

FISIOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO

Constituido por el tracto gastrointestinal (boca, esófago estómago e intestinos grueso y delgado) y órganos(dientes, lengua, hígado con vesícula biliar y páncreas)necesarios para la digestión.

Los productos del páncreas e hígado se vierten a nivel del duodeno: en la mucosa asientan glándulas endocrinas importantes de control de vaciamiento del estómago.

Funciones:

BOCA: gusto, masticación y formación del bolo alimenticio

Saliva: Lubricación, enjuagado y digestión

Esófago(10segundos): transporte

Estómago proximal(1-3h): depósito

Estómago distal: preparación, fraccionamiento y digestión

Vesícula biliar: Almacenamiento bilis

Páncreas(exocrino): enzimas digestivas, tampón debido al HCO_2^-

Hígado: bilis (excreción, digestión de grasas)

Desintoxicación

Intestino delgado (7-9h): digestión, absorción

Ciego: depósito

Colon (30-120h): absorción

Recto: depósito, excreción

Cada parte del aparato está compartimentalizado por esfínteres debido a los muy diferentes ambientes.

Ej. : El estómago puede llegar a $\text{pH}=1$ y si hay en reflujo hacia el esófago podría haber una esofagitis y si se prosigue, incluso, un proceso cancerígeno

El esófago tiene un esfínter superior (cerrado sino hay deglución; y uno inferior(evita los reflujos del estómago)

Esfínter pilórico: evita que pase al duodeno (que es muy básico) o del duodeno al estómago. Si pasase constantemente pH básico hacia el estómago también pude producir cáncer.

Esfínter ileocecal: Para separar los muy diferentes ambientes bacterianos(las bacterias del ciego son patógenas para el intestino delgado)

Esfínteres del recto: Hay uno interno (liso) y uno externo (estriado. Va a controlar la defecación, que es un acto reflejo en la q intervienen estos 2 esfínteres. El interno es involuntario, al contrario que el externo.

Funciones generales del aparato digestivo:

-Suministrar nutrientes, agua y electrolitos.

Para cumplirlo realiza las funciones de digestión y absorción.

Esas funciones se realizan mediante las siguientes actividades:

1. **La MOTILIDAD:** tritura, mezcla y propulsa los alimentos(digestión mecánica.
2. **La SECRECIÓN** de jugos por las glándulas asociadas
3. **DIGESTIÓN:** Escisión química. Realizado por las secreciones de esas glándulas
4. **ABSORCIÓN:** Mecanismos específicos para cada nutriente. Reside en los enterocitos. El 80% se absorbe en el primer metro de intestino. El resto (20%) es importante y se va absorbiendo poco a poco. Hay zonas que absorben específicamente
5. **Los componentes no utilizados son DEFECADOS**

Estructura general del tubo digestivo

La luz del intestino: encontramos mucosa con epitelios (enterocitos), luego submucosa (con sistema linfático, glándulas y desembocaduras de glándulas), luego una muscular de la mucosa(modifican rugosidades)

Capa muscular: -interna: circular

-externa: longitudinal

Entre ambas hay parte del sistema nervioso entérico

Capa serosa.

Hay un plexo submucoso (Meissner) y u plexo mientérico (Auerbach) que podrían mantener por sí mismos el aparato digestivo.

Sistema inmunitario gastrointestinal:

Muy importante por su función y extensión.

Tomamos alimentos que están cocidos (esterilizados) que no están tan esterilizados al ponerlos en el plato, tenedor...

También tomamos agua y alimentos crudos.

Hay gérmenes y sustancias con las que la acidez del estómago no puede, en la pared intestinal hay todo un sistema inmunitario.

Tipos de células: Linfocitos B y T: Los B generan anticuerpos IgA, se denominan células secretoras.

Células plasmáticas(macrófagos, mastocitos, eosinófilos...): Cada uno su función.

Localizadas en: - Ganglios linfáticos mesentéricos.

- Mucosa
- Submucosa
- Placas de Peyer

Enfermedad celíaca: respuesta alérgica a la gliadina del gluten de trigo.

