

TEMA 6

Introducción al Sistema digestivo. Motilidad

Índice:

1. Fisiología del Sistema digestivo
 - 1.1 Introducción: el sistema digestivo
 - 1.2 Histología del tubo
 - 1.3 Actividad eléctrica del músculo liso gastrointestinal
 - 1.4 Flujo sanguíneo gastrointestinal: circulación esplácnica
 - 1.5 Sistema nervioso entérico.
 - 1.6 Tipos de neurotransmisores secretados por las neuronas entéricas
 - 1.7 Reflejos gastrointestinales
 - 1.8 Tipos funcionales de movimientos en el tubo digestivo

2. Propulsión y mezcla de los alimentos en el tubo digestivo
 - 2.1 Ingestión de alimentos
 - 2.1.1 Masticación y Deglución
 - 2.2 Funciones motoras del estómago
 - 2.2.1 Motilidad gástrica
 - 2.2.2 El ritmo eléctrico básico de la pared gástrica
 - 2.2.3 Regulación del vaciamiento gástrico
 - 2.3 Motilidad intestinal
 - 2.3.1 Intestino delgado
 - 2.3.2 Intestino grueso
 - 2.3.3 Defecación

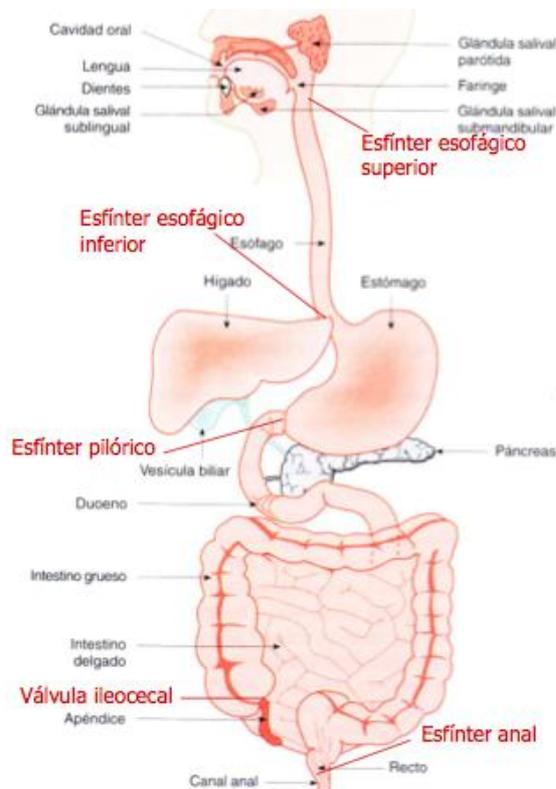
1. Fisiología del Sistema digestivo

1.1 Introducción : el sistema digestivo

-El aparato digestivo suministra al organismo un aporte continuo de agua, electrolitos y nutrientes, para lo que se requiere:

- 1) El **tránsito** de los alimentos a lo largo del tubo digestivo
- 2) **Secreción** de los jugos digestivos y **digestión** de los alimentos.
- 3) **Absorción** de los productos digeridos, agua, vitaminas y electrolitos.
- 4) Riego sanguíneo para **transportar** las sustancias absorbidas.
- 5) **El control** de todas estas funciones por los sistemas locales, nervioso y hormonal.

- Está formado por diferentes compartimentos, limitados por esfínteres:



Cada compartimento del aparato digestivo se adapta a unas funciones específicas; algunos al simple paso de los alimentos, como sucede con el esófago; otros, a su almacenamiento, como es el del estómago, y otros, a la digestión y a la absorción, como el intestino delgado.

Para que el tubo digestivo realice su función requiere de movimiento, ya que tiene como objetivo mezclar los alimentos con las secreciones gástricas y favorecer la excreción. Al moverse va golpeando el bolo alimenticio y esto deja que pueda pasar a través de las paredes del tubo digestivo.

Anatómicamente el tubo digestivo está muy compartimentado, a cada poco existen muchos esfínteres que están muy bien regulados, todos ellos normalmente están en contracción tónica y lo que vamos a hacer con los movimientos es que los esfínteres contraídos se puedan relajar reguladamente para permitir el paso del alimento.

Esfínteres:

-La deglución para el paso por **el esfínter esofágico superior** → tiene un centro específico.

-**Esfínter esofágico inferior** tiene un mecanismo muy simple, juega un papel importante en la evitación del reflujo gastro-esofágico.

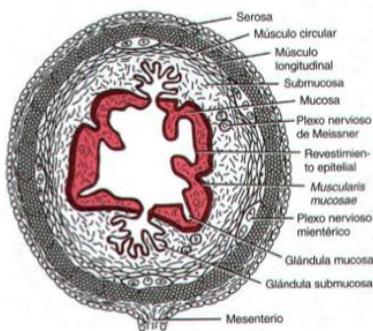
-El **esfínter pilórico** que tiene la bomba pilórica, un modelo de contracción especial diseñado para él, se va a encargar de regular el vaciamiento gástrico, un fenómeno motor muy bien regulado para que lo que llegue al duodeno no sea muy grande, muy ácido ni irritante para este. Las úlceras duodenales son la irritación gástrica cuando el vaciado no ocurre cuando toca.

- Válvula ileocecal

- El **esfínter anal** hace una función parecida a los esfínteres uretrales.

1.2 Histología del Tubo digestivo

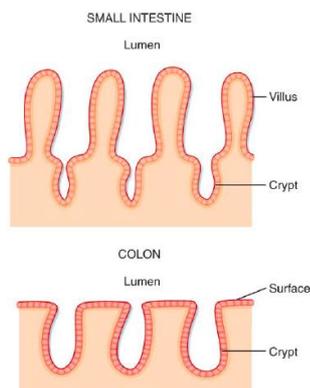
La pared intestinal está formada por (desde fuera a dentro):



- 1) Serosa
- 2) capa muscular lisa longitudinal
- 3) capa muscular lisa circular
- 4) submucosa
- 5) capa muscular de la mucosa

En todo el tubo digestivo encontramos una serosa, por debajo las dos capas musculares, una circular y una longitudinal, que varían porque la longitudinal en el colon son cintas y la circular tiene una localización peculiar, por debajo de esto está la submucosa donde encontramos la capa muscularis de la mucosa y el sistema nervioso intestinal que son células neuroendocrinas que producen hormonas.

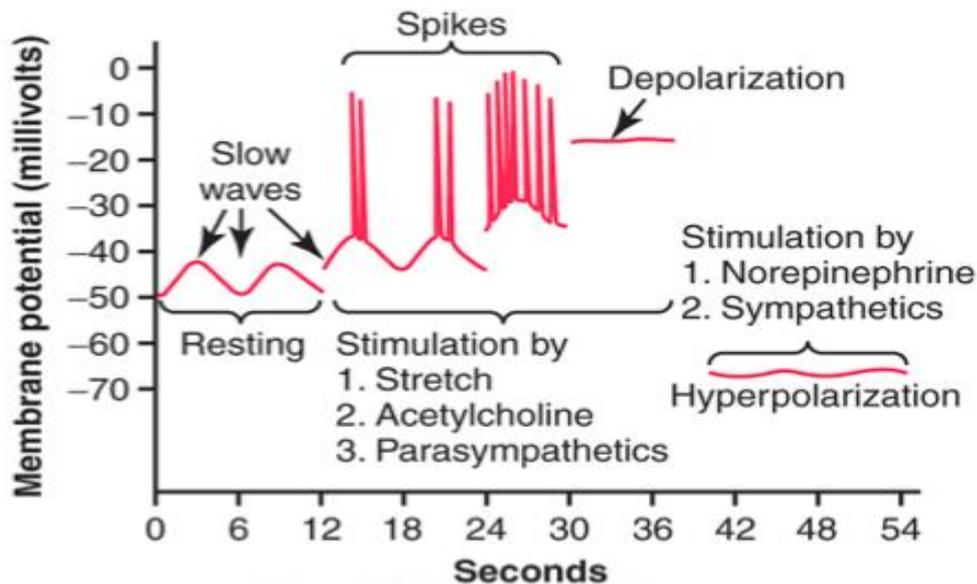
Finalmente todo está recubierto por el mesenterio y coberturas externas de las asas intestinales que juegan un papel importante.



