



TEMA 13. EL APARATO DIGESTIVO

13.1 INTRODUCCIÓN: LA NUTRICIÓN HETERÓTROFA.

Los seres con nutrición heterótrofa tomamos materia orgánica como fuente de materia y como fuente de energía. Esta materia es muy variada, a menudo compleja y en muchos casos no puede ser utilizada directamente. Para que resulte de utilidad a las células, deberá sufrir unos tratamientos mecánicos y sobre todo químicos que reciben el nombre genérico de **digestión**. La digestión, puede definirse como la descomposición de la materia orgánica compleja (macromoléculas, polímeros) en materia orgánica sencilla (monómeros). En ningún caso la materia es oxidada para extraerle energía ni es transformada en otro tipo de biomoléculas; todo esto sucederá más adelante a partir de estas moléculas pequeñas y que son denominadas **nutrientes**.

Conviene aclarar que tras la digestión quedan restos de materiales que no han sido digeridos y que constituyen residuos que se expulsarán. A este proceso de eliminación se denomina **defecación**. No debe confundirse en ningún caso con la eliminación de los restos del metabolismo (reacciones celulares) que recibe el nombre de **excreción**. Los restos de la digestión se deben a que no poseemos (ni los humanos ni ninguna especie animal) enzimas para degradar todos los tipos de materia orgánica que poseen los alimentos.

A lo largo de este tema vamos a centrarnos en nuestro aparato de la digestión. En éste, como en casi todos los seres pluricelulares, el proceso de la digestión tiene lugar fuera de las células, tratándose de una **digestión extracelular**.

13.2. APARATO DIGESTIVO HUMANO: ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA.

El aparato digestivo en la especie humana está formado por un largo tubo con varios ensanchamientos y estrechamientos que son **especializaciones** del mismo, y que se encargan de diferentes funciones. Empieza en la boca, por donde penetran los alimentos y termina en el ano, por donde son expulsados los residuos de la digestión. A lo largo de este tubo se vierten unos jugos ricos en enzimas elaborados por diferentes glándulas y células secretoras. Diferenciaremos para su mejor estudio el aparato en **tubo digestivo** y **glándulas digestivas**. Los animales más simples han desarrollado una cavidad en la que digieren los alimentos. En ese caso un orificio sirve de entrada y salida. La gran ventaja de poseer dos extremos es que las diferentes porciones de la cavidad o tubo pueden dedicarse a funciones específicas y ya sabemos que la especialización aumenta la eficiencia de los procesos vitales (recuerda el tema de los tejidos).

A) CONSTITUCIÓN DEL TUBO DIGESTIVO

El tubo digestivo, con una longitud de unos 8 metros, comprende las siguientes partes: boca, faringe, esófago, estómago e intestino. Las tres primeras se encuentran situadas por encima del diafragma, las restantes debajo de él, ocupando la cavidad abdominal, envueltas y mantenidas en su posición por una amplia membrana serosa denominada peritoneo. (También hay unas finas membranas de tejido conjuntivo laxo que denominamos **mesenterios** y que mantienen unidas las distintas partes del tubo).

1. Boca. La boca es una cavidad con una entrada rodeada por los **labios** y limitada por arriba por la bóveda del **paladar** (cielo de la boca), lateralmente por las **mejillas** o carrillos y abajo por el **suelo de la boca**. Por detrás comunica con el órgano siguiente, la faringe. Encima de este orificio se distingue un tabique colgante que es el **velo del paladar** (paladar blando), continuación del paladar duro (formado por los huesos maxilares superiores y tapizado por tejido epitelial mucoso) que presenta un saliente carnosos denominado **úvula o campanilla**. (Paladar duro es el



que forma el techo de la boca y paladar blando el que forma el velo). En el interior de la cavidad bucal se encuentran la **lengua** y los **dientes**.

La **lengua** es un órgano musculoso y móvil que se apoya en el suelo de la boca y en el cuál se encuentra el órgano del gusto. Soportando la base de la lengua y la laringe se encuentra un hueso en forma de V llamado **hioides**.

Los **dientes** se hallan colocados formando dos grandes arcadas: una implantada en la mandíbula superior y otra en la inferior. Se hallan encajados en unos huecos o **alvéolos**, que poseen los huesos maxilares. Están fuertemente adheridos a las **encías**, constituidas por la propia mucosa bucal que reviste los maxilares (los maxilares son los huesos que forman las mandíbulas).

