

Introducción al cuerpo humano

El cuerpo humano y la homeostasis

Los seres humanos tienen numerosos mecanismos para mantener la homeostasis, el estado de relativa estabilidad del medio interno corporal. A menudo, las alteraciones de la homeostasis activan ciclos correctivos, denominados sistemas de retroalimentación, que ayudan restaurar las condiciones necesarias para la salud y la vida.

Nuestro fascinante viaje a través del cuerpo humano se inicia con una perspectiva general acerca de los significados de la anatomía y la fisiología; le sigue un análisis de la organización del cuerpo humano y de las propiedades que comparte con todos los seres vivos. Después, se descubrirá de qué manera el cuerpo regula su propio medio interno. Este proceso incesante, denominado homeostasis, es un tema de gran importancia

en cada capítulo de este libro. Por último, se presenta el vocabulario básico que ha de ayudar a referirse al cuerpo de forma tal que sea entendido tanto por científicos como por profesionales de la salud.

? ¿Alguna vez se ha preguntado por qué se realiza una autopsia?

1.1

Definición de anatomía y fisiología

OBJETIVO

- **Definir** anatomía y fisiología y nombrar diversas ramas de estas ciencias.

Dos ramas de la ciencia –la anatomía y la fisiología– nos proveen los fundamentos para comprender las partes del cuerpo y sus funciones. La **anatomía** (*ana-* = sobre; *-tomía* = cortar) es la ciencia de las *estructuras* del cuerpo y las relaciones entre ellas. Primero se estudiaba mediante **disección** (*dis-* = apartar; *sección* = acto de cortar), es decir, la cuidadosa separación de partes de las estructuras corporales para analizar sus relaciones. En la actualidad, una variedad de técnicas de diagnóstico por imágenes (véase **Cuadro 1.3**) también contribuye al avance del conocimiento anatómico. Mientras que la anatomía trata sobre las estructuras del cuerpo, la **fisiología** (*fisio-* = naturaleza; *-logía* = estudio de) es la ciencia de las funciones del cuerpo, es decir cómo funcionan las partes del cuerpo-. El **Cuadro 1.1** describe varias ramas de la anatomía y la fisiología.

En virtud de que la estructura y la función están estrechamente relacionadas, se puede aprender sobre el cuerpo humano estudiando su anatomía y su fisiología en forma conjunta. La estructura es una parte del cuerpo que suele reflejar sus funciones.

Por ejemplo, los huesos del cráneo están unidos estrechamente para formar una caja rígida que protege el encefálo. Los huesos de los dedos están unidos de forma más laxa a fin de permitir una variedad de movimientos. Las paredes de los sacos aéreos en los pulmones son muy delgadas, por lo cual posibilitan el rápido pasaje del oxígeno inhalado a la sangre.

Preguntas de revisión

1. ¿Qué función corporal procura mejorar un terapeuta respiratorio? ¿Cuáles son las estructuras involucradas?
2. Formule un ejemplo sobre la manera en que la estructura de una parte del cuerpo está relacionada con su función.

1.2

Niveles de organización estructural y sistemas corporales

OBJETIVOS

- **Describir** los seis niveles de organización estructural del cuerpo.
- **Detallar** los 11 sistemas del cuerpo humano, los órganos representativos de cada uno y sus funciones generales.

CUADRO 1.1 Ramas seleccionadas de Anatomía y Fisiología

RAMA DE ANATOMÍA	ESTUDIO DE	RAMA DE FISIOLOGÍA	ESTUDIO DE
Embriología Estudio del embrión	Primeras 8 semanas de desarrollo del huevo humano	Fisiología molecular	Funciones de como las proteínas y el DNA
Biología del desarrollo	Desarrollo completo de un individuo desde la fertilización hasta la muerte	Neurofisiología	Propiedades funcionales de las células nerviosas
Biología celular	Estructura y las funciones de las células	Endocrinología (<i>endo-</i> = dentro; <i>-crin</i> = secreción)	Hormonas (reguladores químicos en la sangre) y cómo controlan las funciones del cuerpo
Histología	Estructura microscópica de los tejidos	Fisiología cardiovascular	Funciones del corazón y de los vasos sanguíneos
Anatomía	Estructuras que pueden ser examinadas sin microscopio	Inmunología	Defensas del cuerpo contra causantes de enfermedades (inmune = no susceptible)
Anatomía sistémica	Estructura de aparatos y sistemas específicos, como el aparato respiratorio o el sistema nervioso	Fisiología respiratoria	Funciones de las vías aéreas y de los pulmones
Anatomía regional	Regiones específicas del cuerpo, como la cabeza o el tórax	Fisiología renal	Funciones de los riñones
Anatomía de superficie	Marcas en la superficie del cuerpo para entender la anatomía interna mediante visualización y palpación (tacto suave)	Fisiología del ejercicio	Cambios en las funciones de células y órganos, causadas por la actividad muscular
Anatomía radiológica	Estructuras internas del cuerpo que pueden ser visualizadas con técnicas como los rayos X, la TC y otras tecnologías para análisis clínico e intervención médica	Fisiopatología	Cambios funcionales asociados con la enfermedad y el envejecimiento
Anatomía patológica	Alteraciones estructurales macroscópicas o microscópicas asociadas con enfermedades		

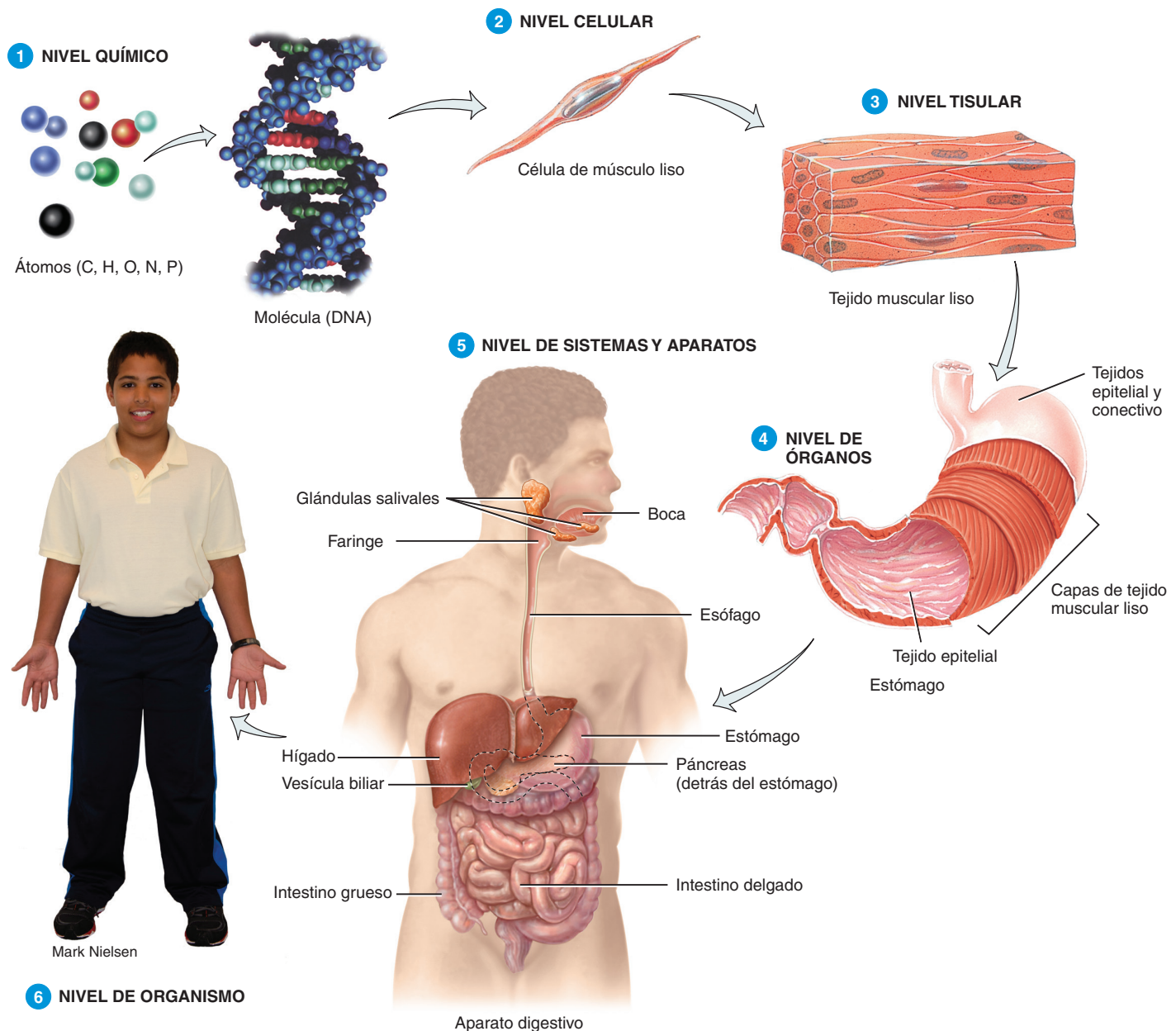
Los niveles de organización de un lenguaje –letras, palabras, oraciones, párrafos, etc.– pueden compararse con los del cuerpo humano. La exploración del cuerpo humano avanzará desde los átomos y las moléculas hasta la persona entera. De lo más pequeño a lo más grande, 6 niveles de organización ayudarán a comprender la anatomía y la fisiología: químico, celular, tejido, órgano, sistema y organismo (Fig. 1.1).

1 Nivel químico. Este nivel básico puede ser comparado con las letras del alfabeto e incluye: átomos, las unidades más pequeñas de la mate-

ria que participan en las reacciones químicas, y **moléculas**, dos o más átomos unidos entre sí. Algunos átomos, como carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca) y azufre (S), son esenciales para mantener la vida. Dos moléculas familiares que se encuentran en el cuerpo son el ácido desoxirribonucleico (DNA), que es el material genético que pasa de una generación a otra, y la glucosa, conocida comúnmente como azúcar de la sangre. Los **Capítulos 2 y 25** se centran en el nivel químico de organización.

FIGURA 1.1 Niveles de organización estructural en el cuerpo humano.

Los niveles de organización estructural son: químico, celular, tisular, de órganos, de sistemas y aparatos, de organismo.



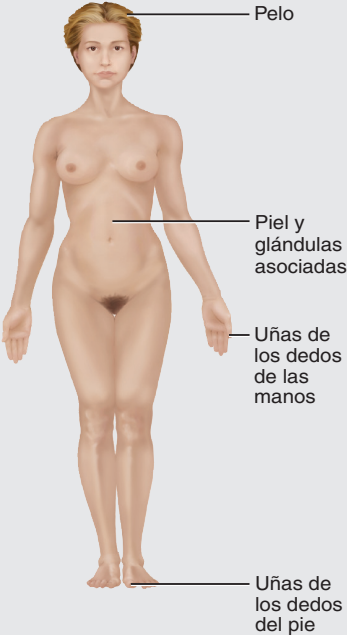
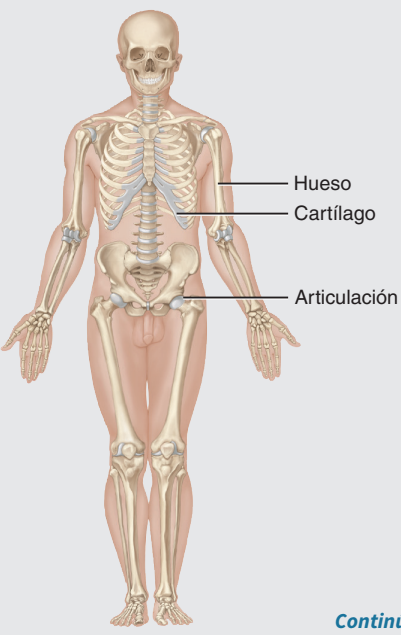
? ¿Qué nivel de organización estructural está compuesto por dos o más tipos de tejidos que operan juntos para realizar una función específica?

- 2 Nivel celular.** Las moléculas se combinan para formar **células**, las unidades estructurales y funcionales básicas de un organismo, compuestas por sustancias químicas. Así como las *palabras* son los elementos más pequeños del lenguaje con sentido propio, las células son las unidades vivas más pequeñas en el cuerpo humano. Entre los muchos tipos de células del cuerpo se hallan las musculares, las nerviosas y las epiteliales. La **Figura 1.1** muestra una célula muscular lisa, que es uno de los tres tipos de células musculares del cuerpo. El nivel celular de organización se detallará en el **Capítulo 3**.
- 3 Nivel tisular.** Los **tejidos** están conformados por grupos de células y por los materiales que las rodean y están destinados a realizar una función particular, de manera similar a las palabras que se juntan para formar frases. En el cuerpo hay 4 tipos básicos de tejidos: epitelial, conectivo, muscular y nervioso. El *tejido epitelial* recubre superficies corporales, tapiza órganos huecos y cavidades y forma glándulas. El *tejido conectivo* vincula, sostiene y protege los órganos del cuerpo, a la vez que aprovisiona de vasos sanguíneos a otros tejidos. El *tejido muscular* se contrae para hacer que partes del cuerpo se muevan y genera calor. El *tejido nervioso* transporta información de una parte del cuerpo a otra por medio de impulsos nerviosos. El **Capítulo 4** describe en detalle el nivel tisular de organización. La **Figura 1.1** muestra tejido muscular liso, el cual consiste en células musculares lisas densamente agrupadas.
- 4 Nivel de órganos.** En el nivel de órganos confluyen diversos tipos de tejidos. De manera similar a la relación existente entre oraciones y *párrafos*, los **órganos** son estructuras compuestas por 2 o más tipos de tejidos; poseen funciones específicas y usualmente tienen forma reconocible. Son ejemplos de órganos el estómago, la piel, los huesos, el corazón, el hígado, los pulmones y el cerebro. La **Figura 1.1**

- muestra varios tejidos que componen el estómago. La cubierta externa del estómago es una capa de tejidos epitelial y conectivo que reduce la fricción cuando el estómago se mueve y roza contra otros órganos. Por debajo de esa cubierta hay tres capas de *tejido muscular liso*, que se contraen para agitar y mezclar los alimentos y luego impulsarlos al siguiente órgano digestivo, el intestino delgado. La más interna es la *capa de tejido epitelial* que produce líquido y sustancias químicas responsables por la digestión en el estómago.
- 5 Nivel de sistema.** Un **sistema** (o *capítulo* en nuestra analogía con el lenguaje) consiste en órganos relacionados (*párrafos*) con una función común. Un ejemplo del *nivel de aparato*, es el aparato digestivo, que degrada y absorbe alimentos. Sus órganos incluyen la boca, las glándulas salivales, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso, el hígado, la vesícula biliar y el páncreas. A veces un órgano es parte de más de un sistema o aparato. Por ejemplo, el páncreas es parte del aparato digestivo y del sistema endocrino productor de hormonas.
- 6 Nivel de organismo.** Un **organismo**, todo individuo vivo, puede ser comparado con un *libro* en nuestra analogía. Todas las partes del cuerpo humano funcionando en conjunto constituyen el organismo total.

En los capítulos siguientes se estudiará la anatomía y fisiología de los sistemas y aparatos del cuerpo. El **Cuadro 1.2** describe los componentes y presenta las funciones de estos sistemas y aparatos; será posible descubrir que todos ellos influyen mutuamente. El estudio de cada uno de los sistemas y aparatos en mayor detalle permitirá descubrir cómo trabajan juntos para mantener la salud, proteger contra enfermedades y permitir la reproducción de la especie humana.

CUADRO 1.2 Los once sistemas y aparatos del cuerpo humano

SISTEMA TEGUMENTARIO (CAP. 5)	SISTEMA ESQUELÉTICO (CAPS. 6-9)
<p>Componentes: piel y estructuras asociadas, como pelo, uñas, glándulas sudoríparas y glándulas sebáceas</p> <p>Funciones: protege el cuerpo, ayuda a regular la temperatura corporal; elimina algunos desechos, ayuda a sintetizar la vitamina D, detecta sensaciones como tacto, dolor, calor y frío; almacena grasa y provee aislamiento</p>	<p>Componentes: huesos y articulaciones del cuerpo y sus cartílagos asociados</p> <p>Funciones: sostiene y protege el cuerpo; provee superficies para la inserción de los músculos, coopera en los movimientos del cuerpo; alberga células que producen células de la sangre; almacena minerales y lípidos (grasas)</p>
 <p>Pelo</p> <p>Piel y glándulas asociadas</p> <p>Uñas de los dedos de las manos</p> <p>Uñas de los dedos del pie</p>	 <p>Hueso</p> <p>Cartílago</p> <p>Articulación</p>

Continúa

Correlación clínica

Técnicas de diagnóstico no invasivas

Los profesionales de la salud y los estudiantes de anatomía y fisiología usan comúnmente varias técnicas de diagnóstico para evaluar determinados aspectos estructurales y funcionales del cuerpo. Una **técnica de diagnóstico no invasiva** es aquella que no involucra la inserción de un instrumento ni un dispositivo a través de la piel o de un orificio corporal. Durante la **inspección**, el examinador observa cualquier cambio del cuerpo que se aleje de lo normal. Por ejemplo, un médico puede examinar la cavidad bucal para buscar evidencias de enfermedad. Después de la inspección, se pueden usar una o más técnicas adicionales. En la **palpación** (*palpar* = tocar con suavidad), el examinador toca la superficie del cuerpo con las manos. Por ejemplo, se palpa el abdomen para detectar si hay órganos internos aumentados de tamaño, dolorosos o la presencia de masas anormales. En la **auscultación** (*auscultar* = escuchar), el examinador escucha los sonidos corporales para evaluar el funcionamiento de determinados órganos, a menudo usando un estetoscopio para amplificar los sonidos. Por ejemplo, la auscultación de los pulmones durante la respiración para detectar la presencia de estertores crepitantes asociados con la acumulación anormal de líquido. En la **percusión** (*percutir* = golpear a través de) el examinador golpea con suavidad la superficie corporal con la punta de los dedos y escucha el sonido resultante. Las cavidades huecas o espacios producen un sonido diferente al de los órganos sólidos. Por ejemplo, la percusión puede revelar la presencia anormal de líquido en los pulmones o de aire en los intestinos. También puede proporcionar información acerca del tamaño, la consistencia y la posición de la estructura subyacente. El conocimiento anatómico es importante para la aplicación eficaz de la mayoría de estas técnicas diagnósticas.

