

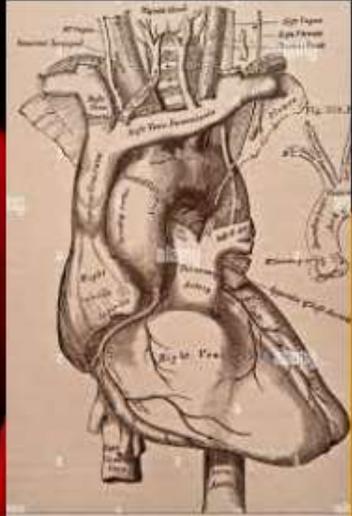
# APARATO CARDIOVASCULAR

¿QUE ES?

PARTES

ALTERACIONES

FUNCIONES



# ¿QUE ES?

El aparato cardiovascular (cardio, corazón; vascular, vasos sanguíneos) está formado por tres componentes interrelacionados: la sangre, el corazón y los vasos sanguíneos.



**SANGRE**



**CORAZON**



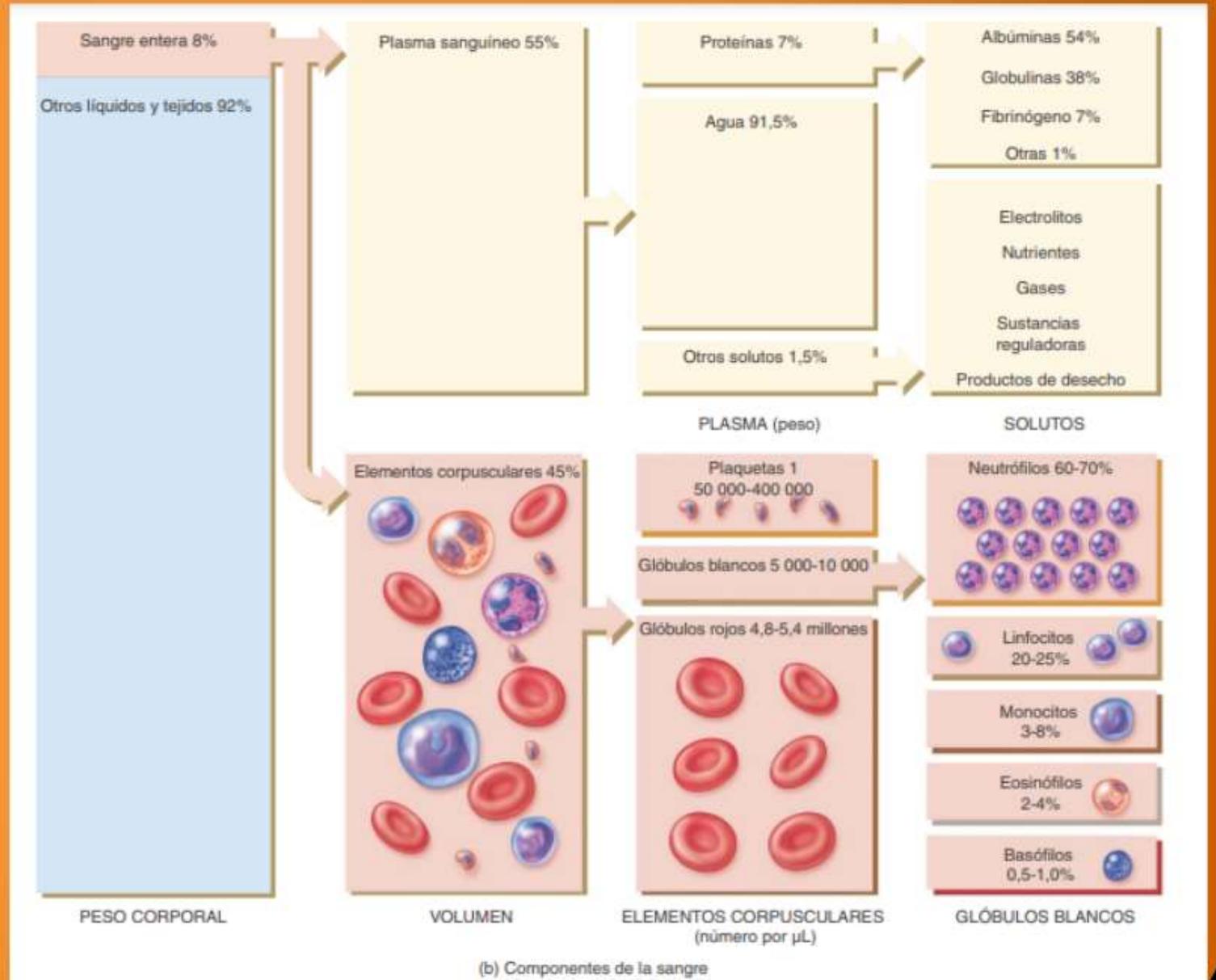
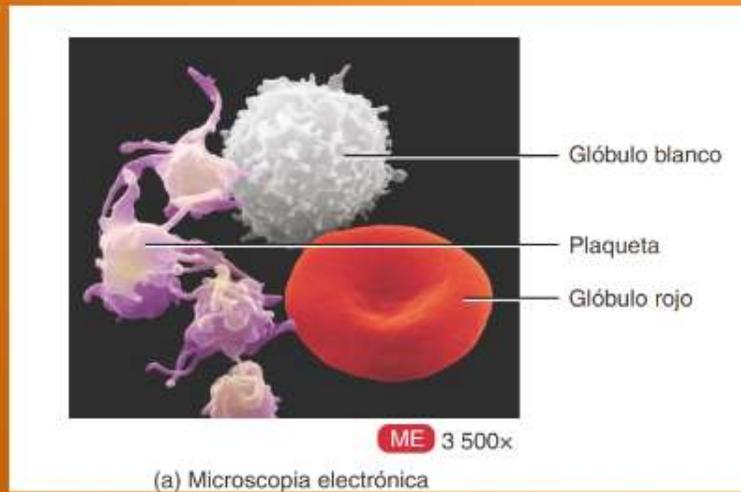
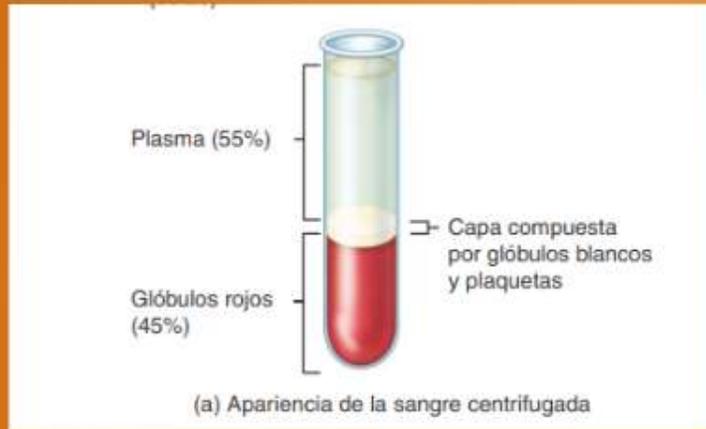
**ARTERIAS Y  
VENAS**

# FUNCIONES DE LA SANGRE

## FUNCIONES DE LA SANGRE

1. Transporte de oxígeno, dióxido de carbono, nutrientes, hormonas, calor y desechos.
2. Regulación del pH, de la temperatura corporal y del contenido de agua de las células.
3. Protección contra la pérdida de sangre por medio de la coagulación y contra la enfermedad por medio de los glóbulos blancos fagocíticos y proteínas tales como los anticuerpos, interferón y complemento.

# COMPONENTES DE LA SANGRE



# TRANSTORNOS DE LA SANGRE

## Anemia

La **anemia** es una enfermedad en la que disminuye la capacidad de transporte del oxígeno en la sangre. Todos los numerosos tipos de anemia se caracterizan por un número reducido de GR o una cantidad de hemoglobina disminuida en la sangre. La persona siente cansancio y presenta intolerancia al frío, ambos factores relacionados con la falta del oxígeno necesario para la producción de ATP y calor. También, la piel se presenta pálida, a causa del bajo contenido de hemoglobina en la circulación. Entre las causas y tipos más importantes de anemia se encuentran los siguientes:

- La *absorción inadecuada de hierro, su pérdida excesiva, el aumento de los requerimientos, o la ingesta disminuida* causan **anemia ferropénica**, el tipo de anemia más común. Las mujeres presentan mayor riesgo de deficiencia de hierro como consecuencia de la pérdida de sangre menstrual y el incremento en la demanda de hierro del feto en crecimiento durante el embarazo. Las pérdidas gastrointestinales, como las que suceden por ulceraciones o cáncer, también contribuyen al surgimiento de este tipo de anemia.
- La *ingesta inadecuada de vitamina B<sub>12</sub> y ácido fólico* causan **anemia megaloblástica**, en la cual la médula ósea roja produce glóbulos rojos grandes y anormales (megaloblastos). También puede ser causada por el consumo de fármacos que alteran la secreción gástrica o los utilizados en el tratamiento del cáncer.
- La *hemopoyesis ineficaz*, producto de la incapacidad del estómago de producir factor intrínseco, necesario para la absorción de vitamina B<sub>12</sub> en el intestino delgado, causa **anemia perniciosa**.
- La *pérdida excesiva de GR* por sangrados de grandes heridas, úlceras gástricas o, especialmente, de menstruaciones excesivas, conducen a la **anemia hemorrágica**.
- La *membrana de los GR se lisa prematuramente* en la **anemia hemolítica**. La hemoglobina liberada se vierte al plasma y puede dañar las estructuras de filtración de los riñones (los glomérulos). La enfermedad puede resultar de defectos genéticos, como enzimas anormales en los GR, o de la acción de agentes exógenos, como parásitos, toxinas o anticuerpos provenientes de la transfusión de sangre incompatible.

