

## **TEMA 4. EL SISTEMA CIRCULATORIO.**

### 1. INTRODUCCIÓN.

El sistema circulatorio está formado por el aparato sanguíneo y el aparato linfático. Es un sistema de bombeo continuo, en circuito cerrado, formado por:

- **Motor:**
  - Corazón.
- **Conductos o vasos:**
  - Arterias sanguíneas.
  - Venas sanguíneas y linfáticas.
  - Capilares sanguíneos y linfáticos.
- **Fluidos:**
  - Sangre.
  - Linf

### 2. EL APARATO SANGUÍNEO.

El aparato sanguíneo está formado por el corazón y los siguientes vasos:

- **Arterias.** Son los vasos que salen del corazón, dirigiendo sangre venosa a los pulmones (para su oxigenación) o sangre oxigenada a todas las células del organismo (para aportarles ese gas y nutrientes). A medida que se alejan del corazón las arterias se ramifican progresivamente en vasos de menor grosor, como las **arteriolas**. Las divisiones más finas se llaman capilares arteriales.
- **Capilares.** Son vasos microscópicos; ceden oxígeno y nutrientes a las células (capilares arteriales) y recogen CO<sub>2</sub> y otros desechos de éstas (capilares venosos). Ambos tipos de capilares están conectados. Estos vasos sanguíneos microscópicos se encuentran por todos los tejidos del organismo. Su pared está formada únicamente por un epitelio plano simple que les permite ser los únicos vasos sanguíneos capaces de intercambiar sustancias con las células de los tejidos que irrigan.

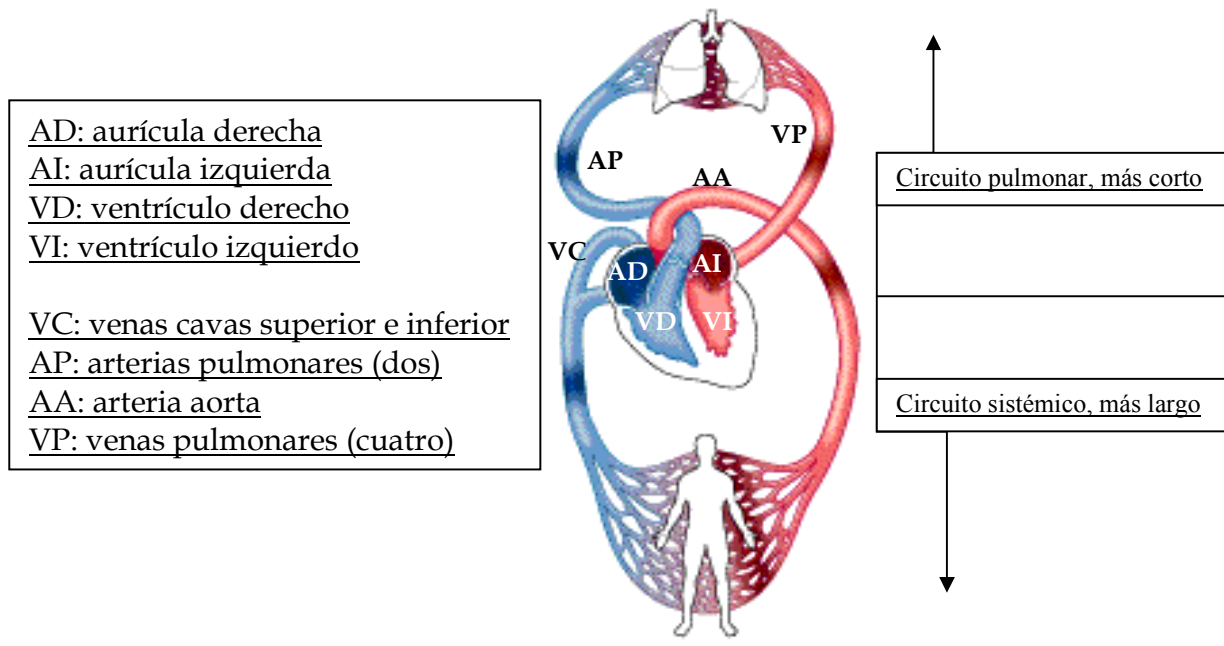
- **Venas.** Son los vasos que entran en el corazón, llevando sangre oxigenada procedente de los pulmones o sangre venosa procedente de todas las células del cuerpo. Los capilares venosos se reúnen formando las **vénulas**, vasos de mayor grosor que originan, a su vez, las venas, de mayor calibre aún, las cuales llevan la sangre de vuelta al corazón.

La circulación sanguínea humana es cerrada, completa y doble.

- **Cerrada:** la sangre no sale de los vasos sanguíneos salvo en casos de hemorragia.
- **Completa:** no se mezclan las sangres arterial (más rica en oxígeno) con la venosa (de menor contenido en oxígeno).
- **Doble:** la sangre para recorrer todo el organismo pasa dos veces por el corazón. En concreto, en la circulación sanguínea se diferencian dos recorridos diferentes (ver dibujo):

- Circulación pulmonar (circulación menor). Como su nombre indica es el recorrido de menor longitud, establecido entre el corazón y los pulmones. La sangre pobre en oxígeno parte desde el ventrículo derecho del corazón, por la arteria pulmonar, que se ramifica en dos, una para cada pulmón. En los capilares pulmonares la sangre se oxigena y se reconduce por las cuatro venas pulmonares que drenan la sangre rica en oxígeno en la aurícula izquierda del corazón.

- Circulación sistemática o somática (circulación mayor). Es el recorrido de mayor longitud, establecido entre el corazón y todo el organismo (incluido el propio corazón). El recorrido de la sangre comienza en el ventrículo izquierdo del corazón, cargada de oxígeno, y se extiende por la arteria aorta y sus ramas hasta el sistema capilar, que cede oxígeno y nutrientes a los tejidos. Los capilares venosos, que recogen CO<sub>2</sub> y otros desechos de las células, originan las venas que contienen sangre pobre en oxígeno y desembocan en una de las dos venas cavas (superior e inferior) que drenan en la aurícula derecha del corazón.



### 3. ANATOMÍA E HISTOLOGÍA DEL APARATO SANGUÍNEO.

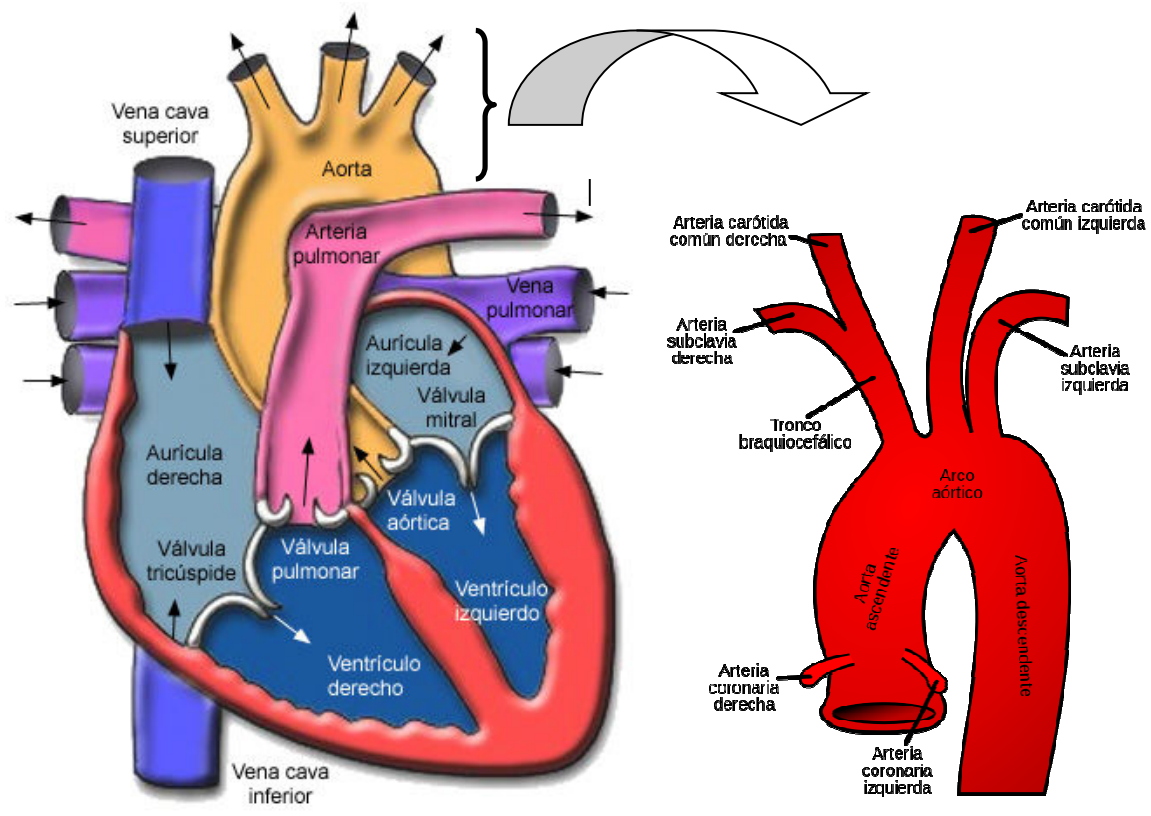
#### 3.1 CORAZÓN.

