



# INTRODUCCIÓN A LA **FISIOLOGÍA DIGESTIVA**

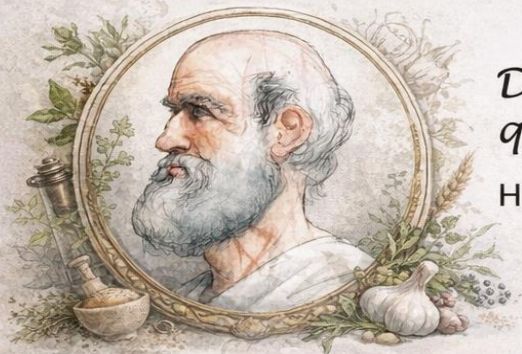
**Miguel Ángel Barbancho Fernández**

*Área de Fisiología*

Facultad de Medicina · Universidad de Málaga

*Dr. Miguel Ángel Barbancho  
Área de Fisiología  
Universidad de Málaga*





*Deja que tus alimentos sean tu medicina y  
que tu medicina sean tus alimentos*

Hipócrates

*Come poco y cena más poco,  
que la salud de todo el cuerpo se  
fragua en la oficina del estómago*

Cervantes



*Somos lo que comemos*

Feuerbach



# Las ENFERMEDADES INTESTINALES

representan casi el **10%** del gasto en **Atención Primaria**



**Pirosis**



Sensación de ardor

**Indigestión**



Malestar y pesadez

**Meteorismo**



Hinchazón y gases

**Constipación**



Dificultad para evacuar

Son **más molestos** que peligrosos,

Afectan la **calidad de vida** pero **NO** debemos subestimar su importancia



Dolor y malestar



Problemas de digestión

Estrés y mal humor



## Prevención y cuidado



Buena alimentación



Hidratación



Actividad física



Consulta médica



# Índice

Alimentación vs Nutrición: Definición



Fisiología y organización funcional del Sistema Digestivo



Función motora digestiva



Control nervioso y endocrino



# Alimentación vs Nutrición : ¿Es lo mismo?

Aporte de nutrientes al resto de células

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga



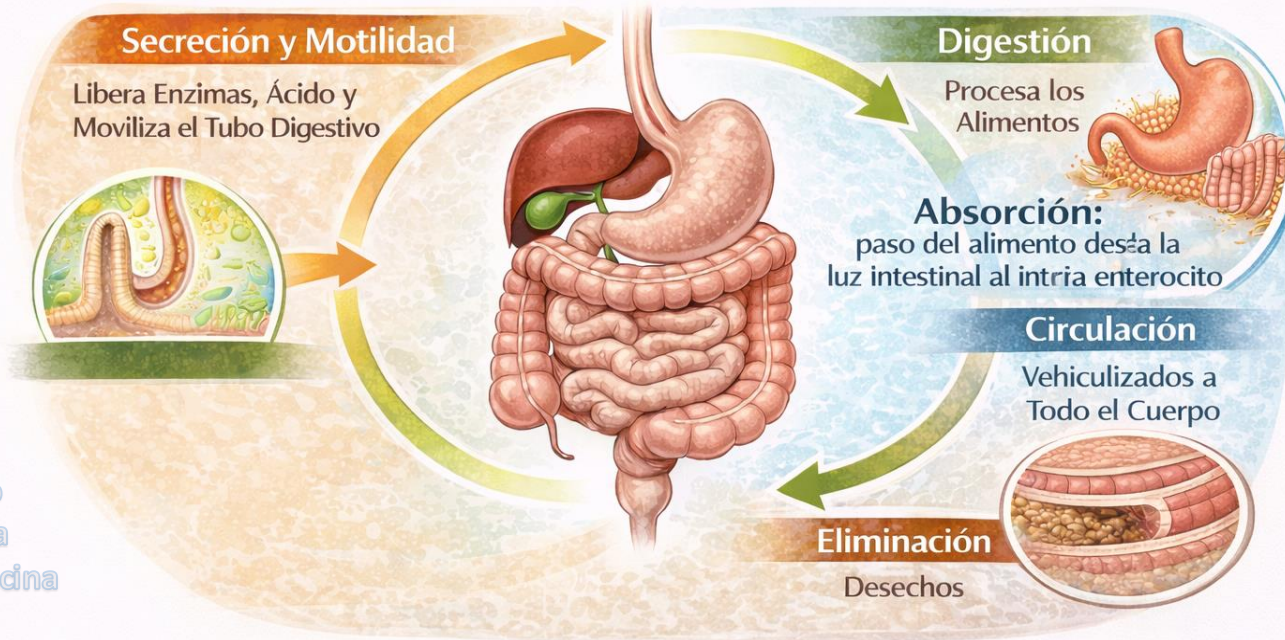
Gran influencia exterior

Función homeostática

Hábitos saludables

# Organización funcional del aparato digestivo

La **función primaria** del aparato digestivo es la de mover nutrientes, agua y electrolitos desde el medio ambiente externo hacia el medio ambiente interno.



FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga



# Organización funcional del aparato digestivo

## Digestión en el tubo digestivo: *mecánica y química*

Digestión principalmente mecánica:

Boca y Estómago



Movimiento y Mezcla

Digestión principalmente química:

Intestino



Enzimas y  
Absorción

# Anatomía fisiológica

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

## Hasta 250 m<sup>2</sup>

**Boca**

- Mecánica
- Química
- Bolo alimenticio
- Deglución



**Estómago**

- Jugo gástrico
- Ácido clorhídrico
- Encimas
- Moco
- Quimo

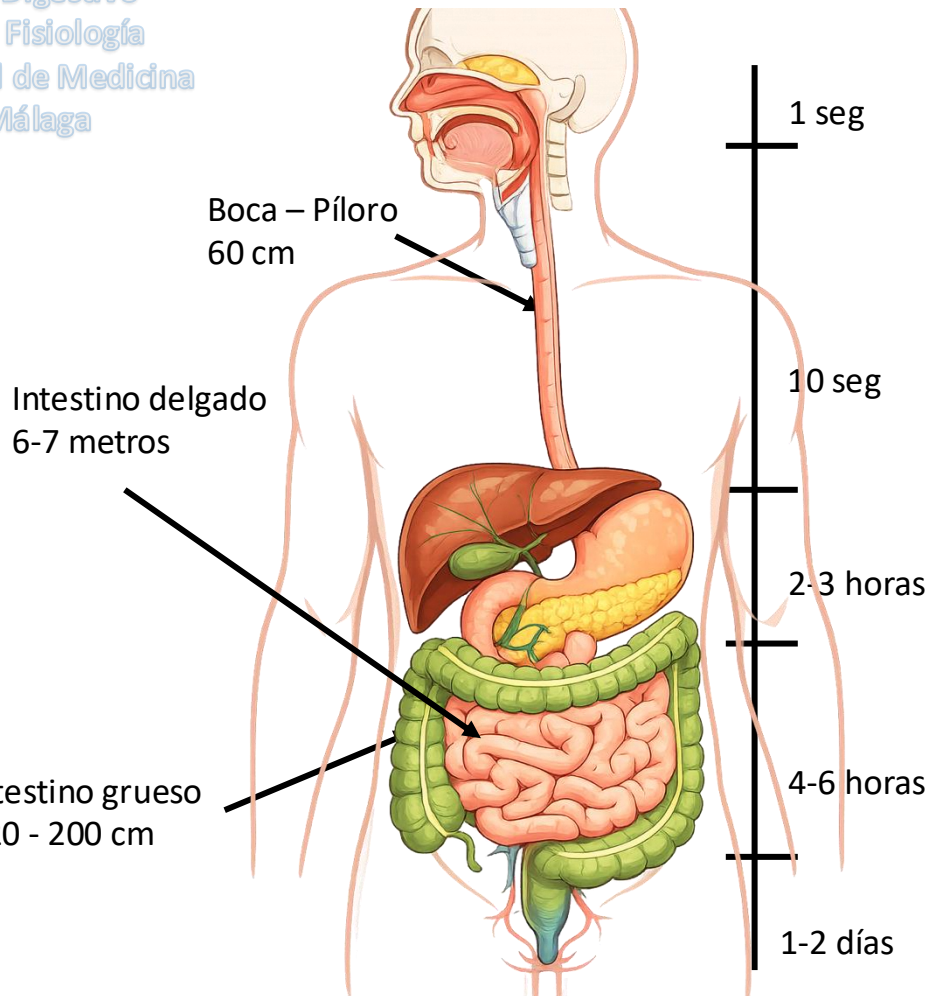
**Intestino delgado**

- Moco
- Jugo intestinal (encimas)
- Hígado
  - Bilis
- Preparación de la grasa
- Páncreas
  - Jugo pancreático
- Digestión
  - Grasas / proteínas / Azúcares
- Absorción en la mucosa



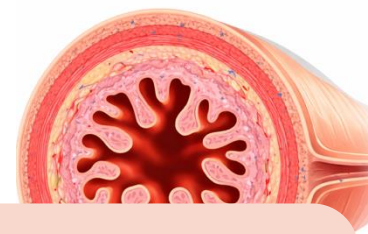
**Intestino grueso**

- Microbiota
- Finalización digestión
- Expulsión de desechos





# Anatomía fisiológica/histológica



FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

## Mucosa

Epitelio

Lámina  
propia

Muscular  
mucosa

## Submucosa

Glándulas

Plexo submucoso de  
Meissner  
(PS; ID/IG)

## Muscular

Circular

Plexo mientérico de  
Auerbach  
(S/PS)

Longitudinal

## Serosa

# Anatomía fisiológica/histológica

Mucosa

Epitelio

Cambia según zona



La **Rápida** tasa de **recambio y división celular** de las **células** del epitelio intestinal las hace **más susceptibles** a desarrollar **CÁNCER**

Las células del epitelio intestinal se renuevan cada **3 a 4 días**

**CÁNCER**

Una rápida tasa de división aumenta el riesgo de mutaciones que pueden generar un tumor

Las células cancerosas se multiplican sin control y pueden invadir el tejido sano

- Alta tasa de recambio de las células intestinales
- Mayor propensión a mutaciones genéticas
- Mayor propensión al desarrollo de cáncer
- Mayor propensión al desarrollo de cáncer

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

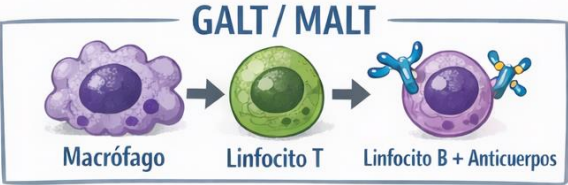
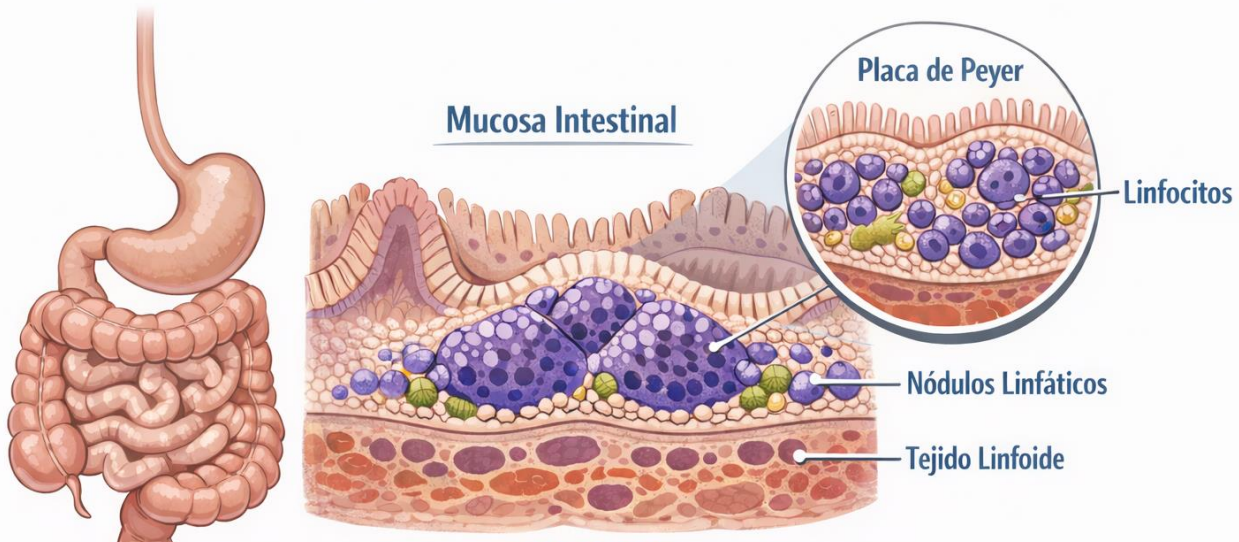
# Anatomía fisiológica/histológica

## Mucosa

Lámina propia

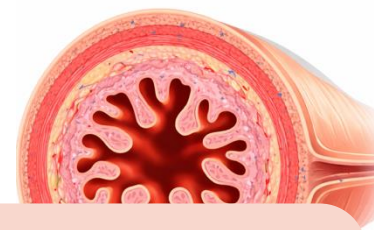
- T. Conectivo
- V. Sanguíneos
- T. linfoide

### Nódulos y Placas de Peyer en el Aparato Digestivo



Tejido Linfoide Asociado al Intestino

# Anatomía fisiológica/histológica



## Mucosa

Epitelio

Lámina  
propia

Muscular  
mucosa

## Submucosa

Glándulas

Plexo submucoso de  
Meissner  
(PS; ID/IG)

## Muscular

Circular

Plexo mientérico de  
Auerbach  
(S/PS)

Longitudinal

## Serosa

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

# Anatomía fisiológica/histológica

## Muscular

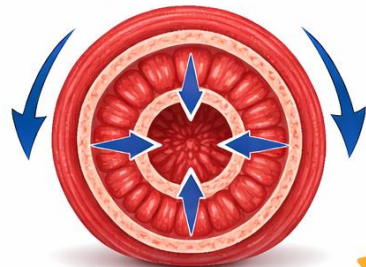
Circular

Plexo mientérico de Auerbach (S/PS)

Longitudinal

### Contracción de la capa muscular circular

Disminuye el diámetro de la luz.



