

## Introducción a la Fisiología Digestiva

### 1. Funciones principales del sistema digestivo

El sistema digestivo tiene varias funciones cruciales. Inicia con la ingestión de alimentos, seguida de la digestión mecánica (masticación y mezcla) y química (enzimas y ácidos). Los alimentos se descomponen en moléculas más pequeñas que pueden ser absorbidas. Esta absorción de nutrientes ocurre principalmente en el intestino delgado, donde las sustancias esenciales pasan al torrente sanguíneo. Finalmente, el sistema digestivo elimina los residuos no digeribles a través de la defecación. Los órganos implicados en este proceso incluyen la boca, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso y glándulas accesorias como el páncreas y el hígado, que secretan sustancias necesarias para la digestión.

### 2. Regulación del proceso digestivo

El proceso digestivo está regulado por mecanismos nerviosos y hormonales que garantizan que las secreciones y la motilidad intestinal se ajusten a las necesidades del organismo en cada fase de la digestión. Los reflejos nerviosos locales, controlados por el sistema nervioso entérico, responden a estímulos dentro del tracto gastrointestinal, como la presencia de alimento o el estiramiento de la pared intestinal. A nivel hormonal, la liberación de sustancias como la gastrina, secretina y colecistocinina asegura que las enzimas y el jugo gástrico se secreten en el momento adecuado. Este complejo sistema de control permite la correcta descomposición y absorción de nutrientes.

### 3. Componentes del sistema nervioso y hormonal

El sistema nervioso entérico (SNE) es la red neuronal que controla las funciones digestivas internas de manera autónoma. Está formado por dos plexos principales: el plexo mientérico, que regula la motilidad, y el plexo submucoso, que controla las secreciones. El sistema nervioso autónomo (SNA) también participa en la regulación del proceso digestivo, donde el parasimpático (principalmente a través del nervio vago) estimula la actividad digestiva, y el simpático la inhibe. Las hormonas como la gastrina, liberada en el estómago, y la secretina, secretada en el intestino delgado, coordinan las fases de la digestión y modulan la liberación de secreciones y la motilidad.

### 4. Concepto de homeostasis en la digestión

La homeostasis en el sistema digestivo se refiere a la capacidad del cuerpo para mantener un equilibrio interno mientras transforma los alimentos en nutrientes. Los procesos digestivos están finamente ajustados para garantizar que las enzimas digestivas, los ácidos y las contracciones musculares ocurran en el momento y lugar adecuados. Por ejemplo, los niveles de ácido en el estómago son controlados para evitar daños a la mucosa gástrica, mientras que las señales hormonales y nerviosas ajustan la motilidad intestinal para optimizar la absorción de nutrientes y evitar diarrea o

estreñimiento. Cuando estos mecanismos fallan, se pueden producir trastornos digestivos que comprometen la salud general.

#### 5. **Fases de la digestión: cefálica, gástrica e intestinal**

La digestión se divide en tres fases: cefálica, gástrica e intestinal. La fase cefálica ocurre antes de que los alimentos lleguen al estómago y es desencadenada por estímulos visuales, olfativos y gustativos que activan los nervios parasimpáticos para preparar el tracto digestivo, aumentando la secreción de saliva y jugos gástricos. En la fase gástrica, los alimentos llegan al estómago, lo que provoca una mayor secreción de ácido clorhídrico y pepsina para descomponer las proteínas. Finalmente, en la fase intestinal, el quimo ácido pasa al intestino delgado, donde se completa la digestión de nutrientes con la ayuda de enzimas pancreáticas y biliares, permitiendo su absorción.

### **Fisiología de la Boca y Salivación**

#### 1. **Funciones digestivas de la boca**

La boca es el primer sitio donde se inicia la digestión. La masticación descompone físicamente los alimentos, aumentando su superficie de contacto para las enzimas digestivas. La saliva, secretada por las glándulas salivales, facilita la formación del bolo alimenticio y la digestión química inicial. Contiene enzimas como la amilasa salival, que empieza a descomponer los carbohidratos, y la lipasa, que actúa mínimamente sobre los lípidos. Además, la saliva lubrica el bolo para facilitar su paso por el esófago durante la deglución. La lengua y los dientes juegan un papel crucial en la trituración y manipulación de los alimentos dentro de la boca.