En todos los dientes se pueden distinguir exteriormente tres partes: *corona* o porción visible; *raíz*, que es la parte embutida en los alvéolos, y *cuello*, ligero estrechamiento que une las dos porciones anteriores, rodeada por las encías. Son estructuras de extraordinaria dureza formadas por materia mineral (hidroxiapatito, compuesto por fosfato cálcico) y materia orgánica (proteína colágeno). Son fabricados por células especializadas (odontoblastos) que segregan estas sustancias antes de que el propio diente aparezca en el exterior. Se componen básicamente de **dentina**, que se halla cubierta por el **esmalte** dentario en la corona. El interior está ahuecado albergando la **pulpa dentaria**, un tejido conjuntivo en el que se encuentran vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas. El diente es una **estructura viva**. Si por algún motivo el nervio se perdiera o dejara de afluir sangre a la pulpa, el diente acaba por desprenderse de la encía.

Se distinguen cuatro clases de dientes: **incisivos**, situados en la parte anterior, tienen coronas aplanadas (a modo de cincel) que sirven para cortar el alimento; siguen los **colmillos o caninos**, de corona puntiaguda, cuya misión es la de desgarrar; por último se sitúan los **premolares** y los **molares**, de coronas aplanadas, pero con crestas adaptadas para aplastar y triturar el alimento. Los humanos poseemos dos denticiones sucesivas, variando en ellas el número de dientes. La primera, llamada dentadura de leche, está formada por 20 piezas dentarias, diez en la mandíbula superior y diez en la inferior. En cada una de dichas mandíbulas hay cuatro incisivos, dos caninos y cuatro premolares. La dentadura permanente que sustituye a la de leche está formada por 32 piezas, que corresponden a los 20 dientes que reemplazan a los de leche, más 12 nuevos molares (ver figura). La dentadura de los mamíferos está tan especializada para la alimentación que permite saber exactamente el modo de vida de cualquier animal. Sirve igualmente para clasificar a los distintos grupos (órdenes). Hay mamíferos con más de dos denticiones y en ocasiones hay animales con crecimiento de dientes ilimitado. Se denomina **fórmula dentaria** al número y tipo de piezas dentarias de una especie. Para comparar unos grupos con otros, se representan en el orden siguiente: incisivos, caninos, premolares y molares; sólo se pone el número de piezas de una hemimandíbula superior e igualmente de una hemimandíbula inferior (como hay simetría, las mismas piezas se tienen a la izquierda que a la derecha. Pero en muchas especies, no se tiene el mismo número y tipo en la mandíbula superior y en la inferior. Nuestra fórmula dentaria es: 2,1,2,3 / 2,1,2,3).

2. Faringe. La faringe, conocida vulgarmente con el nombre de «garganta», es una cavidad en forma de embudo que se halla detrás de la boca, con la que se comunica a través del *istmo de las fauces*. También establece comunicación por arriba con las fosas nasales, y por debajo con la laringe, perteneciente al aparato respiratorio, y con el esófago. Como vemos, es un órgano común a los aparatos digestivo y respiratorio, pues a través de ella pasan tanto el alimento como el aire que respiramos. Pero además, de sus caras laterales parten unos finos conductos llamados trompas de Eustaquio, que ponen en comunicación la faringe con el oído medio. A los lados de la faringe se encuentran unos abultamientos que son las amígdalas. (La faringe es un auténtico "vestíbulo o distribuidor"). Las amígdalas (del latín "almendras") son dos salientes que en su interior presentan tejido conjuntivo que contiene una gran cantidad de macrófagos. Su función es la de protegernos de las infecciones bacterianas que en algún momento puedan producirse. Su inflamación es



indicativo de esa infección (decimos que tenemos “anginas”). La especialidad médica dedicada a los problemas de garganta, oídos o nariz, es la otorrinolaringología.

3. Esófago. Es un tubo de unos 30 cm. de longitud que comunica la faringe con el estómago. Recorre el cuello y el tórax y penetra en el abdomen atravesando el músculo diafragma. Desemboca en el estómago por un orificio cerrado por una válvula de tipo esfínter que recibe el nombre de **cardias**. En los esquemas se describirán los tejidos que constituyen esta porción del tubo digestivo que, con mayores o menores modificaciones, presenta la misma estructura hasta el final de su recorrido.

