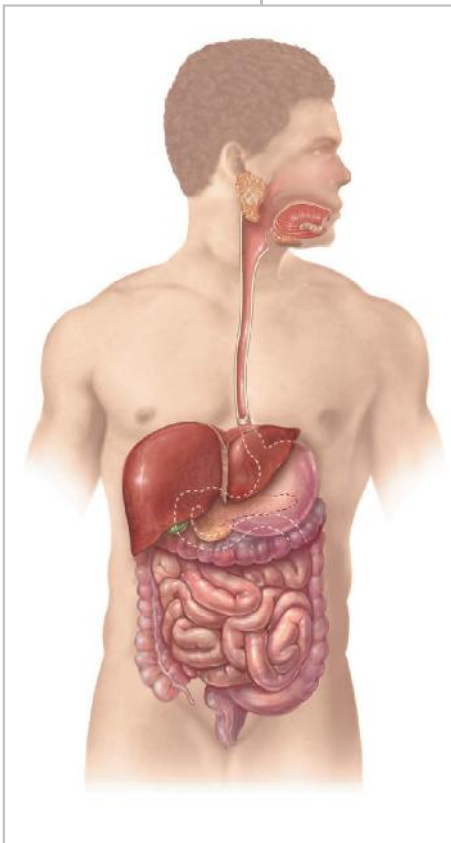


24

EL APARATO DIGESTIVO

EL APARATO DIGESTIVO Y LA HOMEOSTASIS *El aparato digestivo contribuye con la homeostasis degradando los alimentos de manera que las células del cuerpo puedan absorberlos y utilizarlos. También absorbe agua, vitaminas, minerales y elimina desechos.*



Los alimentos que ingerimos contienen gran variedad de nutrientes, que se utilizan para formar nuevos tejidos y reparar los dañados. Los alimentos son también imprescindibles para la vida porque constituyen la única fuente de energía química. Sin embargo, la mayoría de los alimentos que ingerimos están compuestos por moléculas que son demasiado grandes como para ser utilizadas por las células. Por lo tanto, deben reducirse a moléculas lo suficientemente pequeñas como para ingresar en las células, proceso conocido como digestión. Los órganos que intervienen en la degradación de los alimentos forman el aparato digestivo.

La especialidad médica que estudia la estructura y la función del estómago y el intestino, y también el diagnóstico y el tratamiento de sus enfermedades, es la gastroenterología (gastro-, de *gastros-*, estómago; entero-, de *énteron*, intestino y -logía, de *-lógos*, estudio). La rama de la medicina dedicada al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del recto y ano se llama proctología (procto, de *prooktús*, ano).



¿Alguna vez se preguntó por qué algunas personas son alérgicas a los lácteos?

24.1 GENERALIDADES DEL APARATO DIGESTIVO

OBJETIVOS

- Identificar los órganos del aparato digestivo.
- Describir los procesos básicos que se llevan a cabo en el aparato digestivo.

Dos grupos de órganos componen el aparato digestivo (Figura 24.1): el tracto gastrointestinal y los órganos digestivos accesorios. El **tracto gastrointestinal**, o **tubo digestivo**, es un tubo continuo que se extiende desde la boca hasta el ano. Entre los órganos del tracto gastrointestinal están la boca, gran parte de la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado y el intestino grueso. La longitud del tracto gastrointestinal es de unos 5-7 metros en una persona viva, cuando los músculos de la pared de los órganos se encuentran en estado tónico (contracción sostenida). Es más largo en un cadáver (unos 7-9 metros.). Entre los **órganos digestivos accesorios** están los dientes, la lengua, las glándulas salivales, el hígado, la vesícula biliar y el páncreas. Los dientes colaboran en la división física de los alimentos, y la lengua participa en la masticación y la deglución. Los otros órganos digestivos accesorios nunca entran en contacto directo con los alimentos, sino que producen y almacenan sustancias que pasan al tubo digestivo a través de conductos; estas secreciones contribuyen a la degradación química de los alimentos.

El tracto gastrointestinal contiene alimentos desde el momento en que se comen hasta que se digieren y se absorben o eliminan. Las contracciones musculares de su pared degradan físicamente los alimentos mediante su procesamiento y propulsión a lo largo del tubo, desde el esófago hasta el ano. Las enzimas secretadas por los órganos digestivos accesorios y las células que tapizan el estómago y los intestinos participan en la degradación química de los alimentos.

