



# PREPARATORIA ABIERTA PUEBLA

## APARATO DIGESTIVO

*Preparatoria*

---

ELABORÓ

*abierta*

LUZ MARÍA ORTIZ CORTÉS

# Aparato digestivo

- Los nutrientes son sustancias que están presentes en los alimentos y que son necesarios para los organismos como materias primas de los procesos de crecimiento y reparación del cuerpo, y como fuente de energía para impulsar la maquinaria biológica.
- Todos los animales son heterótrofos, es decir, organismos que deben obtener su energía y nutrientes a partir de las moléculas orgánicas elaboradas por otros organismos. Puesto que los heterótrofos ingieren las macromoléculas sintetizadas por otros seres, necesitan degradarlas y reorganizarlas conforme a sus propias necesidades. Los humanos, por ejemplo, no pueden incorporar directamente las proteínas de un bistec a sus propios músculos, más bien, el cuerpo debe degradar las proteínas de esa carne hasta reducirla a sus aminoácidos componentes y luego es necesario que los envíe hasta la células musculares, una vez ahí; dichas células los reordenan para convertirlos en proteínas musculares humanas.

# Aparato digestivo

- Después de seleccionar y obtener alimentos, deben ser ingeridos, es decir, introducirlos en el cuerpo. En el caso del humano, la ingestión consiste en introducir alimento en la boca y luego deglutirlo. Una vez dentro del organismo, el alimento debe ser digerido o degradado, antes de que sus nutrientes puedan ser utilizados por el animal. En general, los animales introducen en su boca grandes trozos de alimento, y ahí los reducen a fragmentos más pequeños mediante un proceso mecánico. Luego, las macromoléculas son hidrolizadas por las enzimas digestivas hasta convertirse en moléculas pequeñas, que se absorben y utilizan.

# Aparato digestivo

- En animales equipados con aparato digestivo, la absorción implica el paso de nutrientes a través de las células que recubren internamente el tubo digestivo, de donde ingresan en la sangre u otros líquidos del cuerpo. Luego, los nutrientes se distribuyen a todas las partes del organismo, donde se utilizan para las actividades metabólicas individuales de todas las células. El alimento no digerido o no asimilado debe salir del cuerpo, un proceso denominado egestión en las formas de animales simples y eliminación entre los animales más complejos.

# Digestión

- La digestión es la transformación física y química del alimento a pequeñas partículas y moléculas.
- La transformación del alimento es física porque con los dientes el alimento se reduce a partes más pequeñas.
- Después, diversas enzimas digestivas favorecen la transformación química del alimento.

# Aparato digestivo

- El aparato digestivo de los vertebrados es un tubo completo que se extiende desde la boca hasta el ano. El alimento pasa sucesivamente a través de cada una de las regiones del aparato digestivo: boca, faringe (garganta), esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, recto y ano. Todos los vertebrados tienen glándulas accesorias cuya función es secretar jugos digestivos en el interior del aparato. Esas glándulas son: hígado, páncreas y glándulas salivales.

# Aparato digestivo humano



# APARATO DIGESTIVO

- La pared del aparato digestivo de los mamíferos, desde el esófago hasta el recto, tiene una estructura similar y consta de las mismas cuatro capas. A partir de la luz (el espacio vacío interno) hacia fuera, dichas capas son: mucosa, submucosa, muscularis y túnica adventicia. La mucosa recubre el aparato digestivo internamente y consta de tejido epitelial que descansa sobre una capa de tejido conectivo. Las células en cáliz presentes en el tejido epitelial secretan moco, el cual protege y lubrica la superficie interna del aparato. Las glándulas pluricelulares del aparato digestivo se forman como invaginaciones de la mucosa. En el estómago y el intestino, la mucosa está muy plegada sobre sí misma para incrementar la superficie de secreción y absorción del tubo digestivo.