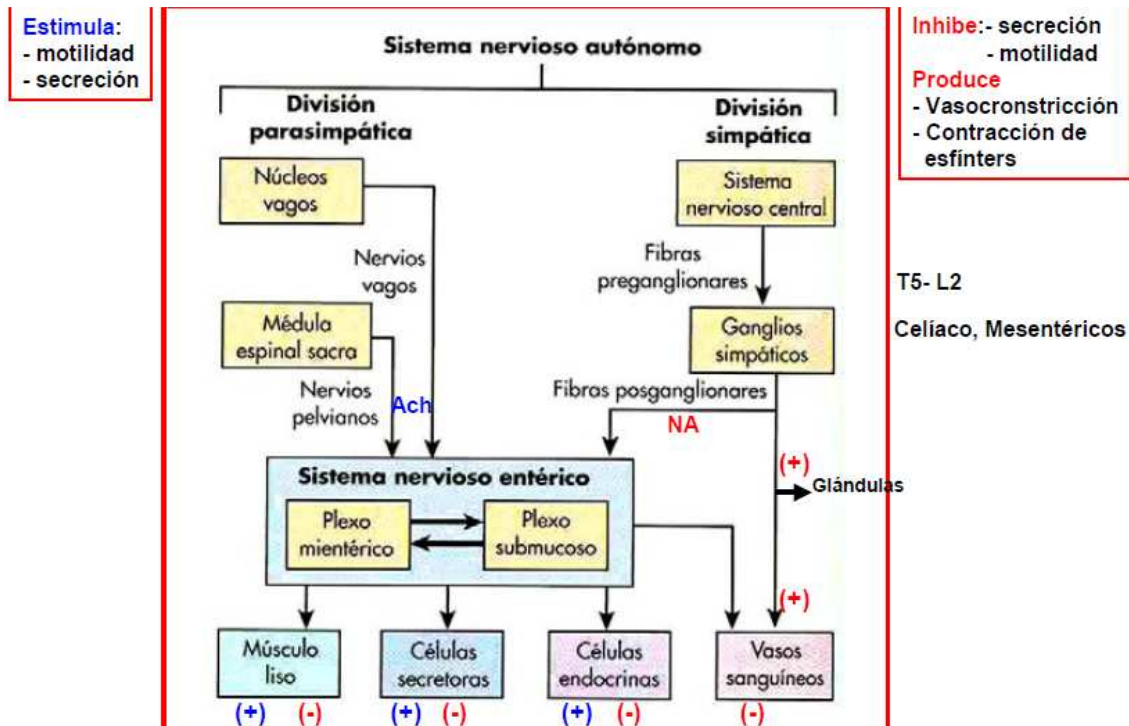
Tratamiento: Dieta sin gluten

Enfermedad inflamatoria intestinal: colitis ulcerosa, enfermedad de Crohn.

Se producen úlceras en la pared intestinal, diarreas etc.

No se sabe exactamente por qué es y es difícil de tratar.

Inervación general del tracto gastrointestinal.



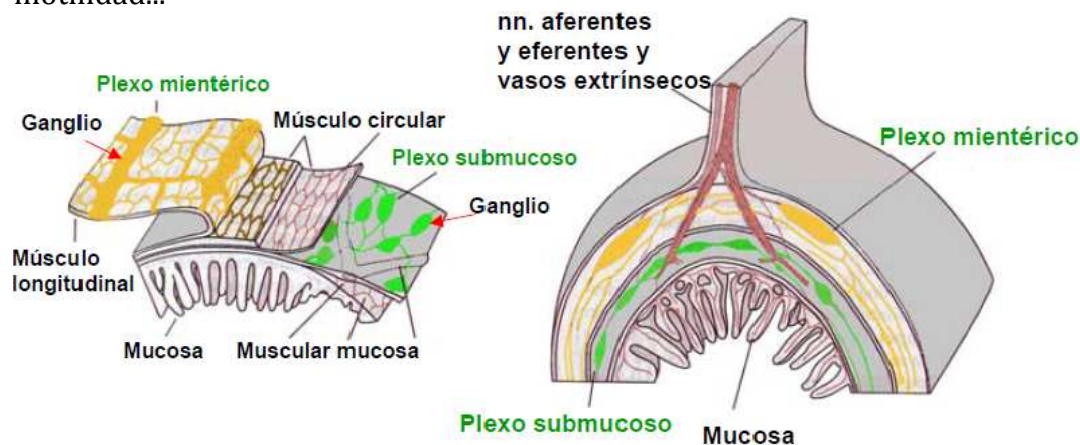
Sistema nervioso entérico

Tiene nombre propio dado la cantidad de neuronas y complejidad de sus conexiones(90-100 millones de neuronas, lo que es muy similar al SNC)

Contiene ganglios, neuronas(motores, secretoras..)

Los ganglios son estaciones de control

Se van a originar arcos reflejos que van a ser responsables de reflejos: secreciones, motilidad...



El aparato digestivo está innervado por los sistemas nerviosos simpático y parasimpático (innervaciones extrínsecas) y por neuronas del sistema nervioso entérico (innervación intrínseca). La interacción entre el control local por parte de neuronas entéricas y la regulación por parte de los sistemas simpático y parasimpático y de las respuestas inmunitarias mucosas permite un control fino de las funciones digestivas.