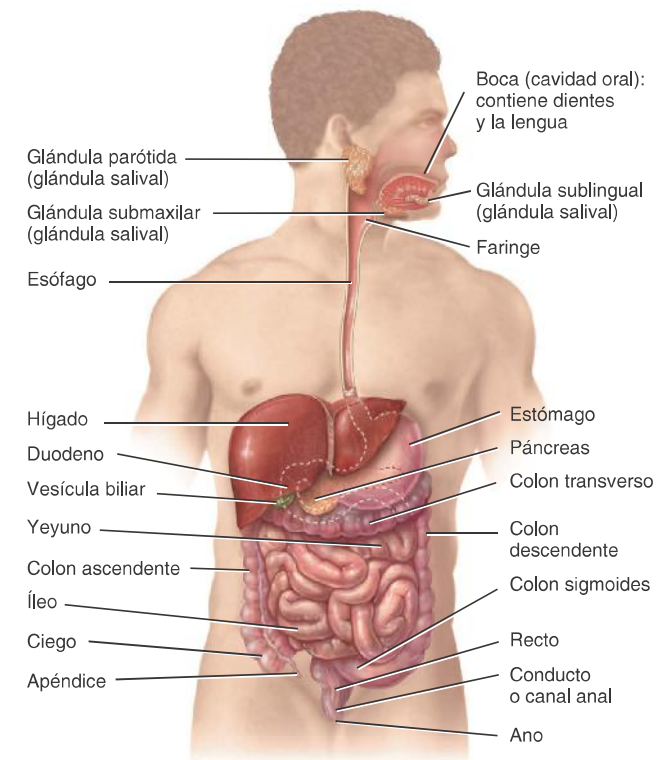
Básicamente, el aparato digestivo realiza seis:

1. **Ingestión.** Este proceso implica la ingestión de alimentos sólidos y líquidos por la boca (comer).
2. **Secreción.** Cada día, las células del tracto gastrointestinal y de los órganos digestivos accesorios secretan, en total, unos 7 litros de agua, ácido, *buffers* (sustancias amortiguadoras) y enzimas hacia la luz (espacio interior) del tubo.
3. **Mezcla y propulsión.** Mediante contracciones y relajaciones alternadas del músculo liso de las paredes del tracto gastrointestinal, se mezclan el alimento y las secreciones y son propulsados hacia el ano. La capacidad de mezclar y transportar las sustancias en toda su longitud se denomina **motilidad**.
4. **Digestión.** Mediante procesos mecánicos y químicos convierte los alimentos ingeridos en moléculas más pequeñas. En la **digestión mecánica**, los dientes cortan y trituran los alimentos antes de la deglución, y luego el músculo liso del estómago y el intestino delgado se encarga de mezclarlos. De esta manera, las moléculas se disuelven y se mezclan completamente con las enzimas digestivas. En la **digestión química**, grandes moléculas de hidratos de carbono, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos de los alimentos se dividen en moléculas más pequeñas por hidrólisis (véase la Figura 2.15). Las enzimas digestivas producidas por las glándulas salivales, la lengua, el estómago, el páncreas y el intestino delgado catalizan esas reacciones. Pocas sustancias pueden absorberse sin digestión química, como sucede con las vitaminas, iones, colesterol y agua.
5. **Absorción.** El ingreso de los líquidos secretados, los iones y los productos de la digestión en las células epiteliales que revisten la

luz del tracto gastrointestinal se llama absorción. Estas sustancias absorbidas pasan a la circulación sanguínea o linfática y llegan a las células de todo el cuerpo.

Figura 24.1 Órganos del aparato digestivo.

Los órganos del tracto gastrointestinal son la boca, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado y el intestino grueso. Los órganos digestivos accesorios son los dientes, la lengua, las glándulas salivales, el hígado, la vesícula biliar y el páncreas.



(a) Vista lateral de la cabeza y el cuello, y vista anterior del tronco

FUNCIONES DEL APARATO DIGESTIVO

1. Ingestión: introducción de comida en la boca.
2. Secreción: liberación de agua, ácido, sustancias amortiguadoras y enzimas en la luz del tubo digestivo.
3. Mezcla y propulsión de la comida a través del tubo digestivo.
4. Digestión: degradación mecánica y química de la comida.
5. Absorción: pasaje de los productos digeridos desde el tubo digestivo hacia la sangre y la linfa.
6. Defecación: eliminación de heces del tubo digestivo.