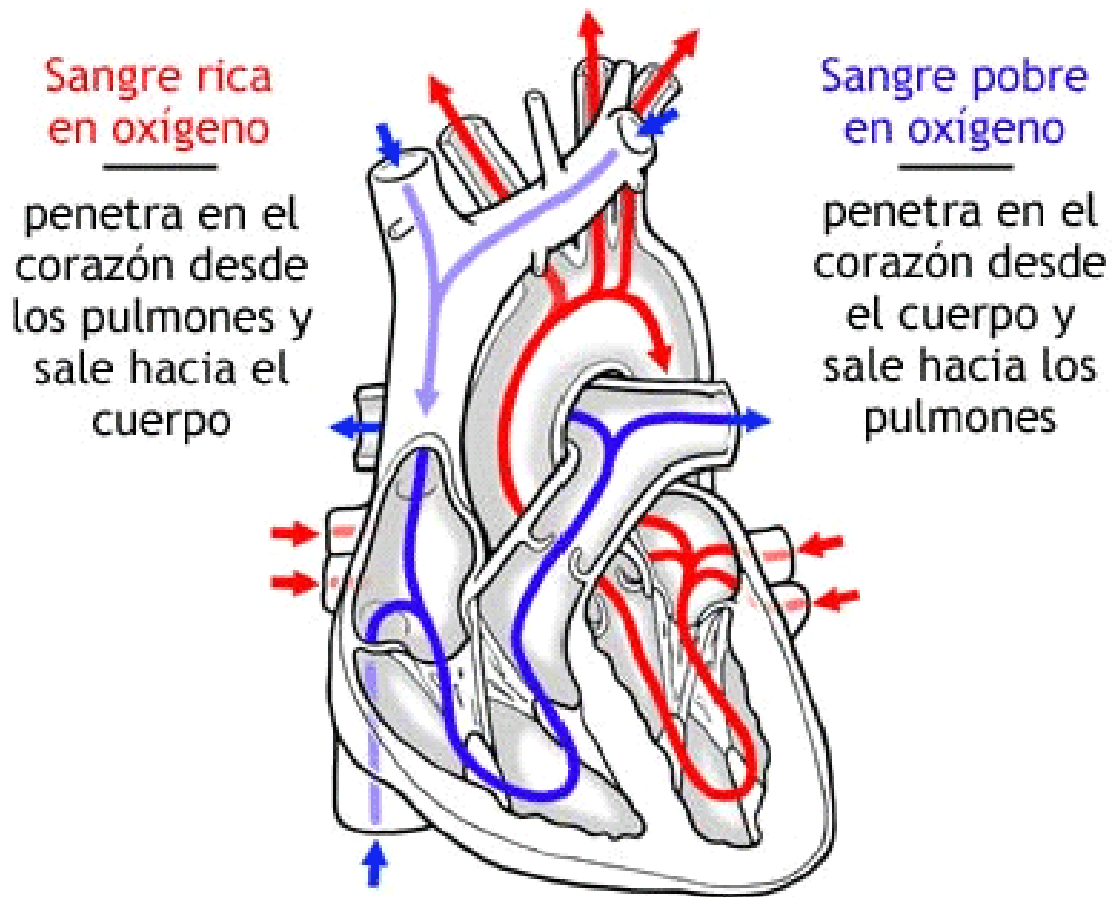
Es un órgano muscular hueco, del tamaño de un puño cerrado, tiene un peso de unos 300 gramos y está situado en la parte izquierda de la cavidad torácica entre ambos pulmones. La cara anterior del corazón tiene forma convexa y la parte posterior tiene una forma aplanada.

Está dividido por un tabique en dos partes totalmente independientes, izquierda (por donde circula sangre arterial) y derecha (sangre venosa). Ambas partes presentan dos cavidades superiores llamadas **aurículas** y otras dos inferiores, los **ventrículos**:

- Aurícula derecha: está comunicada con el ventrículo derecho por la válvula tricúspide; ésta se abre para permitir el paso de la sangre de la aurícula derecha al ventrículo derecho, pero impide el retroceso (se cierra la válvula). A ella llegan las 2 venas cavas, superior e inferior.
- Aurícula izquierda: está comunicada con el ventrículo izquierdo por la válvula bicúspide o mitral; ésta se abre para permitir el paso de la sangre de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo, y se cierra para impedir el retroceso. A ella llegan las 4 venas pulmonares (2 por cada pulmón).

- Ventrículo derecho: de él parte la arteria pulmonar, ramificándose en dos (una para cada pulmón). La salida de la sangre está controlada por la válvula semilunar pulmonar, que se abre para que la sangre fluya hacia las dos arterias pulmonares.
- Ventrículo izquierdo: de donde parte la arteria aorta. La salida de la sangre está controlada por la válvula semilunar aórtica, que se abre para que la sangre fluya hacia la aorta. Las ramas de la arteria aorta son la aorta ascendente, que da lugar a las arterias coronarias que irrigan el corazón, el arco aórtico o cayado de la aorta, que origina el tronco braquiocefálico, las arterias carótidas (irrigan cara y encéfalo) y arterias subclavias (riegan por ejemplo los brazos) y la aorta descendente, que irriga órganos torácicos y los órganos abdominales y los miembros inferiores.

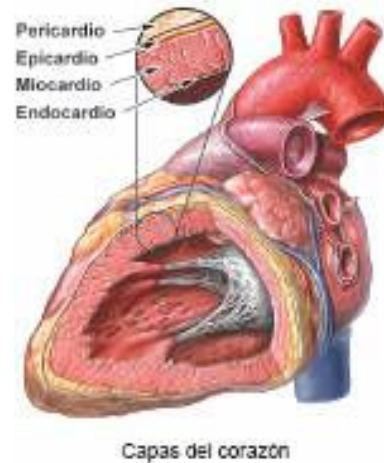
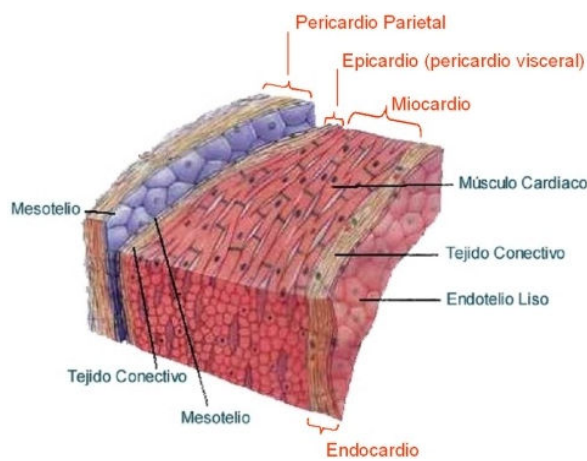




Histológicamente en el corazón se pueden distinguir tres capas que, de su interior a su exterior son las siguientes.

<u>Capas del corazón, de dentro a fuera</u>	<u>Formada por</u>
<u>Endocardio</u>	<u>Capa más interna del corazón, formada por un epitelio plano simple (endotelio) acompañado de tejido conjuntivo subyacente.</u>
<u>Miocardio</u>	<u>Capa intermedia y la de mayor grosor del corazón, formada por fibras musculares miocárdicas, estriadas, para el movimiento rápido e involuntario de este órgano. El miocardio del ventrículo izquierdo es el más grueso al tener que hacer un mayor esfuerzo de contracción por tener que enviar la sangre más lejos.</u>

<b><u>Epicardio</u></b>	<u>Capa formada por tejido conjuntivo y un epitelio plano simple externo.</u>
<b><u>Pericardio</u></b>	<u>El corazón está protegido por la caja torácica y por un saco llamado <b>pericardio</b>, capa más externa del corazón formada por tejido conjuntivo, acompañado externamente de grasa, y separado del epicardio por el líquido pericárdico, poco viscoso, para facilitar el movimiento del corazón. Puede suponerse que el pericardio es una doble capa en la que el pericardio sería la hoja parietal y el epicardio la hoja visceral.</u>

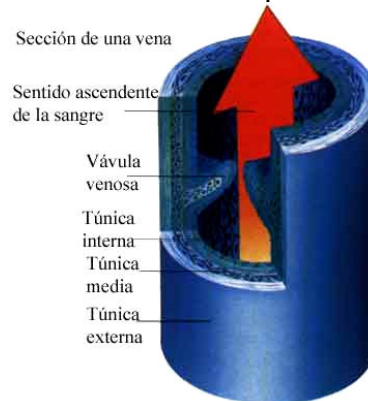


### 3.2 LOS VASOS SANGUÍNEOS.

Son conductos que transportan la sangre desde el corazón al resto del organismo y viceversa. Llevar un volumen de sangre equivalente al 8% de la masa de la persona. Hay dos tipos principales de vasos sanguíneos, las arterias y las venas.

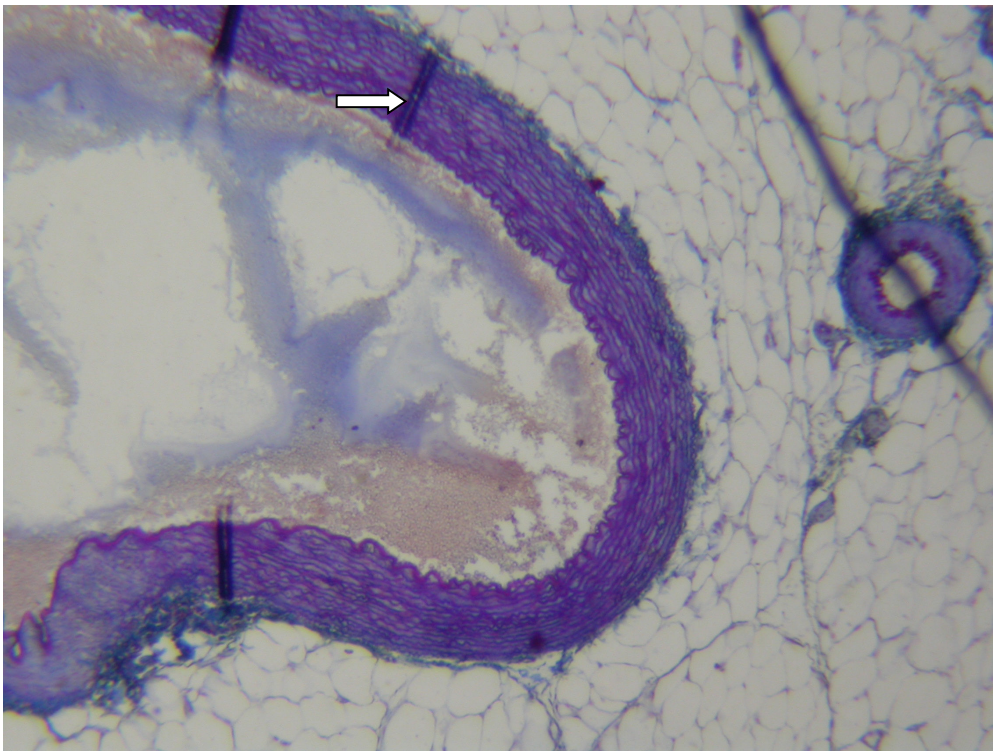
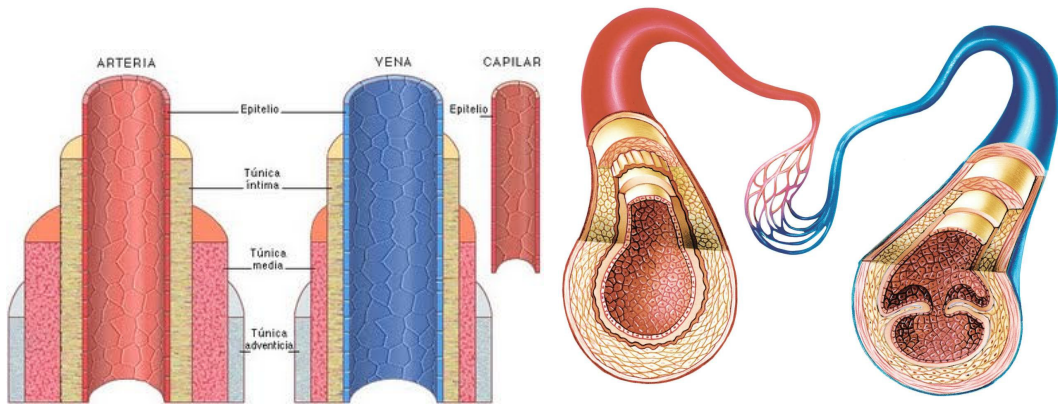
- Arterias. Histológicamente constan de tres capas que, desde el interior al exterior, aproximadamente, se corresponden con las tres capas principales del corazón (endocardio, miocardio y epicardio): túnica íntima (epitelio plano simple y tejido conjuntivo), túnica media (tejido muscular, como el miocardio, pero a diferencia de este las fibras son lisas, de contracción lenta e involuntaria, cuya actividad está regulada por nervios) y túnica adventicia (tejido conjuntivo) recubierta externamente por tejido adiposo.