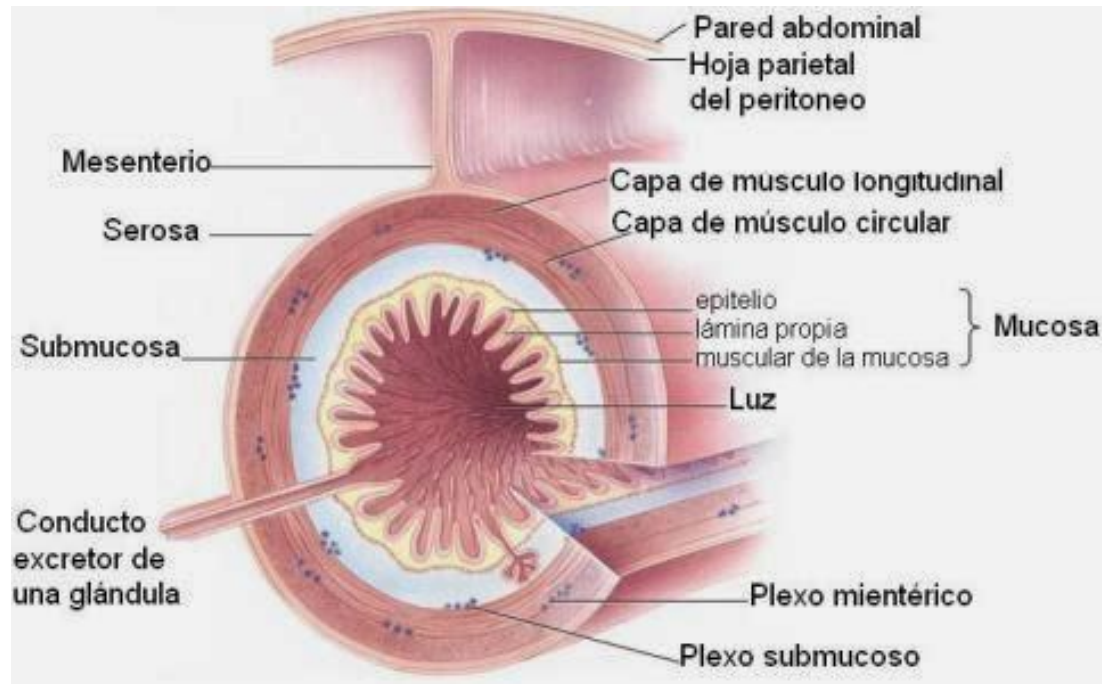
# Aparato digestivo

- La submucosa formada por tejido conectivo une la mucosa con la capa muscular subyacente. Dicha submucosa es rica en vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios. A lo largo de casi todo el aparato digestivo, la muscularis está formada por dos capas de músculo liso: una interna, cuyas fibras están dispuestas en círculo y otra externa, cuyas fibras están dispuestas longitudinalmente. Las contracciones localizadas de esos músculos ayudan a efectuar la degradación mecánica del alimento y lo mezclan con los jugos digestivos. Las ondas de contracción rítmica de esos músculos, empujan el alimento a lo largo del tubo digestivo, un proceso que se denomina peristaltismo.

# Aparato digestivo

- La túnica adventicia es la cubierta de tejido conectivo externa del aparato digestivo. Por debajo del nivel del diafragma, dicha túnica se convierte en una capa de epitelio escamoso denominada peritoneo visceral. Mediante varios pliegues, dicho peritoneo se conecta con el peritoneo parietal, una capa de tejido conectivo que recubre las paredes de las cavidades abdominales y pélvica. Entre los peritoneos visceral y parietal existe un espacio potencial, la cavidad peritoneal. La inflamación del peritoneo o peritonitis, es una afección muy grave, ya que la infección puede contagiarse a través de aquél a casi todos los órganos abdominales.

# Aparato digestivo



# Aparato digestivo

- Dentro de la boca:

El alimento es ingerido por la boca, donde comienza la digestión mecánica y química.

Los labios que rodean el orificio bucal ayudan a guiar el alimento a la boca. La cavidad bucal está sostenida por los maxilares y se encuentra limitada a los lados por los dientes, encías y mejillas, y hacia abajo por la lengua. Su techo, el paladar, es una especie de repisa que separa la cavidad bucal de la cavidad nasal. La porción anterior ósea, se denomina paladar duro, mientras que la porción posterior, carnosa es el paladar blando.

# Aparato digestivo

- La mayor parte de los vertebrados terrestres se caracteriza por la presencia de una lengua muscular móvil. La lengua de los mamíferos sirve principalmente para manipular el alimento, empujándolo entre los dientes, para que sea masticado y convirtiéndolo luego en una masa que degluten llamada **bolo**. Entre los mamíferos, los botones o bulbos gustativos se encuentran concentrados en las papilas, protuberancias diminutas de la superficie superior de la lengua. Las células sensoriales de los botones gustativos reaccionan a la presencia de diferentes sustancias químicas para distinguir los cuatro sabores primarios: dulce, salado, ácido y amargo.

# Aparato digestivo

- Dientes: los dientes se usan para morder, desgarrar, aplastar y moler el alimento. A diferencia de los dientes cónicos, simples y aguzados de peces, anfibios y reptiles, los dientes de los mamíferos son muy diversos en cuanto a forma y tamaño, y están especializados en la ejecución de funciones específicas.
- Los ocho (dos en cada cuadrante de la boca) incisivos frontales en forma de cincel, sirven para morder y están muy bien desarrollados en los roedores, como ratones, ratas, ardillas y castores. Entre los herbívoros, los incisivos inferiores están bien adaptados para cortar el pasto y otras plantas.
- Los cuatro caninos largos y aguzados (uno en cada cuadrante de la boca y justo por un lado de los incisivos), se emplean para matar y para desgarrar el alimento.

# Aparato digestivo

- Los carnívoros como lobos, perros y leones, poseen caninos muy prominentes a los que también se les denomina colmillos. Esos dientes reciben el nombre de caninos porque son muy grandes en los perros.
- El humano tiene ocho premolares y doce molares, dos premolares y tres molares en cada lado de los maxilares superior e inferior.
- Esas piezas dentales tienen superficies planas para masticar y remoler el alimento. En el humano, los terceros molares, llamados muelas del juicio, jamás salen en algunos casos, o cuando aparecen, están torcidos y no son funcionales.

# Aparato digestivo

- Esto suele interpretarse como una tendencia evolutiva del hombre moderno hacia la reducción de la mandíbula, lo que hace que no haya espacio suficiente para todas las piezas dentales.
- La acumulación de las bacterias que colonizan normalmente la boca, forman una placa dental sobre las superficies de los dientes, sobre todo en la línea de contacto con la encía. Las bacterias de la placa dental fermentan los carbohidratos (especialmente la sacarosa) depositados en los dientes; produciendo ácidos orgánicos que desmineralizan la capa externa del diente y provocan caries dental.



# Aparato digestivo

- Glándulas salivales: los animales acuáticos tienen suficiente agua disponible para humedecer sus alimentos y deglutirlos con facilidad. Pero los vertebrados terrestres poseen glándulas salivales, cuya función es secretar saliva para la lubricación.
- En los mamíferos hay tres pares de glándulas salivales: parótidas, sublinguales y submaxilares. Las glándulas salivales de mayor tamaño son las parótidas y se localizan en el tejido que hay abajo y enfrente de los oídos; dichas glándulas suelen infectarse e inflamarse cuando la persona contrae paperas.