#### 2. **Composición y funciones de la saliva**

La saliva está compuesta principalmente por agua, pero también contiene electrolitos (sodio, potasio, cloruro), mucinas, enzimas (amilasa y lipasa), y proteínas antimicrobianas como la lisozima e inmunoglobulinas (IgA). Estas sustancias cumplen funciones esenciales, como la digestión de almidones, la lubricación del bolo alimenticio, y la protección contra microorganismos. La amilasa salival inicia la digestión de los carbohidratos, mientras que las mucinas facilitan la deglución al humedecer los alimentos. El contenido inmunológico de la saliva también contribuye a la defensa local contra infecciones bucales, creando una barrera protectora en la cavidad oral.

#### 3. **Control nervioso de la salivación**

La salivación está controlada principalmente por el sistema nervioso autónomo. El sistema parasimpático estimula la secreción de grandes cantidades de saliva acuosa y rica en enzimas a través de los nervios facial (VII) y glosofaríngeo (IX), en respuesta a estímulos gustativos, olfativos y táctiles. Por otro lado, la activación del sistema simpático produce una saliva más espesa, rica en mucina, pero en menor volumen. Los

centros nerviosos responsables de regular la salivación se encuentran en el bulbo raquídeo. Este control refleja la necesidad de ajustar la composición de la saliva según el tipo de alimento y las condiciones del tracto digestivo.

#### 4. **Masticación y formación del bolo alimenticio**

La masticación es un proceso voluntario controlado por músculos mandibulares que trituran los alimentos en fragmentos más pequeños, facilitando la acción de las enzimas digestivas. Durante este proceso, la saliva humedece los alimentos, formando el bolo alimenticio, una mezcla semisólida que es más fácil de tragar. La lengua ayuda a mover los alimentos dentro de la boca para asegurar una mezcla homogénea con la saliva. Una vez formado, el bolo es empujado hacia la faringe mediante un movimiento coordinado entre la lengua y los músculos de la mandíbula, preparándose para la deglución.

#### 5. **Función digestiva de las enzimas salivales**

Las enzimas salivales cumplen funciones críticas en la digestión inicial. La amilasa salival comienza la descomposición de carbohidratos al romper los enlaces de almidones en maltosa y dextrinas. Aunque la lipasa lingual está presente, su acción sobre las grasas es limitada en la boca y se activa principalmente en el ambiente ácido del estómago. Estas enzimas permiten que la digestión química comience inmediatamente después de la ingestión, preparando el alimento para su procesamiento posterior en el estómago y el intestino. La saliva también neutraliza ácidos y ayuda a proteger los dientes y la mucosa bucal de la erosión.

### **Fisiología del Esófago y Deglución**

#### 1. **Proceso de deglución: fases bucal, faríngea y esofágica**

La deglución es un proceso coordinado y consta de tres fases: bucal, faríngea y esofágica. En la fase bucal, la lengua empuja el bolo hacia la faringe. Esta fase es voluntaria, pero la transición a la fase faríngea es automática y controlada por reflejos. Durante la fase faríngea, el bolo se mueve hacia el esófago, mientras que la epiglotis cierra la tráquea para evitar que los alimentos ingresen a las vías respiratorias. Finalmente, en la fase esofágica, los movimientos peristálticos del esófago transportan el bolo hacia el estómago. El esfínter esofágico inferior se relaja para permitir el paso del bolo al estómago.

#### 2. **Motilidad esofágica: peristalsis primaria y secundaria**

El esófago emplea dos tipos de peristalsis para mover el bolo alimenticio hacia el estómago. La peristalsis primaria es una onda muscular que comienza en la faringe y recorre todo el esófago, facilitando el paso del bolo en condiciones normales. Si el bolo queda retenido, la peristalsis secundaria es activada por los receptores de distensión en

el esófago, lo que genera una nueva serie de contracciones para mover el contenido atascado. Este mecanismo asegura el transporte eficiente de alimentos al estómago y evita el reflujo hacia la faringe. El sistema nervioso entérico y las señales aferentes al cerebro coordinan este proceso.