- Venas. Histológicamente constan de una estructura similar a la de las arterias, pero existen las siguientes diferencias:
  - Las venas son los únicos vasos sanguíneos que tienen válvulas (estáticas), llamadas por su forma “nidos de golondrinas”, para impedir el retroceso de la sangre, ya que esta suele circular en estos vasos en contra de gravedad, y además el sistema venoso no se beneficia como el arterial de la fuerza impulsora del corazón.



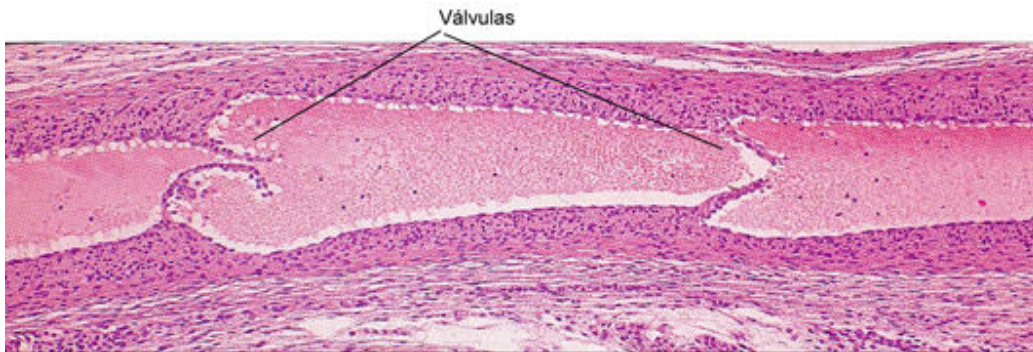
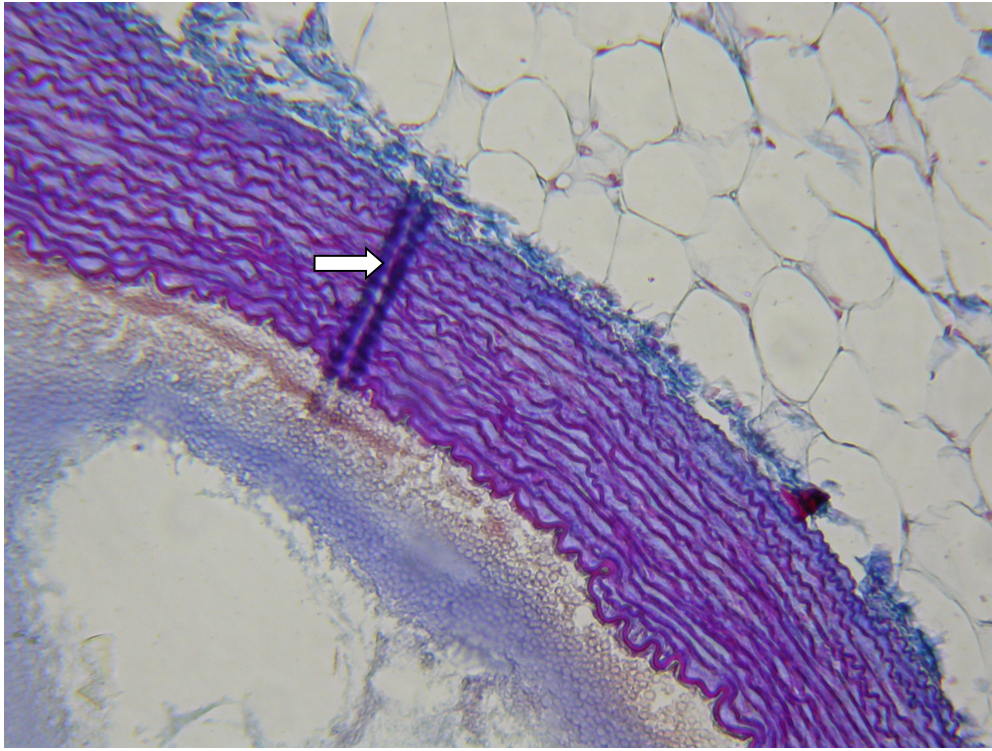
- La túnica media de las arterias está más desarrollada que la de las venas, porque las arterias necesitan soportar la presión ejercida en sus paredes por la fuerza de contracción del corazón. Además, la contracción y relajación del músculo liso regula el volumen de sangre que llega a las células.
- Los vasos que entran en el corazón son las venas y los que salen del corazón son las arterias.
- No todas las venas llevan sangre venosa (pobre en oxígeno), ni todas las arterias llevan sangre arterial (rica en oxígeno), sino que hay venas que llevan sangre arterial (venas pulmonares) y arterias que llevan sangre venosa (arterias pulmonares).
- Una característica exclusiva de las arterias es que presentan el tejido epitelial de la túnica íntima plegado.
- La luz que presenta la vena aparece plegada y en la arteria es más esférica.



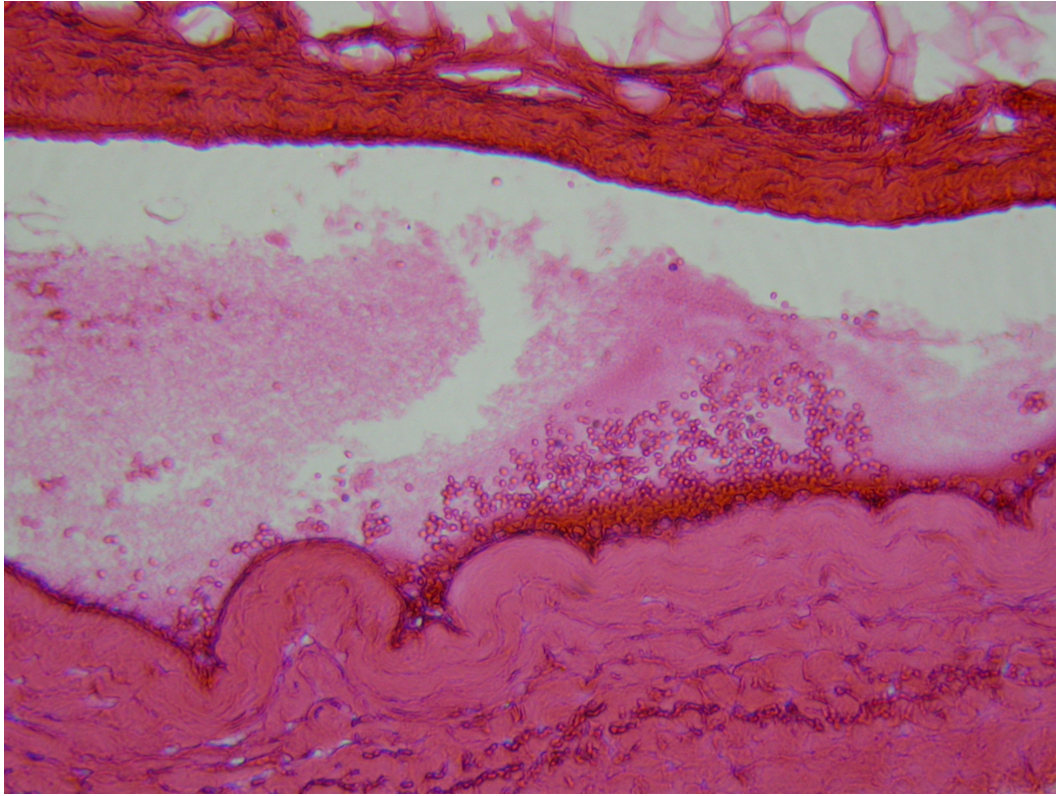


Arriba y siguiente: arterias. Se aprecian los distintos tejidos, además del tejido adiposo externo, glóbulos rojos y un artefacto (flecha)