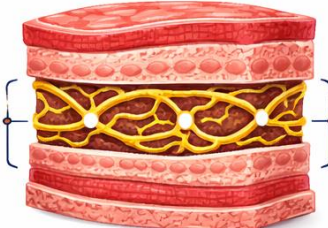
### Contracción de la capa longitudinal

Acorta el tubo digestivo.

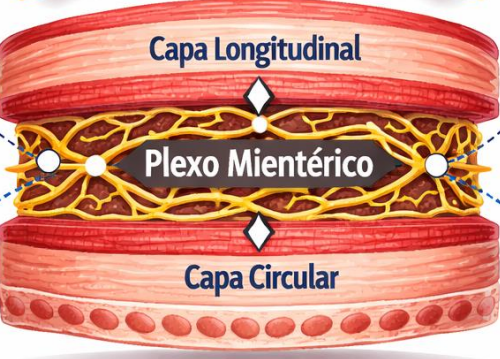


### Ubicación

Entre capas musculares.

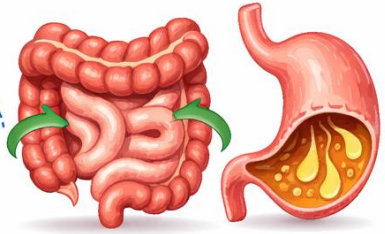


### Plexo Mientérico



### Funciones

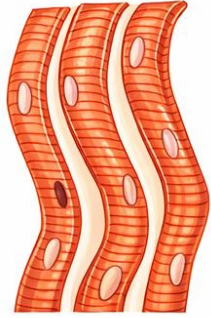
Motilidad y Secreción



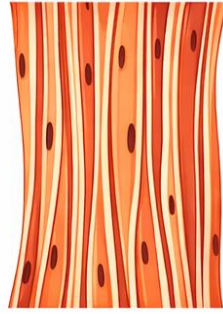
Motilidad

Secreción

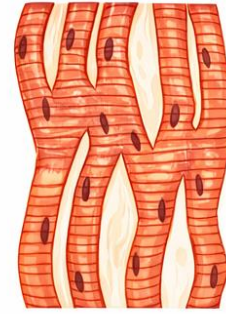
# Anatomía fisiológica/histológica



Músculo esquelético



Músculo liso



Músculo cardíaco

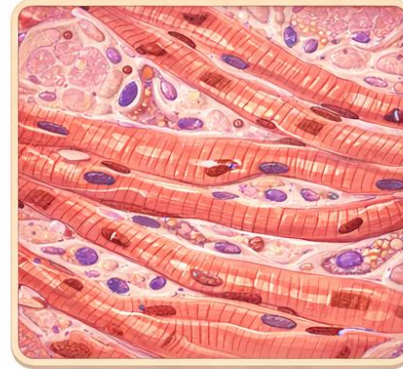
FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga



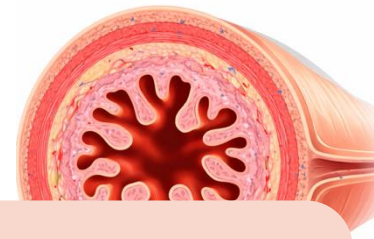
1/3 superior esófago  
Esfínter anal externo



1/3 inferior esófago-recto



# Anatomía fisiológica/histológica



## Mucosa

Epitelio

Lámina  
propia

Muscular  
mucosa

## Submucosa

Glándulas

Plexo submucoso de  
Meissner  
(PS; ID/IG)

## Muscular

Circular

Plexo mientérico de  
Auerbach  
(S/PS)

Longitudinal

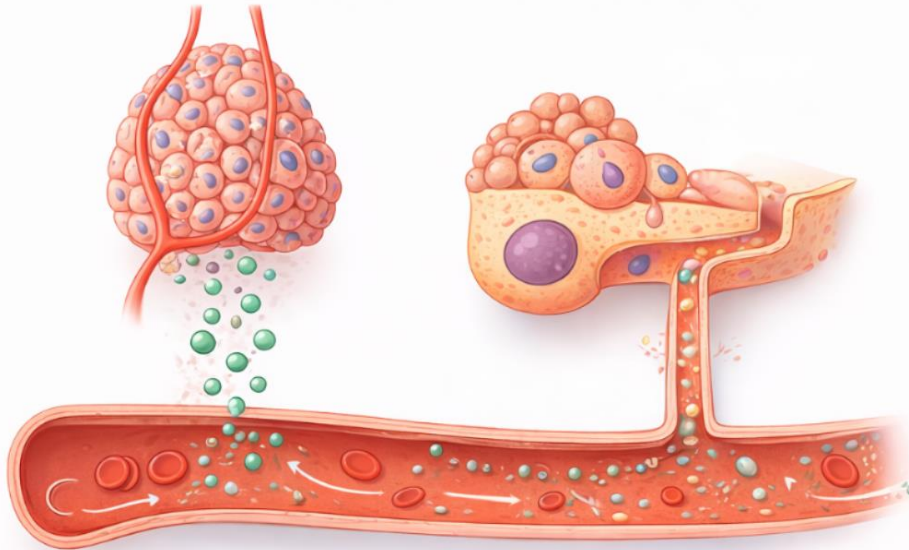
## Serosa

# Tipos de secreción en el tubo digestivo

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

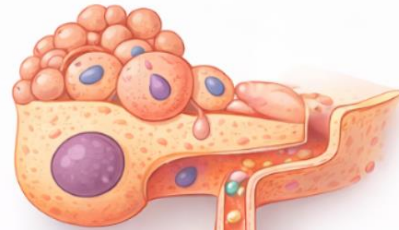
## SECRECIÓN ENDOCRINA

Hormonas liberadas al  
torrente sanguíneo



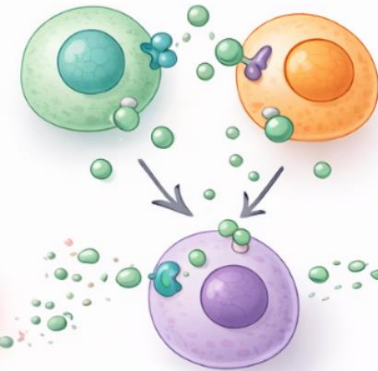
## SECRECIÓN EXOCRINA

Secreciones liberadas a  
través de **conducto**



## SECRECIÓN PARACRINA

Señales liberadas para  
actuar sobre **células**  
vecinas





# Función motora digestiva

A photograph of a person's torso from the chest to the waist, wearing a light blue t-shirt. The person's hands are placed on their abdomen, with fingers spread, suggesting a focus on the digestive system. The background is a plain, light color.

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

# Función motora digestiva

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

Mover el alimento  
desde la boca hasta el ano



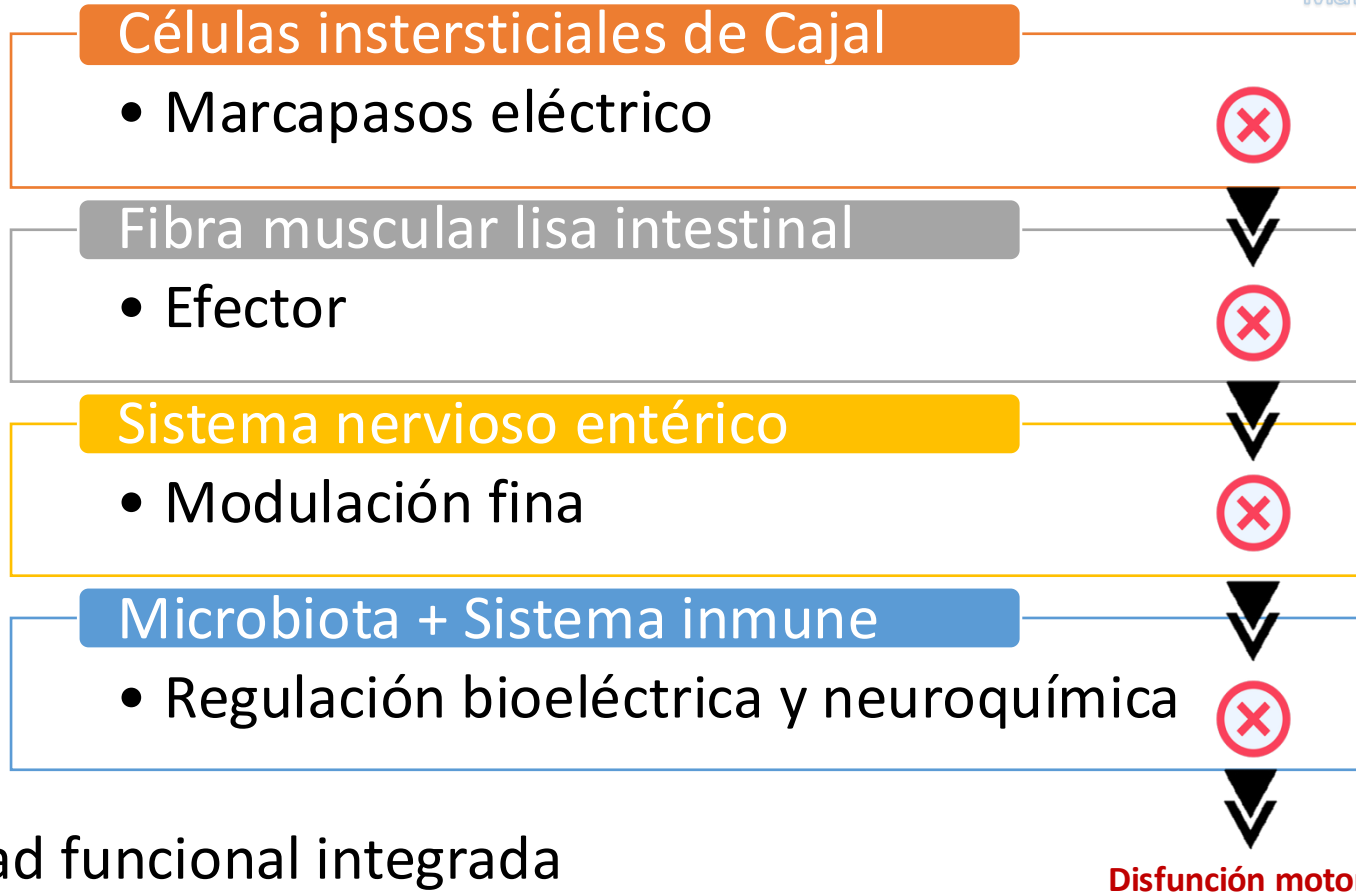
Mezclar y  
degradar  
el alimento

Mayor exposición a enzimas digestivas



Aumento del área de superficie

# Función motora digestiva



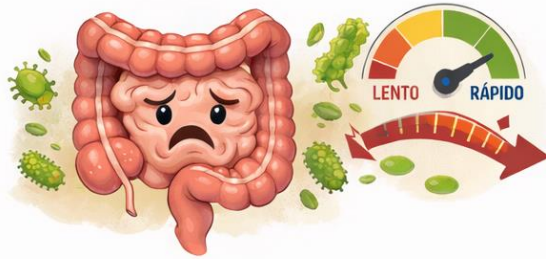


Muchas alteraciones  
motoras son **trastornos de  
la regulación**, no lesiones  
estructurales

# Función motora digestiva

## Alteraciones en el Aparato Digestivo

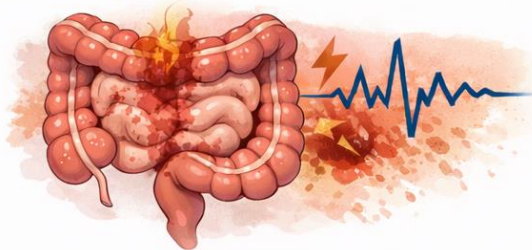
El **Síndrome del intestino irritable** produce **disbiosis** causada por **hiper o hipomotilidad**.



La **diabetes** produce daño en las **células intersticiales de Cajal** lo cual deriva en **neuropatía entérica**.



La **Enfermedad inflamatoria intestinal** produce **inflamación** que causa **alteraciones electromecánicas**.



La **obesidad** produce alteraciones significativas en la producción de **ácidos grasos de cadena corta** lo cual produce **alteraciones** en el **tránsito**.