Preguntas de revisión

3. Defina los siguientes términos: átomos, molécula, célula, tejido, órgano, sistema y organismo.
4. ¿Qué niveles de organización del cuerpo humano estudiaría un fisiólogo del ejercicio? (*Pista: véase Cuadro 1.1*)
5. En referencia al Cuadro 1.2, ¿qué sistemas de órganos ayudan a eliminar los desechos?

1.3 Características del organismo humano vivo

OBJETIVO

- Definir los importantes procesos vitales del cuerpo humano.

Procesos vitales básicos

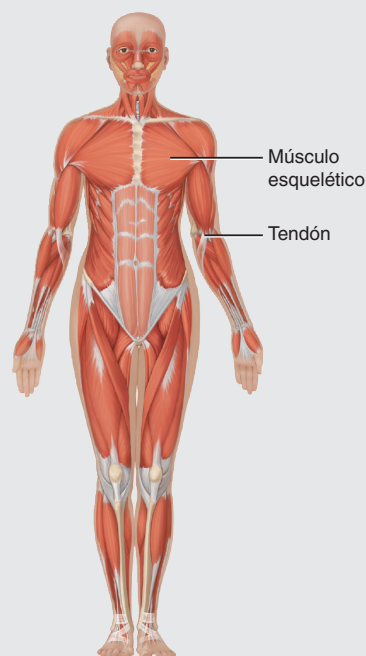
Existen ciertos procesos que sirven para diferenciar los organismos, o seres vivos, de los objetos inanimados. A continuación se mencionan los seis procesos vitales más importantes del cuerpo humano:

CUADRO 1.2 Los once sistemas y aparatos del cuerpo humano (*Continuación*)

SISTEMA MUSCULAR (CAPS. 10 Y 11)

Componentes: específicamente, **tejido muscular esquelético** –el músculo se inserta usualmente en huesos– (otros tipos de tejido muscular: liso y cardíaco)

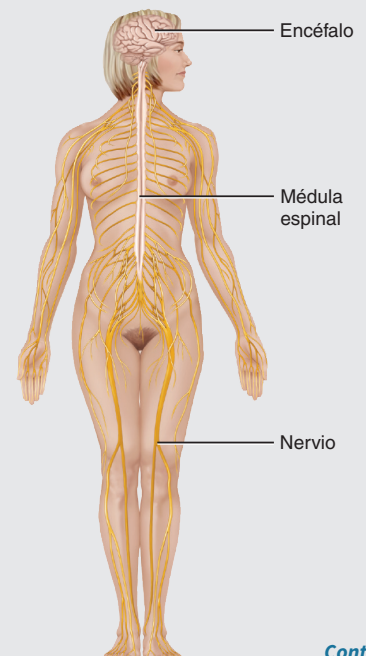
Funciones: participa en los movimientos del cuerpo, como caminar; mantiene la postura, produce calor



SISTEMA NERVIOSO (CAPS. 12-17)

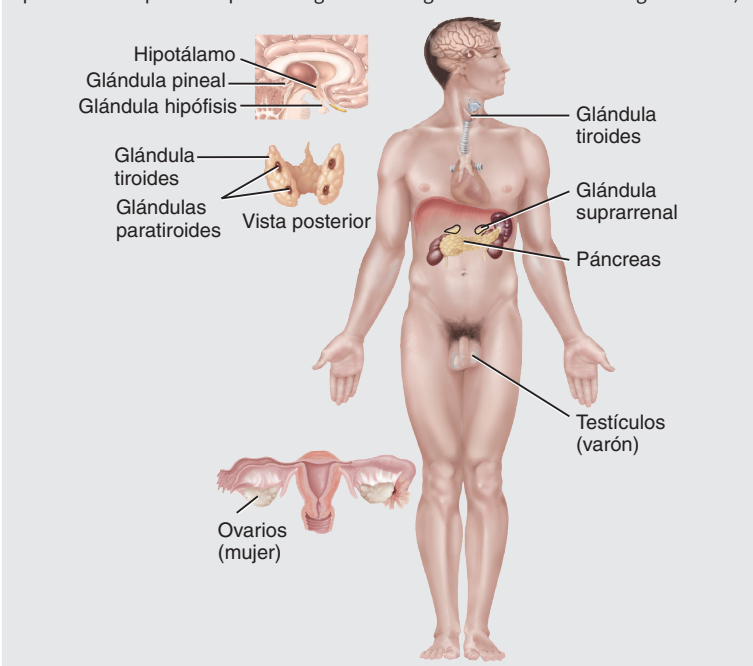
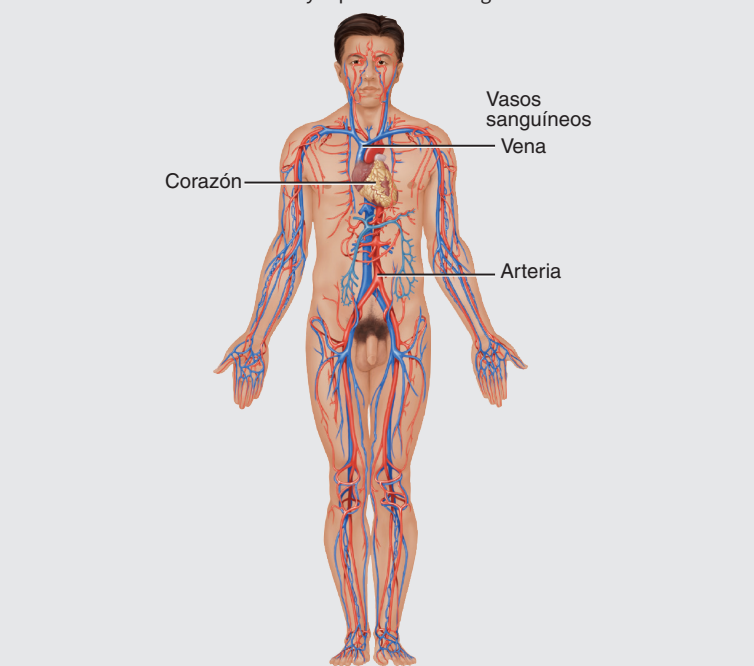
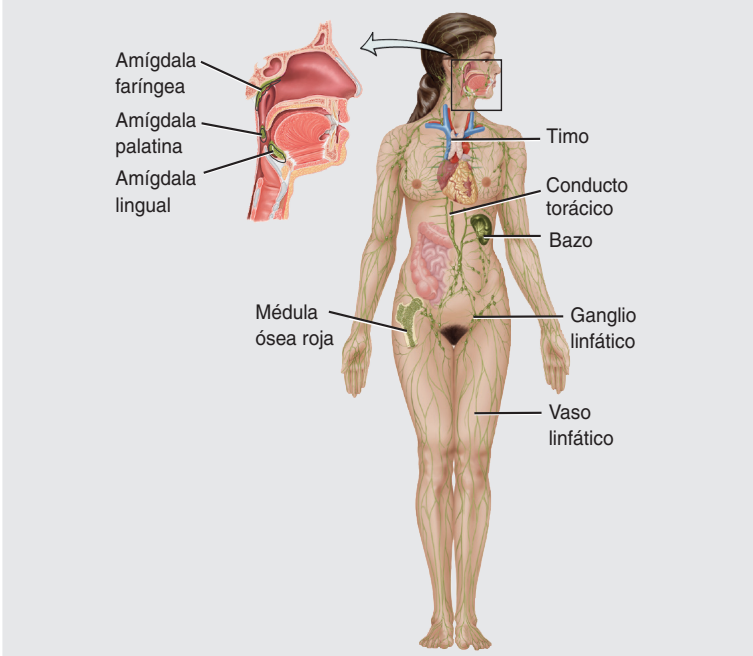
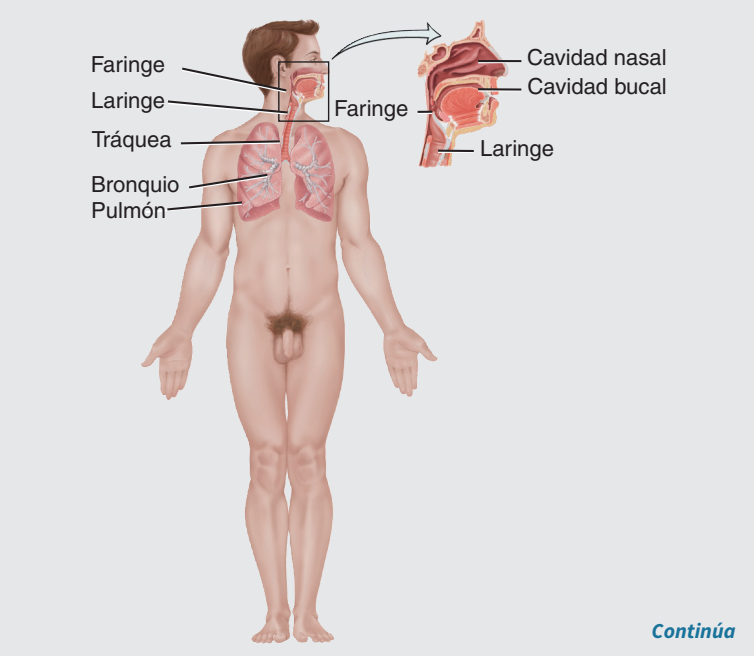
Componentes: **encéfalo**, **médula espinal**, nervios y órganos especiales de los sentidos, como **ojos** y **oídos**

Funciones: genera potenciales de acción (impulsos nerviosos) para regular las actividades del cuerpo, detecta alteraciones en el medio interno y el medio externo y responde causando contracciones musculares o secreciones glandulares



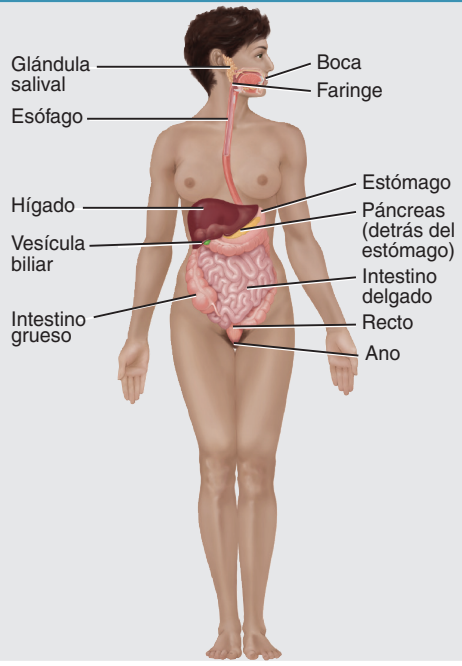
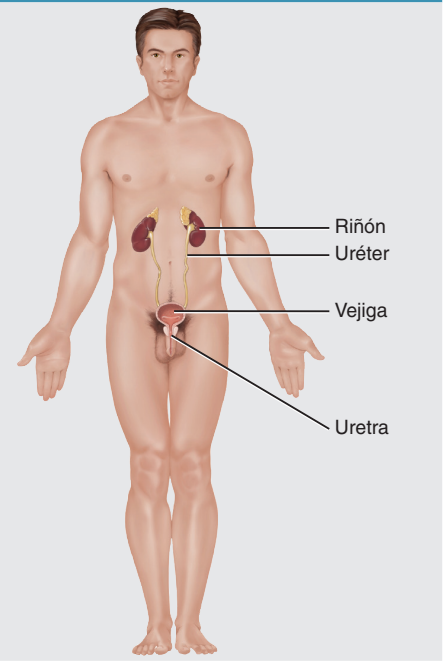
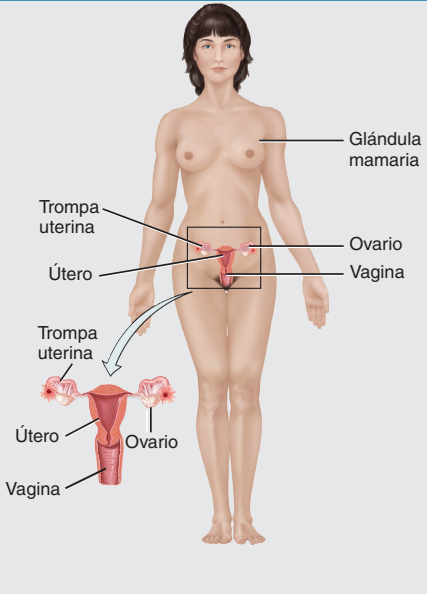
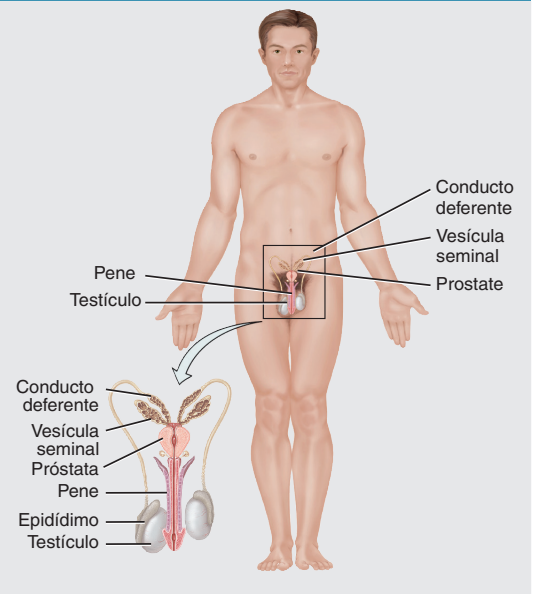
Continúa

CUADRO 1.2 Los once sistemas y aparatos del cuerpo humano (Continuación)

SISTEMA ENDOCRINO (CAP. 18)	APARATO CARDIOVASCULAR (CAPS. 19-21)
<p>Componentes: glándulas productoras de hormonas (glándula pineal, hipotálamo, glándula hipófisis, timo, glándula tiroides, glándulas paratiroides, glándulas suprarrenales, ovarios y testículos) y células productoras de hormonas en varios otros órganos</p> <p>Funciones: regula las actividades corporales liberando hormonas (mensajeros químicos transportados por la sangre desde la glándula endocrina al órgano diana)</p>	<p>Componentes: sangre, corazón y vasos sanguíneos</p> <p>Funciones: el corazón bombea la sangre a los vasos sanguíneos; la sangre transporta oxígeno y nutrientes para las células y dióxido de carbono y otros desechos desde las células y ayuda a regular el equilibrio ácido-base, la temperatura y el contenido de agua de los líquidos corporales; los componentes de la sangre defienden contra enfermedades y reparan vasos sanguíneos dañados</p>
	
SISTEMAS LINFÁTICO E INMUNITARIO (CAP. 22)	APARATO RESPIRATORIO (CAP. 23)
<p>Componentes: linfa y vasos linfáticos; bazo, timo, ganglios linfáticos y amígdalas; células que transportan respuestas inmunes (linfocitos B, linfocitos T y otras)</p> <p>Funciones: regresa a la sangre proteínas y líquido; transporta lípidos desde el tubo digestivo a la sangre; contiene sitios para la maduración y proliferación de los linfocitos B y T que protegen contra los microbios causantes de enfermedad</p>	<p>Componentes: pulmones y vías conductoras del aire a los pulmones y desde esos órganos, como la faringe (garganta), la laringe, la tráquea y los bronquios</p> <p>Funciones: transfiere oxígeno del aire inhalado a la sangre y dióxido de carbono de la sangre al aire que se exhala; ayuda a regular el equilibrio ácido-base de los líquidos corporales; el aire que fluye desde los pulmones a través de las cuerdas vocales produce sonidos</p>
	

Continúa

CUADRO 1.2 Los once sistemas y aparatos del cuerpo humano (*Continuación*)

APARATO DIGESTIVO (CAP. 24)	APARATO URINARIO (CAP. 26)
<p>Componentes: órganos del tubo digestivo, un largo tubo que incluye: boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ano; también lo integran órganos accesorios que cooperan en los procesos digestivos, como: glándulas salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas</p> <p>Funciones: produce la degradación física y química de los alimentos; absorbe los nutrientes; elimina los desechos sólidos</p> 	<p>Componentes: riñones, uréteres, vejiga y uretra</p> <p>Funciones: produce, almacena y elimina orina; elimina desechos y regula el volumen y la composición química de la sangre; ayuda a mantener el equilibrio ácido-base de los líquidos corporales; mantiene el equilibrio mineral del cuerpo; ayuda a regular la producción de glóbulos rojos (eritrocitos) de la sangre</p> 
APARATOS REPRODUCTORES (CAP. 28)	
<p>Componentes: gónadas (testículos en los varones y ovarios en las mujeres) y órganos asociados (oviductos o trompas uterinas, útero, vagina y glándulas mamarias en las mujeres y epidídimo, conducto deferente, vesículas seminales, próstata y pene en los varones)</p> <p>Funciones: las gónadas producen gametos (espermatozoides u ovocitos), que se unen para formar un nuevo organismo; las gónadas también sintetizan hormonas que regulan la reproducción y otros procesos corporales; los órganos asociados transportan y almacenan gametos: las glándulas mamarias producen leche</p> 	

1. **Metabolismo** es la suma de los procesos químicos que ocurren en el cuerpo. Una fase del metabolismo es el catabolismo (de *catabol-* = descenso e *-ismo* = estado), la degradación de sustancias químicas complejas en componentes más simples. La otra fase del metabolismo es el **anabolismo** (de *anabol-* = ascenso), la construcción de sustancias químicas complejas a partir de componentes más pequeños y simples. Por ejemplo, los procesos digestivos catabolizan (degradan) las proteínas de los alimentos a aminoácidos. Después, estos aminoácidos se utilizan para anabolizar (construir) nuevas proteínas que formarán estructuras corporales, como por ejemplo, músculos y huesos.

2. **Capacidad de respuesta** es la capacidad del cuerpo para detectar cambios y responder a ellos. Por ejemplo, un aumento de la temperatura corporal durante la fiebre representa un cambio en el medio interno (dentro del cuerpo) y girar la cabeza ante el sonido de la frenada de un automóvil es la respuesta a un cambio en el medio externo (fuera del cuerpo), para preparar al cuerpo para una amenaza potencial. Las distintas células del cuerpo responden de maneras características a los cambios ambientales. Las células nerviosas responden generando señales eléctricas, conocidas como impulsos nerviosos (potenciales de acción). Las células musculares responden contrayéndose, lo cual genera fuerza para mover partes del cuerpo.