# Aparato digestivo.

- Las glándulas submaxilares se encuentran debajo de la mandíbula, mientras que las glándulas sublinguales, como su nombre lo indica, están debajo de la lengua. Las secreciones de esas glándulas van a dar a la cavidad bucal a través de conductos muy delgados.
- La saliva está formada por una sustancia acuosa que contiene la enzima digestiva amilasa salival y un componente mucoso que lubrica el paso del bolo durante la deglución.
- La saliva también contiene sales y sustancias que matan a las bacterias. La saliva inicia la digestión de los carbohidratos al hidrolizar el almidón y convertirlo en el disacárido maltosa.

# Aparato digestivo

- Por lo general, la saliva es un poco ácida, con pH de 6.7 ya que la amilasa funciona mejor en esa acidez. Después de llegar al estómago, los jugos gástricos, que son muy ácidos, impregnan el bolo con lo que la amilasa se inactiva. El humano secreta aproximadamente un litro de saliva al día. La secreción está bajo el control de ciertos centros cerebrales que envían señales a las glándulas a través de los nervios. La sensación mecánica o el sabor de la comida en la boca, estimulan esos centros de control, pero incluso al oler, ver o pensar en comida estimula la salivación.

# Aparato digestivo

- Los estímulos más intensos provienen de alimentos como limón y chile. Durante el sueño, la salivación es mínima; así también cuando el cuerpo se deshidrata, la producción de saliva se reduce o suspende por completo. La sensación de boca seca resultante es uno de los estímulos que indican a la persona que debe beber agua.

# Aparato digestivo

- **A través de la faringe y esófago.**

Durante la deglución, el alimento pasa de la cavidad bucal a la faringe (región de la garganta), que es la cavidad muscular donde se cruzan los aparatos respiratorio y digestivo. El esófago es un tubo muscular que se extiende desde la faringe hasta el estómago, pasando entre los pulmones, por detrás del corazón y penetrando a través del diafragma.

El movimiento de los alimentos desde la boca hasta el estómago se auxilia por una serie de acciones reflejas. La primera parte de la deglución está bajo control voluntario: se levanta la lengua contra el techo de la boca y el bolo alimenticio, que ahora se encuentra entre la lengua y el paladar, es empujado hacia la faringe por un movimiento ondulante de la primera.

# Aparato digestivo

- Cuando se inicia la deglución, la respiración se suspende momentáneamente por un mecanismo reflejo que impide la entrada de alimento hacia las vías respiratorias.
- Varios orificios de la faringe se cierran por acción refleja antes de que el alimento llegue a ella, esto asegura que el bolo sólo ingrese al esófago. La prominencia dura que se palpa en el cuello, a la que vulgarmente se conoce como manzana de Adán, es la laringe. La contracción de ciertos músculos levanta la laringe, de modo que su orificio (la glotis) se cierra al oprimirse contra un pliegue de tejido llamado epiglotis. Ese movimiento impide que el bolo entre en la vías respiratorias.

# Aparato digestivo

- El bolo es impulsado a través de la faringe hacia el esófago, por movimientos reflejos . Conforme el bolo ingresa en el esófago, una onda peristáltica lo impulsa en sentido descendente, hacia el estómago. Ese trayecto se cubre aproximadamente en 10 s. Para que el bolo alimenticio descienda hasta el estómago no es necesario la acción de la gravedad. En un medio ingrávito los astronautas siguen siendo capaces de deglutir alimentos, o si una persona se pone de cabeza, el alimento llega hasta su estómago.

# Aparato digestivo

- El orificio que comunica el esófago con el estómago está controlado por una parte de un músculo circular que actúa como esfínter. Cuando la onda peristáltica llega hasta la porción inferior del esófago, el anillo de músculos se relaja, permitiendo que el bolo entre al estómago. Cuando el esfínter no cierra durante la digestión, el jugo gástrico, que es extremadamente ácido, puede subir al esófago y causar una sensación quemante.



# Estómago

- El estómago es un saco muscular de paredes gruesas, situado en el lado izquierdo del cuerpo, justo debajo de las costillas inferiores. Las capas musculares de la pared gástrica son muy gruesas y, además de las fibras circulares y longitudinales ordinarias, presentan fibras dispuestas en diagonal. Cuando está vacío, el estómago se colapsa y adquiere la forma de una salchicha; su capacidad aproximada es de un litro. El recubrimiento interno del estómago vacío tiene aspecto rugoso a causa de los prominentes pliegues de este órgano, a los que se denomina arrugas, conforme el estómago se llena, las arrugas van desapareciendo poco a poco.

# Estómago

- El estómago está recubierto internamente por un epitelio columnar simple que secreta grandes cantidades de moco. Muy adentro de la mucosa se localizan millones de glándulas gástricas microscópicas, cuya función es secretar el jugo gástrico. Las células parietales de las glándulas gástricas producen ácido clorhídrico, mientras que las células principales secretan una proteína, el pepsinógeno, que es el precursor inactivo de la enzima pepsina. El jugo gástrico es muy ácido, con pH de aproximadamente 0.8, sin embargo, cuando se mezcla con el moco y los alimentos, el pH final es de 2. Esa acidez es suficiente para matar la mayoría de las bacterias que entran al estómago junto con los alimentos.