## Síntomas

Los signos y síntomas de la anemia varían según la causa y la gravedad de la misma. Según las causas de la anemia, es posible que no tengas síntomas.

Los signos y síntomas, si se presentan, podrían incluir:

- Fatiga
- Debilidad
- Piel pálida o amarillenta
- Latidos del corazón irregulares
- Dificultad para respirar
- Mareos o aturdimiento
- Dolor en el pecho
- Manos y pies fríos
- Dolores de cabeza

- **Hemograma completo.** El hemograma completo se usa para contar el número de células sanguíneas en una muestra de sangre. En el caso de la anemia, el médico probablemente estará interesado en tus niveles de glóbulos rojos (hematocrito) y hemoglobina en la sangre.

Los valores normales de hematocrito en adultos generalmente se encuentran entre el 38,3 % y el 48,6 % en el caso de los hombres, y entre el 35,5 % y el 44,9 % en el caso de las mujeres. Los valores saludables de hemoglobina en adultos son generalmente de 13,2 a 16,6 gramos por decilitro para los hombres y de 11,6 a 15 gramos por decilitro para las mujeres. Estos valores pueden variar ligeramente de un médico a otro.

## Hemofilia

La **hemofilia** es una deficiencia hereditaria de la coagulación, en la cual se pueden producir hemorragias espontáneas o tras un traumatismo leve. Es el trastorno hereditario de la coagulación conocido desde hace más tiempo; ciertas descripciones se remontan al siglo II a.C. Por lo general afecta a los varones, y a veces se la llama "la enfermedad de la realeza", porque muchos descendientes de la Reina Victoria, comenzando por uno de sus hijos, la padecieron. Los diferentes tipos de hemofilia se deben a deficiencias de diferentes factores de la coagulación y manifiestan grados variables de intensidad, tendencias al sangrado desde leves hasta graves. La enfermedad se caracteriza por la aparición de hemorragias subcutáneas e intramusculares espontáneas o traumáticas, sangrado de la nariz, hematuria (sangre en orina) y hemorragias en las articulaciones que producen dolor y daño tisular. El tratamiento consiste en transfusiones de plasma fresco o administración de concentrados de los factores de la coagulación deficientes para reducir la tendencia al sangrado. La utilización del fármaco desmopresina (DDAVP) puede aumentar los niveles de factores de la coagulación.

## Síntomas

Los signos y síntomas de la hemofilia varían según el nivel de factores de coagulación. Si el nivel de tu factor de coagulación se encuentra levemente reducido, es posible que sangres solo después de una cirugía o de un traumatismo. Si tu insuficiencia es grave, puedes sangrar fácilmente sin razón aparente.

Los signos y síntomas del sangrado espontáneo son los siguientes:

- Sangrado excesivo sin causa aparente por cortes o por lesiones, o después de una cirugía o de un procedimiento dental
- Muchos moretones grandes o profundos
- Sangrado inusual después de las vacunas
- Dolor, hinchazón u opresión en las articulaciones
- Sangre en la orina o en las heces
- Sangrado nasal sin causa conocida
- En los bebés, irritabilidad sin causa aparente

## Tratamiento

El tratamiento principal de la hemofilia grave consiste en reemplazar el factor de coagulación que necesitas a través de una sonda que se coloca en una vena.

Esta terapia de reemplazo se puede administrar para tratar un episodio de sangrado en curso. También se puede administrar de manera regular en el hogar para ayudar a prevenir episodios de sangrado. Algunas personas reciben terapia de reemplazo continuo.

El reemplazo de factor de coagulación se puede hacer a partir de sangre donada. Productos similares, llamados factores de coagulación recombinantes, se fabrican en un laboratorio y no están hechos de sangre humana.

## Diagnóstico

Los casos graves de hemofilia suelen diagnosticarse en el primer año de vida. Las formas leves pueden no ser aparentes hasta la edad adulta. Algunas personas se enteran de que tienen hemofilia después de sangrar excesivamente durante un procedimiento quirúrgico.

Los análisis del factor de coagulación pueden revelar una deficiencia de dicho factor y determinar el nivel de gravedad de la hemofilia.

Para las personas con antecedentes familiares de hemofilia, las pruebas genéticas se pueden usar para identificar portadores a fin de tomar decisiones informadas acerca de quedar embarazada.

Durante el embarazo, también es posible determinar si la hemofilia afecta al feto. Sin embargo, el análisis presenta algunos riesgos para el feto. Habla sobre los beneficios y los riesgos del análisis con tu médico.

## Leucemia

El término **leucemia** se refiere a un grupo de cánceres de la médula ósea roja, en los que glóbulos blancos anormales se multiplican sin control alguno. La acumulación de glóbulos blancos cancerosos en la médula ósea interfiere con la producción de glóbulos rojos, blancos y

plaquetas. Como consecuencia, se reduce la capacidad de la sangre de transportar oxígeno, aumenta la susceptibilidad de sufrir infecciones y se altera la hemostasia. En la mayoría de las leucemias, las células cancerosas se diseminan a los ganglios linfáticos, hígado y bazo, causando el aumento de sus respectivos tamaños. Todas ellas producen los síntomas usuales de anemia (cansancio, intolerancia al frío y palidez de la piel). Además, también puede presentarse pérdida de peso, fiebre, sudores nocturnos, sangrado excesivo e infecciones recurrentes.

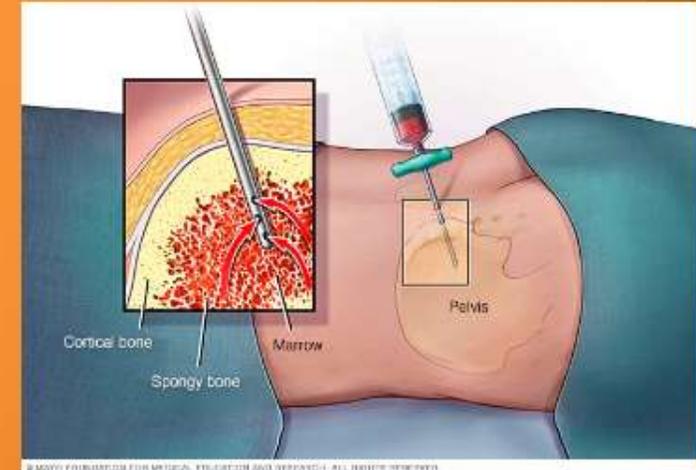
## Síntomas

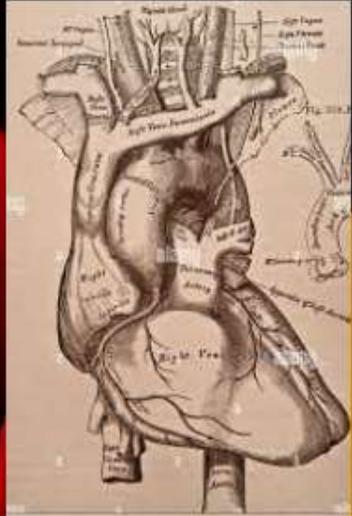
Los síntomas de la leucemia varían según el tipo de leucemia. Los signos y síntomas comunes incluyen los siguientes:

- Fiebre o escalofríos
- Fatiga persistente, debilidad
- Infecciones frecuentes o graves
- Pérdida de peso sin intentarlo
- Ganglios linfáticos inflamados, agrandamiento del hígado o del bazo
- Sangrado y formación de hematomas con facilidad
- Sangrados nasales recurrentes
- Pequeñas manchas rojas en la piel (petequia)
- Hiperhidrosis, sobre todo por la noche
- Dolor o sensibilidad en los huesos

- **Quimioterapia.** La quimioterapia es la principal forma de tratamiento para la leucemia. Este tratamiento con medicamentos usa sustancias químicas para matar las células de leucemia.  
Según el tipo que padezcas, es posible que recibas un único medicamento o una combinación de varios. Estos pueden venir en forma de pastilla o pueden inyectarse directamente en una vena.
- **Terapia dirigida.** Los tratamientos con fármacos con diana específica se enfocan en anomalías específicas presentes dentro de las células cancerosas. Al bloquear estas anomalías, los tratamientos con fármacos con diana específica pueden producir la muerte de las células cancerosas. Se analizarán tus células leucémicas para ver qué terapia dirigida podría ser útil para ti.
- **Radioterapia.** La radioterapia usa rayos X u otros haces de alta energía para dañar las células de leucemia y detener su crecimiento. Durante la radioterapia, te recuestas sobre una camilla mientras una máquina grande se mueve a tu alrededor y dirige la radiación a puntos específicos del cuerpo.