**3. Esfínteres esofágicos y su función**

El esófago cuenta con dos esfínteres importantes que regulan el paso del alimento. El esfínter esofágico superior se encuentra en la unión con la faringe y se relaja durante la deglución para permitir que el bolo pase al esófago. Evita también la entrada de aire al sistema digestivo. El esfínter esofágico inferior se encuentra en la unión con el estómago y previene el reflujo gástrico al mantener una presión elevada cuando no hay paso de alimentos. El mal funcionamiento de este esfínter puede llevar a la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), causando síntomas como acidez y daño en el esófago.

**4. Regulación nerviosa de la deglución**

La deglución está controlada principalmente por el centro de la deglución en el bulbo raquídeo y la médula espinal. Los nervios craneales, incluyendo el trigémino (V), glosofaríngeo (IX), vago (X) e hipogloso (XII), participan en la coordinación de los músculos que impulsan el bolo a través de la faringe y el esófago. Las señales aferentes de la faringe inician reflejos involuntarios que activan la peristalsis esofágica. Este control nervioso asegura que las fases de la deglución se ejecuten de manera fluida y sincronizada, evitando que el bolo entre en las vías respiratorias y facilitando su transporte hacia el estómago.

**5. Enfermedades relacionadas con la motilidad esofágica**

Las alteraciones en la motilidad esofágica pueden provocar problemas como la acalasia, una condición en la que el esfínter esofágico inferior no se relaja adecuadamente, impidiendo el paso del bolo al estómago y causando dificultad para tragar. Otras disfunciones incluyen los espasmos esofágicos difusos, que provocan contracciones dolorosas y descoordinadas, y el reflujo gastroesofágico, que ocurre cuando el esfínter inferior no cierra correctamente, permitiendo que el ácido gástrico regrese al esófago. Estas condiciones pueden llevar a una irritación crónica de la mucosa esofágica y aumentar el riesgo de complicaciones graves como esofagitis o estenosis.

## **Fisiología del Estómago**

**1. Funciones del estómago en la digestión**

El estómago juega un papel central en la digestión tanto mecánica como química. Las contracciones musculares del estómago trituran los alimentos y los mezclan con el jugo

gástrico, lo que facilita su descomposición. El jugo gástrico contiene ácido clorhídrico y pepsina, que inician la digestión de proteínas desnaturalizando y rompiendo los enlaces peptídicos. El estómago también regula la velocidad del vaciamiento gástrico para asegurar que el quimo se libere al intestino delgado a un ritmo adecuado para su absorción. Además, secreta moco para proteger su mucosa de la acidez, y factor intrínseco, necesario para la absorción de vitamina B12 en el íleon.

2. **Secreciones gástricas: jugo gástrico y sus componentes**

El jugo gástrico es una mezcla compleja que contiene ácido clorhídrico (HCl), pepsinógeno (la forma inactiva de la enzima pepsina), factor intrínseco, moco y bicarbonato. El HCl desnaturaliza proteínas y crea un ambiente ácido que activa el pepsinógeno en pepsina, la enzima responsable de romper los enlaces peptídicos en proteínas. El factor intrínseco es crucial para la absorción de vitamina B12 en el intestino delgado, mientras que el moco y el bicarbonato protegen la mucosa gástrica de la corrosión ácida. Esta secreción está finamente regulada por estímulos nerviosos y hormonales que responden a la presencia de alimentos en el estómago.

3. **Regulación hormonal: gastrina y otras hormonas**

La gastrina es la hormona principal que regula la secreción ácida en el estómago. Producida por las células G del antro gástrico en respuesta a la distensión del estómago y la presencia de proteínas, la gastrina estimula las células parietales para que liberen HCl. Además, promueve la motilidad gástrica y el crecimiento de la mucosa gástrica. Otras hormonas que regulan la función gástrica incluyen la somatostatina, que inhibe la liberación de gastrina, y la grelina, una hormona liberada en el estómago que regula el apetito y la motilidad gástrica. Este balance hormonal asegura una adecuada digestión y protección de la mucosa gástrica.

