

posterior (Figura 24.4a y d). Es el repliegue peritoneal más grande, suele estar cubierto por tejido adiposo y contribuye –en gran medida– al abdomen prominente en los individuos obesos. Se extiende desde la pared abdominal posterior, envuelve el intestino delgado y regresa a su origen formando una estructura de dos capas. Entre ambas capas, se disponen vasos sanguíneos y ganglios linfáticos.

5. Dos repliegues peritoneales separados, que reciben el nombre de **mesocolon**, unen el intestino grueso a la pared abdominal posterior (Figura 24.4a). También contienen vasos sanguíneos y linfáticos. Juntos, el mesenterio y el mesocolon, fijan el intestino en su posición, pero permiten movimientos como las contracciones musculares, necesarias para mezclar e impulsar el contenido de la luz a lo largo del tubo digestivo.



CORRELACIÓN CLÍNICA | Peritonitis

Una causa común de **peritonitis**, la inflamación aguda del peritoneo, es su contaminación con microorganismos infecciosos, que pueden provenir de heridas accidentales o quirúrgicas de la pared abdominal o de la perforación o rotura de algún órgano abdominal. Si, por ejemplo, las bacterias irrumpen en la cavidad peritoneal a través de una perforación intestinal o la rotura del apéndice, pueden producir una peritonitis aguda potencialmente fatal. Una forma de peritonitis más leve (aunque dolorosa) puede ser el resultado del roce de las superficies peritoneales inflamadas entre sí. La peritonitis es particularmente grave en los pacientes que se encuentran en diálisis peritoneal, un procedimiento en el que el peritoneo se utiliza para filtrar la sangre, cuando los riñones no funcionan en forma adecuada (véase Correlación clínica: Diálisis, en el Capítulo 26).

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

8. ¿Dónde se localizan el peritoneo parietal y el peritoneo visceral?
9. Describa los sitios de inserción y las funciones del mesenterio, mesocolon, ligamento falciforme, epiplón menor y epiplón mayor.

24.5 BOCA

■ OBJETIVOS

- Identificar la localización de las glándulas salivales y describir la función de sus secreciones.
- Describir la estructura y las funciones de la lengua.
- Identificar las partes de un diente típico, y comparar los dientes deciduos con los permanentes.

La **boca** (de *bucca*, abertura), también denominada **cavidad bucal** u **oral**, está formada por las mejillas, el paladar duro, el paladar blando y la lengua (Figura 24.5). Las **mejillas** forman las paredes laterales de la cavidad bucal. Están cubiertas por piel, en el exterior, y por una mucosa hacia afuera, que consiste en epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado. El músculo buccinador y el tejido conectivo se localizan entre la piel y la mucosa de las mejillas. La porción anterior de éstas termina en los labios.

Los **labios** (de *labium*, borde carnosos) son pliegues carnosos que rodean la abertura de la boca. Contienen el músculo orbicular de los labios y están cubiertos externamente por piel y revestidos por dentro

por una mucosa. La superficie interna de cada labio se une a la encía correspondiente por medio de un pliegue mucoso de la línea media, llamado **frenillo labial**. Durante la masticación, la contracción de los músculos buccinador y del orbicular de los labios ayuda a mantener los alimentos entre los dientes superiores e inferiores. Estos músculos también participan en el habla.

El **vestíbulo** (entrada a un conducto) de la cavidad bucal es el espacio limitado, hacia afuera, por las mejillas y los labios y hacia adentro por las encías y los dientes. La **cavidad bucal propiamente dicha** es un espacio que se extiende desde las encías y los dientes hasta las fauces, el paso entre la cavidad bucal y la faringe (garganta).

El **paladar** es una pared o tabique que separa la cavidad bucal de la cavidad nasal y forma el techo de la boca. Esta importante estructura permite la masticación y la respiración al mismo tiempo. El **paladar duro** (la parte anterior del techo de la boca) está constituido por los huesos maxilar y palatino y se halla cubierto de mucosa; establece un límite óseo entre las cavidades bucal y nasal. El **paladar blando**, que representa la porción posterior del techo de la boca, es un tabique muscular en forma de arco, entre la bucofaringe y la nasofaringe, revestido por una mucosa.

Pendiendo del borde del paladar blando hay una masa muscular cónica llamada **úvula** (= uva pequeña). Durante la deglución, el paladar blando y la úvula se elevan y ocluyen la nasofaringe, lo que evita que los alimentos y los líquidos deglutidos ingresen en la cavidad nasal. Desde la base de la úvula parten dos pliegues musculares que recorren los lados del paladar blando: hacia adelante, el **arco palatogloso** se extiende hacia el borde de la base de la lengua; hacia atrás, el **arco palatofaríngeo** se extiende hasta el borde de la faringe. Las amígdalas palatinas se sitúan entre estos arcos, y las amígdalas linguales se hallan en la base de la lengua. Siguiendo el borde posterior del paladar blando, la boca se abre en la bucofaringe, a través de las fauces (Figura 24.5).

Glándulas salivales

Las **glándulas salivales** liberan en la cavidad bucal una secreción llamada saliva. Habitualmente, se secreta suficiente saliva como para humedecer las mucosas de la boca y la faringe y mantener limpios la boca y los dientes. Cuando los alimentos ingresan en la boca, aumenta la secreción de saliva, que los lubrica y disuelve e inicia su digestión química.

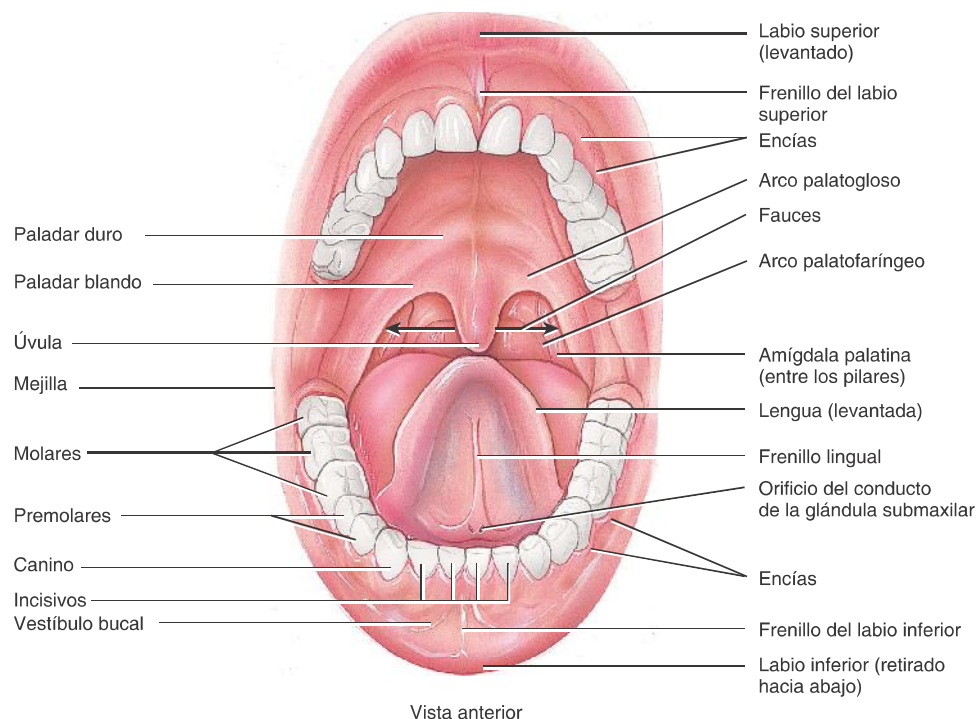
La mucosa de la boca y la lengua contiene glándulas salivales pequeñas que se abren, directa o indirectamente, a través de pequeños conductos, en la cavidad bucal. Entre estas glándulas, se encuentran las **glándulas labiales**, **bucal**es y **palatinas** en los labios, mejillas y paladar, respectivamente, y las **glándulas linguales** en la lengua, las que contribuyen a la formación de la saliva.

Sin embargo, la mayor parte de la saliva se secreta en las **glándulas salivales mayores**, que no están contenidas en la mucosa de la boca y cuyos conductos desembocan en la cavidad bucal. Hay 3 pares de glándulas salivales mayores: la parótida, la submaxilar o submandibular y la sublingual (Figura 24.6a). Las **glándulas parótidas** (*pará-*, al lado de; y *-otós*, oído) se localizan por debajo y por delante de la oreja, entre la piel y el músculo masetero. Cada una secreta saliva en la cavidad bucal mediante el conducto parotídeo que atraviesa el músculo buccinador para abrirse en el vestíbulo frente al segundo molar superior. Las **glándulas submaxilares** o submandibulares se hallan sobre el piso de la boca, en posición medial y parcialmente inferior con respecto al cuerpo de la mandíbula. Sus conductos, los **conductos submandibulares**, transcurren por debajo de la mucosa, a cada lado de la línea media del piso de la boca, y entran en la cavidad bucal en sentido lateral al frenillo de la lengua. Las **glándulas sublinguales** se



Figura 24.5 Estructuras de la boca.

 La boca está formada por las mejillas, el paladar blando, el paladar duro y la lengua.



? ¿Cuál es la función de la úvula?

encuentran por debajo de la lengua y por encima de las glándulas submaxilares. Sus conductos, los **conductos sublinguales menores**, se abren en el piso de la boca.

Composición y funciones de la saliva

La **saliva** está compuesta por del 99,5% de agua y 0,5% de solutos. Entre estos solutos hay iones, como sodio, potasio, cloro, bicarbonato y fosfato, algunos gases disueltos y varias sustancias orgánicas, como urea y ácido úrico, mucus, inmunoglobulina A, la enzima bactericida lisozima y la amilasa salival, la enzima digestiva que actúa sobre el almidón.

No todas las glándulas salivales aportan los mismos componentes. La glándula parótida secreta un líquido acuoso (seroso) que contiene amilasa salival. Como la glándula submandibular contiene células similares a las de la glándula parótida, sumadas a algunas células mucosas, secreta un líquido que contiene amilasa, pero que es más espeso debido al contenido de mucus. Las glándulas sublinguales contienen, en su gran mayoría, células mucosas, por lo cual secretan un líquido mucho más espeso, que contribuye sólo con una cantidad muy pequeña de amilasa salival.

El agua de la saliva suministra el medio propicio para disolver los alimentos, de manera que puedan ser detectados por los receptores del gusto y comenzar las secreciones digestivas. Los iones cloruro de la saliva activan la **amilasa salival**, enzima que comienza la degradación del almidón. Los iones bicarbonato y fosfato amortiguan los alimentos ácidos que ingresan en la boca y, por lo tanto, la saliva es ligera-

mente ácida (pH 6,35-6,85). Las glándulas salivales (al igual que las glándulas sudoríparas de la piel) ayudan a eliminar desechos moleculares del cuerpo, lo que explica la presencia de urea y ácido úrico en la saliva. El moco lubrica los alimentos para que puedan movilizarse fácilmente en la boca, formen un bolo y sean deglutidos.