- **Examen físico.** Tu médico buscará signos físicos de leucemia, como palidez de la piel por la anemia, ganglios linfáticos inflamados, y agrandamiento del hígado y del bazo.
- **Análisis de sangre.** Al observar una muestra de sangre, tu médico puede determinar si tienes niveles anormales de glóbulos rojos o blancos, o plaquetas, lo que puede indicar leucemia. Un análisis de sangre también puede mostrar la presencia de células de leucemia, aunque no todos los tipos de leucemia hacen que dichas células circulen en la sangre. Algunas veces las células de leucemia permanecen en la médula ósea.
- **Análisis de médula ósea.** Tu médico puede recomendarte un procedimiento para extraer una muestra de médula ósea del hueso de la cadera. La médula ósea se extrae con una aguja delgada y larga. La muestra se envía a un laboratorio para buscar células de leucemia. Las pruebas especializadas de las células de leucemia pueden revelar algunas características que se usan para determinar las opciones de tratamiento.





# ¿QUE ES?

El aparato cardiovascular (cardio, corazón; vascular, vasos sanguíneos) está formado por tres componentes interrelacionados: la sangre, el corazón y los vasos sanguíneos.



**SANGRE**

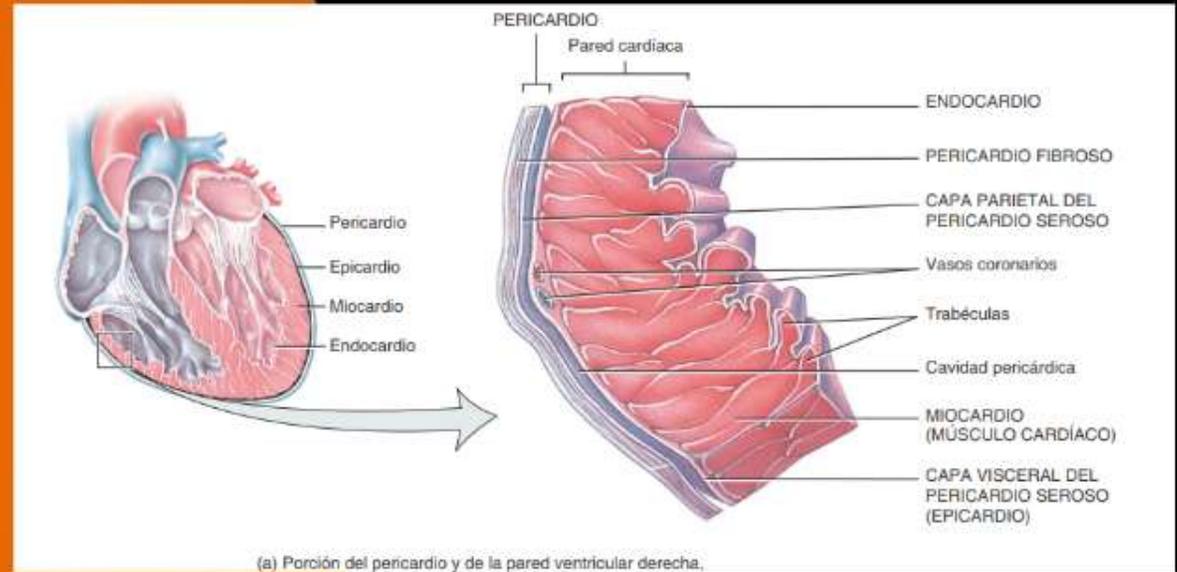
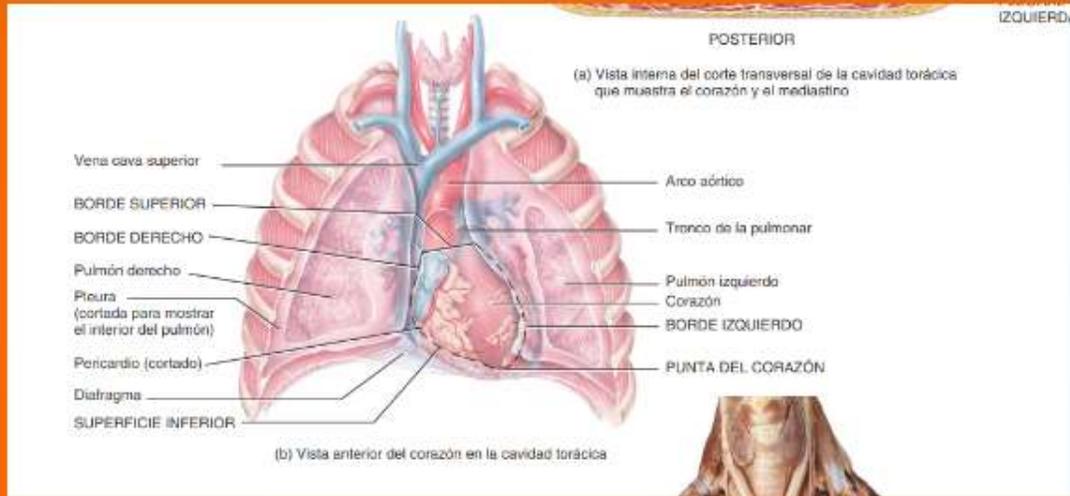


