

lesión paralizante. Ambos factores son importantes para regular el tamaño de los esfínteres y el calibre de la *luz* (espacio interior) de las estructuras tubulares. En las paredes del tubo digestivo, de las trompas uterinas y de los uréteres, las células musculares son las encargadas de las contracciones peristálticas rítmicas que impulsan el contenido a lo largo de estas estructuras tubulares.

MÚSCULO CARDÍACO Y MÚSCULO LISO

Hipertrofia del miocardio e infarto de miocardio



En la *hipertrofia compensadora*, el miocardio responde al aumento de las demandas con un incremento en el tamaño de sus fibras. Cuando las fibras musculares estriadas cardíacas se lesionan por pérdida de su irrigación sanguínea durante un ataque cardíaco, el tejido se necrosa (muere) y el tejido fibroso cicatricial que se desarrolla constituye un *infarto de miocardio* (IM), un *área de necrosis miocárdica* (muerte patológica del tejido cardíaco). Las células musculares que degeneran no son reemplazadas, pues las células musculares cardíacas no se dividen. Además, no hay equivalentes de las células satélite del músculo esquelético que puedan producir nuevas fibras musculares cardíacas.

Hipertrofia e hiperplasia del músculo liso



Las células musculares lisas experimentan una hipertrofia compensadora en respuesta al aumento de demandas. Las células musculares lisas de la pared uterina aumentan durante el embarazo, no sólo en tamaño sino también en número (*hiperplasia*), dado que conservan su capacidad de dividirse. Además, pueden desarrollarse nuevas células musculares lisas a partir de células incompletamente diferenciadas (*pericitos*) localizadas a lo largo de los vasos sanguíneos de pequeño calibre (Ross *et al.*, 2006).

Puntos fundamentales

MÚSCULO CARDÍACO Y MÚSCULO LISO

El músculo cardíaco es un tipo de músculo estriado que se halla en las paredes del corazón, o miocardio, así como en algunos de los principales vasos sanguíneos. ♦ La contracción del músculo cardíaco no se halla bajo el control voluntario, sino que se activa por fibras musculares cardíacas especializadas que constituyen el marcapasos, cuya actividad está regulada por el sistema nervioso autónomo (SNA). ♦ El músculo liso carece de estrías. Se encuentra en todos los tejidos vasculares y en las paredes del tubo digestivo y de otros órganos. ♦ El músculo liso está inervado directamente por el SNA; por lo tanto, no se halla bajo control voluntario.

SISTEMA CARDIOVASCULAR

El **sistema circulatorio**, que transporta líquidos por todo el organismo, se compone de los sistemas cardiovascular y linfático. El corazón y los vasos sanguíneos componen la red de transporte de la sangre, o *sistema cardiovascular*, a través del cual el corazón bombea la sangre por todo el vasto sistema de vasos sanguíneos del cuerpo. La sangre lleva nutrientes, oxígeno y productos de desecho hacia y desde las células.

Circuitos vasculares

El *corazón* se compone de dos bombas musculares que, aunque adyacentes, actúan en serie y dividen la circulación en dos partes: las circulaciones o *circuitos pulmonar* y *sistémico* (fig. 1-22A y B). El *ventrículo derecho* impulsa la sangre pobre en oxígeno que procede de la circulación sistémica y la lleva a los pulmones a través de las *arterias pulmonares*. El dióxido de carbono se intercambia por oxígeno en los capilares pulmonares, y luego la sangre rica en oxígeno vuelve por las *venas pulmonares* a la *aurícula (atrio) izquierda* del corazón. Este circuito, desde el ventrículo derecho a través de los pulmones hasta la aurícula (atrio) izquierda, es la **circulación pulmonar**. El *ventrículo izquierdo* impulsa la sangre rica en oxígeno, que vuelve al corazón desde la circulación pulmonar, a través del **sistema arterial** (la *aorta* y sus ramas), con intercambio de oxígeno y nutrientes por dióxido de carbono en los capilares del resto del cuerpo. La sangre pobre en oxígeno vuelve a la aurícula (atrio) derecha del corazón por las *venas sistémicas* (tributarias de las *venas cava superior e inferior*). Este circuito desde el ventrículo izquierdo a la aurícula (atrio) derecha es la **circulación sistémica**.

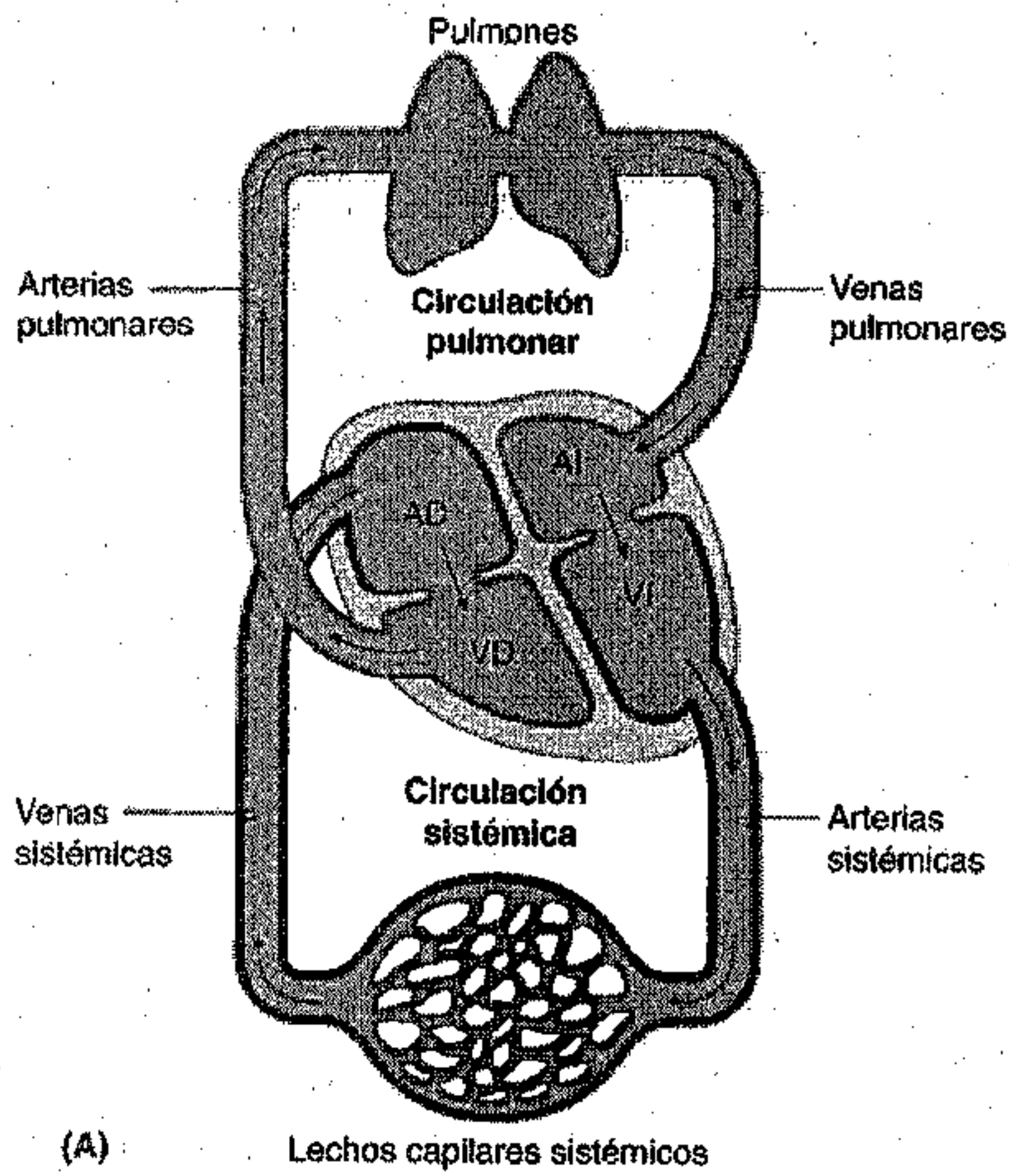
La circulación sistémica consiste en realidad en muchos circuitos en paralelo que sirven a las distintas regiones y/o sistemas orgánicos del cuerpo (fig. 1-22C).

Vasos sanguíneos

Hay tres clases de vasos sanguíneos: *arterias*, *venas* y *capilares* (fig. 1-23). La sangre, a alta presión, sale del corazón y se distribuye por todo el cuerpo mediante un sistema ramificado de arterias de paredes gruesas. Los vasos de distribución finales, o *arteriolas*, aportan la sangre rica en oxígeno a los capilares. Éstos forman un *lecho capilar*, en el cual se produce el intercambio de oxígeno, nutrientes, productos de desecho y otras sustancias con el líquido extracelular. La sangre del lecho capilar pasa a *vénulas* de paredes delgadas, semejantes a capilares amplios. Las vénulas drenan en pequeñas venas que desembocan en otras mayores. Las venas de mayor calibre, las venas cava superior e inferior, llevan la sangre pobre en oxígeno al corazón.