Es importante saber que hay en todo el tubo digestivo una superficie dispuesta a la absorción con unos repliegues que aumentan la superficie de intercambio, cada célula tiene un borde en forma de diente y por tanto mucha superficie de intercambio.

En el caso del colon se mantienen las criptas donde están las células troncales que regeneran el epitelio intestinal.

1.3 Actividad eléctrica del músculo liso gastrointestinal



Cada capa muscular lisa funciona como un sincito (el PA se transmite de célula muscular a célula muscular.), como una única célula, como ocurre en el corazón.

Las conexiones entre las capas musculares también tienen conexiones que permiten el funcionamiento organizado , pasando información de unas a otras.

Como podemos observar en la imagen:

El músculo liso gastrointestinal se excita por la actividad eléctrica intestinal lenta y casi continua que recorre las membranas de las fibras musculares. Esta actividad posee dos tipos de ondas eléctricas:

- 1) Ondas lentas
- 2) Espigas

Además, el voltaje del potencial de membrana en reposo del músculo liso gastrointestinal se puede modificar a distintas medidas, hecho de enorme repercusión para el control de la actividad motora del tubo digestivo.

Ondas lentas: estas ondas, no son potenciales de acción, sino que constituyen cambios lentos y ondulantes del potencial de membrana en reposo. Su intensidad suele variar entre 5 y 15 mV y su frecuencia oscila en las distintas partes del aparato digestivo humano entre 3 y 12 por minuto. El ritmo de contracciones del cuerpo gástrico es de 3 por minuto, el del duodeno es de 12 por minuto y el del íleon, de 8 o 9 por minuto.

Potenciales en espiga: estos son verdaderos potenciales de acción. Se genera automáticamente cuando el potencial de reposo de membrana del músculo liso gastrointestinal alcanza un valor más positivo que -40mV. Como podemos observar en la imagen cuanto más asciende el potencial de la onda lenta por encima de este valor, mayor será la frecuencia de los potenciales en espiga.

Cambios del voltaje del potencial de membrana

Además de las ondas lentas y de los potenciales en espiga, el voltaje basal del potencial de membrana en reposo del músculo liso puede cambiar. En condiciones normales, el potencial de membrana en reposo tiene un valor medio de unos -56mV , pero son muchos los factores que pueden modificarlo.

-Cuando el potencial se hace menos negativo \rightarrow **despolarización** de la membrana, la fibra muscular se excita con más facilidad.

-Cuando el potencial se vuelve más negativo \rightarrow **hiperpolarización** de la membrana, la fibra se hace menos excitable.

-Los factores que despolarizan la membrana, es decir, los que la hacen más excitable, son:

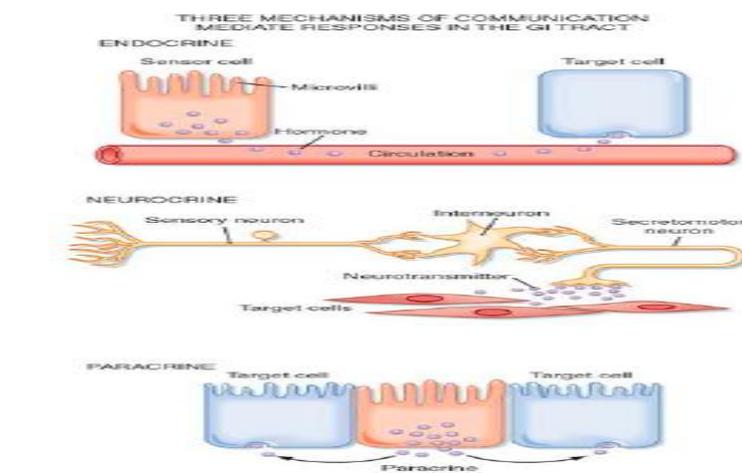
- 1) la distensión del músculo
- 2) la estimulación con acetilcolina liberada desde las terminaciones de los nervios parasimpáticos.
- 3) La estimulación por distintas hormonas gastrointestinales específicas.

-Son factores importantes que aumentan la negatividad del potencial de membrana y que, por tanto, la hiperpolarizan y reducen la excitabilidad de la fibra muscular:

- 1) el efecto de la noradrenalina o de la adrenalina sobre la membrana de la fibra.
- 2) la estimulación de los nervios simpáticos que secretan principalmente noradrenalina en sus terminaciones.

El simpático en este caso es inhibitorio \rightarrow FENOMENO DEL ESTRÉS EN EL SISTEMA DIGESTIVO, produce estreñimiento porque no hay motilidad al hiperpolarizarse la musculatura lisa.

Tres mecanismos de comunicación mediante respuestas en el tracto gastrointestinal

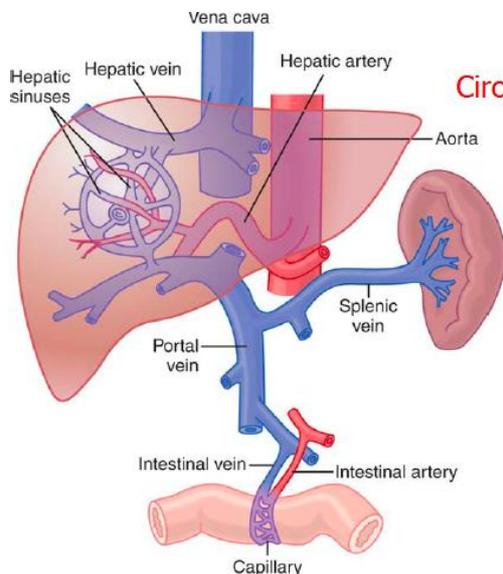


- 1) **Secreción Endocrina** \rightarrow las células endocrinas producen hormonas, y la hormona pasa a la sangre, va a su destino (células diana) y lo estimula.
Ejemplo: Gastrina hormona que activa la secreción ácida gástrica.

- 2) **Secreción paracrina** → las sustancias que se producen, no llegan a ser hormonas, se meten entre las capas musculares del tubo digestivo y alcanza la célula que quiere.
La gastrina también actúa mediante esta secreción.
- 3) **Secreción neurocrina** → a través del sistema neurointestinal, mediante neurotransmisores que actúan sobre la célula diana.

1.4 Flujo sanguíneo gastrointestinal : Circulación esplácnica

Los vasos sanguíneos del aparato digestivo forman parte de un sistema más extenso, llamado circulación esplácnica:



Circulación esplácnica

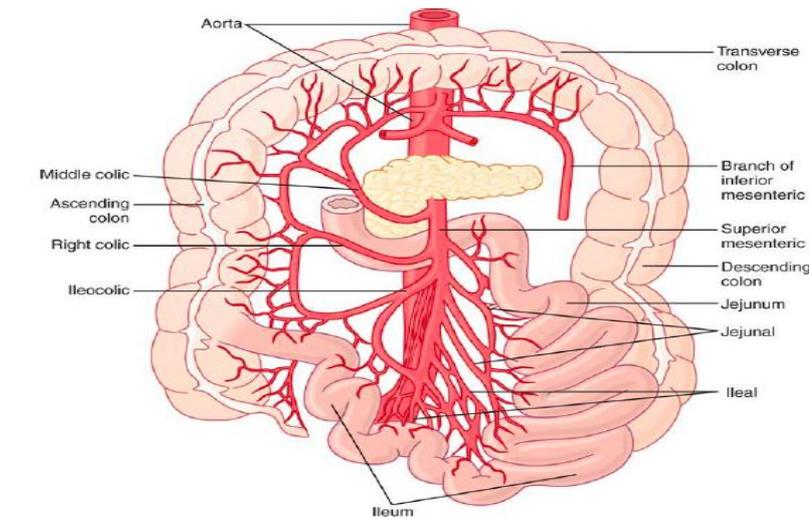
Este sistema está formado por el flujo sanguíneo del tubo digestivo propiamente dicho más el correspondiente al bazo, al páncreas y al hígado. El diseño del sistema es tal que toda la sangre que atraviesa el bazo, el páncreas fluye inmediatamente después hacia el hígado a través de la vena porta. En el hígado, la sangre pasa por millones de sinusoides hepáticos diminutos, para luego abandonar el órgano a través de las venas hepáticas, que desembocan en la vena cava de la circulación general. Este flujo sanguíneo secundario a través del hígado

permite que las células retículo endoteliales que revisten los sinusoides hepáticos eliminen las bacterias y otras partículas que podrían penetrar en la circulación general a partir del tubo digestivo.