6. **Defecación.** Los residuos, las sustancias indigeribles, las bacterias, las células descamadas del revestimiento gastrointestinal y las sustancias digeridos pero no absorbidos en su trayecto por el tubo digestivo abandonan el organismo a través del ano, en el proceso de defecación. El material eliminado constituye la materia fecal o heces.

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

1. ¿Qué componentes del aparato digestivo son órganos del tracto gastrointestinal y cuáles son órganos digestivos accesorios?
2. ¿Qué órganos del aparato digestivo entran en contacto con los alimentos, y qué funciones cumplen en la digestión?
3. ¿Qué clases de moléculas sufren digestión química, y cuáles no?

24.2 TÚNICAS DEL TUBO DIGESTIVO

■ OBJETIVO

- Describir la estructura y la función de las capas que constituyen la pared del tubo digestivo.

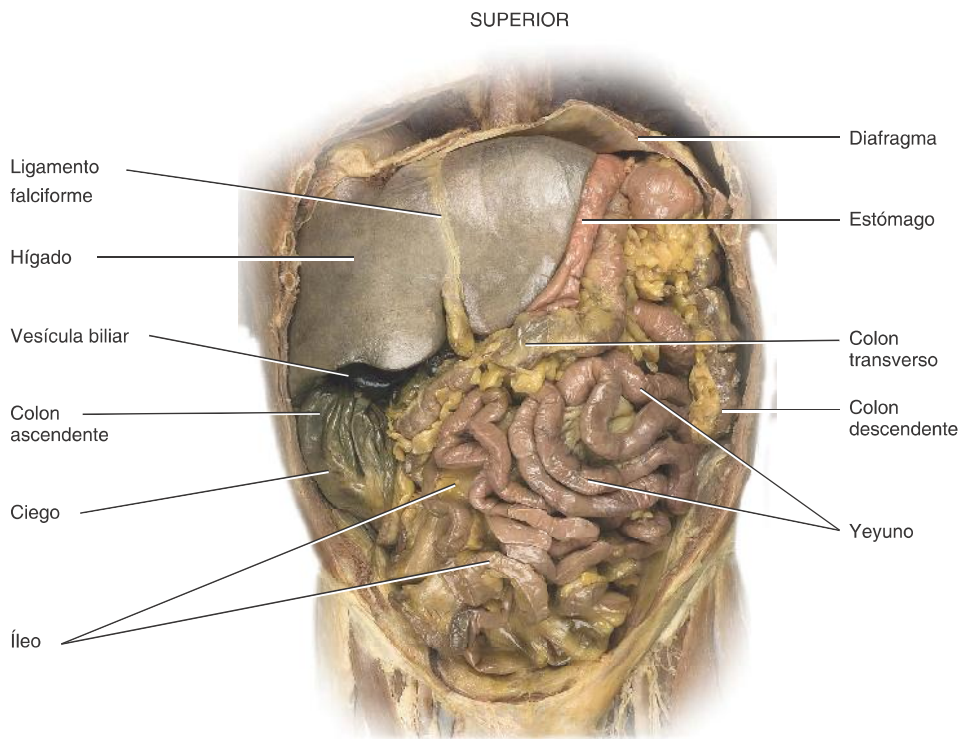
La pared del tracto gastrointestinal, desde el esófago inferior hasta el conducto anal, presenta la misma estructura básica con cuatro capas

de tejido, que de la profundidad a la superficie son mucosa, submucosa, muscular y serosa (Figura 24.2).

Mucosa

La **mucosa**, o revestimiento interior del tracto gastrointestinal, es una mucosa. Está compuesta por: 1) una capa de epitelio en contacto directo con el contenido luminal, 2) una capa de tejido conectivo llamado lámina propia y 3) una fina capa de músculo liso (muscularis mucosae).