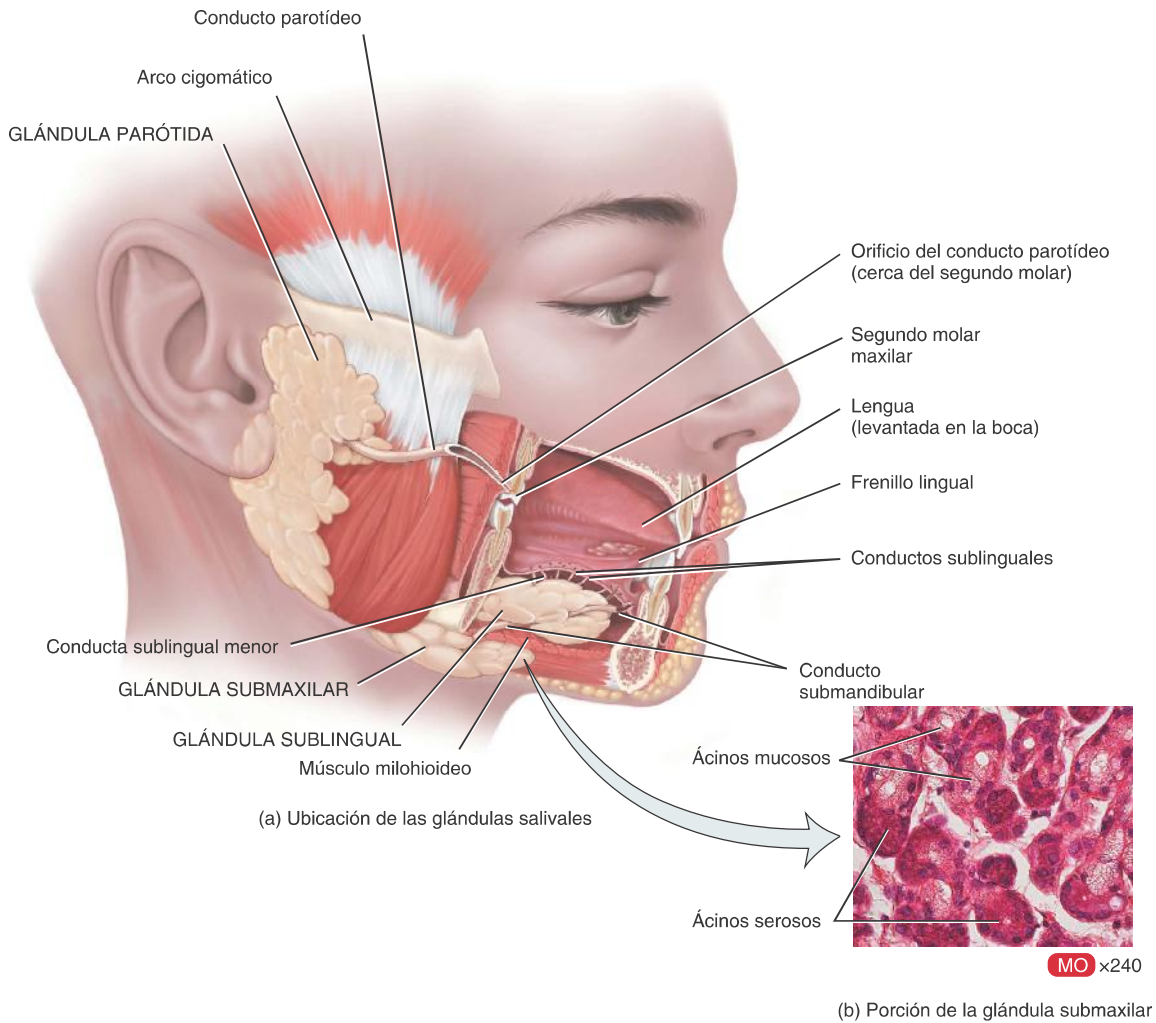
La inmunoglobulina A (IgA) impide la adhesión de microorganismos, de modo que no puedan franquear el epitelio, y la enzima lisozima destruye las bacterias; sin embargo, estas sustancias no tienen una concentración suficiente para eliminar las bacterias bucales.

Salivación

La secreción de saliva o **salivación** está controlada por el sistema nervioso autónomo. El volumen de saliva secretada por día varía considerablemente, aunque se mantiene en un promedio de entre 1000-1500 mL. En condiciones normales, la estimulación parasimpática promueve la secreción continua de una cantidad moderada de saliva, que mantiene las mucosas húmedas y lubrica los movimientos de la lengua y los labios, durante el habla. La saliva luego se deglute y ayuda a mantener húmedo el esófago. Por último, la mayoría de los componentes de la saliva se reabsorben, lo que previene la pérdida de líquido. La estimulación simpática predomina durante el estrés y causa la sequedad bucal. Si el cuerpo se deshidrata las glándulas salivales dejan de secretar saliva para conservar agua; esta sequedad bucal contribuye a la sensación de sed. El beber no sólo restaura la homeostasis del agua, sino que también humedece la boca.

Figura 24.6 Las tres glándulas salivales principales: parótida, sublingual y submandibular. La glándula submandibular, mostrada en la microfotografía óptica en (b), consiste en ácinos serosos (partes de la glándula secretoras de líquido seroso) y unos pocos ácinos mucosos (porciones de la glándula secretoras de moco); la glándula parótida sólo contiene ácinos serosos; la glándula sublingual consiste en ácinos mucosos y unos pocos ácinos serosos.

 La saliva lubrica y disuelve los alimentos, y comienza la digestión química de los carbohidratos y los lípidos.



? ¿Cuál es la función de los iones cloruro de la saliva?

El tacto y el gusto del alimento también son potentes estimulantes de la secreción de las glándulas salivales. Algunas sustancias químicas de los alimentos estimulan los receptores del gusto presentes en la lengua, y los impulsos son transmitidos desde dichos receptores hasta los dos núcleos salivales del tronco encefálico (núcleos salivales superior e inferior). Los impulsos parasimpáticos retornan por medio de las fibras

de los nervios facial (VII) y glossofaríngeo (IX) y estimulan la secreción de saliva. La saliva continúa secretándose en abundancia por algún tiempo después de que se ingieren los alimentos; este flujo de saliva limpia la boca y, a la vez, diluye y amortigua el remanente de sustancias químicas irritantes, como una sabrosa (aunque picante) salsa. El oler, ver o pensar en la comida puede también estimular la secreción de saliva.



CORRELACIÓN CLÍNICA | Paperas

Aunque cualquiera de las glándulas salivales puede ser el asiento de una infección nasofaríngea, los virus de las paperas (paramixovirus) son los que principalmente atacan las glándulas parótidas. **Paperas** (parotiditis urliana) es la inflamación y el agrandamiento de las glándulas parótidas, acompañados de fiebre moderada, malestar general y dolor de garganta intenso, especialmente al tragar alimentos o jugos ácidos. Aparece edema en uno o en ambos lados de la cara, delante de la rama ascendente de la mandíbula. En el 30% de los varones postpúberes afectados, los testículos también pueden inflamarse; la esterilidad rara vez ocurre porque el compromiso testicular suele ser unilateral. Tras la aparición de la vacuna antiparotiditis en 1967, la incidencia de esta enfermedad declinó notablemente.

Lengua

La **lengua** es un órgano digestivo accesorio, compuesto por músculo esquelético cubierto de una mucosa. Junto con sus músculos asociados, forman el piso de la cavidad bucal. La lengua se divide simétricamente en dos mitades, por un tabique medio que se extiende en toda su longitud y se inserta por debajo en el hueso hioides, en la apófisis estiloides del hueso temporal y en el maxilar inferior. Cada mitad de la lengua consiste en un complemento de músculos extrínsecos e intrínsecos.

Los **músculos extrínsecos**, que se originan por fuera de la lengua (adheridos a los huesos de la zona) y se insertan en el tejido conectivo de ésta; son los músculos hiogloso, geniogloso y estilogloso (véase la Figura 11.7). Los músculos extrínsecos mueven la lengua de lado a lado y de adentro hacia fuera para acomodar los alimentos durante la masticación, formar el bolo alimenticio y llevarlo hacia atrás para deglutirlo. También forman el piso de la boca y mantienen la lengua en su posición. Los **músculos intrínsecos** se originan y se insertan en el tejido conectivo de la lengua. Modifican la forma y el tamaño de la lengua para el habla y la deglución. Los músculos intrínsecos son los músculos longitudinal superior, longitudinal inferior, transverso y vertical de la lengua. El **frenillo lingual**, un repliegue de mucosa en la línea media de la superficie inferior de la lengua, está adherida al piso de la boca y limita el movimiento de la lengua hacia atrás (véanse las Figuras 24.5 y 24.6). Si el frenillo lingual es anormalmente corto o rígido (anormalidad llamada **anquiloglosia**) se dice que el individuo tiene la “lengua anclada”, y esto causa trastornos en el habla.

Las superficies superior, dorsal y lateral de la lengua están cubiertas por **papilas**, proyecciones de la lámina propia revestidas de epitelio queratinizado (véase la Figura 17.3). Muchas papilas tienen corpúsculos gustativos. Otras carecen de éstos, pero contienen receptores táctiles e incrementan la fricción entre la lengua y el alimento, lo que facilita el movimiento de éstos en la cavidad bucal. Los diferentes tipos de receptores del gusto se describen en detalle en el Capítulo 17. Las **glándulas linguales** de la lámina propia de la lengua secretan líquidos serosos y mucosos que contiene la enzima **lipasa lingual**, que actúa sobre casi el 30% de los triglicéridos (grasas y aceites) y los convierte en ácidos grasos más simples y en diglicéridos.

Dientes

Los **dientes** (Figura 24.7) son órganos digestivos accesorios localizados en las apófisis alveolares de cada maxilar. Las apófisis alveolares están cubiertas por las **encías**, que se extienden ligeramente dentro de cada alvéolo. Las cavidades alveolares están revestidas por el **ligamento** o **membrana periodontal** (*peri-*, alrededor; y *-odóntos*,

diente), que consiste en tejido conectivo fibroso denso que fija el diente a las paredes alveolares y actúa como un gran absorbente durante la masticación.