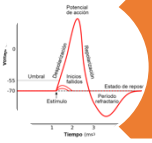


# Propiedades eléctromecánicas de la FML

# Propiedades electromecánicas de la FML

FH1 Digestivo  
Área Fisiología

Facultad de Medicina  
Málaga



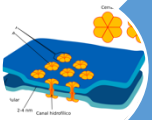
Contracción larga con un PdA



Contracción lenta



Actina / miosina vs No troponina



Uniones musculares tipo gap → sincitio funcional



Señales viajan rápido (fibras longitudinales)

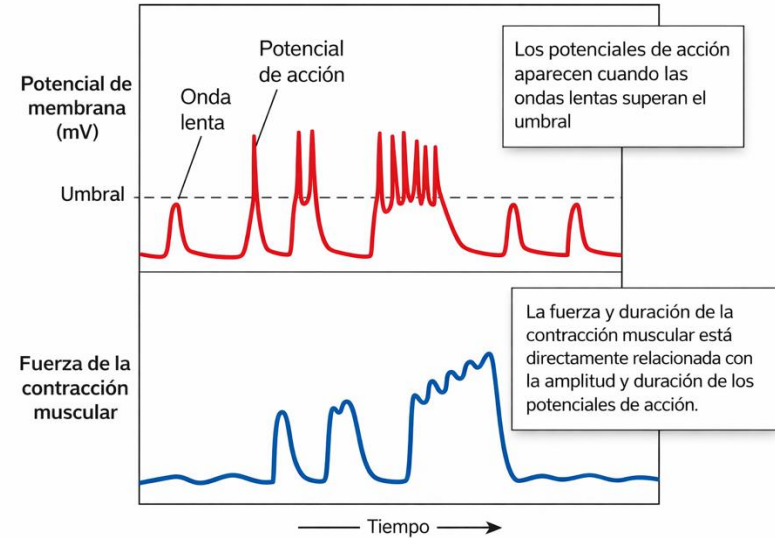
# Propiedades electromecánicas de la FML

Voltaje de reposo modificable

- Actividad eléctrica intrínseca
  - Lenta
  - Continua
- Canales
  - Sodio-Calcio

Tipos de ondas

- Ondas lentas
- Espigas





# Ondas lentas



Variaciones espontáneas y cíclicas del potencial de membrana de forma segmentaria  
(3 / estómago; 12 / duodeno; 8 / íleon) por minuto



5-15 mV



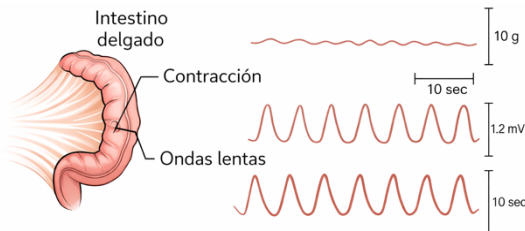
Producidas por la actividad de las cél intersticiales de Cajal (Auerbach)  
(marcapasos eléctrico) sobre la FML



Entrada de  $\text{Na}^+$  únicamente  $\rightarrow$  No inducen contracciones musculares  
(excepto en estómago donde producen las ondas lentas)



Regulación aparición ondas en espiga



# Ondas lentas

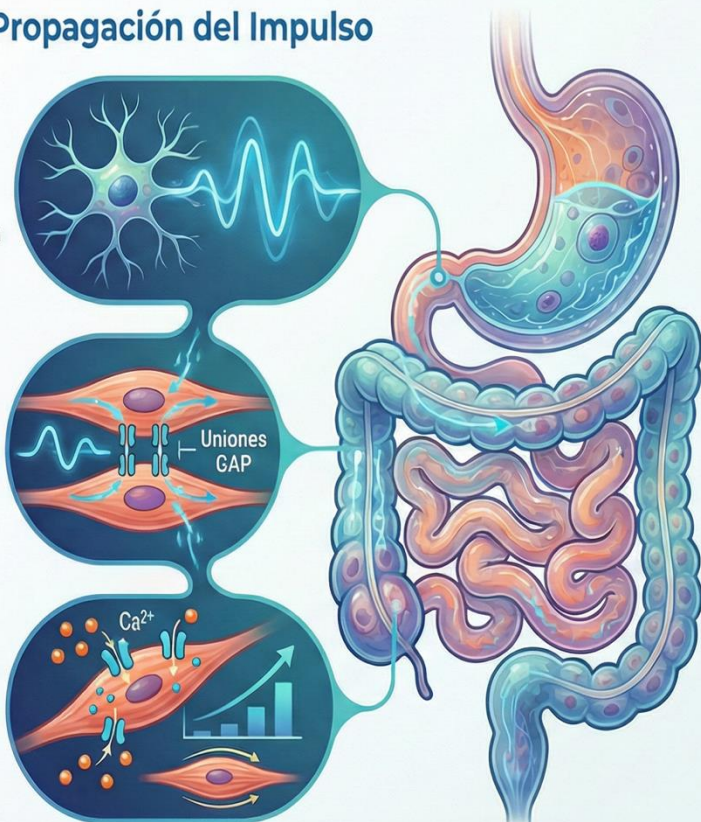
## El Marcapasos del Sistema Digestivo: Las Células de Cajal

### Mecanismo y Propagación del Impulso

**Marcapasos de Ondas Lentas**  
Las células de Cajal generan ondas eléctricas espontáneas que coordinan la motilidad intestinal.

**Conducción vía Uniones GAP**  
Los impulsos se propagan a las fibras musculares adyacentes a través de conexiones intercelulares.

**Relación Calcio-Contracción**  
A mayor duración de la onda, más calcio entra y mayor es la fuerza.



### Ritmos y Frecuencias Regionales



#### Digestivo vs. Miocárdico

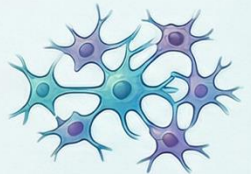
El ritmo gastrointestinal (3-12 ondas/min) es mucho más lento que el cardíaco (60-90).



40-90 ondas/min

#### El Marcapasos Más Rápido Manda

Al igual que en el corazón, la célula más rápida marca el paso del grupo.



#### Variabilidad de Frecuencia



Estómago



3 ondas/min



12 ondas/min



Duodeno

## Coordinación motilidad gastrointestinal

# Ondas en espiga

Factor estimulante (comer, distensión, hormonas)

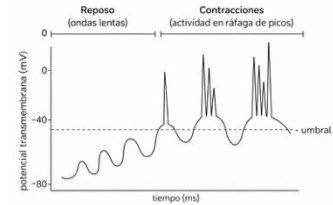
Añadido sobre ondas lentas

Potenciales de acción (PdA) FML (a partir de -40 mV)

Producen contracción: 1-10 espigas / segundo

↑ Duración PdA FME (10-20 ms / espiga)

Producido por canales  $\text{Na}^+$ -  $\text{Ca}^{2+}$

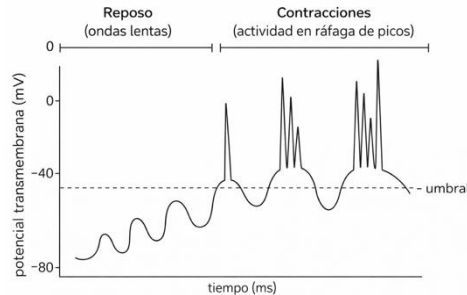


# Ondas en espiga

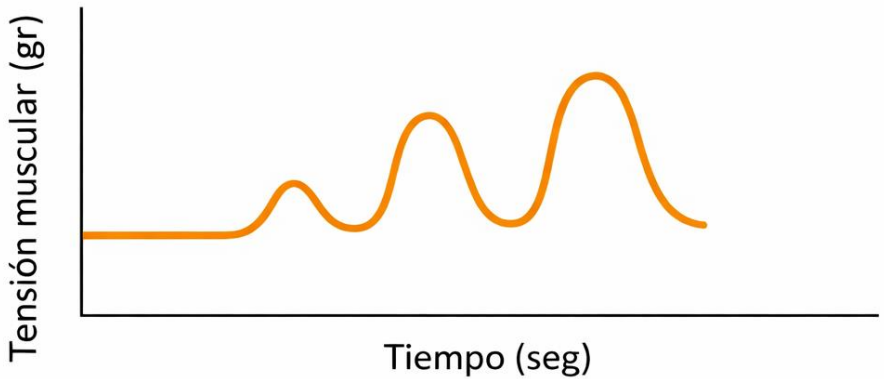
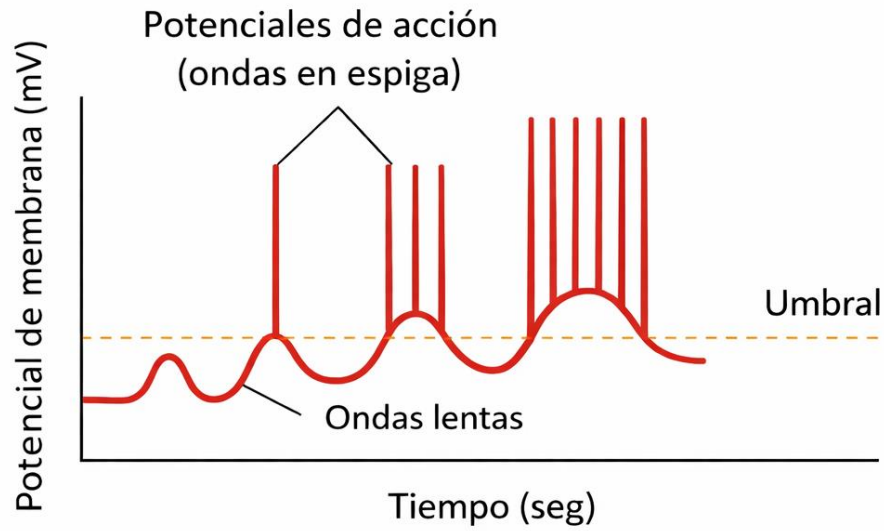
↑ Frecuencia ondas cuando ↑ diferencia de potencial

Siempre producen contracción

Contracción tónica por sumación (PdA continuos / hormonas)



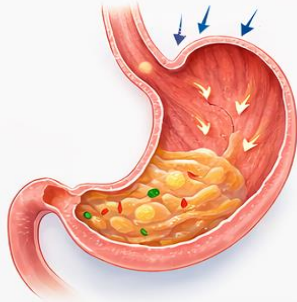
# Propiedades electromecánicas de la FML



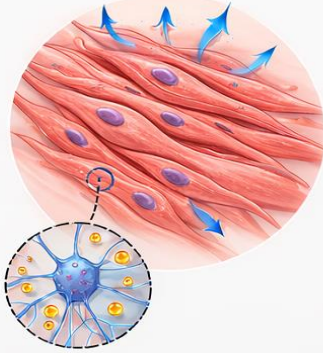
FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

# Propiedades electromecánicas de la FML: Resumen

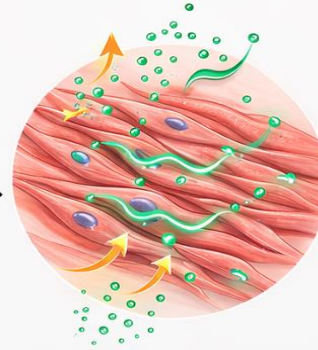
Los alimentos llegan al estómago y **distienden** las FML de la pared gástrica



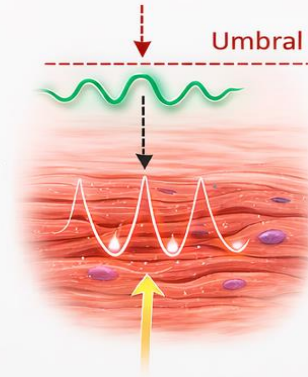
La distensión provoca liberación de NT y otras sustancias en los **plexos locales**



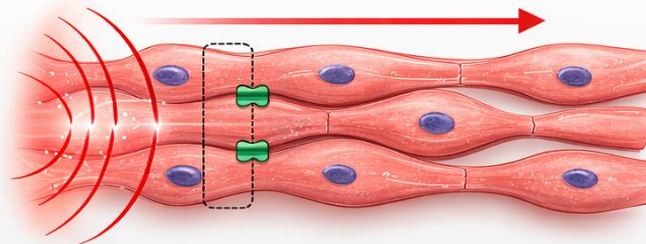
Los NT estimulan la FML → **ondas lentas**



Alcanzado el umbral → **potenciales de acción** y **ondas en espiga**



Los potenciales de acción **difunden** a través del **sincitio funcional** por las **uniones GAP**



como si fuera una ola  
↓  
↑  
produciendo **contracciones musculares**

**contracciones musculares**

# Movimientos Gastrointestinales

## Peristálticos

- Inherente a las estructuras tubulares con FML sincitial
- Distensión - Anillo de contracción
- Desplazamiento

## Segmentarios / mezcla

- Contracción y relajación alternante
- Desplazamiento muy escaso

## Tónicos

- En esfínteres
- Regula movimiento contenido de la luz intestinal
- Separa / bloquea secciones

## Movimientos en ayuno

- Ondas I, II, III en estómago
- Complejo motor migratorio en intestino delgado

# Factores que afectan a la excitabilidad FML

## Aumento de la excitabilidad de la FML:

### ► Distensión



### ► SN parasimpático (Acetilcolina)



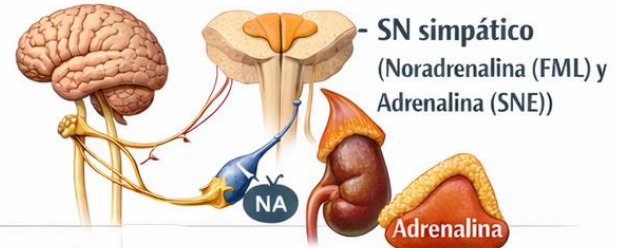
### ► Hormonas gastrointestinales



### ► Neuropéptidos



## Disminución de la excitabilidad de la FML



### ► Hormonas



### ► Neuropéptidos





# Función de defensa del tubo digestivo



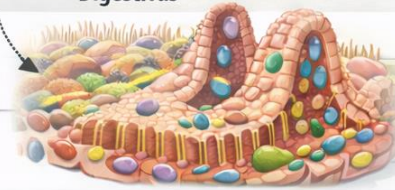
# Función de defensa del tubo digestivo

## El Desafío del Aparato Digestivo

Proteger al organismo de los invasores extraños



### Mecanismos de Defensa



80% de los Linfocitos en el Intestino Delgado

## Barreras Contra Bacterias, Virus y Patógenos



A photograph of a woman's midsection, showing her abdomen and waist. She is wearing a light gray crop top and black leggings. Her right hand is placed on her right side, near her waist, with her thumb pointing upwards. The background is plain white.