1. El **epitelio** de la boca, faringe, esófago y conducto anal está constituido, principalmente, por epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado, que cumple funciones protectoras. Un epitelio cilíndrico simple, con funciones de secreción y absorción, reviste el estómago y el intestino. Las uniones estrechas que asocian íntimamente las células del epitelio simple entre sí restringen las filtraciones intercelulares. La velocidad de renovación de las células epiteliales del tracto gastrointestinal es rápida: cada 5-7 días se descaman y son remplazadas por células nuevas. Localizadas entre las células epiteliales, existen células exocrinas que secretan mucus y líquidos hacia la luz del tubo, y diversos tipos de células endocrinas, llamadas **células enteroendocrinas**, que secretan hormonas.
2. La **lámina propia** es tejido conectivo areolar que contiene muchos capilares sanguíneos y vasos linfáticos, a través de los cuales los nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal llegan a los otros tejidos del cuerpo. Esta capa sostiene el epitelio y lo fija a la capa muscular de la mucosa (véase más adelante). La lámina propia

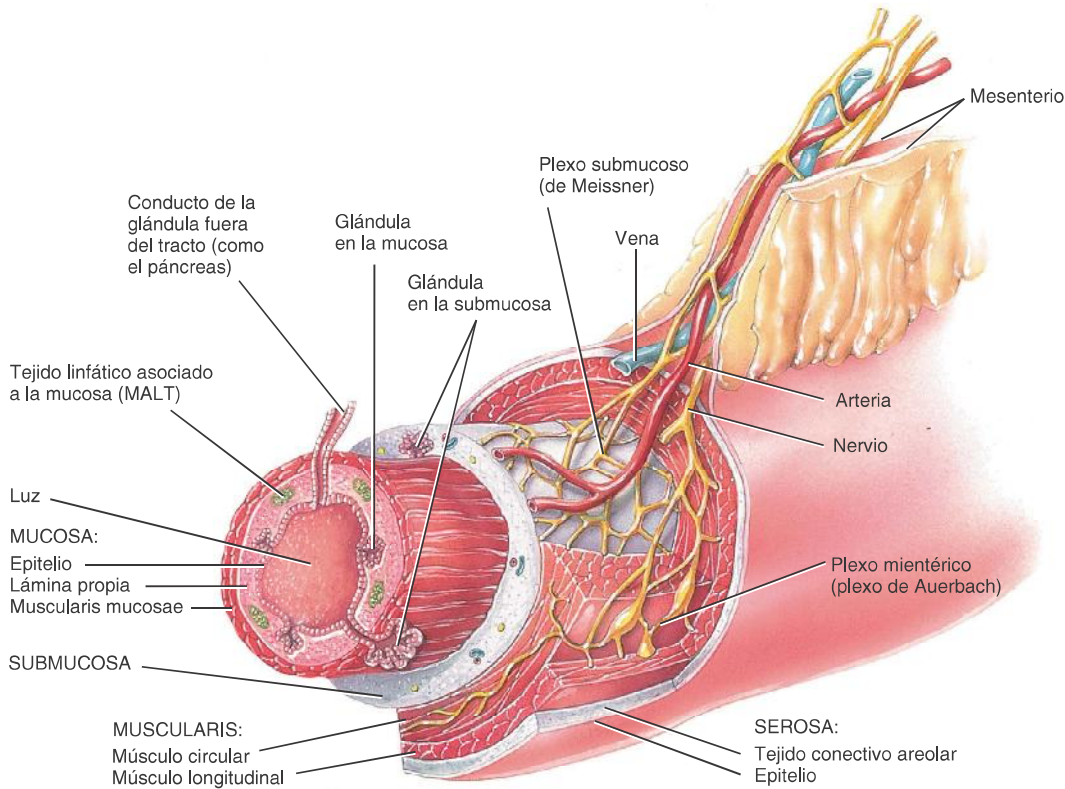


(b) Vista anterior

❓ ¿Qué estructuras del aparato digestivo secretan enzimas digestivas?

Figura 24.2 **Túnicas del tubo digestivo.** Pueden observarse variaciones de esta estructura básica en el esófago (Figura 24.9), el estómago (Figura 24.12), el intestino delgado (Figura 24.19) y en el intestino grueso (Figura 24.24).

Las cuatro capas del tubo digestivo, de la profundidad a la superficie, son la mucosa, la submucosa, la muscular y la serosa.



? ¿Cuáles son las funciones de la lámina propia?

incluye, además, la mayoría de las células del **tejido linfático asociado con la mucosa (MALT)**. Estos ganglios linfáticos voluminosos contienen células del sistema inmunitario, que protegen contra las enfermedades (véase Cap. 22). El MALT se presenta a lo largo de todo el tubo digestivo, en especial en las amígdalas, el intestino delgado, el apéndice y el intestino grueso.

- Una fina capa de fibras musculares lisas (**muscularis mucosae**) forma en la mucosa del estómago y del intestino delgado gran cantidad de pequeños pliegues, los que incrementan la superficie de digestión y absorción. Los movimientos de esta capa aseguran que todas las células encargadas de la absorción estén expuestas por completo a los contenidos del tracto gastrointestinal.