3. **Movimiento** incluye los desplazamientos de todo el cuerpo, de órganos individuales, de células aisladas y hasta de pequeñas estructuras dentro de las células (subcelulares). Por ejemplo, la acción coordinada de los músculos de las piernas permite desplazar el cuerpo de un lugar a otro al caminar o correr. Cuando se ingiere una comida que contiene grasas, la vesícula biliar se contrae y libera bilis al tubo digestivo para ayudar a digerirlas. Cuando un tejido corporal se daña o se infecta, ciertos glóbulos blancos pasan de la sangre al tejido lesionado para ayudar a limpiar y reparar el área. Dentro de la célula, diversas partes, como las vesículas secretoras (véase Fig. 3.20) se desplazan de una posición a otra para cumplir sus funciones.
4. **Crecimiento** es el aumento del tamaño corporal como resultado del incremento de tamaño de las células existentes, la cantidad de células o ambos. Además, un tejido a veces aumenta de tamaño porque también lo hace la cantidad de material entre las células. Por ejemplo, en un hueso en crecimiento los depósitos minerales se acumulan entre las células del hueso, lo cual ocasiona que este crezca en diámetro y longitud.
5. **Diferenciación** es la transformación de una célula no especializada en especializada. Esas células precursoras que pueden dividirse y dar origen a otras que se diferencian se denominan **células madre**. Como se verá más adelante en este texto, cada tipo celular tiene una estructura o una función especializada que difiere de la de su célula precursora (su ancestro). Por ejemplo, los eritrocitos y varios tipos de leucocitos surgen de las mismas células precursoras no especializadas en la médula ósea. También a través de la diferenciación, un solo ovocito humano fertilizado (óvulo) se convierte en un embrión, y luego en un feto, un bebé, un niño y, finalmente, en un adulto.
6. **Reproducción** se refiere a 1) la formación de nuevas células para el crecimiento y la reparación o reemplazo de tejidos, o bien 2) a la formación de un nuevo individuo. La creación de nuevas células ocurre por medio de división celular. La producción de un nuevo individuo es producto de la fertilización de un ovocito por un espermatozoide para formar un cigoto, tras lo cual ocurren repetidas divisiones celulares y la diferenciación de esas células.

Cuando alguno de los procesos deja de ocurrir correctamente, el resultado es la muerte de células y tejidos, que puede llevar a la muerte del organismo. Desde el punto de vista clínico, la cesación de los latidos cardíacos, la ausencia de respiración espontánea y la pérdida de las funciones encefálicas indican la muerte del cuerpo humano.

§ Correlación clínica

Autopsia

Una **autopsia** (ver con los propios ojos) o *necropsia* es un examen post mórtem (después de la muerte) del cuerpo y la disección de sus órganos internos para determinar la causa de la muerte. Una autopsia puede descubrir la existencia de enfermedades no detectadas durante la vida, determinar la magnitud de las lesiones y explicar cómo esas lesiones pueden haber contribuido al deceso de una persona. También puede suministrar información sobre una enfermedad, ayudar a la acumulación de datos estadísticos y a la educación de los estudiantes de medicina. Además, puede revelar enfermedades capaces de afectar a la descendencia o a los hermanos del sujeto (p. ej., defectos cardíacos congénitos). En ocasiones, una autopsia es requerida legalmente, como en el caso de una investigación criminal. También puede ser útil para resolver disputas entre beneficiarios de compañías de seguros acerca de la causa de la muerte.

Preguntas de revisión

6. Enumere los seis procesos vitales más importantes del cuerpo humano.

1.4 Homeostasis

OBJETIVOS

- **Definir** homeostasis.
- **Describir** los componentes de un sistema de retroalimentación.
- **Comparar** el funcionamiento de los sistemas de retroalimentación positiva y negativa.
- **Explicar** cómo los desequilibrios de la homeostasis se vinculan con trastornos.

La **homeostasis** (de *homeo-* = igual; *-stasis* = detención) es el mantenimiento de condiciones relativamente estables en el medio interno del organismo gracias a la incesante interacción de los múltiples sistemas de regulación corporal. La homeostasis es dinámica. En respuesta a situaciones cambiantes, los parámetros corporales pueden modificarse dentro de estrechos márgenes compatibles con la vida. Por ejemplo, los valores normales de glucosa en sangre (glucemia) oscilan entre 70 y 110 miligramos de glucosa por cada 100 mililitros de sangre.* Cada estructura, desde el nivel celular hasta el de aparatos y sistemas, contribuye de alguna manera a mantener el medio interno corporal dentro de sus límites normales.

Homeostasis de los líquidos corporales

Un aspecto importante de la homeostasis consiste en mantener el volumen y la composición de los **líquidos corporales**, que son soluciones acuosas con sustancias disueltas que se hallan dentro de las células y alrededor de ellas (véase Fig. 27.1). El líquido dentro de las células se denomina **líquido intracelular** (*intra-* = dentro, y se abrevia LIC). El situado fuera de las células es el **líquido extracelular** (*extra-* = fuera, y se abrevia LEC). El LEC que llena los pequeños espacios entre las células de los tejidos se denomina **líquido intersticial** (*inter-* = entre). A medida que se avanza en la lectura, se observará que el LEC difiere según su ubicación en el cuerpo. El LEC situado dentro de los vasos sanguíneos recibe el nombre de **plasma**, mientras que el que está dentro de los vasos linfáticos se denomina **linfa**; el líquido que rodea el encéfalo y la médula espinal se conoce como **líquido cefalorraquídeo**, el de las articulaciones es el **líquido sinovial**, y el LEC de los ojos se conoce como **humor acuoso** y **cuerpo vítreo**.

El correcto funcionamiento de las células del cuerpo depende de la regulación precisa de la composición del líquido que las rodea. Como el líquido extracelular circunda a las células, sirve como *medio interno*. Por el contrario, el *medio externo* del cuerpo es el espacio que rodea al cuerpo en su totalidad.

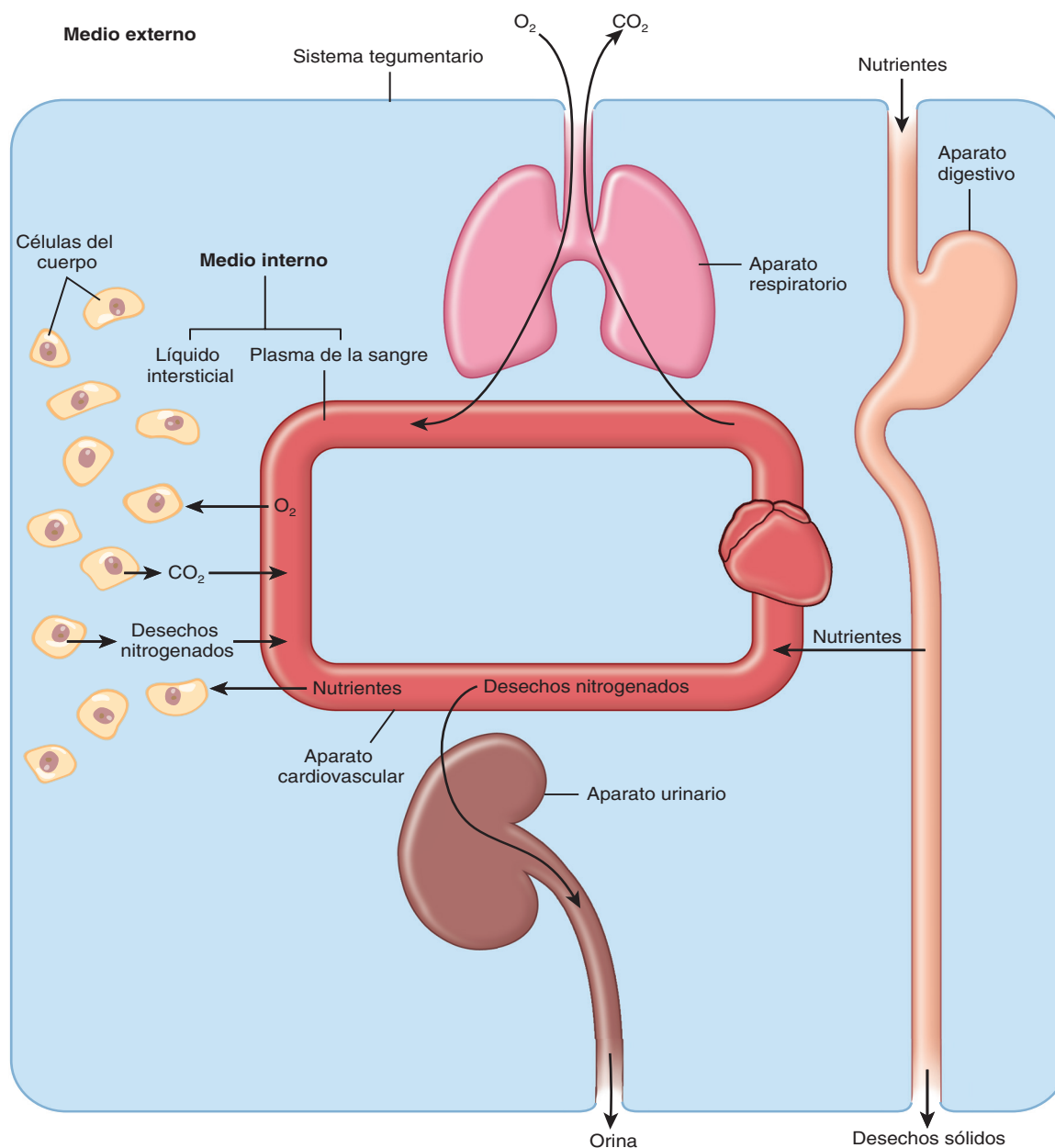
En la **Figura 1.2** se muestra una vista simplificada de los sistemas y aparatos del cuerpo que permiten el intercambio de sustancias entre el medio externo, el medio interno y las células del cuerpo para el manteni-

*En el **Apéndice A** se describen las unidades de medición del sistema métrico.

FIGURA 1.2 Vista simplificada de los intercambios entre el medio externo y el medio interno.

Nótese que el revestimiento interno de los aparatos respiratorio, digestivo y urinario está en continuidad con el medio externo.

El medio interno del cuerpo se refiere al líquido extracelular (líquido intersticial y plasma) que rodea las células.



? ¿Cómo llega a una célula del cuerpo un nutriente proveniente del medio externo?

miento de la homeostasis. Nótese que el sistema tegumentario recubre la superficie corporal externa. Aunque este sistema no cumple un papel importante en el intercambio de materiales, protege el medio interno contra elementos lesivos del medio externo. Desde el medio externo, el oxígeno entra en la sangre a través del aparato respiratorio, y los nutrientes entran en el plasma a través del aparato digestivo. Después de ingresar en el plasma, estas sustancias son transportadas por todo el cuerpo por medio del aparato cardiovascular. Por último, el oxígeno y los nutrientes dejan el

plasma y entran en el líquido intersticial tras atravesar las paredes de los capilares, que son los vasos sanguíneos más pequeños del cuerpo. Los capilares se especializan en la transferencia de material entre el plasma y el líquido intersticial. Desde el líquido intersticial, el oxígeno y los nutrientes son incorporados por las células y metabolizados para generar energía. Durante este proceso, las células producen desechos, que ingresan en el líquido intersticial y después atraviesan la pared de los capilares para llegar luego al plasma. El aparato cardiovascular transporta estos desechos

a los órganos apropiados para que sean eliminados del cuerpo y enviados al medio externo. El producto de desecho CO₂ es retirado el cuerpo por el aparato respiratorio. Los compuestos nitrogenados como la urea y el amoníaco son eliminados del cuerpo por el aparato urinario.

Control de la homeostasis

En el cuerpo humano, la homeostasis es perturbada continuamente. Algunas alteraciones provienen del medio externo en forma de agresiones físicas como el calor intenso de un verano caliente o la falta de oxígeno suficiente en quienes corren dos kilómetros. Otros trastornos se originan en el medio interno, como el nivel de glucosa en sangre, que desciende mucho si se saltea el desayuno. Los desequilibrios de la homeostasis también pueden ocurrir a causa de estrés psicológico en el ámbito social, como por ejemplo, las demandas laborales y escolares. En la mayoría de los casos, la alteración de la homeostasis es leve y temporaria, y las respuestas de las células corporales restauran rápidamente el equilibrio en el medio interno. Sin embargo, en algunas circunstancias el desequilibrio en la homeostasis puede ser intenso y prolongado, como en casos de envenenamiento, sobreexposición a temperaturas extremas, infección grave o cirugía mayor.

Por fortuna, el cuerpo tiene muchos sistemas reguladores que usualmente restauran el equilibrio del medio interno. Las medidas correctoras más frecuentes son suministradas por el sistema nervioso y el sistema endocrino, que pueden trabajar en conjunto o en forma independiente. El sistema nervioso regula la homeostasis enviando señales eléctricas conocidas como *impulsos nerviosos (potenciales de acción)* a órganos que pueden contrarrestar la alteración del estado de equilibrio. El sistema endocrino incluye muchas glándulas que secretan y envían a la sangre moléculas mensajeras denominadas *hormonas*. Típicamente, los impulsos nerviosos producen cambios rápidos, mientras que las hormonas por lo general son de acción más lenta. No obstante, ambas formas de regulación operan para un mismo fin, en forma habitual mediante sistemas de retroalimentación negativa.

Sistemas de retroalimentación El cuerpo puede regular su medio interno por medio de diversos sistemas de retroalimentación. Un **sistema** o *circuito de retroalimentación* es un ciclo de acontecimientos en el cual el estado de una determinada condición es monitorizado, evaluado, modificado, vuelto a monitorizar, reexaminado y así sucesivamente. Cada variable monitorizada, como la temperatura corporal, la tensión arterial o el nivel de glucemia, recibe el nombre de *condición controlada (variable controlada)*. Se denomina *estímulo* a toda alteración que modifica una condición controlada. Un sistema de retroalimentación incluye tres componentes básicos: un receptor, un centro de control y un efector (**Fig. 1.3**).

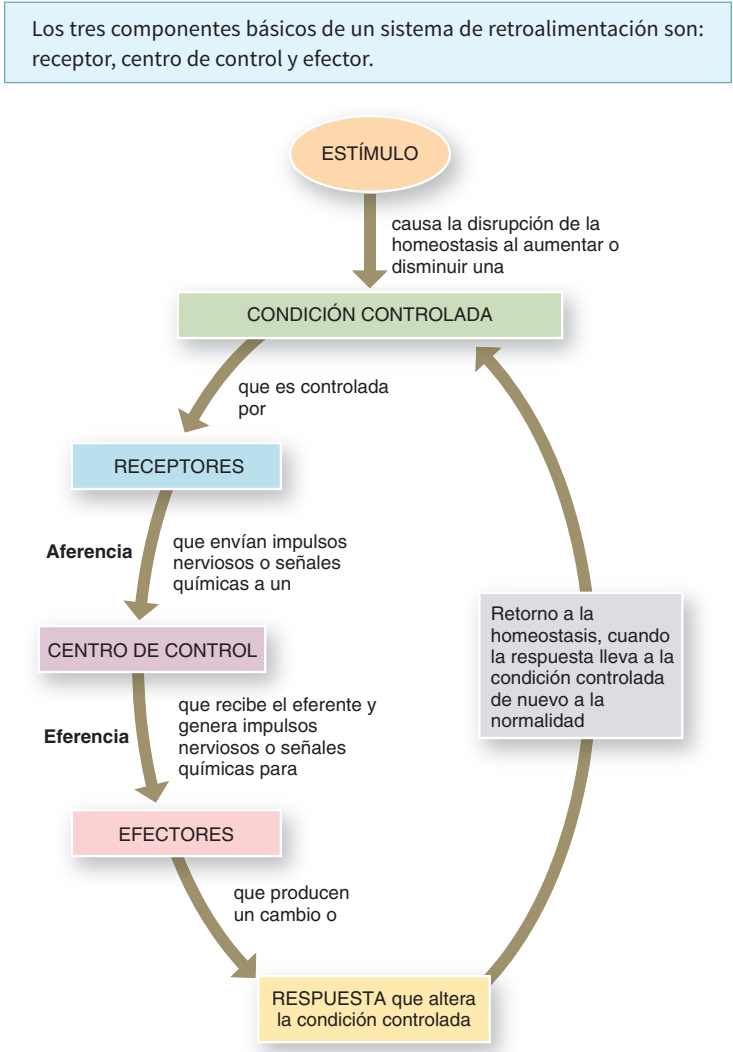
- 1. Un **receptor** es una estructura corporal que detecta cambios en una condición controlada y envía información a un centro de control. Esta trayectoria se denomina *vía aferente* (*af-* = hacia; *-ferente* = transportada), pues la información fluye *hacia* el centro de control. Habitualmente, la *aferencia* ocurre en forma de impulsos nerviosos o señales químicas. Por ejemplo, ciertas terminaciones nerviosas situadas en la piel perciben la temperatura y pueden detectar cambios, como una brusca caída de esta.
- 2. Un **centro de control** en el cuerpo, como por ejemplo el encéfalo, que establece el estrecho rango de valores o *puntos de ajuste* dentro del cual debe mantenerse una condición controlada, evalúa la aferencia que recibe de los receptores y genera señales eferentes cuando son necesarias. La *eferencia* del centro de control en general consiste en impulsos nerviosos, hormonas u otras señales químicas. Su trayectoria

se denomina *vía eferente* (*ef-* = lejos de), ya que la información se *aleja* del centro de control. En el ejemplo mencionado de la temperatura de la piel, el encéfalo actúa como centro de control, recibe impulsos de los receptores de la piel y genera impulsos nerviosos como señal eferente.

- 3. Un **efector** es una estructura corporal que recibe señales del centro de control y produce una **respuesta** o efecto que modifica la condición controlada. Casi todos los órganos y tejidos del cuerpo pueden comportarse como efectores. Cuando la temperatura corporal cae bruscamente, el encéfalo (centro de control) emite impulsos nerviosos (eferentes) a los músculos esqueléticos (efectores). El resultado de esto son temblores, que generan calor y elevan la temperatura corporal.

Un grupo de receptores y efectores en comunicación con su centro de control conforma un sistema de retroalimentación que puede regular una condición controlada en el medio interno corporal. En un sistema de retroalimentación, la respuesta “retroalimenta” información para modificar de alguna manera la condición controlada, ya sea anulándola (retroalimentación negativa) o intensificándola (retroalimentación positiva).