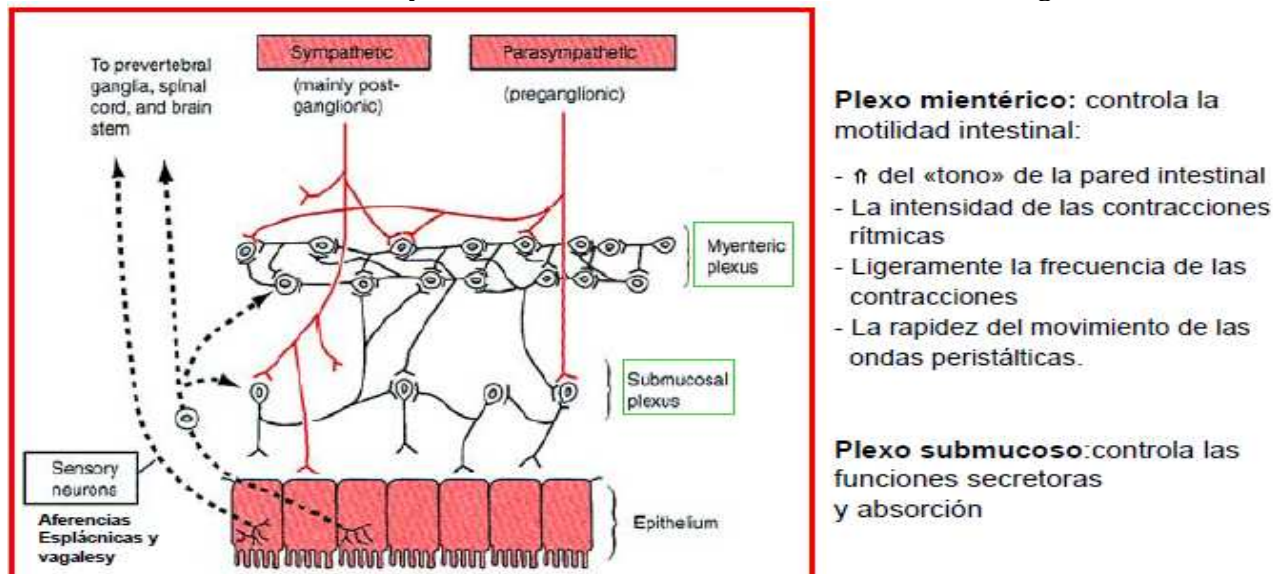
La innervación simpática del aparato digestivo se lleva a cabo fundamentalmente por parte de fibras adrenérgicas posganglionares.

Las fibras simpáticas posganglionares, cuyos cuerpos celulares se sitúan en los ganglios prevertebrales y paravertebrales, innervan el tracto gastrointestinal. Los plexos celíaco, mesentérico superior e inferior e hipogástrico proporcionan innervación simpática a los diversos segmentos del aparato digestivo. La activación de los nervios simpáticos suele inhibir sus funciones motora y secretora. La mayor parte de las fibras simpáticas no innervan directamente estructuras del tracto gastrointestinal, sino que actúan sobre neuronas de los plexos intraparietales. Algunas fibras simpáticas vasoconstrictoras innervan directamente los vasos sanguíneos del aparato digestivo, mientras que otras innervan las estructuras glandulares de la pared intestinal.

La estimulación de las aferencias simpáticas al tracto gastrointestinal inhibe la actividad motora de la muscular externa pero estimula la contracción de la muscular de la mucosa y de determinados esfínteres. Los nervios simpáticos no inhiben de manera directa las contracciones de la muscular, ya que son pocas las terminaciones nerviosas simpáticas situadas en la muscular externa. Más bien, los nervios simpáticos actúan sobre los circuitos neuronales del sistema nervioso entérico, y son estos circuitos los que proporcionan sus aferencias a las células musculares lisas. Los nervios simpáticos pueden reforzar este efecto al reducir el flujo sanguíneo a la muscular externa. Algunas de las fibras que viajan por los nervios simpáticos podrían ser colinérgicas; en cambio, otras liberan neurotransmisores distintos de la acetilcolina. En general, la activación de los nervios simpáticos reduce también la actividad secretora del aparato digestivo.

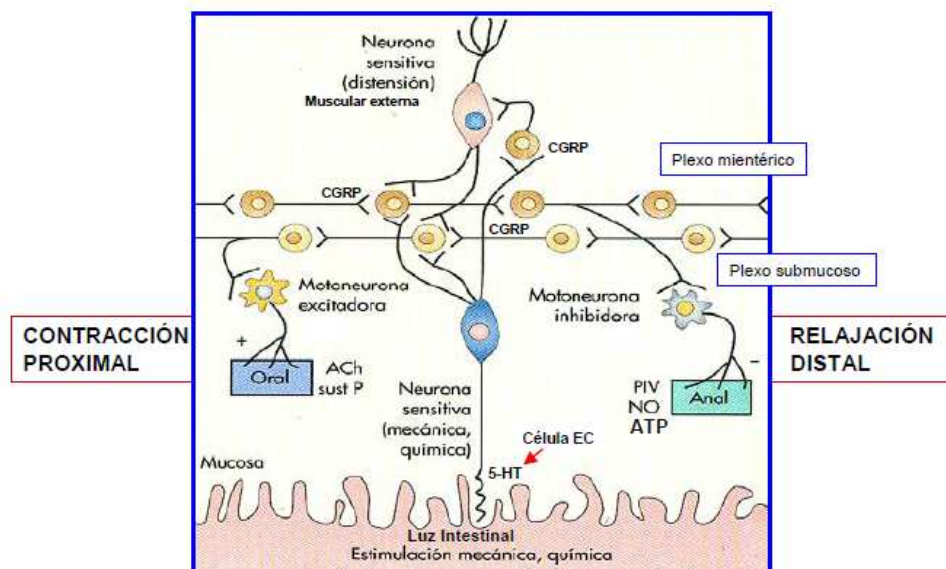
La innervación parasimpática de la mayor parte del tracto digestivo se lleva a cabo a través de las ramas de los nervios vagos.