Submucosa

La **submucosa** consiste en tejido conectivo areolar que une la mucosa a la muscular. Contiene gran profusión de capilares sanguíneos y linfáticos que reciben las moléculas de alimento absorbido. Además, en la submucosa se encuentra una extensa red neuronal conocida como plexo submucoso (descrito más adelante). En la submucosa también hay glándulas y tejido linfático.

Muscular

La **muscular** de la boca, la faringe y el esófago superior y medio contiene **músculo esquelético**, que produce la deglución voluntaria. El músculo esquelético también forma el esfínter anal externo, que permite el control voluntario de la defecación. A lo largo del resto del tubo, la muscular consiste en **músculo liso** que generalmente se dispone en dos capas: una capa interna de fibras circulares y una externa de fibras longitudinales. La contracción involuntaria del músculo liso contribuye a degradar los alimentos, mezclarlos con las secreciones digestivas y propulsarlo a lo largo del tubo. Entre las capas de la muscular, se encuentra un segundo plexo neuronal: el plexo mientérico (descrito más adelante).

Serosa

Aquellas partes del tracto gastrointestinal que se encuentran suspendidas dentro de la cavidad abdominal tienen una capa superficial llamada **serosa**. Como su nombre lo indica, es una membrana serosa compuesta por tejido conectivo areolar y epitelio pavimentoso simple (mesotelio). La serosa también se denomina *peritoneo visceral* porque



forma parte de una porción del peritoneo, que examinaremos en detalle más adelante. El esófago carece de serosa; en su lugar, una capa simple de tejido conectivo areolar, la *adventicia*, forma la capa superficial de este órgano.

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

- ¿En qué lugares del tracto gastrointestinal la muscular está compuesta por músculo esquelético? ¿El control del músculo esquelético es voluntario o involuntario?
- Nombre las cuatro capas del tracto gastrointestinal y describa sus funciones.

24.3 INERVACIÓN DEL TRACTO GASTROINTESTINAL

■ OBJETIVO

- Describir la inervación del tracto gastrointestinal.

El tracto gastrointestinal está regulado por una red nerviosa intrínseca de nervios conocida como sistema nervioso entérico, y por una red extrínseca que forma parte del sistema nervioso autónomo.