FIGURA 1.3 Funcionamiento de un sistema de retroalimentación.



? ¿Cuál es la diferencia principal entre los sistemas de retroalimentación positiva y negativa?

SISTEMAS DE RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA Un **sistema de retroalimentación negativa** *revierte* un cambio producido en una condición controlada. La tensión arterial (TA) es la fuerza ejercida por la sangre que ejerce presión contra las paredes de los vasos sanguíneos. Cuando el corazón late más rápido o con mayor intensidad, la TA aumenta. Si algún estímulo interno o externo hace que la tensión arterial (la condición controlada) se incremente, ocurre la siguiente secuencia de acontecimientos (**Fig. 1.4**). Los **barorreceptores** (receptores), células nerviosas sensitivas situadas en las paredes de determinados vasos sanguíneos, detectan la presión elevada. Los barorreceptores envían impulsos nerviosos (aférentes) al encéfalo (centro de control), que interpreta los impulsos y responde enviando impulsos nerviosos (eferentes) al corazón y los vasos sanguíneos (los efectores). La frecuencia cardíaca disminuye y los vasos sanguíneos se dilatan (se ensanchan), lo que hace que la TA disminuya (respuesta). Esta secuencia de acontecimientos normaliza con rapidez la condición controlada (la TA) y restaura la homeostasis. Nótese que la actividad del efector hace que la TA disminuya, un resultado que anula el estímulo original (un aumento de la TA). Esta es la razón por la cual el proceso se denomina sistema de retroalimentación negativa.

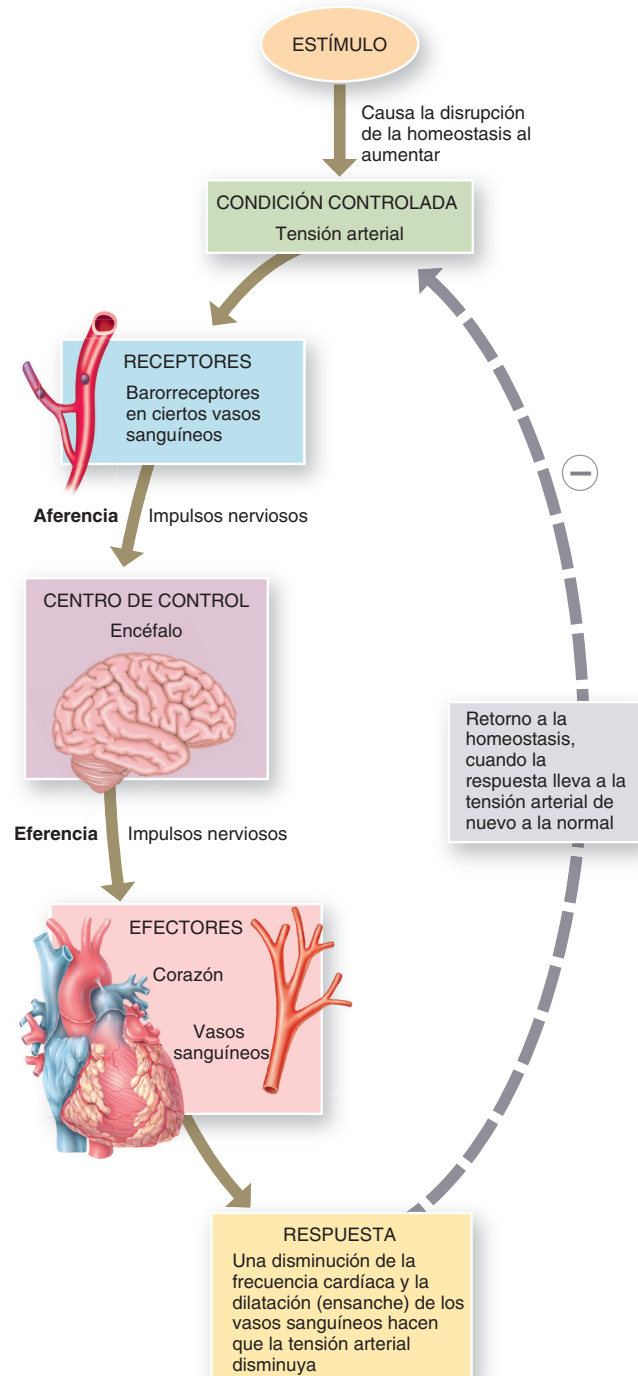
SISTEMAS DE RETROALIMENTACIÓN POSITIVA Un **sistema de retroalimentación positiva**, a diferencia con uno de retroalimentación negativa, tiende a *fortalecer o reforzar* una modificación en uno de las condiciones controladas del cuerpo. En un sistema de retroalimentación positiva, la respuesta afecta la condición controlada de modo diferente de como lo hace un sistema de retroalimentación negativa. El centro de control también envía señales para el efector, pero en este caso el efector produce una respuesta fisiológica que intensifica o *refuerza* el cambio inicial en la condición controlada. La acción de un sistema de retroalimentación positiva prosigue hasta que es interrumpida por algún mecanismo.

El parto normal provee un buen ejemplo de sistema de retroalimentación positiva (**Fig. 1.5**). Las primeras contracciones en el trabajo de parto (estímulo) impulsan parte del feto hasta el cuello uterino, que es la porción más inferior del útero y que se abre en la vagina. Células nerviosas sensibles a la tracción (receptores) controlan la magnitud del estiramiento cervical (la condición controlada). A medida que el estiramiento aumenta, se envían más impulsos nerviosos (aférentes) al encéfalo (órgano de control), que a su vez hace que la glándula hipófisis libere la hormona oxitocina (eferente) a la sangre. La oxitocina estimula los músculos de la pared uterina (efector) para que se contraigan con mayor intensidad aún. Las contracciones impulsan al feto más hacia abajo en el útero y así se dilata más el cuello uterino. El ciclo de estiramiento, liberación de hormona y contracciones siempre más fuertes se interrumpe solo por el nacimiento del bebé. Después de que esto ocurre, cesa el estiramiento del cuello uterino y ya no se libera más oxitocina.

Otro ejemplo de retroalimentación positiva es el que ocurre en el cuerpo cuando se pierde una gran cantidad de sangre. En condiciones normales, el corazón bombea hacia las células del cuerpo sangre con presión suficiente para suministrarles oxígeno y nutrientes a fin de mantener la homeostasis. Si se produce una pérdida de sangre importante, la tensión arterial disminuye y las células de la sangre (y las del corazón) reciben menos oxígeno y funcionan con menor eficiencia. Si la pérdida de sangre continúa, la función de bombeo del corazón se debilita aún más y la tensión arterial sigue cayendo. Este es un ejemplo de retroalimentación positiva que tiene graves consecuencias y puede llevar a la muerte en ausencia de intervención médica. Como podrá ver en el **Capítulo 19**, la coagulación sanguínea también constituye un ejemplo de sistema de retroalimentación positiva.

FIGURA 1.4 Regulación homeostática de la tensión arterial mediante un sistema de retroalimentación negativa. La flecha de retorno, de trazo discontinuo con un signo negativo rodeado por un círculo, simboliza la retroalimentación negativa.

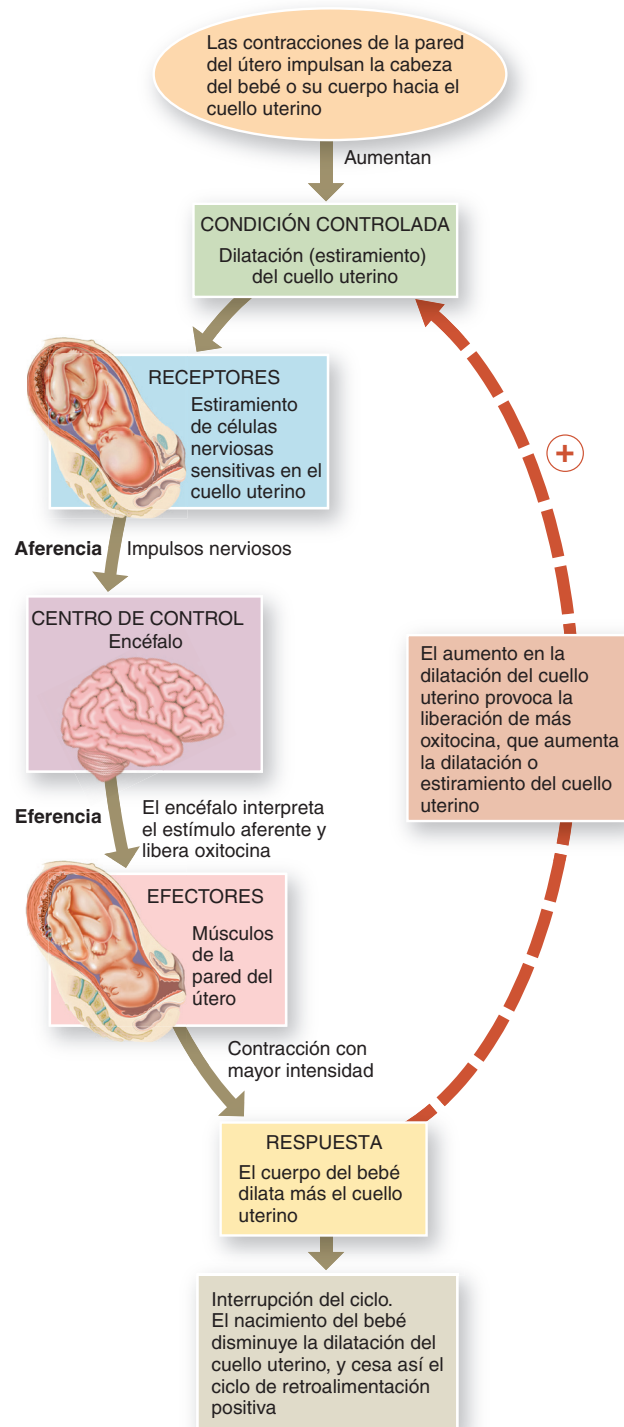
Si la respuesta revierte el estímulo, el sistema está operando por retroalimentación negativa.



? ¿Qué le ocurrirá a la frecuencia cardíaca si un estímulo hace que la tensión arterial disminuya? ¿Lo que ocurra será por retroalimentación positiva o negativa?

FIGURA 1.5 Retroalimentación positiva para control de las contracciones en el trabajo de parto durante el nacimiento de un bebé. La flecha de retorno, de trazo interrumpido con un signo positivo rodeado por un círculo, simboliza la retroalimentación positiva.

Si la respuesta intensifica el estímulo, el sistema está operando por retroalimentación positiva.



Estos ejemplos muestran ciertas diferencias importantes entre los sistemas de retroalimentación positiva y negativa. En virtud de que un sistema de retroalimentación positiva refuerza de manera continua un cambio en una condición controlada, el sistema debe anularlo. Si la acción sobre un sistema de retroalimentación positiva no cesa, puede “escaparse”, e incluso producir situaciones que pongan en peligro la vida. Por lo contrario, la acción de un sistema de retroalimentación negativa se enlentece y después cesa cuando la acción controlada retorna a su estado normal. Por lo general, los sistemas de retroalimentación positiva refuerzan condiciones que no ocurren con mucha frecuencia, y los sistemas de retroalimentación negativa regulan condiciones del cuerpo que permanecen relativamente estables durante mucho tiempo.

Desequilibrios homeostáticos

Como hemos visto, homeostasis es una condición en la que el medio interno del cuerpo permanece relativamente estable. La capacidad del cuerpo para mantener la homeostasis otorga un tremendo poder sanador y una notable resistencia al abuso. Los procesos fisiológicos responsables del mantenimiento de la homeostasis son en su mayor parte también responsables de una buena salud.

Para la mayoría de las personas, una buena salud durante toda la vida no es algo que ocurre sin esfuerzo. Los múltiples factores en ese equilibrio denominado salud son:

- El medio ambiente y el comportamiento del propio individuo.
- La constitución genética.
- El aire que se respira, los alimentos que se ingieren e incluso los pensamientos.

La forma de vida puede sustentar la capacidad del cuerpo para mantener la homeostasis y recuperarse de los obstáculos inevitables que la vida pone en el camino, o puede interferir con ella.

Muchas enfermedades son el resultado de años de malas conductas, que alteran el impulso natural del cuerpo para mantener la homeostasis. Un ejemplo obvio son las enfermedades relacionadas con el tabaquismo. El hecho de fumar tabaco expone al tejido pulmonar sensible a una multitud de sustancias químicas que causan cáncer y dañan la capacidad del pulmón de repararse a sí mismo. Dado que enfermedades como el enfisema y el cáncer pulmonar son difíciles de tratar y muy rara vez se curan, es mucho más prudente dejar de fumar –o nunca comenzar a hacerlo– que esperar que un médico pueda “solucionar” el problema una vez hecho el diagnóstico de enfermedad pulmonar. El desarrollo de un estilo de vida que pueda cooperar con los procesos homeostáticos corporales en lugar de obstaculizarlos ayuda a maximizar el potencial personal para tener salud y bienestar óptimos.

La homeostasis se mantiene mientras todas las condiciones controladas del cuerpo permanezcan dentro de estrechos límites, las células del cuerpo funcionen eficientemente y el cuerpo esté saludable. Sin embargo, si uno o más componentes del cuerpo pierden su capacidad para contribuir a la homeostasis, el equilibrio normal entre todos los procesos corporales puede perturbarse. Si el desequilibrio homeostático es moderado, puede aparecer un trastorno o una enfermedad; si es intenso, puede tener como resultado la muerte.

Un **trastorno** es cualquier anomalía de una estructura o función. **Enfermedad** es un término más específico para una dolencia caracterizada por un conjunto de signos y síntomas reconocibles. Una *enfermedad local* afecta una parte o una región limitada del cuerpo (p. ej., la infección

? ¿Por qué los sistemas de retroalimentación positiva que son parte de una respuesta fisiológica normal incluyen algún mecanismo que termina el proceso?

de un seno paranasal); una *enfermedad sistémica* afecta todo el cuerpo o varias partes del este (p. ej., gripe). Las enfermedades alteran estructuras y funciones corporales de manera característica. Una persona enferma puede experimentar **síntomas**, cambios *subjetivos* en las funciones corporales que no son evidentes para un observador. La cefalea, las náuseas y la ansiedad son ejemplos de síntomas. Los cambios *objetivos* que un médico puede observar y evaluar se denominan **signos** y pueden ser anatómicos, como una tumefacción o una erupción, o fisiológicos, como fiebre, hipertensión arterial o parálisis.

La ciencia que estudia cuándo, cómo y dónde ocurren las enfermedades se llama **epidemiología** (*epi* = sobre; *-demi* = gente). La **farmacología** (*fármaco* = droga) es la ciencia que estudia los efectos y los usos de las drogas en el tratamiento de enfermedades.

Correlación clínica

Diagnóstico de enfermedades

Diagnóstico (*dia* = a través; *-gnosis* = conocimiento) es la ciencia y la habilidad para diferenciar un trastorno o enfermedad. Los síntomas y signos del paciente, su historia clínica, un examen físico y pruebas de laboratorio constituyen la base para formular un diagnóstico. La obtención de una *anamnesis* consiste en recoger información acerca de acontecimientos que pueden estar relacionados con la dolencia del paciente. Esos datos incluyen el motivo de consulta principal (la razón primaria para buscar atención médica), los antecedentes de la enfermedad actual, los antecedentes médicos anteriores, los antecedentes familiares, la anamnesis social y una revisión de los síntomas. Un *examen físico* es una evaluación ordenada del cuerpo y sus funciones. Este proceso incluye las técnicas no invasivas de inspección, palpación, auscultación y percusión ya explicadas en este capítulo, y la medición de signos vitales (temperatura, pulso, frecuencia respiratoria y tensión arterial) y, a veces, también pruebas de laboratorio.

Preguntas de revisión

7. Describa la localización del líquido intracelular, el líquido extracelular, el líquido intersticial y el plasma sanguíneo.
8. ¿Por qué el líquido intracelular se denomina medio interno del cuerpo?
9. ¿Qué tipos de perturbaciones pueden actuar como estímulos iniciadores de un sistema de retroalimentación?
10. Defina receptor, centro de control y efector.
11. ¿Cuál es la diferencia entre síntomas y signos de una enfermedad? Mencione ejemplos de cada uno.

1.5 Terminología anatómica básica

OBJETIVOS

- **Describir** la posición anatómica.
- **Relacionar** los nombres anatómicos con los correspondientes nombres comunes para varias regiones del cuerpo humano.

- **Definir** los planos anatómicos, los cortes anatómicos y los términos direccionales usados para describir el cuerpo humano.
- **Delimitar** las principales cavidades del cuerpo, los órganos que contienen y las estructuras que las revisten.

Los científicos y los profesionales de la salud utilizan un lenguaje común de términos especiales para referirse a las estructuras corporales y sus funciones. El lenguaje de la anatomía que usan tiene significados definidos con precisión que permiten una comunicación clara y precisa. Por ejemplo, ¿es correcto decir “la muñeca está encima de los dedos”? Esto sería cierto si el miembro superior se encontrara a los lados del cuerpo. Pero si se eleva la mano por encima de la cabeza, los dedos estarán por encima de la muñeca. Para evitar este tipo de confusiones, los anatomistas usan posiciones anatómicas estándar y un vocabulario especial para relacionar entre sí las distintas partes del cuerpo.

Posiciones del cuerpo

Las descripciones de cualquier parte del cuerpo presuponen que se halla en una posición de referencia estándar, denominada **posición anatómica**. En ella, el sujeto está de pie mirando al observador, con la cabeza nivelada y los ojos dirigidos justo al frente. Los miembros inferiores se hallan paralelos, los pies apoyados planos sobre el piso y dirigidos al frente, y los miembros superiores a los lados, con las palmas vueltas hacia adelante (Fig. 1.6). Dos son los términos que describen un cuerpo recostado. Si se encuentra con la cara hacia abajo, está en decúbito **prono**, mientras que si se encuentra con la cara hacia arriba, se halla en decúbito **supino**.

