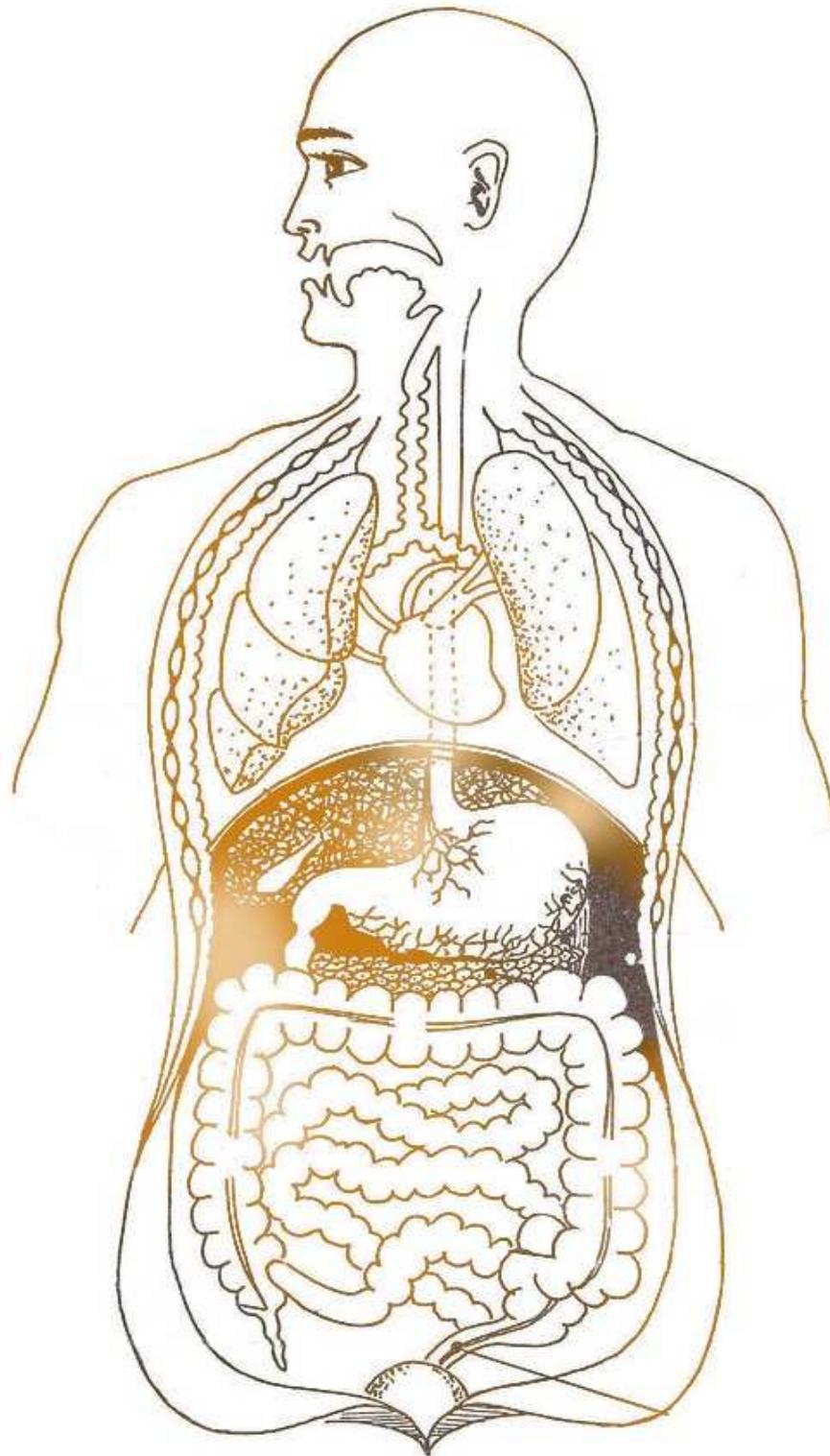


Tema 1: Anatomía y Fisiología del Aparato Digestivo



1. Introducción

El organismo necesita incorporar, a diario, una serie de sustancias para poder mantener el equilibrio corporal, garantizar la supervivencia celular, reparar tejidos o favorecer el crecimiento. Estas sustancias son los nutrientes, entre los que se encuentran en agua, las sales minerales, los glúcidos, los lípidos, las proteínas y el oxígeno molecular. Todos, a excepción del O₂, forman partes de los alimentos y se incorporan al organismo a través del aparato digestivo, que se encarga de fragmentar los alimentos en estas moléculas más sencillas gracias a la acción de las enzimas digestivas para que puedan ser absorbidas y posteriormente distribuidas a través del aparato circulatorio. Específicamente, las funciones del aparato digestivo son:

1. Ingesta de los alimentos
2. Transporte de los alimentos a través del tracto gastrointestinal (tubo).
3. Secreción de líquidos, jugos y enzimas digestivas.
4. Digestión de los alimentos (macromoléculas)
5. Absorción de los nutrientes.
6. Expulsión de las sustancias de desecho (heces).