4. Estómago. Es un órgano en forma de saco con una capacidad de unos dos litros. Se halla situado debajo del diafragma. Comunica con el esófago mediante un orificio cerrado, que como ya se ha dicho, recibe el nombre de cardias. El orificio de salida, el **píloro** también presenta un esfínter y continúa con la primera parte del intestino delgado. El estómago presenta una fuerte musculatura y sus paredes internas están muy replegadas formando unos resaltes que facilitarán la trituración del alimento.

5. Intestino. El intestino es un largo tubo que ocupa la mayor parte del abdomen. El primer tramo es más estrecho, recibiendo el nombre de intestino delgado. Le sigue un tramo que por su grosor es conocido como intestino grueso.

a) El intestino delgado, debido a su gran longitud (unos siete metros) se halla replegado como una madeja, dando varias vueltas que se llaman **asas intestinales**. Su primera porción se llama **duodeno**. A ella siguen, sin una clara separación, otras dos partes denominadas **yejuno** e **íleon**, la última de las cuales desemboca en el intestino grueso mediante un estrechamiento con un esfínter denominado **válvula ileocecal**. Las diferentes asas son mantenidas en su posición, aunque de una manera laxa mediante los **mesenterios** (finas láminas de tejido conjuntivo que en conjunto reciben el nombre de fascias).

La mucosa que reviste interiormente al intestino delgado presenta gran número de finísimas prolongaciones (milimétricas), a modo de “dedos de guante” que reciben el nombre de **vellosidades intestinales**. [Recuerda: mucosa es un tejido epitelial vivo recubierto de mucus].

b) El intestino grueso recibe este nombre por su mayor diámetro. Su longitud es de metro y medio. En él se distinguen tres partes: **ciego**, **colon** y **recto**. Del fondo del ciego parte una pequeña prolongación, como un dedo de guante, de unos 7-8 cm. de longitud que es el **apéndice vermiforme**, cuya inflamación da lugar a la enfermedad denominada apendicitis. El colon es la parte más larga del intestino grueso y adopta la forma de una U invertida. El recto es la porción final del tubo digestivo, presenta unas capas musculares muy gruesas y termina en un orificio exterior, el **ano**, cerrado por un músculo circular que es el esfínter anal. [Un apéndice es algo que sobresale por lo tanto es un término genérico (la nariz es otro apéndice), por eso su nombre propio es “vermiforme” que significa con forma de verme o gusano].

Todas las válvulas mencionadas anteriormente son de tipo **esfínter**, consistentes en un anillo de tejido muscular liso situado en torno al tubo digestivo y cuya contracción provoca la oclusión de la luz del tubo. [Veremos en otros temas que existen más tipos de válvulas como las cardíacas, que funcionan de otro modo].

El tubo digestivo, desde el esófago al recto, está formado básicamente por los mismos tejidos distribuidos en capas concéntricas. Las distintas regiones tendrán más o menos desarrolladas unas u otras capas en función de la especialización. Externamente distinguimos unas capas o membranas de tejido conjuntivo que mantienen al tubo en su sitio. Se denominan **fascias** (las encontramos por todo el cuerpo con la misma función de mantener las diferentes estructuras y órganos unidos). Más internamente le sigue una capa de tejido muscular liso con las células dispuestas longitudinalmente. Tras ella hay otra capa de células musculares lisas pero dispuestas circularmente. Más al interior sigue otra capa de tejido conjuntivo y por último, una capa de tejido epitelial mucoso con gran número de glándulas que en muchos casos son unicelulares.



La disposición de las dos capas de tejido muscular permite la producción de **ondas peristálticas** (ver esquema) que posibilitan el progreso de los alimentos desde la boca hasta el ano [Si has visto cómo se mueve una lombriz, te puedes hacer una idea de cómo son las ondas peristálticas].

B) CONSTITUCIÓN DE LAS GLÁNDULAS DIGESTIVAS

En muchas de las partes que forman el tubo digestivo desembocan los conductos que vierten los productos elaborados por las llamadas glándulas digestivas. Las más importantes de tales glándulas son las salivares, las gástricas, el hígado, el páncreas y las intestinales.

1. Glándulas salivares. Son glándulas de tipo arracimado (recuerdan a un racimo de uvas), se encargan de segregar la **saliva** y están situadas alrededor de la cavidad bucal, lugar en la que vierten sus productos. Existen tres pares de glándulas salivares: las **parótidas**, situadas bajo la piel, por delante y debajo de las orejas; las **submaxilares** situadas sobre la cara interna de las ramas del maxilar inferior, y las **sublinguales**, que se encuentran en el suelo de la boca.