Casi todos los elementos hidrosolubles y no grasos que se absorben en el intestino, como los hidratos de carbono y las proteínas, son transportados también por la sangre venosa portal hacia los mismos sinusoides hepáticos. Allí, tanto las células reticuloendoteliales como las células parenquimatosas principales del hígado, los hepatocitos, absorben y almacenan temporalmente entre la mitad y las dos terceras partes de todos los elementos nutritivos absorbidos.

No obstante, casi todas las grasas que se absorben en el intestino no alcanzan la sangre portal, sino que pasan a los linfáticos intestinales, desde donde se dirigen hacia el torrente sanguíneo general a través del conducto torácico, eludiendo así el paso por el hígado.

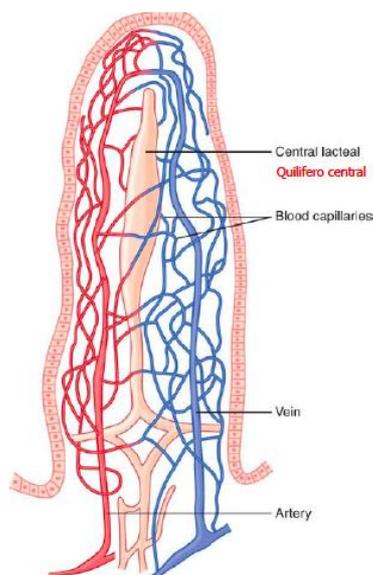
Anatomía de la irrigación gastrointestinal



Esta imagen muestra el esquema general de la irrigación arterial del tubo digestivo, incluidas **las arterias mesentéricas superior e inferior** que irrigan las paredes del intestino delgado y grueso a través del **sistema arterial arciforme**.

Al penetrar en la pared del tubo digestivo, las arterias se ramifican y envían arterias circulares de menor calibre en todas las direcciones, de forma que sus extremos se encuentran en el lado de la pared intestinal opuesto a la inserción mesentérica. De las arterias circulares salen otras aún más pequeñas que penetran en la pared intestinal y se distribuyen:

- 1) a lo largo de los haces musculares
- 2) hacia las vellosidades intestinales
- 3) hacia los vasos submucosos situados bajo el epitelio, donde intervienen en las funciones secretoras y de absorción del intestino



La imagen de la izquierda representa la microvascularización de las vellosidades. Puede verse la disposición a contracorriente del flujo sanguíneo de las arteriolas y vénulas.

Presenta la organización especial del flujo sanguíneo por las vellosidades intestinales; aparecen unas pequeñas arteriola y vénula conectadas con un sistema formado por múltiples asas capilares. Las paredes de las arteriolas son muy ricas en músculo y controlan de una forma muy activa el flujo sanguíneo de las vellosidades.

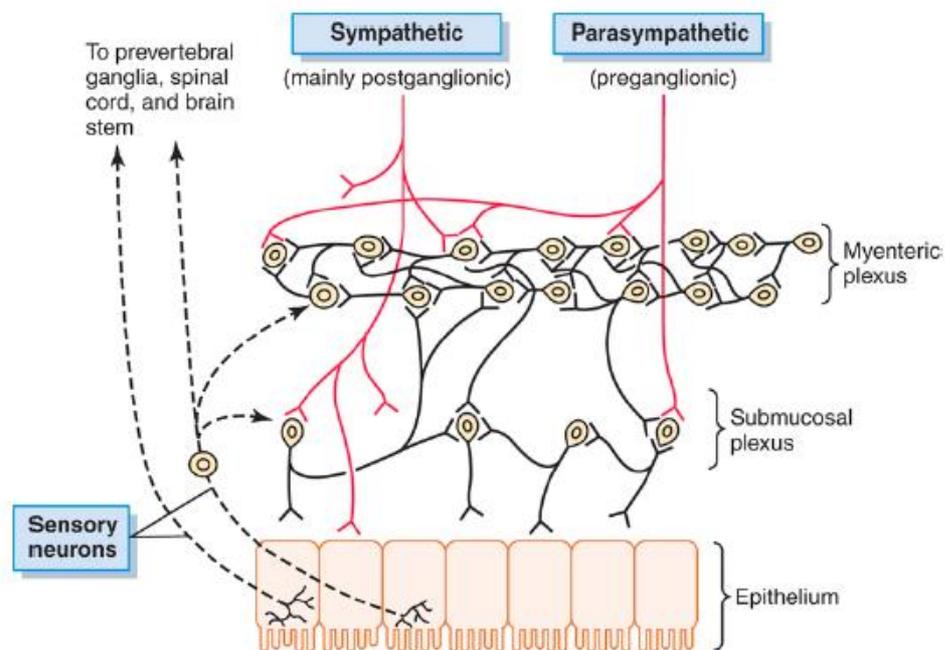
1.5 Sistema nervioso entérico

El aparato digestivo posee su propio sistema nervioso intestinal, el sistema nervioso entérico, que va desde el esófago al ano. Sirve sobre todo para controlar los movimientos y las secreciones gastrointestinales y tiene 2 plexos:

- 1) Plexo mientérico o de Auerbach. Su estimulación produce aumento de la contracción muscular de la pared intestinal e inhibe los esfínteres pilórico y el ileocecal.
- 2) Plexo submucoso o de Meissner. A él pertenecen impulsos sensitivos, regulación de secreciones, absorción y contracción de la capa muscular mucosa.

A su vez existe un control extrínseco de estos plexos por el SNA parasimpático que estimula el sistema nervioso intestinal, el simpático que lo inhibe y las fibras sensitivas.

También en la imagen se muestran las terminaciones nerviosas sensitivas que se originan en el epitelio gastrointestinal o en la pared intestinal, desde donde envían fibras aferentes a ambos plexos del sistema entérico y a : 1) los ganglios prevertebrales, 2) la médula espinal y 3) el nervio vago, en dirección al tronco del encéfalo. Estos nervios sensitivos pueden desencadenar tanto reflejos locales en el interior del propio intestino como impulsos reflejos que regresan al tubo digestivo a partir de los ganglios prevertebrales o de las regiones basales del encéfalo.



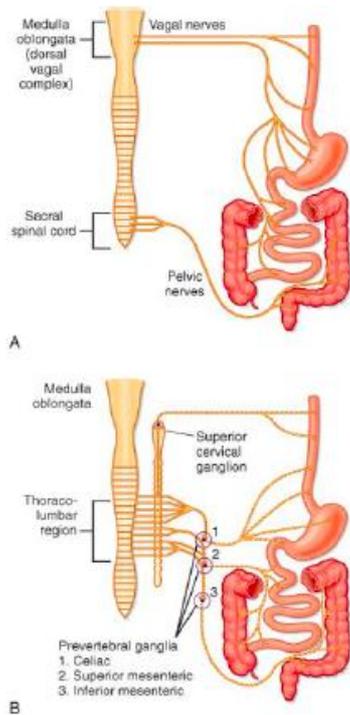
Inervación extrínseca:

Imagen A: Todo el tubo digestivo recibe esta inervación, con el nervio vago, que llega hasta las porciones iniciales del colon y solo la parte final del colon y el recto sigma dependen de los nervios pélvicos, las mismas fibras que van a conseguir el mismo efecto de vaciado que conseguían en la vejiga.