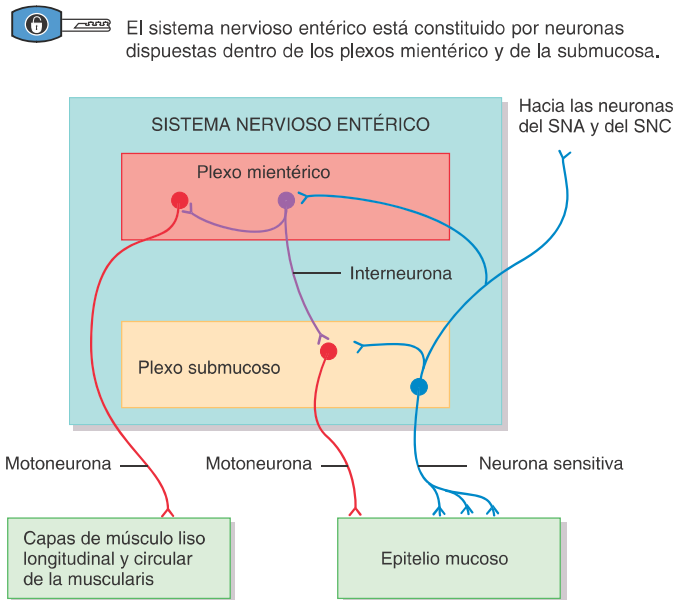
Sistema nervioso entérico

Se describió el **sistema nervioso entérico (SNE)**, el “cerebro digestivo”, en el Capítulo 12. Consiste aproximadamente en 100 millones de neuronas distribuidas desde el esófago hasta el ano. Las neuronas del SNE se organizan en dos plexos: el plexo mientérico y el plexo de la submucosa (véase la Figura 24.2). El **plexo mientérico** (mio-, de *-myós*, músculo), o *plexo de Auerbach*, se localiza entre las capas longitudinal y circular de músculo liso de la túnica muscular. El **plexo submucoso**, o *plexo de Meissner*, se encuentra dentro de la submucosa. Los plexos del SNE están compuestos por motoneuronas, interneuronas y neuronas sensitivas (Figura 24.3). Como las motoneuronas del plexo mientérico inervan las capas circular y longitudinal de músculo liso de la muscular, este plexo controla, sobre todo, la motilidad (movimiento) del tracto gastrointestinal, en particular, la frecuencia y la fuerza de la contracción de la capa muscular. Las motoneuronas del plexo submucoso inervan las células secretoras de la mucosa epitelial y controlan así las secreciones de los órganos del tubo digestivo. Las interneuronas de SNE conectan las neuronas de ambos plexos, mientérico y submucoso. Las neuronas sensitivas del SNE inervan la mucosa epitelial. Algunas de estas neuronas sensitivas funcionan como *quimiorreceptores*, es decir, receptores que se activan por la presencia de ciertas sustancias químicas de los alimentos, localizadas en la luz del tubo digestivo. Otras neuronas sensitivas funcionan como *mecanorreceptores*, o receptores de estiramiento, que se activan cuando los alimentos distienden (estiran) la pared de un órgano del tubo digestivo.

Sistema nervioso autónomo

Aunque las neuronas del SNE pueden funcionar independientemente, dependen de la regulación por las neuronas del sistema nervioso autónomo. El nervio vago (X) lleva fibras parasimpáticas a casi todo el tubo digestivo, con la excepción de la última mitad del intestino grueso, inervado por fibras parasimpáticas provenientes de la médula espinal sacra. Esos nervios parasimpáticos mantienen conexiones con

Figura 24.3 Organización del sistema nervioso entérico.



❓ ¿Cuáles son las funciones de los plexos mientérico y de la submucosa del sistema nervioso entérico?

el SNE. Las neuronas parasimpáticas preganglionares del vago o de los nervios espláncnicos de la pelvis hacen sinapsis con las neuronas parasimpáticas posganglionares de los plexos mientérico y de la submucosa. Algunas neuronas parasimpáticas posganglionares, en cambio, establecen sinapsis con neuronas del SNE; otras inervan directamente el músculo liso y las glándulas de la pared del tracto gastrointestinal. La estimulación de los nervios parasimpáticos que inervan el tracto gastrointestinal suele aumentar la secreción y motilidad, por el incremento de la actividad de las neuronas del SNE.

Los nervios simpáticos destinados al tubo digestivo proceden de las regiones torácica y lumbar de la médula. Al igual que los nervios parasimpáticos, presentan conexiones con el SNE. Las neuronas simpáticas posganglionares hacen sinapsis con las neuronas localizadas en los plexos mientérico y submucoso. En general, los nervios simpáticos que se dirigen al tracto gastrointestinal producen una disminución de la secreción y motilidad, por inhibición de las neuronas del SNE. Diversas emociones, como la cólera, el miedo o la ansiedad pueden retardar la digestión debido a la estimulación de los nervios simpáticos que inervan el tracto gastrointestinal.

Vías reflejas digestivas

Muchas neuronas del SNE son componentes de las *vías reflejas* que regulan la secreción y motilidad gastrointestinal, en respuesta a estímulos presentes en su luz. Los componentes iniciales de la vía refleja digestiva típica son receptores sensitivos (como los quimiorreceptores y los mecanorreceptores), asociados con las neuronas sensitivas del SNE. Los axones de estas neuronas sensitivas pueden hacer sinapsis con otras neuronas localizadas en el SNE, SNC o SNA, y transmitir información a esas regiones acerca de la naturaleza del contenido y el

grado de distensión (estiramiento) del tubo digestivo. Las neuronas del SNE, SNC o SNA activan o inhiben posteriormente las glándulas y el músculo liso gastrointestinal y la secreción y motilidad de éste.

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

6. ¿Cómo está regulado el sistema nervioso entérico por medio del sistema nervioso autónomo?
7. ¿Qué es una vía refleja digestiva?

24.4 PERITONEO

■ OBJETIVO

- Describir el peritoneo y sus repliegues.

El **peritoneo** (*periteínein*-, extender alrededor) es la membrana serosa más grande del cuerpo; consiste en una capa de epitelio pavimentoso simple (mesotelio) con una estructura de sostén subyacente, formada por tejido conectivo areolar. El peritoneo se divide en perit-


neo parietal, que reviste la pared de la cavidad abdominopelviana, y el peritoneo visceral, que cubre total o parcialmente algunos órganos de la cavidad (Figura 24.4a). El espacio delgado que contiene líquido seroso y se sitúa entre las porciones parietal y visceral del peritoneo se denomina cavidad peritoneal. En ciertas enfermedades, la cavidad peritoneal puede distenderse por acumulación de grandes volúmenes de líquido, proceso denominado ascitis.