La mayoría de los vasos del sistema circulatorio tienen tres capas o *túnicas*:

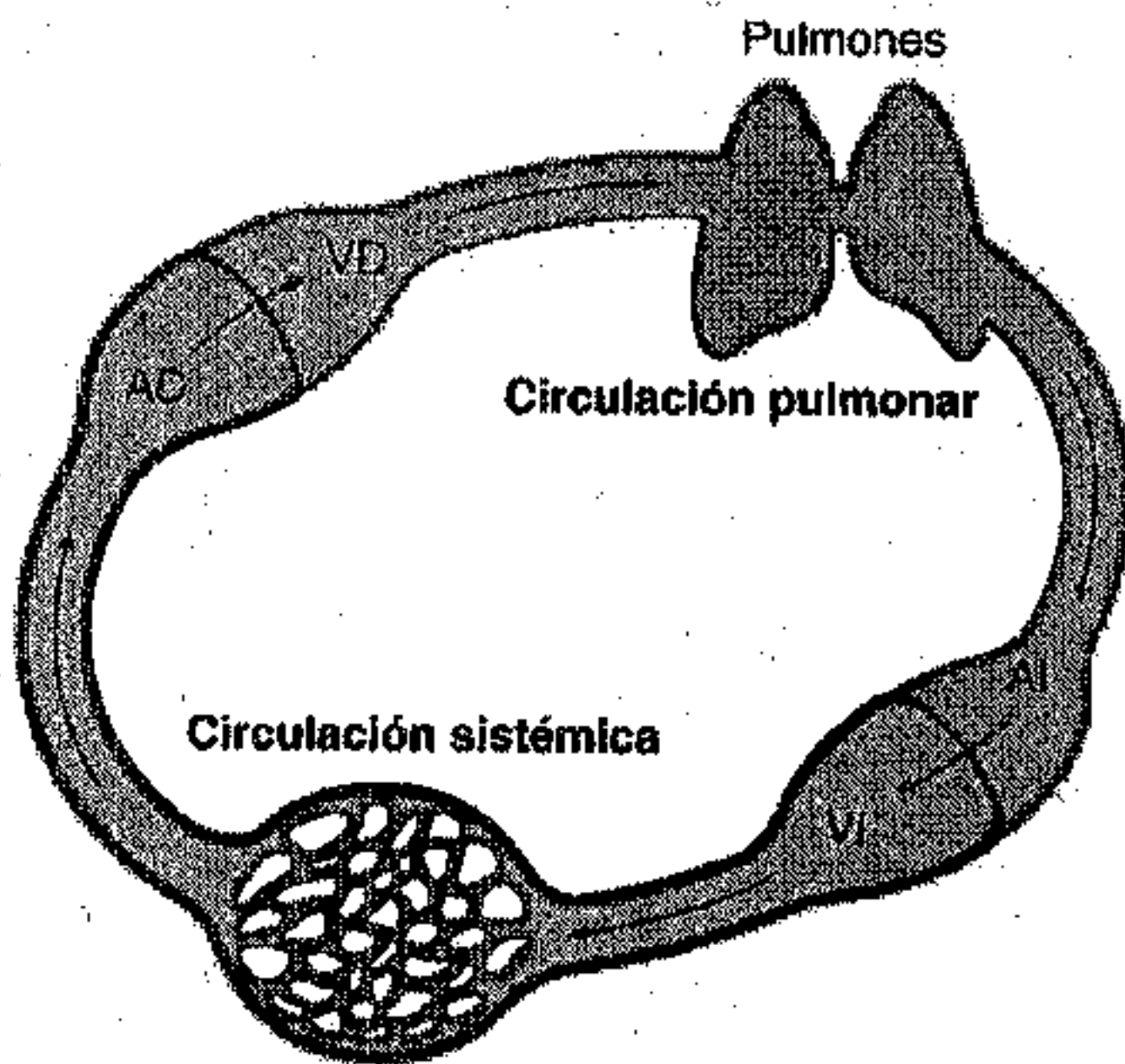
- **Túnica íntima**, un revestimiento interno compuesto por una sola capa de células epiteliales extremadamente aplanadas, o **endotelio**, que reciben soporte de un delicado tejido conectivo. Los capilares se componen sólo de esta túnica, además de una membrana basal de soporte en los capilares sanguíneos.
- **Túnica media**, una capa media compuesta principalmente por músculo liso.



(A) Lechos capilares sistémicos

Cavidades del corazón:

AD = Aurícula (atrio) derecha AI = Aurícula (atrio) izquierda
VD = Ventriculo derecho VI = Ventriculo izquierdo

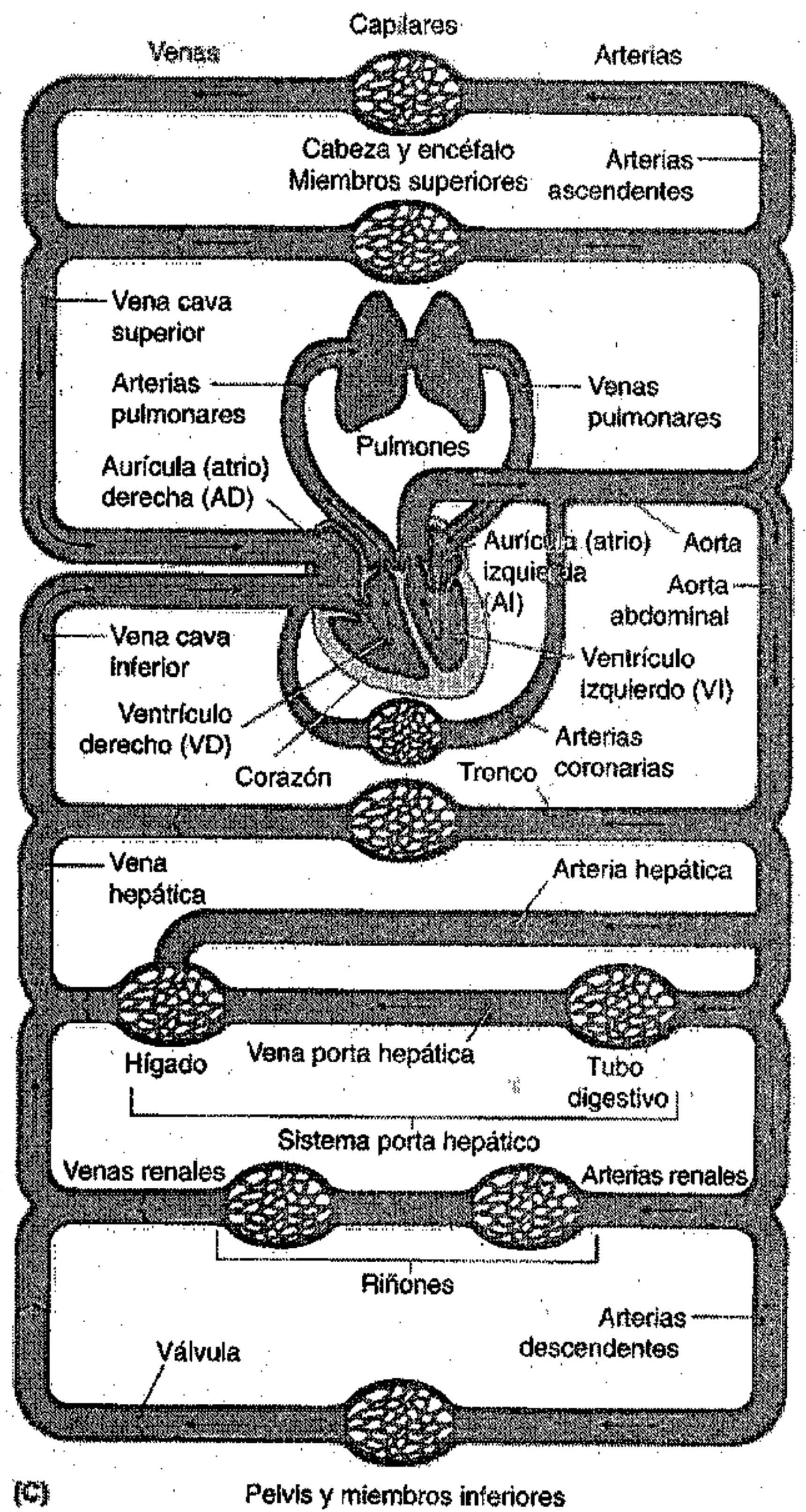


(B) Lechos capilares sistémicos

FIGURA I-22. Sistema cardiovascular. A. Ilustración esquemática de la disposición anatómica de las dos bombas musculares (corazón derecho e izquierdo) que impulsan la circulación pulmonar y sistémica. B. Ilustración esquemática de la circulación del cuerpo, con el corazón derecho e izquierdo representados como dos bombas en serie. La circulación pulmonar y la sistémica son en realidad componentes en serie en un circuito continuo. C. Esquema más detallado que muestra que la circulación sistémica consiste en varios circuitos paralelos que sirven a los distintos órganos y regiones del cuerpo.