2. Organización del Aparato Digestivo

El aparato digestivo está constituido por dos partes, el tracto gastrointestinal (tubo digestivo) y los órganos accesorios:

- El tracto gastrointestinal: conjunto de órganos que en su conjunto tienen una gran longitud (mide unos once metros) y de forma variable, estrechándose en algunos tramos y ensanchándose en otros. Está formado por la cavidad oral, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso y el ano.
- Los órganos accesorios: conjunto de órganos que tienen distintas funciones. En el caso de las glándulas, son órganos que vierten sus secreciones (jugos y enzimas) al tubo digestivo desencadenando la digestión de los alimentos. Dentro de las glándulas se encuentran las salivales, el páncreas exocrino y el hígado. Otros órganos que no son glándulas pero también se consideran órganos accesorios son los dientes y la lengua, que participan en la masticación y deglución; y la vesícula biliar, que se encarga de almacenar la bilis proveniente del hígado.

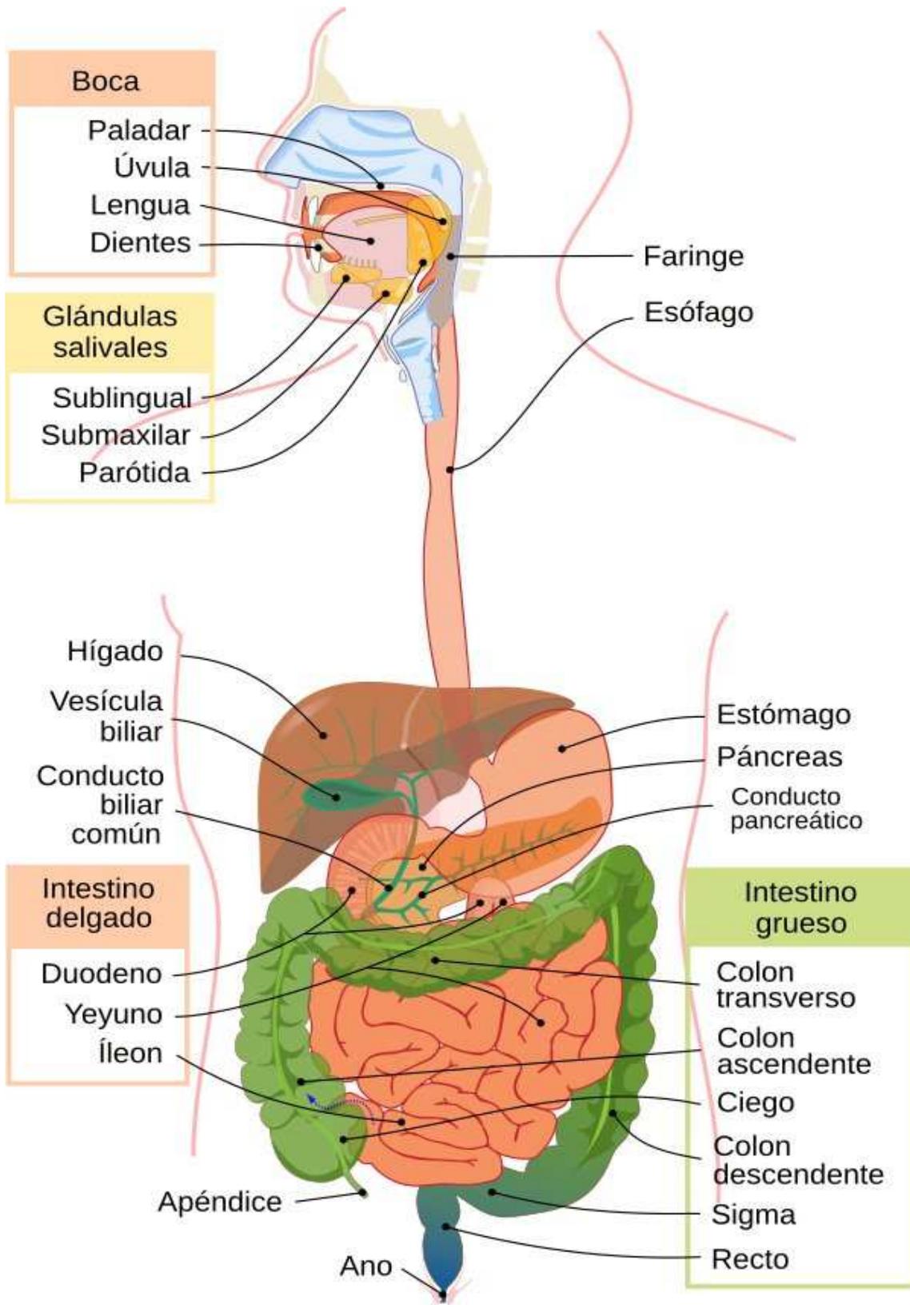


Figura nº 1: Las principales partes del aparato digestivo

3. El proceso digestivo

Desde el mismo momento en el que el alimento se introduce en la boca comienza el proceso digestivo, que consta de las siguientes partes:

3.1. La cavidad oral y la ingestión, masticación y secreción salival

El alimento se ingiere por la cavidad bucal, donde se fragmenta en trozos más pequeños mediante el proceso de masticación, un proceso puramente mecánico. La masticación la realizan concretamente los dientes, anclados en el interior de la boca. Son piezas muy duras que contienen compuestos de calcio y flúor, de los cuales existen diferentes tipos, cada uno con una función concreta:

- Incisivos: se encargan de cortar los alimentos, son lo que llamamos típicamente dientes. Se sitúan al frente en la boca para poder cortar los alimentos en trozos grandes.
- Caninos: se encargan de desgarrar los alimentos. Se denominan comúnmente colmillos. Se sitúan a los lados de los incisivos.
- Premolares y molares: se encargan de triturar y desmenuzar los alimentos. Son lo que solemos llamar muelas. Son los que se encuentran más desplazados, en el interior y a los lados de la boca, a continuación de los caninos.

Los primeros dientes aparecen durante la infancia y se llaman dientes de leche. La diferencia más sustancial con la dentición de los adultos es la ausencia de molares. Al cumplir los seis años, esta dentición comienza a sustituirse por la dentición definitiva.

A la misma vez las glándulas salivales, situadas debajo de la lengua y a ambos lados de la cavidad bucal (parótidas, sublinguales y submandibular), producen la saliva, un líquido acuoso rico en bicarbonato que ablanda y lubrica el alimento mediante la insalivación. La saliva es de gran importancia, ya que está compuesta por enzimas digestivas que dan lugar al inicio de la digestión. La amilasa se encarga de digerir las moléculas de almidón que se encuentran en muchos alimentos ricos en glúcidos como el arroz o el pan. Otras funciones de la saliva son facilitar el paso de la comida hacia la faringe (lubricar) y destruir algunas bacterias que se encuentran en los alimentos (gracias a la lisozima).

La lengua se encarga de mezclar los alimentos triturados y la saliva, y de detectar los sabores a través de las papilas gustativas. La presencia del alimento en la boca y estímulos como el olor y el sabor son capaces de estimular la secreción gástrica. Llegados a este punto, se ha formado una masa llamada bolo alimenticio.

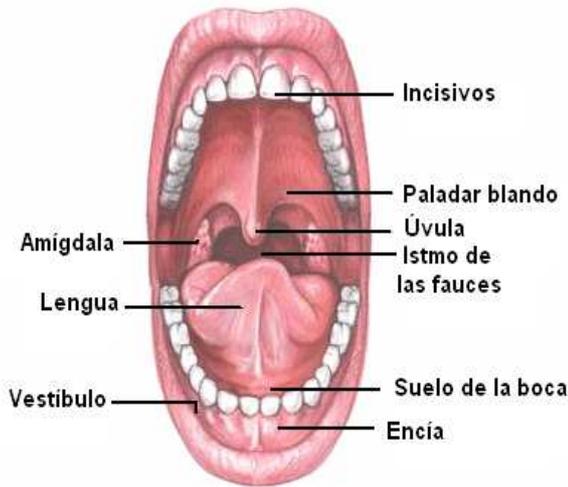


Figura nº 2: Cavidad bucal

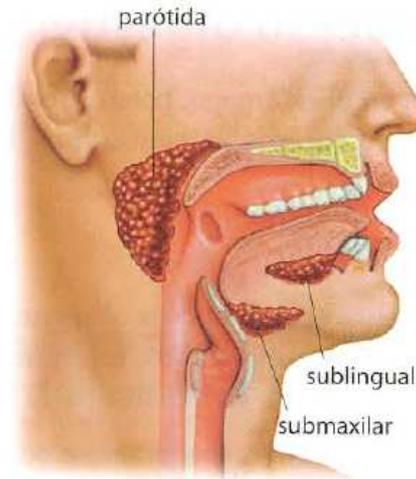


Figura nº 3: glándulas salivales

3.2. Deglución

La deglución es el proceso mediante el cual el bolo alimenticio abandona la cavidad oral para llegar al estómago, atravesando previamente la faringe y el esófago. El proceso consta de tres fases:

- Fase oral: es de carácter voluntaria, la lengua comprime el bolo alimenticio contra el paladar, empujándolo hacia la faringe, también llamada garganta.
- Fase faríngea: no es voluntaria, sino autónoma. El paladar blando se eleva y se cierra la cavidad nasal. El bolo alimenticio pasa por la faringe y hace descender la epiglotis, que cierra la tráquea para evitar que pase la comida al aparato respiratorio. Previamente se ha iniciado una onda peristáltica, que se produce gracias a la contracción de los dos tipos de músculo que forman la pared del tubo digestivo y es la encargada de impulsar el bolo alimenticio hacia el esófago.
- Fase esofágica: también involuntaria, el bolo alimenticio pasa al esófago, un tubo de unos 25 centímetros de longitud que conecta con el estómago a través de un esfínter, el cardias. El esófago contiene glándulas que secretan un moco que ayuda a lubricar para que baje el bolo alimenticio.