# ESTÓMAGO

- El pepsinógeno se convierte en pepsina activa al perder una fracción de su molécula. Esa reacción es catalizada por el ácido clorhídrico HCl y por la pepsina en sí. El HCl también promueve un pH óptimo para la acción de la pepsina, que es la principal enzima del jugo gástrico y que digiere las proteínas. Uno de los efectos más significativos de esa enzima es la digestión específica de la colágena del tejido conectivo de la carne. Conforme la colágena es degradada por la pepsina, las proteínas presentes dentro de las células musculares se vuelven accesibles al resto del jugo digestivo, con lo que empieza su degradación.
- Las actividades del estómago están reguladas por los sistemas nervioso y endocrino.

# Estómago

- Cuando se ve, huele o prueba alimento, el cerebro envía mensajes que estimulan las glándulas digestivas. De esa manera, cuando el alimento llega al estómago, los jugos gástricos ya fueron secretados. Luego, cuando el alimento oprime los receptores presentes en la pared estomacal, dichas glándulas se estimulan aún más; el estiramiento del estómago al hincharse de alimento también estimula la mucosa, que secreta una hormona llamada gastrina, la cual es absorbida por la sangre y transportada hasta las glándulas gástricas, donde estimula la producción de más jugos digestivos. La presencia de proteínas parcialmente digeridas, cafeína o cantidades moderadas de alcohol en el estómago, también estimulan la secreción de gastrina.
- Después de una comida, el alimento puede permanecer dentro del estómago hasta por más de 4 h.

# Estómago

- Conforme los jugos gástricos agitan, digieren y maceran el bolo, el cual se convierte en una mezcla con la consistencia de una sopa espesa, el quimo, las ondas peristálticas van empujando lentamente el quimo hacia la salida del estómago. Son muy pocas las sustancias que las paredes estomacales absorben. Solamente agua, sales y sustancias liposolubles como el alcohol, se absorben ahí. La salida del estómago suele estar cerrada por la contracción de un anillo muscular, el esfínter pilórico. Cuando la digestión en el estómago ha terminado, el esfínter pilórico se relaja y el quimo, en pequeñas cantidades cada vez, se empuja hacia el intestino delgado.

# Enzimas importantes para la digestión

Enzima	Origen	pH óptimo	Sustrato	Producto
Amilasa salival	Saliva	Neutro	Enlaces $\alpha$ -glucosídicos del almidón y el glucógeno.	Maltosa
Pepsina	Estómago	Ácido	Enlaces peptídicos dentro de la cadena y adyacentes a tirosina y fenilalanina.	Péptidos
Renina	Estómago	Ácido	Enlaces peptídicos de la caseína.	Caseína coagulada
Tripsina	Páncreas	Alcalino	Enlaces peptídicos dentro de la cadena adyacentes a lisina o arginina.	Péptidos

# Enzimas importantes para la digestión

Enzima	Origen	pH óptimo	Sustrato	Producto
Quimotripsina	Páncreas	Alcalino	Enlaces peptídicos dentro de la cadena, adyacentes a tirosina, fenilalanina o triptófano.	Péptidos
Lipasa	Páncreas	Alcalino	Enlaces estéricos de las grasas	Glicerol, ácidos grasos, monoacilglicérol y diacilglicérol.
Amilasa	Páncreas	Alcalino	Enlaces $\alpha$ - glucosídicos del almidón y glucógeno.	Maltosa
Ribonucleasa	Páncreas	Alcalino	Ésteres fosfóricos del RNA	Nucleótidos

# Enzimas importantes para la digestión

Enzima	Origen	pH óptimo	Sustrato	Producto
Desoxirribonucleasa	Páncreas	Alcalino	Ésteres fosfóricos del DNA	Nucleótidos
Carboxipeptidasa	Glándulas intestinales	Alcalino	Enlaces peptídicos adyacentes al carboxilo terminal libre	Aminoácidos libres
Aminopeptidasa	Glándulas intestinales	Alcalino	Enlaces peptídicos adyacentes al grupo amino terminal libre	Aminoácidos libres
Enterocinasa	Glándulas intestinales	Alcalino	Tripsinógeno	Tripsina



# Enzimas importantes para la digestión

Enzima	Origen	pH óptimo	Sustrato	Producto
Maltasa	Glándulas intestinales	Alcalino	Maltosa	Glucosa
Sacarasa	Glándulas intestinales	Alcalino	Sacarosa	Glucosa y fructosa
Lactasa	Glándulas intestinales	Alcalino	Lactosa	Glucosa y galactosa

# INTESTINO DELGADO

- El intestino delgado humano es un tubo enrollado de unos 2.6 m de longitud por 4 cm de diámetro. Los primeros 21 cm de intestino delgado que se encuentran curvados en forma de C se llaman duodeno. Conforme el intestino gira hacia abajo, su nombre cambia a yeyuno, el cual se extiende unos 90 cm antes de llegar al íleon. El duodeno se mantiene en su sitio gracias a los ligamentos de tejido conectivo que lo fijan al hígado, estómago y pared dorsal del cuerpo. El resto del intestino delgado (y la mayor parte del grueso) se encuentra laxamente anclado a la pared dorsal del cuerpo por una membrana transparente muy delgada, el mesenterio.

# Intestino delgado

- El recubrimiento interno del intestino delgado no es liso como las tuberías hidráulicas, sino que está plegado de tres maneras, primero, la mucosa forma pliegues circulares visibles. Luego la misma mucosa forma millones de protuberancias dactiliformes microscópicas a las que se denomina vellosidades intestinales. Por último, la superficie intestinal se multiplica aún más por miles de microvellosidades, que son pliegues de las membranas celulares de los extremos expuestos de las células epiteliales. Las microvellosidades dan al recubrimiento intestinal aspecto velludo, que se denomina chapa (borde en cepillo) cuando se le observa al microscopio electrónico.