- **Túnica adventicia**, una capa o lámina más externa de tejido conectivo.

La túnica media es la más variable. Las arterias, las venas y los conductos linfáticos se distinguen por el grosor de esta capa en relación con el diámetro de la luz, así como por su organización y, en el caso de las arterias, por la presencia de cantidades variables de fibras elásticas.



(C)

ARTERIAS

Las **arterias** son vasos sanguíneos que transportan la sangre a una presión relativamente elevada (en comparación con las venas correspondientes), desde el corazón, y la distribuyen por todo el organismo (fig. I-24A). La sangre pasa a través de arterias de calibre decreciente. Los diferentes tipos de arterias se distinguen entre sí por su tamaño global, por las cantidades relativas de tejido elástico o muscular en la túnica media (fig. I-23), por el grosor de sus paredes con respecto a

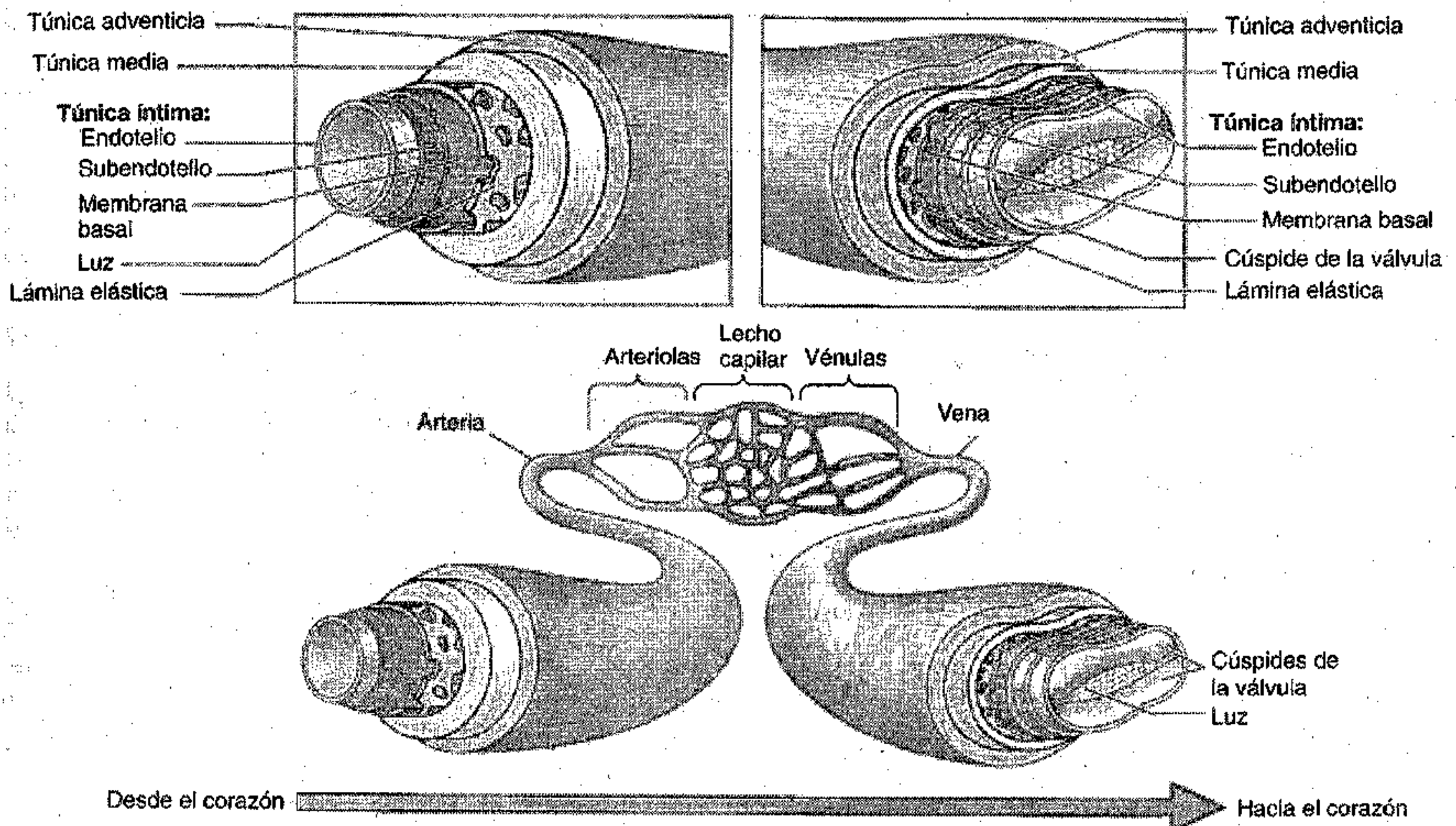


FIGURA I-23. Estructura de los vasos sanguíneos. Las paredes de la mayoría de los vasos sanguíneos tienen tres capas concéntricas de tejido, llamadas túnicas. Con menos músculo, las paredes de las venas son más delgadas en comparación con las arterias, y tienen una amplia luz que normalmente aparece aplanada en las secciones de tejidos.

la luz, y por su función. El tamaño y el tipo de las arterias son un continuo; es decir, se observa un cambio gradual de las características morfológicas de un tipo a otro. Hay tres tipos de arterias:

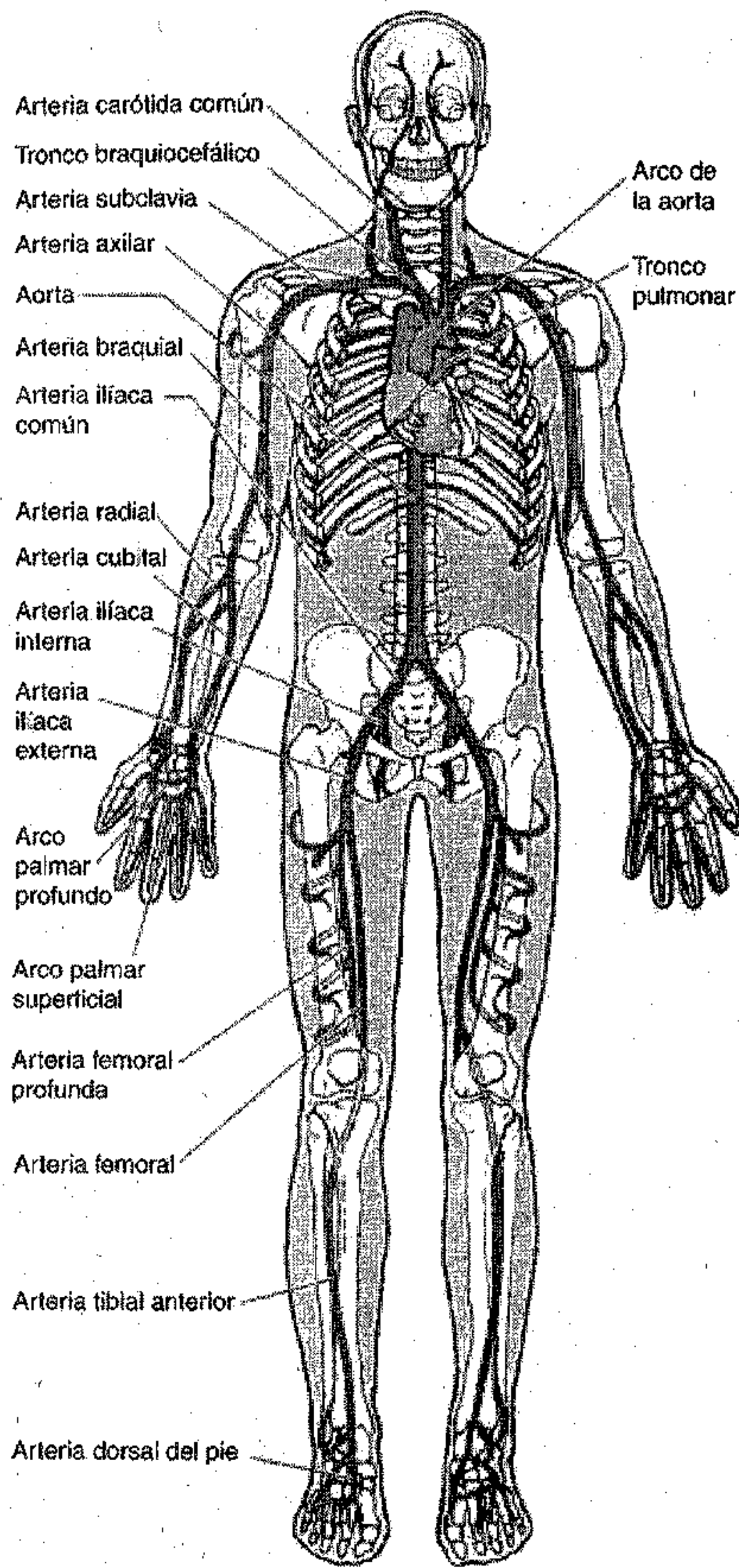
- Las **grandes arterias elásticas** (arterias de conducción) poseen numerosas láminas de fibras elásticas en sus paredes. Estas grandes arterias reciben inicialmente el gasto cardíaco. Su elasticidad les permite expandirse cuando reciben la sangre de los ventrículos, minimizar el cambio de presión y volver a su tamaño inicial entre las contracciones ventriculares, mientras continúan impulsando la sangre hacia las arterias de mediano calibre. Con ello se mantiene la presión en el sistema arterial entre las contracciones cardíacas (en un momento en que la presión intraventricular cae a cero). Globalmente, de este modo se minimiza el reflujo de la tensión arterial mientras el corazón se contrae y se relaja. Ejemplos de grandes arterias elásticas son la aorta, las arterias que nacen del arco de la aorta (tronco braquiocefálico, subclavias, carótidas) y el tronco de la arteria pulmonar y sus ramas principales (fig. I-24A).
- Las **arterias musculares de calibre mediano** (arterias de distribución) tienen paredes que principalmente constan de fibras musculares lisas dispuestas circularmente. Su capacidad para disminuir de diámetro (*vasoconstricción*) les permite regular el flujo de sangre a las diferentes partes del organismo, según las circunstancias (p. ej., actividad, termorregulación). Las contracciones pulsátiles de sus paredes musculares (independientemente del calibre de la luz) disminuyen su calibre transitoria y rítmicamente en una secuencia progresiva, lo que impulsa y distribuye la sangre a las diversas partes del cuerpo. La mayoría