2. Glándulas gástricas. Son glándulas microscópicas diseminadas en gran número (varios millones) en el espesor de la mucosa del estómago. Se trata de glándulas en forma de tubo que segregan el denominado **jugo gástrico**, cuyos componentes principales son la *pepsina* y el *ácido clorhídrico*. Además existen numerosas células en forma de copa (células caliciformes) distribuidas por la mucosa, que elaboran la llamada **mucina** (moco) de acción lubricante y protectora.

3. Hígado. El hígado es una víscera muy voluminosa, alcanza un peso de alrededor de 1,5 Kg., posee un color parecido al del vino tinto y se halla situado en la parte superior del abdomen, debajo del diafragma y al lado derecho del estómago. En su cara inferior se encuentra una pequeña bolsa, la **vesícula biliar**, que acumula la **bilis**, líquido segregado por el propio hígado, y que se verterá en el duodeno, a través de un conducto, el **colédoco**, que desemboca junto con el conducto procedente del páncreas, en un pequeño abultamiento llamado **ampolla de Vater** [*cole*= bilis, de ahí deriva el término de cólico y la palabra melancolía→]. El hígado es un órgano con innumerables funciones, destacando las de laboratorio químico, ya que en él se producen grandes transformaciones metabólicas. Por ejemplo, el exceso de glucosa es transformado en grasa; órgano excretor, al eliminar residuos del metabolismo que las células han arrojado a la sangre, tales como la **bilirrubina** procedente de los glóbulos rojos destruidos; órgano almacenador de múltiples sustancias como glucógeno, vitaminas, hierro, etc.; órgano detoxificador, porque destruye numerosas sustancias tóxicas como el alcohol o simplemente extrañas, como muchos medicamentos; órgano homeostático, porque evita desequilibrios en la composición de la sangre (se verá al final del tema), órgano sintetizador, el hígado fabrica muchas sustancias con funciones específicas como proteínas transportadoras de la sangre, proteínas que intervienen en la coagulación de la sangre, la famosa EPO (hormona eritropoyetina) etc. [Si el hígado por algún motivo dejara de funcionar moriríamos en pocas horas. Para el pueblo Asirio (hace casi 8000 años) la importancia de este órgano estaba clara: para ellos el alma no estaba en el corazón sino en el hígado].

4. Páncreas. El páncreas se sitúa detrás y debajo del estómago (hacia el lado izquierdo del abdomen). Tiene forma alargada y aplanada y su color es blanco rosado. Tiene poca consistencia. Es una glándula que elabora el **jugo pancreático**, que es canalizado hacia un conducto principal que desemboca en el duodeno junto con el conducto de la bilis, formando como ya sabemos la ampolla de Vater. El páncreas tiene otra función fundamental al presentar dos tipos de células que fabrican hormonas, que son vertidas directamente a la sangre y que se encargan de regular la **glucemia** o concentración de glucosa en sangre. Al ser a la vez glándula exocrina y endocrina, decimos que es una glándula mixta.

5. Glándulas intestinales (glándulas de Lieberkuhn). Se distribuyen por toda la mucosa del intestino delgado y no resultan visibles a simple vista. Elaboran el **jugo intestinal** que se vierte en dicho intestino. Además existen innumerables células caliciformes productoras de moco protector.



6. Aunque no tienen un nombre concreto y son células independientes, hay glándulas en la mucosa de distintos tramos del tubo digestivo (estómago, intestino delgado e intestino grueso) que producen hormonas (que como tales pasan a la sangre) que tienen la misión de regular la velocidad del peristaltismo y la secreción de las glándulas digestivas (se comentarán más adelante).

C) FUNCIONAMIENTO DEL APARATO DIGESTIVO: DIGESTIÓN

La digestión consiste en descomponer los alimentos en sustancias más sencillas llamadas nutrientes que pueden atravesar la pared del intestino delgado y posteriormente las membranas de las células del organismo, para penetrar en ellas y ser utilizadas. Con la digestión se obtienen monosacáridos a partir de polisacáridos; aminoácidos a partir de proteínas; nucleótidos a partir de ácidos nucleicos; ácidos grasos y glicerina por descomposición de los triglicéridos; etc. Con la digestión se obtienen **nutrientes** que posteriormente podrán ser utilizados por las células para obtener energía (catabolismo) o para construir nuevas moléculas (anabolismo).