3.3. La digestión en el estómago

El estómago es un órgano con forma de “gaita” que se encuentra en el lado izquierdo de la cavidad abdominal, una especie de bolsa que presenta dos esfínteres, uno a cada extremo. El primero es el cardias, que lo comunica con el esófago y se encuentra la mayor parte del tiempo cerrado, impidiendo la regurgitación; el segundo es el píloro, que lo conecta con el intestino delgado, y también se encuentra cerrada hasta el momento en el que se produce el paso de las sustancias al intestino delgado. Se divide en tres partes, el fundus es la parte superior, el cuerpo, que es la parte media y es donde se encuentran las glándulas y por último el antro, la parte terminal.

Una vez el bolo alimenticio pasa a través del cardias, permanece en el interior del estómago entre tres y cuatro horas. El estómago funciona a la vez como depósito temporal de alimentos y como lugar de descomposición de los mismos. Aquí dentro, se mezcla con el jugo gástrico, una secreción producida por las células de la pared interna del estómago. El jugo gástrico es una mezcla de:

- Pepsina, una enzima (de tipo proteasa) que comienza la digestión de las proteínas para dar lugar a polipéptidos.
- Ácido clorhídrico, que tiene varias funciones. Por un lado se encarga de activar a la pepsina y favorece a la acción de ésta disgregando las fibras del alimento, y por el otro, destruye a las bacterias que pudiesen quedar en la comida después de la acción de la lisozima (que se encontraba en la saliva).

Para evitar que el ácido y la pepsina disgreguen las paredes del propio estómago, éste se cubre de una gruesa capa de mucus que segregan células especializadas. Con el paso de las horas, el bolo alimenticio se va transformando en el quimo. Para que esta transformación suceda correctamente, también es necesaria la acción de las tres capas musculares que forman el estómago, que se encargan de producir una serie de movimientos que amasan el quimo. Una vez el quimo se vuelve líquido y alcanza una elevada acidez, se produce la apertura del píloro para que pase hacia el intestino delgado.

Los alimentos que tardan más tiempo en pasar al intestino son las grasas (4 horas) y las proteínas (3 horas), mientras que los glúcidos sólo permanecen en el estómago una hora y media aproximadamente.

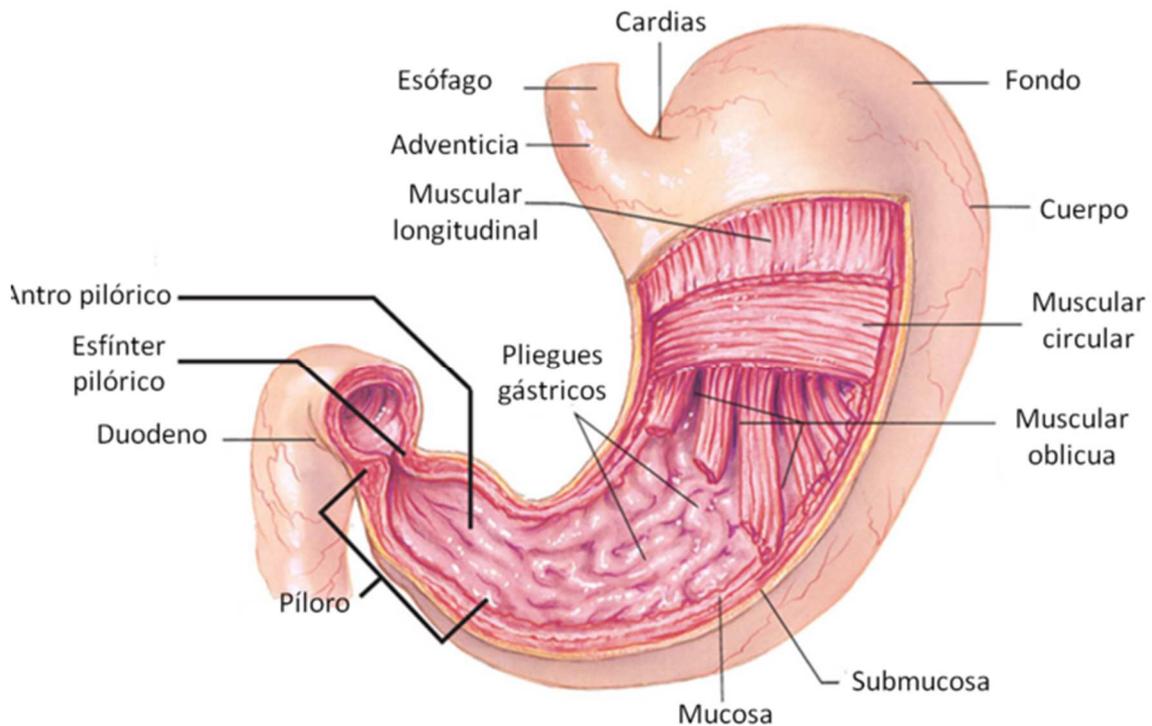


Figura nº 4: El estómago y sus partes

3.3. La digestión en el intestino delgado

El intestino delgado es un tubo estrecho de unos siete metros de longitud que conecta por un lado con el estómago a través del píloro y por el otro lado con el intestino a través de la válvula ileocecal. Se divide en tres partes diferentes, el duodeno es la primera de ellas, y mide, apenas, unos 25 centímetros. El tramo intermedio es el yeyuno, el más largo; y el último es el ileón, la parte final que desemboca en el intestino grueso.