de las arterias con denominación, incluidas las que se observan en las paredes corporales y en los miembros durante la disección, como la braquial o la femoral, son arterias musculares de calibre mediano.

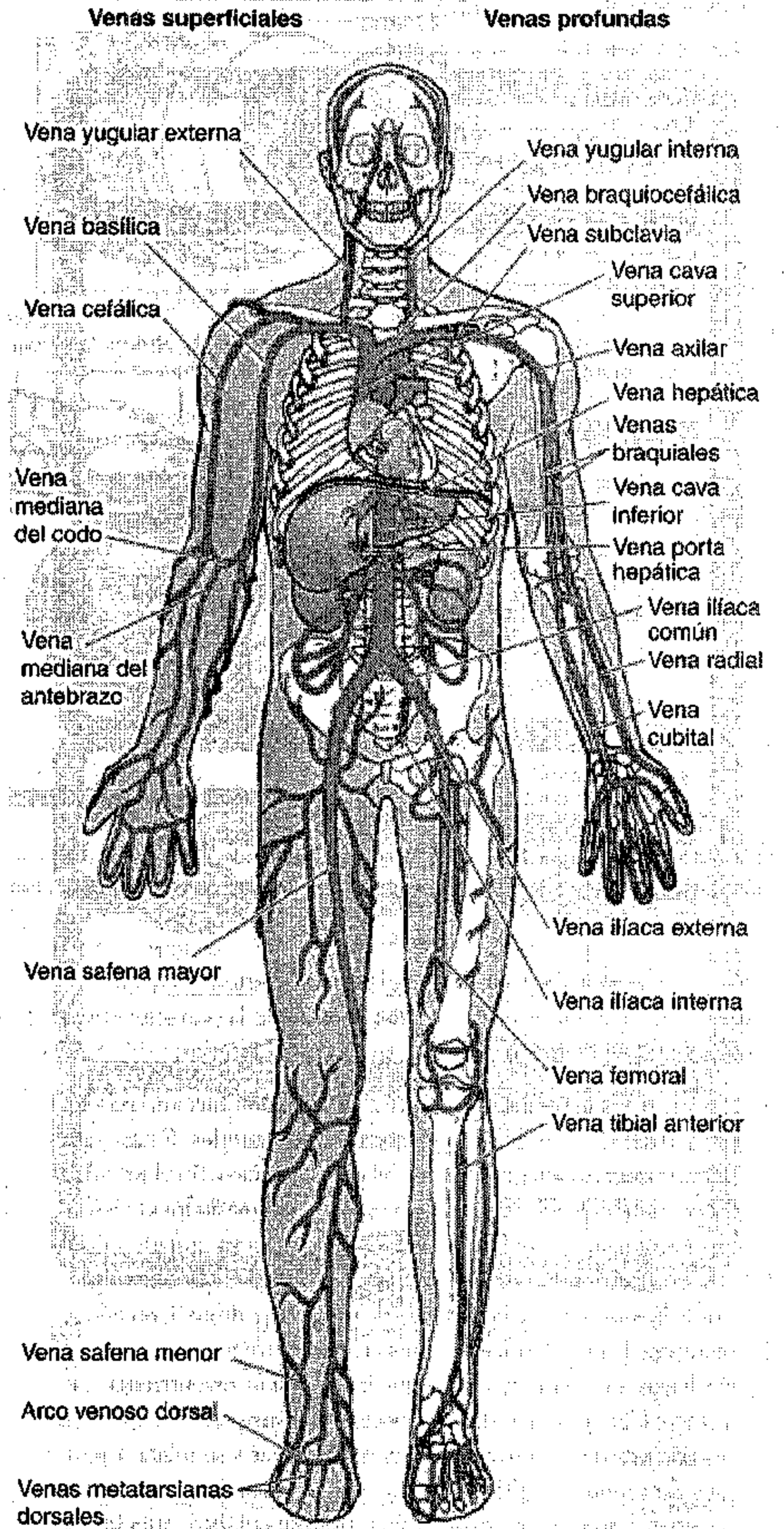
- Las **arterias de calibre pequeño** y las **arteriolas** son relativamente estrechas y tienen unas gruesas paredes musculares. El grado de repleción de los lechos capilares y el nivel de tensión arterial dentro del sistema vascular se regulan principalmente por el tono (firmeza) del músculo liso de las paredes arteriolas. Si el tono se halla por encima de lo normal, hay *hipertensión* (tensión arterial alta). Las arterias pequeñas no tienen habitualmente una denominación especial ni se identifican específicamente en la disección; las arteriolas sólo pueden observarse con medios de aumento.

Las **anastomosis** (comunicaciones) entre diversas ramas de una arteria proporcionan numerosas posibles desviaciones del flujo sanguíneo si la vía habitual está obstruida por una compresión debida a la posición de una articulación, por un proceso patológico o por una ligadura quirúrgica. Si un conducto principal está ocluido, generalmente los conductos alternativos de menor calibre pueden aumentar de tamaño tras un cierto período de tiempo, lo que permite una *circulación colateral* que irriga las estructuras distales al bloqueo. Sin embargo, las vías colaterales requieren tiempo para abrirse adecuadamente, y no suelen ser suficientes para compensar una oclusión súbita o una ligadura.

Sin embargo, hay áreas donde la circulación colateral no existe, o es insuficiente para reemplazar al conducto principal. Las arterias que no se anastomosan con las adyacentes son **arterias termi-**



(A) Arterias principales



(B) Venas principales

FIGURA 24. Porción sistémica del sistema cardiovascular. Las arterias y las venas que se muestran en la ilustración transportan sangre oxigenada desde el corazón hacia los lechos capilares sistémicos y devuelven sangre pobre en oxígeno desde los lechos capilares hasta el corazón, respectivamente, constituyendo la circulación sistémica. Aunque normalmente se representan y consideran como vasos únicos, como aquí, las venas profundas de los miembros normalmente se presentan como pares de venas satélites.

nales verdaderas (anatómicamente). La oclusión de una arteria terminal interrumpe el flujo sanguíneo a la estructura o segmento de un órgano que irriga esa arteria. Por ejemplo, la retina está irrigada por arterias terminales verdaderas, cuya obstrucción causa ceguera. Las *arterias terminales funcionales* (con anastomosis ineficaces) no son arterias terminales verdaderas, e irrigan segmentos del cerebro, el hígado, el riñón, el bazo y los intestinos; también pueden existir en el corazón.