4. **Procesos de mezcla y vaciamiento gástrico**

Las contracciones del estómago trituran y mezclan el contenido alimenticio con el jugo gástrico, formando una sustancia semifluida llamada quimo. Este proceso de mezcla es esencial para exponer los alimentos a las enzimas digestivas y al ácido gástrico. El vaciamiento gástrico, que es el paso del quimo desde el estómago hacia el duodeno, está regulado por factores mecánicos, nerviosos y hormonales. El duodeno controla el ritmo del vaciamiento enviando señales de retroalimentación negativa cuando el quimo es demasiado ácido o contiene demasiados nutrientes. Este mecanismo asegura que el intestino delgado reciba el quimo a un ritmo adecuado para su procesamiento y absorción.

5. **Digestión de proteínas en el estómago**

El proceso de digestión de proteínas comienza en el estómago con la acción de la pepsina, una enzima proteolítica que descompone las largas cadenas de proteínas en péptidos más cortos. La pepsina es secretada como pepsinógeno, una forma inactiva

que se activa en presencia de ácido clorhídrico (HCl). El HCl no solo activa la pepsina, sino que también desnaturaliza las proteínas, facilitando su descomposición. Las proteínas parcialmente digeridas se convierten en péptidos que luego serán procesados en el intestino delgado por enzimas pancreáticas. Este proceso es crucial para que las proteínas sean absorbidas como aminoácidos en el intestino.

## **Fisiología del Intestino Delgado**

### **1. Absorción de nutrientes en el intestino delgado**

El intestino delgado es el principal sitio de absorción de nutrientes, debido a su gran superficie, que incluye pliegues circulares, vellosidades y microvellosidades. Los carbohidratos se descomponen en monosacáridos, las proteínas en aminoácidos, y las grasas en ácidos grasos y monoglicéridos. Estos nutrientes atraviesan la mucosa intestinal y entran en la sangre o el sistema linfático para ser distribuidos por todo el cuerpo. La absorción ocurre principalmente en el yeyuno, mientras que el íleon absorbe sales biliares y vitamina B12. El transporte de nutrientes puede ser activo, como en el caso de la glucosa, o pasivo, como en el de los lípidos, dependiendo de sus características.

### **2. Secreciones del intestino delgado: jugo intestinal**

El intestino delgado produce jugo intestinal, que contiene enzimas como peptidasas, disacaridasas y lipasas que actúan sobre los nutrientes para completar su digestión. Estas enzimas se encuentran principalmente en las microvellosidades del epitelio intestinal. Además, el jugo intestinal también incluye moco, secretado por las glándulas de Brunner, que protege la mucosa intestinal del quimo ácido que llega del estómago. Estas secreciones neutralizan la acidez y proporcionan el entorno adecuado para que las enzimas pancreáticas y biliares actúen eficazmente. El jugo intestinal es esencial para la correcta absorción de nutrientes y para mantener el equilibrio del pH intestinal.

### **3. Motilidad intestinal: segmentación y peristalsis**

El intestino delgado tiene dos tipos principales de movimientos: la segmentación y la peristalsis. La segmentación consiste en contracciones rítmicas que mezclan el contenido intestinal con las enzimas digestivas y los jugos intestinales, optimizando la digestión y la absorción. Este movimiento no tiene dirección específica y está controlado por el sistema nervioso entérico. La peristalsis, por otro lado, es una serie de contracciones musculares que empujan el quimo hacia adelante a lo largo del intestino. Este movimiento asegura que el contenido avance hacia el intestino grueso y que los nutrientes tengan suficiente tiempo para ser absorbidos. Ambos movimientos están controlados por señales nerviosas y hormonales.