**CORAZON**



**ARTERIAS Y  
VENAS**

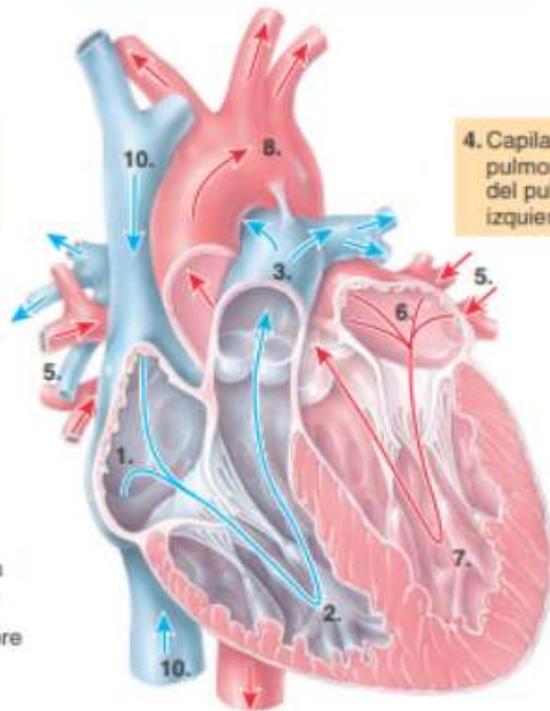
# CORAZON



9. Capilares sistémicos de la cabeza y los miembros superiores

4. Capilares pulmonares del pulmón derecho

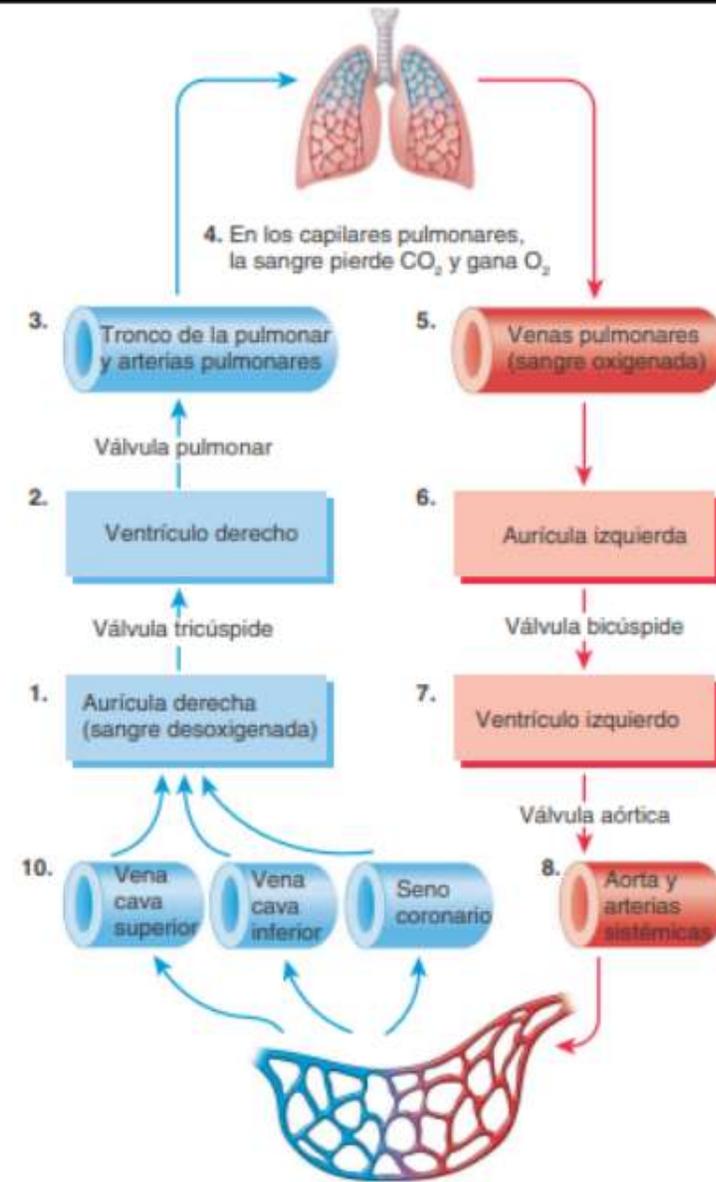
4. Capilares pulmonares del pulmón izquierdo



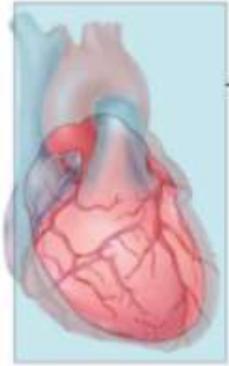
Referencias:

-  Sangre rica en oxígeno
-  Sangre pobre de oxígeno

9. Capilares sistémicos del tronco y los miembros inferiores



9. En los capilares de la circulación sistémica, la sangre se desprende del  $\text{O}_2$  y capta el  $\text{CO}_2$



Plano frontal

1

NODO SINOAURICULAR

2

NODO AURICULOVENTRICULAR

3

RAMOS AURICULOVENTRICULARES (HAZ DE HIS)

4

RAMOS DERECHOS E IZQUIERDOS DEL HAZ

5

FIBRAS DE PURKINJE

Aurícula derecha

Aurícula izquierda

Ventrículo izquierdo

Ventrículo derecho

# TRANSTORNOS DEL CORAZON

## Enfermedad coronaria

La **enfermedad coronaria (EC)** (coronariopatía) es un trastorno clínico muy grave que afecta a 7 millones de personas por año. Es responsable de casi las tres cuartas partes del millón de muertes que se producen por año en los Estados Unidos y representa la principal causa de muerte, tanto en hombres como en mujeres. La enfermedad coronaria es el resultado de los efectos de la acumulación de placas ateroscleróticas en las arterias coronarias, las que producen reducción del flujo sanguíneo miocárdico. Algunos individuos no presentan signos ni síntomas, mientras que otros experimentan angina de pecho (precordialgia) y hasta infartos.

- **Dolor en el pecho (angina).** Puedes sentir presión u opresión en el pecho. Algunas personas afirman que se siente como si alguien se nos parara en el pecho. Este dolor suele producirse en el lado medio o izquierdo del pecho. El ejercicio o las emociones fuertes pueden desencadenar la angina de pecho. El dolor suele desaparecer a los pocos minutos de que finaliza el evento desencadenante. En algunas personas, especialmente en las mujeres, el dolor puede ser breve o agudo y se siente en el cuello, el brazo o la espalda.
- **Falta de aire.** Puedes sentir que no puedes respirar.
- **Fatiga.** Si el corazón no puede bombear suficiente sangre para satisfacer las necesidades del cuerpo, puedes sentirte inusualmente cansado.
- **Ataque cardíaco.** Una arteria coronaria completamente bloqueada causará un ataque cardíaco. Los signos y síntomas clásicos de un ataque cardíaco incluyen sensación de opresión, dolor en el pecho y en los hombros o brazos, falta de aire y sudoración. Es posible que las mujeres tengan síntomas menos comunes, como dolor de cuello o mandíbula, náuseas y fatiga. Algunos ataques cardíacos no causan ningún signo o síntoma perceptible.

- **Electrocardiograma (ECG).** Esta prueba rápida e indolora mide la actividad eléctrica del corazón. También puede mostrar lo rápido o lento que late el corazón. El proveedor de atención médica puede evaluar los patrones de las señales para determinar si tienes o has tenido un ataque cardíaco.

- **Ecocardiograma.** Esta prueba utiliza ondas sonoras para crear imágenes del corazón al latir. Un ecocardiograma puede mostrar cómo circula la sangre a través del corazón y las válvulas cardíacas.

Las partes del corazón que se mueven con debilidad pueden ser consecuencia de la falta de oxígeno o de un ataque cardíaco. Esto puede ser un signo de enfermedad de las arterias coronarias o de otras afecciones.

- **Prueba de esfuerzo.** Si los signos y síntomas aparecen con mayor frecuencia durante el ejercicio, es posible que el proveedor de atención médica te pida que camines en una cinta o pedalees en una bicicleta fija durante un electrocardiograma. Si el ecocardiograma se lleva a cabo mientras haces estos ejercicios, la prueba se denomina ecocardiograma de esfuerzo. Si no puedes hacer ejercicio, es posible que se te den medicamentos que estimulen el corazón como lo hace el ejercicio.

- **Medicamentos para el colesterol.** Los medicamentos pueden ayudar a reducir el colesterol malo y la acumulación de placa en las arterias. Estos medicamentos son las estatinas, la niacina, los fibratos y los secuestradores de ácido biliar.

- **Aspirina.** La aspirina ayuda a diluir la sangre y prevenir los coágulos sanguíneos. En algunas personas puede recomendarse un tratamiento diario con dosis bajas de aspirina para la prevención primaria de ataques cardíacos o accidentes cerebrovasculares.

El uso diario de aspirina puede tener efectos secundarios graves, como sangrado en el estómago y los intestinos. No debes comenzar a tomar una aspirina por día sin consultar con el proveedor de atención médica.

- **Betabloqueadores.** Estos medicamentos disminuyen la frecuencia cardíaca. Además, disminuyen la presión arterial. Si has tenido un ataque cardíaco, los betabloqueadores pueden reducir el riesgo de ataques futuros.

- **Bloqueadores de los canales de calcio.** Es posible que se te recomiende uno de estos medicamentos si no puedes tomar betabloqueadores o si estos no son eficaces. Los bloqueadores de los canales de calcio pueden ayudar a mejorar los síntomas del dolor de pecho.

habido algunos resultados promisorios de la aplicación de hipotermia durante un accidente cerebrovascular (ACV isquémico). Este campo de investigación surgió de la observación de pacientes que, luego de sufrir hipotermia grave, se recuperaron con déficit neurológicos mínimos.

### Malformaciones cardíacas congénitas

Una malformación presente en el momento del nacimiento se denomina congénita. Muchas de estas malformaciones no son graves e incluso pueden pasar inadvertidas durante años. Otras son mortales y deben repararse quirúrgicamente. Entre los defectos congénitos que afectan el corazón, se encuentran (Figura 20.23):

- **Coartación de la aorta.** En esta patología, un segmento de la aorta es muy estrecho y, por lo tanto, disminuye el flujo de sangre oxigenada al organismo. El ventrículo izquierdo es forzado a bombear con más fuerza y aparece hipertensión arterial. La coartación puede repararse quirúrgicamente, por medio de la resección del área de obstrucción. Las intervenciones quirúrgicas realizadas en la infancia requieren una revisión en la adultez. Otro procedimiento quirúrgico que puede realizarse es la dilatación con balón. Puede implantarse un stent para mantener el vaso permeable.
- **Conducto arterioso permeable o persistente (CAP).** En algunos bebés, el conducto arterioso (ductus arteriosus) (un vaso temporario que une la aorta con el tronco pulmonar) permanece abierto, en

lugar de cerrarse luego del nacimiento. En consecuencia, la sangre aórtica fluye hacia el tronco pulmonar, de menor presión, aumentando la presión pulmonar y sobrecargando ambos ventrículos. En el tratamiento del CAP, pueden utilizarse medicamentos para facilitar el cierre del conducto. Los casos más graves requieren una intervención quirúrgica.