VENAS

Las venas generalmente devuelven la sangre pobre en oxígeno desde los lechos capilares al corazón, lo que les confiere su aspecto de color azul oscuro (fig. I-24B). Las grandes venas pulmonares son atípicas al llevar sangre rica en oxígeno desde los pulmones al corazón. Debido a que la presión sanguínea es menor en el sistema venoso, sus paredes (específicamente la túnica media) son más delgadas en comparación con las de las arterias acompañantes (fig. I-23). Normalmente las venas no pulsan, ni tampoco emiten un chorro de sangre cuando se seccionan. Hay tres tipos de venas:

- Las **vénulas** son las venas de menor tamaño. Las vénulas drenan los lechos capilares y se unen con otras similares para constituir las venas pequeñas. Para observarlas es necesario emplear medios de aumento. Las venas pequeñas son tributarias de venas mayores, que se unen para formar **plexos venosos**, como el arco venoso dorsal del pie (fig. I-24B). Las venas pequeñas no reciben denominaciones específicas.
- Las **venas medias** drenan los plexos venosos y acompañan a las arterias de mediano calibre. En los miembros, y en algunos otros lugares donde el flujo de sangre resulta dificultado por la acción de la gravedad, las venas medias poseen **válvulas venosas**, o pliegues pasivos que permiten el flujo sanguíneo hacia el corazón, pero no en dirección opuesta. Como ejemplos de venas medias se incluyen las venas superficiales que tienen denominación (venas cefálica y basilica del miembro superior y venas safenas mayor y menor del miembro inferior), y las venas que reciben el mismo nombre que las arterias a las que acompañan.
- Las **venas grandes** poseen anchos fascículos longitudinales de músculo liso y una túnica adventicia bien desarrollada. Un ejemplo es la vena cava superior.

Las venas son más abundantes que las arterias. Aunque sus paredes son más delgadas, su diámetro suele ser mayor que el de las arterias acompañantes. Las paredes delgadas de las venas les permiten tener una gran capacidad de expansión, lo que utilizan cuando el retorno de sangre al corazón queda dificultado por compresión o presiones internas (p. ej., tras inspirar profundamente y luego contener la respiración; es decir, en la *maniobra de Valsalva*).

Dado que las arterias y las venas forman un circuito, cabría esperar que la mitad del volumen sanguíneo se hallara en las arterias y la otra mitad en las venas. Sin embargo, debido al mayor diámetro de las venas y a su capacidad para expandirse, típicamente sólo el 20 % de la sangre se encuentra en las arterias y el 80 % en las venas.

Aunque en las ilustraciones para simplificar suelen dibujarse las venas como vasos únicos, en realidad generalmente son dobles o múltiples. Las que acompañan a las arterias profundas, o **venas satélites**, las rodean en una red irregular de ramificaciones (fig. I-25). Esta disposición sirve como *intercambio de calor a contracorriente*: la sangre arterial caliente cede calor a la sangre venosa más fría cuando ésta vuelve al corazón desde un miembro frío. Las venas satélites ocupan una fascia relativamente poco flexible, o **vaina vascular**, junto con la arteria que acompañan. A consecuencia de ello, quedan estiradas y aplanadas cuando la arteria se expande durante la contracción cardíaca, lo que ayuda a conducir la sangre hacia el corazón y constituye una *bomba arteriovenosa*.

Las venas sistémicas son más variables que las arterias, y las *anastomosis venosas*, o comunicaciones naturales directas o indirectas entre dos venas, son más frecuentes. La expansión centrífuga de los vientres musculares que se contraen en los miembros, limitados por la fascia profunda, comprime las venas y «ordeña» la sangre hacia el corazón, lo que constituye otro tipo de bomba venosa (musculovenosa) (fig. I-26). Las válvulas venosas fragmentan la columna de sangre, lo que evita una presión excesiva en las partes más declives y permite que la sangre venosa fluya hacia el corazón. La congestión venosa que sufren los pies calientes y cansados después de un día fatigoso se alivia al descansarlos más altos que el tronco, lo que ayuda al retorno de la sangre venosa al corazón.

CAPILARES SANGUÍNEOS

Para que el oxígeno y los nutrientes que llegan por las arterias ejerzan su acción beneficiosa en las células que componen los tejidos del cuerpo, deben salir de los vasos que los transportan y penetrar en el *espacio extravascular* entre las células, es decir, el espacio extracelular (intercelular) donde viven las células. Los **capilares** son simples tubos endoteliales que conectan los lados arterial y venoso de la circulación y permiten el intercambio de materiales con el **líquido extracelular** (LEC) o intersticial. Los capilares se disponen generalmente en forma de **lechos capilares**, o redes que conectan las arteriolas y las vénulas (fig. I-23). La sangre entra

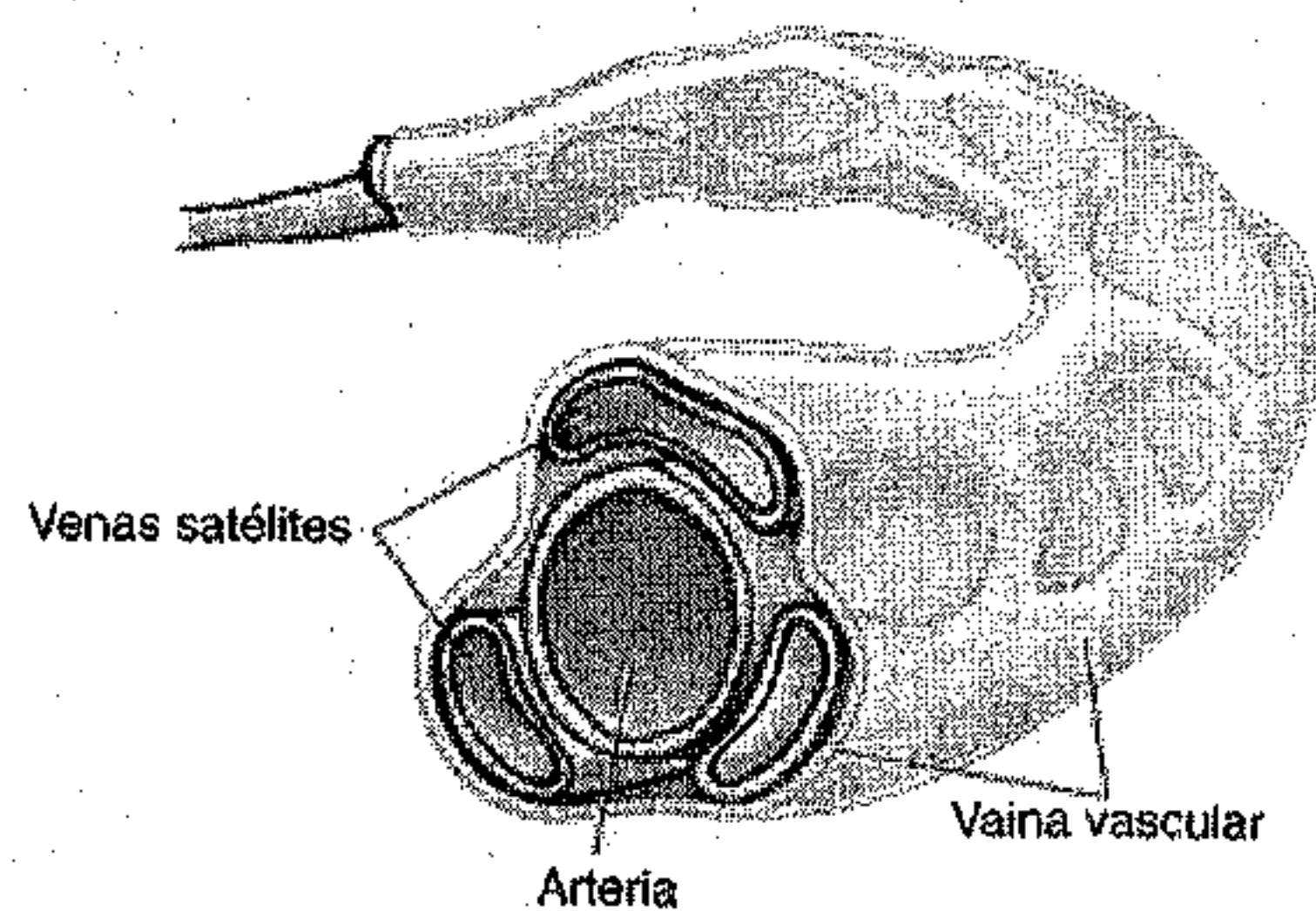


FIGURA I-25. Venas satélites. A pesar de que la mayoría de las venas del tronco discurren como largos vasos únicos, las venas de los miembros transcurren en forma de dos o más vasos más pequeños que acompañan a una arteria en una vaina vascular común.