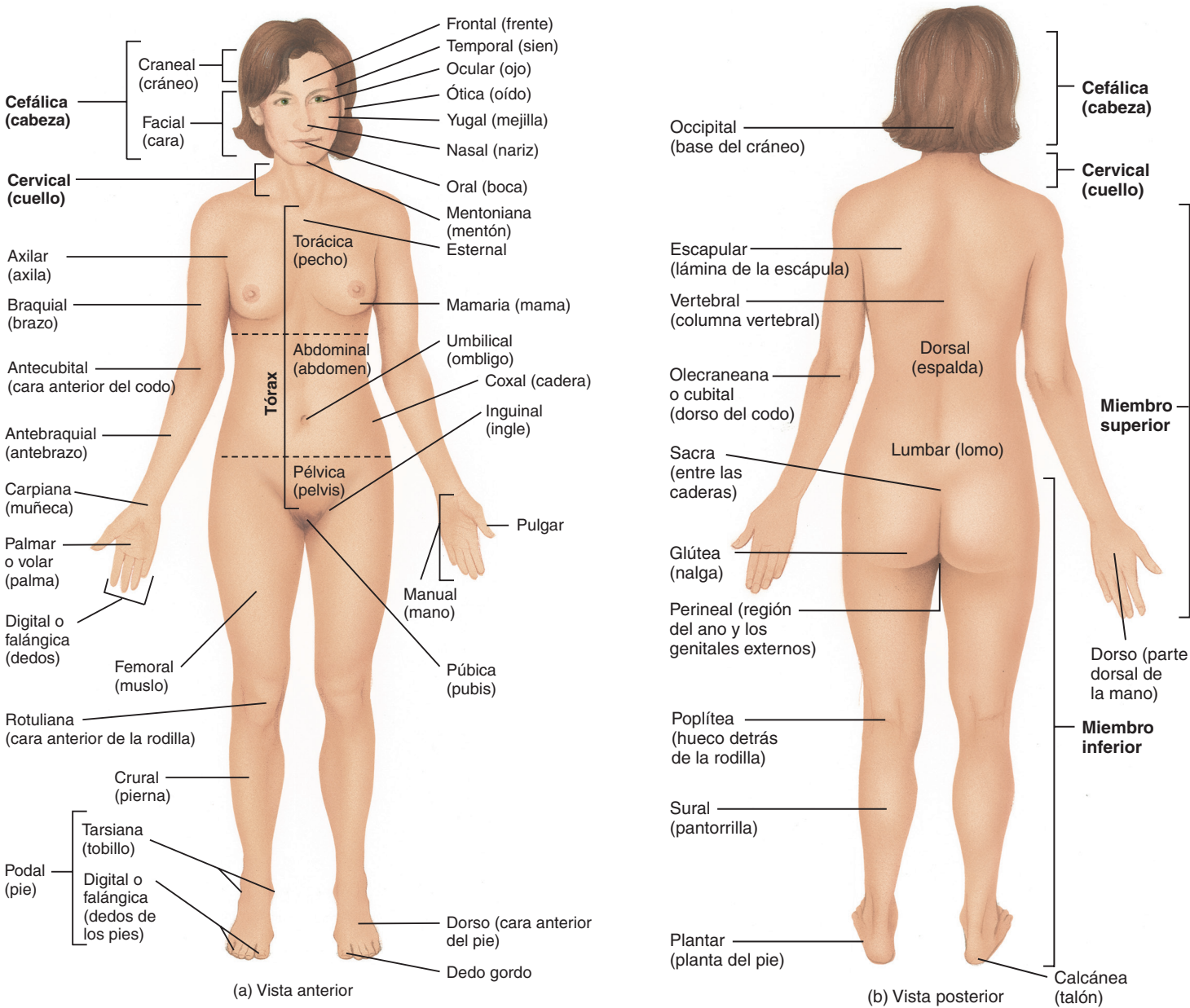
Nombres de las regiones

El cuerpo humano se divide en varias regiones principales que pueden ser identificadas desde el exterior. Estas son: cabeza, cuello, tronco, miembros superiores y miembros inferiores (Fig. 1.6). La **cabeza** consiste en el cráneo y la cara. El **cráneo** envuelve y protege al encéfalo; la **cara** es la porción anterior de la cabeza, que incluye los ojos, la nariz, la boca, la frente, las mejillas y el mentón. El **cuello** sostiene la cabeza y la une al tronco. El **tronco** consiste en el tórax, el abdomen y la pelvis. Cada **miembro superior** está unido al tronco y consta del hombro, la axila, el brazo (la porción del miembro que se extiende entre el hombro y el codo), el antebrazo (porción del miembro que se extiende entre el codo y la muñeca), la muñeca y la mano. Cada **miembro inferior** está unido también al tronco e incluye la nalga, el muslo (la porción del miembro que va desde la nalga hasta la rodilla), la pierna (la porción del miembro que se extiende desde la rodilla hasta el tobillo), el tobillo y el pie. La **ingle** es un área en la superficie frontal del cuerpo señalada por una arruga a cada lado y conecta el miembro inferior con el tronco.

La **Figura 1.6** muestra los nombres anatómicos y comunes de las partes principales del cuerpo. Por ejemplo, si un individuo recibe una inmunización antitetánica en su *región glútea*, la inyección es en su *nalga*. Como usualmente el nombre anatómico de una parte del cuerpo se basa en una

FIGURA 1.6 Posición anatómica. Están indicados los nombres anatómicos y los nombres comunes correspondientes (entre paréntesis). Por ejemplo, la región cefálica es la cabeza.

En la posición anatómica, el sujeto está erguido frente al observador, con la cabeza nivelada y los ojos mirando hacia adelante. Los miembros inferiores están paralelos con los pies apoyados en el piso y dirigidos hacia adelante, y los miembros superiores se hallan a los lados del cuerpo con las palmas hacia adelante.



? ¿Cuál es la utilidad de definir una posición anatómica estándar?

palabra griega o latina, puede parecer diferente del nombre común de la misma parte o área. Por ejemplo, la palabra latina *axila* es el término anatómico para el hueco bajo el hombro, entre el brazo y el tronco. Por tal razón, nervio axilar es el que pasa dentro de esa área. Durante la lectura de este libro, se aprenderá más acerca de las raíces griegas y latinas de los términos anatómicos y fisiológicos.

Términos direccionales

Los anatomistas usan **términos direccionales** específicos para localizar las diversas estructuras del cuerpo; se trata de palabras que describen la posición de una parte del cuerpo en relación con otra. Varios términos direccionales están agrupados en pares que tienen significados opuestos, como anterior (al frente) y posterior (atrás). El **Panel 1** y la **Figura 1.7** presentan los términos direccionales principales.

PANEL 1 Términos direccionales (Fig. 1.7)

OBJETIVO

- Definir cada término direccional usado para describir el cuerpo humano.

Reseña

La mayor parte de los términos direccionales usados para describir la relación entre partes del cuerpo pueden agruparse en pares que tienen significados opuestos. Por ejemplo, **superior** significa hacia la

parte alta del cuerpo e **inferior**, hacia la parte baja del cuerpo. Es importante comprender que los términos direccionales tienen significado solo cuando se emplean para describir la posición de una estructura con respecto a otra. Por ejemplo, la rodilla es superior al tobillo, aunque ambos se ubican en la mitad inferior del cuerpo. Al leer los ejemplos, obsérvese la **Figura 1.7** para ver la ubicación de cada estructura.

Preguntas de revisión

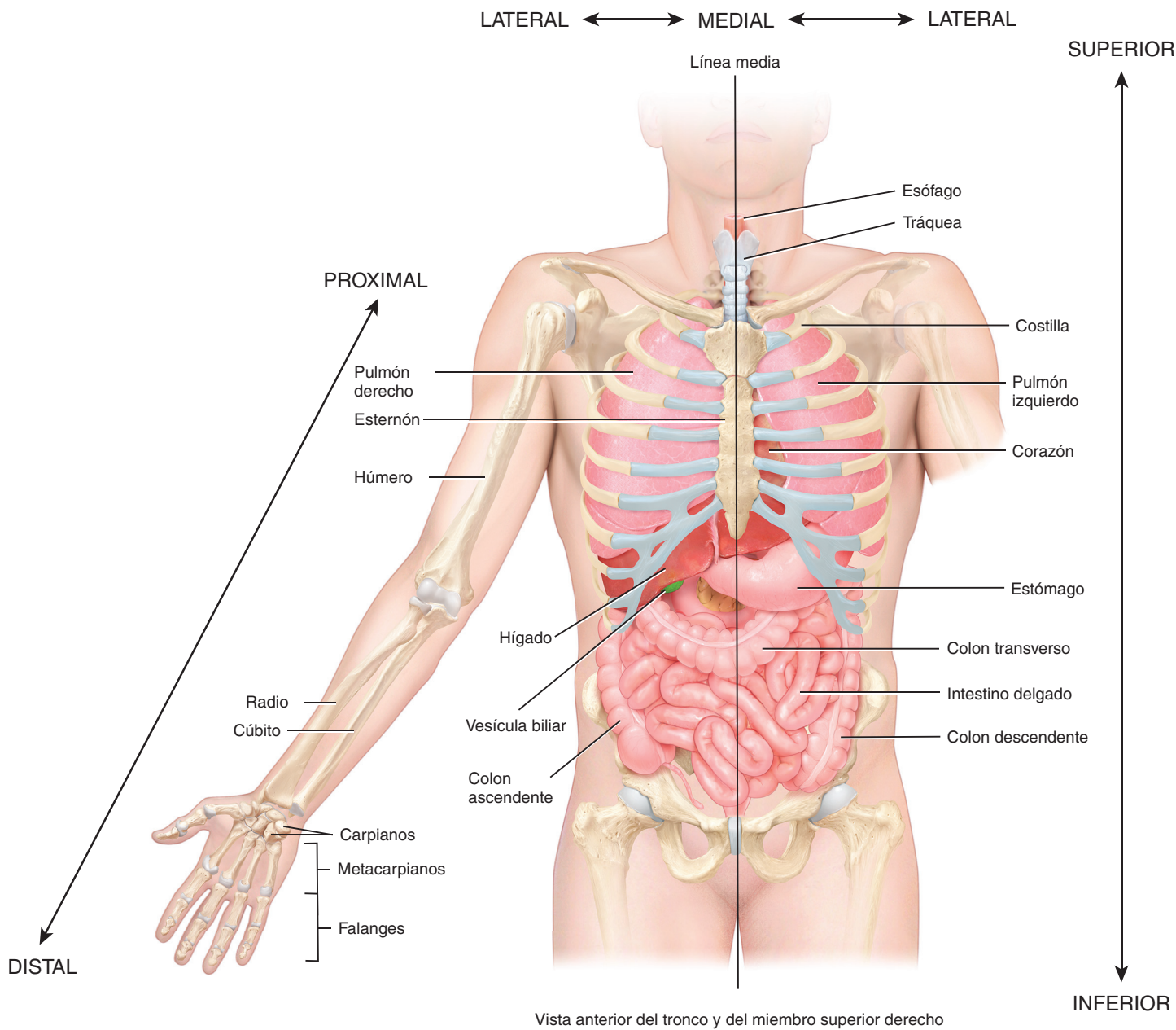
12. ¿Qué términos direccionales pueden utilizarse para especificar la relación entre 1) el codo y el hombro, 2) los hombros derecho e izquierdo, 3) el esternón y el húmero, y 4) el corazón y el diafragma?

TÉRMINOS DIRECCIONALES	DEFINICIÓN	EJEMPLO DE USO
Superior (<i>cefálico o craneal</i>)	En dirección a la cabeza o la parte superior del cuerpo	El corazón es superior con relación al hígado
Inferior (<i>caudal</i>)	Alejado de la cabeza, o la parte inferior de una estructura	El estómago es inferior con relación a los pulmones
Anterior (<i>ventral</i>)*	Cerca del frente del cuerpo	El esternón es anterior al corazón
Posterior (<i>dorsal</i>)	Cercano al dorso del cuerpo o en el dorso	El esófago es posterior a la tráquea
Medial	Cercano a la línea media (una línea vertical imaginaria que divide al cuerpo en lados iguales, derecho e izquierdo)	El cúbito es medial con relación al radio
Lateral	Alejado de la línea media	Los pulmones son laterales al corazón
Intermedio	Entre dos estructuras	El colon transverso es intermedio entre el colon ascendente y el colon descendente
Homolateral (<i>ipsilateral</i>)	Del mismo lado del cuerpo que otra estructura	La vesícula biliar y el colon ascendente son ipsilaterales
Contralateral	Del lado opuesto del cuerpo o de otra estructura	El colon ascendente y el colon descendente son contralaterales
Proximal	Más cercano a la unión de un miembro con el tronco; más cercano al punto de origen de una estructura	El húmero (hueso del brazo) es proximal al radio
Distal	Más alejado de la unión de un miembro con el tronco; más alejado del origen de una estructura	Las falanges (huesos de los dedos) son distales a los huesos carpianos (huesos de la muñeca)
Superficial (<i>externo</i>)	En dirección a la superficie del cuerpo o en esa superficie	Las costillas son superficiales a los pulmones
Profundo (<i>interno</i>)	Alejado de la superficie del cuerpo	Las costillas son profundas en relación con la piel del pecho y la espalda

*Nótese que los términos *anterior* y *ventral* significan lo mismo en los seres humanos; sin embargo, en los animales cuadrúpedos, *ventral* se refiere al vientre y, por lo tanto, es *inferior*. De manera similar, los términos *posterior* y *dorsal* significan lo mismo en seres humanos, pero en los animales cuadrúpedos *dorsal* se refiere a la espalda o dorso y, por lo tanto, es *superior*.

FIGURA 1.7 Términos direccionales.

Los términos direccionales localizan con precisión diversas partes del cuerpo respecto de otras.



? ¿Es el radio proximal al húmero? ¿Es el esófago anterior a la tráquea? ¿Son las costillas superficiales a los pulmones? ¿Es la vejiga medial respecto al colon ascendente? ¿Es el esternón lateral respecto del colon descendente?

Planos y cortes

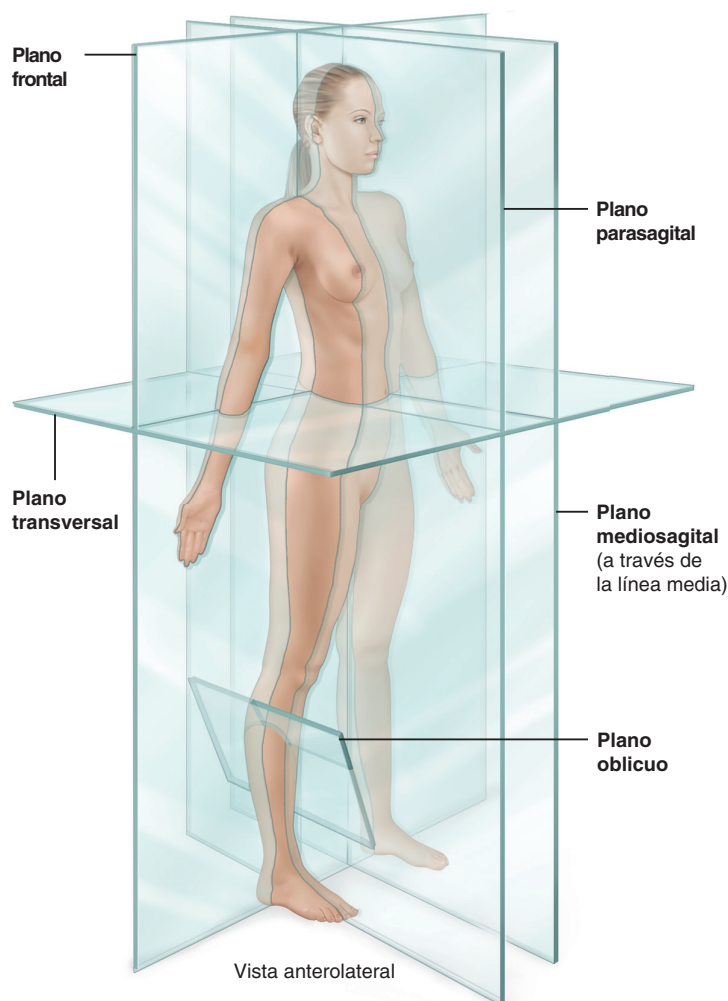
También se estudiarán las partes del cuerpo en relación con los **planos**, superficies planas imaginarias que pasan a través de partes del cuerpo (Fig. 1.8). Un **plano sagital** (*sagit* = flecha) es una línea vertical que divide el cuerpo o un órgano en lados derecho e izquierdo. Más específicamente,

cuando uno de estos planos pasa a través de la línea media del cuerpo o de un órgano y lo divide en partes derecha e izquierda *iguales*, recibe el nombre de **plano sagital medio** o *plano mediano*. La **línea media** es una línea vertical imaginaria que divide el cuerpo en partes derecha e izquierda iguales. Si el plano sagital no pasa por la línea media sino que divide el cuerpo o un órgano en partes derecha e izquierda *desiguales*,

recibe el nombre de **plano parasagital** (*para-* = cerca). Un plano **frontal** o **coronal** divide el cuerpo o un órgano en sus porciones anterior (frontal) y posterior (dorsal). Un **plano transversal** divide el cuerpo o un órgano en las porciones superior e inferior. Otros nombres para un plano transversal son *plano transversal* o *plano horizontal*. Los planos sagital, frontal y transversal forman ángulos rectos entre sí. Por el contrario, un **plano oblicuo** pasa a través del cuerpo o de un órgano y forma un ángulo oblicuo (todo ángulo que no es de 90°).

FIGURA 1.8 Planos que pasan a través del cuerpo humano.

Los planos frontal, sagital y oblicuo dividen el cuerpo de forma específica.

