas

son dolor y palidez. El dolor se localiza en la zona superior izquierda del tórax y se extiende a lo largo de la cara interior del brazo izquierdo hasta la muñeca.

c) Insuficiencia cardíaca: incapacidad del corazón para proporcionar un flujo de sangre adecuado a las necesidades del organismo. Sus síntomas son sensación de ahogo, color azulado de labios y extremidades, fatiga, debilidad y acumulación de líquidos en los tejidos (edema).

d) Endocarditis: Inflamación del endocardio provocada por una infección bacteriana. Malestar general, fatiga y falta de apetito.

e) Alteraciones de las válvulas cardíacas: Pueden ser congénitas o provocadas por infecciones como la fiebre reumática. Pueden ser producidas por un estrechamiento (estenosis) de las válvulas lo que hace que la sangre pase con mayor dificultad por lo que el corazón debe realizar un mayor esfuerzo, o por un cierre defectuoso lo que hace que una parte de la sangre refluya hacia atrás con lo que la contracción del miocardio resulta menos efectiva. Sus síntomas característicos son ahogo, fatiga, edemas, arritmias, y soplos.

8.3.- Enfermedades de la sangre

a) Anemia: Es la disminución del número de glóbulos rojos en sangre o de la cantidad de hemoglobina presente en ellos. Los tejidos reciben menos oxígeno, lo que provoca fatiga y cansancio. Las causas son variadas, falta de hierro, de vitaminas B9 y B12, pérdidas de sangre crónicas (úlceras, hemorroides, etc.) o bien alteraciones de la médula ósea causadas por radiaciones o por productos químicos.

b) Leucemia: Es el denominado cáncer de la sangre. Consiste en un aumento excesivo del número de glóbulos blancos anormales y una disminución de las células normales. Sus síntomas son infecciones frecuentes, anemia, coagulación defectuosa, pérdida de peso y fiebre. Se produce por una alteración de la médula ósea, por lo que su tratamiento más efectivo es el trasplante de este tejido.

c) Hemofilia: Falta de coagulación sanguínea por falta de determinadas proteínas en el plasma. Es una enfermedad de carácter genético, y se transmite ligada al cromosoma X. Sólo la padecen los hombres y las mujeres pueden ser portadoras. El tratamiento es a base de transfusiones de sangre.

d) Trombosis: Formación de un coágulo sanguíneo en el interior de una arteria. Ese coágulo puede circular por el torrente sanguíneo hasta una arteria más pequeña (embolia), donde puede bloquear el paso de sangre e impedir el riego de algún órgano o tejido. Si afecta a algún órgano vital puede ocasionar la muerte.

9.- HÁBITOS SALUDABLES RELACIONADOS CON EL APARATO CIRCULATORIO

a) Evitar el consumo abusivo de alimentos ricos en colesterol y grasas saturadas. El exceso de colesterol se acumula en las paredes de los vasos sanguíneos y provoca las placas de ateroma. Esa acumulación se ve favorecida por las grasas saturadas. Las insaturadas por el contrario la disminuyen.

b) No fumar, el tabaco favorece la arteriosclerosis, la formación de placas de ateroma y la angina de pecho.

c) Evitar el exceso de peso, asociado a una cantidad elevada de colesterol, suele ir acompañado de una subida de la tensión arterial.

d) No abusar de la sal, pues favorece la retención de líquidos con lo que aumenta el trabajo cardíaco. Además provoca la subida de la tensión.

e) Procurar reducir el estrés y las situaciones de tensión nerviosa que elevan la presión sanguínea.

f) **Evitar la vida sedentaria**, realizar ejercicio físico de forma habitual, aumenta la capacidad cardiovascular y disminuye la tendencia a padecer arteriosclerosis.

g) **Tratar adecuadamente las infecciones dentales y de garganta** para evitar que se conviertan en crónicas y que los microorganismos responsables puedan llegar al corazón y producir infecciones en él.

DOCUMENTACIÓN: ANÁLISIS DE SANGRE

La sangre se distribuye por todos los tejidos y órganos, luego cualquier alteración en su composición puede influir en ellos y ocasionar enfermedades. De igual modo, algunas patologías pueden provocar cambios en la composición de la sangre.