Imagen B:

1. Ganglio celiaco
2. Ganglio mesentérico superior
3. Ganglio mesentérico inferior

Estos tres ganglios prevertebrales son mediante los cuales van a regresar los impulsos reflejos y se distribuyen en la región toracolumbar para alcanzar el resto del tubo digestivo.

1.6 Tipos de neurotransmisores secretados por las neuronas entéricas

Con objeto de conocer mejor las múltiples funciones del sistema nervioso entérico digestivo, se han identificado una docena o más de sustancias neurotransmisoras distintas liberadas por las terminaciones nerviosas de los diversos tipos de neuronas entéricas:

ACETIL COLINA ----> SUELE ESTIMULAR
 NORADRENALINA ---> SUELE INHIBIR (TAMBIÉN LA ADRENALINA)

ATP
 SEROTONINA
 DOPAMINA
 COLECISTOQUININA
 SUSTANCIA P
 POLIPEPTIDO INTESTINAL VASOACTIVO
 SOMATOSTATINA
 LEUENCEFALINA
 METENCEFALINA
 BOMBESINA

*La acetilcolina suele estimular la actividad gastrointestinal; por su parte, la noradrenalina casi siempre la inhibe. Lo mismo sucede con la adrenalina, que alcanza el tubo digestivo por vía sanguínea tras ser liberada hacia la circulación por la médula suprarrenal. Las demás sustancias neurotransmisoras consisten en una mezcla de excitadores e inhibidores.

1.7 Reflejos gastrointestinales

La disposición anatómica del sistema nervioso entérico y sus conexiones con los sistemas simpático y parasimpático mantienen tres tipos de reflejos gastrointestinales esenciales para el control gastrointestinal, que son:

- 1) **Reflejos integrados por completo dentro del sistema nervioso de la pared intestinal.** Son los reflejos que controlan la secreción digestiva, el peristaltismo, las contracciones de mezcla, los efectos de inhibición locales, etc.
- 2) **Reflejos que van desde el intestino a los ganglios simpáticos prevertebrales, desde donde vuelven al tubo digestivo.** Estos reflejos transmiten señales al tubo digestivo que recorren largas distancias (reflejos gastrocólicos, enterogástricos y colicoileales.)
- 3) **Reflejos que van desde el intestino a la médula espinal o al troncoencéfalo para volver después al tubo digestivo.**

Estos tres tipos consisten en :

- 1) reflejos originados en el estómago y en el duodeno que se dirigen al tronco del encéfalo y regresan al estómago a través de los nervios vagos, para controlar la actividad motora y secretora.
- 2) Reflejos dolorosos que provocan una inhibición general de la totalidad del aparato digestivo
- 3) Reflejos de defecación que viajan al colon y el recto hasta la médula espinal y vuelven para producir las potentes contracciones del colon, recto y de los músculos abdominales necesarias para la defecación.

Control hormonal de la motilidad gastrointestinal

Las hormonas gastrointestinales son liberadas en la circulación portal y ejercen acciones fisiológicas en células diana con receptores específicos de la hormona. Los efectos de las hormonas persisten después incluso de que todas las conexiones nerviosas entre el lugar de liberación y el de acción hayan sido separadas.

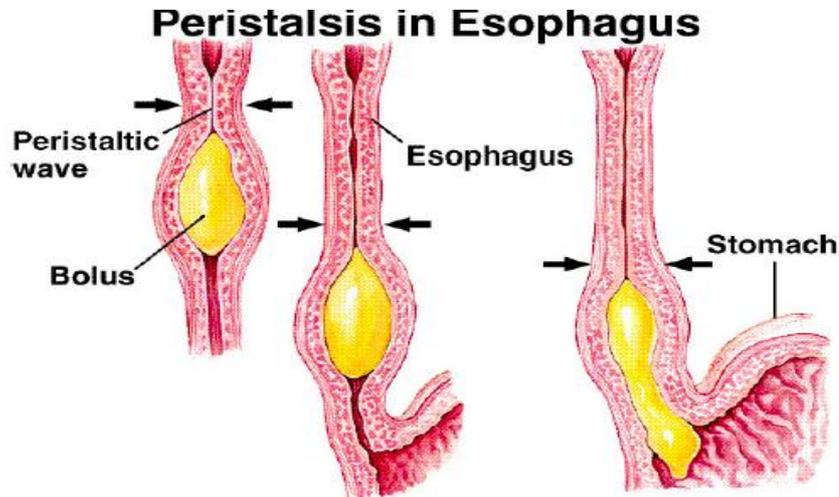
Como ejemplos de este tipo de hormonas encontramos:

- Gastrina
- Colecistocinina (CCK)
- Secretina
- Péptido inhibidor gástrico
- Motilina

1.8 Tipos funcionales de movimientos en el tubo digestivo

El tubo digestivo tiene dos tipos de movimientos :

- 1) **Movimientos de propulsión:** movimientos peristálticos que ayudan al material a deslizarse a lo largo del tubo a una velocidad adecuada para su digestión y absorción.



Este es el movimiento básico propulsivo del tubo digestivo. Alrededor del intestino se crea un anillo de contracción que se desplaza hacia delante. (Como cuando se colocan los dedos alrededor de un fino tubo distendido, se contraen los dedos y se deslizan a lo largo del mismo).Cualquier material situado delante del anillo de contracción se desplazara hacia delante.

La estimulación de cualquier punto del intestino produce la aparición de un anillo de contracción en el músculo circular intestinal que a continuación, se propaga a lo largo del tubo digestivo.

El estímulo habitual del peristaltismo es la distensión. Así cuando una gran cantidad de alimento se concentra en algún punto del tubo, la distensión de las paredes en este nivel estimula el sistema entérico para que contraiga la pared gastrointestinal situada 2 o 3 cm por encima de esa zona, haciendo que se forme un anillo de contracción que inicia el movimiento peristáltico.

Otros estímulos desencadenantes del peristaltismo son

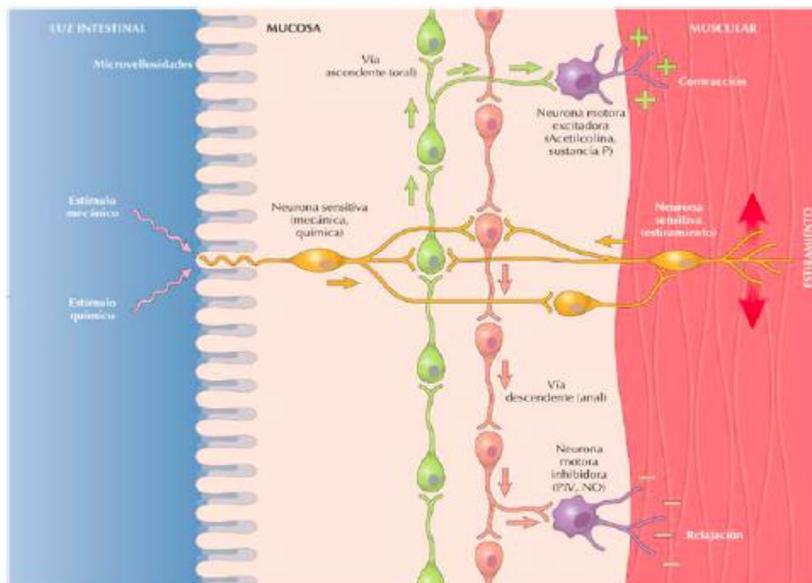
- la irritación química o física del revestimiento epitelial del intestino.
- las señales nerviosas parasimpáticas intensas que llegan al tubo digestivo.

Ley del intestino: estos movimientos siempre tienden a desplazar los alimentos en dirección aboral(hacia el ano y no hacia la boca).

Cuando la distensión excita un segmento intestinal e inicia el peristaltismo el anillo contráctil responsable suele comenzar en la zona proximal del segmento distendido, y luego se mueve hacia ese segmento, empujando el contenido intestinal 5 o 10 cm en dirección anal antes de desaparecer. Al mismo tiempo, el intestino distal se relaja, lo que facilita la propulsión de los alimentos hacia el ano y no en dirección oral.