# Intestino delgado

- Juntos, los pliegues circulares, las vellosidades y microvellosidades, incrementan el área superficial del intestino delgado en tal magnitud, que si fuera posible extender por completo el recubrimiento interno de este órgano, la superficie que ocuparía equivaldría aproximadamente a la de una cancha de tenis.
- La mayor parte de la digestión enzimática del alimento se lleva a cabo en el duodeno, ya que es ahí donde llegan las secreciones digestivas provenientes del páncreas y el hígado. Tanto la bilis, como el jugo pancreático son muy importantes en la digestión. Los millones de glándulas intestinales diminutas que se encuentran esparcidas por toda la mucosa del intestino secretan el jugo intestinal, que sirven como un medio para la digestión y absorción de nutrientes.

# Intestino delgado

- Las células epiteliales del intestino producen varias enzimas que catalizan los pasos finales de la digestión.
- Como sucede en otras partes del aparato digestivo, las contracciones del intestino delgado producen movimientos de agitación y ondas peristálticas. Se necesitan varias horas para que el quimo sea impulsado a todo lo largo del intestino delgado, de donde pasa al grueso. El movimiento y la digestión en el intestino delgado se regulan por mensajes neurales y por hormonas.
- Cuando el quimo ácido proveniente del estómago entra en contacto con la mucosa del duodeno, se libera una hormona llamada secretina, la cual estimula al páncreas y el hígado para que liberen parte de sus secreciones.

# Intestino delgado

- La presencia de ácidos grasos o proteínas parcialmente digeridas en el duodeno también estimula a la mucosa duodenal para que libere la hormona conocida como colecistocinina. Dicha hormona estimula al páncreas y la vesícula biliar y según se piensa, también afecta los centros cerebrales de control del apetito.

# Hormonas del Aparato digestivo

Hormona	Fuente	Tejido blanco	Acciones	Factores que estimulan la secreción
Gastrina	Estómago (mucosa)	Estómago (glándula gástrica)	Estimula las glándulas gástricas para que secreten pepsinógeno.	Distensión del estómago por el alimento; ciertas sustancias, como proteínas parcialmente digeridas y la cafeína.
Secretina	Duodeno (mucosa)	Páncreas  Hígado	Estimula la secreción del componente alcalino del jugo pancreático. Incrementa la secreción de bilis.	El quimo ácido al actuar sobre la mucosa del duodeno.

# Hormonas del Aparato digestivo

Hormona	Fuente	Tejido blanco	Acciones	Factores que estimulan la secreción.
Péptido gástrico inhibidor	Duodeno (mucosa)	Estómago	Reduce la actividad motora del estómago, y por tanto, la rapidez de vaciamiento.	Presencia de grasas o carbohidratos en el duodeno.
Colecistocinina CCK	Duodeno (mucosa)	Páncreas  Vesícula biliar	Estimula la secreción de enzimas digestivas.  Estimula la contracción de ésta para expulsar la bilis.	Presencia de ácidos grasos y proteínas parcialmente digeridas en el duodeno.



# Hígado

- El hígado es uno de los órganos más voluminosos y funcionalmente complejos del cuerpo. Cada célula hepática es capaz de realizar un gran número de actividades metabólicas. El hígado:
  - 1) Secreta bilis que realiza importante función en la digestión de las grasas.
  - 2) Extrae nutrientes de la sangre.
  - 3) Convierte la glucosa en glucógeno, que se almacena, y también realiza la transformación inversa cuando es necesario.
  - 4) Almacena hierro y ciertas vitaminas.
  - 5) Convierte los aminoácidos en cetoácidos y urea.
  - 6) Sintetiza muchas proteínas presentes en la sangre.
  - 7) Destoxifica muchos medicamentos y venenos que ingresan al cuerpo.
  - 8) Fagocita bacterias y glóbulos rojos seniles.

# Hígado

9. Ejecuta incontables funciones relacionadas con el metabolismo de aminoácidos, grasas y carbohidratos.

Las células hepáticas secretan continuamente pequeñas cantidades de bilis, la cual pasa a través de un sistema de conductos hasta llegar al conducto biliar común. Dicho conducto desemboca en el duodeno, aunque el orificio externo suele estar cerrado por un esfínter. Cuando ese esfínter se constriñe, la bilis se desvía hacia la vesícula biliar con forma de pera, donde se almacena. Cuando en el duodeno entra grasa, estimula la secreción de la hormona CCK colecistocinina a partir de la mucosa intestinal.

# Hígado

- La CCK estimula la vesícula biliar para que se contraiga y relaje el esfínter, de modo que la bilis se expulsa hacia el duodeno.
- La bilis consta de agua, sales biliares, pigmentos biliares, colesterol, sales y lecitina (un fosfolípido). Las sales biliares se forman en el hígado a partir del colesterol y actúan como detergentes emulsificando (degradando mecánicamente hasta formar pequeñas gotitas) las grasas que llegan al intestino. Cuando los grandes glóbulos de grasa se dispersan hasta que se convierten en muchos glóbulos pequeños, su área superficial se incrementa y la lipasa puede entrar en contacto con las moléculas individuales de grasa para degradar los ácidos grasos.