El tramo más importante es el duodeno, ya que, a pesar de su escasa longitud, es la zona en la que se vierten las secreciones digestivas provenientes del hígado y el páncreas exocrino. Para entender exactamente cómo sucede el proceso, es necesario hablar en detalle del hígado y del páncreas.

- Hígado: es un órgano de gran tamaño que se encuentra en la parte derecha del abdomen y cubre, parcialmente, el estómago. Es de color oscuro debido a la gran cantidad de sangre que contiene, y se caracteriza por ser el órgano con más funciones implicadas en un extenso rango de procesos que se producen en el organismo. Su importancia digestiva radica en que es el órgano que produce la bilis, la cual se vierte a la vesícula biliar y éste la libera al duodeno siempre y

cuando el quimo haya llegado al intestino. La bilis no tiene enzimas digestivas, sino sales biliares, cuya función es emulsionar las grasas, convertirlas en gotas muy pequeñas para que puedan ser fácilmente digeribles por las enzimas digestivas.

- El páncreas exocrino: Aunque el páncreas tiene también una función endocrina segregando hormonas, su papel en la digestión es exocrino, ya que segrega jugo pancreático que se vierte en el duodeno. Este jugo es rico en enzimas (amilasas, lipasas y proteasas tipo peptidasas) capaces de digerir glúcidos, grasas y proteínas y así dar lugar a los nutrientes más sencillos. También contiene bicarbonato de sodio para neutralizar la acidez del quimo, evitando así daños en las células del intestino.

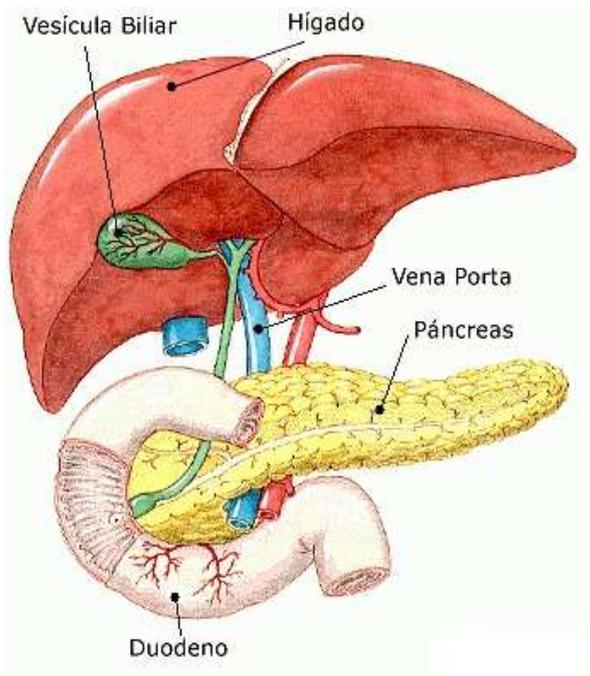


Figura nº 5: Hígado, páncreas y duodeno

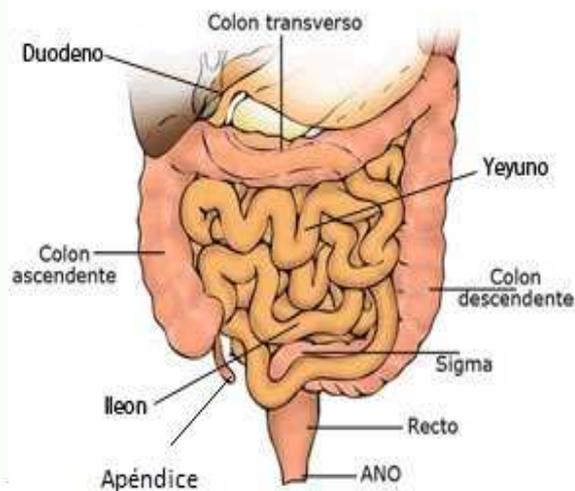


Figura nº 6: Intestino delgado y grueso. Partes

Todas las secreciones vertidas en el duodeno realizan el proceso más importante de digestión química, a pesar de que ésta comenzase con la digestión del almidón en la boca gracias a la amilasa de la saliva y la digestión de las proteínas gracias a la pepsina en el estómago. Además de la bilis y el jugo pancreático, el intestino segrega el jugo intestinal, que también está compuesto de enzimas amilasas, proteasas y lipasas. La mezcla del quimo con todas estas sustancias termina dando lugar al quilo. Las reacciones químicas que tienen lugar durante el proceso de la digestión se resumen en las siguientes:

- Glúcidos: Si aún quedan restos de almidón, éste se digiere gracias a las amilasas y maltasas en glucosa. En el caso de la sacarosa, la sacarasa es capaz de digerirla hasta dar lugar a glucosa y fructosa. En el caso de la lactosa, la lactasa es capaz de digerirla en glucosa y galactosa.
- Lípidos: las grasas se digieren gracias a las lipasas en dos componentes más sencillos, la glicerina y los ácidos grasos.
- Proteínas: las proteínas se digieren en polipéptidos gracias a la pepsina y tripsina, que, son digeridos hasta los aminoácidos gracias a la erepsina.