Existen dos tipos de procesos digestivos: digestión **mecánica** y digestión **química**. Las transformaciones mecánicas, desmenuzan los alimentos sólidos para que sobre ellos puedan actuar mejor los jugos elaborados por las glándulas digestivas, que posibilitan unas reacciones químicas que los convierten en sustancias de composición más simple. Los nutrientes pueden ya atravesar la pared del intestino mediante el acto denominado **absorción**. Las sustancias que no han podido ser digeridas, se expulsan mediante la **defecación**. Veamos cómo se desarrollan todos estos actos.

A) MASTICACIÓN, INSALIVACIÓN Y DEGLUCIÓN

La digestión en la boca va a ser principalmente de tipo mecánico y muy secundariamente de tipo químico. Incluye una serie de procesos que se señalan a continuación.

1. Masticación. Consiste en la división o trituración de los alimentos sólidos por la acción de los dientes al moverse la mandíbula inferior. La lengua ayuda a la masticación, manteniendo el alimento en la boca y colocándolo entre los dientes.

2. Insalivación. Consiste en la mezcla de los alimentos con la saliva y en las modificaciones que sufren por su acción. La saliva es un líquido incoloro, viscoso, rico en agua, en la que se hallan dispersas diversas sustancias entre las que destacan la **mucina**, proteínas, sales minerales, y una enzima denominada **ptialina o amilasa**.

Las acciones que ejerce la insalivación sobre el alimento son principalmente cuatro: a) Disuelve partículas alimenticias permitiendo la percepción de su sabor. b) Humedece, ablanda y aglutina los alimentos masticados formando el «bolo alimenticio». c) Esa misma mucina lubrica el bolo alimenticio favoreciendo su posterior deglución y evitando que produzca lesiones al atravesar el esófago. d) La amilasa, descompone el almidón en el disacárido maltosa, continuándose la acción de esta enzima en el estómago.

3. Deglución. Es el acto de tragar, entendiéndose como el paso del bolo alimenticio de la boca al estómago. Esto implica atravesar la faringe y el esófago. El alimento, por un movimiento voluntario de la lengua, es empujado hacia la faringe. Una vez en esta, un reflejo involuntario se hace cargo del traslado hacia el esófago. Pero como la faringe es una región común a las vías respiratorias y digestivas, han de entrar en juego unos mecanismos que cierren las fosas nasales y la entrada del aparato respiratorio para evitar que el alimento siga estas vías. Por ello, el **velo del paladar** se levanta para tabicar la cavidad nasal, y la **epiglotis** cierra la laringe. Lógicamente durante esta fase de la deglución, la respiración se suspende. Los humanos tenemos la laringe muy baja, como resultado de la evolución que ha convertido este conducto en el órgano fonador (productor de sonidos); por ello es tan fácil que nos atragantemos e incluso nos asfixiemos al comer, pudiendo llegar a morir. Sin embargo eso no nos ocurre cuando somos recién nacidos: respiramos y mamamos a la vez.



A lo largo del esófago el bolo alimenticio progresa gracias al peristaltismo y no por gravedad (una vaca al comer siempre tiene la cabeza más baja que el estómago). Cuando llega al estómago el cardias, válvula situada a la entrada del mismo, se cierra para evitar el reflujo o retorno a la boca del alimento que allí se encuentra.

B) DIGESTIÓN GÁSTRICA

La digestión que se lleva a cabo en el estómago es preferentemente de tipo mecánico y la digestión química solo afecta a un tipo de biomoléculas y de forma incompleta.

Al llegar el alimento al estómago actúa sobre él el jugo gástrico segregado por esta víscera, cuya acción se ve favorecida por los movimientos que en forma de **ondas** o **movimientos peristálticos** se propagan a lo largo del mismo. La potente musculatura del estómago reduce a papilla los alimentos que a él llegan [molleja de las aves → ¿por qué las aves no tienen dientes?].

El jugo gástrico es un líquido cuya característica más destacada es su alta acidez (pH = 1,5; el pH neutro es 7) debido al ácido clorhídrico que contiene. Posee además mucina y dos enzimas o fermentos que intervienen en la digestión de los prótidos: la **pepsina** y el **cuajo**.