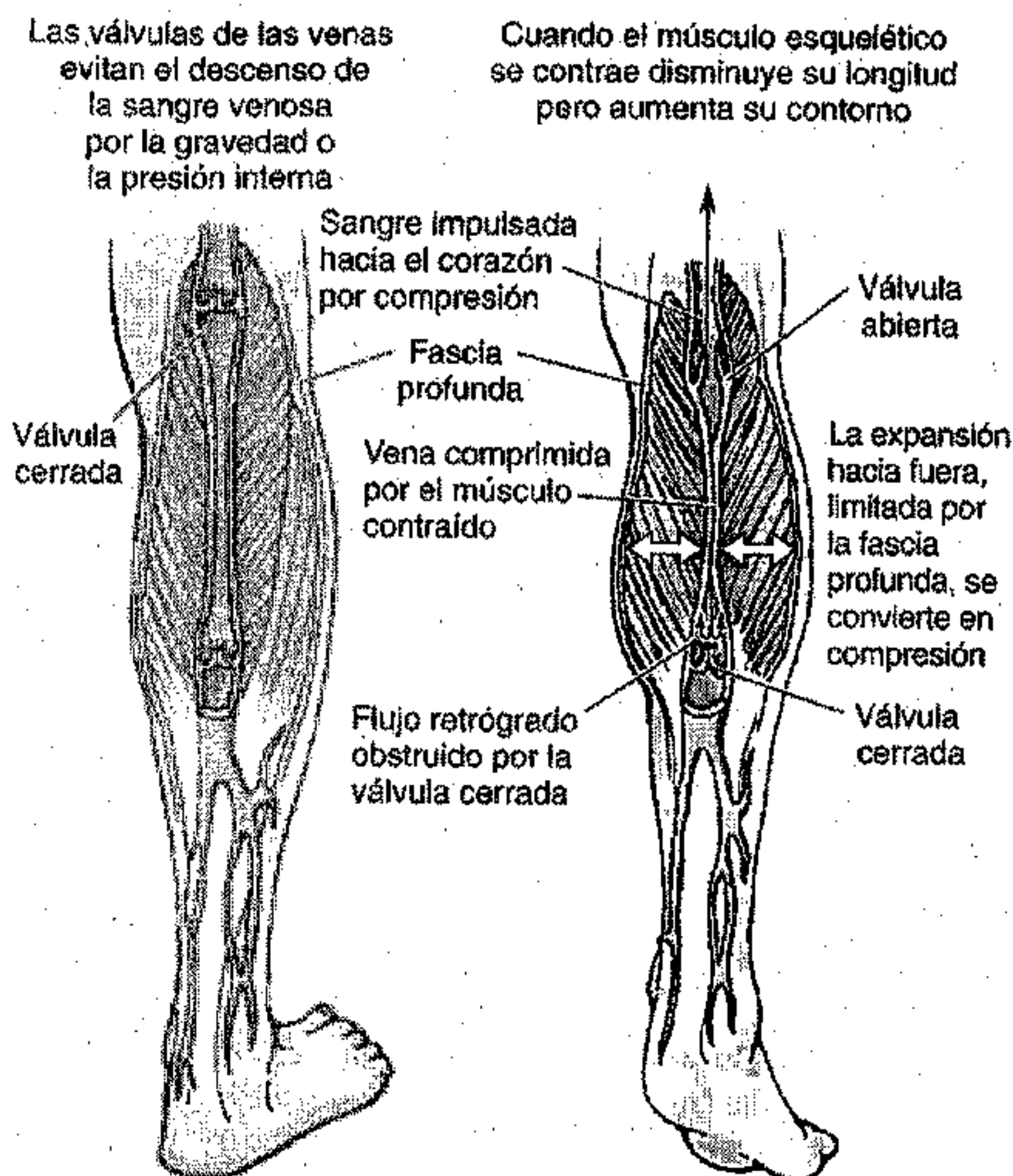


FIGURA I-26. Bomba musculovenosa. Las contracciones musculares en los miembros actúan conjuntamente con las válvulas venosas para movilizar la sangre hacia el corazón. La expansión hacia fuera de los vientres contraídos de los músculos está limitada por la fascia profunda y se convierte en una fuerza compresiva, impulsando la sangre en sentido contrario a la gravedad. Las flechas rojas indican la dirección del flujo sanguíneo.

en los lechos capilares procedente de las arteriolas, que controlan el flujo, y drena en las vénulas.

La presión hidrostática en las arteriolas impulsa la sangre al lecho capilar y a través de éste, y también impulsa la salida de oxígeno, nutrientes y otros materiales celulares en el lado arterial de los capilares (corriente arriba) hacia los espacios extracelulares, lo que permite el intercambio con las células del tejido circundante. En cambio, las paredes capilares son relativamente impermeables a las proteínas del plasma. Corriente abajo, en el lado venoso del lecho capilar, la mayor parte de este LEC, que ahora contiene productos de desecho y dióxido de carbono, se reabsorbe hacia la sangre a consecuencia de la presión osmótica por las concentraciones más altas de proteínas dentro del capilar. (Aunque está firmemente establecido, este principio se denomina *hipótesis de Starling*.)

En algunas regiones, como en los dedos de las manos, existen conexiones directas entre las pequeñas arteriolas y las vénulas proximales al lecho capilar que irrigan y drenan. Estas comunicaciones, o **anastomosis arteriovenosas**, permiten que la sangre pase directamente desde el lado arterial de la circulación al venoso, sin transcurrir por los capilares. Los cortocircuitos arteriovenosos son numerosos en la piel, donde desempeñan un papel importante en la conservación del calor corporal.

En algunas situaciones, la sangre pasa a través de dos lechos capilares antes de llegar al corazón; un sistema venoso que une dos lechos capilares constituye un **sistema venoso porta**. El principal ejemplo es el del sistema venoso en el cual la sangre rica en nutrientes pasa desde los lechos capilares del tubo digestivo a los lechos capilares o sinusoides hepáticos, o **sistema porta hepático** (fig. I-22C).

SISTEMA CARDIOVASCULAR

Arterioesclerosis: isquemia e infarto

La afección arterial adquirida más común, y además un hallazgo frecuente en la disección del cadáver, es la **arterioesclerosis** (endurecimiento de las arterias), por engrosamiento y pérdida de elasticidad de las paredes arteriales. Una forma común, la **aterosclerosis**, se acompaña de la acumulación de grasa (principalmente colesterol) en las paredes arteriales. El depósito de calcio forma una **placa ateromatosa** (ateroma), o área amarillenta bien demarcada y dura, que hace prominencia en la superficie íntima de las arterias (fig. CI-8A). El consiguiente estrechamiento arterial y la irregularidad de la superficie pueden provocar una **trombosis** (formación de un coágulo intravascular local, o **trombo**), que puede ocluir la arteria o discurrir por la corriente sanguínea y bloquear vasos sanguíneos más distales, lo que constituye un **émbolo** (tapón que ocluye un vaso) (fig. CI-8B). Las consecuencias de la aterosclerosis incluyen la **isquemia** (disminución del aporte sanguíneo a un órgano o

región) y el **infarto** (muerte o necrosis locales de un área de tejido o un órgano, por descenso de la irrigación sanguínea). Estas consecuencias son particularmente importantes en el corazón (**cardiopatía isquémica** e **infarto de miocardio** o ataque al corazón), el cerebro (**accidente vascular cerebral** o **ictus**) y las partes distales de los miembros (**gangrena**).