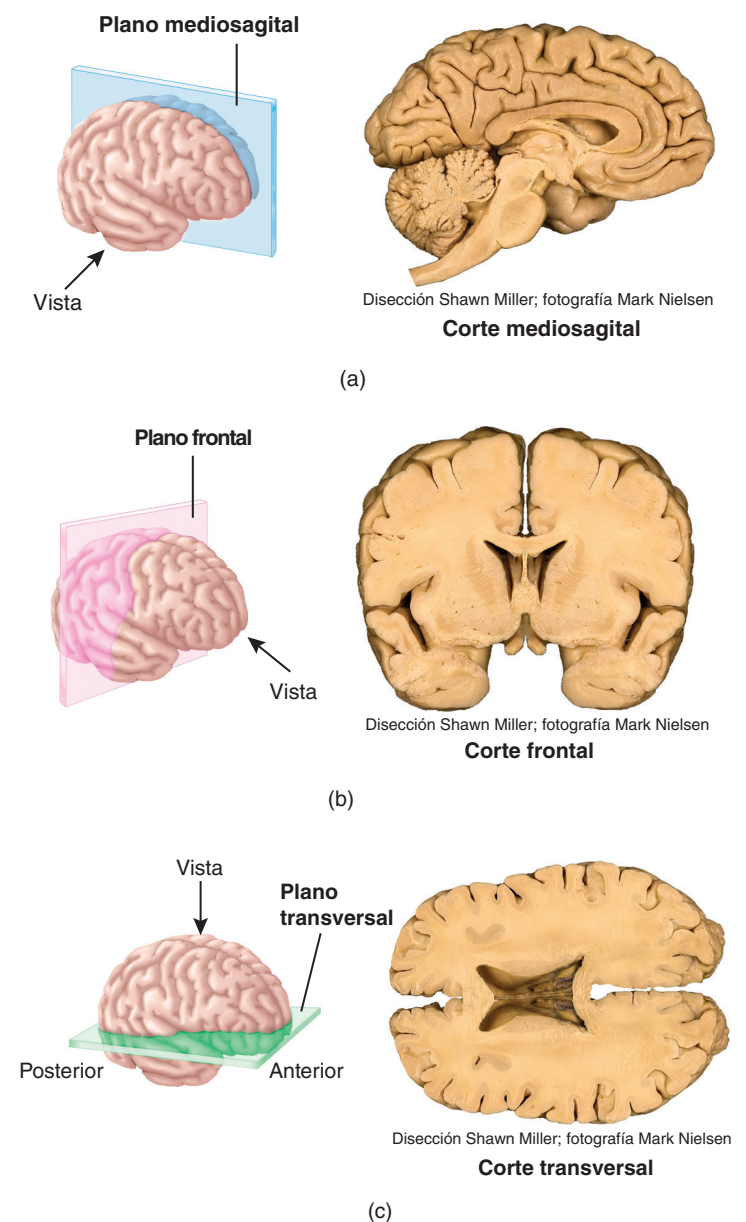


? ¿Qué plano divide al corazón en una porción anterior y una posterior?

Cuando se estudia una región del cuerpo, suele verse en forma de corte. Un **corte** es una sección del cuerpo o de uno de sus órganos realizada a lo largo de uno de sus planos recién descritos. Es importante conocer el plano del corte para poder entender la relación anatómica de una parte con otra. La **Figura 1.9a-c** indica cómo tres cortes diferentes –*sagital medio*, *frontal* y *transversal*– proveen vistas diferentes del encéfalo.

FIGURA 1.9 Planos y cortes a través de diferentes partes del encéfalo. Los diagramas (izquierda) muestran los planos; las fotografías (derecha) ilustran los cortes resultantes. Nota: las flechas “vista” en los diagramas indican la dirección desde la cual se visualiza cada corte. Este recurso se utiliza en todo el libro para indicar la perspectiva de la visualización.

Los planos dividen el cuerpo de varias maneras, para producir cortes.



? ¿Qué plano divide al encéfalo en una porción derecha y una izquierda, desiguales?

Cavidades del cuerpo

Las **cavidades del cuerpo** son espacios que contienen órganos internos. Huesos, músculos y ligamentos y otras estructuras separan las diversas cavidades unas de otra. A continuación se describirán varias de estas cavidades (Fig. 1.10).

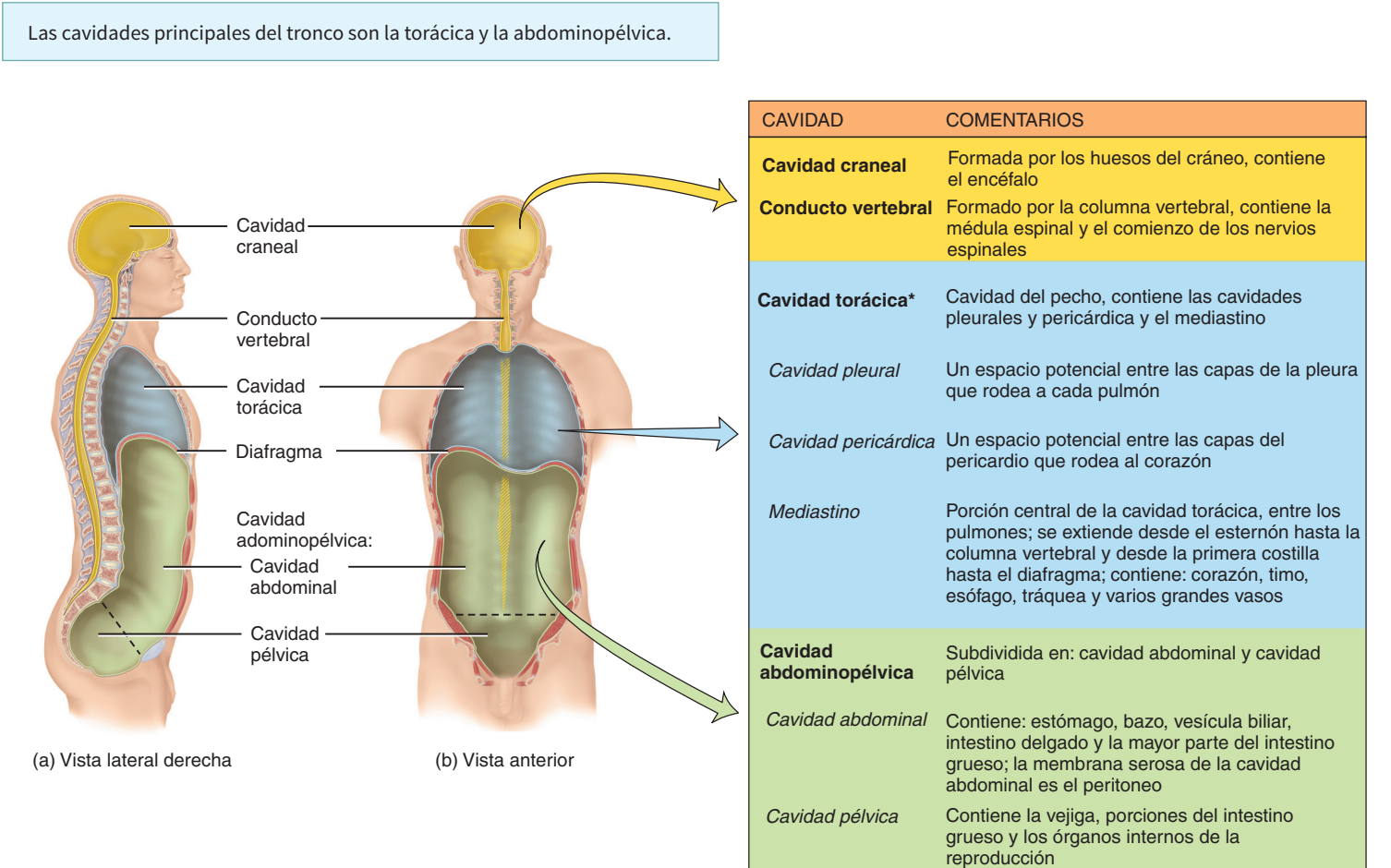
Los huesos del cráneo forman un espacio hueco denominado **cavidad craneal**, que contiene al encéfalo. Los huesos de la columna vertebral forman el **conducto vertebral** (*espinal*), que contiene la médula espinal. La cavidad craneal y el conducto vertebral guardan continuidad entre sí. Tres capas de tejido protector, las **meninges**, y un líquido amortiguador de los golpes rodean el encéfalo y la médula espinal.

Las cavidades principales del tronco son la torácica y la abdominal. La **cavidad torácica** (Fig. 1.11) está formada por las costillas, los músculos del tórax, el esternón y la porción torácica de la columna vertebral. Dentro de la cavidad torácica se encuentran la **cavidad pericárdica** (*peri* =

alrededor; *-cárdica* = corazón), que es un espacio lleno de líquido que rodea al corazón, y dos espacios llenos de líquido denominados **cavidades pleurales** (*pleur* = costilla o lado), alrededor de cada uno de los pulmones. La parte central de la cavidad torácica es la región anatómica denominada **mediastino** (medio; *-stinum* = partición). Se encuentra entre los pulmones y se extiende desde el esternón hasta la columna vertebral y desde la primera costilla hasta el diafragma (Fig. 1.11a, b). El mediastino contiene todos los órganos torácicos, excepto los pulmones. Entre las estructuras situadas dentro del mediastino se pueden mencionar el corazón, el esófago, la tráquea, el timo y varios grandes vasos sanguíneos que entran en el corazón y salen de él. El **diafragma** (= partición o pared) es un músculo en forma de cúpula que separa la cavidad torácica de la abdominopélvica.

La **cavidad abdominopélvica** (véase Fig. 1.10) se extiende desde el diafragma hasta la ingle y está rodeada por la pared muscular abdominal y por los huesos y músculos de la pelvis. Como su nombre lo in-

FIGURA 1.10 Cavidades corporales. La línea de trazo discontinuo en (a) indica el límite entre las cavidades abdominal y pélvica.



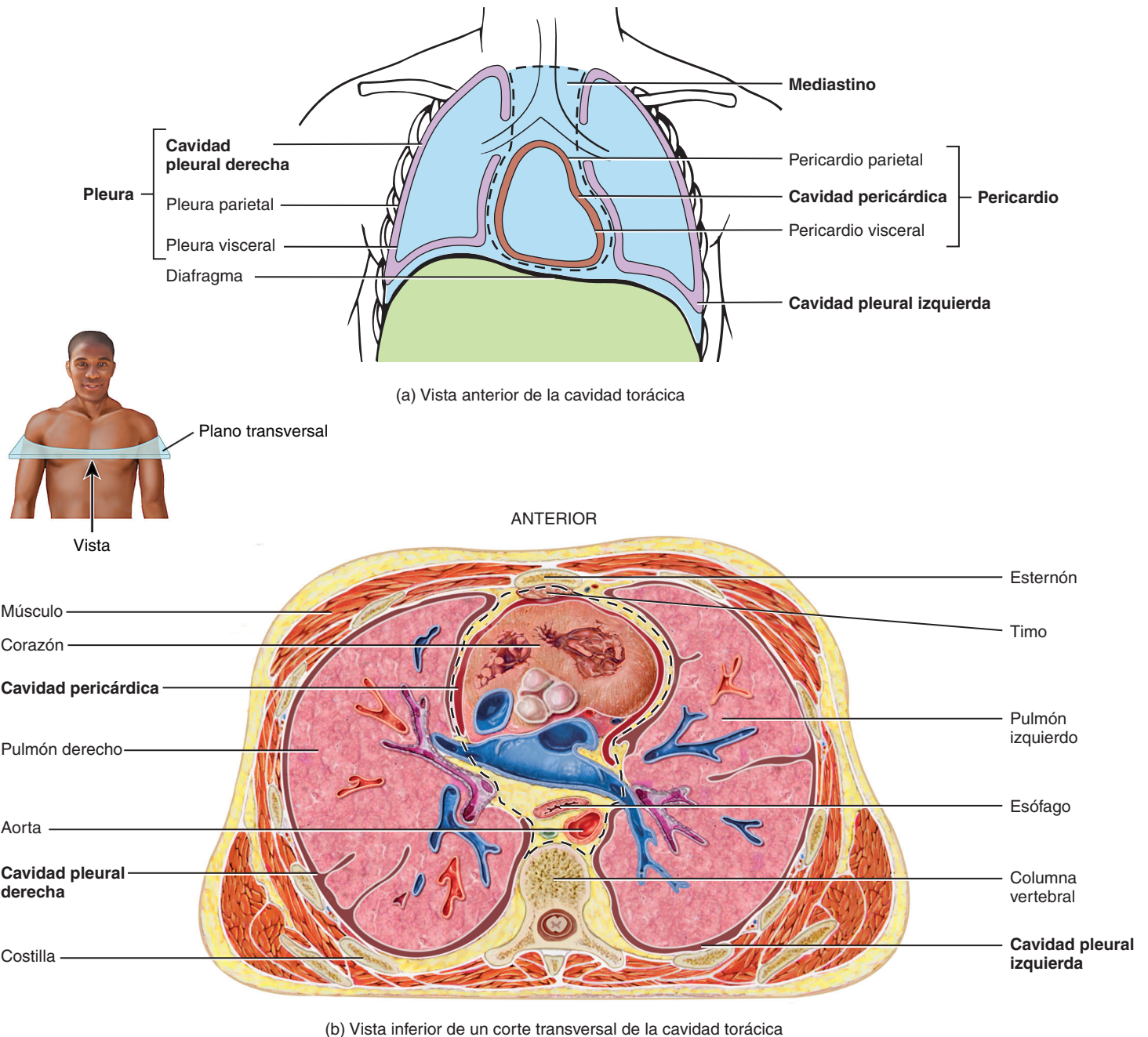
*Véase Figura 1.11 para más detalles de la cavidad torácica.

? ¿En qué cavidades están localizados los siguientes órganos: vejiga, estómago, corazón, intestino delgado, pulmones, órganos internos del aparato reproductor femenino, timo, bazo, hígado? Use los siguientes símbolos para sus respuestas: T = cavidad torácica, A = cavidad abdominal, P = cavidad pélvica.

FIGURA 1.11 Cavity torácica. La línea negra de trazo discontinuo indica los límites del mediastino.

Nota: cuando se observan desde abajo cortes transversales, la cara anterior del cuerpo aparece arriba y el lado izquierdo del cuerpo aparece en el lado derecho de la ilustración.

La cavidad torácica contiene tres cavidades más pequeñas y el mediastino.



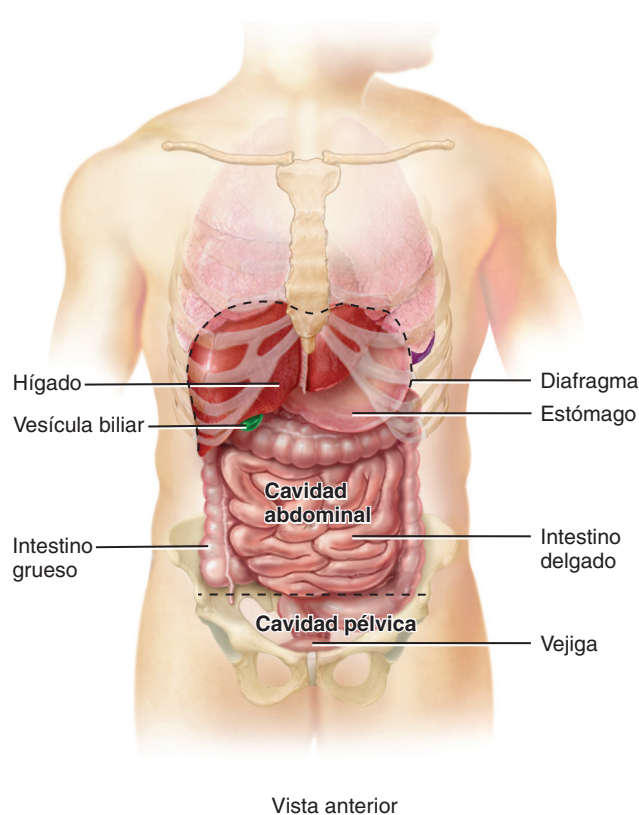
? ¿Qué nombre recibe la cavidad que rodea al corazón? ¿Qué cavidades rodean a los pulmones?

dica, la cavidad abdominopélvica está dividida en dos porciones, aunque ninguna pared las separa (Fig. 1.12). La porción superior, **cavidad abdominal**, contiene el estómago, el bazo, el hígado, la vesícula biliar, el intestino delgado y la mayor parte del intestino grueso. La porción

inferior, **cavidad pélvica**, contiene la vejiga, porciones del intestino grueso y órganos internos del aparato reproductor. Los órganos situados dentro de las cavidades torácica y abdominopélvica se denominan **vísceras**.

FIGURA 1.12 Cavidad abdominopélvica. La línea negra inferior, de trazo discontinuo, indica el límite aproximado entre la cavidad abdominal y la cavidad pélvica.

La cavidad abdominopélvica se extiende desde el diafragma hasta la ingle.



? ¿A qué aparatos del cuerpo pertenecen los órganos de la cavidad abdominal y de la cavidad pélvica aquí ilustrados? (Pista: véase Cuadro 1.2)

Membranas de las cavidades torácica y abdominal

Una **membrana** es un tejido delgado plegable que cubre, reviste, divide o conecta estructuras. Un ejemplo lo constituye una membrana deslizante bilaminar asociada con superficies corporales que no se abren directamente al exterior, denominada **membrana serosa**. Esta recubre las vísceras de la cavidad torácica y la cavidad abdominal y, asimismo, las paredes internas del tórax y el abdomen. Las partes de una membrana serosa son 1) la *capa parietal*, un epitelio delgado que reviste las paredes de las cavidades y 2) la *capa visceral*, un epitelio delgado que cubre las vísceras y se adhiere a ellas dentro de las cavidades. Entre las dos capas se encuentra un espacio potencial que contiene una pequeña cantidad de líquido lubricante (*líquido seroso*). El líquido posibilita que las vísceras se deslicen un poco durante sus movimientos, como los pulmones durante la inspiración y la espiración.

La membrana serosa de las cavidades pleurales recibe el nombre de **pleura**. La *pleura visceral* se apoya en la superficie de los pulmones y la *pleura parietal* reviste la pared torácica y la cara superior del diafragma (véase Fig. 1.11a). Entre ellas se encuentra la *cavidad pleural*, que contiene

una pequeña cantidad de líquido seroso lubricante (véase Fig. 1.11). La membrana serosa de la cavidad pericárdica es el **pericardio**. El *pericardio visceral* recubre la superficie del corazón, y el *pericardio parietal*, la pared torácica. Entre ambos está la *cavidad pericárdica*, que contiene una pequeña cantidad de líquido seroso lubricante (véase Fig. 1.11). El **peritoneo** es la membrana serosa de la cavidad abdominal. El *peritoneo visceral* recubre las vísceras abdominales, y el *peritoneo parietal*, la pared abdominal y la superficie inferior del diafragma. Entre estas hojas se halla la *cavidad peritoneal*, que contiene una pequeña cantidad de líquido seroso lubricante. La mayor parte de los órganos abdominales está revestida por peritoneo. Sin embargo, en algunos órganos esto no ocurre y, en cambio, se encuentran detrás del peritoneo. Estos órganos se denominan *retroperitoneales* (*retro-* = detrás), como los riñones, las glándulas suprarrenales, el páncreas, el duodeno del intestino delgado, el colon ascendente y el colon descendente del intestino grueso y porciones de la aorta abdominal y de la vena cava inferior.