La innervación parasimpática del tracto gastrointestinal hasta el colon transverso llega por ramas de los nervios vagos. El resto del colon, el recto y el ano reciben fibras parasimpáticas de los nervios pélvicos. Estas fibras parasimpáticas son preganglionares y predominantemente colinérgicas. Otras fibras que viajan con el vago y sus ramas liberan otros transmisores, algunos de los cuales todavía no se han identificado. Las fibras parasimpáticas terminan en su mayor parte sobre las células ganglionares de los plexos intraparietales. A continuación estas células inervan directamente el músculo liso y las células secretoras del tracto gastrointestinal. La excitación de los nervios parasimpáticos suele estimular la actividad motora y secretora del tubo digestivo.



El sistema nervioso entérico puede coordinar muchas de las actividades del tracto gastrointestinal en ausencia de innervación extrínseca.

Los plexos mientérico y submucoso son los plexos mejor definidos de la pared del tracto gastrointestinal. Consisten en redes de fibras nerviosas y cuerpos celulares ganglionares. Las interneuronas de los plexos conectan fibras sensitivas aferentes y neuronas eferentes hacia el músculo liso y las células secretoras, formando arcos reflejos localizados en su totalidad en la pared del tracto gastrointestinal. POR consiguiente, estos plexos pueden coordinar sus actividades en ausencia de innervación extrínseca en el aparato digestivo. Los axones de las neuronas de los plexos inervan células glandulares de la mucosa y la submucosa, células musculares lisas de la muscular externa y de la muscular de la mucosa, y células endocrinas y exocrinas intraparietales. Los plexos mientérico y submucoso están interconectados para coordinar las actividades motoras y secretoras o absorptivas del aparato digestivo. Sin embargo, en general, el plexo mientérico participa sobretodo en la regulación de la motilidad, mientras que el submucoso lo hace en la regulación de la secreción y la absorción



La estimulación mecánica o química de la mucosa intestinal provoca una contracción proximal (en sentido oral) y una relajación distal (en sentido anal) respecto del punto de estimulación.

Muchos estímulos sensitivos de la mucosa liberan serotonina de las células enterocromoafines de la mucosa. La serotonina estimula las terminaciones mucosas de las neuronas sensitivas, que a su vez liberan CGRP (péptido relacionado con el gen de la calcitonina) hacia las interneuronas de los plexos submucoso y mientérico. Las interneuronas activan a su vez las motoneuronas excitadoras localizadas proximales al punto de estimulación y las neuronas inhibitoras distales al mismo. Las primeras liberan acetilcolina y sustancia P, mientras que las segundas liberan VIP y NO hacia las células musculares lisas intestinales.

Neurotransmisores y Neuromoduladores del Sistema Nervioso Entérico	Hormonas Gastrointestinales										
Recuadro 32-1 Sustancias <u>confirmadas</u> o propuestas como neurotransmisoras y neuromoduladoras del <u>sistema nervioso entérico</u> Acetilcolina ← Ácido γ-aminobutírico Adenosina trifosfato ← ATP Colecistocinina Dinorfina y péptidos relacionados Enkefalina y péptidos relacionados Galanina Neuropeptido Y Noradrenalina ← Óxido nítrico ← NO Péptido intestinal vasoactivo: VIP ← Péptido liberador de gastrina (bombesina) GRP ← Péptido relacionado con el gen de la calcitonina ← CGRP Serotonina (5-hidroxitriptamina) Somatostatina Taquicinas (<u>sustancia P</u>, neurocinina A, neuropeptido K, neuropeptido Y)	Tabla 32-1 Hormonas gastrointestinales <table> <tr> <th>Localización de las células endocrinas que sintetizan las hormonas</th><th>Hormona</th></tr> <tr> <td>Estómago</td><td>Gastrina Somatostatina</td></tr> <tr> <td>Duodeno o yeyuno</td><td>Secretina Colecistocinina Motilina Péptido inhibidor gástrico Somatostatina</td></tr> <tr> <td>Islotes pancreáticos</td><td>Insulina Glucagón Polipéptido pancreático Somatostatina</td></tr> <tr> <td>Ileon o colon</td><td>Enteroglucagón Péptido YY Neuroensina Somatostatina</td></tr> </table>	Localización de las células endocrinas que sintetizan las hormonas	Hormona	Estómago	Gastrina Somatostatina	Duodeno o yeyuno	Secretina Colecistocinina Motilina Péptido inhibidor gástrico Somatostatina	Islotes pancreáticos	Insulina Glucagón Polipéptido pancreático Somatostatina	Ileon o colon	Enteroglucagón Péptido YY Neuroensina Somatostatina
Localización de las células endocrinas que sintetizan las hormonas	Hormona										
Estómago	Gastrina Somatostatina										
Duodeno o yeyuno	Secretina Colecistocinina Motilina Péptido inhibidor gástrico Somatostatina										
Islotes pancreáticos	Insulina Glucagón Polipéptido pancreático Somatostatina										
Ileon o colon	Enteroglucagón Péptido YY Neuroensina Somatostatina										