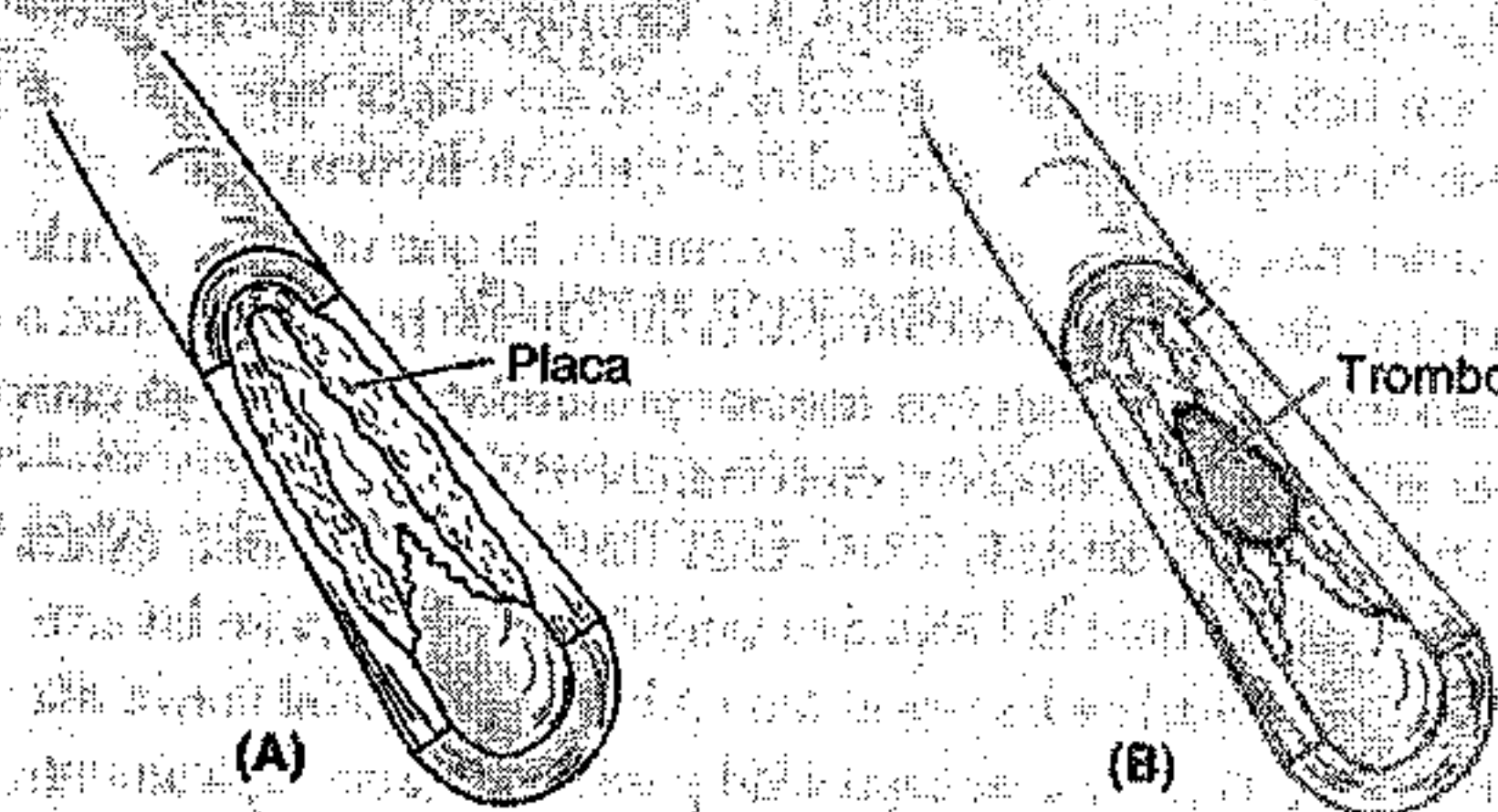


FIGURA CI-8.

Varices o venas varicosas



Cuando las paredes de las venas pierden su elasticidad, se debilitan. Una vena débil se dilata bajo la presión de soportar la columna de sangre frente a la gravedad. Ello da lugar a las *varices* o *venas varicosas*, anormalmente tumefactas y torsionadas, la mayoría de las cuales se localizan en las piernas (fig. CI-9). Las varices tienen un calibre mayor de lo normal y las cúspides de sus válvulas no se ponen en contacto, o han quedado destruidas por la inflamación. Las venas varicosas tienen *válvulas incompetentes*; por lo tanto, la columna de sangre que asciende hacia el corazón no queda fragmentada, lo que impone una presión excesiva sobre las paredes debilitadas y exagera el problema varicoso. Las varices también se producen en caso de degeneración de la fascia profunda. La fascia incompetente no es capaz de contener la expansión de los músculos al contraerse, lo que hace ineficaz la bomba musculovenosa (musculofascial).



FIGURA CI-9.

Puntos fundamentales

SISTEMA CARDIOVASCULAR

El sistema cardiovascular se compone del corazón y los vasos sanguíneos: arterias, venas y capilares. ♦ Las arterias y las venas (y los linfáticos) tienen tres capas o tunicas: íntima, media y adventicia. ♦ Las arterias tienen fibras elásticas y musculares en sus paredes, que les permiten impulsar la sangre a través del sistema cardiovascular. ♦ Las venas tienen paredes más delgadas que las arterias y se distinguen por la presencia de válvulas, que impiden el reflujo de sangre. ♦ Como simples tubos endoteliales, los capilares son los vasos sanguíneos más pequeños y constituyen la unión entre las arterias de calibre más reducido (arteriolas) y las venas (vénulas).

SISTEMA LINFOIDE

Aunque se halla ampliamente distribuido por todo el cuerpo, la mayor parte del sistema linfático (linfático) no es aparente en el cadáver, aunque es esencial para la supervivencia. El conocimiento de la anatomía del sistema linfático es importante para el clínico. La *hipótesis de Starling* (v. «Capilares sanguíneos», p. 41) explica que la mayor parte de los líquidos y electrolitos que penetran en el espacio extracelular procedentes de los capilares sanguíneos se reabsorben también en éstos. Sin embargo, hasta 3 litros diarios no se reabsorben en los capilares. Además, una cierta cantidad de proteínas plasmáticas se filtran hacia el espacio extracelular, y algunos materiales que se originan en las células de los tejidos que no pueden atravesar las paredes capilares, como el citoplasma de las células desintegradas, penetran continuamente en el espacio donde viven las células. Si estos materiales se acumularan en el espacio extracelular se produciría una ósmosis inversa, acudiría aún más líquido y se originaría un **edema** (exceso de líquido intersticial que se manifiesta

por tumefacción). Sin embargo, la cantidad de líquido intersticial permanece bastante constante en condiciones normales, y las proteínas y los desechos celulares normalmente no se acumulan en el espacio extracelular, debido a la acción del sistema linfático.

Por lo tanto, el sistema linfático constituye una especie de «desagüe» que permite drenar el exceso de líquido hístico y de proteínas plasmáticas al torrente sanguíneo, así como eliminar los desechos procedentes de la descomposición celular y la infección. Los principales componentes del sistema linfático son (fig. 1-27):

- **Plexos linfáticos**, o redes de capilares linfáticos que se originan en un fondo ciego en los espacios extracelulares (intercelulares) de la mayoría de los tejidos. Al estar formados por un endotelio muy fino y carecer de membrana basal, pueden penetrar fácilmente en ellos el líquido hístico sobrante, las proteínas plasmáticas, las bacterias, los desechos celulares e incluso células enteras (específicamente los linfocitos).
- **Los vasos linfáticos** constituyen una amplia red distribuida por casi todo el cuerpo, compuesta por vasos de paredes delgadas con abundantes válvulas linfáticas. En el sujeto vivo, los vasos presentan un abultamiento en los puntos donde se hallan las válvulas linfáticas muy próximas entre sí, lo que les otorga un aspecto de collar de cuentas. Hay capilares y vasos linfáticos en casi todos los lugares donde hay capilares sanguíneos, a excepción, por ejemplo, de los dientes, el hueso, la médula ósea y todo el sistema nervioso central. (El exceso de líquido hístico drena aquí en el líquido cefalorraquídeo.)
- La **linfa** (del latín *lymphā*, agua transparente) es el líquido hístico que penetra en los capilares linfáticos y circula por los vasos linfáticos. Habitualmente transparente, acuosa y ligeramente amarillenta, la linfa tiene una composición similar a la del plasma sanguíneo.
- Los **nódulos (ganglios) linfáticos** son pequeñas masas de tejido linfático que se localizan a lo largo de los vasos linfáticos; a través de ellos se filtra la linfa a su paso hacia el sistema venoso.
- Los **linfocitos** son células circulantes del sistema inmunitario que reaccionan frente a los materiales extraños.