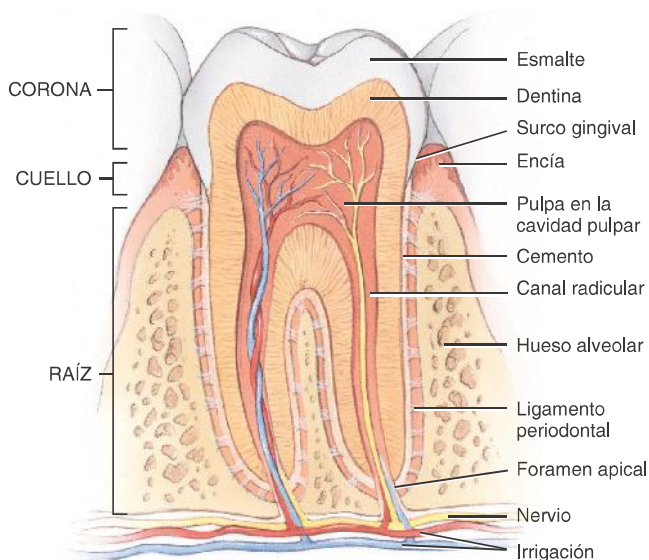
Un diente típico tiene tres regiones externas principales: la corona, la raíz y el cuello. La **corona** es la parte visible, sobre el plano de las encías. En el alvéolo se insertan entre una y tres raíces. El **cuello** es la porción estrecha que une la corona con la raíz, cerca de la línea de las encías.

Por dentro, la **dentina** forma la mayor parte del diente. Consiste en una membrana de tejido conectivo calcificado, que le otorga a la pieza dental forma y rigidez. Es más fuerte que el hueso por su mayor contenido de sales de calcio (70% del peso seco).

La dentina de la corona está cubierta por el **esmalte**, que consiste en fosfato y carbonato de calcio. El esmalte es más fuerte que el hueso debido a su contenido elevado en sales de calcio (alrededor del 95% del peso seco). En efecto, es la sustancia más fuerte del cuerpo. Sirve para proteger los dientes del desgaste que se produce durante la masticación. También protege de los ácidos que pueden disolver fácilmente la dentina. La dentina de la raíz está cubierta por el **cemento**, otra sustancia similar al hueso, que fija la raíz al ligamento periodóntico.

Figura 24.7 Un diente típico y las estructuras que lo rodean.

Los dientes se insertan en las apófisis alveolares de ambos maxilares.



Corte sagital de un molar mandibular inferior

¿Qué tipo de tejido es el principal componente del diente?

La dentina de los dientes circunscribe un espacio. La parte más grande, la **cavidad pulpar**, se halla por dentro de la corona y está rellena de pulpa, un tejido conectivo que contiene vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos. Extensiones estrechas de la cavidad pulpar, llamados **conductos radiculares**, transcurren a lo largo de la raíz de los dientes. Cada conducto tiene una abertura en la base, el **orificio apical**, dentro del cual se extienden vasos sanguíneos, conductos linfáticos y nervios. Los vasos sanguíneos lo alimentan, los vasos linfáticos le otorgan protección y los nervios le proporcionan sensaciones.

La rama de la odontología que se ocupa de la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades que afectan la pulpa, la raíz, el ligamento periodóntico y el hueso alveolar es la **endodoncia** (*éndon-*, dentro). La **ortodoncia** (*orthós-*, recto) es la rama de la odontología que se encarga de prevenir y corregir alineamientos anormales de los dientes; **periodoncia** es la rama dedicada al tratamiento de procesos anómalos de los tejidos que rodean a los dientes, como la gingivitis (inflamación de las encías).

Los seres humanos tienen dos **denticiones**, o dos juegos de dientes: deciduos y permanentes. Los primeros (los dientes deciduos, de *deciduus*, que se cae), también llamados dientes primarios o dientes de leche, comienzan a aparecer alrededor de los 6 meses de edad; luego, hacen erupción dos dientes por mes, aproximadamente, hasta completar 20 piezas (Figura 24.8b). Los incisivos, que se encuentran más cerca de la línea media, tienen forma de escoplo y están preparados para cortar el alimento. Según su posición, se denominan **incisivos centrales** o **laterales**. Al lado de los incisivos, se encuentran los **caninos**, que tienen un extremo redondeado denominado *cúspide*. Los caninos se usan para desgarrar y desmenuzar los alimentos. Los incisivos y los caninos tienen sólo una raíz. Por detrás de los caninos se implantan los primeros y segundos molares, que presentan cuatro cúspides. Los **molares superiores** (maxilares) tienen tres raíces; los **molares inferiores** (mandibulares) tienen dos. Los molares trituran y muelen los alimentos y así los preparan para su deglución.

Todos los dientes deciduos se pierden (por lo general, entre los 6 y 12 años) y son remplazados por los dientes **permanentes (secundarios)** (Figura 24.8b). La dentadura permanente consta de 32 dientes que aparecen entre los 6 años y la edad adulta. El modelo es semejante al de la dentadura decidua, con las excepciones siguientes. Los molares deciduos son remplazados por los **primeros** y **segundos premolares (bicúspides)**, que presentan dos cúspides y una raíz (los primeros premolares superiores tienen dos raíces) y se encargan de moler y triturar. Los molares permanentes, que hacen erupción después de los premolares, no remplazan a ningún diente deciduo y aparecen a medida que la mandíbula crece y se acomodan en ella: los **primeros molares**, a la edad de 6 años, los **segundos molares** a los 12 y los **terceros molares (muelas de juicio)** después de los 17 años.

A veces, la mandíbula humana no tiene suficiente espacio por detrás de los segundos molares como para contener los terceros molares. En tal caso, éstos permanecen en el hueso alveolar y se dice que están “impactados” o “retenidos”. Habitualmente, ejercen presión y dolor, por lo que es necesaria su extracción quirúrgica. En algunas personas, los terceros molares pueden ser rudimentarios o no hacer erupción.



CORRELACIÓN CLÍNICA | Tratamiento de conducto

El tratamiento de conducto es un procedimiento complejo, en el que todos los vestigios de la pulpa se extraen de la cavidad pulpar y los conductos radiculares de un diente enfermo. Después de hacer un orificio en el diente, los conductos radiculares se vacían e irrigan para eliminar las bacterias. Luego, estos conductos se tratan con medicación y se cierran. A continuación se repara la corona dañada.

Digestión mecánica y química en la boca

La digestión mecánica en la boca es el resultado de la **masticación**, mediante la cual los alimentos son manipulados por la lengua, triturados por los dientes y mezclados con la saliva. Esto los reduce a una masa blanda, flexible y fácil de deglutir llamada **bolo**. Las moléculas del alimento comienzan a disolverse en el agua de la saliva, una actividad importante porque las enzimas pueden actuar sobre aquéllas sólo en un medio líquido.

Dos enzimas, la amilasa salival y la lipasa lingual, contribuyen a la digestión química en la boca. La amilasa salival, que se secreta en las glándulas salivales, inicia la degradación del almidón. Los hidratos de carbono de la dieta son monosacáridos y disacáridos o polisacáridos complejos, como el almidón. La mayoría de los hidratos de carbono que ingerimos son almidón, pero sólo los monosacáridos pueden pasar a la corriente sanguínea. De este modo, el almidón y los disacáridos ingeridos deben degradarse a monosacáridos. La función de la amilasa salival es comenzar con la digestión del almidón desdoblándolo en moléculas más pequeñas, como el disacárido maltosa, el trisacárido maltotriosa o los polímeros de glucosa de cadena corta llamados α -dextrina. Aunque los alimentos se ingieren demasiado rápido como para que todo el almidón se degrade en la boca, la amilasa salival actúa sobre el almidón durante aproximadamente una hora, tiempo en el que los ácidos estomacales la inactivan. La saliva también contiene la **lipasa lingual**, secretada por las glándulas salivales de la lengua. Esta enzima se activa en el medio ácido del estómago y de este modo comienza a actuar después de que los alimentos se degluten. Degrada los triglicéridos de la dieta en ácidos grasos y diglicéridos. Un diglicérido es una molécula de glicerol unida a dos cadenas de ácidos grasos.

En el Cuadro 24.1 se resume la actividad digestiva en la boca.

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

- ¿Cuáles son las estructuras que forman la boca (cavidad bucal)?
- ¿Cómo se distinguen las principales glándulas salivales, de acuerdo con su localización?
- ¿Cómo se regula la secreción de saliva?
- ¿Qué función cumplen los incisivos, los caninos, los premolares y los molares?

24.6 FARINGE

■ OBJETIVO

- Describir la localización y la función de la faringe.

Cuando los alimentos se degluten, pasan de la boca a la **faringe** (de *phárinx*, garganta), un conducto con forma de embudo que se extiende desde las coanas u orificios posteriores de las fosas nasales, hacia el esófago por detrás y la laringe por delante (véase la Figura 23.2). La faringe está constituida por músculo esquelético, está revestida por una mucosa, y comprende tres partes: la nasofaringe, la bucofaringe y la laringofaringe. La nasofaringe interviene sólo en la respiración, pero la bucofaringe y la laringofaringe tienen tanto funciones digestivas como respiratorias. Los alimentos ingeridos pasan de la boca a la bucofaringe y la laringofaringe; las contracciones musculares de estos segmentos ayudan a propulsarlos hacia el esófago y por fin hacia el estómago.

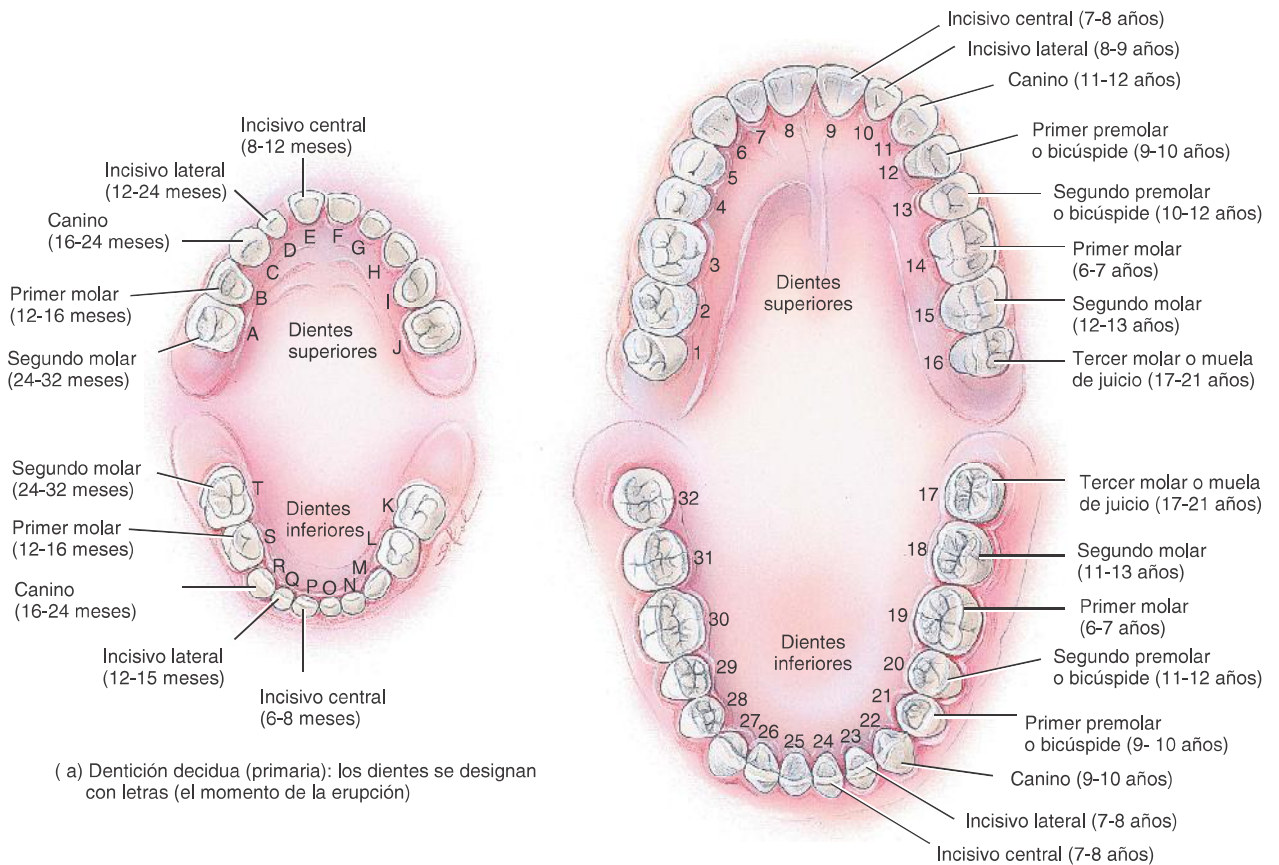
✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

- ¿A qué dos aparatos pertenece la faringe?