Integración y control de la actividad intestinal:

El sistema nervioso entérico se divide en dos partes:

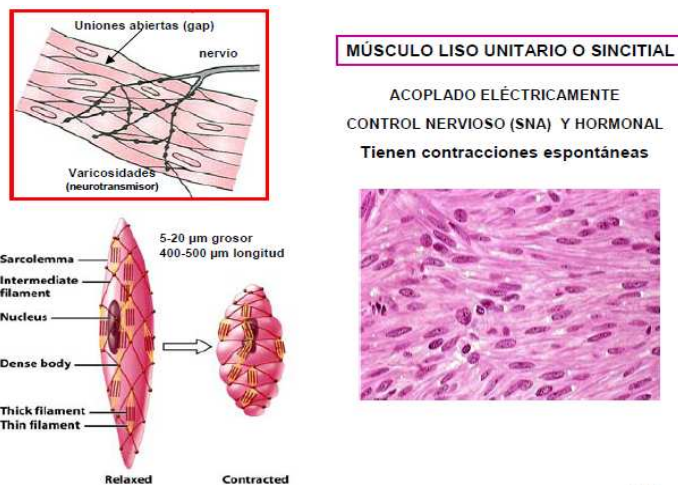
- 1- El plexo mientérico: que regula la actividad intestinal
- 2- El plexo submucoso: que ejerce control sobre las funciones secretoras

Sobre el sistema nervioso entérico actúan hormonas secretadas en el estómago, intestino y páncreas cuya acción es endocrina así como paracrina y neuroendocrina.

Estas hormonas modifican la secreción y la motilidad

Como ya hemos dicho, también tienen aportación los sistemas autónomos simpático y parasimpático

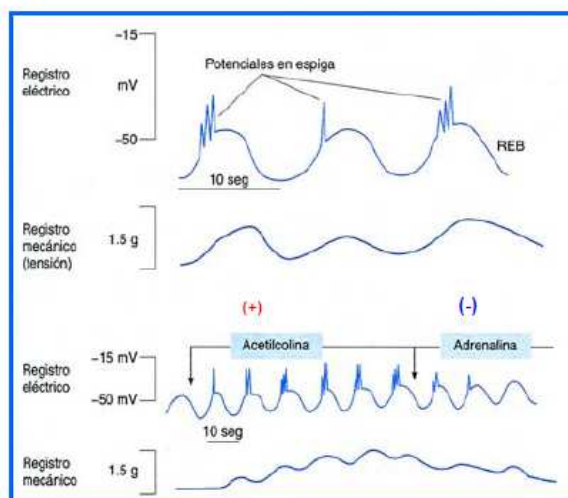
Características del músculo liso intestinal:



Las neuronas de los plexos intraparietales envían axones a las capas musculares lisas, y cada axón puede ramificarse ampliamente para inervar a muchas células del músculo liso. En las interacciones neuromusculares del tracto gastrointestinal no participan auténticas uniones neuromusculares con especialización de la membrana postsináptica, como en las uniones neuromusculares del músculo esquelético. La capa muscular lisa circular de la muscular externa tiene una innervación densa por las terminaciones de las motoneuronas excitadoras e inhibitoras, íntimamente asociadas a las membranas plasmáticas del músculo liso. Las células musculares lisas longitudinales tienen una innervación por las neuronas de los plexos intrínsecos mucho menor que las de la capa circular, y los contactos neuromusculares no son tan íntimos.

Ondas lentas

Las oscilaciones del potencial de membrana en reposo del músculo liso gastrointestinal se denominan **ondas lentas**



Ondas lentas (ritmo eléctrico base) son generadas por las células intersticiales de Cajal, localizadas entre las capas musculares del intestino

-Em = -40, -80mV, oscilante, muy dependiente de la bomba de Na/K

-Frecuencia:
3 osc./min. estómago
12 osc/min. duodeno
8 osc/min. ileon

-Control actividad motora intestinal: regulación de las ondas lentas y de los potenciales de acción

- nerviosa (reflejos de distensión)
- endocrina y
- paracrina

Los potenciales de acción incrementan mucho la fuerza de las contracciones de las células musculares lisas gastrointestinales

El potencial de membrana en reposo del músculo liso gastrointestinal es menor que el del músculo esquelético. Oscila entre unos -40 y -80mV . La bomba electrógena de Na-K contribuye de modo importante al potencial en reposo de la membrana del músculo liso. En las tenias del colon de cobaya, por ejemplo, alrededor de un tercio de este potencial se debe a la electrogenicidad de la Na, K-ATPasa.