- **Defecto septal.** Un defecto septal es una apertura en el tabique que separa el corazón en dos lados: derecho e izquierdo. En los **defectos del tabique interauricular o comunicación interauricular (CIA)**, se observa una falta de cierre del foramen oval fetal luego del nacimiento. En los **defectos septales ventriculares o comunicación interventricular (CIV)**, hay un desarrollo incompleto del septum o tabique interventricular. En este caso, la sangre oxigenada fluye desde el ventrículo izquierdo hacia el derecho, donde se mezcla con sangre desoxigenada. El tratamiento es quirúrgico.
- **Tetralogía de Fallot.** Es una combinación de cuatro defectos del desarrollo: comunicación interventricular, aorta cabaigante (que nace de ambos ventrículos, en lugar de nacer solamente del izquierdo), válvula pulmonar estenosada y agrandamiento del ventrículo derecho. Se observa una disminución del flujo sanguíneo pulmonar y mezcla de sangre de ambos lados del corazón. Produce cianosis, coloración azulada más visible en los lechos ungueales y mucosas, que se presenta cuando el nivel de hemoglobina desoxigenada se encuentra elevado; en los lactantes, esta características se describe



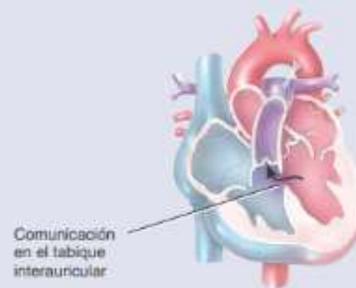
(a) Coartación de aorta



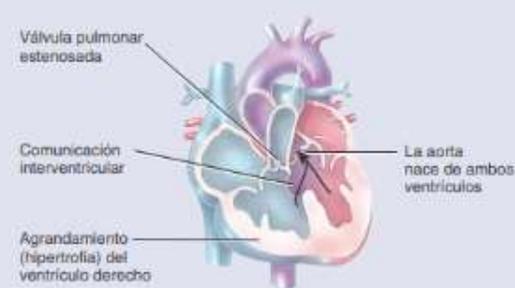
(b) Conducto arterioso abierto



(c) Comunicación interauricular



(d) Comunicación interventricular



(e) Tetralogía de Fallot

como "bebés azules". A pesar de su complejidad aparente, la reparación quirúrgica suele ser exitosa.

## Arritmias

El ritmo habitual de los latidos cardíacos, establecido por el nodo SA, se denomina **ritmo sinusal normal**. El término **arritmia** o **disritmia** se refiere a un ritmo anormal como resultado de un defecto en el sistema de conducción cardíaco. El corazón puede latir en forma irregular, muy rápida o muy lentamente. Los síntomas incluyen: precordialgia, disnea, mareos, vértigo y síncope. Las arritmias pueden ser causadas por factores que estimulan el corazón, como el estrés, la cafeína, el alcohol, la nicotina, la cocaína y por ciertos fármacos que contienen cafeína u otros estimulantes. Además, estas patologías pueden producirse por malformaciones congénitas, enfermedad coronaria, infartos de miocardio, hipertensión, enfermedades valvulares, fiebre reumática, hipertiroidismo e hipopotasemia.

Las arritmias se clasifican según su velocidad, ritmo y origen. El término **bradicardia** se refiere a una frecuencia cardíaca baja (menor a 50 lpm); **taquicardia** es el aumento de la frecuencia cardíaca (mayor a 100 lpm) y **fibrilación** se refiere a la presencia de latidos cardíacos rápidos e incoordinados. Las arritmias que se originan en las aurículas son deno-

de acción del nodo SA no se conducen a través del nodo AV. El resultado es la falta de algunos latidos cardíacos debido a que los impulsos no llegan a los ventrículos. Por consiguiente, hay menos complejos QRS que ondas P en el ECG. En el **bloqueo AV de tercer grado (completo)**, ningún potencial de acción del nodo SA pasa a través del nodo AV. Las fibras automáticas de las aurículas y ventrículos comandan el ritmo independientemente. La frecuencia de contracción es de aproximadamente 40 lpm.

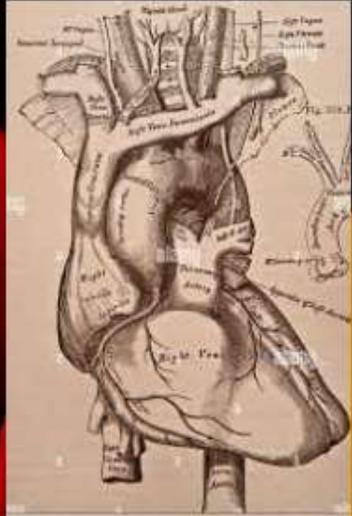
- **Extrasístoles auriculares.** Son latidos que aparecen antes de lo esperado e interrumpen brevemente el ritmo normal. Se originan en el miocardio auricular y no son comunes en individuos normales.
- **Aleteo auricular.** Consiste en contracciones auriculares rápidas y regulares (240-360 lpm), acompañadas de un bloqueo AV en el que algunos de los impulsos nerviosos del nodo SA no pasan por el nodo AV.
- **Fibrilación auricular.** Es una arritmia muy común que afecta, fundamentalmente, a pacientes añosos, en la cual las contracciones de las fibras auriculares son asincrónicas, lo que provoca la ausencia de sistole auricular. Las aurículas pueden latir a 300-600 lpm. Los ventrículos también laten más rápido (a unos 160 lpm). El ECG de un paciente que presenta fibrilación auricular carece de ondas P definidas y los complejos QRS (y los intervalos P-R) se hallan irregularmente distribuidos (Figura 20.24c). Como las aurículas y ventrículos no laten coordinadamente, el latido es irregular en frecuencia e intensidad. En corazones sanos, la fibrilación reduce la efectividad de bomba cardíaca en un 20-30%. La complicación más peligrosa de la fibrilación auricular es el ACV, porque la sangre que se estanca en la aurícula puede formar trombos. El ACV se produce cuando un trombo ocluye una arteria del territorio cerebral.
- **Extrasístoles ventriculares.** Otra forma de arritmia se presenta cuando un **foco ectópico**, región del corazón que no pertenece al sistema de conducción, se hace más excitable y genera un potencial de acción anormal. A medida que la despolarización se propaga por el tejido miocárdico circundante al foco ectópico, causa una contracción ventricular prematura (extrasístole). La contracción ocurre en la diástole temprana, antes de que el nodo SA descargue su potencial de acción. Las extrasístoles ventriculares pueden ser relativamente benignas y entre sus causas se encuentran: las emociones intensas, la ingesta excesiva de estimulantes (cafeína, alcohol o nicotina) y la falta de sueño. En otros casos, pueden reflejar una enfermedad subyacente.
- **Taquicardia ventricular (TV).** Es una arritmia que se origina en los

ventrículos y provoca un aumento de la frecuencia de los latidos ventriculares (al menos, 120 lpm) (Figura 20.24d). La TV se asocia casi siempre a enfermedad cardíaca o a un infarto de miocardio reciente y puede derivar en una arritmia muy grave, denominada fibrilación ventricular. La TV sostenida es peligrosa porque no permite un llenado ventricular adecuado; por lo tanto, el ventrículo no eyecta suficiente sangre. El resultado puede ser un descenso de la presión arterial y la insuficiencia cardíaca.

- **Fibrilación ventricular.** Es la arritmia más letal, en la que las contracciones de las fibras ventriculares son completamente asincrónicas, por lo que los ventrículos tiemblan, en lugar de contraerse coordinadamente. Como resultado, se detiene el bombeo ventricular, cesa la eyección de sangre y sobreviene la muerte, a menos que exista una intervención médica inmediata. Durante la fibrilación ventricular, el ECG no tiene ondas P ni complejos QRS ni ondas T definidas (Figura 20.24e). La causa más común de fibrilación ventricular es el flujo inadecuado de sangre al corazón debido a enfermedad coronaria, como ocurre en el infarto de miocardio. Otras causas incluyen: shock cardiogénico, shock eléctrico, ahogamiento e hipopotasemia severa. La fibrilación ventricular provoca pérdida de la conciencia en segundos y, si no es tratada urgentemente, puede haber convulsiones y daño cerebral irreversible, después de cinco minutos. La muerte sobreviene rápidamente. El tratamiento incluye reanimación cardiopulmonar (RCP) y desfibrilación. En la **desfibrilación**, también denominada **cardioversión** eléctrica, se descarga una corriente eléctrica breve en el corazón, que puede detener la fibrilación ventricular. El shock eléctrico es generado por un aparato denominado desfibrilador, y se aplica por medio de dos electrodos en forma de paleta sobre la piel del tórax. Los pacientes que presentan alto riesgo de morir por arritmias, pueden recibir un **desfibrilador cardioversor implantable (DCI)**, que monitoriza el ritmo cardíaco y envía automáticamente pequeñas descargas al corazón, cuando detecta arritmias potencialmente letales. Cientos de pacientes en el mundo tienen DCI, incluido Dick Cheney, vicepresidente de los Estados Unidos, quien recibió un marcapasos desfibrilador en el año 2001. También están disponibles los **desfibriladores externos automáticos (DEA)**, que funcionan como los DCI, pero son externos; no se implantan. Tienen el tamaño de una computadora portátil y se utilizan en casos de emergencia. Su disponibilidad ha ido en aumento y hoy se los halla en estaciones de policía, centros comerciales, estadios, casinos, aeropuertos y hoteles. La desfibrilación también puede utilizarse como un tratamiento de emergencia, en caso de paro cardíaco.

minadas **supraventriculares** o **auriculares**, mientras que aquellas que se originan en los ventrículos son las **arritmias ventriculares**.