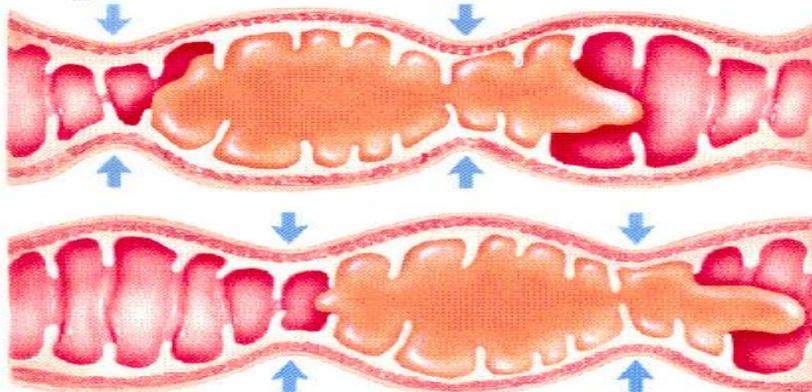
La ley del intestino es la suma del reflejo mientérico o peristáltico y del movimiento peristáltico en sentido anal.

SUSTRATO NEURONAL DE LA LEY DEL INTESTINO

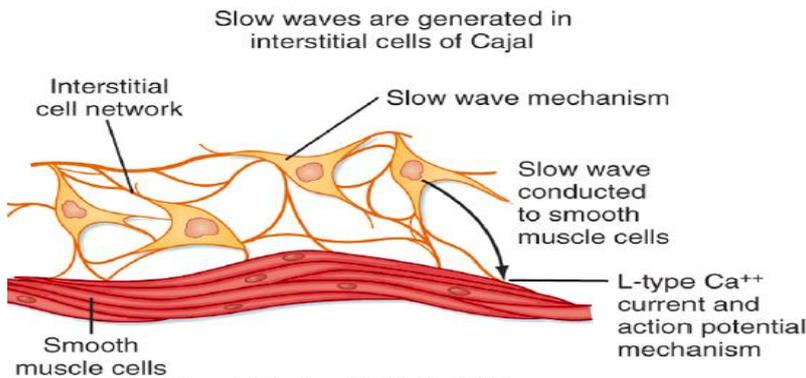


- 2) **Movimientos de mezcla:** estos mantienen el contenido intestinal permanentemente mezclado. Pueden ser **los propios movimientos peristálticos** (si el avance se ve interrumpido por un esfínter), cuando esto ocurre la onda peristáltica sólo puede amasar el contenido intestinal, en lugar de desplazarlo, o por **contracciones locales de constricción** (segmentación), estas suelen durar solo 5 y 30s y van seguidas de nuevas constricciones en otros segmentos del intestino, con esto se logra trocear y desmenuzar el contenido del intestinal.

Segmentation of Small Intestine



Las ondas lentas que producen estos movimientos se generan en **las células intersticiales de Cajal**.



En esta imagen se ve representada la red de células intersticiales de Cajal en la pared del músculo liso del tracto GI.

Estas no son células nerviosas ni células del músculo liso, sino que parecen fibroblastos, son un poco complicadas → son las células **MARCAPASOS DEL SISTEMA GI**

2. Propulsión y mezcla de los alimentos en el tubo digestivo

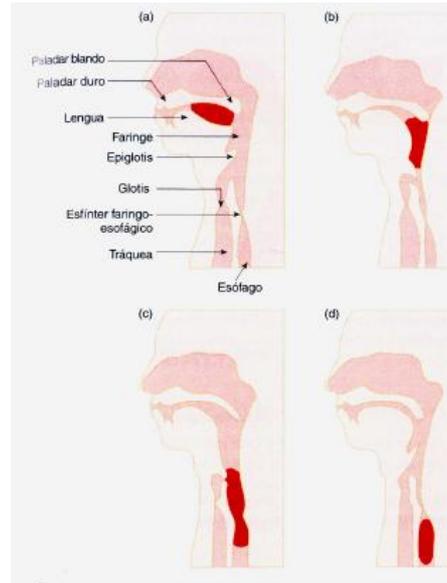
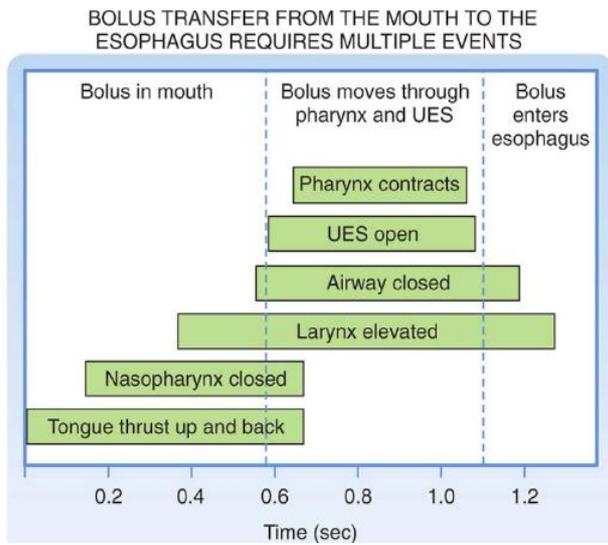
El tiempo de permanencia de los alimentos en cada una de las partes del tubo digestivo es esencial para un procesamiento óptimo y para la absorción de nutrientes.

2.1 Ingestión de alimentos

La cantidad de alimentos que una persona ingiere depende principalmente de su deseo intrínseco de ellos, es decir, del hambre. Los aspectos mecánicos que componen la ingesta de alimentos son la masticación y la deglución:

2.1.1 Masticación y Deglución (Duración de 4-8 segundos)

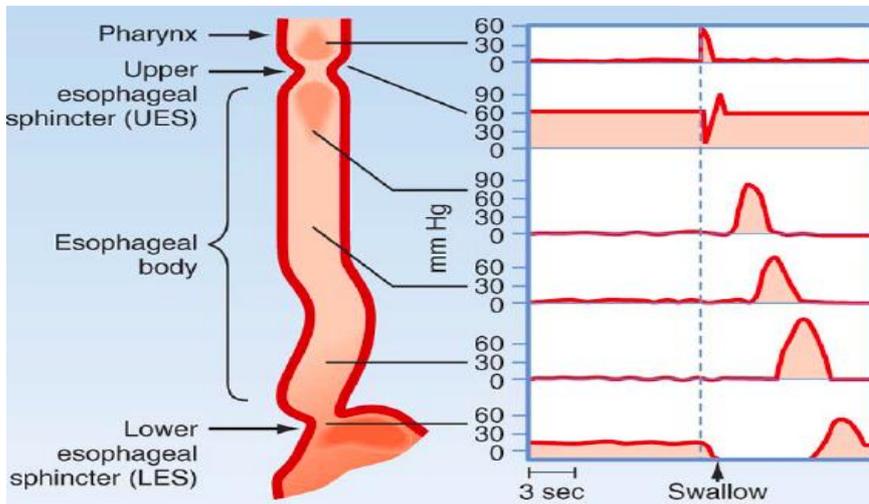
- **Masticación**: conocida como la digestión mecánica bucal.
Mecanismo: la lengua desplaza el alimento, los dientes la trocean y por último la saliva mezcla el alimento → bolo.
- La **amilasa salival** comienza la hidrólisis de los hidratos de carbono.
- El paso de la boca al estómago se llama **deglución** y consta de tres fases:
 - 1) **Voluntaria**. La lengua empuja el bolo a la faringe
 - 2) **Faríngea**. Contracciones peristálticas (involuntarias) empujan el bolo hacia el esófago. Controlado por el centro de la deglución (se interrumpe la respuesta)
 - 3) **Esofágica**. Ejecuta el paso de los alimentos desde la faringe al esófago. Previa relajación del esfínter esofágico superior, el bolo transita por el esófago por contracciones peristálticas involuntarias. Secreta moco.



