

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

Ponente:

Dr. Sergio Santana Porbén.

Médico, Especialista en Bioquímica Clínica.

Profesor de Bioquímica de la Escuela de Medicina de La Habana.

Correo electrónico: [gan@hha.sld.cu](mailto:gan@hha.sld.cu)



El Tracto Gastrointestinal (TGI) representa una unidad funcional e inmunológica resultante de la interrelación de varios órganos encargados de la digestión de los alimentos, absorción de los nutrientes contenidos en ellos, y regulación de las concentraciones séricas de los mismos (entre otras).

Los equipos que se desempeñan en la práctica de la Nutrición Clínica se beneficiarán de conocer aspectos relevantes sobre la estructura y funciones del TGI.

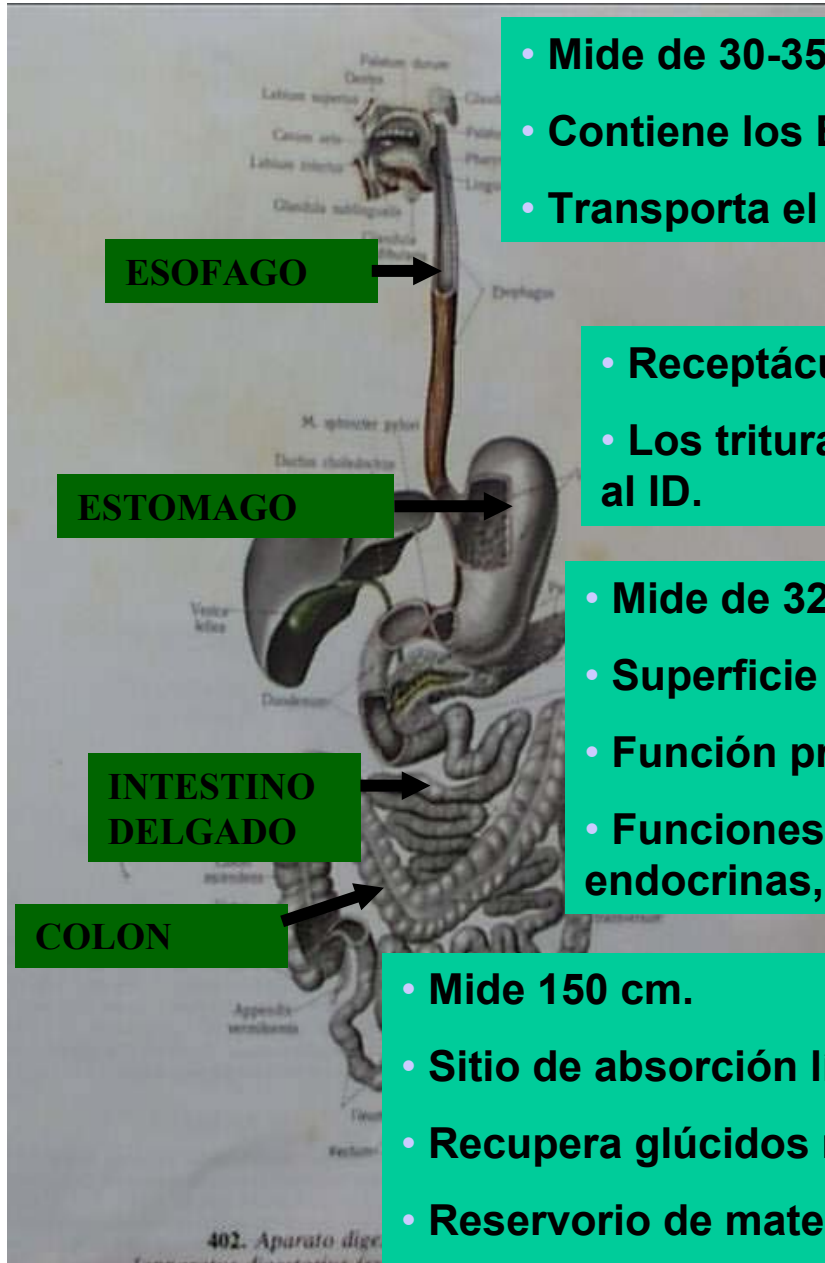
# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ASPECTOS A TRATAR:**

- ✓ **Anatomía del TGI.**
- ✓ **Motilidad gastrointestinal.**
- ✓ **Secreciones: Gástrica, Duodenal, Biliopancreática, Intestinal.**
- ✓ **Digestión y Absorción. Regionalización de esas funciones.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ANATOMIA E HISTOLOGIA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL**



- Mide de 30-35 cm
- Contiene los EES y EEI.
- Transporta el bolo hacia el estómago.