El jugo gástrico contiene una enzima, la **pepsina**, que actúa sobre las proteínas rompiéndolas en grandes fragmentos denominados polipéptidos. Esta enzima rompe los enlaces peptídicos entre dos aminoácidos mediante hidrólisis. Esta enzima solo puede actuar en medio ácido y esa acidez se la proporciona el ácido clorhídrico. En realidad, la enzima fabricada recibe el nombre de pepsinógeno y es inactiva. Se trata de un mecanismo de seguridad que evita que las proteínas de las mismas glándulas puedan ser atacadas (la mucosa queda cubierta por una gruesa capa de mucus protector antes de que se vierta el ácido y el pepsinógeno por el mismo motivo).

El cuajo (o renina o fermento lab o caseasa), más abundante en el lactante, transforma la caseína de la leche (su principal proteína) en caseinato cálcico (tomando calcio del medio), facilitando la posterior digestión de esta proteína por la pepsina. El ácido clorhídrico se sabe que también tiene otra función y es la de destruir muchos de los microorganismos que penetran con la comida. [Al ácido clorhídrico lo llamamos vulgarmente agua fuerte y ya sabemos lo peligroso que es su manejo].

Terminada la digestión gástrica, la papilla ácida resultante recibe el nombre de **quimo**. El estómago no se vacía de una vez, sino que vierte el quimo en pequeñas porciones abriéndose y cerrándose el píloro.

C) LA DIGESTIÓN EN EL INTESTINO DELGADO

El intestino delgado tiene dos funciones fundamentales: la **digestión química** de los alimentos y la **absorción** de los productos digeridos. Es el lugar del aparato digestivo donde finaliza la transformación de los alimentos en nutrientes (la liberación, podríamos decir), quedando en condiciones de ser absorbidos. Las acciones químicas son desarrolladas por las enzimas de los jugos pancreático e intestinal. La bilis producida por el hígado también colabora en la digestión química aunque no tenga enzimas.

Las enzimas digestivas producidas por el páncreas son: la **amilasa pancreática**, que degrada almidón y glucógeno en maltosa, pero no celulosa; la **lipasa pancreática**, que participa en la digestión de grasas; **estearasas**, que degradan compuestos relacionados con el colesterol; **nucleasas (ribonucleasa y desoxirribonucleasa**, que degradan ARN y ADN respectivamente), y las enzimas proteolíticas **tripsina, quimotripsina y carboxipeptidasa**. Las dos primeras rompen los polipéptidos en fragmentos más pequeños y la carboxipeptidasa va liberando aminoácidos al romper el último enlace peptídico de un péptido por el extremo del ácido carboxílico.

Todas las enzimas que actúan sobre proteínas son liberadas en su forma inactiva (como la pepsina del estómago). Esto constituye un mecanismo de defensa que evita que digieran la glándula que la produce. La capacidad catalítica de las enzimas proteolíticas se recupera por la acción de otra



enzima: la **enteroquinasa**, producida por glándulas intestinales (recuerda que el pepsinógeno del estómago pasaba a pepsina por un cambio de pH).

Algunas de las enzimas intestinales son: **carboxipeptidasa**, **dipeptidasa** y **aminopeptidasa**. Estas completan la digestión de proteínas: la primera ya ha sido comentada, la dipeptidasa rompe péptidos en dipéptidos y la aminopeptidasa, separa aminoácidos de un polipéptido pero desde el extremo del grupo amino libre; y la **maltasa**, **sacarasa** y **lactasa**, degradan a monosacáridos la maltosa, la sacarosa y la lactosa respectivamente.

Además de secretar enzimas, el intestino produce dos hormonas que regulan el proceso digestivo: la **secretina** y la **colecistocina**. El ácido clorhídrico presente en el quimo estimula a las células del duodeno para que liberen secretina a la sangre. Su función es estimular la secreción de bicarbonato de sodio por el páncreas, para neutralizar el pH ácido y a la vez activar la secreción de bilis almacenada en la vesícula biliar.

La secreción de **colecistocinina** se desencadena ante la presencia de grasas en el intestino. Su función es estimular la contracción de la vesícula biliar para que se segregue bilis hacia el duodeno, a la vez que induce a la liberación de las enzimas pancreáticas. De esta forma, la bilis emulsiona las grasas facilitando la acción de las enzimas pancreáticas.