3.4. La absorción en el intestino delgado

La absorción es el proceso mediante el cual los productos de la digestión (monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos, vitaminas y minerales) son transportados hacia el interior de las células epiteliales que recubren el intestino delgado y, desde ellas, hacia la sangre o la linfa, para después ser repartidos a todos los órganos del cuerpo. El proceso de absorción puede ser por difusión, difusión facilitada, ósmosis y transporte activo.

Como este es un proceso sumamente importante para la supervivencia, y es necesario absorber la máxima cantidad posible de nutrientes, la pared interna del intestino delgado se organiza en su parte interna en los pliegues circulares, repletos de vellosidades intestinales. A su vez, las células que conforman estas vellosidades presentan gran cantidad de pliegues en la membrana plasmática que dan lugar a las microvellosidades. Al microscopio, las microvellosidades forman el característico “ribete o borde en cepillo”. En cada vellosidad hay una arteriola y una vénula que se conectan y, además, un capilar linfático denominado vaso quilífero. La sangre recoge los nutrientes obtenidos tras la digestión. En el caso de las grasas, no se incorporan directamente a la sangre, sino que pasan primero al vaso quilífero y posteriormente a la sangre, que lleva los nutrientes hacia el hígado y desde ahí al resto del cuerpo.

De nuevo, el quilo se mueve a través del intestino delgado gracias a las ondas peristálticas. La velocidad de desplazamiento del quimo a través del intestino se encuentra finamente controlada para poder completar la digestión y la absorción.

Los nutrientes no se absorben todos a la misma vez. La glucosa, la galactosa y la fructosa (monosacáridos) son los primeros en absorberse, y se produce prácticamente en el duodeno. Las grandes proteínas y polipéptidos no se absorben, salvo raras excepciones, y los aminoácidos se absorben a través del borde en cepillo. En el caso de las grasas, al ser hidrófobas y, por tanto, insolubles en agua, se plantea un problema a la hora de la absorción. Los ácidos grasos libres y el colesterol difunden hacia las células epiteliales de la pared del intestino delgado, se modifican ligeramente para poder transportarse, y pasan a los vasos linfáticos y finalmente a la sangre. Los minerales se absorben a lo largo de todo el intestino, pero algunos como el calcio o el hierro se absorben fundamentalmente en el duodeno. En el caso de las vitaminas, las que son de naturaleza lipofílica se absorben exactamente como las grasas, mientras que las hidrofílicas pueden transportarse por cotransporte activo o pasivo, dependiendo del tipo de vitamina.