# Hígado

- El colesterol se sintetiza en el hígado y su concentración en la bilis refleja la cantidad de lípidos presentes en la dieta. El colesterol es muy insoluble en agua, pero se combina con las sales biliares y la lecitina para formar agregados moleculares solubles a los que se denominan micelas. En ciertas condiciones anormales, el colesterol se precipita y produce pequeñas piedrecillas duras, llamadas cálculos biliares. Las personas que ingieren una dieta muy rica en grasas durante varios años están más propensas al desarrollo de cálculos biliares que las personas con una dieta pobre en grasas.

# Hígado

- El color de la bilis es resultado de la presencia de pigmentos biliares (verde, amarillo, anaranjado o rojo, según la especie del animal). Dichos pigmentos se forman a partir del grupo hem de la hemoglobina por medio de procesos enzimáticos que se realizan en el hígado. En el intestino, los pigmentos biliares son metabolizados aún más por las enzimas bacterianas, con lo que adquieren un color café; son esos pigmentos los que dan su color característico a las heces. Hay ocasiones en las que la excreción de los pigmentos biliares se impide, por ejemplo, obstrucción del conducto biliar, como la presencia de cálculos. En tales casos, los pigmentos se acumulan en la sangre y los tejidos impartiendo una coloración amarilla a la piel, lo que recibe el nombre de ictericia.
- La ausencia de pigmentos en el material intestinal hace que las heces tengan color de arcilla.

# Páncreas

- El páncreas es una glándula alargada que se localiza en la cavidad abdominal entre el estómago y el duodeno.
- Las células que secretan las enzimas pancreáticas se encuentran dispuestas en unidades llamadas acinos, las cuales se ven como racimos de uvas. Los conductos que van de los acinos al exterior también secretan bicarbonato de calcio en solución que le da una cierta alcalinidad al jugo pancreático.
- El páncreas produce diversas enzimas digestivas:
  - 1) Las enzimas proteolíticas tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa.
  - 2) La lipasa pancreática que hidroliza las grasas neutras.
  - 3) La amilasa pancreática que degrada casi todos los carbohidratos, excepto celulosa, para convertirlos en disacáridos.

# Páncreas

- 4) Una estearasa que fracciona los ésteres del colesterol.
- 5) Ribonucleasa y desoxirribonucleasa que degradan el RNA y DNA para convertirlos en nucleótidos libres.

Todas las enzimas proteolíticas se secretan como precursores inactivos. La tripsina se activa en el duodeno al ponerse en contacto con la enzima enterocinasa, la cual es secretada por la mucosa intestinal. La enterocinasa desprende una porción de la molécula precursora, el tripsinógeno, para formar la enzima activa tripsina y un fragmento molecular inactivo. Luego, la tripsina activa pone en acción otras proteasas. Para defenderse aún mejor de la digestión por las propias enzimas proteolíticas que secretan, el páncreas sintetiza un inhibidor interno de la tripsina, que desactiva cualquier tripsina que pudiera activarse accidentalmente dentro de la glándula.

# Páncreas

- Si el páncreas sufre algún daño, como sucede en el alcoholismo o si se ocluyen sus conductos, se acumulan en su interior grandes cantidades de enzimas pancreáticas, uno de los resultados de esa acumulación es que el sistema inhibidor de la tripsina puede rebasarse en cuanto a su capacidad, con lo que las proteasas comienzan a digerir los tejidos de la glándula. La consecuencia de todo esto es una pancreatitis aguda, que en muchos casos resulta mortal.
- El páncreas es una glándula endocrina y exocrina a la vez. Su componente endocrino, los islotes de Langerhans secretan las hormonas insulina y glucagón que regulan la concentración de glucosa en la sangre.



# Digestión enzimática

- Conforme el quimo pasa a través del aparato digestivo, mediante la actividad peristáltica, contracciones de mezcla y movimiento de las vellosidades, las enzimas se ponen en contacto con los nutrientes y los digieren.

# Digestión de carbohidratos

- Los polisacáridos son digeridos hasta reducirse a maltosa por las amilasas salival y pancreática. La maltasa presente en el borde en cepillo intestinal rompe la maltosa en dos moléculas de glucosa, el principal producto de la digestión de los carbohidratos.

# Digestión de carbohidratos

Lugar	Fuente de la enzima	Proceso digestivo
Boca	Glándulas salivales	Polisacáridos $\xrightarrow[\text{salival}]{\text{amilasa}}$ maltosa + dextrina por ej. Almidón
Estómago	La acción continúa hasta que la amilasa salival es destruida por el pH ácido del estómago.	
Intestino delgado luz	Páncreas	Polisacáridos y dextrinas no digeridas $\xrightarrow[\text{pancrática}]{\text{amilasa}}$ maltosa
Borde en cepillo	Intestino	Los disacáridos se hidrolizan a monosacáridos como sigue:

# Digestión de carbohidratos

Maltosa  $\xrightarrow{\text{maltasa}}$  glucosa + glucosa

Sacarosa  $\xrightarrow{\text{sacarasa}}$  glucosa + fructosa

Lactosa  $\xrightarrow{\text{lactasa}}$  glucosa + galactosa

# Digestión de proteínas

- Las proteínas son rotas por la pepsina del estómago y las enzimas proteolíticas del jugo pancreático. Los dipéptidos así generados se degradan por las dipeptidasas del borde en cepillo del duodeno. Los aminoácidos libres son el producto final de la digestión de las proteínas.