# Control del sistema digestivo

# Control del sistema digestivo



Señales eléctricas



Señales neurales



Señales hormonales



Señales paracrinas

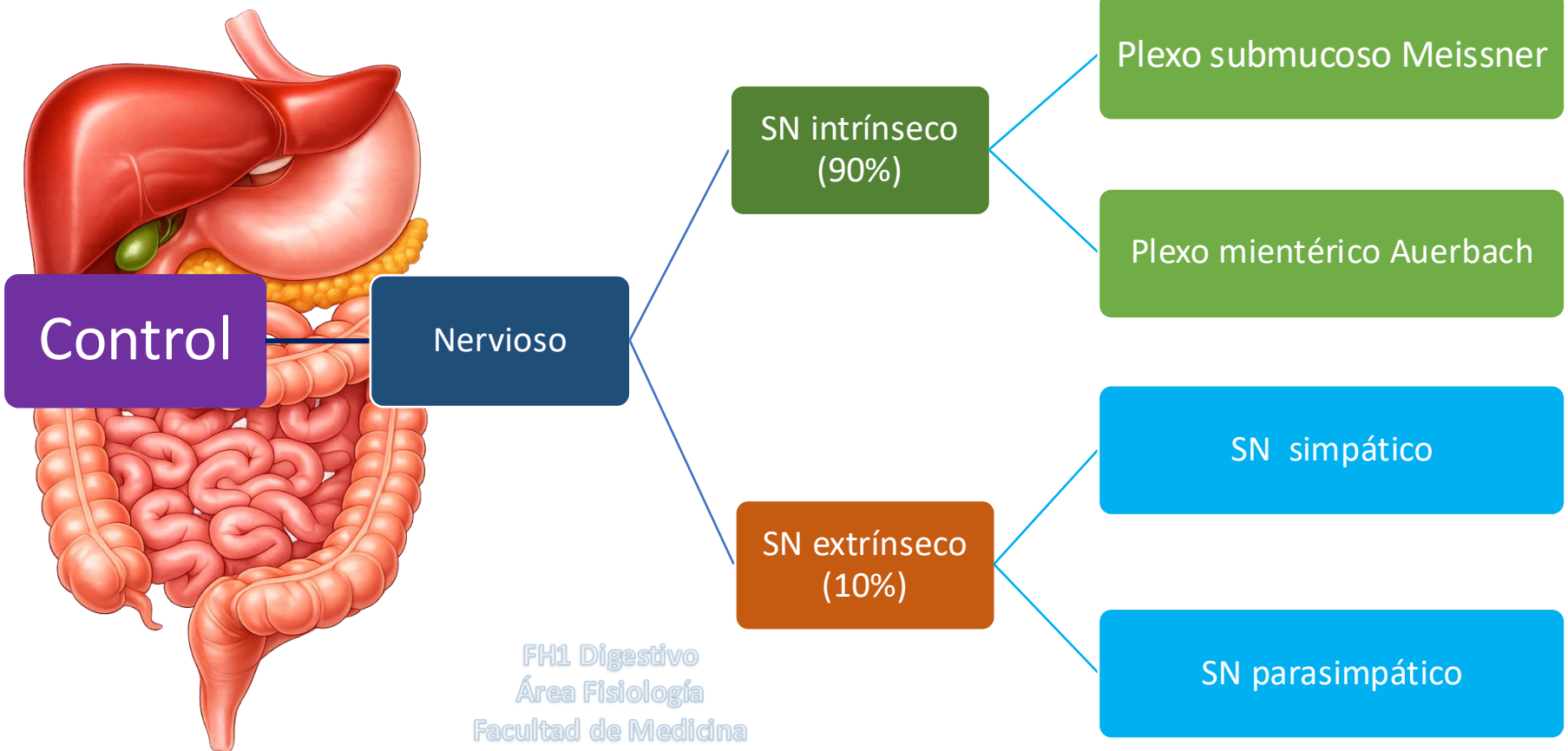


Inmune

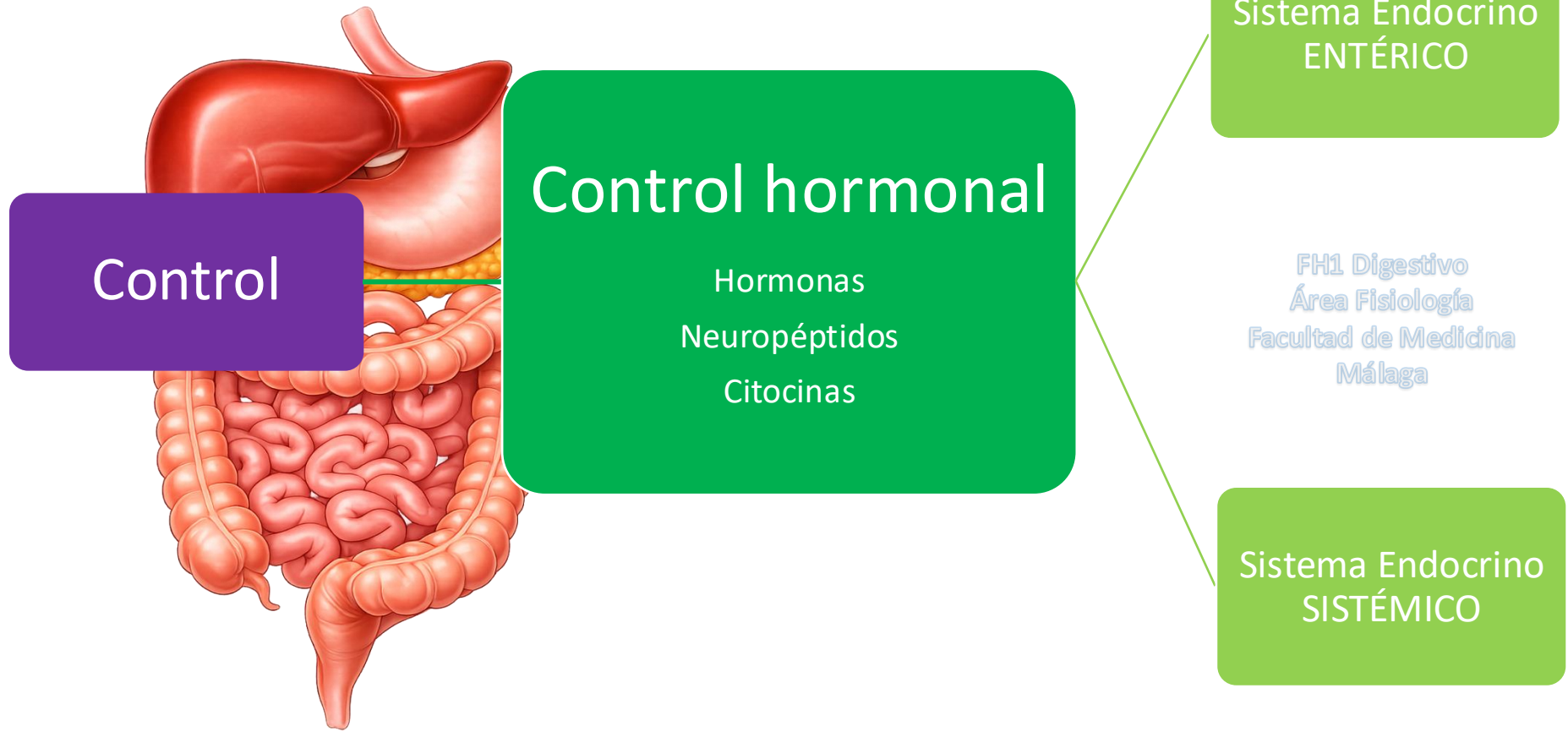


Microbiota intestinal

# Organización del Control del tubo digestivo

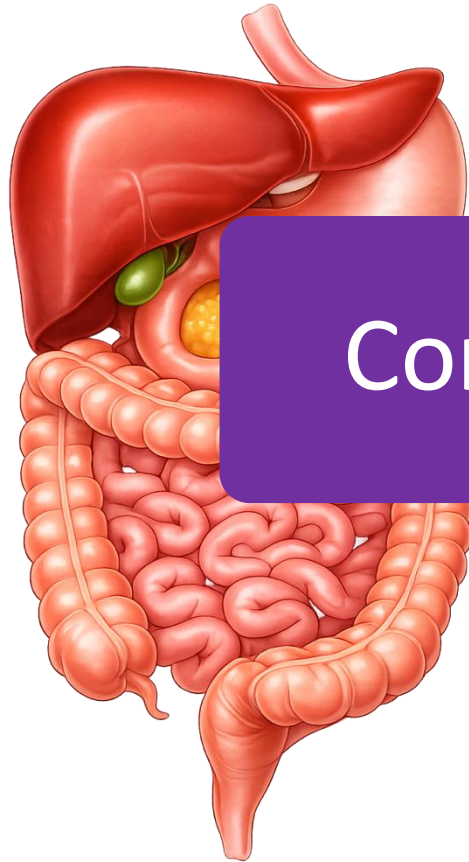


# Organización del Control del tubo digestivo



# Organización del Control del tubo digestivo

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga

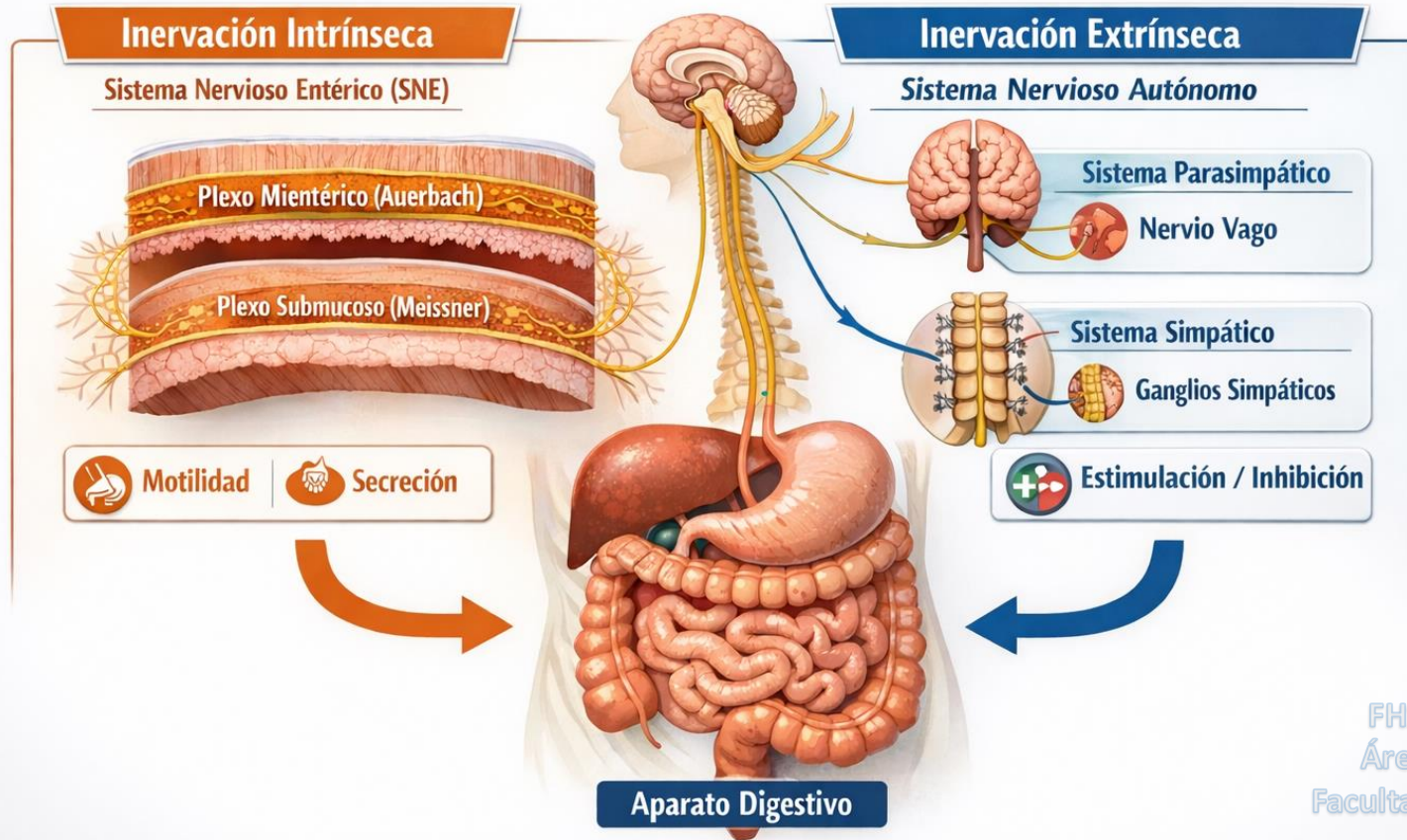


Control

Microbiota  
intestinal

# Control nervioso

El control nervioso de TD es realizado por medio de una **inervación intrínseca** realizada por el **SNE** y por una **inervación extrínseca** proveniente del **SN autónomo**.