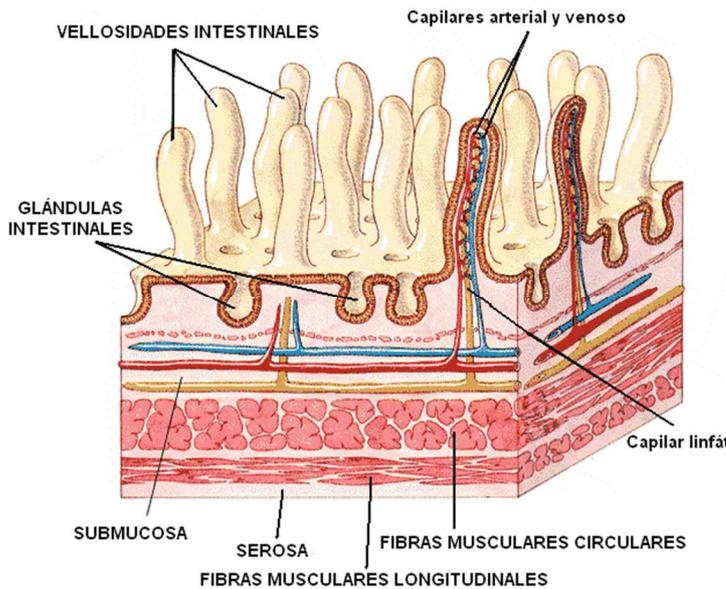


Figura n° 7: Vellosidades y microvellosidades

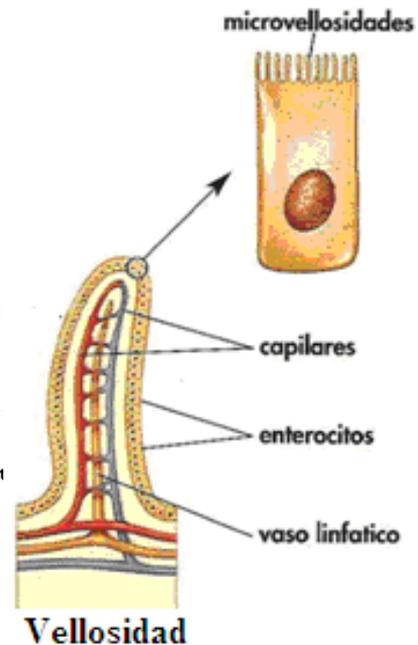


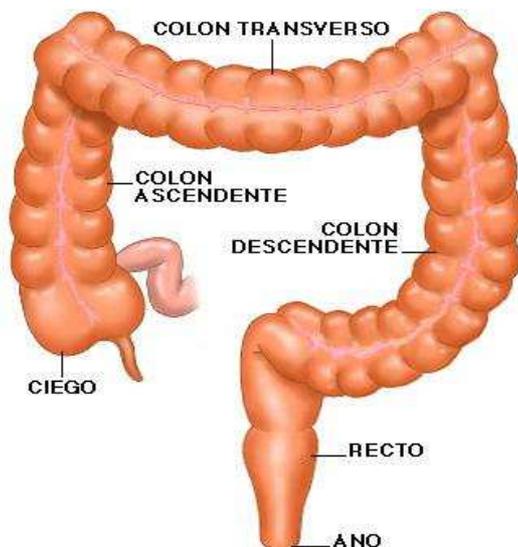
Figura n° 8: Detalle de una vellosidad

3.5. La formación de heces y la absorción de agua

El último tramo del sistema gastrointestinal está formado por el intestino grueso, al cual pasan los restos de alimentos y nutrientes que no se han absorbido en el intestino delgado a través de la válvula ileocecal. El intestino grueso presenta mayor grosor que el delgado pero mide sólo un metro y medio de longitud y no presenta vellosidades pero sí muchas células secretoras de mucus. Está formado por tres tramos:

- Ciego: porción inicial con forma de bolsa en la que aparece, al final, el apéndice, una prolongación estrecha cuya función es inmunológica.
- Colon: que se divide a su vez en colon ascendente, transverso y descendente. En él se encuentran las bacterias simbióticas que constituyen la flora intestinal, encargadas de generar algunas vitaminas esenciales para el organismo.
- Recto: porción final que desemboca en el ano, el cual está abierto hacia el exterior. Tiene dos esfínteres, uno externo, voluntario, y uno interno, involuntario.

El intestino grueso desempeña diversas funciones: almacena los residuos de los alimentos antes de su eliminación, secreta moco que lubrica las heces que se forman y absorbe el agua y los electrolitos que puedan quedar en el residuo. Además, las bacterias existentes en el colon sintetizan vitamina K y algunas vitaminas B.



Hay que destacar el papel de la flora bacteriana intestinal. Diversas bacterias colonizan el intestino grueso y viven en simbiosis con su huésped humano. Tienen distintas funciones en el intestino grueso como: la fermentación de los hidratos de carbono (celulosa) y los lípidos indigeribles que llegan al colon, que dan lugar a ácidos grasos

Figura n° 9: Partes del intestino grueso

de cadena corta que son rápidamente absorbidos por el colon y diversos gases entre los que se encuentra el metano. También son capaces de sintetizar bacterias como la vitamina K y algunos tipos de B. Además, ayudan a luchar contra otros microorganismos que son dañinos para el ser humano y las últimas investigaciones apuntan que posiblemente estén estrechamente relacionadas con enfermedades como la obesidad.

El intestino grueso, al igual que el delgado, también presenta movimientos peristálticos de dos tipos, de mezclado y de propulsión. Estas contracciones peristálticas se producen varias veces al día y sirven para mover a largas distancias el contenido del intestino. De este modo, las heces llegan al recto, dando lugar al deseo de defecación.

El recto es un tubo muscular de unos 12-15 centímetros de longitud. Normalmente está vacío, pero cuando entran en él las heces es cuando la persona siente el deseo de defecar. El recto se abre al exterior a través del canal anal, que posee un esfínter interno y otro externo y permite la salida de las heces. Éstas están compuestas, fundamentalmente, por celulosa, células epiteliales del tracto intestinal, bacterias y algunas sales y vitaminas producidas por bacterias, y tienen ese olor característico debido a la fermentación pútrida de las proteínas.

4. Enfermedades más comunes del aparato digestivo

Las enfermedades que afectan al aparato digestivo pueden ser de origen infeccioso o no infeccioso. En muchos casos, sin embargo, se podrían evitar manteniendo unos hábitos de alimentación e higiene saludables. En función del órgano afectado, se pueden clasificar de la siguiente manera:

-Cavidad bucal:

- Caries: Están causadas por bacterias que viven en la boca y descomponen los restos de alimentos, sobre todos ricos en azúcares, que quedan entre los dientes. Como resultado del metabolismo bacteriano, se producen ácidos que destruyen el esmalte dental generando agujeros que terminan de destruir la pieza dental. El tratamiento de las caries consiste en eliminar la zona dañada y hacer un empaste.