Figura 24.8 Denticiones y momento de erupción (indicado entre paréntesis). Una letra (dientes deciduos) o un número (dientes permanentes) identifican a cada diente. Los dientes deciduos comienzan a hacer erupción a los 6 meses de edad y a partir de allí, aparecen dos dientes por mes, hasta que están presentes los 20 dientes de esa dentición.

 Existen en total 20 dientes deciduos y 32 dientes permanentes.



(a) Dentición decidua (primaria): los dientes se designan con letras (el momento de la erupción)

(b) Dentición permanente (secundaria); los dientes se designan con números (y el momento de la erupción)

 ¿Qué diente permanente no reemplaza a ningún diente deciduo?

CUADRO 24.1

Resumen de las actividades digestivas en la boca

ESTRUCTURA	ACTIVIDAD	RESULTADO
Mejillas y labios	Mantienen la comida entre los dientes.	Alimentos uniformemente desmenuzados durante la masticación.
Glándulas salivales	Secreta saliva.	Mantienen la boca y la faringe húmedas y lubricadas. La saliva ablanda, humedece y disuelve los alimentos, y limpia la boca y los dientes. La amilasa salival degrada el almidón en moléculas más pequeñas.
Lengua		
Músculos extrínsecos	Mueven la lengua lateralmente y de adentro hacia afuera.	Mueven los alimentos para la masticación; forman el bolo y lo acomodan para la deglución.
Músculos intrínsecos	Alteran la forma de la lengua.	Deglución y habla.
Corpúsculos gustativos	Sirven como receptores del gusto y detectan la presencia de alimento en la boca.	Secreción de saliva estimulada por impulsos nerviosos que van de los corpúsculos gustativos a los núcleos salivales del tronco encefálico, y de éstos a las glándulas salivales.
Glándulas linguales	Secretan lipasa lingual.	Degradan los triglicéridos en ácidos grasos y diglicéridos.
Dientes	Cortan, desgarran y desmenuzan los alimentos.	Reduce los alimentos sólidos a partículas más pequeñas para su deglución.

24.7 ESÓFAGO

OBJETIVO

- Describir la localización, anatomía, histología y funciones del esófago.

El **esófago** (*oisein-*, llevar; y *-phagéma*, alimento) es un tubo muscular colapsable, de alrededor de 25 cm de longitud, situado por detrás de la tráquea. Comienza en el límite inferior de la laringofaringe y atraviesa el mediastino por delante de la columna vertebral. Luego pasa a través del diafragma, por un orificio denominado **hiato esofágico**, y termina en la porción superior del estómago (véase la **Figura 24.1**). A veces, parte del estómago se eleva sobre el diafragma y pasa por el hiato esofágico. Esta protrusión, llamada **hernia hiatal**, se describe al final de este capítulo, en la Sección Terminología médica.

Histología del esófago

La **mucosa** del esófago consiste en un epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado, la lámina propia (tejido conectivo areolar) y la muscularis mucosae (músculo liso) (**Figura 24.9**). Cerca del estómago, la mucosa del esófago también contiene glándulas mucosas. El epitelio pavimentoso estratificado de los labios, la boca, la lengua, la bucofaringe, la laringofaringe y el esófago brinda considerable protección contra la abrasión y partículas de alimento que se mastican, se mezclan con secreciones y se degluten. La **submucosa** contiene tejido conectivo areolar, vasos sanguíneos y glándulas mucosas. La **túnica muscular** del tercio superior del esófago está constituida por músculo esquelético, en el tercio intermedio hay músculo esquelético y músculo liso, y el tercio inferior presenta músculo liso. En cada extremo del esófago, la muscular sufre un espesamiento y forma dos esfínteres: el **esfínter esofágico superior (EES)**, formado por músculo esquelético, y el **esfínter esofágico inferior (EEI)**, por músculo liso. El esfínter esofágico superior regula la progresión del alimento desde la faringe hacia el esófago, y el esfínter esofágico inferior hace lo mismo, desde el esófago hacia el estómago. La capa superficial del esófago se conoce como **adventicia** en lugar de serosa como en el estómago y los intestinos, porque el tejido conectivo areolar de esta capa no está cubierto por mesotelio y se mezcla con el tejido conectivo de las estructuras del mediastino, a través de las cuales pasa. La adventicia une el esófago a las estructuras que lo rodean.

Fisiología del esófago

El esófago secreta moco y transporta alimentos hacia el estómago. No produce enzimas digestivas y no cumple funciones de absorción.

PREGUNTAS DE REVISIÓN

15. Describa la localización y la histología del esófago. ¿Cuál es su función en la digestión?
16. ¿Cuáles son las funciones de los esfínteres superior e inferior?

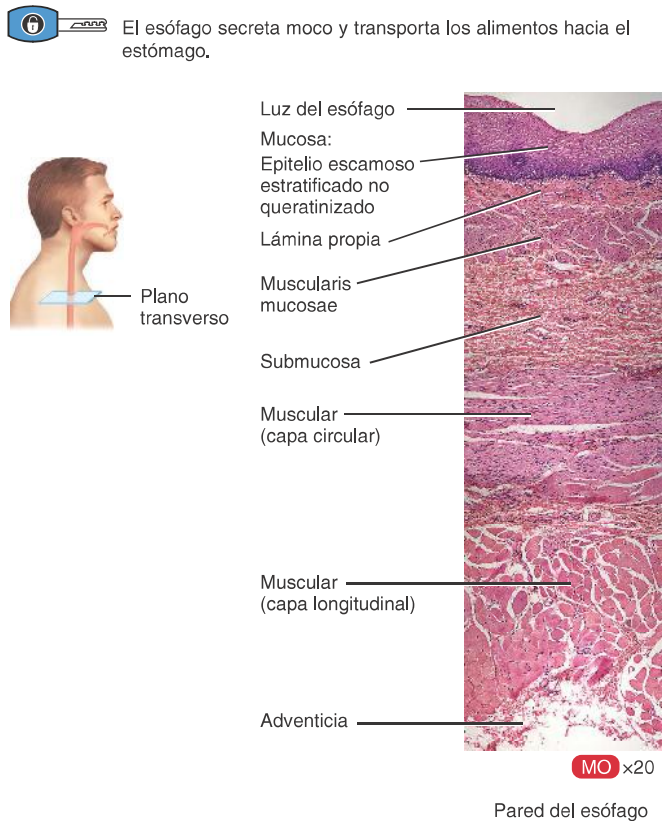
24.8 DEGLUCIÓN

OBJETIVO

- Describir las tres fases de la deglución.

Los alimentos se movilizan desde la cavidad bucal hacia el estómago mediante el acto de tragar o **deglutir** (**Figura 24.10**). La deglución

Figura 24.9 Histología del esófago. En el Cuadro 4.1 se muestra una vista con gran aumento del epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado.



¿En qué capas del esófago se localizan las glándulas que secretan mucus?

es facilitada por la secreción de saliva y moco, y en ella participan la boca, la faringe y el esófago. La deglución se produce en tres fases: 1) la fase voluntaria, en la que el bolo pasa hacia la bucofaringe, 2) la fase faríngea, el paso involuntario del bolo a través de la faringe hacia el esófago, y 3) la fase esofágica, también involuntaria, en la que el bolo alimenticio pasa del esófago al estómago.

La deglución comienza cuando el bolo es forzado hacia la parte posterior de la cavidad bucal y la bucofaringe, mediante el movimiento de la lengua hacia arriba y hacia atrás contra el paladar; estas acciones constituyen la **fase voluntaria** de la deglución. Con el paso del bolo a la bucofaringe comienza la **fase faríngea** involuntaria (**Figura 24.10b**). El bolo estimula receptores de la bucofaringe, que envían impulsos al centro de la deglución del bulbo raquídeo y la protuberancia inferior. Los impulsos que regresan hacen que el paladar blando y la úvula se muevan hacia arriba para cerrar la nasofaringe e impedir la entrada de los alimentos y el líquido en la cavidad nasal. Además, la epiglotis cierra la comunicación con la laringe, lo que evita que el bolo ingrese en las vías respiratorias. El bolo se desplaza a lo largo de la bucofaringe y la laringofaringe, y una vez que el esfínter esofágico superior se relaja, pasa hacia el esófago.



La **fase esofágica** de la deglución comienza cuando el bolo entra en el esófago. Durante esta fase, la peristalsis (*stalsis*-, contricción), la progresión de contracciones y relajaciones coordinadas de las capas circular y longitudinal de la muscular, impulsa el bolo hacia delante (Figura 24.10c) (la peristalsis también se observa en otras estructuras tubulares, como otros segmentos del tubo digestivo y los uréteres, conductos biliares y trompas uterinas; en el esófago está controlada por el bulbo raquídeo). En la porción superior del esófago, las fibras musculares circulares se contraen, estrechan la pared esofágica y fuerzan el bolo hacia el estómago. Entre tanto, las fibras longitudinales inferiores al bolo también se contraen, acortan esta sección y empujan sus paredes hacia afuera para que pueda recibir el bolo. Las contracciones se repiten en ondas que empujan el bolo hacia el estómago. A medida que éste se aproxima al extremo del esófago, el esfínter esofágico inferior se relaja y el bolo se mueve hacia el interior del estómago. El moco secretado por las glándulas esofágicas lo lubrica y reduce la fricción. El paso de alimentos sólidos o semisólidos de la boca al estómago dura entre 4 y 8 segundos; los alimentos muy blandos o líquidos pasan en 1 segundo, aproximadamente.