ESOFAGO

- Receptáculo de alimentos.
- Los tritura y pasa de forma controlada al ID.

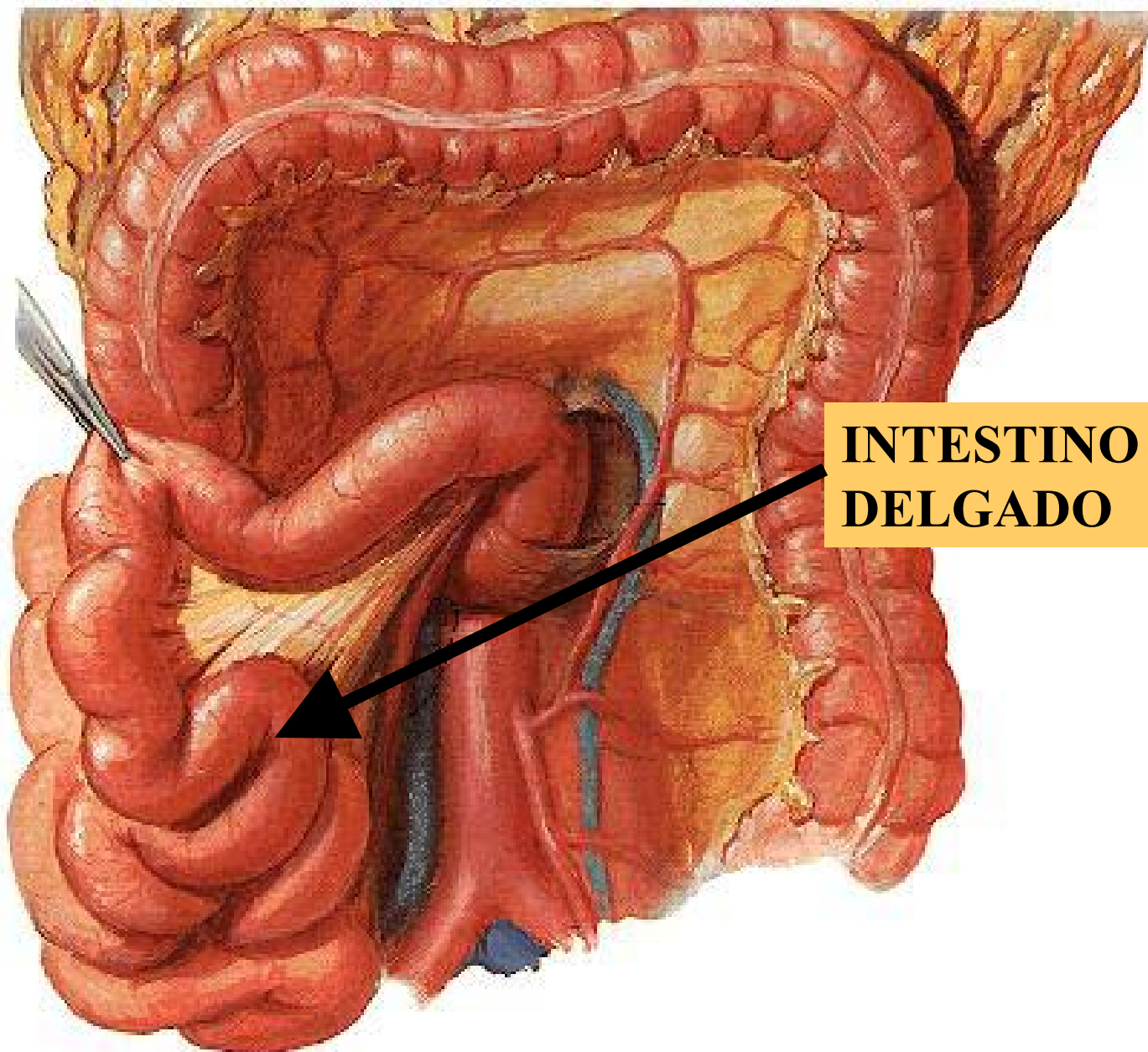
ESTOMAGO

- Mide de 325 – 785 cm.
- Superficie absorptiva de 1 – 250 m<sup>2</sup>.
- Función principal digestiva y absorptiva.
- Funciones metabólicas, inmunes, endocrinas, paracrinas, homeostáticas.