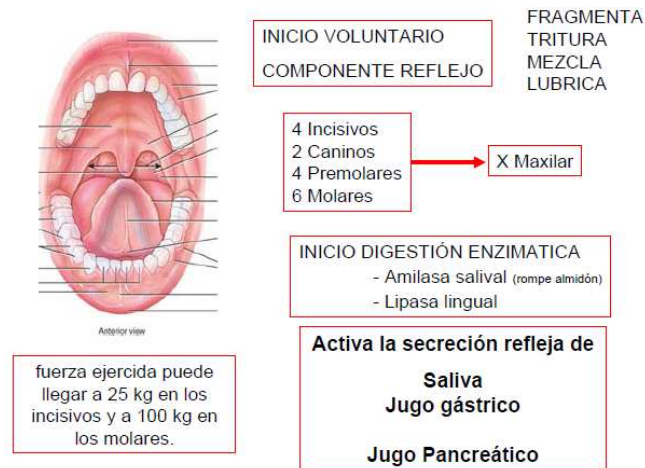
En la mayor parte del resto de tejidos excitables, el potencial de membrana en reposo es más o menos constante. En el músculo liso gastrointestinal, varía específicamente con el tiempo. Las oscilaciones del potencial de membrana en reposo, denominadas ondas lentas (también conocidas como ritmo eléctrico básico), son características del músculo liso gastrointestinal. La frecuencia de las ondas lentas varía desde unas 3 por minuto en el estómago hasta 12 por minuto en el duodeno.

Las ondas lentas son generadas por las células intersticiales (denominadas también células intersticiales de Cajal), que presentan propiedades de fibroblastos y de células musculares lisas. Entre las capas circular y longitudinal de la muscular externa se encuentra una fina capa de células intersticiales. Las prolongaciones de estas células establecen uniones comunicantes con las células musculares lisas longitudinales y circulares. Estas uniones comunicantes permiten que las ondas lentas se transmitan con rapidez a ambas capas musculares. Dado que las células musculares lisas de las capas longitudinal y circular están bien acopladas eléctricamente, la onda lenta se extiende por todo el músculo liso de cada segmento del tubo digestivo.

La amplitud y, en menor grado, la frecuencia de las ondas lentas se pueden modular por la actividad de los nervios intrínsecos y extrínsecos, y por hormonas circulantes. En general, la actividad nerviosa simpática disminuye la amplitud de las ondas lentas o las suprime, mientras que la estimulación de los nervios parasimpáticos aumenta su tamaño. Si el pico de la onda lenta supera el umbral de las células para descargar potenciales de acción, pueden desencadenarse uno o más potenciales de acción durante este máximo.

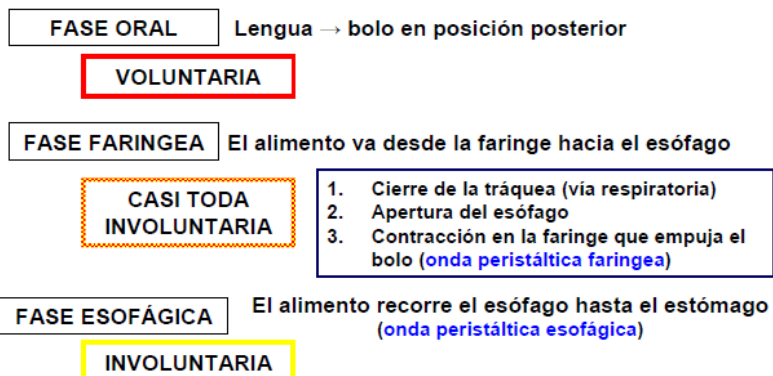
Motilidad del tubo digestivo, la masticación

El inicio de la acción es voluntario pero posteriormente entra en juego el componente involuntario. En la boca se lubrica el alimento mezclándolo con el moco salival, mezcla los alimentos y fragmenta la comida para que se pueda integrar mejor con las secreciones digestivas del estómago y duodeno.

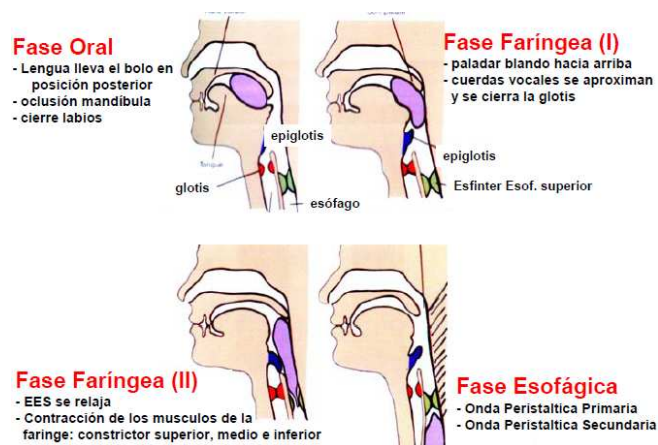


La deglución

El reflejo de la deglución consiste en una secuencia de acontecimientos en un orden rígido, que impulsa el alimento desde la boca hasta el estómago. Se divide en varias fases:



Durante la deglución la respiración se encuentra inhibida de forma refleja



El reflejo deglutorio consiste en una secuencia de acontecimientos en un orden rígido, que impulsa el alimento desde la boca hasta el estómago. Durante la deglución, la respiración se encuentra inhibida de forma refleja, lo que evita la entrada de comida en la tráquea. La rama aferente del reflejo de deglución comienza en receptores para el tacto, sobretodo los cercanos a la entrada de la faringe. Los impulsos sensitivos se transmiten a la entrada de la faringe. Los impulsos sensitivos se transmiten desde estos receptores hasta ciertas zonas del bulbo raquídeo. Las áreas centrales integradoras de la deglución se sitúan en el bulbo raquídeo y en la zona inferior de la protuberancia; se denominan colectivamente centro de la deglución. Los impulsos motores viajan desde el centro de la deglución hasta la musculatura de la faringe y del esófago superior a través de diversos pares craneales, y hasta el resto del esófago mediante las motoneuronas vagales.