En estas imágenes se representan las fases de la deglución :

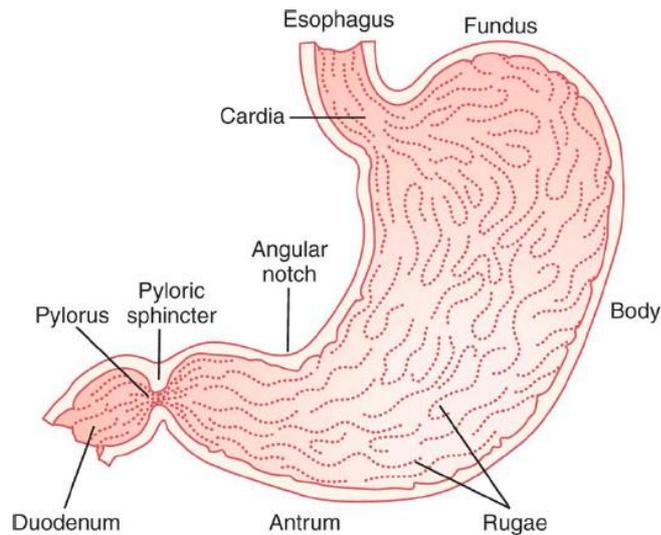
La lengua empieza a presionar hacia atrás, hacia la faringe. Las coanas hay que cerrarlas, para que no llegue el bolo a la nariz. Y ocurre que la laringe asciende por la contracción de toda la musculatura faríngea. La elevación hace que la epiglotis tapone la entrada de la tráquea, cerrando así la vía aérea y además mediante la deglución se envían señales al centro respiración para inhibir la respiración. Si no se cierra la vía aérea, entra comida y no puedes respirar .

*UES→ Es el esfínter que al abrirse permite que los alimentos puedan entrar en el esófago, además protege las vías respiratorias del material tragado y también las protege del reflujo gástrico.



En esta imagen la gráfica representa la variación de presión dependiendo de la parte del tubo digestivo por la que pasa el bolo alimenticio .

2.2 Funciones motoras del estómago



Estas son tres:

- 1) Almacenamiento de grandes cantidades de alimentos hasta que puedan ser procesados en el estómago el duodeno y el resto del intestino.
- 2) Mezcla de estos alimentos con las secreciones gástricas hasta formar una papilla semilíquida llamada quimo.
- 3) Vaciamiento lento del quimo desde el estómago al intestino delgado a un ritmo adecuado para que este último pueda digerirlo y absorberlo correctamente.

2.2.1 Motilidad gástrica (tiempo variable)

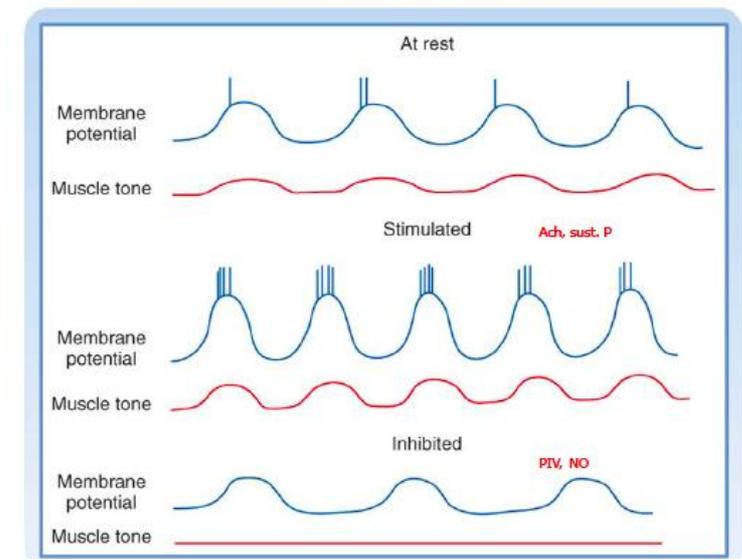
-Previa relajación del esfínter esofágico inferior (o esfínter del cardias), el bolo pasa al estómago.

-Varios minutos después, se producen movimientos peristálticos (cada vez más potentes) que mezcla el bolo con secreciones gástricas → Quimo

-En el antrum y el cuerpo del estómago existen ondas de mezcla (el fondo sirve de almacenamiento) que van vaciando el quimo en el duodeno dependiendo del tono del píloro.

Vómito: Determinados estímulos (irritación, vértigo, visiones desagradables, fármacos,...) estimulan el centro del vómito que activa los músculos lisos estomacales, el diafragma y músculos abdominales y relaja los esfínteres.

Mecanismo de excitación en el músculo GI



-La ondas lentas inician la contracción del músculo liso cuando alcanzan un umbral de amplitud. La amplitud de las ondas lentas está alterada por la liberación de neurotransmisores desde las neuronas entéricas.

Se estimulan mediante: acetilcolina y sustancia P

Se inhiben mediante PIV péptido intestinal vasoactivo (PIV) procedente del intestino y el óxido nítrico(ON).

2.2.2 El ritmo eléctrico básico de la pared gástrica:

Cuando el estómago contiene alimentos, este, la parte superior o media de su pared inicia débiles ondas peristálticas, las ondas de constricción, también llamadas ondas de mezcla, que se dirigen hacia el antro siguiendo la pared gástrica con un ritmo de alrededor de una cada 15 a 20 s. Estas ondas se inician por el ritmo eléctrico basal de la pared digestiva, que se corresponden con las ondas lentas que aparecen en la pared gástrica. Conforme las ondas de constricción avanzan desde el cuerpo del estómago hacia el antro, aumentan de intensidad y algunas se hacen extraordinariamente intensas, dando lugar a potentes anillos peristálticos de constricción desencadenados por los potenciales de acción que impulsan el contenido antral hacia el píloro con una presión cada vez mayor.

Estos anillos de constricción también desempeñan un papel de gran importancia en la mezcla de contenido gástrico: cada vez que una onda peristáltica desciende por la pared del antro en dirección al píloro, excava profundamente en el contenido alimentario del antro. Sin embargo, como el orificio pilórico es tan pequeño, sólo unos milímetros o menos del contenido antral llegan al duodeno con cada onda peristáltica. Además, cuando una onda peristáltica se aproxima al píloro, el propio músculo pilórico se contrae, dificultando el vaciamiento. En consecuencia, la mayor parte del contenido del antro resulta comprimido por el anillo peristáltico y retrocede de nuevo al estómago, en lugar de seguir hasta el píloro. En definitiva, el anillo peristáltico constrictivo móvil, junto con el retroceso por compresión denominado “retropulsión”, constituye un mecanismo de mezcla de enorme valor en el estómago.

2.2.3 Regulación del vaciamiento gástrico

El vaciamiento gástrico está regulado por señales procedentes tanto del estómago y el duodeno. Sin embargo, este último es el que proporciona las señales más potentes para el control del paso del quimo, de forma que no llegue nunca en una proporción superior a la que el intestino delgado es capaz de digerir y absorber.

Factores gástricos que estimulan el vaciamiento:

- **Efecto del volumen alimentario gástrico sobre la velocidad de vaciamiento.** El aumento del volumen alimentario en el estómago estimula su vaciamiento. La distensión de la pared gástrica despierta, sobre todo, reflejos mientéricos locales en la propia pared que acentúan mucho la actividad de la bomba pilórica, al mismo tiempo que inhiben la acción del píloro.
- **Efecto de la hormona gastrina sobre el vaciamiento gástrico.** La gastrina tiene también efectos estimulantes ligeros o moderados de las funciones motoras del cuerpo gástrico, y parece estimular la bomba pilórica. Así pues es probable que la gastrina contribuya a facilitar el vaciamiento del estómago.
- **Efecto inhibitorio de los reflejos nerviosos enterogástricos del duodeno.** Cuando los alimentos penetran en el duodeno, desencadenan múltiples reflejos nerviosos que se inician en la pared duodenal y regresan al estómago, donde reducen o incluso interrumpen el vaciamiento, cuando el volumen duodenal de quimo es excesivo.