# Control nervioso: Organización del SN entérico (SNE)

Se extiende desde el esófago hasta el ano



# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)

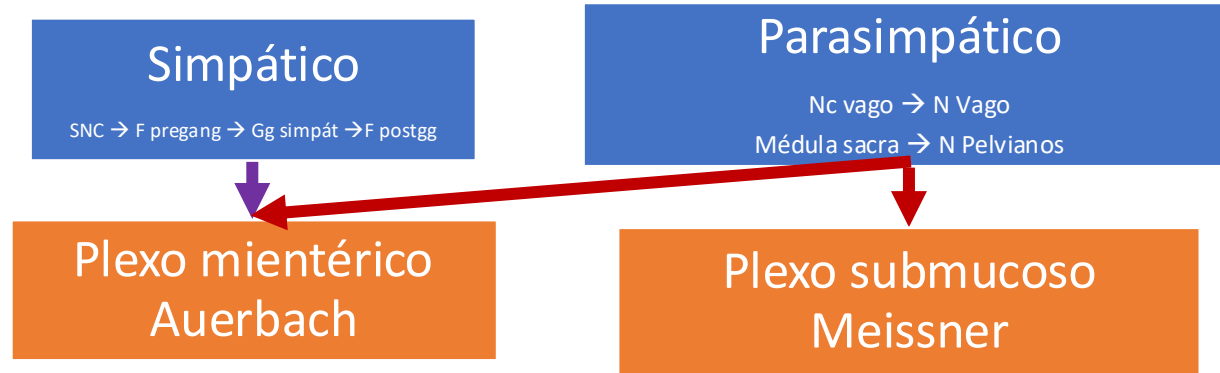


# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)

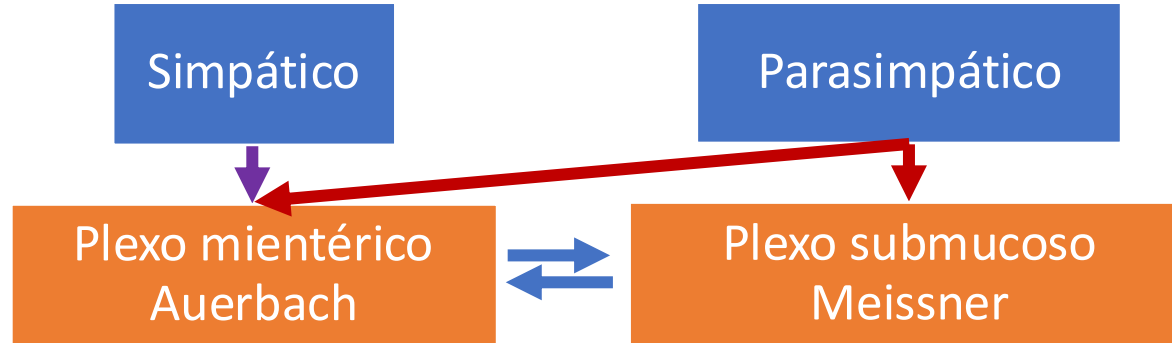
Plexo mientérico  
Auerbach

Plexo submucoso  
Meissner

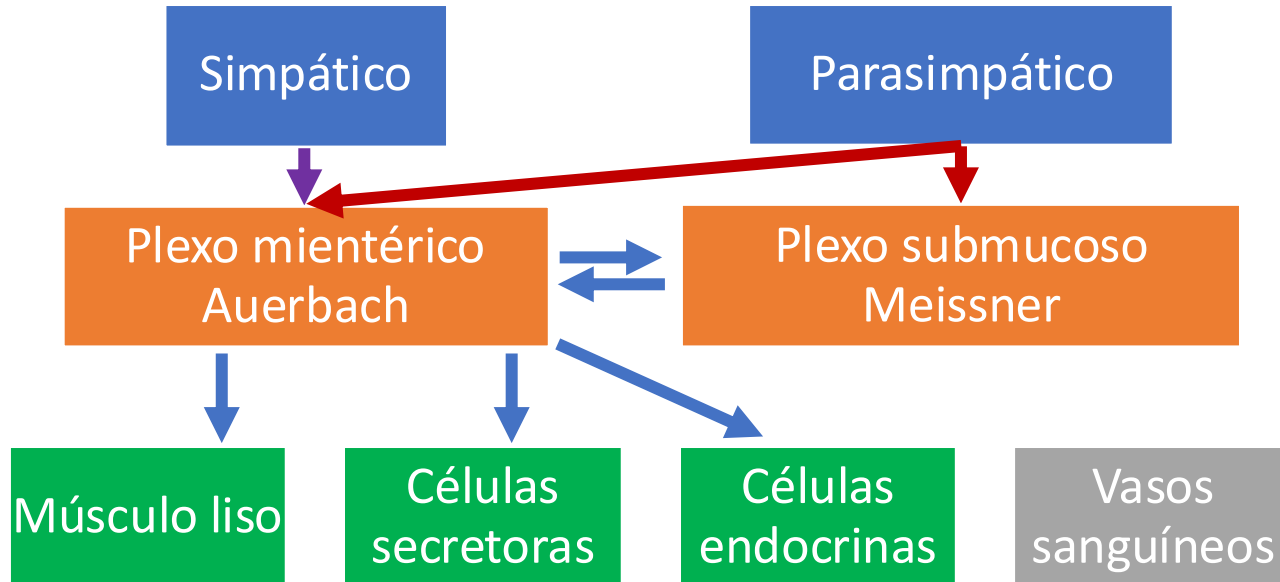
# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)



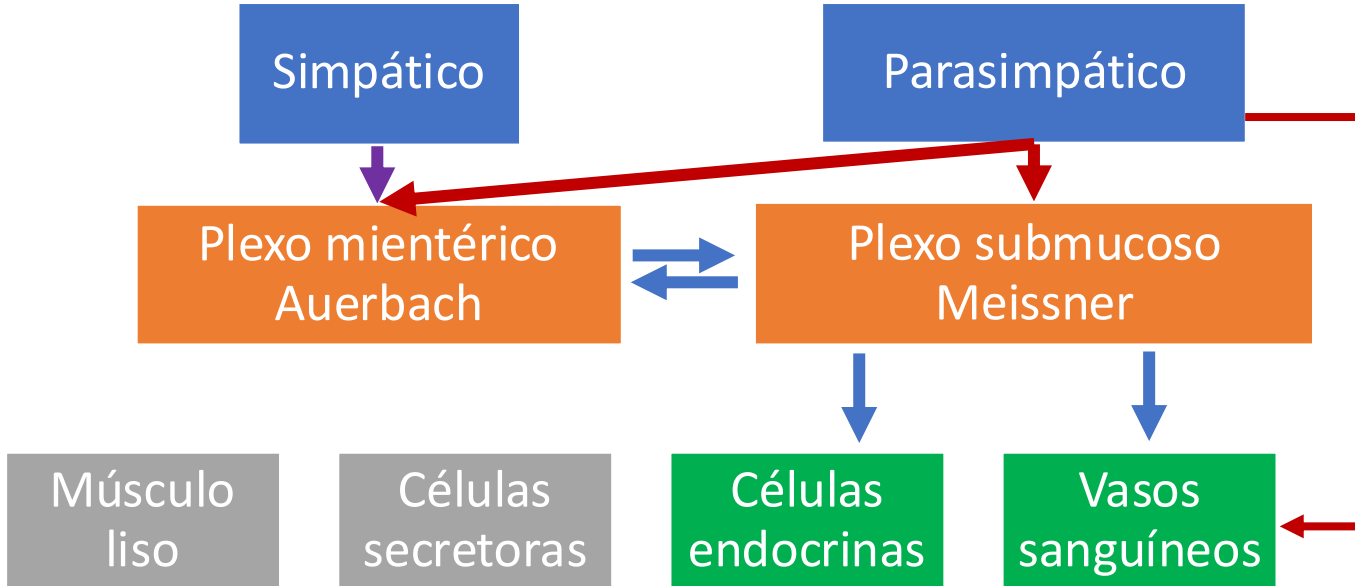
# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)



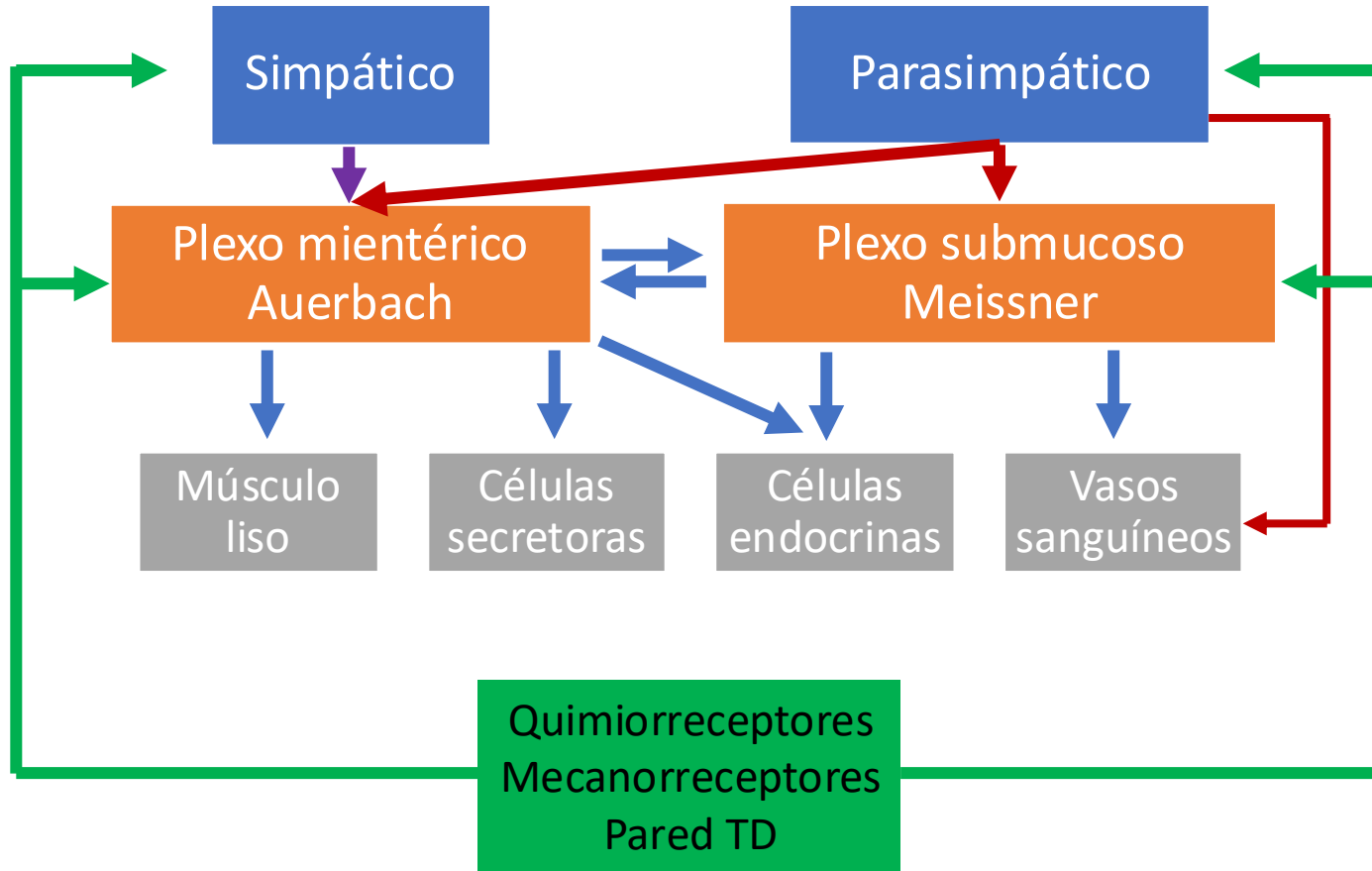
# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)



# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)