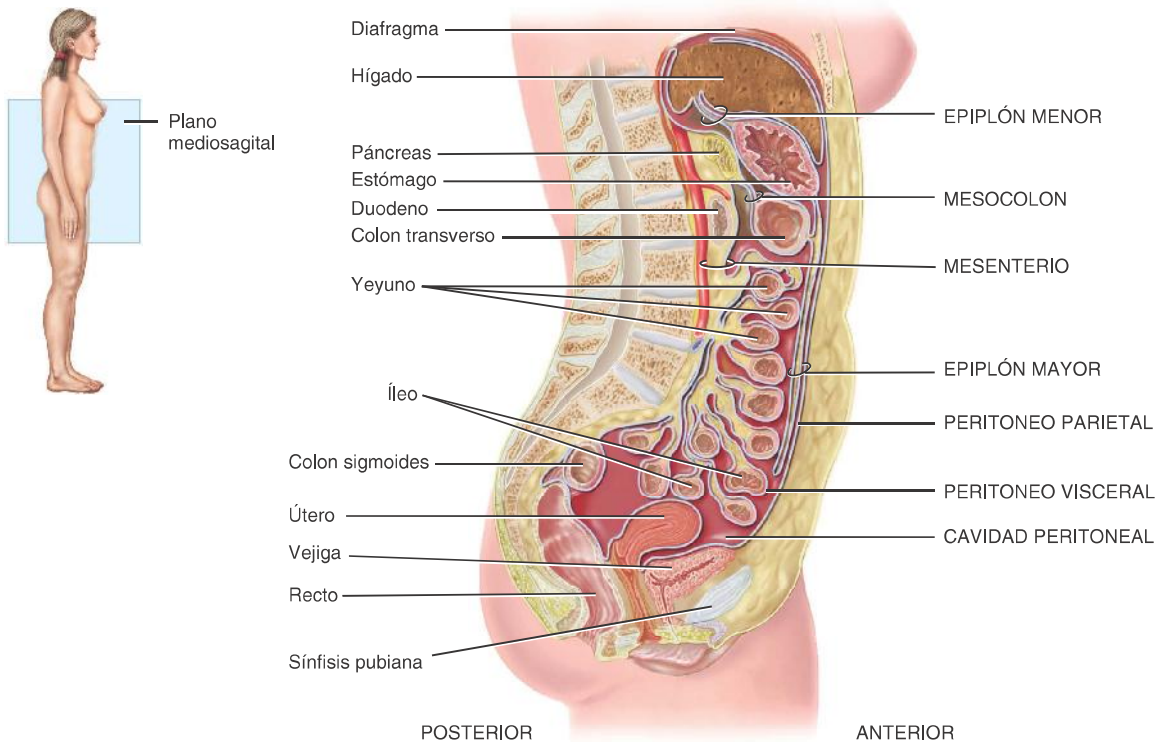
Como veremos en breve, algunos órganos se localizan en la pared abdominal posterior y están recubiertos por el peritoneo sólo en su cara anterior. Estos órganos, incluyendo los riñones y el páncreas, se denominan retroperitoneales (de *retro*-, detrás).

A diferencia del pericardio y la pleura, que revisten uniformemente el corazón y los pulmones, el peritoneo forma grandes repliegues entre las vísceras. Estos repliegues unen los órganos entre sí y con la pared de la cavidad abdominal, y contienen vasos sanguíneos, linfáticos y nervios que se dirigen a los órganos abdominales. Los cinco repliegues peritoneales más importantes son el epiplón mayor, el ligamento falciforme, el epiplón menor, el mesenterio y el mesocolon:

1. El **epiplón mayor** u omento (*oméntum*-, piel gruesa), la hoja más grande del peritoneo, cae sobre el colon transverso y cubre el intes-

Figura 24.4 Relación de las hojas peritoneales entre sí y con los órganos del aparato digestivo. El tamaño de la cavidad peritoneal en (a) fue exagerado para destacarla.

 El peritoneo es la serosa más grande del cuerpo.



(a) Corte mediosagital, donde se observan los pliegues peritoneales