# Digestión de proteínas

Localización	Fuente de la enzima	Proceso digestivo	
Estómago	Estómago	Proteína	$\xrightarrow{\text{Pepsina}}$ Polipéptidos
Intestino delgado (luz)	Páncreas	Polipéptidos	$\xrightarrow{\text{Tripsina, quimotripsina}}$ Tripéptidos + dipéptidos
		Dipéptidos	$\xrightarrow{\text{carboxipeptidasa}}$ aminoácidos libres
Borde en cepillo (e interior del citoplasma de las células epiteliales)	Intestino delgado	Tripéptido + dipéptido	$\xrightarrow{\text{peptidasa}}$ aminoácidos libres

# Digestión de lípidos

Los lípidos son emulsificados por las sales biliares, pero luego los hidroliza la lipasa del jugo pancreático.

Resumen de digestión de lípidos.

Lugar	Fuente de la enzima o sustancia	Proceso digestivo
Intestino Delgado	Hígado	sales biliares glóbulos de grasa → grasas emulsificadas (triacilgliceroles individuales)
	Páncreas	lipasa Triacilgliceroles → Glicerol y ácidos grasos

# Digestión de lípidos

- Glicerol y ácidos grasos son el producto final de la digestión de los lípidos.



# Aparato digestivo

- Control de la secreción de jugos digestivos

La mayoría de las enzimas digestivas sólo se producen cuando hay alimento presente en el aparato digestivo. La cantidad de cada enzima secretada refleja la cantidad necesaria para la digestión de los materiales presentes. Las glándulas salivales son controladas por completo por el sistema nervioso, pero la secreción de otros jugos digestivos se encuentra bajo el control de mecanismos nerviosos y endocrinos. Por ejemplo, el jugo gástrico es secretado en reacción a mensajes neurales y la hormona gastrina. Ambos mecanismos se activan por la presencia de alimento en el estómago.

# Absorción

- Casi todos los nutrientes digeridos se absorben a través de las vellosidades del intestino delgado. Los monosacáridos y aminoácidos entran en la sangre, glicerol, ácidos grasos y monoacilgliceroles entran en la linfa.
- Cada vellosidad consta de una capa única de células epiteliales cubriendo un retículo de capilares sanguíneos y un vaso central linfático llamado lácteo.
- Cada una de esas protuberancias diminutas consta de una sola capa de células epiteliales que cubre una red de vasos capilares, también está presente, dentro de cada vellosidad, un vaso linfático central llamado quilífero.

# Aparato digestivo

- Parte de la absorción se realiza por difusión simple, otra parte por difusión facilitada y una parte más por transporte activo.
- La glucosa, otros monosacáridos, junto con los aminoácidos, se absorben por transporte activo. La absorción de esos nutrientes se relaciona con la del sodio. La fructosa se absorbe por difusión facilitada.

# Aparato digestivo

- Casi todos los nutrientes del quimo han sido absorbidos para el momento en que éste llega al final del intestino delgado, lo que queda del quimo (principalmente desechos) pasa a través de un esfínter, la válvula íleocecal, y después al intestino grueso.

# Intestino grueso

- A través del intestino grueso. Transcurren aproximadamente 9 horas desde el momento de la ingestión del alimento hasta que los restos llegan al intestino grueso. Luego, para su lento paso a través de esa región del aparato digestivo pueden ser necesarios de uno a tres días, incluso más.
- El intestino grueso cumple las siguientes funciones:
  1. Absorbe agua y sodio del quimo. El sodio se absorbe por transporte activo, el agua penetra por ósmosis. El quimo es solidificado lentamente hasta que adquiere la consistencia de las heces normales.
  2. Incuba bacterias. Los movimientos del intestino grueso son lentos, lo que da a las bacterias tiempo para proliferar ahí.

# Intestino grueso

- Algunos tipos de bacterias son socios mutualistas de sus huéspedes humanos, ya que producen ciertas vitaminas (vitamina K, tiamina, riboflavina y vitamina B<sub>12</sub> ) a cambio de un lugar para vivir y restos de alimento del huésped. La presencia de bacterias inocuas en el intestino inhibe el crecimiento de las especies patógenas. En caso de que la ecología normal del intestino grueso se vea alterada, como sucede cuando la persona ingiere ciertos antibióticos, las bacterias nocivas pueden multiplicarse e iniciar una enfermedad.

# Intestino grueso

- 3. Elimina los desechos. El alimento que no se digiere o no se absorbe, así como las células que se desprenden de la mucosa intestinal, se eliminan del cuerpo a través del intestino grueso en forma de heces.
- Es necesario hacer una diferenciación entre eliminación y excreción. La excreción es el proceso de eliminación de los desechos metabólicos del cuerpo y es función de los riñones; sin embargo, el intestino grueso se encarga también de la excreción de los pigmentos biliares. La eliminación es el proceso por el cual el cuerpo se deshace de los desechos digestivos, es decir, materiales que jamás salieron del aparato digestivo y que, por tanto, jamás intervinieron en las actividades metabólicas del organismo.

# Intestino grueso

- El intestino grueso es más corto, pero más amplio que el intestino delgado. Sus regiones son ciego, colon ascendente, colon transverso, colon descendente, recto y ano, que es el orificio a través del cual se eliminan las heces.
- El intestino delgado desemboca en el intestino grueso a un lado del colon ascendente, en un punto situado a unos 7 cm de su extremo. Esta situación anatómica deja por detrás del punto de conexión un saco, el ciego, que cuelga de dicho punto. El apéndice, un tubo ciego con forma de gusano y cuyo tamaño es aproximadamente igual al del dedo meñique, cuelga a su vez del extremo del ciego.