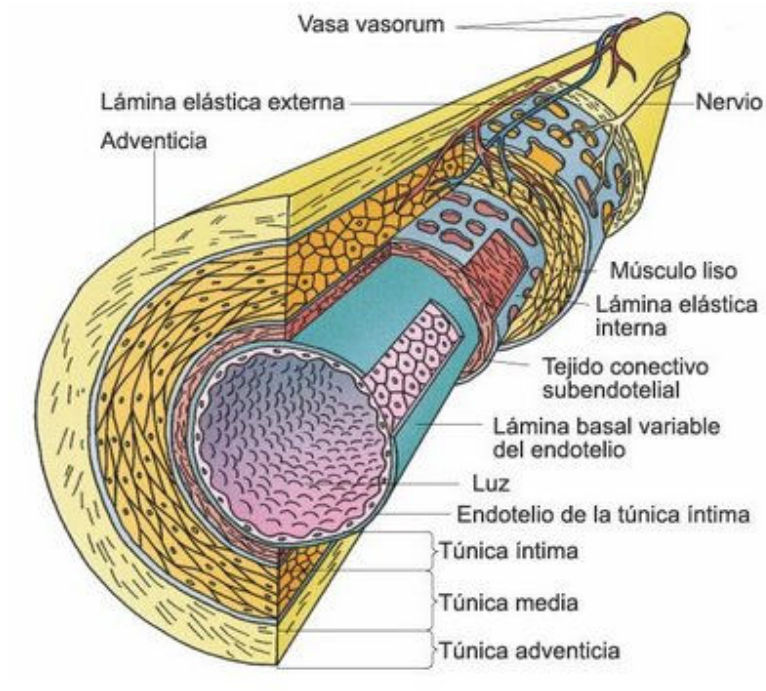




Arriba y siguiente: venas. Se aprecian los distintos tejidos, además del tejido adiposo externo, válvulas y glóbulos rojos

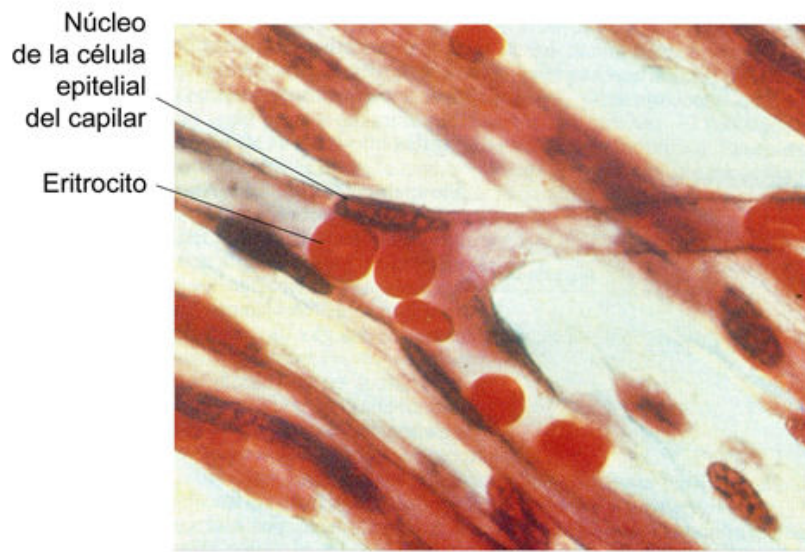


Las arterias y venas presentan, además, los ``*vasa vasorum*`` (del latín, vasos de los vasos). Son pequeños vasos (arteriales, venosos y linfáticos) que se encuentran en las túnicas adventicia y media de grandes arterias y venas, relacionados con la nutrición de estas túnicas, principalmente les aportan a sus células nutrientes y oxígeno y retiran CO<sub>2</sub> y otros desechos (el resto de las células de las paredes arteriales y venosas se abastecen de la sangre de la luz de estos vasos).



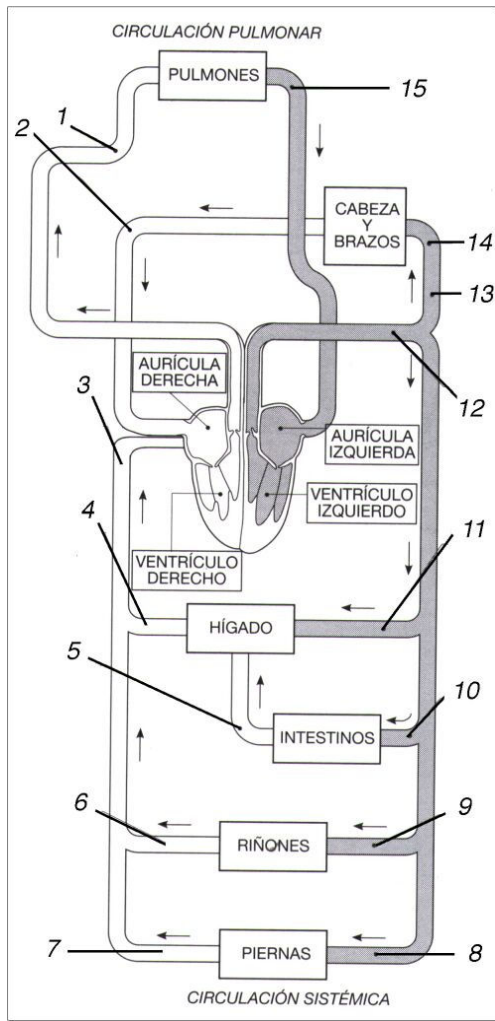
Las divisiones de las arterias y venas reciben distintos nombres (arteriolas, vénulas...). Las ramificaciones más pequeñas se llaman capilares. Estos únicamente tiene tejido epitelial plano simple, con unas paredes muy finas que permiten la salida de oxígeno y nutrientes (capilares arteriales) y la entrada a su interior de dióxido de carbono y otros productos de desechos que no sean de mucho tamaño (capilares venosos). Los capilares humanos tienen que abastecer a 40 billones de células lo que explica que haya cerca de 100.000 km de vasos sanguíneos la mayoría de los cuales son capilares.





### 3.3 PRINCIPALES ARTERIAS Y VENAS.

Destacan las siguientes, además de otras ya mencionadas con anterioridad:



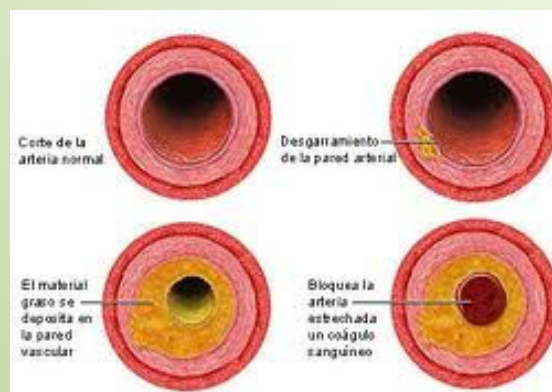
1. Arteria pulmonar.
2. Vena cava superior.
3. Vena cava inferior.
4. Vena suprahepática.
5. Vena porta.
6. Vena renal.
7. Vena femoral.
8. Arteria iliaca.
9. Arteria renal.
10. Arteria mesentérica.
11. Arteria hepática.
12. Arteria aorta.
13. Subclavia.
14. Carótida.
15. Vena pulmonar.

### Enfermedades cardiovasculares (ECV).

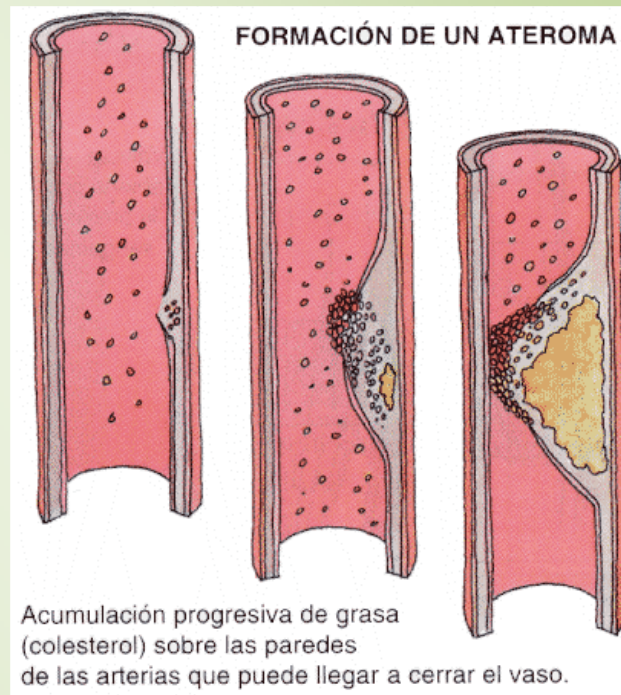
Son patologías que afectan al corazón y a los vasos sanguíneos. Incluyen enfermedades como el infarto de miocardio, el ictus, la trombosis, la embolia, etc. Las ECV son la principal causa de muerte en todo el mundo, incluidos los países occidentales como España. Afectan más a las mujeres porque, aunque ellas tienen menor riesgo cardiovascular, éste es mayor en edades avanzadas, donde la población femenina es mayoritaria.

Aunque es un grupo de enfermedades que incluyen patologías con características particulares, suelen tener en común determinadas causas, medidas de prevención, diagnósticos y tratamientos.

**Etiología.** Existen causas genéticas (hereditarias) y causas adquiridas. Entre las primeras se encuentran varios tipos de mutaciones de algunos genes, lo que hace aumentar el riesgo de padecer algunas de estas patologías. Pero en la mayor parte de los casos la causa es adquirida y relacionada con la formación de placa de ateroma (arterioesclerosis o aterosclerosis). Esta placa se forma por la acumulación en las paredes arteriales de lipoproteína LDL ("colesterol malo"), colesterol y grasas saturadas. Entonces los monocitos que acuden al lugar para eliminar estas moléculas en exceso se transforman en macrófagos y éstos en células espumosas que pueden estallar. La acumulación de dichas moléculas y células forma la placa, que produce una estrechez parcial o total de la luz del vaso que ocasiona una reducción del aporte de oxígeno y nutrientes al tejido irrigado (isquemia) que puede llegar a morir (infarto). Cuando la lesión es complicada existen también fenómenos de calcificación y ulceración. También la enfermedad puede ocasionarse por agregación plaquetaria, formándose un trombo sin que medie una hemorragia. Si este trombo se desprende se ocasiona un émbolo, que puede, a su vez, taponar total o parcialmente un vaso.







**Prevención.** Para tratar de evitar sufrir una ECV se debe seguir una dieta sana y equilibrada, como la dieta mediterránea (lo que explica que en al ámbito mediterráneo el riesgo de ECV sea menor). Además:

- Impedir el exceso de lipoproteína LDL, grasas saturadas y colesterol, limitando el consumo de carnes rojas y carnes procesadas, como, por ejemplo, los embutidos.
- Reducir el consumo de sal y de sodio.
- Aumentar el consumo de lipoproteína HDL ("colesterol bueno").
- Evitar el tabaquismo, el alcohol y las otras drogas, así como el sedentarismo y la obesidad.
- Tener en cuenta que la diabetes *mellitus* y los anticonceptivos orales aumentan el riesgo de ECV.