La fase oral: se inicia cuando la punta de la lengua separa un bolo de alimento del conjunto contenido en la boca. El bolo es empujado hacia atrás y hacia arriba en la boca presionando primero con la punta de la lengua contra el paladar duro, y más tarde con sus porciones más posteriores. Esto empuja el bolo hacia la faringe, donde estimula los receptores táctiles que inician el reflejo deglutorio.

Fase faríngea: comprende los siguientes acontecimientos, que suceden en menos de un segundo:

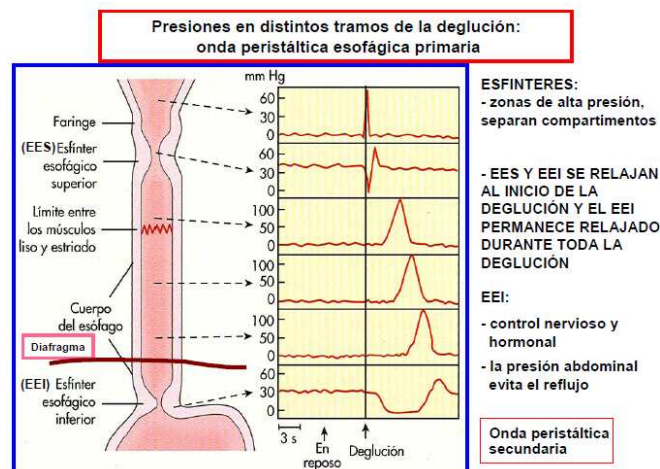
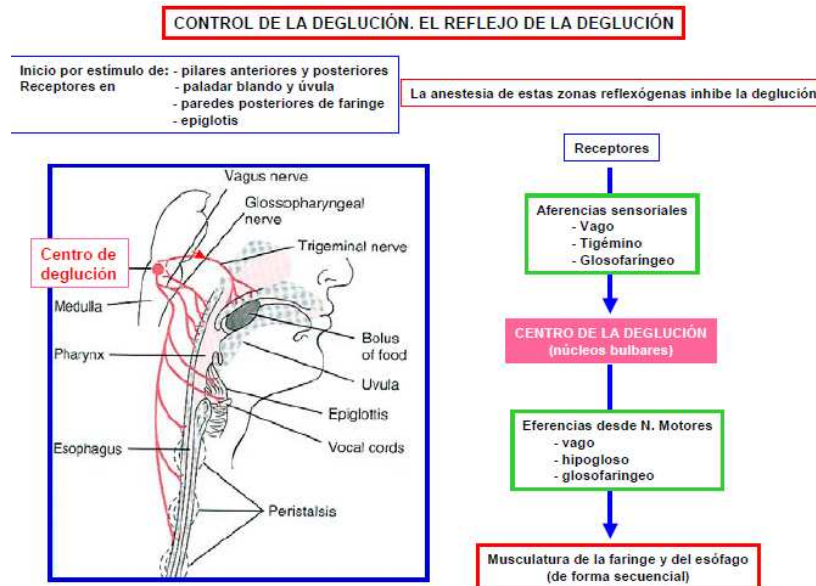
1. El paladar blando es empujado hacia arriba, y los pliegues palatofaríngeos se acercan entre sí. Esto evita el reflujo de aliento hacia la nasofaringe y proporciona un pasadizo estrecho por el cual el alimento pasa a la faringe.
2. Las cuerdas vocales se aproximan entre sí. La faringe se mueve hacia arriba y hacia delante contra la epiglotis. Estas acciones impiden que el alimento entre en la tráquea y ayudan a abrir el esfínter esofágico superior
3. El esfínter esofágico superior se relaja para recibir el bolo alimenticio. A continuación los músculos constrictores superiores de la faringe se contraen potentemente empujando el bolo hacia la profundidad de la faringe
4. Con la contracción de los músculos constrictores superiores de la faringe se inicia una onda peristáltica que se desplaza hacia el esófago. Esto impulsa el bolo alimenticio a través de un esfínter esofágico superior relajado.