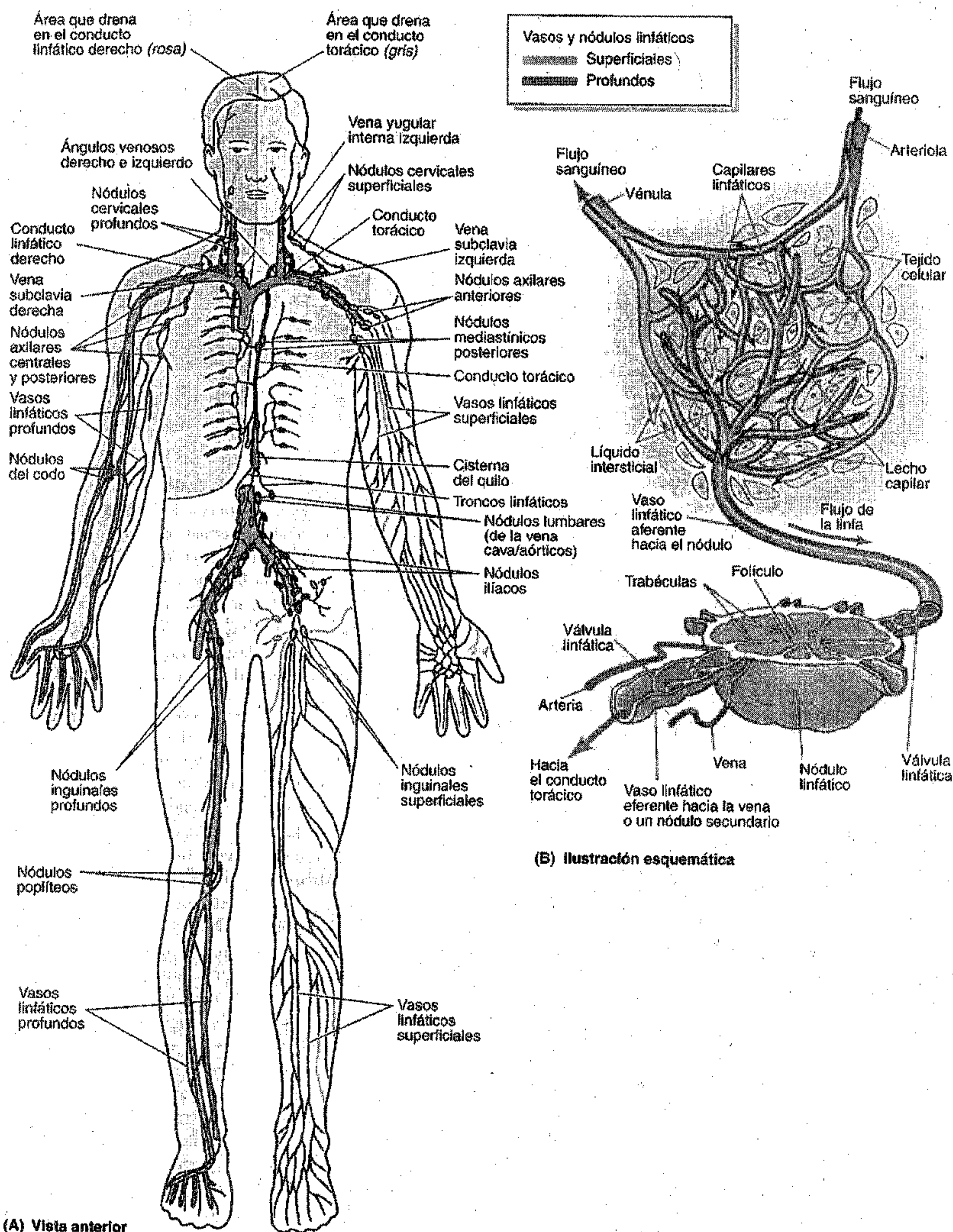


FIGURA I-27. Sistema linfoide. A. Patrón de distribución del drenaje linfático. Excepto para el cuadrante superior derecho del cuerpo (rosa), la linfa drena en última instancia al ángulo venoso izquierdo por el conducto torácico. El cuadrante superior derecho drena en el ángulo venoso derecho, normalmente a través del conducto linfático derecho. La linfa suele atravesar grupos de nódulos linfáticos, generalmente en un orden predecible, antes de entrar en el sistema venoso. **B.** Ilustración esquemática del flujo linfático desde el espacio extracelular a través de un nódulo linfático. Las flechas pequeñas negras indican el flujo del líquido intersticial hacia fuera de los capilares sanguíneos (filtración) y hacia dentro de los capilares linfáticos (absorción).

- Los **órganos linfoides** son las partes del cuerpo que producen linfocitos: el timo, la médula ósea roja, el bazo, las tonsilas y los nódulos linfáticos solitarios y agregados en las paredes del tubo digestivo y del apéndice.

Los **vasos linfáticos superficiales** son más numerosos que las venas en el tejido subcutáneo, se anastomosan libremente, convergen hacia el drenaje venoso y lo siguen. Estos vasos finalizan luego en los **vasos linfáticos profundos**, que acompañan a las arterias y reciben además el drenaje de los órganos internos. Es probable que los vasos linfáticos profundos sean también exprimidos por las arterias que los acompañan, «ordeñando» la linfa a lo largo de estos vasos provistos de válvulas, del mismo modo que antes hemos descrito para las venas satélites. Tanto los vasos linfáticos superficiales como los profundos atraviesan los nódulos linfáticos (habitualmente varios grupos) a medida que se dirigen proximalmente, y van aumentando de calibre al ir uniéndose con los vasos que drenan otras regiones adyacentes. Los vasos linfáticos grandes desembocan en los grandes vasos colectores, denominados troncos linfáticos, que se unen para formar el conducto linfático derecho o el conducto torácico (fig. I-27):

- El **conducto linfático derecho** drena la linfa que procede del cuadrante superior derecho del cuerpo (lado derecho de la cabeza, del cuello y del tórax, además del miembro superior derecho). En la base del cuello penetra en la unión de las venas yugular interna y subclavia derechas, o **ángulo venoso derecho**.

- El **conducto torácico** drena la linfa del resto del cuerpo. Los **troncos linfáticos** que drenan la mitad inferior del cuerpo se unen en el abdomen, donde a veces forman un saco colector dilatado, o cisterna del quilo. Desde este saco (si está presente) o desde la unión de los troncos, el conducto torácico asciende hasta el tórax, lo atraviesa y penetra en el **ángulo venoso izquierdo** (la unión de las venas yugular interna y subclavia izquierdas).

Aunque este drenaje es el típico para la mayor parte de la linfa, los vasos linfáticos comunican libremente con las venas en muchas partes del cuerpo. Por lo tanto, la ligadura de un tronco linfático, o incluso del propio conducto torácico, puede tener sólo un efecto transitorio, ya que se establece un nuevo patrón de drenaje a través de anastomosis linfaticovenosas más periféricas, y posteriormente interlinfáticas.

El sistema linfático ejerce además otras funciones:

- **Absorción y transporte de las grasas alimentarias.** Ciertos capilares linfáticos denominados *vasos quilíferos* reciben todos los lípidos y las vitaminas liposolubles que se absorben en el intestino. Los linfáticos viscerales conducen luego el líquido lechoso, o *quilo* (del griego *chylos*, jugo), al conducto torácico y al sistema venoso.
- **Formación de un mecanismo de defensa para el organismo.** Cuando un área infectada drena proteínas extrañas, las células inmunocompetentes y/o los linfocitos producen anticuerpos específicos frente a dichas proteínas, los cuales llegan a la zona de infección.

SISTEMA LINFOIDE

Propagación del cáncer



El cáncer invade el organismo por *contigüidad* (crecimiento hacia los tejidos adyacentes) o por *metástasis* (diseminación de células tumorales a lugares distantes del tumor primario original). Las metástasis pueden producirse por uno de tres mecanismos:

1. *Siembra directa* en las serosas de las cavidades corporales.
2. *Diseminación linfógena* (por los vasos linfáticos).
3. *Diseminación hematógena* (por los vasos sanguíneos).

Es sorprendente que a menudo una lámina fascial o una serosa, incluso delgadas, pueden desviar la invasión tumoral. Sin embargo, cuando un proceso maligno penetra en un espacio potencial, es probable que se produzca una siembra directa en las cavidades, es decir, en sus serosas.

La **diseminación linfógena del cáncer** es la vía más común para la propagación inicial de los *carcinomas* (tumores epiteliales), el tipo más frecuente de cáncer. Las células desprendidas del lugar del cáncer primario penetran en los linfáticos y se desplazan por ellos. Las células transportadas por los vasos linfáticos se filtran y quedan atrapadas en los nódulos linfáticos, que se convierten en localizaciones secundarias (metastásicas) del cáncer.

El patrón de afectación de los nódulos linfáticos cancerosos sigue las vías naturales del drenaje linfático. Así, al extirpar un tumor poten-

cialmente metastásico, el cirujano procede a determinar el *estadio de las metástasis* (establecer el grado de diseminación del cáncer); para ello extirpa y examina los nódulos linfáticos que reciben la linfa del órgano o región, en el orden en que normalmente pasa la linfa a través de ellos. Por lo tanto, es importante que el médico conozca literalmente el drenaje linfático «retrógrado y anterógrado», es decir: 1) que sepa cuáles son los nódulos probablemente afectados cuando se identifica un tumor en un determinado lugar u órgano, y el orden en que reciben la linfa, y 2) que sea capaz de determinar los probables lugares del cáncer primario (fuentes de las metástasis) cuando se detecta un nódulo aumentado de tamaño. Los *nódulos cancerosos* se tumefactan cuando crecen en ellos células tumorales; sin embargo, a diferencia de los nódulos que aumentan de tamaño por una infección, los nódulos cancerosos no suelen ser dolorosos al comprimirlos.

La **diseminación hematógena del cáncer** es la vía más frecuente para las metástasis de los *sarcomas* (cánceres del tejido conectivo), tumores menos frecuentes pero más malignos. Como las venas son más abundantes y sus paredes más delgadas ofrecen menos resistencia, las metástasis se producen más a menudo por vía venosa que por vía arterial. Puesto que las células transportadas por la sangre siguen el flujo venoso, los lugares más comunes de afectación metastásica son el hígado y los pulmones. Típicamente, el tratamiento o la extirpación de un tumor primario no son difíciles, pero puede ser imposible tratar o extirpar todos los nódulos linfáticos afectados u otros tumores secundarios (metastásicos) (Cotran *et al.*, 1999).