**Diagnóstico.** Entre otros:

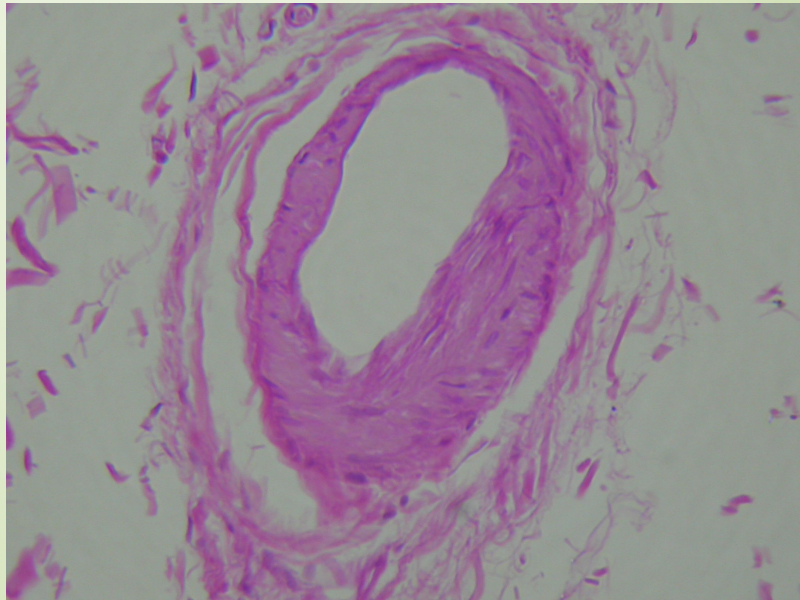
- Exploración física.
- Análisis de sangre y de orina.
- Electrocardiograma (ECG). Un electrocardiograma registra sobre un papel en movimiento los impulsos eléctricos del corazón. El ECG permite analizar el marcapasos que inicia cada latido del corazón, las vías nerviosas de conducción de los estímulos y la velocidad (frecuencia) y el ritmo cardíacos.
- Tomografía axial computarizada (TAC). Utilizando rayos X muestra en imágenes en dos o tres dimensiones posibles anomalías estructurales del corazón y de los vasos.
- Ecografía. Utiliza ultrasonidos para crear imágenes bidimensionales o tridimensionales.

**Tratamientos.** Entre ellos:

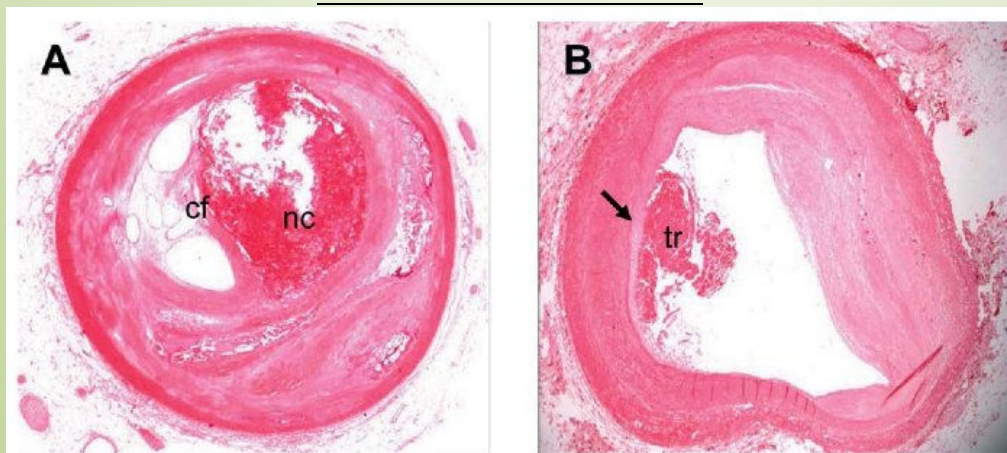
- Administración de fármacos, incluidos anticoagulantes, como la aspirina, el sintrom, etc. que evitan que las plaquetas se adhieran unas a otras.
- En la terapia de las ECV que cursan con estrechamiento arterial se puede incluir el empleo de los stents, tubos mallados de pequeñas dimensiones que se colocan en el interior de las arterias con el fin de mantenerlas dilatadas.
- El cateterismo cardíaco se basa en la introducción de un pequeño catéter (tubo) en una arteria o una vena, generalmente de un brazo o de una pierna, que se desliza hacia los vasos principales y las cavidades del corazón. Para alcanzar el lado derecho del corazón, se introduce el catéter en una vena; para alcanzar el lado izquierdo, se coloca dentro de una arteria. Los catéteres se introducen en el corazón tanto para fines diagnósticos como para realizar determinados tratamientos. Debido a que introducir un catéter puede causar anomalías cardiovasculares, durante este procedimiento se lleva a cabo un registro continuo del electrocardiograma. Por lo general, estas anomalías pueden evitarse cambiando el catéter a otra posición. Si esta maniobra no es eficaz se debe extraer el catéter.
- Otros referidos en las ECV que se tratan más adelante.

### Arterioesclerosis (aterosclerosis).

Es la formación de una placa de ateroma que produce progresivamente el estrechamiento de la luz vascular, lo que puede acabar obstruyendo y rompiendo las arterias. Esta enfermedad provoca que los tejidos reciban menos nutrientes y oxígeno, lo que puede desencadenar en los casos del corazón y del cerebro, respectivamente, un infarto de miocardio y una apoplejía (ataque cerebral causado por un accidente cerebrovascular). También puede afectar a otras partes del cuerpo, como en el infarto intestinal



Arteria con arterioesclerosis



Arterias con lesión aterosclerótica. Imagen A.- Necrosis (nc) y capa fibrosa (cf). Imagen B.- Trombo (tr).

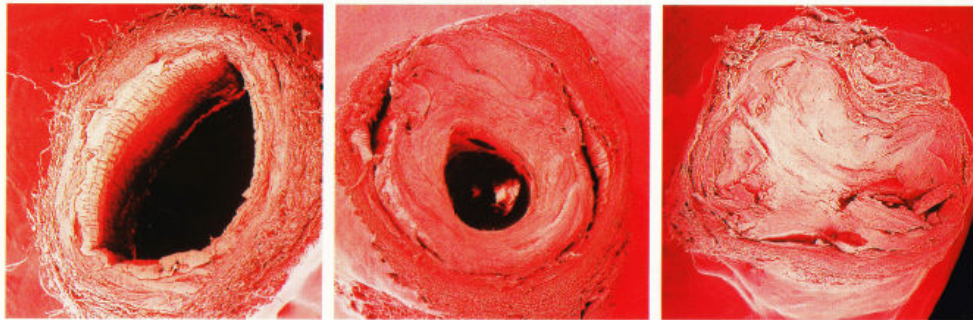


### Isquemia.

Disminución del aporte sanguíneo arterial que se produce de forma progresiva y gradual. Puede afectar, por ejemplo, a las extremidades superiores e inferiores. En fases extremas requiere la amputación de los miembros afectados.

### Enfermedad coronaria.

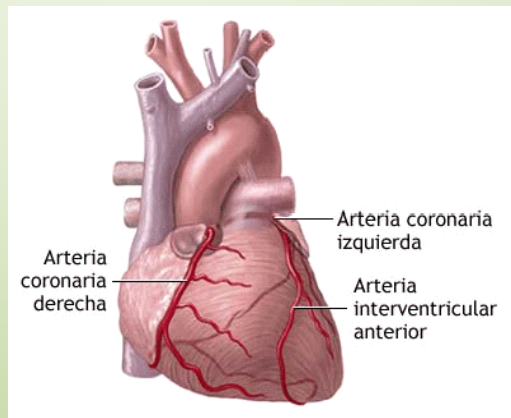
Esta enfermedad reduce el flujo sanguíneo de las arterias coronarias (que irrigan el corazón, especialmente el miocardio) debido al estrechamiento de éstas.



Distintas fases en la obstrucción completa de una arteria coronaria

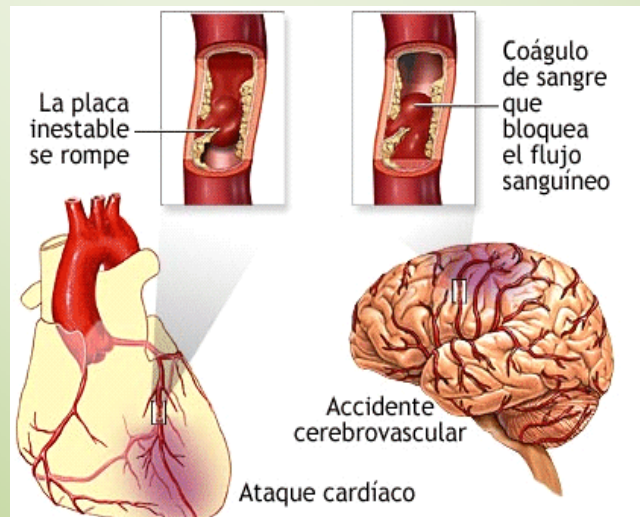
### Trombosis coronaria.

Formación de un coágulo sanguíneo (trombo) en una de las arterias coronarias que nutren al músculo cardíaco. Este trombo o coágulo se crea debido a la formación de placas de ateroma en las arterias. La formación de un trombo en alguna de las arterias coronarias puede dar lugar a una parada cardíaca.