En el Cuadro 24.2 se resumen las actividades digestivas de la faringe y del esófago.



CORRELACIÓN CLÍNICA | Enfermedad por reflujo gastroesofágico

Si el esfínter esofágico inferior no puede cerrarse adecuadamente después de que los alimentos ingresaron en el estómago, el contenido

gástrico puede refluir hacia la región inferior del esófago. Esta afección se conoce como **gastroesofágico (RGE)**. El ácido clorhídrico (HCl) del contenido gástrico puede irritar la pared esofágica y ocasionar una sensación de ardor (**pirosis**); no está relacionada con ningún trastorno cardíaco. El consumo de alcohol y de tabaco puede causar la relajación del esfínter y acentuar el trastorno. Los síntomas del RGE a menudo pueden controlarse, si se evitan alimentos que estimulan la secreción ácida gástrica (café, chocolate, tomate, grasas, jugo de naranja, menta, mentol y cebollas). Entre otras estrategias para reducir la acidez, se encuentran los fármacos de venta libre, como bloqueantes de los receptores de la histamina-2 (H₂), por ejemplo, el Tagamet[®] HB[®] o Pepecid[®], 30 a 60 minutos antes de comer para bloquear la secreción ácida, y la neutralización del ácido que ya ha sido secretado, con antiácidos como Tums[®] o Maalox[®]. Hay menos probabilidades de que aparezcan síntomas si se ingieren alimentos en pequeñas cantidades y si el paciente no se acuesta inmediatamente después de la comida. El reflujo gastroesofágico puede asociarse con cáncer de esófago.

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

- ¿Qué significa la deglución?
- ¿Qué ocurre durante las fases voluntaria y faríngea de la deglución?
- ¿La peristalsis propulsa o acarrea los alimentos a lo largo del tracto gastrointestinal?

Figura 24.10 Deglución. Durante la fase faríngea de la deglución (b), la lengua se apoya contra el paladar, la nasofaringe se cierra, la laringe se eleva, la epiglotis ocluye la laringe y el bolo pasa hacia el esófago. Durante la fase esofágica de la deglución (c), los alimentos progresan a lo largo del esófago hacia el estómago, por el peristaltismo.



La deglución es el mecanismo que hace progresar los alimentos desde la boca hacia el estómago.

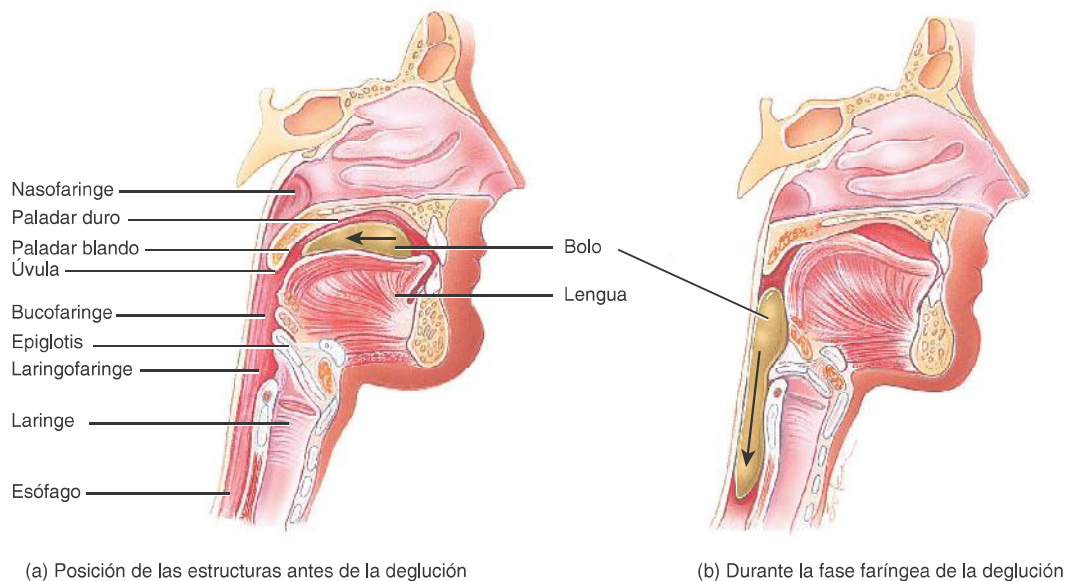
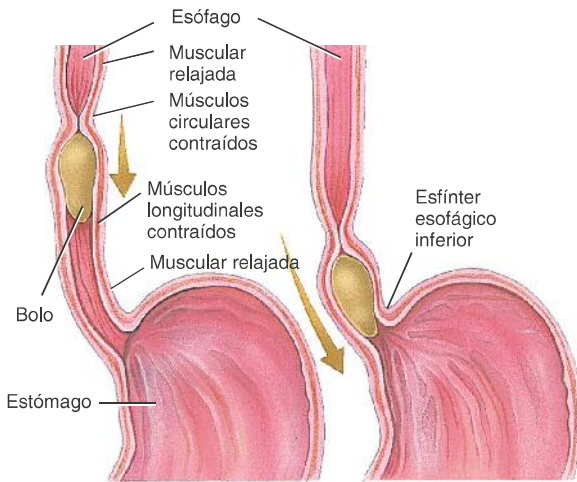


FIGURA 24.10 CONTINUACIÓN



(c) Vista anterior (corte frontal) del peristaltismo en el esófago

¿La deglución es un acto voluntario o involuntario?

24.9 ESTÓMAGO

OBJETIVO

- Describir la localización, anatomía, histología y funciones del estómago.

El **estómago** es un ensanchamiento del tubo digestivo con forma de J, localizado por debajo del diafragma en el epigastrio, la región umbilical y el hipocondrio izquierdo (véase la Figura 1.12a). Se interpone entre el esófago y el duodeno, la primera porción del intestino delgado (Figura 24.11). Como los alimentos se ingieren más rápidamente

que lo que el intestino puede digerir y absorber, una de las funciones del estómago es servir como cámara de mezclado y reservorio de los alimentos. Después de la ingestión, el estómago fuerza a intervalos convenientes una pequeña cantidad de material hacia la primera porción del intestino delgado. La posición y el tamaño del estómago varían de manera continua; el diafragma lo presiona hacia abajo en cada inspiración y lo atrae hacia arriba en cada espiración. Cuando está vacío, tiene el tamaño de una salchicha grande, pero es la porción más distensible del tubo digestivo y puede dar cabida a una enorme cantidad de alimentos. En el estómago, continúa la digestión del almidón, comienza la digestión de proteínas y triglicéridos, el bolo semisólido se convierte en líquido, y algunas sustancias se absorben.

Anatomía del estómago

El estómago tiene cuatro regiones principales: el cardias, el fundus, el cuerpo y el píloro (Figura 24.11). El **cardias** rodea el orificio superior del estómago. La porción redondeada que está por encima y hacia la izquierda del cardias es el **fundus**. Por debajo del fundus, se extiende la porción central del estómago, llamado **cuerpo**. La región pilórica se divide en tres partes. La primera, el **antro pilórico**, se conecta con el cuerpo del estómago. La segunda está constituida por el **canal pilórico**, que lleva a la tercera, el **píloro** (*pylé-*, puerta; y *-ouros*, guardar), que conduce hacia el duodeno. Cuando el estómago está vacío, la mucosa se dispone en grandes pliegues, que pueden reconocerse a simple vista. El píloro se comunica con el duodeno a través del **esfínter pilórico**. El borde interno cóncavo del estómago es la **curvatura menor**, y el borde externo, convexo, la **curvatura mayor**.



CORRELACIÓN CLÍNICA | Espasmo pilórico y estenosis pilórica

Dos anomalías del esfínter pilórico pueden presentarse en los lactantes. En el **espasmo pilórico**, las fibras musculares no experimentan la **relajación normal**, de modo que los alimentos no pueden pasar fácilmente del estómago al intestino delgado, el estómago se distiende demasiado y los niños a menudo vomitan para aliviar la presión. El espasmo del píloro se trata con fármacos que relajan las fibras musculares del esfínter pilórico. La **estenosis pilórica** es un estrechamiento del esfínter pilórico, que debe corregirse quirúrgicamente. El síntoma distintivo es el vómito en chorro: la expulsión de vómito líquido a distancia.

CUADRO 24.2

Resumen de las funciones digestivas en la faringe y el esófago

ESTRUCTURA	ACTIVIDAD	RESULTADO
Faringe	Fase faríngea de la deglución.	Paso del bolo de la bucofaringe a la laringofaringe y al esófago; cierra el paso de aire.
Esófago	Relajación del esfínter esofágico superior.	Permite el paso del bolo de la laringofaringe al esófago.
	Fase esofágica de la deglución (peristalsis).	Impulsa el bolo hacia abajo.
	Relajación del esfínter esofágico inferior.	Permite la entrada del bolo en el estómago.
	Secreción de moco.	Lubrica el esófago para facilitar el paso del bolo.

Histología del estómago

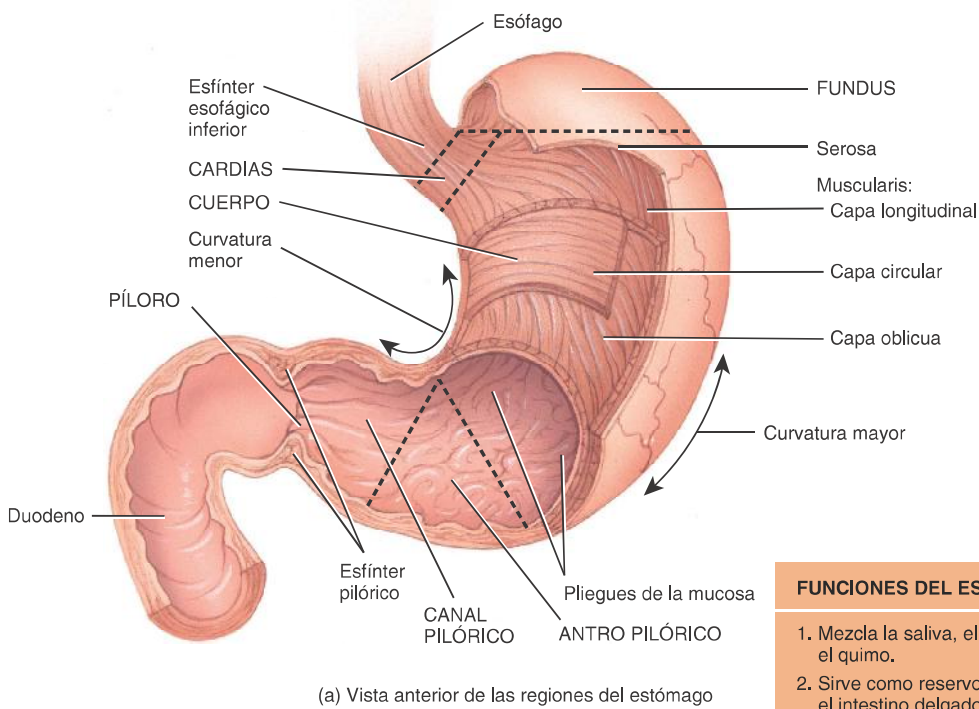
La pared del estómago está compuesta por las mismas cuatro capas que el resto del tubo digestivo, con algunas modificaciones. La superficie de la **mucosa** forma una capa de células epiteliales prismáticas simples llamadas **células mucosas superficiales** (Figura 24.12). La mucosa contiene una **lámina propia** (tejido conectivo areolar) y una **muscularis mucosae** (músculo liso) (Figura 24.12b). Las células epiteliales se extienden hacia adentro de la lámina propia, donde forman columnas de células secretoras las **glándulas gástricas**, que limitan con canales estrechos que reciben el nombre de **criptas gástricas**. Las secreciones de las glándulas gástricas fluyen dentro de las criptas gástricas y de ahí, hacia la luz del estómago.