### **4. Digestión de carbohidratos, proteínas y grasas en el intestino delgado**

En el intestino delgado, los carbohidratos se descomponen en monosacáridos mediante



la acción de las amilasas pancreáticas y las disacaridasas intestinales. Las proteínas son degradadas en péptidos y luego en aminoácidos por las enzimas proteolíticas del jugo pancreático, como la tripsina, y las peptidasas intestinales. Las grasas, emulsificadas por la bilis, son digeridas por las lipasas pancreáticas en ácidos grasos y monoglicéridos. Estos productos de digestión se absorben a través de las células epiteliales del intestino y se transportan al torrente sanguíneo o a los vasos linfáticos. La eficiente digestión y absorción en el intestino delgado es fundamental para el aprovechamiento de los nutrientes.

**5. Regulación hormonal en el intestino delgado: secretina y colecistocinina**

La secretina y la colecistocinina (CCK) son las dos principales hormonas que regulan las funciones del intestino delgado. La secretina se libera en respuesta al quimo ácido que entra en el duodeno y estimula al páncreas a secretar bicarbonato para neutralizar el ácido y crear un ambiente óptimo para las enzimas digestivas. La colecistocinina se libera cuando el quimo rico en grasas y proteínas llega al intestino. Esta hormona estimula la secreción de enzimas pancreáticas y la liberación de bilis desde la vesícula biliar, facilitando la digestión de lípidos y proteínas. Ambas hormonas juegan un papel crucial en la coordinación del proceso digestivo.

## **Fisiología del Intestino Grueso**

**1. Funciones del intestino grueso en la digestión**

El intestino grueso es responsable de la absorción de agua y electrolitos, formando las heces a partir del contenido no digerido del intestino delgado. Aunque la mayoría de los nutrientes ya han sido absorbidos, en el intestino grueso también se absorben algunas vitaminas producidas por las bacterias intestinales, como la vitamina K y algunas del complejo B. Además, el intestino grueso almacena las heces hasta su eliminación y desempeña un papel clave en el equilibrio de líquidos y electrolitos, ajustando la cantidad de agua que se reabsorbe. Estos procesos son esenciales para mantener la homeostasis y evitar la deshidratación.

**2. Microbiota intestinal y sus funciones**

El intestino grueso alberga una densa microbiota que juega un papel clave en la salud digestiva y sistémica. Las bacterias intestinales fermentan los carbohidratos no digeridos, produciendo ácidos grasos de cadena corta que son absorbidos como fuente de energía. También participan en la síntesis de vitaminas como la vitamina K y la biotina. La microbiota intestinal protege contra patógenos competidores y modula la respuesta inmune del huésped. Un desequilibrio en la composición bacteriana, conocido como disbiosis, puede contribuir a trastornos como el síndrome del intestino irritable, inflamación intestinal, obesidad y enfermedades metabólicas.

3. **Motilidad del intestino grueso: movimientos haustrales y peristálticos**

El intestino grueso realiza movimientos haustrales, que son contracciones lentas y segmentarias que mezclan el contenido intestinal y facilitan la absorción de agua y electrolitos. También ocurren movimientos peristálticos masivos, que son contracciones intensas que empujan el contenido hacia el recto para su eliminación. A diferencia del intestino delgado, los movimientos del intestino grueso son más lentos y ocurren con menor frecuencia, lo que permite una absorción eficiente de agua. Estos movimientos están controlados por el sistema nervioso entérico y por reflejos iniciados por la distensión de las paredes intestinales.

4. **Absorción de agua y electrolitos en el intestino grueso**

Una de las funciones principales del intestino grueso es la reabsorción de agua y electrolitos, un proceso crítico para mantener el equilibrio de líquidos en el cuerpo. Aproximadamente 1.5 litros de agua ingresan al intestino grueso cada día, y más del 90% se reabsorbe. Los electrolitos, como sodio y cloruro, también se absorben activamente. Este proceso es regulado por hormonas como la aldosterona, que aumenta la reabsorción de sodio. Si la absorción de agua es insuficiente, se produce diarrea; si es excesiva, puede ocurrir estreñimiento. La regulación precisa de este equilibrio es vital para la salud del organismo.