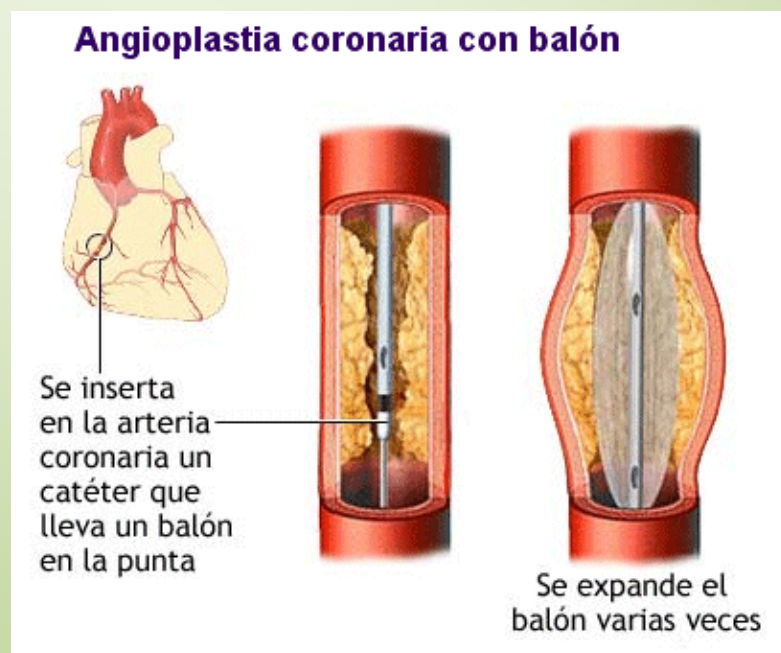
### Embolia.

Es la obstrucción de un vaso sanguíneo por un émbolo, que puede producirse en varios vasos como en las venas pulmonares o en las arterias cerebrales ocasionando así, respectivamente, una embolia pulmonar o cerebral (apoplejía). Esta enfermedad se puede tratar con fármacos, a través de un cateterismo o intervención quirúrgica.



**Angina de pecho.**

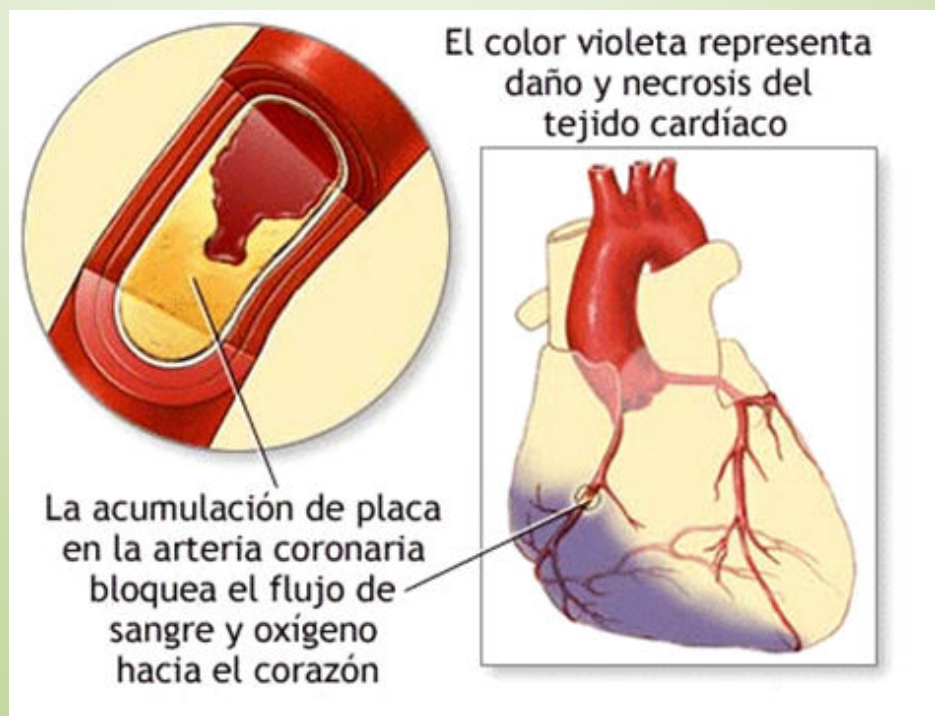
Se evidencia por la presencia de un dolor a nivel del pecho causado por un trastorno en la circulación que baña la musculatura del corazón. Habitualmente suele anteceder a un infarto de miocardio. Un posible tratamiento es la angioplastia coronaria con balón.





### Infarto de miocardio.

Muerte de una parte del tejido miocárdico. Los síntomas de dicha enfermedad suelen ser dolor torácico intenso, fuerte dolor en hombro y brazo izquierdos, dificultad para respirar, mareos... Su tratamiento incluye administrar oxígeno y analgésicos si el dolor es muy agudo y constante. La causa principal del infarto de miocardio es la arteriosclerosis debido a que el músculo cardíaco no está bien irrigado (no recibe suficientes nutrientes y oxígeno). En la actualidad es posible implantar células miocárdicas para suplir a las que han muerto, obtenidas a partir de células madres.

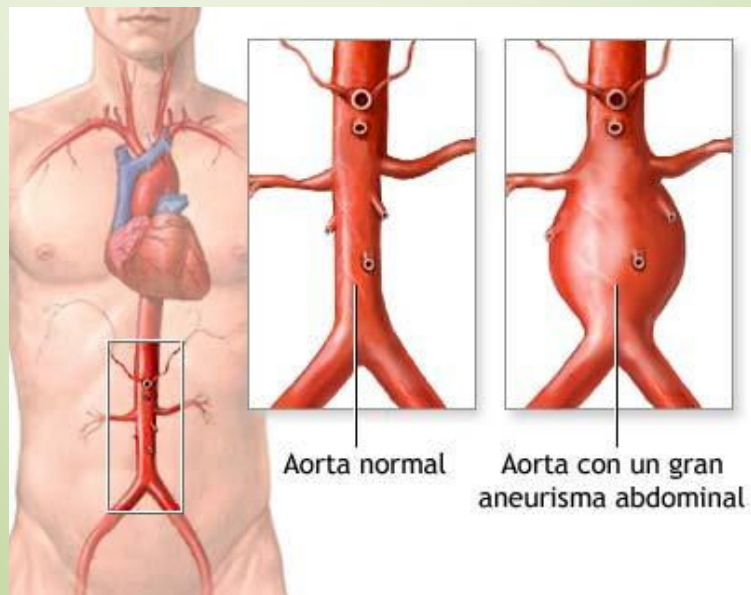


### Soplo.

Es cuando no funciona bien alguna de las válvulas del corazón. Se detecta auscultando al paciente, escuchándose una especie de silbido. Si es grave se sustituye la válvula por otra, artificial o no (procedente de otra persona o de cerdo).

### **Aneurisma aórtico.**

Consiste en una dilatación o torcedura de la aorta. Existen varias causas, pero la más común proviene de la arteriosclerosis. A medida que la aorta se dilata progresivamente con el tiempo, existe una mayor posibilidad de ruptura. El tratamiento definitivo de un aneurisma aórtico es la reparación quirúrgica de la aorta. Se puede utilizar un "bypass" (desviar la sangre). Aunque también se debe controlar la tensión arterial.



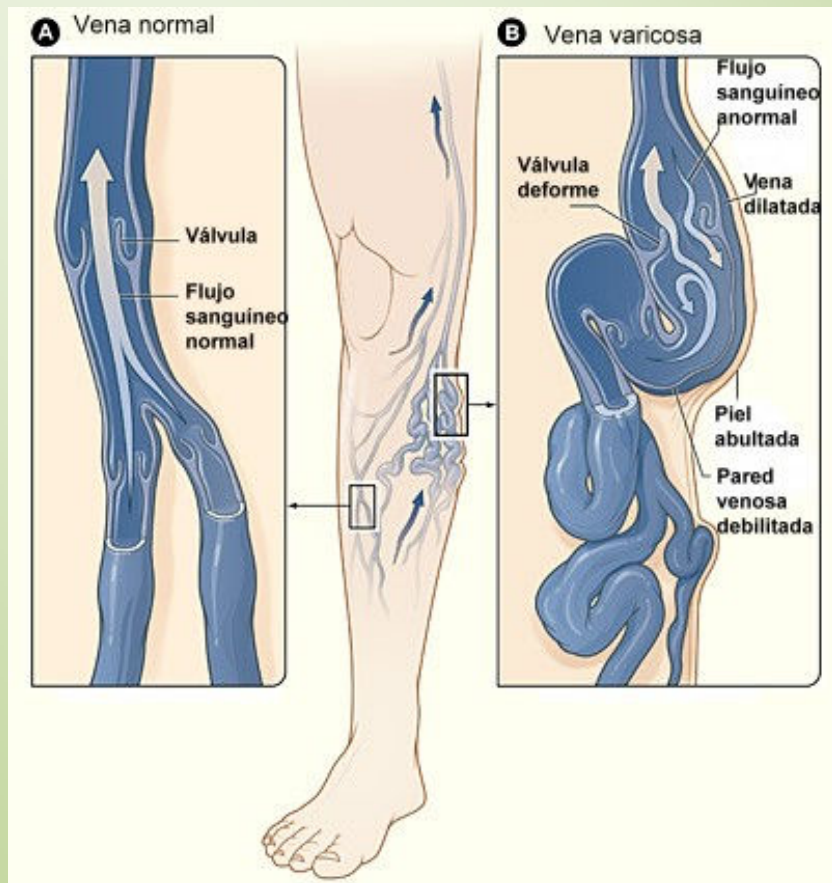
### **Flebitis.**

La flebitis es una enfermedad caracterizada por la hinchazón de venas superficiales y profundas de las piernas, lo que enlentece la circulación sanguínea. Sus síntomas son: dolor en la zona afectada, fiebre, edema, inflamación... La enfermedad puede ser causada por una infección, varices, embarazo, largo tiempo sin mover una parte del cuerpo... cuando la flebitis es profunda, puede dar lugar a la formación de un coágulo de sangre que puede trasladarse hasta una arteria y provocar graves enfermedades como la embolia pulmonar.



### Varices.

Son dilataciones venosas que se producen a raíz de un mal funcionamiento en las válvulas semilunares de las venas sanguíneas, lo que da lugar a un difícil retorno de la sangre hacia el corazón. Las mujeres son más proclives a tener varices. Se pueden tratar mediante escleroterapia o intervenciones quirúrgicas. Es conveniente mantener durante parte del día o de la noche las piernas sobreelevadas.