- **Taquicardia supraventricular (TSV).** Se trata de una frecuencia cardíaca rápida (160-200 lpm) pero regular, que se origina en las aurículas. Los episodios comienzan y terminan abruptamente, y pueden durar desde algunos minutos hasta horas. Las TSV pueden detenerse mediante maniobras vagales (par X) que disminuyen la frecuencia cardíaca. Estas maniobras incluyen: el esfuerzo defecatorio (maniobra de Valsalva), el masaje carotídeo para estimular el cuerpo carotídeo (no recomendado en pacientes mayores a 50 años, por el riesgo de ACV) y la inmersión de la cara en agua fría. El tratamiento también puede incluir fármacos antiarrítmicos y la ablación del fascículo anómalo, mediante radiofrecuencia.
- **Bloqueo de conducción.** Es una arritmia que aparece cuando existe un bloqueo en el sistema de conducción cardíaco entre las aurículas y los ventrículos, lo que enlentece la transmisión de los impulsos nerviosos. El sitio de bloqueo más común es el nodo AV, trastorno denominado **bloqueo auriculoventricular (BAV)**. En el **bloqueo AV de primer grado**, el intervalo P-Q está alargado debido a que la conducción por el nodo AV es más lenta que lo normal (Figura 20.24b). En el **bloqueo AV de segundo grado**, algunos potenciales



# ¿QUE ES?

El aparato cardiovascular (cardio, corazón; vascular, vasos sanguíneos) está formado por tres componentes interrelacionados: la sangre, el corazón y los vasos sanguíneos.



**SANGRE**



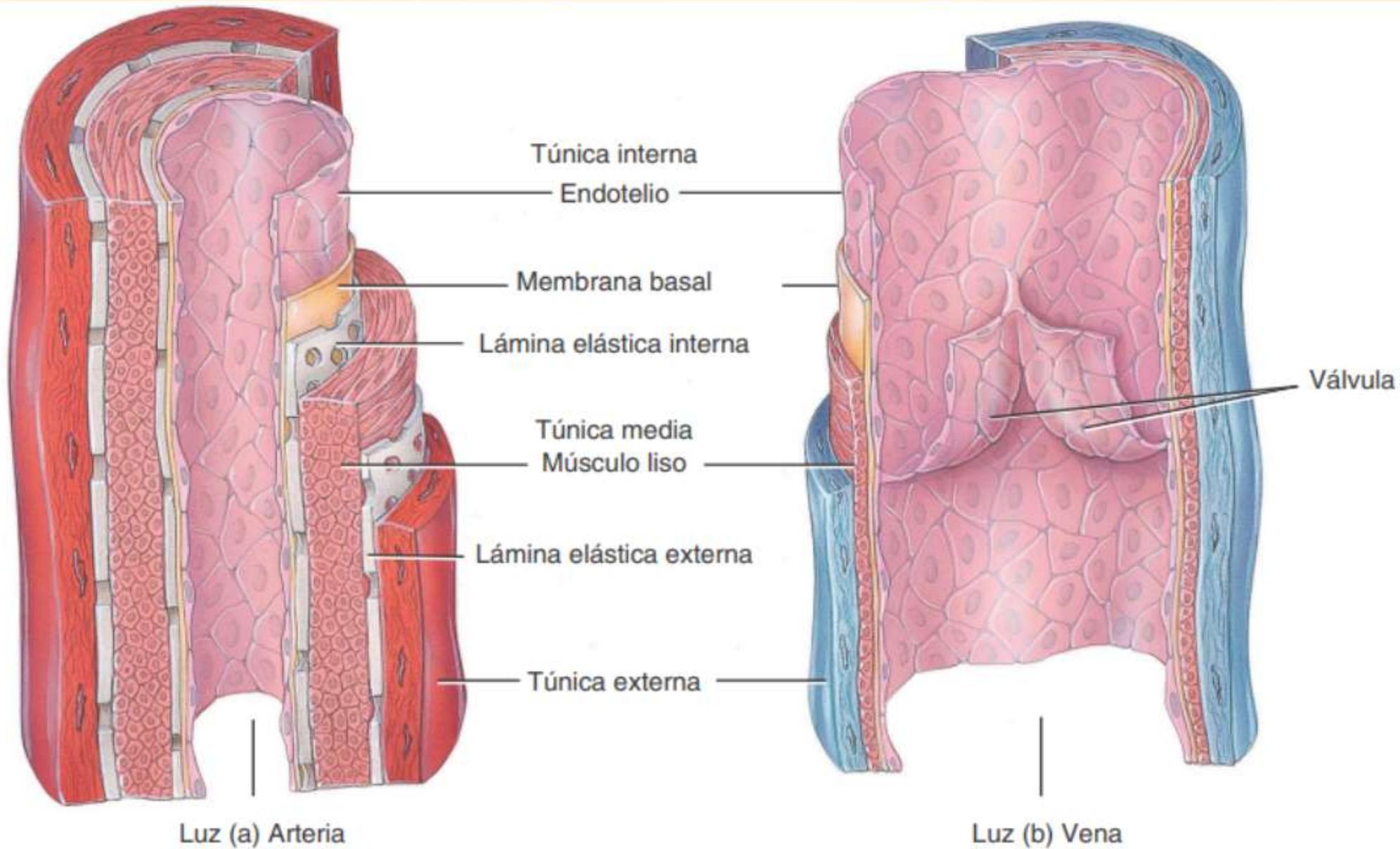
**CORAZON**



**ARTERIAS Y  
VENAS**

# TIPOS Y FUNCION DE LOS VASOS SANGUINEOS

VASO SANGUÍNEO	TAMAÑO	TÚNICA INTERNA	TÚNICA MEDIA	TÚNICA EXTERNA	FUNCIÓN
<b>Arterias elásticas</b>	Grandes arterias del organismo.	Lámina elástica interna bien definida.	Gruesa y con predominio de fibras elásticas; lámina elástica externa bien definida.	Más delgada que la túnica media.	Transportan sangre desde el corazón hacia las arterias musculares.
<b>Arterias musculares</b>	Arterias de mediano calibre.	Lámina elástica interna bien definida.	Gruesa y con predominio de músculo liso; lámina elástica externa delgada.	Más gruesa que la túnica media.	Distribuyen la sangre hacia las arteriolas.
<b>Arteriolas</b>	Microscópicas (15-300 $\mu\text{m}$ de diámetro).	Delgada, con una lámina elástica interna fenestrada que desaparece en dirección distal.	Una o dos capas de músculo liso con disposición circular; la célula de músculo liso más distal forma el esfínter precapilar.	Tejido conectivo colágeno laxo y nervios simpáticos.	Conducen la sangre desde las arterias hacia los capilares y ayudan a regular el flujo sanguíneo.
<b>Capilares</b>	Microscópicos; son los vasos sanguíneos más pequeños (5-10 $\mu\text{m}$ de diámetro).	Endotelio y membrana basal.	No posee.	No posee.	Permiten el intercambio de nutrientes y productos de desecho entre la sangre y el líquido intersticial; conducen la sangre hacia las vénulas poscapilares.
<b>Vénulas poscapilares</b>	Microscópicas (10-50 $\mu\text{m}$ de diámetro).	Endotelio y membrana basal.	No posee.	Escasa.	Conducen la sangre hacia las vénulas musculares; permiten el intercambio de nutrientes y productos de desecho entre la sangre y el líquido intersticial e intervienen en la migración de leucocitos.
<b>Vénulas musculares</b>	Microscópicas (50-200 $\mu\text{m}$ de diámetro).	Endotelio y membrana basal.	Una o dos capas de músculo liso con disposición circular.	Escasa.	Conducen la sangre hacia las venas; actúan como reservorios y acumulan grandes volúmenes de sangre (junto con las vénulas poscapilares).
<b>Venas</b>	Diámetro variable de 0,5 mm a 3 cm.	Endotelio y membrana basal; sin lámina elástica interna; con válvulas; luz mucho mayor que la de la arteria acompañante.	Mucho más delgada que en las arterias; sin lámina elástica externa.	La más gruesa de las tres túnicas.	Conducen la sangre de regreso al corazón; en las venas de las extremidades, esto está facilitado por la presencia de válvulas.