5. **Formación y almacenamiento de las heces**

Las heces se forman a medida que el intestino grueso elimina agua del contenido intestinal, concentrando los residuos no digeridos en una masa semisólida. El proceso comienza en el ciego y el colon ascendente, donde se absorbe la mayor parte del agua. En el colon descendente y sigmoide, las heces se almacenan hasta que el reflejo de defecación las expulsa. Las heces están compuestas principalmente de agua, fibras no digeribles, bacterias, y productos de desecho del metabolismo. El almacenamiento y la eliminación de las heces dependen de la motilidad intestinal y de señales nerviosas que coordinan el reflejo de defecación.

## **Digestión y Absorción de Nutrientes Específicos**

1. **Digestión y absorción de carbohidratos**

La digestión de los carbohidratos comienza en la boca con la acción de la amilasa salival, que descompone el almidón en maltosa. En el intestino delgado, la amilasa pancreática continúa este proceso, convirtiendo los polisacáridos en disacáridos. Luego, las disacaridasas del borde en cepillo del epitelio intestinal (como la lactasa, maltasa y sucrasa) descomponen los disacáridos en monosacáridos, principalmente glucosa, fructosa y galactosa. Estos monosacáridos se absorben en el intestino delgado mediante transporte activo o difusión facilitada, ingresando en el torrente sanguíneo para ser utilizados por las células como fuente de energía.



**2. Digestión y absorción de proteínas**

La digestión de las proteínas se inicia en el estómago mediante la pepsina, que descompone las proteínas en péptidos más pequeños. En el intestino delgado, las enzimas proteolíticas del páncreas, como la tripsina y la quimotripsina, continúan degradando los péptidos en péptidos más cortos y aminoácidos. Las peptidasas del borde en cepillo completan la digestión de los péptidos hasta aminoácidos libres. Estos aminoácidos se absorben en las células epiteliales del intestino mediante transporte activo y luego pasan al torrente sanguíneo. El transporte eficiente y la absorción de aminoácidos son esenciales para la síntesis de proteínas y el metabolismo celular.

**3. Digestión y absorción de lípidos**

La digestión de los lípidos comienza en el intestino delgado con la emulsificación de las grasas por la bilis, lo que aumenta la superficie de contacto para las lipasas pancreáticas. Las lipasas convierten los triglicéridos en ácidos grasos libres y monoglicéridos. Estos productos se organizan en micelas, que permiten su transporte a las células epiteliales del intestino. Una vez dentro de las células, los ácidos grasos y monoglicéridos se reesterifican en triglicéridos y se empaquetan en quilomicrones, que entran en el sistema linfático y finalmente en la circulación sanguínea. Este proceso asegura que las grasas se absorban y utilicen para la producción de energía y síntesis de membranas celulares.

**4. Digestión y absorción de vitaminas y minerales**

Las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) se absorben en el intestino delgado junto con las grasas, mientras que las vitaminas hidrosolubles (como el complejo B y la vitamina C) se absorben mediante transporte activo o difusión facilitada. Los minerales, como calcio, hierro y magnesio, también se absorben en el intestino delgado. La absorción de algunos minerales, como el calcio y el hierro, está regulada por factores hormonales, como la vitamina D y la hepcidina, respectivamente. La adecuada absorción de vitaminas y minerales es crucial para el funcionamiento enzimático, la coagulación sanguínea, la salud ósea y otros procesos fisiológicos.

**5. Factores que afectan la absorción de nutrientes**

Varios factores pueden influir en la absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal, incluyendo la integridad de la mucosa intestinal, la velocidad del tránsito intestinal, la presencia de enzimas digestivas y la microbiota intestinal. Condiciones como la enfermedad celíaca, que daña las vellosidades intestinales, o la insuficiencia pancreática, que reduce la producción de enzimas, pueden afectar negativamente la absorción. La dieta también juega un papel clave; por ejemplo, el consumo excesivo de grasa puede interferir con la absorción de vitaminas liposolubles. La comprensión de estos factores es importante para diagnosticar y tratar trastornos de malabsorción.