Durante la fase faríngea de la deglución la respiración queda inhibida de forma refleja

La fase esofágica de la deglución está controlada principalmente por el centro de la deglución. Cuando el bolo alimenticio ya ha superado el esfínter esofágico superior, éste se contrae de forma refleja. Entonces se inicia una onda peristáltica justo por debajo del esfínter esofágico superior, que recorre todo el esófago en menos de 10 segundos. Esta onda inicial denominada peristaltismo primario, está bajo el control del centro de la deglución

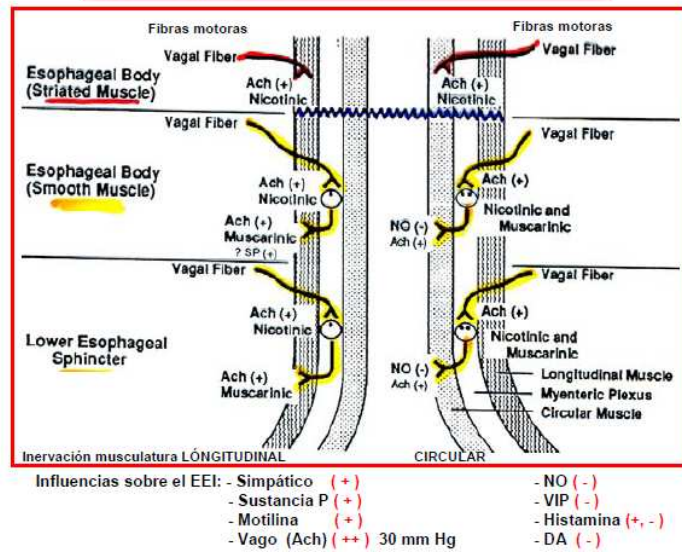
El esfínter esofágico inferior se relaja al principio de la fase esofágica y permanece así hasta que el alimento lo atraviesa gracias a la onda peristáltica del esófago

Si el peristaltismo primario no es suficiente para vaciar el esófago de alimentos, su distensión desencadena otra onda peristáltica, denominada peristaltismo secundario, que comienza por encima del punto de dilatación y se desplaza hacia abajo. Las aferencias sensitivas modulan el peristaltismo.



Los esfínteres esofágicos superior e inferior impiden la entrada del aire y de contenido gástrico al esófago, respectivamente. El esfínter esofágico inferior se abre al comenzar una onda peristáltica esofágica. Su apertura está gobernada por impulsos de las ramas de los nervios vagos. En ausencia de peristaltismo esofágico, el esfínter debe permanecer cerrado para evitar el reflujo de contenido gástrico.

INERVIACIÓN DEL ESÓFAGO. INFLUENCIAS SOBRE EEI

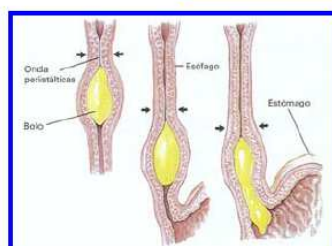


La presión en reposo del esfínter esofágico inferior es de unos 30mmHg. La contracción tónica de la musculatura circular del esfínter está regulada por nervios, tanto intrínsecos como extrínsecos, y por hormonas y neuromoduladores.

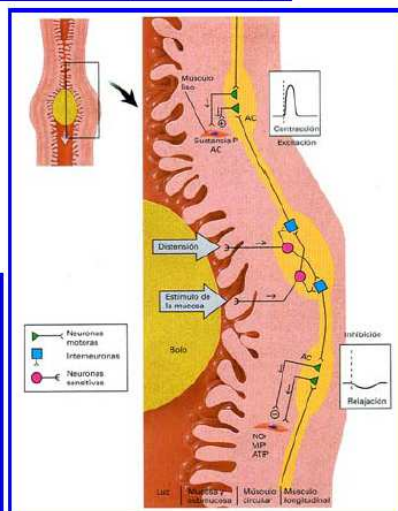
Una parte considerable del tono basal de este esfínter se debe a los nervios colinérgicos vagos. La estimulación del esfínter esofágico inferior por los nervios simpáticos también produce su contracción.

Las fibras inhibitorias del vago relajan el esfínter esofágico inferior. Su innervación intrínseca y extrínseca es excitadora e inhibitoria. Un componente importante de su relajación en respuesta al peristaltismo primario del esófago corresponde a las fibras vagales que inhiben el músculo circular del esfínter esofágico inferior posiblemente por liberación de VIP o NO

Onda peristáltica en el cuerpo del esófago



- La estimulación en un punto crea un anillo de contracción que se desplaza hacia adelante
- El estímulo habitual para el peristaltismo es la distensión del tubo digestivo, pero tb: irritación química o física del epitelio y señales nerviosas parasimpáticas
- Se precisa un plexo mientérico activo



Disfagias:

Se conoce como disfagia toda aquella patología que provoca una alteración de la deglución. Puede darse en cualquiera de las partes descritas:

En la boca:

Paladar hendido, provocado por una malformación de origen embrionario.
Inflamaciones

En la faringe:

Faringitis, amigdalitis

Parálisis músculos faríngeos: poliomielitis, difteria, tumores faríngeos.

Anestesia

En el esófago:

-acalasia: el esfínter esofágico inferior (EEI) no se relaja adecuadamente

-calasia: El EEI no se cierra adecuadamente, lo que provoca reflujo desde el estómago

- espasmos esofágicos difusos que pueden ser dolorosos.