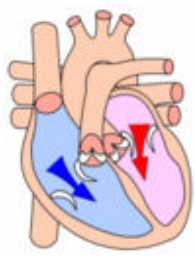


#### 4. FISIOLOGÍA DEL APARATO SANGUÍNEO.

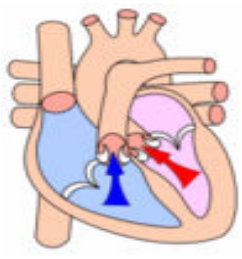
La sangre se mueve gracias a la actividad del corazón que consiste en la alternancia sucesiva de la contracción del músculo cardíaco (sístole) y la relajación de dicho músculo (diástole). Estos movimientos están controlados por las válvulas cardíacas.

a) **Latido cardíaco.** Cada latido del corazón desencadena una secuencia de eventos llamados **ciclo cardíaco**, que consiste principalmente en la alternancia de movimientos sistólicos y diastólicos.

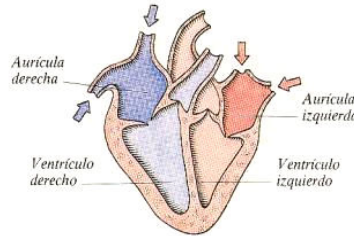
- **Sístole auricular:** las aurículas se contraen e impulsan la sangre hacia los ventrículos. La sangre venosa (con menor contenido en O<sub>2</sub>) pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho mediante la válvula tricúspide; la sangre oxigenada pasa de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo, mediante la válvula bicúspide. Este proceso se desarrolla casi de forma simultánea en ambas aurículas. Durante la sístole auricular las válvulas semilunares se encuentran cerradas.



- **Sístole ventricular:** la sístole ventricular sigue de inmediato a la sístole auricular y consiste en la contracción de los ventrículos para la impulsión de la sangre venosa y arterial hacia las arterias pulmonares y aorta, respectivamente, gracias a la apertura de las válvulas semilunares. La contracción ventricular es más lenta, pero más enérgica.



- **Diástole auricular:** consiste en la relajación de las aurículas, lo que permite que la sangre pase de las venas cavas y pulmonares hacia las aurículas derecha e izquierda, respectivamente. Las válvulas bicúspide y tricúspide permanecen cerradas.



La sangre sin oxígeno entra en la aurícula derecha, mientras que la aurícula izquierda recibe sangre oxigenada.

- **Diástole ventricular:** consiste en la relajación ventricular que coincide con el inicio de la apertura de las válvulas bicúspide y tricúspide, que dejan pasar una pequeña cantidad de sangre hacia los ventrículos.

b) **Ruidos del corazón.** Cada latido del corazón emite cuatro ruidos pero sólo los dos primeros son percibidos sin necesidad de estetoscopio (aparato amplificador).

- **Primer ruido:** coincide con la sístole ventricular, concretamente con el cierre de las válvulas tricúspide y bicúspide y la apertura de las válvulas aórtica y pulmonar.
- **Segundo ruido:** coincide con la diástole ventricular, concretamente con el cierre de las válvulas aórtica y pulmonar y el comienzo de la apertura de las válvulas bicúspide y tricúspide.
- **Tercer ruido:** se produce debido a la vibración de las paredes ventriculares.
- **Cuarto ruido:** se debe al paso de la sangre de las aurículas a los ventrículos, es decir se origina por la sístole auricular (apertura de las válvulas tricúspide y bicúspide).

c) **Pulso.**

Cuando la sangre es impulsada hacia las arterias por la contracción ventricular, su pared se distiende. Durante la diástole, las arterias recuperan su diámetro normal, debido en gran medida a la elasticidad del tejido conjuntivo y a la contracción de las fibras musculares de sus paredes. Esta recuperación del tamaño normal es importante para mantener el flujo continuo de sangre a través de los capilares durante el periodo de reposo del corazón. La dilatación y



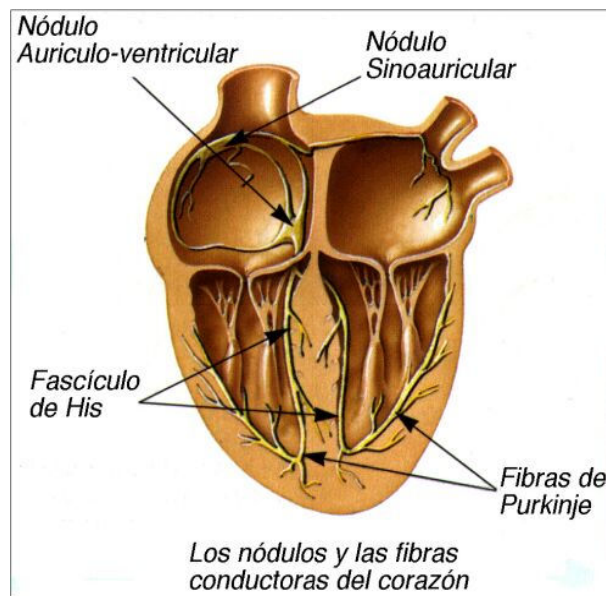
contracción de las paredes arteriales que se puede percibir cerca de la superficie cutánea en todas las arterias recibe el nombre de pulso.

#### **d) Regulación de la actividad cardíaca.**

El músculo cardíaco se contrae y se relaja sin intervención del sistema nervioso; sin embargo el sistema nervioso es el que aumenta o disminuye la frecuencia de los latidos cardíacos (en reposo, habitualmente 70 latidos por minuto).

Dicha autoexcitación tiene lugar en el llamado tejido nodal, constituido por células musculares que tienen la particularidad, como las neuronas, de producir impulsos nerviosos. El tejido nodal está formado por:

- Nódulo sinoauricular o sistema marcapasos del corazón, situado en la aurícula derecha, es el responsable del inicio del ciclo cardíaco y determina su velocidad.
- Nódulo auriculoventricular, situado a la derecha del tabique interauricular, capta la estimulación procedente del nódulo sinoauricular.
- Fascículo de His, formado por fibras del tejido nodal provenientes del nódulo auriculoventricular, desciende por la pared ventricular ramificándose en las llamadas fibras de Purkinje.



Cuando las células están más activas, como por ejemplo en un ejercicio físico, necesitan más oxígeno para producir más energía por lo que el corazón bombea más rápido.

El gasto cardíaco o volumen de sangre bombeado hacia la aorta en un minuto (aproximadamente 5 litros en humanos adultos) está controlado por el sistema nervioso y por hormonas. En concreto, el sistema nervioso simpático y las hormonas adrenalina y noradrenalina aumentan la frecuencia de los latidos, a diferencia del sistema nervioso parasimpático que la enlentece. Las hormonas citadas, además, incrementan la presión arterial.

#### **Bradicardia y taquicardia.**

La bradicardia es la reducción de la frecuencia del ritmo cardíaco a menos de 60 pulsaciones por minuto (ppm) en reposo. Para que la tensión vuelva a su nivel normal se utilizan o suprimen distintos fármacos. La taquicardia es el aumento de la frecuencia del ritmo cardíaco a más de 120 ppm en reposo. También se usan distintos fármacos para tratar este problema.

#### **Arritmia cardíaca.**

Es la alteración del ritmo cardíaco. Se debe a que los nódulos encargados de mantenerlo fijo pierden el compás. Cuando se produce una aceleración de éste se denomina taquiarritmia y cuando se produce una disminución del ritmo se denomina bradiarritmia. Se puede corregir con un marcapasos artificial en casos graves.

#### **Insuficiencia cardíaca.**

Es la incapacidad del corazón de mantener un adecuado volumen sanguíneo por minuto. Para que el volumen sea adecuado (unos 80 ml por impulso) hay que seguir las medidas ya señaladas en el recuadro de las ECV.

**e) Presión arterial.**

Las paredes de los vasos sanguíneos soportan una presión ejercida por la sangre. Siendo de mayor intensidad cuando el corazón se encuentra en la sístole ventricular y de menor intensidad (presión mínima) coincidiendo con la diástole.

En una persona sana de mediana edad (de 30 a 39 años) la presión arterial se encuentra en unos valores comprendidos, en el caso del varón, entre unos 125 mm de Hg de presión arterial máxima (presión sistólica) y unos 80 mm de Hg de presión arterial mínima (presión diastólica). En el caso de la mujer la presión arterial normal es algo menor, se encuentra entre 120 mm de Hg y 80 mm de Hg. Se considera presión alta (hipertensión) cuando estos valores se encuentran por encima de 140 y 90 mm de Hg, respectivamente.

Los valores de presión arterial son más altos cuanto más edad y menor temperatura. Las mujeres embarazadas, especialmente en verano, pueden registrar episodios de hipotensión.

**Hipertensión arterial (HTA).**

La HTA es una enfermedad muy extendida que se produce cuando la presión que ejerce la sangre sobre las paredes de los vasos sanguíneos es demasiado alta. Una persona hipertensa presenta más de 90 milímetros de mercurio de tensión diastólica y/o más de 150 mm de Hg de presión sistólica.

Generalmente la HTA no presenta síntomas, pero puede aparecer dolor de cabeza y mareos. La hipertensión puede ocasionar el deterioro de las arterias, que se hacen más estrechas, tortuosas e irregulares, y, como consecuencia de ello, el flujo de sangre a determinados órganos como el corazón, el cerebro o el riñón puede verse alterado. Esta variación puede provocar patologías como infarto de miocardio, insuficiencia renal o hemorragia cerebral. Además, si se produce una elevación transitoria de la tensión arterial, puede llevar a un edema pulmonar (sangre acumulada en el tejido pulmonar) o un aneurisma.