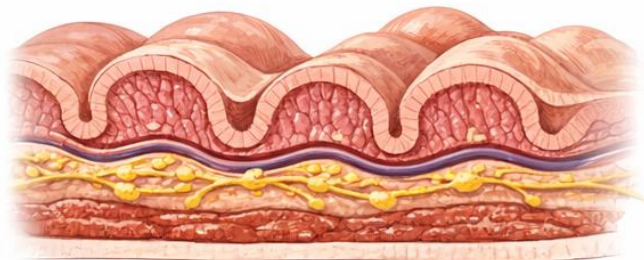
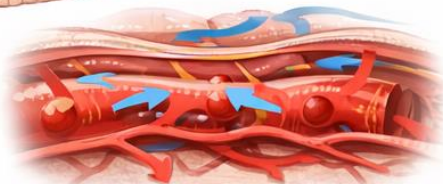
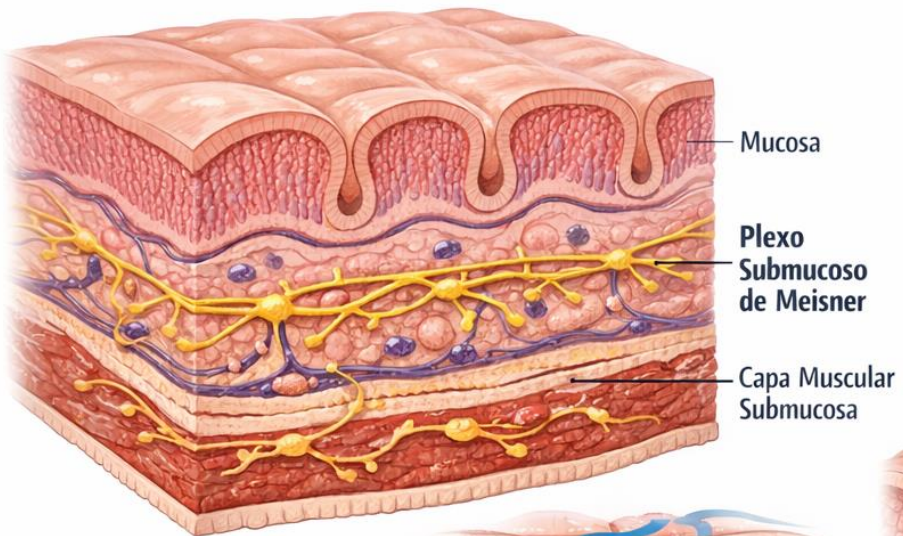
# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)



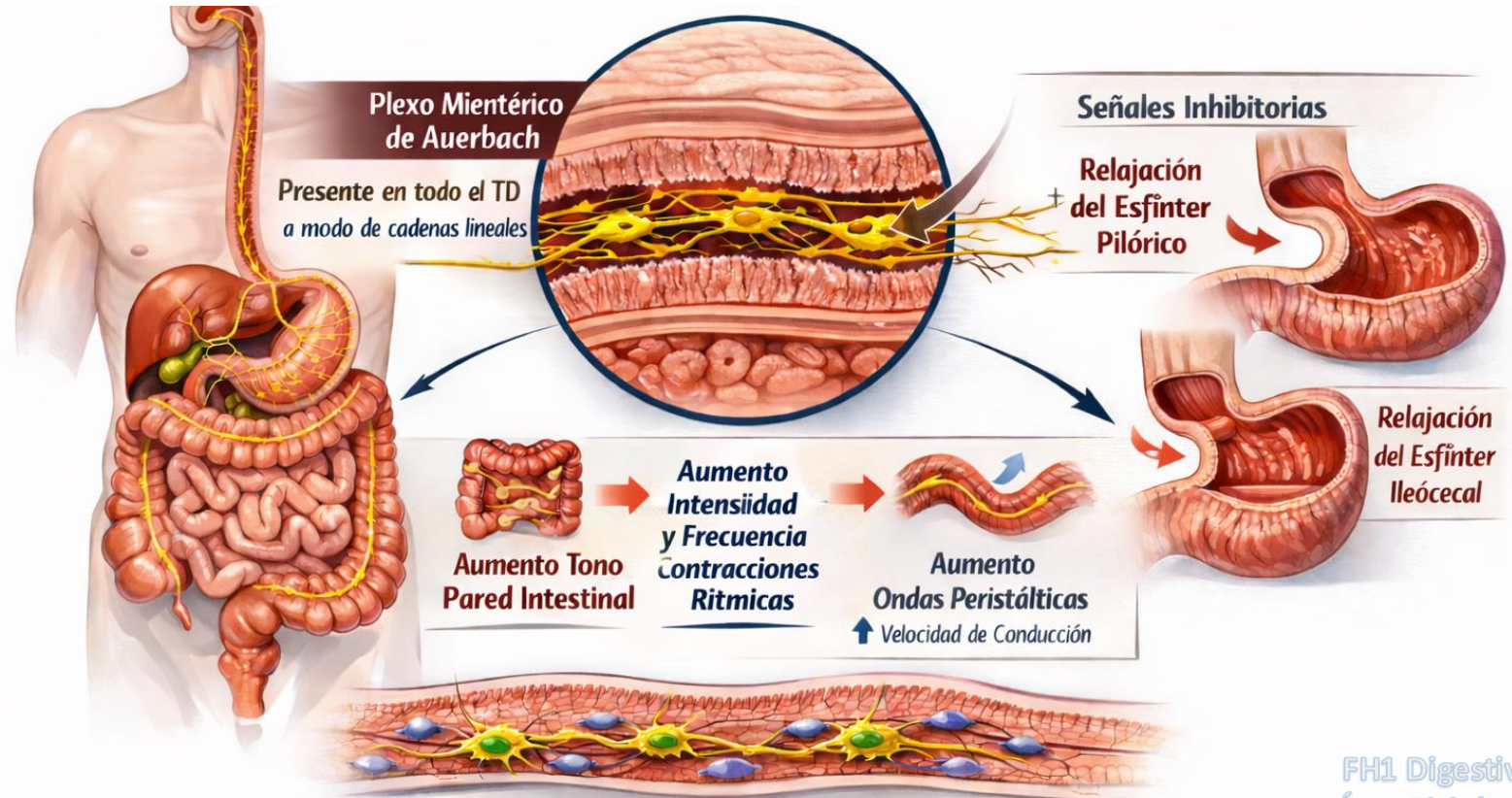


# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)

Al estar en la capa submucosa actúa únicamente a ese nivel.



# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)



— **Relación con Motilidad, Secreción y Absorción** —  
**Disfunción de las Células de Cajal y Trastornos Digestivos**

# Control nervioso: SN intrínseco (entérico)

## Generalidades

- Plexo mientérico
- Generación de ondas lentas (no contracción)
- Frecuencia máxima de contracción de cada segmento
- Sincronización de la actividad eléctrica de las FML

## Células intersticiales de Cajal (CIC)

### CIC Intramusculares

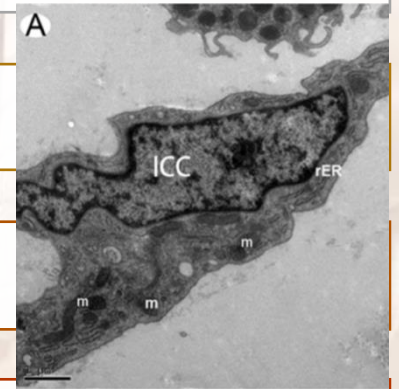
- Acoplamiento neuro-muscular

### CIC Submucosas

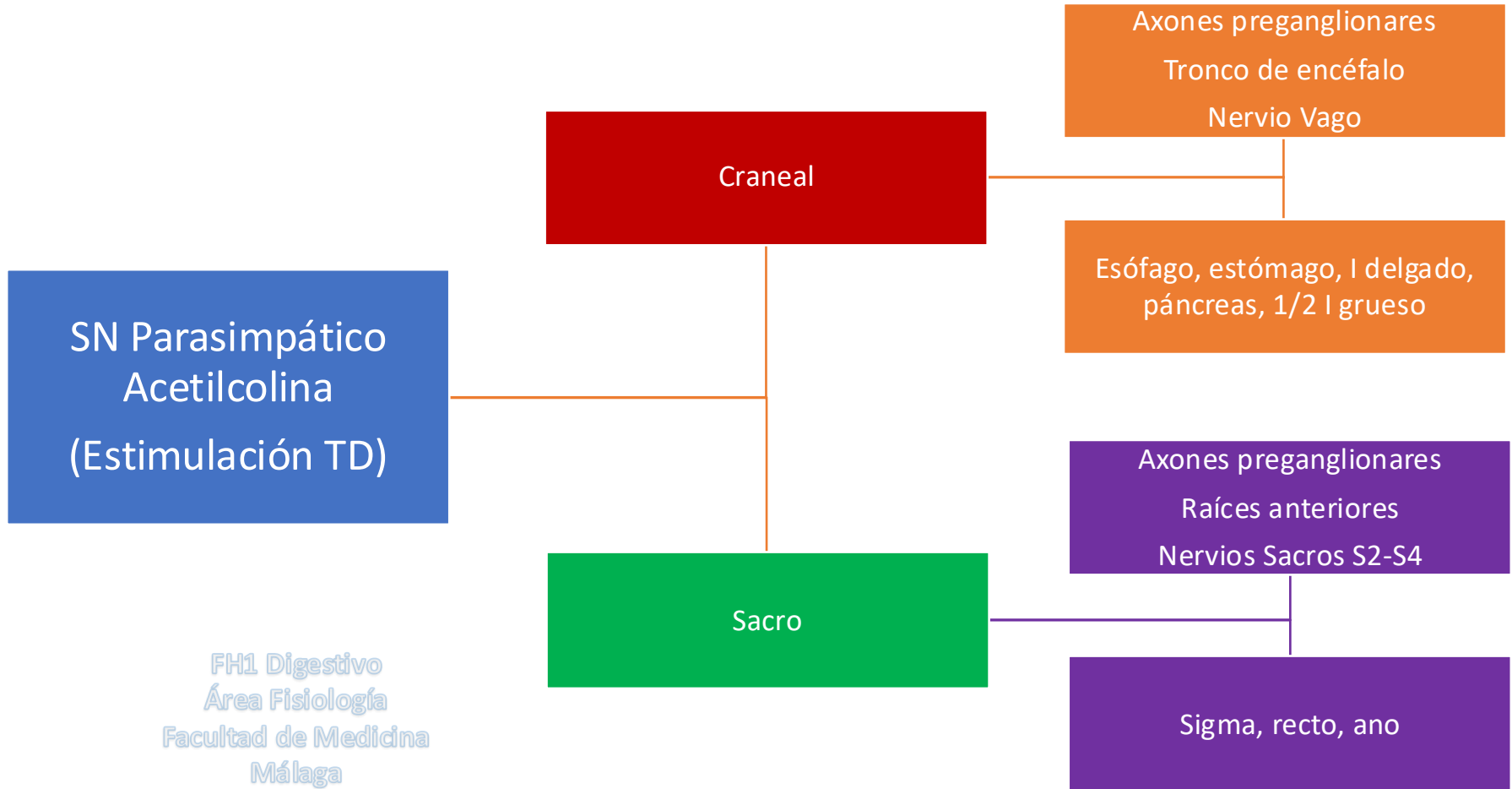
- Regulación de secreción y microcirculación

### Disfunción / pérdida Células Intersticiales de Cajal:

- Gastroparesia diabética
- Pseudoobstrucción intestinal
- Trastornos motores del Sd intestino irritable