Las glándulas gástricas contienen tres tipos de **células glandulares exocrinas** que secretan sus productos en la luz del estómago: células mucosas del cuello, células principales y células parietales. Las células mucosas superficiales y las **células mucosas del cuello** secretan moco (Figura 24.12b). Las **células parietales** producen factor intrín-



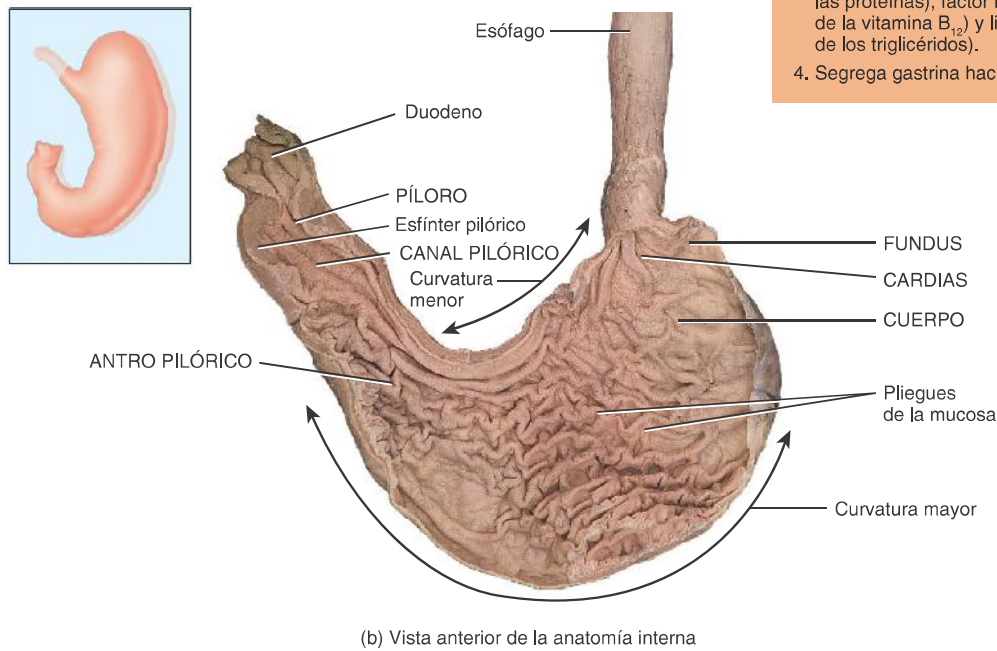
Figura 24.11 Anatomía externa e interna del estómago.

6 Las cuatro regiones del estómago son: el cardias, el fundus, el cuerpo y el píloro.



FUNCIONES DEL ESTÓMAGO

1. Mezcla la saliva, el alimento y el jugo gástrico para formar el quimo.
2. Sirve como reservorio del alimento antes de su paso hacia el intestino delgado.
3. Segrega jugo gástrico, que contiene HCl (es bactericida y desnaturaliza las proteínas), pepsina (inicia la digestión de las proteínas), factor intrínseco (colabora en la absorción de la vitamina B₁₂) y lipasa gástrica (colabora en la digestión de los triglicéridos).
4. Segrega gastrina hacia la circulación sanguínea.



? Después de una gran ingestión de alimentos, ¿el estómago conserva todavía sus pliegues?

seco (necesario para la absorción de vitamina B₁₂) y ácido clorhídrico. Las **células principales** secretan pepsinógeno y lipasa gástrica. Las secreciones de las células mucosas, parietales y principales forman el **jugo gástrico**, que llega a 2 000-3 000 mL por día. Además, dentro de las glándulas gástricas hay un tipo de células enteroendocrinas, las **células G**, que se localizan principalmente en el antro pilórico y secretan la hormona gastrina en el torrente sanguíneo. Como veremos en breve, esta hormona estimula diversos tipos de actividad gástrica.

Tres capas adicionales yacen debajo de la mucosa. La **submucosa** del estómago está compuesta por tejido conectivo areolar. La **muscular** tiene tres capas de músculo liso (en lugar de las dos presentes en el intestino): una capa longitudinal externa, una capa circular media y

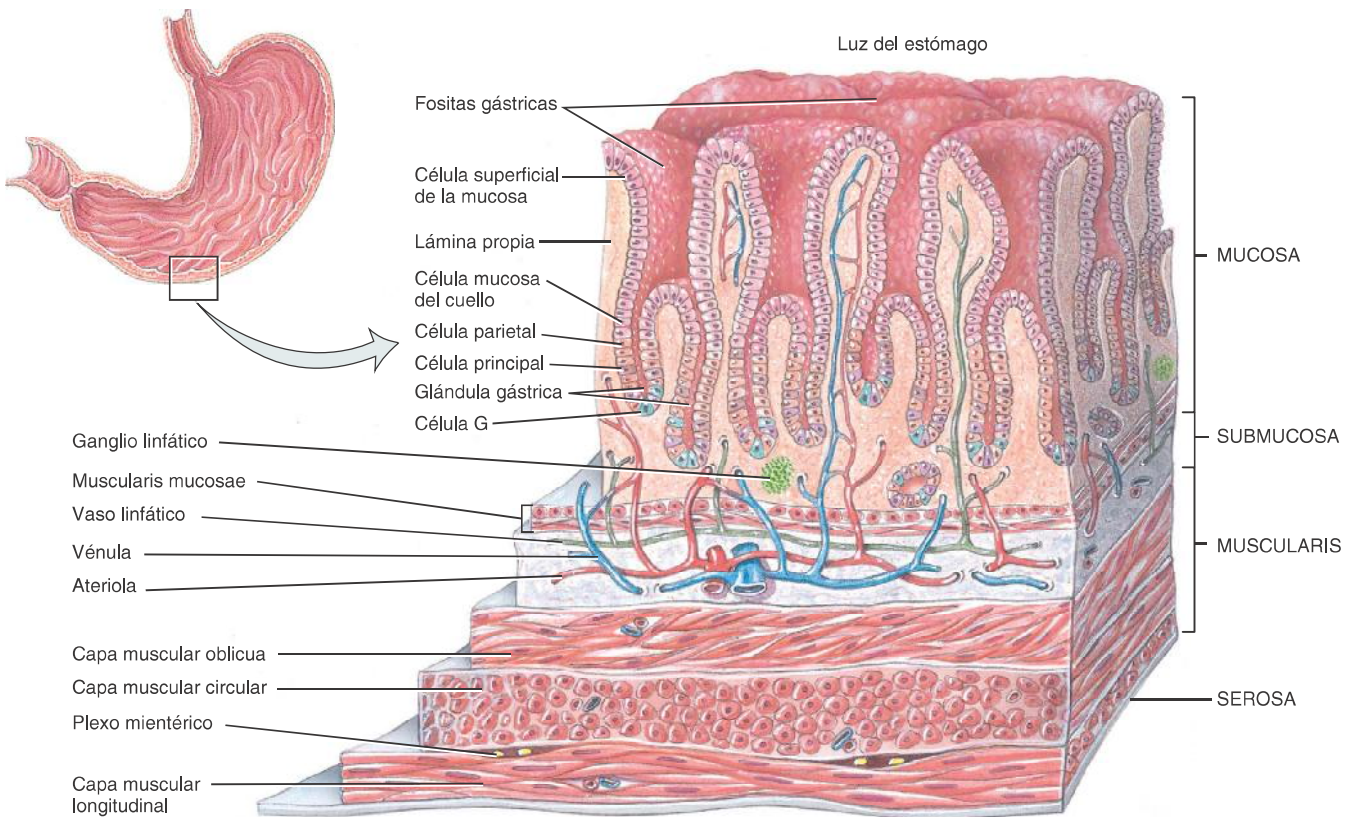
una capa oblicua interna. La capa oblicua limita con el cuerpo del estómago. La **serosa** está compuesta por epitelio pavimentoso simple (mesotelio) y por tejido conectivo areolar; la porción de la serosa que reviste el estómago forma parte del peritoneo visceral. En la curvatura menor del estómago, el peritoneo visceral se extiende hacia arriba hasta el hígado, como epiplón menor. En la curvatura mayor, el peritoneo visceral continúa hacia abajo como epiplón mayor y reviste el intestino.

Digestión mecánica y química en el estómago

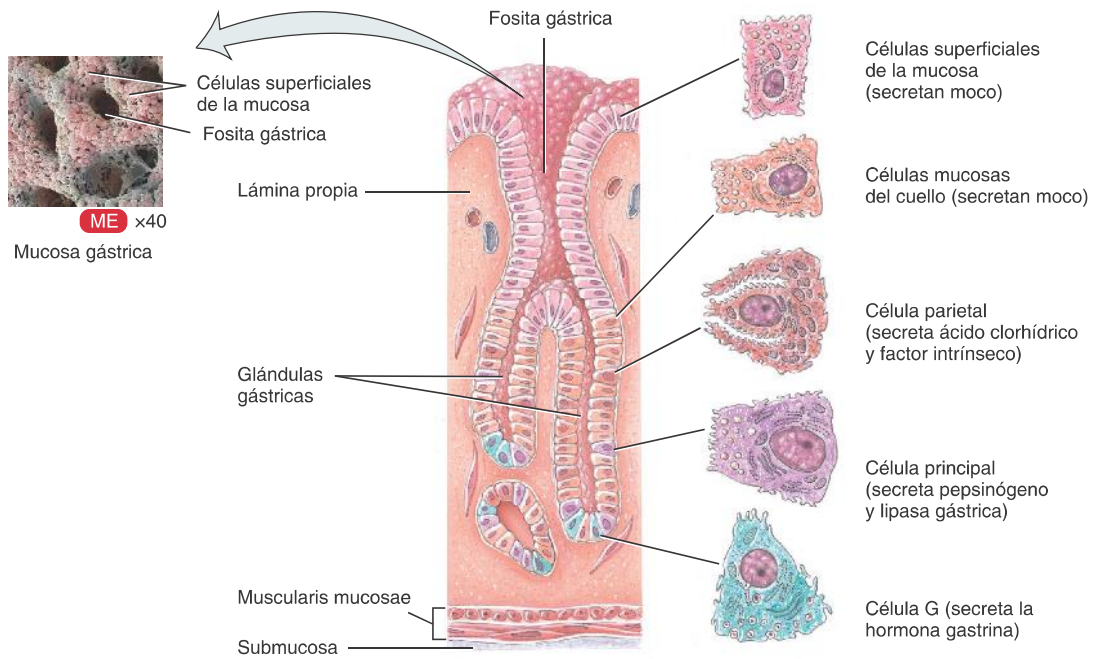
Algunos minutos después de que los alimentos entran en el estómago, se producen cada 15 o 25 segundos movimientos peristálticos su-

Figura 24.12 Histología del estómago.