La **bilis** (o hiel) es elaborada en el hígado y se trata de un líquido viscoso, de color amarillo-verdoso y de sabor fuertemente amargo. Su composición es muy compleja, destacando en ella los ácidos biliares, las sales biliares y los pigmentos biliares. Es importante señalar que la bilis no contiene ninguna enzima, pero ello no significa que no desempeñe papel en la digestión, pues gracias a la bilis se produce una fina **emulsión de las grasas** del quimo, con lo cual se facilita extraordinariamente la acción que ejerce sobre ellas la lipasa pancreática. Las personas que tienen "problemas de vesícula" deben reducir las grasas de su dieta. Los pigmentos biliares no intervienen en la emulsión, tratándose de productos de excreción procedentes de la degradación metabólica de la hemoglobina. Estos pigmentos son la bilirrubina y la biliverdina. Ambos colorean las heces fecales y cuando el hígado deja de funcionar, por ejemplo durante una hepatitis, se acumulan en la sangre dando un color amarillento a la piel del enfermo –ictericia-. [Tras una comida rica en grasas, el hígado llega a verter hasta un litro y medio de bilis. Los ácidos y las sales biliares son compuestos orgánicos que una vez han actuado son absorbidos por el intestino grueso y así se reaprovechan].

D) ABSORCIÓN DE LOS ALIMENTOS

Terminada la digestión en el intestino delgado y, con ella la degradación total de los alimentos para los que se posean enzimas, la papilla resultante recibe el nombre de **quilo**. Esta masa contiene también todas aquellas moléculas orgánicas que no han sido digeridas así como una gran cantidad de agua y sales minerales.

Las sustancias digeridas que forman el quilo se encuentran ya en condiciones de ser absorbidas atravesando la pared intestinal. Es por tanto el intestino delgado el lugar donde se incorporan al interior del organismo los nutrientes, para ser llevados por la sangre y la linfa a todas las células [Todo lo que hay en el tubo no está en realidad en el interior del organismo]. La **absorción intestinal** tiene lugar precisamente a través de las células epiteliales que recubren las vellosidades intestinales. Las vellosidades intestinales tienen como función el aumento de la superficie de absorción, mejorando la rapidez del proceso, pero por si fuera poco, la cara de cada célula que da a la luz de tubo presenta la membrana plasmática enormemente replegada, formando **microvellosidades** (o borde en cepillo). Así pues, la superficie total de intercambio que presenta el intestino delgado alcanza los 300 m² (dibujos).

En el interior de cada vellosidad se encuentra una pequeña arteria (arteriola) que se capilariza y una vena (vénula) que recoge esa red capilar, así como un pequeño vaso ciego llamado vaso quilífero procedente del sistema circulatorio linfático. [Tanto los capilares como el vaso ciego tienen poros por donde pueden entrar los nutrientes]. A la sangre van a pasar todos los



componentes que han atravesado las células de la mucosa intestinal a excepción de las grasas, que entran directamente en los vasos quilíferos. Es de destacar el hecho de que las grasas sólo pueden atravesar la pared intestinal si están descompuestas en ácidos grasos y glicerina, pero nada más entrar son esterificadas nuevamente a grasas y así circulan en la linfa (un buen diseñador lo habría hecho mejor, pero la evolución ya sabemos cómo trabaja).

Los triglicéridos, una vez en la linfa, serán conducidos hasta el sistema circulatorio sanguíneo, pasando a la sangre (ver ap. circulatorio). El resto de los componentes, una vez en los capilares de las vellosidades se dirigen a venas mayores que van confluyendo (desde todos los puntos del intestino delgado) hasta formar la vena PORTAHEPÁTICA que se dirige al hígado, donde se ramifica en innumerables capilares. De esta forma, como ya se dijo, las células del hígado se encargarán de recoger estos compuestos del torrente sanguíneo evitando un cambio en su composición que alteraría grandemente el equilibrio del medio interno con el consiguiente peligro de desestabilización del organismo. (Ver en otro tema la Homeostasis).

Tras la absorción de los nutrientes, queda un resto formado por materia orgánica sin digerir, sales minerales, sales biliares y agua. Estos componentes pasan al intestino grueso, tramo del tubo que se encarga de la absorción de las sales y del agua de modo que el resto se compacta y deshidrata parcialmente formando las heces fecales. En el intestino grueso habita una **flora bacteriana** comensal que aprovecha los restos orgánicos, fermentándolos y siendo responsable de la producción de gases y otras sustancias malolientes. A pesar de estos "efectos secundarios" indeseables, la presencia de estos organismos nos beneficia al producir ciertas vitaminas (vit. K y otras del grupo B) que absorbemos a través del propio intestino y sobre todo porque su presencia impide que otros gérmenes extraños puedan colonizarnos, con el consiguiente riesgo de producir desequilibrios e infecciones.