Por ambos motivos, el estudio de los componentes de la sangre es un método de investigación muy importante y sumamente útil para el médico a la hora de diagnosticar una enfermedad. Los principales valores sanguíneos que se consideran normales son los siguientes:

Glóbulos rojos o Eritrocitos	4'3 a 5'8 /mm ³	millón de células
Hemoglobina	13'5 a 17	g/dL
Hematocrito (1)	40 a 50%	
Leucocitos	6000 a 10000	células /mm ³
Basófilos	10 a 60	células /mm ³
Eosinófilos	20 a 350	células /mm ³
Neutrófilos	3000 a 5000	células /mm ³
Linfocitos	1000 a 5000	células /mm ³
Monocitos	100 a 500	células /mm ³
Plaquetas o trombocitos	150000 a 350000	células /mm ³
Transaminasa GPT (2)	0 a 22	UI/L
Transaminasa GOT (2)	0 a 20	UI/L
Fosfatasa alcalina	36 a 125	UI/L
Bilirrubina	0'1 a 1'2	mg/dL
Creatinina	0'6 a 1'5	mg/dL
Ácido úrico	3 a 7	mg/dL
Glucosa	70 a 125	mg/dL
Colesterol	120 a 220	mg/dL
Triglicéridos	35 a 160	mg/dL
Amilasa	25 a 125	UI/L
Potasio	3'5 a 5'3	UI/L
Sodio	135 a 146	UI/L
Proteínas	6'0 a 8'3	g/dL
Velocidad de sedimentación (3)	Menos de 20	mL/hora

(1) Se denomina hematocrito el porcentaje de células sanguíneas con respecto al volumen total de sangre. Los valores del hematocrito indican la densidad de la sangre, así como la capacidad para transportar oxígeno, ya que la mayoría de células sanguíneas son eritrocitos.

(2) Las enzimas transaminasas proceden del hígado y del miocardio, su exceso en sangre indica anomalías en estos órganos.

(3) La velocidad de sedimentación se relaciona con la tendencia que tienen los glóbulos rojos a formar acúmulos y con la cantidad de proteínas que contiene el plasma.

DOCUMENTACIÓN: DESATASCANDO LAS ARTERIAS CORONARIAS

Una de las causas más frecuentes de mortalidad en los países industrializados es el estrechamiento de las arterias coronarias por el depósito de colesterol u otros lípidos en la pared arterial interna que forma las placas de ateroma. Ello origina una falta de oxigenación del miocardio que cuando es severa puede ocasionar el infarto de miocardio.

Las medidas para evitar esta situación son, en primer lugar, preventivas: reducir la tasa de colesterol en sangre mediante una alimentación cardiosaludable (baja ingestión de grasas de origen animal, dieta mediterránea), evitar el consumo de alcohol y tabaco, practicar algún deporte, evitar el estrés y la obesidad, etc.

Cuando, por desgracia, las coronarias se obstruyen seriamente, hay que eliminar las placas. En la actualidad, aparte de la cirugía de derivación coronaria, cara y arriesgada, disponemos de otros dos métodos mucho menos traumáticos, que si bien no han alcanzado su máximo desarrollo, ya han producido resultados excelentes. Estos métodos son la dilatación coronaria y la angioplastia con láser. Su aplicación requiere por otra parte, una hospitalización mucho menos larga.

La dilatación coronaria se realiza mediante la introducción, desde una arteria grande (la femoral por ejemplo), de una sonda que en su extremo anterior posee un gancho metálico, seguido de un globito alargado. Cuando éste llega a la zona estrechada en las coronarias, se hincha con una presión de hasta 10 atm., lo que empuja la placa hundiéndola en las paredes de la arteria y ensancha su luz. El calibre de la arteria puede volver así a ser normal o algo inferior.

La angioplastia con láser también requiere la introducción, desde una arteria accesible hasta las coronarias, de fibras ópticas que conducen la luz láser. Esta luz láser, al incidir sobre la estructura bloqueada, la destruye y restablece la circulación normal.