Además de las cavidades mayores del cuerpo ya descritas, en próximos capítulos se describirán otras, como la *cavidad bucal*, que contiene la lengua y los dientes (véase Fig. 24.5), la *cavidad nasal* en la cara (véase Fig. 23.1), las *cavidades orbitarias* (órbitas), que contienen los ojos (véase Fig. 7.3), las cavidades del *oído medio*, que contienen huesecillos (véase Fig. 17.19), y las *cavidades sinoviales*, que se hallan en las articulaciones móviles y contienen líquido sinovial (véase Fig. 9.3).

La **Figura 1.10** presenta un resumen de las principales cavidades del cuerpo y sus membranas.

Regiones y cuadrantes abdominopélvicos

Para describir más fácilmente la ubicación de los numerosos órganos abdominales y pélvicos, los anatomistas y los clínicos utilizan dos métodos para dividir la cavidad abdominopélvica en áreas más pequeñas. En el primero de los métodos, dos líneas horizontales y dos líneas verticales, alineadas como en el juego del ta-te-ti, dividen esta cavidad en nueve **regiones abdominopélvicas** (Fig. 1.13a). La línea abdominal superior, *línea subcostal* (*sub-* = debajo; *-costal* = costilla), pasa a través del nivel más bajo de los cartílagos de la 10.^a costilla (véase también Fig. 7.22b); la línea horizontal inferior, *línea transtubercular*, pasa a través de los bordes superiores de las crestas ilíacas derecha e izquierda (véase Fig. 8.9). Dos líneas verticales, las líneas *medioclaviculares* izquierda y derecha, están trazadas a través de los puntos medios de las clavículas y pasan inmediatamente mediales de los pezones. Las cuatro líneas dividen la cavidad abdominopélvica en una parte central grande y dos partes más pequeñas, la derecha y la izquierda. Los nombres de las nueve regiones abdominopélvicas son: **hipocondrio derecho, epigastrio, hipocondrio izquierdo, flanco derecho, umbilical, flanco izquierdo, fosa ilíaca derecha, hipogastrio (pública) y fosa ilíaca izquierda**.

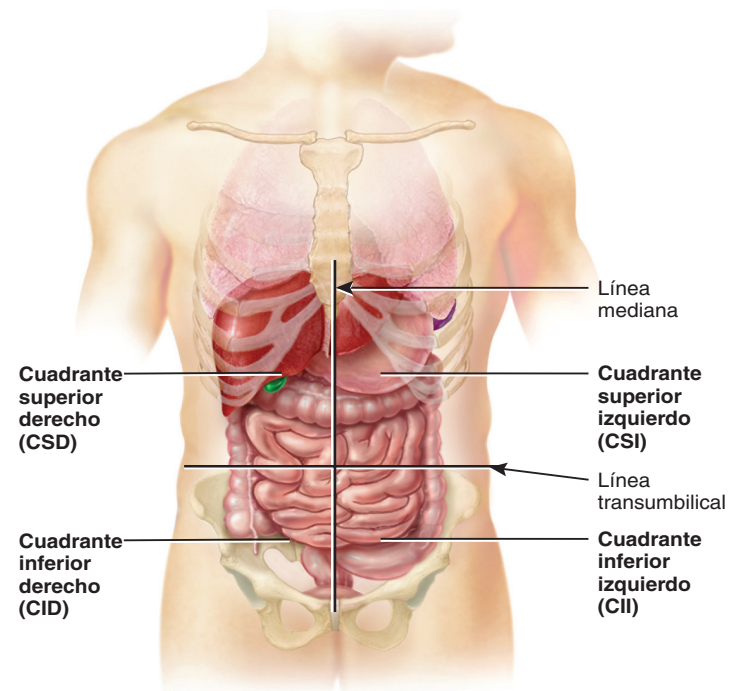
El segundo método es más simple y divide la cavidad abdominopélvica en **cuadrantes** (*cuartos*), como ilustra la **Figura 1.13b**. En este método, pasan a través del **ombiligo** una línea sagital media (la *línea mediana*) y una línea transversal (la *línea transumbilical*). Los nombres de los cuadrantes abdominopélvicos son: **cuadrante superior derecho (CSD), cuadrante superior izquierdo (CSI), cuadrante inferior derecho (CID) y cuadrante inferior izquierdo (CII)**. La división en nueve partes es la más utilizada por los estudiantes de anatomía, y los cuadrantes son usados más comúnmente por los médicos para describir la localización de un dolor abdominopélvico, un tumor u otra anomalía.

FIGURA 1.13 Regiones y cuadrantes de la cavidad abdominopélvica.

La denominación en nueve regiones se usa para estudios anatómicos; la designación en cuadrantes es utilizada para localizar sitios de dolor, tumores u otras anormalidades.



(a) Vista anterior que muestra la localización de las regiones abdominales



(b) Vista anterior que muestra la localización de los cuadrantes abdominales

? ¿En qué región abdominopélvica se encuentra cada uno de los siguientes: la mayor parte del hígado, el colon ascendente, la vejiga y la mayor parte del intestino delgado? ¿En qué cuadrante abdominopélvico se manifestará el dolor de la apendicitis (inflamación del apéndice)?

Preguntas de revisión

13. Ubique cada región ilustrada en la **Figura 1.6** en su propio cuerpo y después identifíquela por su nombre anatómico y su nombre común.
14. ¿Qué estructuras separan entre sí a las distintas cavidades?
15. Ubique en usted mismo las nueve regiones abdominopélvicas, los cuatro cuadrantes y mencione algunos de los órganos situados en cada una(o).

1.6 Envejecimiento y homeostasis

OBJETIVO

- **Describir** algunos de los cambios anatómicos y fisiológicos generales asociados con el envejecimiento.

Como se podrá ver más adelante, el **envejecimiento** es un proceso normal caracterizado por una declinación progresiva de la capacidad del cuerpo para restaurar la homeostasis. Este proceso produce cambios observables en la estructura y la función, y acrecienta la vulnerabilidad al estrés y a las enfermedades. Las alteraciones asociadas con el envejecimiento son notorias en todos los sistemas corporales. Los ejemplos incluyen las arrugas en la piel, el pelo canoso, la pérdida de masa ósea, la disminución de la masa y la fuerza musculares, la reducción de los reflejos y de la producción de ciertas hormonas, el aumento en la incidencia de enfermedades cardíacas, la susceptibilidad a las infecciones y el cáncer, la disminución de la capacidad pulmonar, el funcionamiento menos eficiente del aparato digestivo, la declinación de la función renal, la menopausia y el agrandamiento de la próstata. Estos y otros efectos del envejecimiento serán analizados en detalle en capítulos ulteriores.

Preguntas de revisión

16. ¿Cuáles son algunos de los signos del envejecimiento?

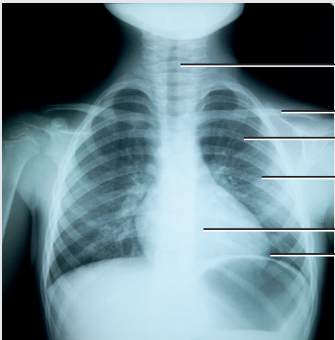
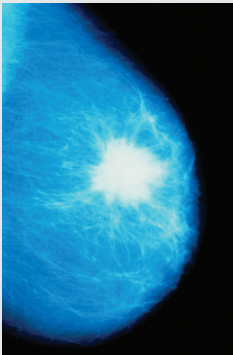
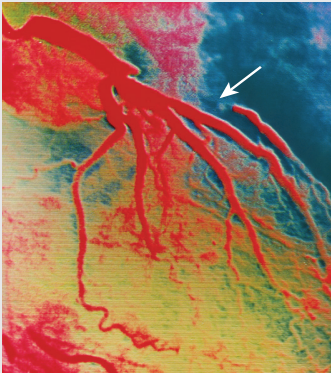
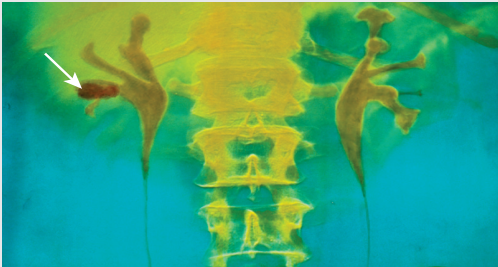

1.7 Imagenología médica

OBJETIVO

• **Describir** los principios y la importancia de los procedimientos de imagenología médica para la evaluación del funcionamiento de los órganos y el diagnóstico de enfermedades.

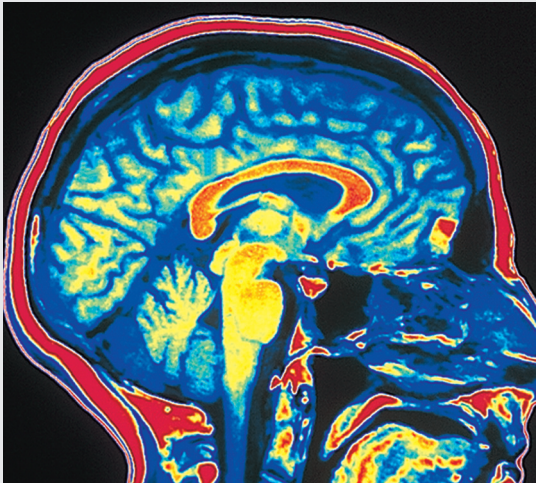

El término **imagenología médica** se refiere a las técnicas y procedimientos empleados para crear imágenes del cuerpo humano. Diversos tipos de imágenes médicas permiten la visualización de estructuras internas del cuerpo y son cada vez más útiles para arribar a diagnósticos precisos de una amplia gama de trastornos anatómicos y fisiológicos. El abuelo de todas las tecnologías de imagenología médica es la radiografía convencional (rayos X), en uso desde fines de la década de 1940. Las tecnologías más nuevas no solo contribuyen al diagnóstico de enfermedades, sino también a la mejor comprensión de nuestra anatomía y fisiología. El **Cuadro 1.3** describe algunas tecnologías de imagenología médica usadas comúnmente. Otros métodos de diagnóstico por imágenes, como el cateterismo cardíaco, se analizarán en capítulos ulteriores.

CUADRO 1.3 Procedimientos comunes de imagenología médica

RADIOGRAFÍA	
<p>Procedimiento: un haz de rayos X atraviesa el cuerpo y produce una imagen de estructuras internas en una película sensible a los rayos X. La imagen bidimensional resultante es una radiografía</p> <p>Comentarios: es relativamente económica, de obtención rápida y sencilla, y usualmente suministra información suficiente para el diagnóstico. Los rayos X no atraviesan con facilidad estructuras, por eso los huesos aparecen blancos. Las estructuras huecas como los pulmones aparecen en negro. Las estructuras con densidad intermedia, como la piel, la grasa y los músculos, aparecen en diversos grados de gris. En bajas dosis, la radiología es útil para examinar tejidos blandos</p>	<p>como los de las mamas (mamografía) y para determinar la densidad ósea (densitometría ósea o DEXA)</p> <p>Debe usarse una sustancia llamada medio de contraste para visualizar estructuras huecas o llenas de líquido (aparecen blancas) en las radiografías. Los rayos X determinan que las estructuras que contienen el medio de contraste se vean blancas. El medio puede introducirse a través de una inyección, por vía oral o rectal, de acuerdo con la estructura que se desea observar. La radiología con contraste se utiliza para obtener imágenes de vasos sanguíneos (angiografía), el aparato urinario (urografía intravenosa) y el tubo digestivo (enema de bario con contraste).</p>
 <p>Warwick G./Science Source</p> <p>Radiografía de tórax, vista anterior</p>	 <p>Unidad de cáncer de mama, King College Hospital, Londres/Science Source</p> <p>Mamografía femenina que muestra un tumor canceroso (masa blanca con bordes irregulares)</p>
 <p>Cardio-Thoracic Centre, Freeman Hospital, Newcastle-Upon-Tyne/Science Source</p> <p>Angiograma de un corazón humano adulto que muestra un bloqueo de la arteria coronaria (flecha)</p>	 <p>CNRI/SPL/Science Source</p> <p>Urografía intravenosa que muestra un cálculo en el riñón derecho (flecha)</p>
	 <p>Science Photo Library/Science Source</p> <p>Radiografía con medio de contraste de bario que muestra un cáncer en el colon ascendente (flecha)</p>

Continúa

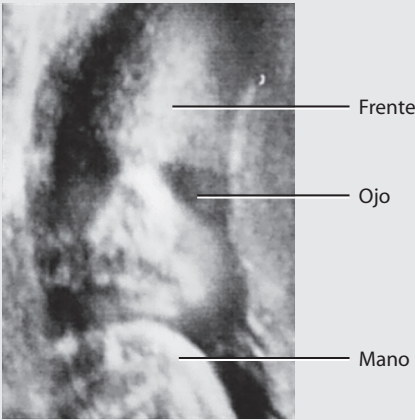
CUADRO 1.3 Procedimientos comunes de imagenología médica (Continuación)

RESONANCIA MAGNÉTICA (RM)	TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC)
<p>Procedimiento: el cuerpo es expuesto a un campo magnético de alta energía, que hace que los protones (pequeñas partículas con carga positiva entro de los átomos, como el de hidrógeno) ubicados en los líquidos y tejidos corporales se ordenen en relación con el campo. Después, un pulso de ondas de radio “lee” estos patrones iónicos y se ensamblan en una imagen en color en un monitor de video. El resultado es un mapa bidimensional o tridimensional de la química celular</p> <p>Comentarios: es relativamente segura, pero no puede ser usada en pacientes con piezas metálicas en su cuerpo. Muestra detalles finos de tejidos blandos, pero no de huesos. Resulta de lo más útil para diferenciar entre tejidos normales y anormales. Se utiliza para detectar tumores y placas adiposa que ocluyen arterias, para revelar defectos encefálicos, para medir el flujo sanguíneo y para detectar una variedad de trastornos musculoesqueléticos, hepáticos y renales</p>	<p>(antes denominado tomografía axial computarizada, TAC)</p> <p>Procedimiento: en esta forma de radiografía asistida por ordenador, un haz de rayos X traza un arco en múltiples ángulos en torno a una sección del cuerpo. El corte transversal del cuerpo resultante, denominado rastreo TC es observado en un monitor de vídeo</p> <p>Comentarios: visualiza tejidos blandos y órganos con mucho más detalle que la radiografía convencional. Las diferentes densidades tisulares se muestran como distintos grados de gris. Múltiples rastreos pueden ser ensamblados para construir vistas tridimensionales de estructuras, como se verá enseguida. El rastreo tomográfico del cuerpo entero apunta típicamente al torso y su mayor beneficio se halla en la detección sistemática de cánceres de pulmón, enfermedad de la arteria coronaria y cánceres renales</p>
 <p>Scott Camazine/Science Source</p> <p>Imagen de resonancia magnética del encéfalo en corte sagital</p>	<p>ANTERIOR</p>  <p>Corazón</p> <p>Aorta</p> <p>Vértebra</p> <p>Costilla derecha</p> <p>Scott Camazine/Science Source</p> <p>POSTERIOR</p> <p>Rastreo del tórax por tomografía computarizada en vista inferior</p>

RASTREO POR ECOGRAFÍA

Procedimiento: ondas de ultrasonido de alta frecuencia producidas por un transductor se reflejan en los tejidos corporales y son detectadas por el mismo instrumento. La imagen, que puede ser estática o en movimiento, se denomina *sonograma* o *ecografía* y se observa en un monitor de video

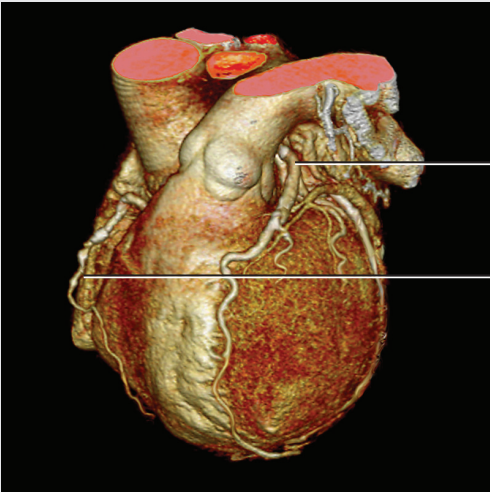
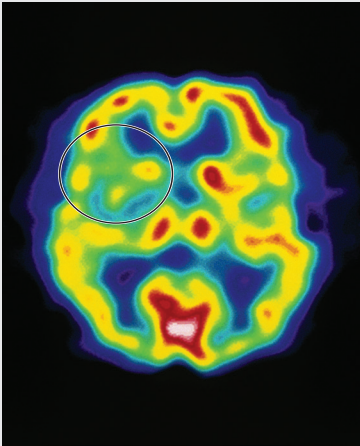
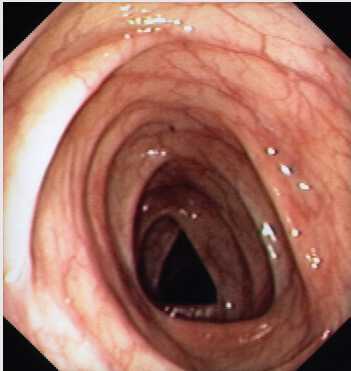
Comentarios: es seguro, no invasivo, indoloro y no utiliza medios de contraste. Utilizado comúnmente para visualizar al feto durante el embarazo. También se usa para observar el tamaño, la localización y las acciones de órganos y el flujo de la sangre a través de los vasos sanguíneos (**ecografía Doppler**)



Ecografía fetal (cortesía de Andrew Joseph Tortora y Damaris Soler)

Continúa

CUADRO 1.3 Procedimientos comunes de imagenología médica (Continuación)

ANGIOTOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CORONARIA (CARDÍACA) (ATCC)	TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES (PET)
<p>Procedimiento: en esta forma de radiografía asistida por ordenador, se inyecta en una vena un medio de contraste con yodo y se administra un beta bloqueante para reducir la frecuencia cardíaca. Después, los numerosos haces de rayos X trazan un arco alrededor del corazón y un escáner detecta los rayos X y los transmite a un ordenador, que transforma la información en una imagen tridimensional de las arterias coronarias en un monitor. La imagen así producida puede ser obtenida en menos de 20 segundos</p> <p>Comentarios: se utiliza principalmente para detectar si hay algún bloqueo en una arteria coronaria (p. ej., placa aterosclerótica o calcio). Este rastreo puede ser rotado, agrandado y movido a cualquier ángulo. El procedimiento puede tomar miles de imágenes del corazón en el tiempo que dura un latido cardíaco, de manera que ofrece una gran cantidad de detalles acerca de la estructura y el funcionamiento del corazón</p>	<p>Procedimiento: se inyecta en el cuerpo una sustancia que emite positrones (partículas con carga positiva), la que es captada por los tejidos. La colisión de los positrones contra los electrones cargados negativamente de los tejidos corporales produce rayos gamma (similares a los rayos X) que son detectados por cámaras gamma ubicadas en torno del paciente. Un ordenador recibe señales desde la cámara gamma y construye una imagen de <i>rastreo PET</i>, mostrada en color en un monitor de vídeo. La PET muestra donde es usada en el cuerpo la sustancia inyectada. En la imagen de PET ilustrada aquí, los colores azul y negro indican actividad mínima; los colores rojo, naranja, amarillo y blanco indican áreas de actividad creciente</p> <p>Comentarios: es utilizada para estudiar la fisiología de estructuras corporales, como el metabolismo en el cerebro o en el corazón</p>
<div><p>Arteria coronaria izquierda normal</p><p>Arteria coronaria derecha obstruida</p><p>ISM/Phototake</p><p>ATCC de las arterias coronarias</p></div>	<div><p>ANTERIOR</p><p>Departamento de Medicina Nuclear, Charing Cross Hospital</p><p>POSTERIOR</p><p>Tomografía por emisión de positrones de un corte transversal del encéfalo (el área rodeada por un círculo en la parte superior izquierda indica donde ocurrió un accidente cerebrovascular)</p></div>
<p>ENDOSCOPIA</p> <p>Procedimiento: la endoscopia involucra el examen visual de órganos del interior del cuerpo usando un instrumento luminoso con lentes denominado <i>endoscopio</i>. La imagen es observada a través de un ocular en el endoscopio o proyectada en un monitor</p> <p>Comentarios: los ejemplos incluyen la <i>colonoscopia</i> para examinar el interior del intestino grueso), la <i>laparoscopia</i> (para examinar los órganos de la cavidad abdominopélvica) y la <i>artroscopia</i> (para examinar el interior de una articulación, por lo general la de la rodilla)</p>	<div><p>©Camal/Phototake</p><p>Vista inferior del colon como se muestra en una colonoscopia</p></div>

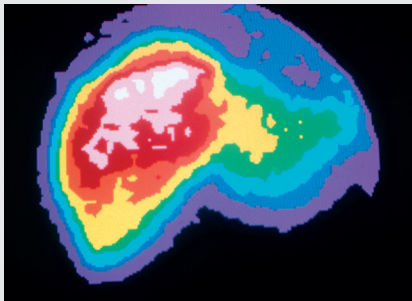
Continúa

CUADRO 1.3 Procedimientos comunes de imagenología médica (Continuación)

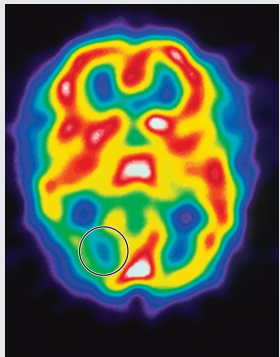
GAMMAGRAFÍA CON RADIONÚCLIDOS

Procedimiento: un *radionúclido* (sustancia radiactiva) es introducido por vía intravenosa en el cuerpo y transportado por la sangre al tejido cuya imagen va a ser estudiada. Los rayos gamma emitidos por el radionúclido son detectados por una cámara gamma situada fuera del sujeto y los datos son enviados a un ordenador. El ordenador construye una imagen por *radionúclidos* y la muestra en colores en un monitor. Las áreas con color intenso indican una gran captación del radionúclido y representan una alta actividad tisular; las áreas de color menos intenso captaron una menor cantidad de radionúclido y representan baja actividad tisular. El **rastreo con tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT)** es un tipo especial de estudio con radionúclido que es particularmente útil para evaluar el encéfalo, el corazón, los pulmones y el hígado

Comentarios: se usa para evaluar la actividad de un tejido o un órgano, como para buscar tumores malignos en tejidos corporales o cicatrices que podrían interferir con la actividad del músculo cardíaco



Publiphoto/Science Source
Gammagrafía con radionúclido (nuclear) de un hígado humano normal



Departamento de Medicina Nuclear, Charing Cross Hospital

Tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) de un corte transversal del encéfalo (el área casi enteramente verde en la parte inferior izquierda indica un ataque de migraña)

Preguntas de revisión

- 17. ¿Qué formas de imagenología médica se usarían para mostrar un bloqueo en una arteria del corazón?
- 18. De las técnicas de imagenología médica descritas en el Cuadro 1.3, ¿cuál revelará mejor la fisiología de una estructura?
- 19. ¿Qué técnica de imagenología médica emplearía para determinar si un hueso está fracturado?

Revisión del capítulo

Revisión

1.1 Definición de anatomía y fisiología

- 1. Anatomía es la ciencia de las estructuras del cuerpo y de la relación entre esas estructuras; fisiología es la ciencia de las funciones del cuerpo.
- 2. Disección es la separación cuidadosa de estructuras corporales para estudiar sus relaciones.
- 3. Algunas ramas de la anatomía son: embriología, biología del desarrollo, anatomía regional, anatomía de superficie, anatomía radiológica y anatomía patológica (véase Cuadro 1.1).
- 4. Algunas ramas de la fisiología son: fisiología molecular, neurofisiología, endocrinología, fisiología cardiovascular, inmunología, fisiología respiratoria, fisiología renal, fisiología del ejercicio y fisiopatología (véase Cuadro 1.1).

1.2 Niveles de organización estructural y sistemas corporales

- 1. El cuerpo humano consiste en seis niveles de organización estructural: químico, celular, tisular, de órganos, aparatos y sistemas y organismo.
- 2. Las células son las unidades anatómicas y funcionales vivas de un organismo y las más pequeñas dentro del cuerpo humano.

- 3. Los tejidos son grupos de células y el material que las rodea; operan en conjunto para efectuar una función particular.
- 4. Los órganos están compuestos por dos o más tipos de tejidos; tienen funciones específicas y usualmente poseen una forma reconocible.
- 5. Los aparatos y sistemas consisten en órganos relacionados que cumplen una función común.
- 6. Organismo es todo ser vivo.
- 7. El Cuadro 1.2 presenta los 11 aparatos y sistemas del organismo humano: tegumentario, esquelético, muscular, nervioso, endocrino, cardiovascular, linfático, respiratorio, digestivo, urinario y reproductor.

1.3 Características del organismo humano vivo

- 1. Todos los organismos realizan determinados procesos que los diferencian de los objetos inanimados.
- 2. Entre los procesos vitales en el ser humano se hallan el metabolismo, la capacidad de respuesta, el movimiento, el crecimiento, la diferenciación y la reproducción.

1.4 Homeostasis

1. Homeostasis es el mantenimiento de condiciones relativamente estables en el medio interno del cuerpo gracias a la interacción de todos los procesos reguladores corporales.

2. Los líquidos corporales son soluciones acuosas diluidas. El líquido intracelular (LIC) se halla dentro de las células, y el líquido extracelular (LEC), fuera de ellas. El plasma es el LEC situado dentro de los vasos sanguíneos. El líquido intersticial es el LEC que llena espacios entre las células de los tejidos. El LEC se denomina medio interno del cuerpo porque rodea las células corporales.

3. Las alteraciones de la homeostasis provienen de estímulos externos e internos y del estrés psicológico. Cuando el desequilibrio de la homeostasis es leve y temporario, las respuestas de las células del cuerpo restauran rápidamente el equilibrio del medio interno. Si la alteración es extrema, la regulación de la homeostasis puede fallar.

4. En la regulación de la homeostasis, lo más frecuente es que los sistemas nervioso y endocrino actúen en conjunto o por separado. El sistema nervioso detecta los cambios y envía impulsos nerviosos para contrarrestar las fluctuaciones en las condiciones controladas. El sistema endocrino regula la homeostasis secretando hormonas.

5. Los sistemas de retroalimentación incluyen tres componentes: 1) los receptores, que monitorizan cambios en una condición controlada y envían señales a un centro de control (vía aferente). 2) El centro de control establece el valor (punto de ajuste) en el que una condición controlada debe mantenerse, evalúa la aferencia que recibe de los receptores y emite órdenes cuando es necesario (vía eferente). 3) Los efectores reciben lo que generó el centro de control y producen una respuesta (efecto) que altera la condición controlada.

6. Si una respuesta revierte el estímulo original, el sistema está operando por retroalimentación negativa. Si una respuesta intensifica el estímulo original, el sistema opera por retroalimentación positiva.

7. Un ejemplo de retroalimentación negativa es la regulación de la tensión arterial. Cuando un estímulo causa la elevación de la tensión arterial (condición controlada), los barorreceptores (células nerviosas sensibles a la presión; receptor) situados en los vasos sanguíneos envían impulsos (aferencias) al encéfalo (centro de control). El encéfalo envía impulsos (eferentes) al corazón (efector). Como resultado, la frecuencia cardíaca disminuye (respuesta) y la tensión arterial desciende hasta el valor normal (restauración de la homeostasis).

8. Un ejemplo de retroalimentación positiva ocurre durante el nacimiento de un bebé. Cuando empieza el trabajo de parto, el cuello uterino se estira (estímulo) y las células sensibles al estiramiento situadas en él (receptores) emiten impulsos nerviosos (aferentes) al encéfalo (centro de control). El encéfalo responde liberando oxitocina (eferente), que estimula al útero para que se contraiga con más fuerza (respuesta). El movimiento del feto dilata todavía más el cuello uterino, se libera más oxitocina y las contracciones se hacen aún más intensas. El ciclo se cierra con el nacimiento del bebé.

9. Las alteraciones de la homeostasis –desequilibrios homeostáticos– pueden ocasionar trastornos, enfermedades y hasta la muerte. Trastorno es un término general usado para cualquier anomalía de estructura o de función. Enfermedad es una dolencia con un conjunto definido de signos y síntomas.

10. Los síntomas son cambios subjetivos en las funciones corporales que no resultan evidentes para un observador; los signos son cambios objetivos que pueden ser observados y evaluados.

1.5 Terminología anatómica básica

1. Las descripciones de cualquier parte del cuerpo presuponen que este se encuentra en la posición anatómica en la que el sujeto se halla de pie, erecto, mirando al observador con la cabeza nivelada y los ojos directamente hacia adelante. Los pies están planos sobre el piso y dirigidos hacia adelante y los miembros superiores a los lados del cuerpo con las palmas hacia adelante. Un cuerpo recostado boca abajo está en decúbito prono; un cuerpo recostado boca arriba está en decúbito supino.

2. Términos regionales son las palabras que designan regiones específicas del cuerpo. Las principales regiones son: cabeza, cuello, tronco, miembros superiores y miembros inferiores. Dentro de las regiones, partes específicas del cuerpo tienen un nombre anatómico y un nombre común correspondiente. Por ejemplo, torácica (pecho), nasal (nariz) y carpo (muñeca).

3. Los términos direccionales indican la relación de una parte del cuerpo con otra. El **Panel 1** resume los términos direccionales usados comúnmente.

4. Los planos son superficies planas imaginarias usadas para dividir el cuerpo o los órganos a fin de visualizar estructuras internas. Un plano sagital medio divide el cuerpo o un órgano en un lado derecho y uno izquierdo *iguales*. Un plano parasagital divide el cuerpo o un órgano en partes derecha e izquierda *desiguales*. Un plano frontal divide el cuerpo o un órgano en porciones anterior y posterior. Un plano transversal divide el cuerpo o un órgano en porciones superior e inferior. Un plano oblicuo pasa a través del cuerpo o de un órgano en ángulo oblicuo.

5. Los cortes son secciones del cuerpo o de sus órganos realizadas a través de un plano. Se denominan conforme el plano por el cual se hizo el corte e incluye los tipos transversal, frontal y sagital.

6. La **Figura 1.10** resume las cavidades del cuerpo y sus membranas. Las cavidades del cuerpo son espacios corporales que ayudan a proteger, separar y sustentar órganos internos. La cavidad craneal contiene el encéfalo; el conducto vertebral contiene la médula espinal. Las meninges son tejidos protectores que recubren la cavidad craneal y el conducto vertebral. El diafragma separa la cavidad torácica de la abdominopélvica. Las vísceras son los órganos situados dentro de las cavidades torácica y abdominopélvica. Una membrana serosa reviste la pared de la cavidad y se adhiere a las vísceras.

7. La cavidad torácica se subdivide en tres cavidades más pequeñas: una pericárdica, que contiene el corazón, y dos pleurales, cada una de las cuales contiene un pulmón. La parte central de la cavidad torácica es una región anatómica denominada mediastino. Está situada entre las cavidades pleurales y se extiende desde el esternón hasta la columna vertebral y desde la primera costilla hasta el diafragma. Contiene todas las vísceras torácicas, excepto los pulmones.

8. La cavidad abdominopélvica se divide en una cavidad abdominal superior, y una cavidad pélvica inferior. Las vísceras situadas en la cavidad abdominal incluyen el estómago, el bazo, el hígado, la vesícula biliar, el intestino delgado y la mayor parte del intestino grueso. Las vísceras de la cavidad pélvica incluyen la vejiga, partes del intestino grueso y los órganos internos del aparato reproductor.

9. Las membranas serosas revisten las paredes de las cavidades torácica y abdominopélvica, y cubren los órganos situados dentro de ellas. Son las siguientes: pleura, asociada con los pulmones, pericardio, asociado con el corazón, y peritoneo, asociado con la cavidad abdominal.

10. Para describir con mayor facilidad la ubicación de los órganos, la cavidad abdominopélvica se divide en nueve regiones: hipocondrio derecho, epigastrio, hipocondrio izquierdo, flanco derecho, umbilical, flanco izquierdo, fosa iliaca derecha, hipogástrica (pública) y fosa iliaca izquierda. Para localizar el tamaño de una anomalía abdominopélvica en estudios clínicos, esta cavidad se divide en cuadrantes: cuadrante superior derecho (CSD), cuadrante superior izquierdo (CSI), cuadrante inferior derecho (CID) y cuadrante inferior izquierdo (CII).

1.6 Envejecimiento y homeostasis

1. El **envejecimiento** produce cambios observables en la estructura y la función, y aumenta la vulnerabilidad al estrés y a la enfermedad.

2. Los cambios asociados con el envejecimiento ocurren en todos los sistemas corporales.

1.7 Imagenología médica

1. La imagenología médica alude a las técnicas y procedimientos usados para crear imágenes del cuerpo humano. Permiten la visualización de estructuras internas para el diagnóstico de anomalías anatómicas y desviaciones de la fisiología normal.

2. El **Cuadro 1.3** resume e ilustra varias técnicas de imagenología médica.

Preguntas de razonamiento

1. Usted está estudiando para su primer examen de Anatomía y Fisiología y quiere saber qué áreas de su cerebro están trabajando más mientras estudia. Su compañero sugiere que para eso tendría que someterse a tomografía computarizada (TC) para evaluar la actividad cerebral. ¿Será ese el mejor medio para determinar los niveles de actividad cerebral? Justifique su respuesta.
2. Existe gran interés por el uso de células madre para el tratamiento de enfermedades como la diabetes tipo 1, que es causada por el mal funcionamiento de

algunas de las células normales del páncreas. ¿Qué cualidades harán que las células madre sean útiles para el tratamiento de enfermedades?

3. En su primer examen de Anatomía y Fisiología, Juana definió homeostasis como “la condición en que el cuerpo se aproxima a la temperatura ambiente y permanece así”. ¿Está de acuerdo con esa definición?

Respuestas a las preguntas de las figuras

- 1.1 Los órganos están formados por dos o más tipos de tejidos que actúan en conjunto para realizar una función específica.
- 1.2 Un nutriente va desde el medio externo al plasma a través del aparato digestivo, luego pasa al líquido intersticial y después entra en una célula del cuerpo.
- 1.3 La diferencia entre un sistema de retroalimentación negativa y uno de retroalimentación positiva radica en que en el sistema de retroalimentación negativa la respuesta revierte el estímulo original, mientras que en los sistemas de retroalimentación positiva la respuesta intensifica el estímulo original.
- 1.4 Cuando algo causa una disminución de la tensión arterial, la frecuencia cardíaca aumenta debido a la puesta en marcha de un sistema de retroalimentación negativa.
- 1.5 Como los sistemas de retroalimentación positiva intensifican o refuerzan continuamente el estímulo original, son necesarios ciertos mecanismos para finalizar la respuesta.
- 1.6 El hecho de tener una posición anatómica estándar permite que los términos direccionales sean definidos claramente, de modo que la parte del cuerpo pueda describirse en relación con otras partes.
- 1.7 No, el radio es *distal* respecto del húmero. No, el esófago es *posterior* respecto de la tráquea. Sí, las costillas son superficiales respecto de los pulmones. Sí, la

vejiga es *medial* con respecto al colon ascendente. No, el esternón es *medial* con respecto al colon descendente.

- 1.8 El plano frontal divide el corazón en una parte anterior y otra posterior.
- 1.9 El plano parasagital (no ilustrado en la figura) divide el encéfalo en porciones derecha e izquierda desiguales.
- 1.10 Vejiga = P, estómago = A, corazón = T, intestino delgado = A, pulmones = T, órganos internos del aparato reproductor femenino = P, timo = T, bazo = A, hígado = A.
- 1.11 La cavidad pericárdica envuelve el corazón; las cavidades pleurales, los pulmones.
- 1.12 Todos los órganos de la cavidad abdominal ilustrados pertenecen al aparato digestivo (hígado, vesícula biliar, estómago, intestino delgado y la mayor parte del intestino grueso). Los órganos ilustrados de la cavidad pélvica pertenecen al aparato urinario (la vejiga) y al digestivo (parte del intestino grueso).
- 1.13 El hígado se encuentra en su mayor parte en la región epigástrica, el colon ascendente está en el flanco (o región lumbar) derecho, la vejiga se halla en la región hipogástrica, la mayor parte del intestino delgado se encuentra en la región umbilical. El dolor asociado con la apendicitis se percibirá en el cuadrante inferior derecho (CII).