# Intestino grueso

- La presencia del ciego y el apéndice es un misterio, ya que en el humano carecen de función. Una de las posibilidades es que en los ancestros del hombre, ambas estructuras fueran mucho más grandes y tuvieran alguna función relacionada con la digestión de alimentos vegetales. Los herbívoros, como los conejos y cobayos, tienen un ciego grande y funcional, dentro del que se encuentran bacterias que digieren celulosa.
- En el intestino grueso ocurren movimientos de agitación y peristálticos, aunque en general son más lentos que los del intestino delgado. Periódicamente, por lo común, después de comer, los movimientos peristálticos más intensos fuerzan el contenido intestinal hacia fuera.

# Intestino grueso

- Cuando la masa de material fecal llega al débil esfínter de la entrada del recto, éste se relaja, permitiendo que las heces ingresen en aquél. La distensión del recto estimula los nervios presentes en sus paredes y eso genera el deseo de defecar, es decir, expeler las heces. El resultado de todo esto es un relajamiento del esfínter anal interno, que consta de músculo liso. Sin embargo, el esfínter anal externo, que es de músculo estriado, sigue contraído hasta que se relaja voluntariamente. Así, la defecación es un acto reflejo que puede inhibirse voluntariamente por la contracción del esfínter en el externo.

# Intestino grueso

- Las heces de una persona saludable contienen aproximadamente 75 % de agua en peso. La porción sólida está formada por un 30 % de bacterias vivas y muertas, mientras que el resto es celulosa y otros restos no digeridos o no absorbidos de alimento, células muertas, sal y pigmentos biliares.

# Úlceras pépticas

- Existen varios mecanismos que impiden que los jugos gástricos no digieran las paredes del propio estómago. Las células de la mucosa gástrica secretan un moco alcalino que recubre la pared del estómago, neutralizando la acidez del jugo gástrico en todo el epitelio interno. Además, las células epiteliales que conforman este último se encuentran muy estrechamente unidas, lo que impide que el jugo gástrico escurra entre ellas y pase a los tejidos subyacentes. En caso de que algunas células epiteliales resulten dañadas, se las reemplaza de inmediato, de hecho, la vida total de dichas células es de sólo unos tres días. Cada minuto se desprenden unas 500000 células epiteliales, que son sustituidas inmediatamente.

# Úlceras pépticas

- Tales mecanismos fallan en ocasiones o resultan insuficientes, de modo que una pequeña fracción del recubrimiento estomacal interno es digerida, convirtiéndose en una llaga abierta o úlcera péptica. Sustancias como el alcohol y la aspirina reducen la resistencia de la mucosa gástrica al efecto del jugo digestivo. Hay un tipo de úlcera más común que es la del duodeno; también hay casos de úlceras en la parte baja del esófago.
- En ocasiones las úlceras pépticas sangran lo que provoca anemia al individuo. Si la úlcera se extiende hacia la muscularis, existe la posibilidad de que se rompan vasos importantes, con la hemorragia resultante.

# Úlceras pépticas

- Una úlcera perforada pasa completamente de un lado a otro de la pared del estómago o de la región afectada. El orificio así formado permite el paso de bacterias y alimentos hacia el peritoneo, lo que se traduce en una peritonitis aguda y un choque infeccioso. La perforación es la principal causa de muerte por úlceras.

# AUTOEVALUACIÓN

1. Es la transformación física y química del alimento a pequeñas partículas y moléculas.
2. Es la enzima que inicia la digestión de los carbohidratos.
3. Es la región de la garganta.
4. Es una glándula alargada que se localiza en la cavidad abdominal entre el estómago y el duodeno.
5. Son las glándulas salivales más grandes.
6. Produce la bilis.
7. Produce la lipasa.
8. Es un tubo muscular que se extiende desde la faringe hasta el estómago.

# Autoevaluación

9. Emulsifica las grasas.
10. Producto final de la digestión de los carbohidratos.
11. Producto final de la digestión de las proteínas.
12. Producto final de la digestión de los lípidos.
13. Enzimas proteolíticas del jugo pancreático.
14. Es el pH del jugo gástrico.
15. Nombre que reciben los primeros 21 cm de intestino delgado que se encuentran curvados en forma de C.
16. Absorbe sodio y agua del quimo.
17. Nombres de las glándulas salivales.



# Autoevaluación.

18. Nombre que reciben las partes del intestino delgado
19. Saco muscular de paredes gruesas, situado en el lado izquierdo del cuerpo, debajo de las costillas inferiores.
20. pH de la saliva.
21. Parte del aparato digestivo donde comienza la digestión mecánica y química.
22. Capa que recubre el aparato digestivo internamente.
23. Lugar donde ocurre la mayor parte de la digestión enzimática del alimento.
24. Enzima que hidroliza las grasas neutras.

# Respuestas

1. Digestión
2. Amilasa salival
3. Faringe
4. Páncreas
5. Parótidas
6. Hígado
7. Páncreas
8. Esófago
9. Bilis
10. Glucosa
11. Aminoácidos libres

# Respuestas

12. Glicerol y ácidos grasos
13. Tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa.
14. pH= 0.8 muy ácido.
15. Duodeno.
16. Intestino grueso.
17. Parótidas, sublinguales y submaxilares.
18. Duodeno, yeyuno e íleon.
19. Estómago.
20. pH= 6.7, casi neutro.
21. Boca.
22. Mucosa.
23. Duodeno.
24. Lipasa pancreática.

# Bibliografía

- Biología  
Villem A, Claude. Solomon P, Eldra. Martin E, Charles.  
Editorial: Interamericana/McGraw-Hill.  
1992.
- Biología.  
Gama F, Ma. de los Ángeles.  
Editorial: Pearson.  
2013.