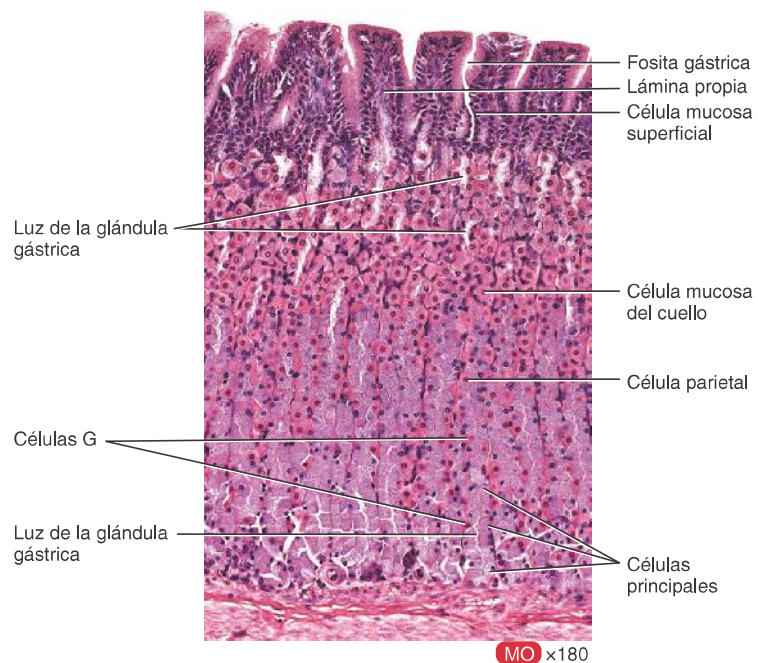
 El jugo gástrico es la combinación de las secreciones de las células mucosas, las células parietales y las células principales.



(a) Vista tridimensional de las capas del estómago



(b) Corte de la mucosa gástrica, donde se observan las glándulas gástricas y los tipos celulares



(c) Mucosa fúndica

¿Dónde se secreta el HCl y cuáles son sus funciones?

ves llamados **ondas de mezcla**. Estas ondas maceran los alimentos, los mezclan con las secreciones de las glándulas gástricas y los reducen a un líquido, el **quimo** (de *khymós*, jugo). Algunas ondas de mezcla se observan en el fundus, que tiene funciones de depósito. Mientras que continúa la digestión, ondas de mezcla más vigorosas comienzan en el cuerpo del estómago y se intensifican a medida que llegan al píloro. El esfínter pilórico normalmente se mantiene casi cerrado, aunque no del todo. Cuando los alimentos llegan al píloro, cada onda expulsa periódicamente 3 mL de quimo hacia el duodeno a través del esfínter pilórico, fenómeno conocido como **vaciamiento gástrico**. La mayor parte del quimo vuelve hacia el cuerpo del estómago, donde las ondas de mezcla continúan. Las ondas siguientes impulsan el quimo otra vez hacia adelante y un poco más hacia el duodeno. Estos movimientos hacia adelante y hacia atrás del contenido gástrico son los responsables de la mezcla en el estómago.

Los alimentos permanecen en el fundus alrededor de una hora sin mezclarse con el jugo gástrico. Durante este tiempo, la digestión por la amilasa salival continúa. Sin embargo, poco después, el quimo se mezcla con el jugo gástrico ácido, que inactiva la amilasa salival y activa la lipasa lingual, que comienza a digerir los triglicéridos y los transforma en ácidos grasos y diglicéridos.

Si bien las células parietales secretan por separado iones de hidrógeno (H^+) e iones cloruro (Cl^-) en la luz del estómago, el efecto conjunto es la secreción de ácido clorhídrico (HCl). La **bomba de protones** motorizada por la H^+/K^+ ATPasa transporta activamente H^+ hacia la luz y capta iones de potasio (K^+) hacia la célula (Figura 24.13). Al mismo tiempo, el Cl^- y el K^+ difunden hacia la luz por canales de Cl^- y K^+ de la membrana apical. La enzima **anhidrasa carbónica**, especialmente abundante en las células parietales, cataliza la formación de ácido carbónico (H_2CO_3), a partir de agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2). Como el ácido carbónico se disocia, constituye una fuente importante de H^+ para las bombas de protones, aunque también genera iones bicarbonato (HCO_3^-). El HCO_3^- se acumula en el citosol y sale de la célula parietal en intercambio con Cl^- a través del antiportador Cl^-/HCO_3^- de la membrana basolateral (próximo a la lámina propia). El HCO_3^- difunde hacia los capilares sanguíneos más cercanos. Esta "marea alcalina" de iones bicarbonato que ingresan en el torrente sanguíneo, después de una comida, puede ser lo suficientemente importante como para aumentar levemente el pH sanguíneo y alcalinizar la orina.

La secreción de HCl por parte de las células parietales puede ser estimulada de diversas maneras: liberación de acetilcolina (ACh) por neuronas parasimpáticas, secreción de gastrina por las células G, e histamina, que es una sustancia paracrina liberada por mastocitos en la proximidad de la lámina propia (Figura 24.14). La acetilcolina y la gastrina actúan estimulando las células parietales para que secreten más HCl en presencia de histamina. En otras palabras, la histamina actúa sinérgicamente y potencia los efectos de la acetilcolina y la gastrina. Los receptores de estas tres sustancias están presentes en la membrana plasmática de las células parietales. Los receptores de histamina de las células parietales se llaman receptores H_2 ; éstos median una respuesta diferente a las de los receptores H_1 que intervienen en la respuesta alérgica.

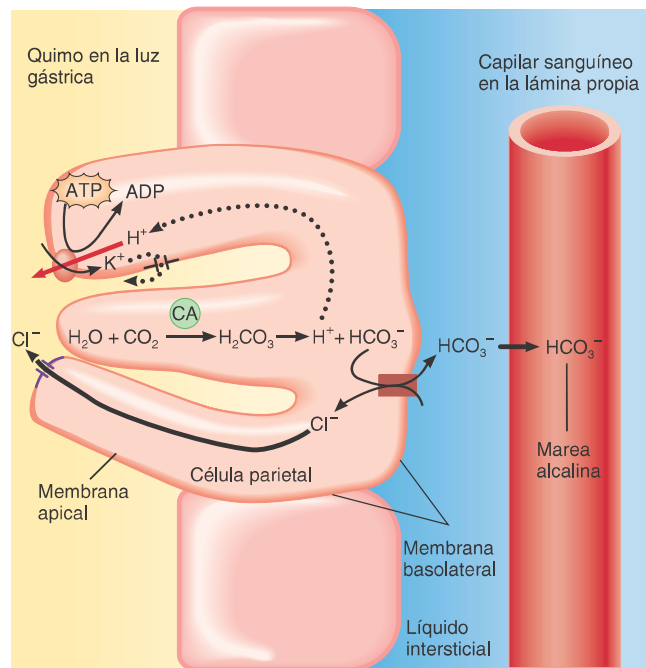
El líquido gástrico, muy ácido, destruye muchos microorganismos de los alimentos. El HCl desnaturaliza parcialmente las proteínas de los alimentos y estimula la secreción de hormonas que promueven el flujo biliar y del jugo pancreático. La digestión enzimática de las proteínas también comienza en el estómago. La única enzima proteolítica (digestión de proteínas) del estómago es la **pepsina**, que se secreta en las células principales. La pepsina separa uniones peptídicas entre aminoácidos y desdobra una cadena proteica de varios aminoácidos, en fragmentos peptídicos de menor tamaño. La pepsina es más activa

en el medio ácido del estómago (pH 2) y se inactiva con un pH más alto.

¿Qué impide a la pepsina digerir las proteínas de las células gástricas junto con los alimentos? Primero, la pepsina se secreta en su forma inactiva llamada *pepsinógeno*, en la cual no puede digerir las proteínas de las células principales que la producen. El pepsinógeno no se activa hasta que entra en contacto con el ácido clorhídrico secretado por las células parietales o con otras moléculas de pepsina activas. En segundo lugar, las células epiteliales gástricas están protegidas de los jugos gástricos por una fina capa de 1-3 mm de moco alcalino, secretado por las células mucosas superficiales y las células mucosas del cuello.

Figura 24.13 Secreción de HCl (ácido clorhídrico) por las células parietales del estómago.

La bomba de protones dependiente de ATP secreta H^+ ; el Cl^- se difunde hacia la luz del estómago por canales de Cl^-



Referencias:

- Bomba de protones (H^+/K^+ ATPasa)
- Canal de K^+
- Canal de Cl^-
- Anhidrasa carbónica
- Difusión
- Antiportador HCO_3^-/Cl^-

? ¿Qué molécula es la fuente de los hidrógenos que se secretan en el jugo gástrico?



Otra enzima del estómago es la **lipasa gástrica**, que desdobra los triglicéridos de cadena corta de las moléculas grasas (como las encontradas en la leche) en ácidos grasos y monoglicéridos. Un monoglicérido consiste en una molécula de glicerol unida a una molécula de ácido graso. Esta enzima, que desempeña una función limitada en el estómago del adulto, trabaja mejor con un pH de 5-6. Más importante que la lipasa lingual o la lipasa gástrica es la lipasa pancreática, enzima secretada por el páncreas en el intestino delgado.

En el estómago, se absorbe sólo una pequeña cantidad de nutrientes porque las células epiteliales son impermeables a la mayoría de las sustancias. Sin embargo, las células mucosas del estómago absorben agua, iones y ácidos grasos de cadena corta, y también algunos fármacos (aspirina, especialmente) y el alcohol.

Después de 2 a 4 horas de haber comido, el estómago ya vació su contenido en el duodeno. Los alimentos ricos en hidratos de carbono son los que permanecen menos tiempo en el estómago; los alimentos ricos en proteínas permanecen un poco más, y el vaciamiento es más lento luego de una dieta que contiene grandes cantidades de triglicéridos.

En el **Cuadro 24.3** se resumen las actividades digestivas del estómago.