# Control nervioso: SN extrínseco



# Control nervioso: SN extrínseco

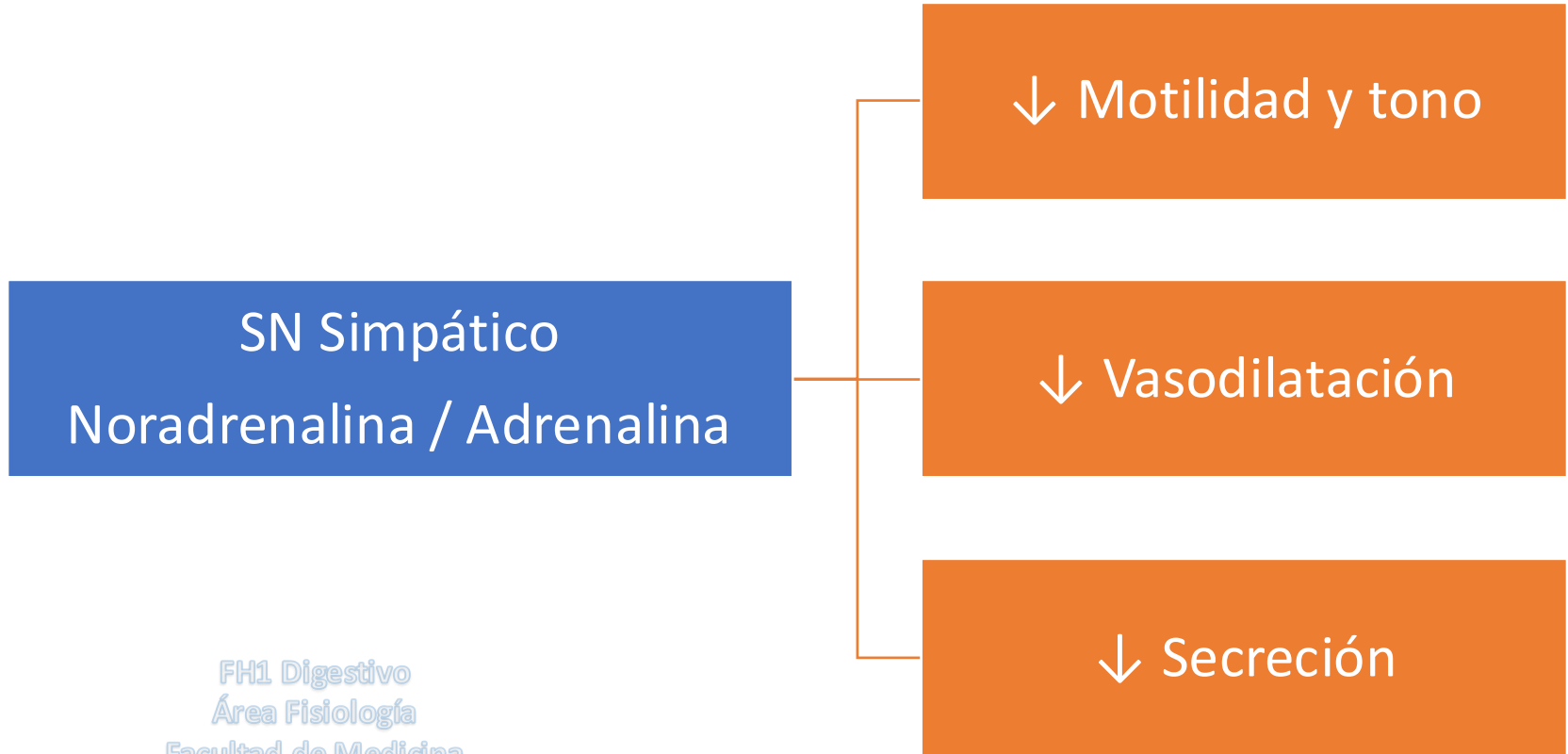


# Control nervioso: SN extrínseco

FH1 Digestivo  
Área Fisiología  
Facultad de Medicina  
Málaga



# Control nervioso: SN extrínseco



# Control nervioso: Importancia de los reflejos

## Mecanismos de los Reflejos Digestivos: Reflejos Largos y Cortos



## Variabilidad

Cuánto comemos

Cómo comemos

Cuando comemos

## Reflejos

Autorregulación local

Cortos

Largos

Emocionales



# Control nervioso: Importancia de los reflejos

## Mecanismos de los Reflejos Digestivos: Reflejos Largos y Cortos



## Reflejos

### Autorregulación local

- Integrados en pared intestinal
- Secreción y motilidad

### Cortos

- Intestino → Gg paravertebrales → Intestino

### Largos

- Intestino → Médula espinal/TdE → Intestino

### Largos (anteroalimentación)

- Vista / olfato / gusto / sonido → Médula espinal/TdE → Intestino

### Emocionales

- Emociones → Médula espinal / TdE → Intestino
- Constipación (viajes) / Diarrea / Vómitos

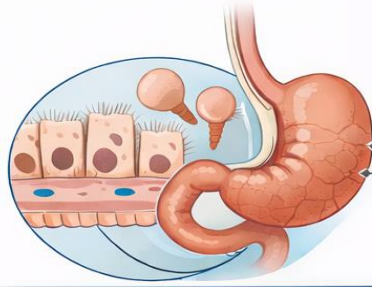
# Mecanismo de regulación: control neuronal

Sustancia	Localización	Acción
Acetilcolina	Neuronas colinérgicas <ul style="list-style-type: none"><li>• Receptores muscarínicos</li><li>• Receptores nicotínicos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Secreción salival (A)</li><li>• Secreción gástrica (A)</li><li>• Contracción gástrica (A)</li><li>• Somatostatina (D)</li><li>• Secreción pancreática (A)</li><li>• Músculo liso intestinal (A)</li><li>• Esfínteres (D)</li></ul>
Adrenalina Noradrenalina	Neuronas adre/noradrenérgicas <ul style="list-style-type: none"><li>• Receptores alfa</li><li>• Receptores beta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Músculo liso intestinal (D)</li><li>• Esfínteres (A)</li><li>• Secreción salival (A) / (D)</li><li>• Hambre y saciedad (A) / (D)</li></ul>
Serotonina	Mucosa TD <ul style="list-style-type: none"><li>• Píloro</li><li>• Inicio intestino delgado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Secreción moco gástrico (A)</li><li>• Ác clorhídrico (D)</li><li>• Tono y motilidad intestinal (D)</li><li>• Músculo liso (A)</li></ul>
Óxido nítrico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Músculo liso endotelial</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flujo sanguíneo estómago/intestino (A)</li><li>• Musculo liso estómago e intestino (D)</li><li>• Vasodilatación microcirculación (A)</li><li>• Motilidad intestinal (D)</li></ul>

A: Aumento  
D. Disminución

Cuadro resumen de la regulación nerviosa  
del tubo digestivo

# Control endocrino (hormonal)



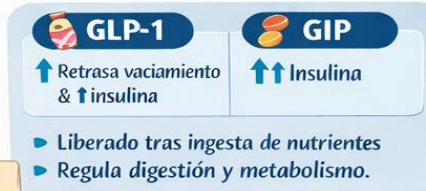
El tubo digestivo actúa como un órgano endocrino difuso.

Células enteroendocrinas detectan quimo (nutrientes, pH, osmolaridad) y liberan hormonas (regulación motilidad, secreción, absorción, metabolismo) con integración en el SN entérico y Central

## Principales hormonas digestivas y funciones

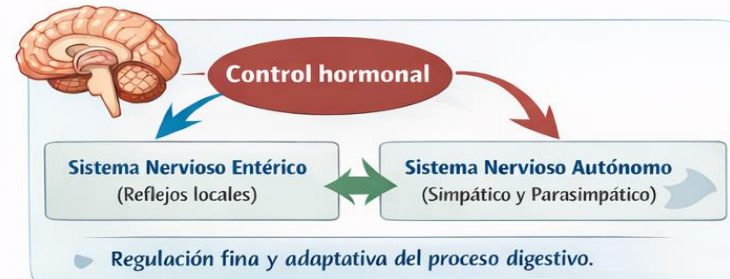


## El eje incretínico: integración digestivo-metabólica



+ **Concepto clave actual:**

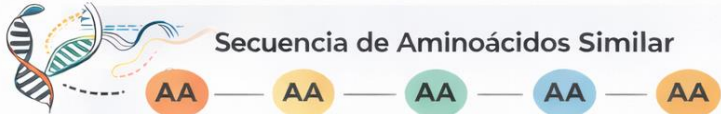
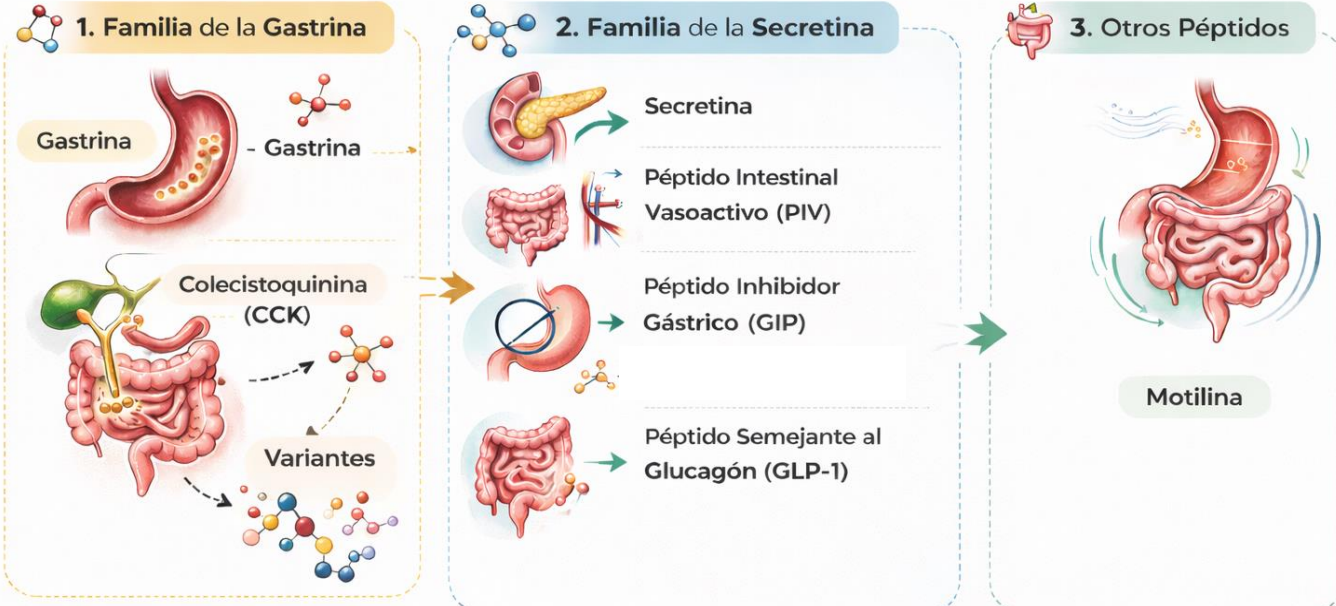
El tubo digestivo anticipa y regula la respuesta metabólica postprandial.



# Mecanismo de regulación: hormonas gastrointestinales

## Familias de Hormonas Gastrointestinales

Todos los miembros comparten secuencias similares de aminoácidos



# Mecanismo de regulación: control hormonal (I)

Hormona	Localización	Acción	Estímulo de su liberación
<b>Gastrina</b> (Hormona endocrina)	<b>Célula G</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estómago</li><li>• Duodeno</li><li>• Yeyuno</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esfínter Esofágico Inferior (A)</li><li>• Motilidad del estómago (A)</li><li>• Contracción esfínter píloro (D)</li><li>• Evacuación gástrica (A)</li><li>• Secreción HCl, F I Castle, Pepsinógeno (A)</li><li>• Crecimiento mucosa gástrica (trofismo) (A)</li><li>• Motilidad íleon (A)</li><li>• Motilidad colon (A)</li><li>• Secreción Insulina (A)</li><li>• Secreción biliar y pancreática (A)</li><li>• Válvula ileocecal (D)</li></ul>	<b>Distensión</b> <b>Proteínas</b> <b>Péptido liberador Gastrina</b>
<b>Secretina</b> (Hormona endocrina)	<b>Células S</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Duodeno</li><li>• Yeyuno</li><li>• Íleon</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esfínter esofágico inferior (D)</li><li>• Motilidad gástrica (D)</li><li>• Evacuación gástrica (D)</li><li>• Esfínter pilórico (A)</li><li>• Motilidad intestinal (D)</li><li>• Secreción gástrica agua, electrolitos y HCL (D)</li><li>• Moco gástrico (A)</li><li>• Secreción Pepsinógeno (A)</li><li>• Secreción Gastrina (D)</li><li>• Secreción agua y bicarbonato intestinal (A)</li><li>• Secreción biliar y contracción vesícula (A)</li><li>• Secreción acuosa y enzimática páncreas (A)</li><li>• Glucagón (D) e insulina (A)</li></ul>	<b>Quimo ácido</b> <b>Grasas</b>

**A: Aumento**  
**D. Disminución**

# Mecanismo de regulación: control hormonal (II)

Hormona	Localización	Acción	Estímulo de su liberación
<b>Colecistoquinina</b> (Hormona endocrina / paracrina)	Cerebro Células I <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duodeno</li> <li>• Yeyuno</li> <li>• Íleon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfínter esofágico inferior (D)</li> <li>• Motilidad y vaciamiento gástrico (D)</li> <li>• Secreción Gastrina (D)</li> <li>• Motilidad intestinal (A)</li> <li>• Contracción vesícula biliar (A)</li> <li>• Secreción sales biliares (A)</li> <li>• Esfínter Oddi (D)</li> <li>• Secreción acuosa y encimática páncreas (A)</li> <li>• Insulina, glucagón, calcitonina y somatostatina (A)</li> <li>• Glándulas Brunner (A)</li> <li>• Refuerzo acción secretina (A)</li> <li>• Absorción agua, Na, K, Cl en intestino (D)</li> <li>• Saciedad (efecto anorexígeno cerebral) (A)</li> <li>• Somnolencia posprandial (A)</li> </ul>	Degradación de grasas (ác grasos) Proteínas (aa esenciales) Ácidos Progesterona
<b>Péptido inhibidor Gástrico (PIG/GIP)</b> (Neuropéptido con acción TD)	Duodeno Yeyuno Cél B páncreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfínter esofágico inferior (D)</li> <li>• Motilidad y vaciamiento gástrico (D)</li> <li>• Ácido gástrico y pepsina (D)</li> <li>• Secreción agua y electrolitos intestino delgado (A)</li> <li>• Insulina y lipasa (A)</li> </ul>	Proteínas Grasas Hidratos de carbono
<b>Motilina</b> (Hormona endocrina)	Duodeno proximal Yeyuno Fundus gástrico Antro gástrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfínter esofágico inferior (A)</li> <li>• Motilidad gástrica (A)</li> <li>• Vaciamiento gástrico sólidos (A)</li> <li>• Vaciamiento gástrico líquidos (D)</li> <li>• Pepsinógeno (A)</li> <li>• Motilidad intestinal: CMM ayuno (A)</li> </ul>	Ayuno Distensión gástrica Grasas Ácido en duodeno S Nervioso
<b>Glucagón</b> (Hormona endocrina)	Páncreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Músculo liso digestivo (D)</li> <li>• Glucogenolisis (A)</li> <li>• Gluconeogénesis (A)</li> <li>• Cetogénesis (A)</li> </ul>	Ayuno Concentración glucosa baja