-Estómago:

- Úlceras: son heridas causadas por la destrucción de la mucosa gástrica. Suelen darse en el estómago, pero también en el duodeno. Los síntomas que presenta son acidez, dolor, ardor de estómago y, en ocasiones, vómitos de sangre. El origen es bacteriano, las úlceras de estómago las produce una bacteria que se llama *Helicobacter Pylori*.

-Hígado:

- Hepatitis: inflamación del hígado, muchas veces grave, causada por algunos tipos de virus, el abuso de alcohol o de determinados alimentos. Los síntomas característicos son náuseas, vómitos e ictericia (ojos y piel amarillentos)
- Cirrosis: enfermedad grave que produce la destrucción de las células hepáticas, formándose en su lugar una especie de tejido fibroso sin función hepática. La

causa más común de cirrosis es la ingesta prolongada de bebidas alcohólicas. Los síntomas que aparecen son fatiga, náuseas, hemorragias, ictericia e hinchazón del abdomen.

- Cálculos biliares: también llamadas “piedras”, son partículas sólidas formadas por colesterol y las sales que se encuentran en la bilis. Aparecen en la vesícula biliar o en los conductos biliares y producen mucho dolor y alteraciones en la digestión de las grasas.

-Intestinos:

- Infecciones intestinales: infecciones producidas por algunas bacterias presentes en el agua o en los alimentos. Provocan vómitos, dolor abdominal, fiebre y diarrea. La mayoría de estas infecciones carecen de importancia, pero otras como el cólera son muy graves y pueden llegar a causar la muerte.
- Salmonelosis: enfermedad infecciosa provocada por las toxinas que producen las bacterias del género *Salmonella*, presentes en alimentos en mal estado, sobre todo en los huevos y en la mayonesa. Los síntomas son vómitos, dolor abdominal, fiebre y diarrea.
- Apendicitis: es una inflamación del apéndice que produce intenso dolor, náuseas, vómitos y fiebre originados por la aparición de bacterias en su interior. Si no se trata a tiempo puede producir inflamación e, incluso, una perforación intestinal.
- Cáncer de colon: son un conjunto de enfermedades que pueden afectar al colon, al recto o al apéndice. Se caracteriza por la aparición de tumores malignos o neoplasias que han acumulado gran cantidad de mutaciones. Sus síntomas aparecen en las fases más avanzadas y, además, suelen ser variables e inespecíficos. El tratamiento más utilizado es la cirugía, que suele completarse con quimioterapia, radioterapia y, en la actualidad, tratamientos con dianas más específicas como la inmunoterapia.

5. Regulación del proceso digestivo y su relación con otros aparatos

Aunque el temario está centrado en la anatomía y fisiología del aparato digestivo, sería imposible que éste actuase de forma aislada en el organismo. Como hemos visto, el aparato digestivo realiza las funciones de digestión de los alimentos y absorción de los

nutrientes. Pero, hay otros procesos en la función de nutrición que necesitan de la colaboración de otros aparatos/sistemas como:

- El aparato respiratorio: Se encarga de realizar el intercambio de gases, es decir, capta O₂ del exterior, esencial en la respiración celular y se encarga de eliminar el CO₂ que se produce como consecuencia del metabolismo celular.
- El aparato circulatorio: Se encarga de realizar el transporte de nutrientes y de sustancias de desecho. Transporta los nutrientes desde el intestino hasta el hígado, donde se modifican para poder ser transportados al resto del cuerpo, y recoge las sustancias de desecho que generan las células.
- El aparato excretor: Se encarga de eliminar las sustancias de desecho que provienen del metabolismo celular que se han vertido al torrente sanguíneo.
- El sistema inmunario: A través de la comida se ingieren microorganismos, ya sean virus o bacterias. El tubo digestivo está abierto al exterior tanto por la boca como por el ano, son lugares a través de los cuales pueden entrar los microorganismos. Es importante el papel del sistema inmune a lo largo de todo el tubo, ya sea a través de las amígdalas en la boca, del apéndice en el ciego o los macrófagos y otras células inmunes en el resto del tracto. Detectan la presencia de bacterias como las del género *Salmonella* y se encargan de eliminarlas para que no se produzca una infección.

Las relaciones tan completas y complejas que tiene el aparato digestivo con el resto de aparatos mencionados precisan de una fina y compleja regulación que se lleva a cabo por el sistema nervioso y por el sistema endocrino:

- Sistema nervioso: opera a través del sistema nervioso entérico, “el segundo cerebro”. Se trata de un sistema muy organizado que opera de manera autónoma, comunicándose con el sistema nervioso central a través del sistema simpático y parasimpático.
- Sistema endocrino: se produce la regulación hormonal mediante hormonas como la gastrina (estómago), que estimula la producción de ácido clorhídrico y pepsina; la ghrelina (estómago), que regula el apetito; secretina (intestino delgado), cuya función es estimular la secreción de jugos pancreáticos o la colecistoquinina (intestino delgado), cuya función es estimular la producción de enzimas en el páncreas.