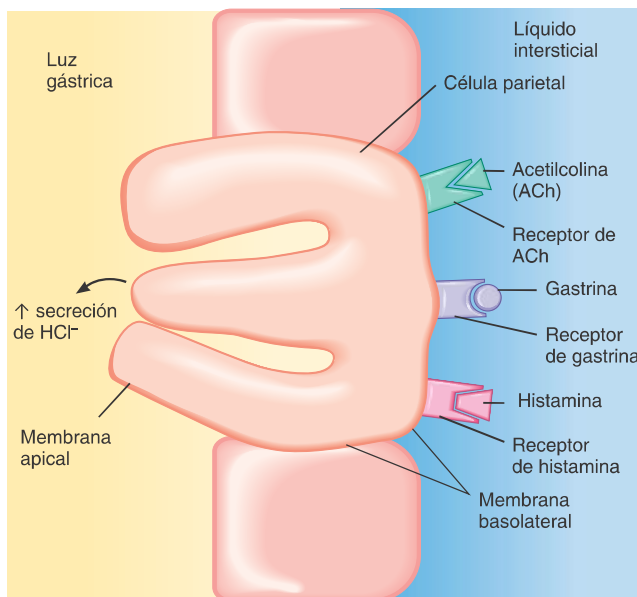
tante para el del vómito lo constituyen la irritación y distensión del estómago; otros estímulos son la vista de algo desagradable, la anestesia general, el vértigo y algunos fármacos como la morfina y derivados de los digitálicos. Los impulsos nerviosos se transmiten hacia el centro del vómito del bulbo raquídeo, y los impulsos descendentes se propagan por los órganos del tubo digestivo superior, el diafragma y los músculos abdominales. El acto de vomitar implica la compresión del estómago entre el diafragma y los músculos abdominales y la expulsión del contenido a través del esfínter esofágico. Los vómitos prolongados, especialmente en lactantes y personas de edad, pueden ser graves porque la pérdida del jugo gástrico ácido puede conducir a la alcalosis (pH sanguíneo más elevado que lo normal), la deshidratación y el daño del esófago y los dientes.

CORRELACIÓN CLÍNICA | Vómito

El vómito o emesis es la expulsión del contenido de tracto GI superior (estómago y, a veces, el duodeno) por la boca. El estímulo más impor-

Figura 24.14 Regulación de la secreción de HCl.

La secreción de HCl por las células parietales puede ser estimulada por diferentes factores: la acetilcolina (ACh), la gastrina y la histamina.



? De los factores que estimulan la secreción de HCl, ¿cuál es un agente paracrino que se libera de los mastocitos en la lámina propia?

CUADRO 24.3		
Resumen de las funciones digestivas en el estómago		
ESTRUCTURA	ACTIVIDAD	RESULTADO
Mucosa Células mucosas de la superficie y células mucosas del cuello	Secretan moco.	Forman una barrera protectora que impide la digestión de la pared gástrica.
	Absorción.	Una pequeña cantidad de agua, iones, ácidos grasos de cadena corta y algunos fármacos pasan al torrente sanguíneo.
Células parietales	Secretan factor intrínseco.	Necesario para la absorción de vitamina B ₁₂ , que se utiliza para la formación de glóbulos rojos (eritropoyesis).
	Secretan ácido clorhídrico.	Bactericida en los alimentos; desnatura proteínas; convierte pepsinógeno en pepsina.
Células principales	Secretan pepsinógeno.	La pepsina, en su forma activada, desdobra las proteínas en péptidos.
	Secretan lipasa gástrica.	Los triglicéridos se desdoblan en ácidos grasos y monoglicéridos.
Células G	Secretan gastrina.	Estimula la secreción de HCl por las células parietales y de pepsinógeno por las células principales; contrae el esfínter esofágico inferior, aumenta la motilidad del estómago y relaja el esfínter pilórico.
Muscular	Ondas de mezcla (movimientos peristálticos suaves).	Disuelven los alimentos y los mezclan con el jugo gástrico formando el quimo. Fuerza al quimo a pasar a través del esfínter pilórico.
Esfínter pilórico	Se abre para permitir el paso del quimo al duodeno.	Regula el paso del quimo desde el estómago hacia el duodeno; impide que el quimo refluya del duodeno al estómago.

✓ PREGUNTAS DE REVISIÓN

20. Compare el epitelio del esófago con el del estómago. ¿Cómo se adapta a la función de cada órgano?
21. ¿Cuál es la importancia de las células mucosas superficiales, del cuello, principales, parietales y G del estómago?
22. ¿Cuál es la función de la pepsina? ¿Por qué se secreta en su forma inactiva?
23. ¿Cuáles son las funciones de la lipasa gástrica y la lipasa lingual en el estómago?

24.10 PÁNCREAS

■ OBJETIVO

- Describir la localización, anatomía, histología y función del páncreas.

Desde el estómago, el quimo pasa al intestino delgado. Como la digestión química en el intestino delgado depende de la actividad del páncreas, del hígado y de la vesícula biliar, se considerarán primero estos órganos digestivos accesorios y su contribución a la digestión, en el intestino delgado.

Anatomía del páncreas

El **páncreas** (*pán-*, todo; y *-kréas*, carne), una glándula retroperitoneal que mide alrededor de 12-15 cm de longitud y 2,5 cm de ancho, se halla por detrás de la curvatura mayor del estómago. Tiene una cabeza, un cuerpo y una cola, y está habitualmente conectado con el duodeno por medio de dos conductos (Figura 24.15a). La **cabeza** es la porción dilatada del órgano cercana a la curvatura del duodeno; por encima y a la izquierda de la cabeza se encuentran el **cuerpo** y la **cola** de forma ahusada.

Los jugos pancreáticos se secretan en las células exocrinas dentro de conductillos que se unen íntimamente para formar dos largos conductos, el conducto pancreático y el conducto accesorio, que vuelcan las secreciones en el intestino delgado. El **conducto pancreático** (**conducto de Wirsung**) es el más largo de los dos. En la mayoría de las personas, se une con el conducto colédoco (o hepatocístico) y entran en el duodeno como un conducto común llamado **ampolla hepatopancreática** (**ampolla de Vater**). La ampolla se abre en una elevación de la mucosa duodenal conocida como **papila duodenal mayor**, a unos 10 cm, por debajo del esfínter pilórico del estómago.

El paso de los jugos pancreático y biliar por la ampolla hepatopancreática hacia el intestino delgado está regulado por una masa de músculo liso, el esfínter de la **ampolla hepatopancreática** (**esfínter de Oddi**). El otro conducto del páncreas, el **conducto accesorio** (**conducto de Santorini**), sale del páncreas y desemboca en el duodeno a unos 2,5 cm por encima de la ampolla hepatopancreática.

Histología del páncreas

El páncreas está constituido por pequeñas agrupaciones de células epiteliales glandulares. Alrededor del 99% de los racimos, llamados **ácinos**, constituyen la porción exocrina del órgano (véase la Figura 18.18b y c). Las células acinosas secretan una mezcla de líquido y enzimas digestivas llamada jugo pancreático. El 1% restante de los ácinos, los **islotos pancreáticos** (**islotos de Langerhans**), forman la

porción endocrina del páncreas. Estas células secretan las hormonas glucagón, insulina, somatostatina y el polipéptido pancreático. Las funciones de estas hormonas se describen en el Capítulo 18.

Composición y funciones del jugo pancreático

Cada día, el páncreas produce entre 1 200 y 1 500 mL de **jugo pancreático**, un líquido transparente e incoloro formado en su mayor parte por agua, algunas sales, bicarbonato de sodio y varias enzimas. El bicarbonato de sodio le da al jugo pancreático el pH alcalino (7,1-8,2) que amortigua el jugo gástrico ácido del quimo, frena la acción de la pepsina del estómago y crea el pH adecuado para la acción de las enzimas digestivas en el intestino delgado. Las enzimas del jugo pancreático son la **amilasa pancreática**, que digiere el almidón; varias enzimas que digieren proteínas, como la **tripsina**, la **quimotripsina**, la **carboxipeptidasa** y la **elastasa**; la principal enzima digestiva de los triglicéridos en los adultos llamada **lipasa pancreática**, y enzimas que digieren los ácidos nucleicos: la **ribonucleasa** y la **desoxirribonucleasa**.

Las enzimas que atacan las proteínas son producidas como precursores inactivos, así como la pepsina se produce en el estómago como pepsinógeno. Como están inactivas, no digieren las células del propio páncreas. La tripsina se secreta en su forma inactiva (**tripsinógeno**). Las células acinosas pancreáticas también secretan la proteína denominada **inhibidor de la tripsina**, que se combina con cualquier tripsina que se haya formado accidentalmente en el páncreas o en el jugo pancreático y bloquea su actividad. Cuando el tripsinógeno llega a la luz del intestino delgado, se encuentra con una enzima del ribete en cepillo activadora, la **enterocinasa**, que desdobra parte de la molécula de tripsinógeno para formar tripsina. A su vez, la tripsina actúa sobre los precursores inactivos (**quimotripsinógenos**, **procarboxipeptidasa** y **proelastasa**) para producir quimotripsina, carboxipeptidasa y elastasa, respectivamente.



CORRELACIÓN CLÍNICA | Pancreatitis y cáncer de páncreas

La inflamación del páncreas, asociada con el abuso de alcohol o con cálculos biliares crónicos se denomina **pancreatitis**. En un cuadro más grave, la **pancreatitis aguda**, vinculada con la ingesta de alcohol o la obstrucción del tracto biliar, las células pancreáticas pueden liberar tripsina en lugar de tripsinógeno o cantidades insuficientes de inhibidor de la tripsina, y ésta comienza a digerir las células pancreáticas. Los pacientes con pancreatitis aguda habitualmente responden al tratamiento, pero los ataques recurrentes son la regla. En algunas personas la pancreatitis es idiopática, lo que significa que se desconoce la causa. Algunas causas de pancreatitis son la fibrosis quística, los niveles elevados de calcio en la sangre (hipercalcemia) o de grasas (hiperlipidemia o hipertrigliceridemia), algunos fármacos y enfermedades autoinmunitarias, aunque casi en el 70% de los adultos con pancreatitis la causa es el alcoholismo. A menudo el primer episodio aparece entre los 30 y 40 años.

El **cáncer pancreático** suele afectar a personas de más de 50 años de edad y es más frecuente en los hombres. Típicamente, hay pocos síntomas hasta que la enfermedad llega a una etapa avanzada y con frecuencia no aparecen hasta que haya metástasis en otras partes del cuerpo, como los ganglios linfáticos, el hígado o los pulmones. La enfermedad es casi siempre fatal, y es la cuarta causa de muerte más común por cáncer en los Estados Unidos. El cáncer pancreático se asocia con las comidas grasas, alto consumo de alcohol, factores genéticos, tabaquismo y pancreatitis crónica.