**A: Aumento**  
**D: Disminución**

# Mecanismo de regulación: control hormonal (III)

Hormona	Localización	Acción	Estimulo de su liberación
<b>GLP-1 (posprandial)</b> (Incretina)	Duodeno Páncreas endocrino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secreción insulina (A)</li> <li>• Secreción glucagón (D)</li> <li>• Vaciamiento gástrico (D)</li> <li>• Saciedad (A)</li> </ul>	Comida mixta (HdC / grasas)
<b>Grelina</b> (Neuropéptido con acción TD)	Estómago → Encéfalo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingesta alimentos (A)</li> <li>• SN parasimpático (A)</li> </ul>	Estómago vacío
<b>Somatostatina</b> (Hormona endocrina / paracrina)	Duodeno Páncreas Cerebro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glándulas salivares (D)</li> <li>• Motilidad y evacuación gástrica (D)</li> <li>• Ac clorhídrico, pepsina, gastrina (D)</li> <li>• Secretina, glucagón, polipéptido intestinal vasoactivo, PIG, motilina, CCK, Sustancia P, ACh (D)</li> <li>• Tránsito intestinal (D)</li> <li>• Absorción intestinal (D)</li> <li>• Secreción pancreática (D)</li> <li>• Vaciamiento vesícula biliar (D)</li> <li>• Flujo sanguíneo hígado, bazo, mesentérico y celíaco (D)</li> <li>• Inhibición global sistema digestivo</li> </ul>	Agua y electrolitos  <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">                         A: Aumento                          D: Disminución                     </div>
<b>Péptido intestinal vasoactivo (VIP)</b> (Neuropéptido con acción TD)	Tubo digestivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secreción gástrica (D)</li> <li>• Rejación receptiva gástrica (A)</li> <li>• Evacuación gástrica (D)</li> <li>• Esfínter esfagáptico inferior (D)</li> <li>• Gastrina (D)</li> <li>• Secreción acuosa pancreática (A)</li> </ul>	

# Mecanismo de regulación: control hormonal (IV)

Hormona	Localización	Acción	Estímulo de su liberación
<b>Neuropéptido Y</b> (Neuropéptido con acción TD)	Duodeno Colon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingesta / hambre (A)</li> <li>• Leptina (D)</li> <li>• Insulina (A)</li> </ul>	Insulina Glucocorticoides
<b>Neuropéptido YY</b> (Neuropéptido con acción TD)	Íleon (Células L) Colon Páncreas Cerebro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secreción Pepsina y ácido Clorhídrico (D)</li> <li>• Vaciamiento gástrico (D)</li> <li>• Actividad muscular intestino (D)</li> <li>• Páncreas exocrino (A)</li> <li>• Secretina y CCK (A)</li> </ul>	Grasa <b>A: Aumento</b> <b>D. Disminución</b>
<b>Polipéptido pancreático</b> (Hormona endocrina / paracrina)	Páncreas Estómago Duodeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido clorhídrico (D)</li> <li>• Motilidad gastrointestinal (D)</li> <li>• Secreción pancreática (D)</li> <li>• Contracción vesícula (D)</li> <li>• Apetito (D)</li> </ul>	Ayuno Proteínas Ejercicio Estimulación vagal
<b>Polipéptido intestinal vasoactivo</b> (Neuropéptido con acción TD)	Todo TD Cerebro Retina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vasos sanguíneos GI salivares (A)</li> <li>• Esfínter esofágico inferior (D)</li> <li>• Tono gástrico (D)</li> <li>• Pepsina y ácido clorhídrico (D)</li> <li>• Agua, electrolitos y somatostatina intestinal (A)</li> <li>• Glucagón, insulina (A)</li> <li>• Lipólisis, glucogenólisis (A)</li> <li>• Esfínter anal (D)</li> </ul>	Desconocido Glucosa oral (liberación cerebral) Quimo ácido (liberación TD)



# Mecanismo de regulación: control hormonal (V)

Hormona	Localización	Acción	Estimulo de su liberación
Péptido liberador de gastrina (bombesina) (Neuropéptido con acción TD)	Células neurales TD Células endocrinas TD Cerebro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Producción de gastrina (A)</li><li>• Secreción y actividad motora estómago (A)</li><li>• Señal llenado y saciedad estómago (A)</li><li>• Liberación hormonas pancreáticas (A)</li><li>• Contracción vesícula biliar (A)</li></ul>	Desconocido
Leptina (Neuropéptido con acción TD)	Estómago (C principal) Endocrinocito fundus Tejido adiposo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Protección mucosa gástrica (A)</li><li>• Insulina (D)</li><li>• Somatostatina (A)</li><li>• Gluconeogénesis, glucogenolisis, lipolisis (A)</li><li>• Leptina alta → Saciedad (A)</li><li>• Leptina baja → Hambre (A)</li></ul>	Nivel grasa tejido adiposo Estado posprandial Liberación insulina

A: Aumento  
D. Disminución

# Mecanismo de regulación: Transmisores no peptídicos

Sustancia	Localización	Acción
Histamina	Todo el organismo <ul style="list-style-type: none"><li>• Receptores H1, H2, H3</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Secreción salival (A)</li><li>• Ácido clorhídrico (A)</li><li>• Motilidad intestinal (A)</li><li>• Secreción pancreática (A)</li></ul>

A: Aumento  
D. Disminución

# Control ejercido por la microbiota

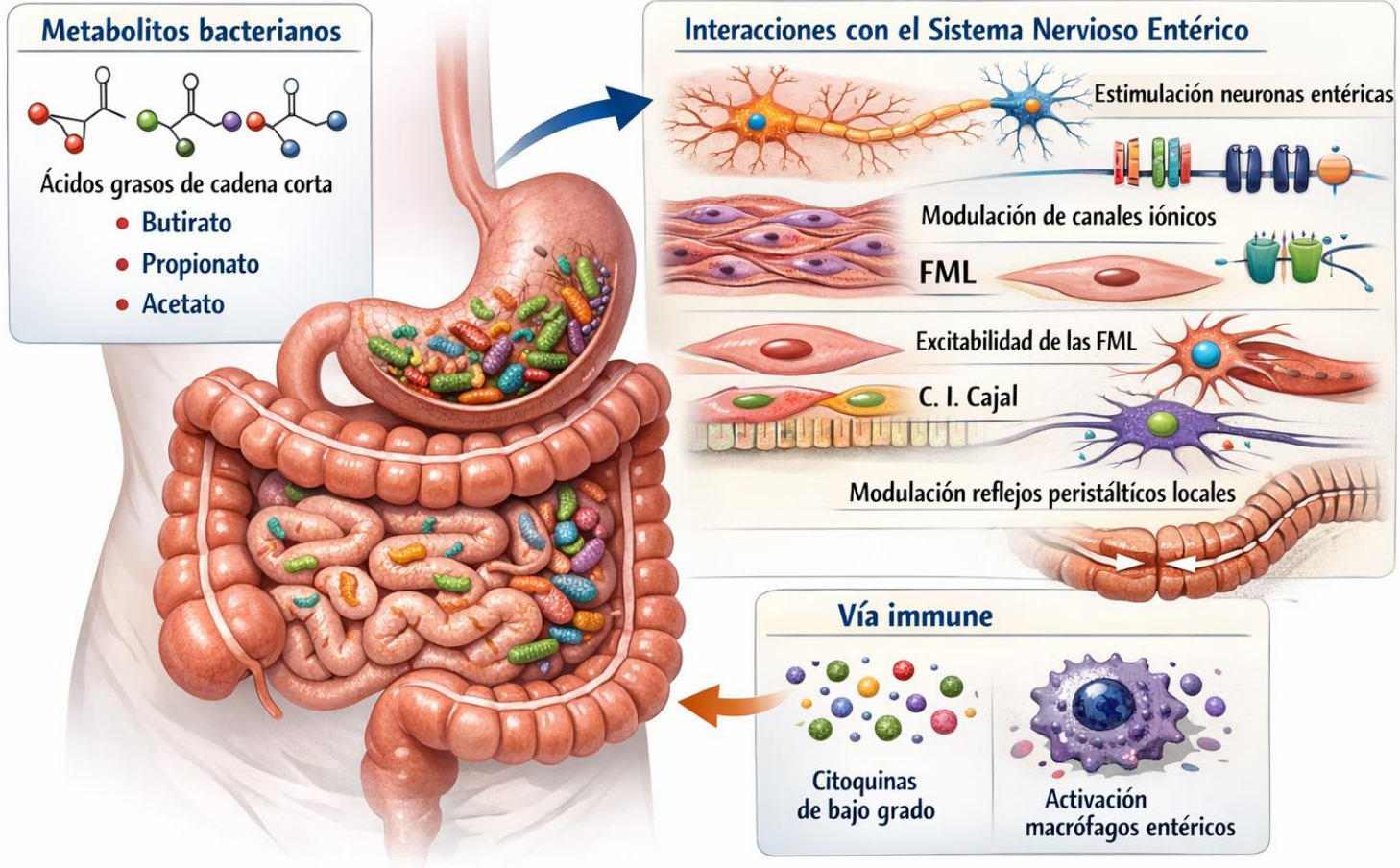
Conjunto de microorganismos que residen en el intestino

Metabolitos bacterianos

Interacciones con el SN Entérico

Vía inmune

# Control ejercido por la microbiota



# Control ejercido por la microbiota

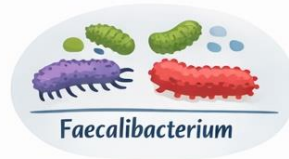
## Obesidad y Ácidos Grasos de Cadena Corta (AGCC)

Alteraciones y sus Consecuencias:



↑ ↑ AGCC Fecales  
(Acetato y Propionato)

Mayor concentración  
en obesos.



↑ Permeabilidad  
Intestinal



Translocación de endotoxinas.



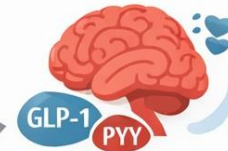
Mayor  
“Cosecha de Energía”



Más absorción  
de energía.



↓ GLP-1 y  
Saciadad



Alteración en señales  
de saciedad.

Disbiosis e inflamación, con mayor extracción de energía.

# Control integrado: Eje intestino-cerebro

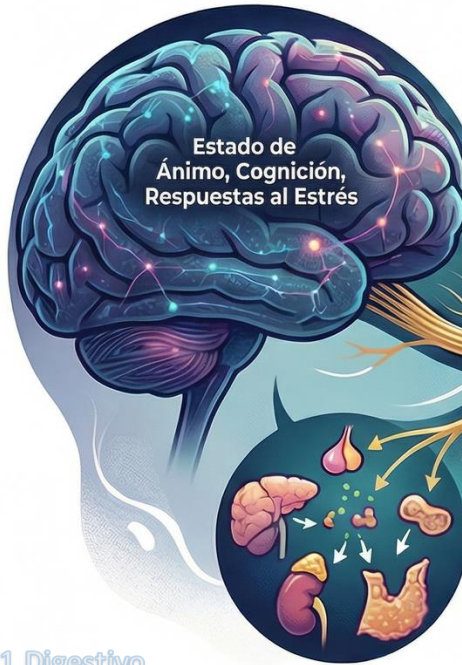
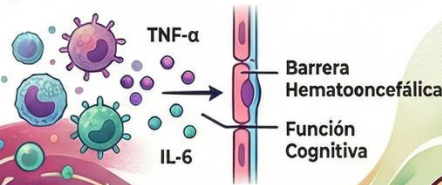
## El Eje Intestino-Cerebro: Una Vía de Doble Sentido

### Conexiones Físicas e Inmunitarias

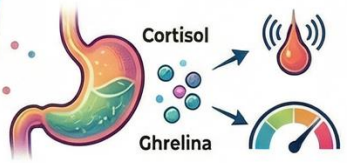
**La Vía Neural y el Nervio Vago**  
El nervio vago transmite señales desde el intestino al cerebro usando neurotransmisores como serotonina.



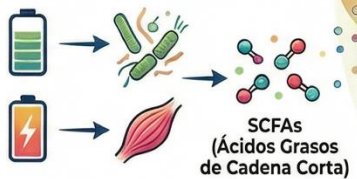
**Respuesta Inmune y Neuroinflamación**  
Las citoquinas (TNF- $\alpha$ , IL-6) pueden alterar la barrera hematoencefálica y afectar la función cognitiva.



### Mensajeros Químicos y Metabólicos



**El Eje Endocrino y el Estrés**  
La microbiota regula el cortisol y hormonas como la ghrelina, influyendo en el apetito.



**Metabolitos de la Microbiota (SCFAs)**  
La fermentación de fibra produce ácidos grasos de cadena corta que regulan la energía.



Microbiota Intestinal