Los factores que el duodeno controla de forma continua y que pueden excitar los reflejos inhibitorios enterogástricos son:

- El grado de distensión del duodeno
- La presencia de cualquier grado de irritación de la mucosa duodenal
- El grado de acidez del quimo duodenal
- El grado de osmolalidad del quimo
- La presencia de determinados productos de degradación en el quimo, sobre todo productos de degradación de las proteínas y , quizás en menor medida, de las grasas.

Además parece que la hormona más potente que inhibe la motilidad gástrica es la colecistocinina (CCK), liberada por la mucosa del yeyuno como respuesta a las sustancias grasas existentes en el quimo.

Otros posibles inhibidores del vaciamiento gástrico son las hormonas secretina y el péptido inhibitorio gástrico (GIP).

2.3 Motilidad intestinal

2.3.1 Intestino delgado (De 3-5 horas)

- En el intestino delgado existen principalmente movimientos de segmentación, que sirve para mezclar y facilitar la absorción. El peristaltismo es lento y débil.
- Se realiza la mayor parte de la digestión y absorción.
- Si el estómago está repleto aumenta la motilidad intestinal del intestino delgado (reflejo gastroentérico) , y también ocurre a nivel del íleon, lo que ayuda a pasar la válvula ileocecal (reflejo gastroileal). La relajación de este esfínter está medida por la presencia de gastrina durante la digestión gástrica.

Contracciones de mezcla (contracciones de segmentación)

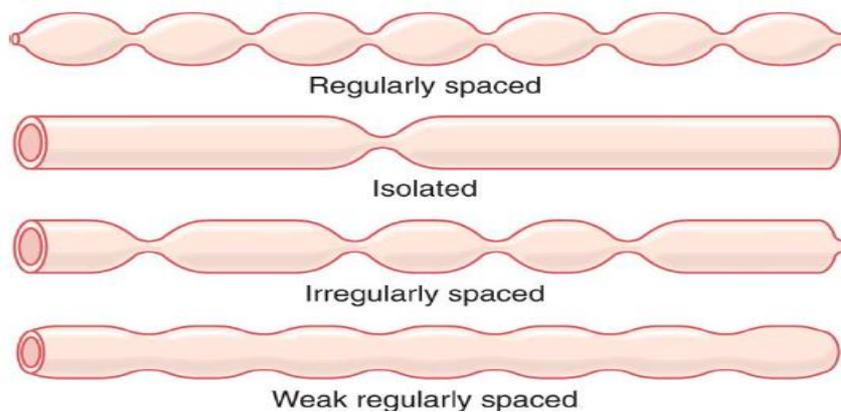


Imagen A

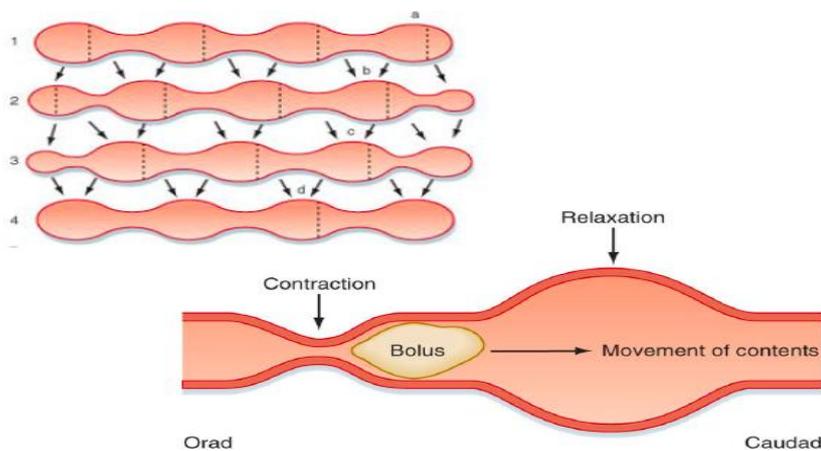


Imagen B

Imagen A: Contracciones de segmentación. Cuando el quimo penetra en una porción del intestino delgado, la distensión de la pared intestinal induce contracciones concéntricas localizadas espaciadas a intervalos a lo largo del intestino y de menos de 1 min de duración. Las contracciones generan una “segmentación” del intestino delgado, de forma que el intestino queda dividido en segmentos que adoptan el aspecto de una ristra de salchichas. Cuando un grupo de contracciones de segmentación relaja, se inicia

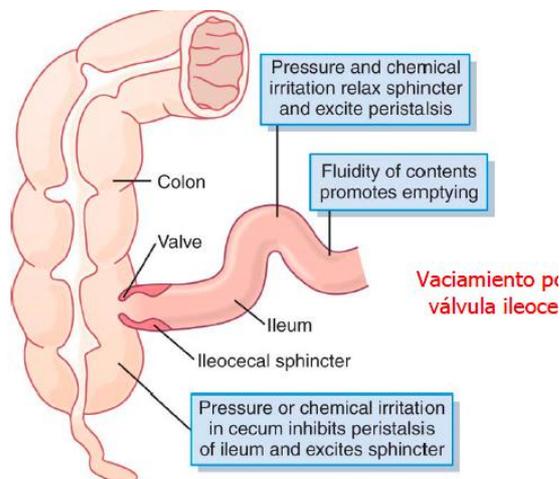
un nuevo conjunto pero en este caso las contracciones suceden sobre todo, en zonas nuevas no afectadas por las contracciones previas.

Por tanto, las contracciones de segmentación suelen fragmentar el quimo dos o tres veces por minuto, facilitando la mezcla progresiva de alimento con las secreciones del intestino delgado.

Imagen B: Movimientos propulsivos. Las ondas peristálticas empujan el quimo a lo largo de todo el intestino delgado. Estas ondas pueden producirse en cualquier punto del intestino delgado y se mueven en dirección anal a un ritmo de 0,5 a 2 cm/s, aunque la velocidad es mucho mayor en la parte proximal del intestino que en la distal. En condiciones normales son débiles y suelen desaparecer después de sólo 3 a 5 cm. También podemos ver como se alteran zonas de contracción con zonas de relajación. Siempre vemos la progresión de los alimentos en sentido aboral → Ley del intestino

Función de la válvula ileocecal

Una de las funciones principales de la válvula ileocecal consiste en evitar el reflujo del contenido fecal del colon hacia el intestino delgado.



Como muestra la imagen, las valvas de la válvula ileocecal sobresalen hacia la luz del ciego, por lo que se cierran con fuerza cuando el contenido de este trata de atravesarlas por un exceso de presión en su interior. En general, la válvula puede resistir presiones inversas de 50 a 60 cm de agua.

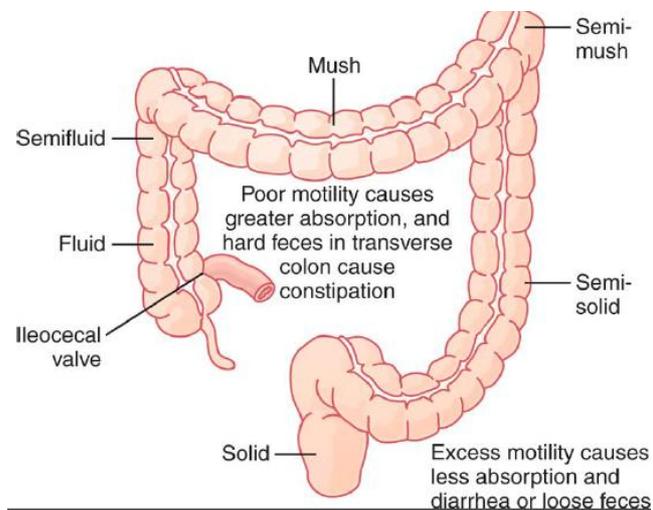
Además, los últimos cm de la pared del íleon previos a la válvula ileocecal, posee el esfínter ileocecal. Este esfínter suele estar ligeramente contraído y reduce la velocidad del vaciamiento del contenido ileal hacia el ciego, salvo inmediatamente después de una comida, ya que el reflejo gastroileal, intensifica el peristaltismo en el íleon y permite el vaciamiento de su contenido hacia el ciego.