## Presión sanguínea

Como se acaba de ver, la sangre fluye de regiones de mayor presión a otras de menor presión; a mayor diferencia de presión, mayor flujo sanguíneo. La contracción de los ventrículos genera la **tensión arterial** o **presión arterial (PA)**, la presión hidrostática ejercida por la sangre contra las paredes de los vasos sanguíneos. La PA está determinada por el gasto cardíaco (véase la Sección 20.5), volemia y resistencia vascular (descritos brevemente). La PA es mayor en la aorta y en las grandes arterias sistémicas; en un adulto joven, en reposo, la PA asciende a 110 mm Hg durante la sístole (contracción ventricular) y cae a alrededor de 70 mm Hg durante la diástole (relajación ventricular). La **presión arterial sistólica** es la presión sanguínea más alta alcanzada por las arterias durante la sístole, y la presión arterial diastólica es la presión sanguínea más baja durante la diástole (Figura 21.8). Conforme la sangre abandona la aorta y fluye a través de la circulación sistémica, su presión cae progresivamente a medida que la distancia al ventrículo izquierdo aumenta. La presión arterial disminuye a alrededor de 35 mm Hg cuando la sangre pasa desde las arterias sistémicas a través de las arteriolas sistémicas y a los capilares, donde las fluctuaciones de presión desaparecen. En el extremo venoso de los capilares, la presión sanguínea ha caído a alrededor de 16 mm Hg. Y continúa cayendo cuando la sangre ingresa en las vénulas sistémicas y en las venas, ya que estos vasos se encuentran más lejos del ventrículo izquierdo. Finalmente, la presión sanguínea alcanza 0 mm Hg cuando la sangre ingresa al ventrículo derecho.

La **presión arterial media (PAM)**, la presión sanguínea promedio en las arterias, está aproximadamente a un tercio de camino entre las presiones diastólica y sistólica. Puede estimarse como sigue:

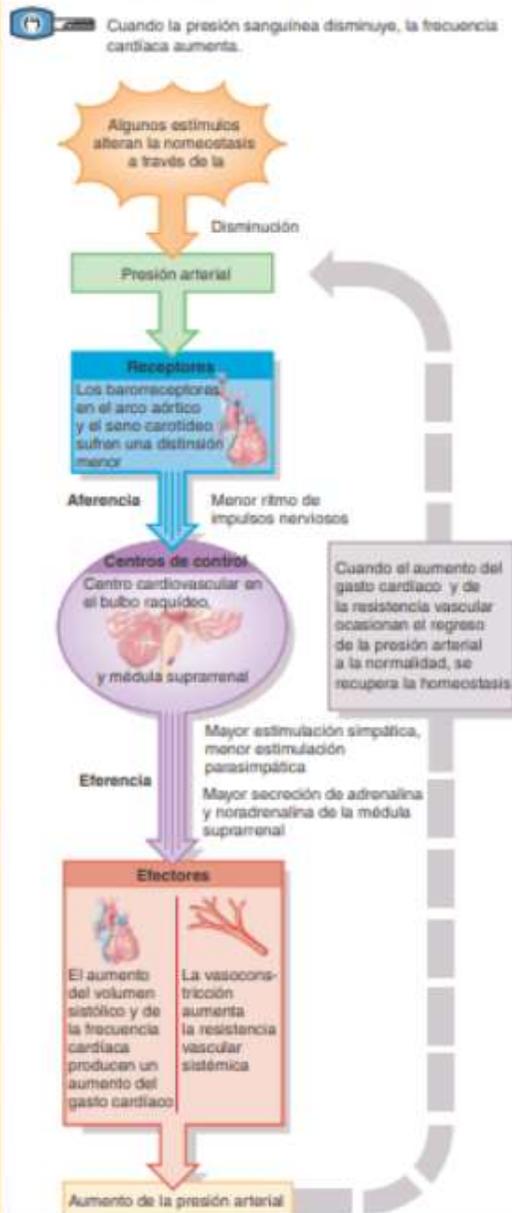
$$\text{PAM} = \text{PA diastólica} + 1/3 (\text{PA sistólica} - \text{PA diastólica})$$

## Regulación hormonal de la presión arterial

Como se estudió en el Capítulo 18, algunas hormonas ayudan a regular la presión arterial y el flujo sanguíneo alterando el gasto cardíaco, cambiando la resistencia vascular sistémica o ajustando el volumen sanguíneo total:

1. **Sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAA).** Cuando cae el volumen sanguíneo o el flujo sanguíneo a los riñones disminuye, las células yuxtglomerulares en los riñones secretan **renina** hacia el torrente sanguíneo. En secuencia, la renina y la enzima convertidora de angiotensina (ECA) actúan sobre sus sustratos para producir la hormona activa **angiotensina II**, que eleva la presión arterial de dos maneras. En primer lugar, la angiotensina II es un potente vasoconstrictor; eleva la presión a través del aumento de la resistencia vascular sistémica. En segundo lugar, estimula la secreción de aldosterona, que incrementa la reabsorción de iones sodio ( $\text{Na}^+$ ) y agua por parte del riñón. La reabsorción de agua aumenta el volumen sanguíneo total, lo que a su vez eleva la presión arterial (véase la Sección 21.6).
2. **Adrenalina y noradrenalina.** En respuesta a la estimulación simpática, la médula suprarrenal libera adrenalina y noradrenalina. Estas hormonas aumentan el gasto cardíaco a través del incremento de la frecuencia y fuerza de la contracción cardíacas. También producen vasoconstricción de las arteriolas y venas de la piel y los órganos abdominales, y vasodilatación de las arteriolas en el músculo esquelético y cardíaco, lo que ayuda a incrementar el flujo sanguíneo hacia los músculos durante el ejercicio (véase la Figura 18.20).
3. **Hormona antidiurética (ADH).** La ADH es producida por el hipotálamo y liberada por el lóbulo posterior de la hipófisis, en respuesta a la deshidratación y a la disminución del volumen sanguíneo. Entre otras funciones, la ADH produce vasoconstricción, que incrementa la presión sanguínea. Por este motivo, la ADH se denomina también **vasopresina** (véase la Figura 18.9). Esta hormona, además, promueve el desplazamiento del agua desde la luz de los túbulos renales hacia el torrente sanguíneo, lo que causa un aumento del volumen sanguíneo y una disminución de la diuresis.
4. **Péptido natriurético auricular (PNA).** Liberado por células de la aurícula del corazón, el PNA disminuye la presión sanguínea a través de la vasodilatación y promoviendo la pérdida de sal y agua en la orina, lo que reduce el volumen sanguíneo.

Figura 21.14 Regulación por retroalimentación negativa de la presión arterial a través de los reflejos barorreceptores.



## Hipertensión

Cerca de 50 millones de norteamericanos padecen **hipertensión** o presión arterial elevada, en forma persistente. Es la afección más frecuente del corazón y los vasos sanguíneos y la principal causa de insuficiencia cardíaca, enfermedad renal y accidente cerebrovascular. En mayo de 2003, el *Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure* publicó nuevas pautas para la hipertensión debido a que estudios clínicos relacionaron valores de presión arterial, que eran considerados bastante bajos, con el incremento del riesgo de enfermedad cardiovascular. Los nuevos lineamientos son:

Categoría	Sistólica (mm Hg)	Diastólica (mm Hg)
Normal	Menor que 120 y	Menor que 80
Prehipertensión	120-139 o	80-89
Hipertensión estadio 1	140-159 o	90-99
Hipertensión estadio 2	Mayor que 160 o	Mayor que 100

Según estas nuevas pautas, que modifican la clasificación que anteriormente se consideraba óptima, en cuanto a la prehipertensión, ahora se incluyen muchos más individuos que antes eran clasificados como normales o normal-alto; la hipertensión estadio 1 permanece sin cambios respecto de los lineamientos previos y la hipertensión estadio 2 actualmente combina la categorías 2 y 3 previas, ya que el tratamiento es el mismo para dichas categorías.

### Tipos y causas de hipertensión

Entre el 90 y el 95% de todos los casos de hipertensión constituyen **hipertensión primaria**, una elevación persistente de la presión arterial que no puede ser atribuida a una causa identificable. El 5-10% restante se considera **hipertensión secundaria**, que tiene una causa identificable. Varias alteraciones producen hipertensión secundaria:

- La **obstrucción al flujo sanguíneo renal** o las alteraciones que dañan el tejido renal pueden hacer que los riñones secreten una cantidad excesiva de renina hacia la sangre. El nivel elevado de angiotensina II resultante genera vasoconstricción, lo que incrementa la resistencia vascular sistémica.
- La **hipersecreción de aldosterona** –resultado, por ejemplo, de un tumor en la corteza suprarrenal– estimula una reabsorción exagerada de sal y agua por parte de los riñones, lo que aumenta el volumen de los líquidos corporales.
- La **hipersecreción de adrenalina y noradrenalina** por parte de un feocromocitoma, un tumor en la médula suprarrenal. La adrenalina y noradrenalina incrementan la frecuencia cardíaca, la contractilidad, y también la resistencia vascular sistémica.