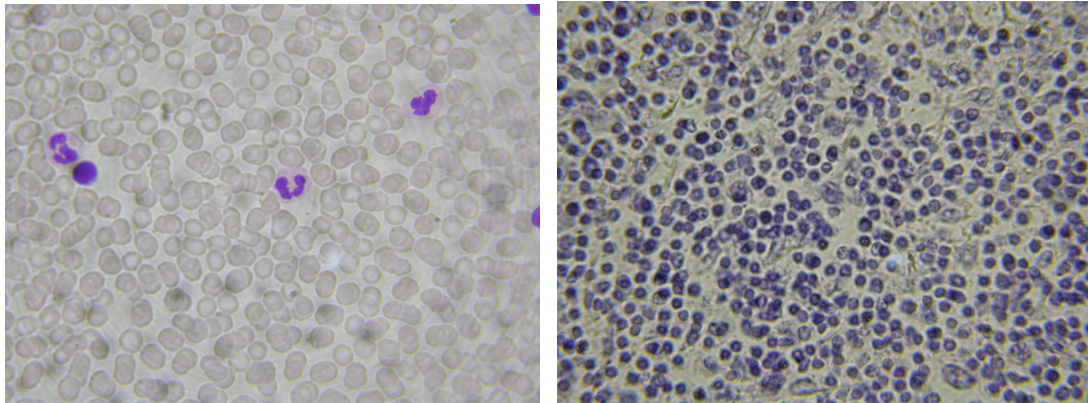
La hipertensión no se cura, pero sí se puede controlar con el tratamiento adecuado, primero sin fármacos (dieta sin sal, dejar de fumar, reducir el consumo de alcohol, realizar ejercicio moderado...). Si con dichas medidas no se reduce convenientemente la hipertensión se debe prescribir al paciente un fármaco antihipertensivo.

## 5. EL APARATO LINFÁTICO. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA.

El aparato linfático es un sistema de conductos que transporta la linfa (líquido transparente o ligeramente amarillento o blanquecino que forma parte del plasma sanguíneo y que contiene monocitos, linfocitos y macrófagos).

Este sistema se dedica a:

- Recoger desechos de mayor tamaño y dirigirlos a la circulación sanguínea.
- Transportar las grasas absorbidas en el intestino delgado.
- Contener linfocitos en los ganglios linfáticos.



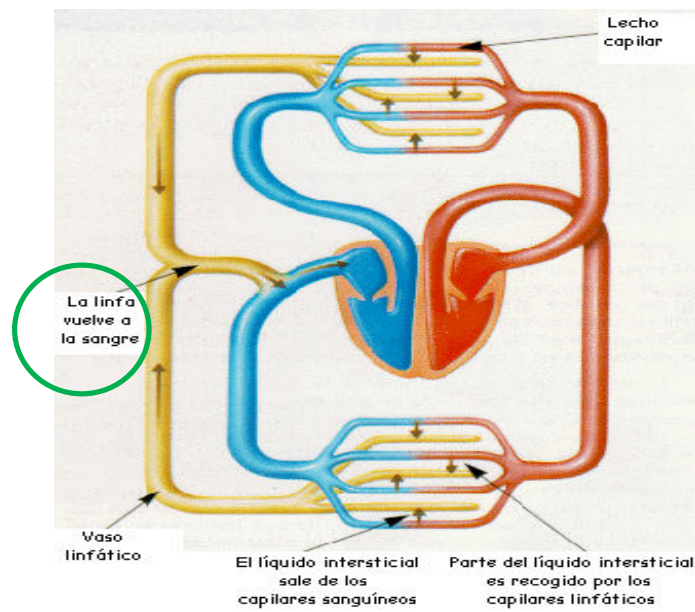
Sangre (izquierda), con muchos glóbulos rojos y menos glóbulos blancos, en comparación con la linfa (derecha) a nivel de un ganglio linfático, con una gran cantidad de linfocitos

El aparato linfático está constituido por:

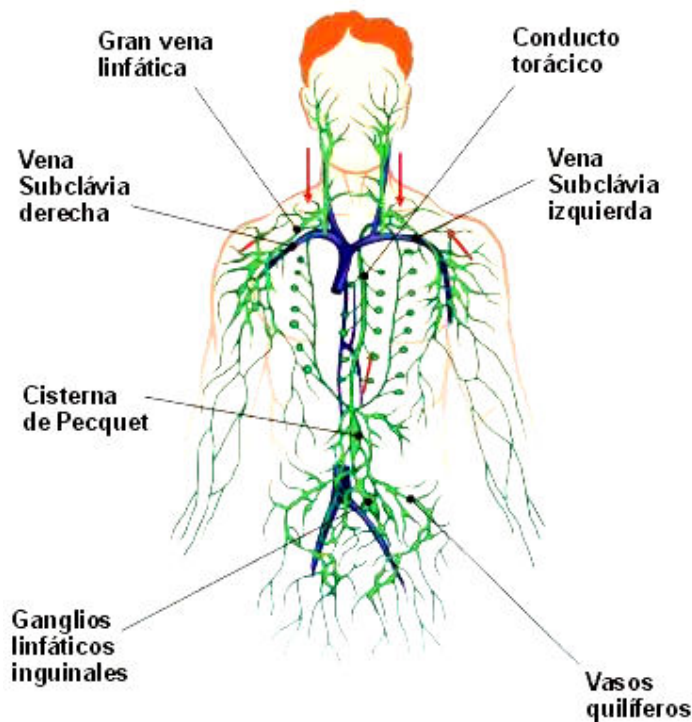
- Capilares linfáticos. Son vasos muy finos que están repartidos por todos los tejidos para recoger desechos de gran tamaño.
- Venas linfáticas. Tienen una estructura similar a la de las venas sanguíneas, también presentan válvulas semilunares en su interior.
- Vasos quilíferos. Son vasos procedentes de las vellosidades intestinales (de donde recogen grasa) y desembocan en la “cisterna de Pecquet” (depósito) que se continua con el conducto torácico.
- Conducto torácico y gran vena linfática. Vasos sanguíneos de mayor grosor, que conectan con las venas sanguíneas para devolver la linfa a la sangre. El conducto torácico es el responsable de recoger la linfa procedente de la mitad izquierda del cuerpo, transportándola hasta

desembocar en la vena subclavia izquierda. La gran vena linfática recoge la linfa procedente de la mitad derecha de nuestro cuerpo, desembocando en la vena subclavia derecha.

- Ganglios linfáticos. Abultamientos donde los linfocitos atacan a los microbios y las sustancias extrañas. En el caso de tumoración puede ser necesario su extirpación o limpiezas quirúrgicas (ya que estos ganglios pueden estar contaminados por células tumorales que viajan a través de la linfa pudiendo producir así tumores en otras zonas del cuerpo -tumores secundarios y metástasis-).







La circulación linfática se lleva a cabo gracias a la contracción de los músculos de los vasos linfáticos; las válvulas semilunares de estos vasos impiden el retroceso de la linfa.

### ACTIVIDADES RESUELTAS

- 1) ¿Por qué las paredes de los ventrículos son más gruesas que las de las aurículas? ¿Por qué la pared del ventrículo izquierdo es más gruesa que la del derecho?

Las paredes de los ventrículos son más gruesas que las de las aurículas puesto que la función de estos en su sístole es expulsar la sangre del corazón para que recorra todo el organismo. La pared del ventrículo izquierdo es más gruesa que la del ventrículo derecho puesto que el ventrículo izquierdo se encarga de que la sangre tenga un impulso mayor, ya que ésta tiene un mayor recorrido por el organismo. Mientras que el ventrículo derecho, que dirige la sangre hacia los pulmones, le da un impulso menor (ésta tiene un menor recorrido).

- 2) Cuando una persona está inconsciente, el personal del SAMUR toma el pulso en el cuello del accidentado y no en la muñeca, ¿por qué?



Porque el pulso puede ser más difícilmente detectado en las zonas más alejadas del corazón. También influye el tamaño de los vasos.

- 3) ¿Por qué el intercambio de productos entre la sangre y los tejidos sólo se realiza a través de los capilares?

Porque son los únicos vasos sanguíneos que debido a su fina estructura (su pared se limita a un epitelio plano simple) llegan a todas las partes del organismo y les permite intercambiar sustancias con las células.

- 4) (a) Describe el recorrido de una gota de sangre que partiendo de la aurícula izquierda vuelve a ella pasando por una extremidad inferior. (b) ¿Cuál sería el recorrido de una molécula de glucosa, desde que es absorbida en el intestino delgado hasta llegar a ser metabolizada en el cerebro? En ambos apartados describir el recorrido nombrando vasos, válvulas, cavidades cardíacas y movimientos del corazón.

(a) La gota de sangre parte de la aurícula izquierda, pasando al ventrículo izquierdo (sístole auricular) por la válvula bicúspide; una vez la sangre en el ventrículo izquierdo tiene lugar la sístole ventricular, dirigiendo la sangre hasta la arteria aorta mediante la válvula aórtica. La arteria aorta lleva la sangre hasta la aorta descendente y la arteria iliaca, encargada del riego sanguíneo en las extremidades inferiores. Una vez recorrida dichas extremidades, la sangre con menor nivel de oxígeno vuelve por la vena femoral, desembocando en la vena cava inferior y finalmente en la aurícula derecha; pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho por la válvula tricúspide (sístole auricular). De allí pasa a la arteria pulmonar, por la válvula pulmonar (sístole ventricular), que la dirige hasta los pulmones donde se oxigena. Finalmente la sangre se dirige por las venas pulmonares hacia la aurícula izquierda.

(b) La molécula de glucosa es absorbida del intestino delgado por capilares e incluida en la vena porta, dicha vena conduce la sangre (con la molécula de glucosa) hacia el hígado; de éste sale por la vena suprahepática dirigiéndose hacia la vena cava inferior y desembocando por la aurícula derecha. De ahí la sangre pasa al ventrículo derecho (sístole auricular) y arteria pulmonar (sístole ventricular), que la dirige hacia los pulmones, donde se oxigena. Regresa al corazón por las venas pulmonares hacia la aurícula izquierda, desde donde pasa al ventrículo izquierdo (sístole auricular) por la válvula bicúspide; la sangre sale por la válvula aórtica conducida por la arteria aorta (sístole ventricular); dicha arteria se ramifica dando lugar a la arteria carótida que dirige la molécula de glucosa hasta el cerebro para ser metabolizada.

- 5) En la intervención quirúrgica de un cáncer, simultáneamente se realiza la limpieza o extirpación de los ganglios linfáticos de la región afectada. ¿Por qué?

En los ganglios linfáticos se encuentran células defensoras del organismo, como los linfocitos. Cuando un cáncer afecta a los ganglios, afecta también a las células defensoras con lo cual el organismo sufre una disminución de su rendimiento normal; para acabar con la patología es preciso limpiar o extirpar los ganglios linfáticos y así acabar con la infección que los afecta y además evitar que las células tumorales utilicen la vía linfática para propagarse a diferentes partes del cuerpo.