E) DEFECACIÓN

El quilo avanza a través del intestino merced a los llamados movimientos peristálticos que, en forma de ondas, se propagan a través de su pared (del mismo modo en que se producen en cualquier tramo del tubo digestivo). Así, llegan también al final los productos de desecho que no han sido absorbidos. El acto en virtud del cual estos productos (heces fecales) son expulsados al exterior a través del ano, recibe el nombre de defecación. Para ello, el recto presenta una poderosa musculatura.

F) CONTROL DE LA DIGESTIÓN

El control del proceso de la digestión está a cargo del sistema nervioso, si bien también intervienen ciertas hormonas segregadas en algunas zonas del tubo digestivo y que son captadas en otros tramos (hay pocos estudios al respecto). Estas hormonas envían señales de unos puntos a otros del tubo aprovechando el sistema de transporte de la sangre como modo de comunicación entre zonas diferentes para que se acelere o se reduzca el peristaltismo según los casos. En cuanto al sistema nervioso, se comentó el control voluntario de la masticación y el automático de la deglución así como de los movimientos peristálticos: las células musculares se contraen de forma perfectamente coordinada gracias a las señales enviadas desde el sistema nervioso central. Además, es preciso saber que existen receptores nerviosos que informan al cerebro sobre el estado de distensión de las paredes del estómago (si está lleno o vacío), de tal modo que se inhiba o active el centro del hambre o el de la saciedad. Existe un reflejo llamado gastro-cólico (por vía nerviosa pero sin pasar por los centros superiores) que consiste en que cuando el estómago recibe comida, inmediatamente envía una señal al colon para que aumente el peristaltismo y se disponga a evacuar su contenido (si empezamos a comer, habrá que pensar en dejar sitio libre: muchas personas para ir al cuarto de baño por la mañana tienen que comerse antes una naranja o un kiwi o tomarse un café, etc.). Básicamente se coma lo que se coma el reflejo se desencadena, pero además hay un componente psicológico y de hábito en esto de ir al váter. Otro hecho llamativo del control es que ciertos estímulos externos pueden desencadenar las respuestas de puesta en marcha del proceso de la digestión: un olor a comida a una hora adecuada o la visión de un



alimento apetecible o simplemente el recuerdo de una buena comida y “la boca se hace agua” y el estómago comienza a “rugir”.

Existe también un centro nervioso situado en el bulbo raquídeo que desencadena el vómito. Se trata de un movimiento peristáltico en sentido inverso al habitual, que parte del estómago y que evolutivamente es un mecanismo de defensa ante algún problema relacionado con el proceso de la digestión o con la ingestión de alimentos en mal estado. No es un hecho habitual y de ahí su brusquedad y la sensibilidad de la mucosa del esófago a los ácidos del estómago [Como tantas cosas en la vida, nuestro cerebro puede aprender con la práctica y las personas con bulimia o con anorexia nerviosa pueden hacerlo con una facilidad pasmosa].

Relacionado con la propia digestión, puede añadirse que la presencia de fibra vegetal en la dieta resulta imprescindible por varios motivos: el primero de ellos es el de acelerar el proceso de avance del quilo, lo que previene el estreñimiento (salvo excepciones) y disminuye el riesgo de padecer cáncer de colon y el segundo es que si se llena de contenido el estómago con fibra, se da antes la señal de saciedad y puesto que la fibra vegetal (celulosa) no es digerida, no supone una ingesta extra de calorías en la dieta. Por último hay que insistir en que la fibra es un componente mayoritario de los vegetales: legumbres, frutas (sobre todo la piel), verduras (de una lechuga el 90% es agua y casi el 10% restante es fibra).

El recto termina en el ano, el cual posee dos esfínteres, uno de control involuntario y otro voluntario. Cuando el progreso de las heces las hace llegar al recto, su distensión provoca señales que llegan al cerebro, que relaja el esfínter involuntario y produce la sensación consciente de ganas de defecar. El individuo afectado controlará el otro esfínter. Como sabemos, el control voluntario del esfínter precisa de un aprendizaje que se adquiere normalmente hacia los dos años de vida.

PATOLOGÍAS

Dolencias relacionadas con el aparato digestivo: acidez de estómago (ardentía), gastritis, úlcera gastroduodenal, hernia de hiato, paperas, litiasis biliar (piedras en la vesícula), gastroenteritis, apendicitis, peritonitis, colon irritable (intestino irritable), colitis ulcerosa, enfermedad de Crohn, pancreatitis, cáncer de colon, caries.