La respuesta normal ante un incremento en la carga del trabajo debido a la práctica regular y vigorosa de ejercicio es la hipertrofia del miocardio, especialmente, en la pared del ventrículo izquierdo. La poscarga elevada, sin embargo, conduce a la hipertrofia del miocardio, acompañada de daño muscular y fibrosis (formación de fibras de colágeno entre las fibras musculares). Como resultado, el ventrículo izquierdo se agranda, se debilita y se dilata. Puesto que las arterias del cerebro generalmente se encuentran menos protegidas por los tejidos circundantes que las arterias más importantes de otras partes del cuerpo, la hipertensión prolongada puede causar finalmente su ruptura y producir un accidente cerebrovascular. La hipertensión también daña las arteriolas renales; causa su engrosamiento y reduce su luz porque el aporte sanguíneo de los riñones se ve reducido; éstos secretan más renina, que eleva aún más la presión arterial.

### Cambios en el estilo de vida para reducir la hipertensión

Aunque existen varias categorías de fármacos (descritos a continuación) que ayudan a reducir la presión arterial elevada, los siguientes cambios en el estilo de vida son efectivos para el control de la hipertensión:

- **Pérdida de peso.** Este es el mejor tratamiento para la presión arterial elevada, además del uso de fármacos. La pérdida de unos pocos kilos ayuda a reducir la presión arterial en individuos con hipertensión y sobrepeso.
- **Limitar la ingesta de alcohol.** Beber con moderación puede reducir el riesgo de enfermedad coronaria, principalmente en hombres mayores de 45 años y mujeres con más de 5. Una ingesta moderada sería no más de una cerveza de 340 mL por día, en el caso de las mujeres y no más de dos cervezas de 340 mL por día para los hombres.
- **Ejercicio.** Ponerse en forma físicamente realizando una actividad física moderada (como una caminata enérgica) varias veces por semana durante 30 o 45 minutos puede disminuir la presión arterial sistólica alrededor de 10 mm Hg.
- **Reducir la ingesta de sodio (sal).** Aproximadamente la mitad de las personas que padecen hipertensión son "sensibles a la sal". Para ellos, una dieta elevada en sal parece promover la hipertensión y una dieta baja en sal puede reducir la presión arterial.
- **Mantener la ingesta recomendada de potasio, calcio y magnesio.** Niveles elevados de potasio, calcio y magnesio en la dieta se asocian con un riesgo menor de hipertensión.
- **No fumar.** El fumar produce efectos devastadores en el corazón y puede incrementar los daños que ocasiona la hipertensión, ya que favorece la vasoconstricción.
- **Controlar el estrés.** Varias técnicas de meditación y de biorretroalimentación ayudan a algunas personas a reducir la presión arterial elevada. Estos métodos pueden ayudar a disminuir la liberación diaria de adrenalina y noradrenalina por parte de la médula suprarrenal.

### Tratamiento farmacológico de la hipertensión

también la resistencia vascular sistémica.

### **Efectos dañinos de la hipertensión no tratada**

La presión arterial elevada es conocida como el "asesino silencioso" porque puede causar un daño considerable a los vasos sanguíneos, corazón, cerebro y riñones antes de provocar dolor u otro síntoma notorio. Es un factor de riesgo importante para la primera (enfermedad cardíaca) y la tercera (accidente cerebrovascular) causas de muerte en los Estados Unidos. En los vasos sanguíneos, la hipertensión provoca engrosamiento de la túnica media, acelera el desarrollo de aterosclerosis y enfermedad coronaria e incrementa la resistencia vascular sistémica. En el corazón, aumenta la poscarga, lo que fuerza a los ventrículos a trabajar con mayor vigor para eyectar la sangre.

### **Tratamiento farmacológico de la hipertensión**

Hay fármacos que tienen distintos mecanismos de acción y que resultan eficaces para disminuir la presión arterial. Muchas personas son tratadas de manera exitosa con *diuréticos*, que reducen la presión arterial porque disminuyen el volumen de sangre al favorecer la eliminación de agua y sal por medio de la orina. Los inhibidores de la *ECA* (*enzima convertidora de angiotensina*) bloquean la formación de angiotensina II; por lo tanto, promueven la vasodilatación y disminuyen la secreción de aldosterona. Los betabloqueantes reducen la presión arterial inhibiendo la secreción de renina y disminuyendo la frecuencia cardíaca y la contractilidad. Los vasodilatadores relajan el músculo liso en las paredes arteriales; provocan vasodilatación y disminuyen la presión

[booksmedicos.org](http://booksmedicos.org)

REVISIÓN DEL CAPÍTULO 869

arterial al reducir la resistencia vascular sistémica. Una categoría importante de vasodilatadores son los bloqueantes de los *canales de calcio*, que enlentecen la entrada de  $\text{Ca}^{2+}$  en las células musculares lisas vascu-

lares. Disminuyen el trabajo cardíaco al reducir la entrada de  $\text{Ca}^{2+}$  en las células marcapaso y en las células miocárdicas normales; de este modo, bajan la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción miocárdica.

## TERMINOLOGÍA MÉDICA

**Aneurisma** Sector de una arteria o vena que presenta la pared delgada y debilitada y que protruye formando un saco similar a un globo. Las causas comunes son aterosclerosis, sífilis, defectos congénitos de los vasos sanguíneos y traumatismos. Si no se trata, el aneurisma crece y la pared vascular se torna tan delgada que estalla. El resultado es la hemorragia masiva con shock, dolor intenso, accidente cerebrovascular o muerte. El tratamiento puede incluir cirugía, mediante la cual el área debilitada del vaso sanguíneo es reseca y remplazada por un injerto de material sintético.

**Angiografía femoral** Técnica mediante imágenes durante la cual se inyecta en la arteria femoral un medio de contraste que se extiende hacia otras arterias del miembro inferior; luego se toma una serie de imágenes en uno o más sitios. Se utiliza para diagnosticar estrechamientos o bloqueos de las arterias de los miembros inferiores.

**Aortografía** Examen por medio de rayos X de la aorta y sus ramas principales, luego de la inyección de una sustancia radioopaca.

**Claudicación** Dolor, dificultad o cojera al caminar causados por circulación anómala de la sangre en los vasos de los miembros.

**Eco-Doppler** Técnica de imágenes utilizada frecuentemente para cuantificar el flujo sanguíneo. Se coloca un transductor en la piel y se proyecta una imagen en un monitor que brinda la posición exacta y la gravedad del bloqueo.

**Endarterectomía carotídea** Es la resección de una placa aterosclerótica de la arteria carótida para establecer el adecuado flujo sanguíneo hacia el cerebro.

**Flebitis** Inflamación de una vena, generalmente en una pierna.

**Hipertensión de la bata blanca** Síndrome inducido por el estrés, que se presenta en pacientes en los cuales la presión arterial se eleva

mientras son examinados por personal de la salud, pero que por lo demás poseen presión arterial normal.

**Hipotensión ortostática** (*orthós-*, recto, erguido; y *-stásis*, posición) Excesiva disminución de la presión arterial sistémica cuando una persona adopta la posición erecta o semierecta; constituye, por lo general, un signo de enfermedad. Puede ser causada por una pérdida excesiva de líquidos, ciertos fármacos y factores cardiovasculares o neurogénicos. También se llama hipotensión postural.

**Hipotensión** Presión arterial disminuida; término utilizado comúnmente para describir una disminución aguda de la presión arterial, como ocurre durante la pérdida excesiva de sangre.

**Normotenso** Individuo que presenta presión arterial normal.

**Oclusión** Cierre u obstrucción de la luz de una estructura como un vaso sanguíneo. Un factor lo constituyen las placas de ateroma en las arterias.

**Trombectomía** (*trombo-*, de *thrómbos-*, coágulo) Cirugía para extraer un coágulo sanguíneo de un vaso sanguíneo.

**Tromboflebitis** Inflamación de una vena que involucra la formación de un coágulo. La tromboflebitis superficial se produce en venas ubicadas por debajo de la piel, especialmente en la pantorrilla.

**Trombosis venosa profunda** Es la presencia de un trombo (coágulo de sangre) en una vena profunda de los miembros inferiores. Puede producir 1) embolia pulmonar, si el trombo se desplaza y luego se asienta en el lecho arterial pulmonar y 2) síndrome posflebitico, que consiste en edema, dolor y cambios en la piel debido a destrucción de las válvulas venosas.

**Venopuntura** Es la punción de una vena con el fin de extraer sangre para su análisis o para introducir una solución, por ejemplo, un antibiótico. Con frecuencia, se utiliza la vena mediana cubital.