2.3.2 Intestino grueso (De 3-10 horas)

Las funciones principales del colon son: la absorción de agua y electrolitos procedentes del quimo para formar heces sólidas y el almacenamiento de la material fecal hasta el momento de su expulsión.

-Los movimientos del colon se intensifican con la llegada del quimo, que llena el ciego y se acumula en el colon ascendente.

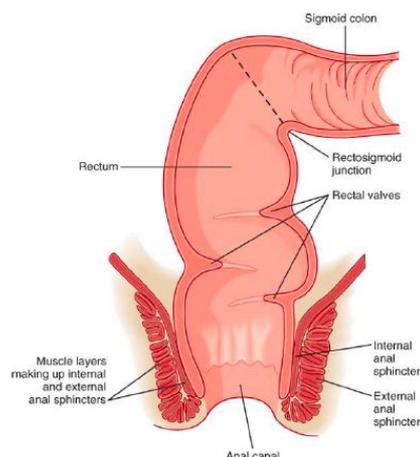
-Los movimientos del IG son peristálticos (lentos y constantes), de mezclado haustral (mueve el quimo de haustro en haustro) y peristaltismo en masa (potente onda contráctil que impulsa las heces desde el colon transverso hasta el recto) que ocurre durante y justo después de una comida.



La imagen muestra las funciones de absorción y almacenamiento del intestino grueso.

- una mala movilidad aumenta la absorción y la presencia de heces duras en el colon transverso produciendo estreñimiento.
- El exceso de motilidad reduce la absorción y produce diarrea o heces blandas.

Final del tubo digestivo



Los repliegues musculares del esfínter interno y externo se disponen de forma que el externo es musculatura esquelética y lo demás es interno . El comportamiento es muy parecido a la micción.

La absorción de agua por el colon es muy importante porque de ello depende el aspecto de las heces.

Cuanto más se estimula el simpático (inhibe) → menos vaciamiento → estreñimiento.

2.3.3 Defecación

El deseo de la defecación surge cuando un movimiento de masa fuerza a las heces a penetrar el recto, con una contracción refleja del recto y relajación de los esfínteres anales.

Pasos:

-Por absorción principalmente de agua el quimo pasa a heces (agua, sales, células desprendidas del tracto digestivo, bacterias y sus productos de deshecho y alimento no digerido).

-Los movimientos peristálticos en masa impulsan las heces hasta el recto, iniciándose **el reflejo de defecación** (vaciado del recto).

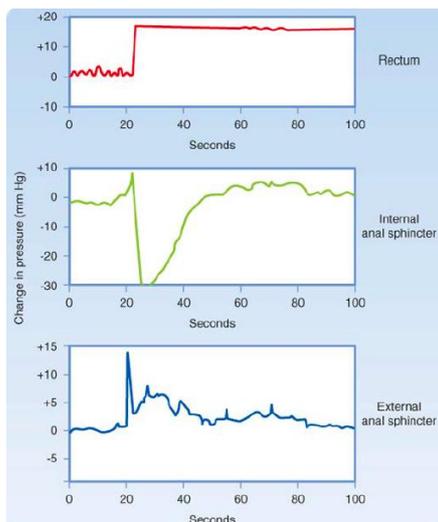


Imagen A

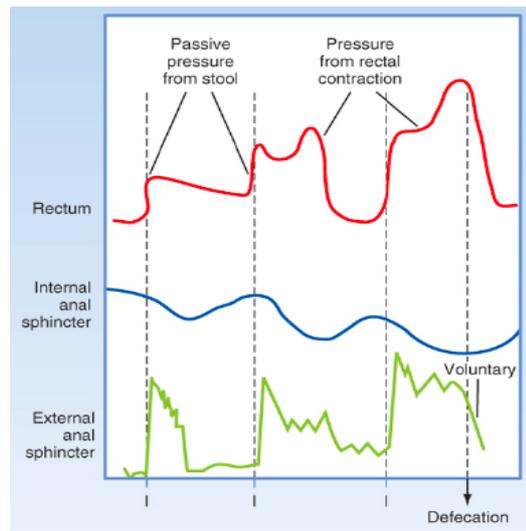


Imagen B

Imagen A: Respuestas de los esfínteres anales interno y externo a la distensión prolongada del recto. Las respuestas de los esfínteres son temporales debido a la acomodación.

Imagen B: muestra la motilidad del recto y de los esfínteres anales como respuesta al llenado rectal y durante la defecación.

Podemos observar que el llenado del recto causa un descenso inicial del tono del esfínter interno que se contrarresta por la contracción del esfínter externo. El esfínter interno se acomoda después al nuevo volumen rectal, por lo que se permite la relajación del esfínter externo. Finalmente, se produce la defecación cuando el esfínter anal externo se relaja voluntariamente.

Pasos del reflejo de defecación:

Distensión → receptores → nervios aferentes → médula → impulsos motores parasimpáticos → contracción longitudinal del colon descendente, sigmoide, recto y ano → acortamiento del ano + contracción voluntaria del diafragma y los músculos abdominales + relajación por estimulación parasimpática del esfínter interno anal: Expulsión de las heces por el ano.

Cuando las heces penetran en el recto, la distensión de la pared rectal emite señales aferentes que se propaga por el plexo mientérico, iniciando ondas peristálticas en el colon descendente, el sigma y el recto que impulsan las heces hacia el ano. Cuando la onda peristáltica se acerca a este, el esfínter anal interno se relaja a causa de las señales inhibitoras que le llegan desde el plexo mientérico y si, al mismo tiempo, se relaja de forma consciente y voluntaria el esfínter anal externo tendrá lugar la defecación.

Sin embargo, el reflejo mientérico intrínseco de la defecación es, por sí mismo, bastante débil. Para ser eficaz y provocar la emisión de heces debe reforzarse con otro tipo de reflejo, el reflejo parasimpático de la defecación, en el que intervienen los segmentos sacros de la médula espinal, como podemos observar en la imagen de bajo. Si se estimulan las terminaciones nerviosas del recto, se transmitirán primero señales hacia la médula espinal que luego regresarán al colon descendente, al sigma, al recto y al ano a través de las fibras nerviosas parasimpáticas de los nervios pélvicos. Estas señales parasimpáticas aumentan mucho la intensidad de las ondas peristálticas y relajan el esfínter anal interno, con lo que el reflejo mientérico intrínseco de la defecación pasa de ser un esfuerzo débil a un proceso de defecación potente que a veces resulta eficaz y vacía la totalidad del IG de una sola vez, desde el ángulo esplénico del colon hasta el ano.

IMPORTANTE: la postura adecuada ayuda mucho en la defecación, porque aumenta la presión intraabdominal, aumenta la relajación de la musculatura del cuello de la pelvis y disminuye la curvatura entre el colon sigmoide y el recto.

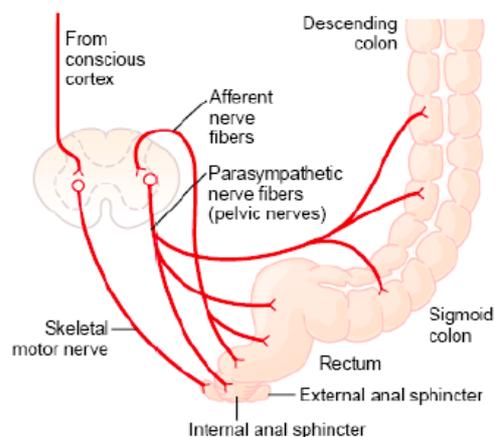


Imagen: Vías aferentes y eferentes del mecanismo parasimpático que estimulan el reflejo de defecación.