INTESTINO DELGADO

COLON

- Mide 150 cm.
- Sitio de absorción líquida.
- Recupera glúcidos no absorbidos.
- Reservorio de materia fecal.
- Constituye un verdadero ecosistema.

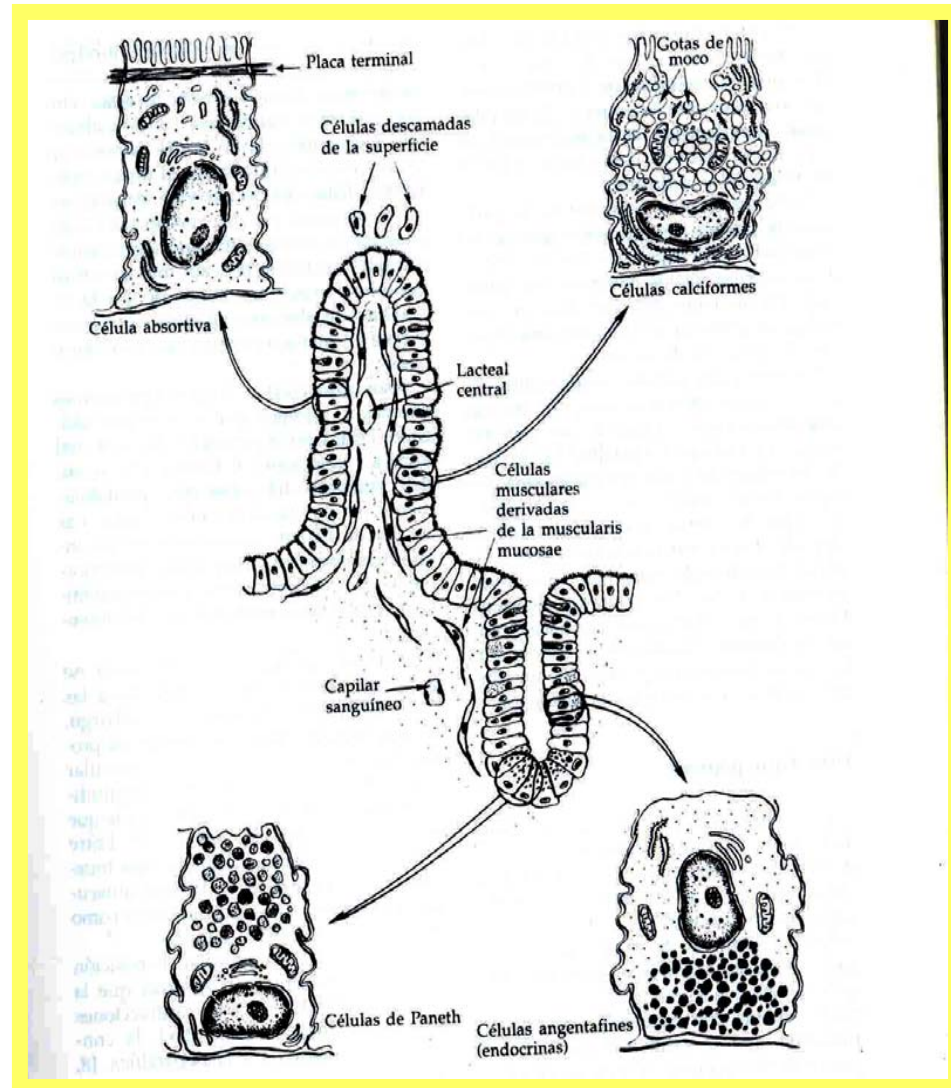


**INTESTINO  
DELGADO**

# Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.

# Fisiología e Inmunología Aplicadas.

- Los enterocitos poseen microvellosidades que contienen enzimas digestivas y moléculas especializadas en el transporte de proteínas.
- Las microvellosidades aumentan por 100 la superficie absorbente.



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

**Las vellosidades  
intestinales tienen una  
notable capacidad  
para adaptarse a  
través de cambios en  
su altura y capacidad  
absortiva, en  
respuesta a estados  
fisiológicos y  
patológicos.**

- ✓ **Se acortan en estados de  
deprivación nutrimental.**
- ✓ **Se vuelven más altas, e  
incrementan su  
capacidad absorbtiva en  
el embarazo y lactancia,  
o después de una  
resección intestinal.**



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

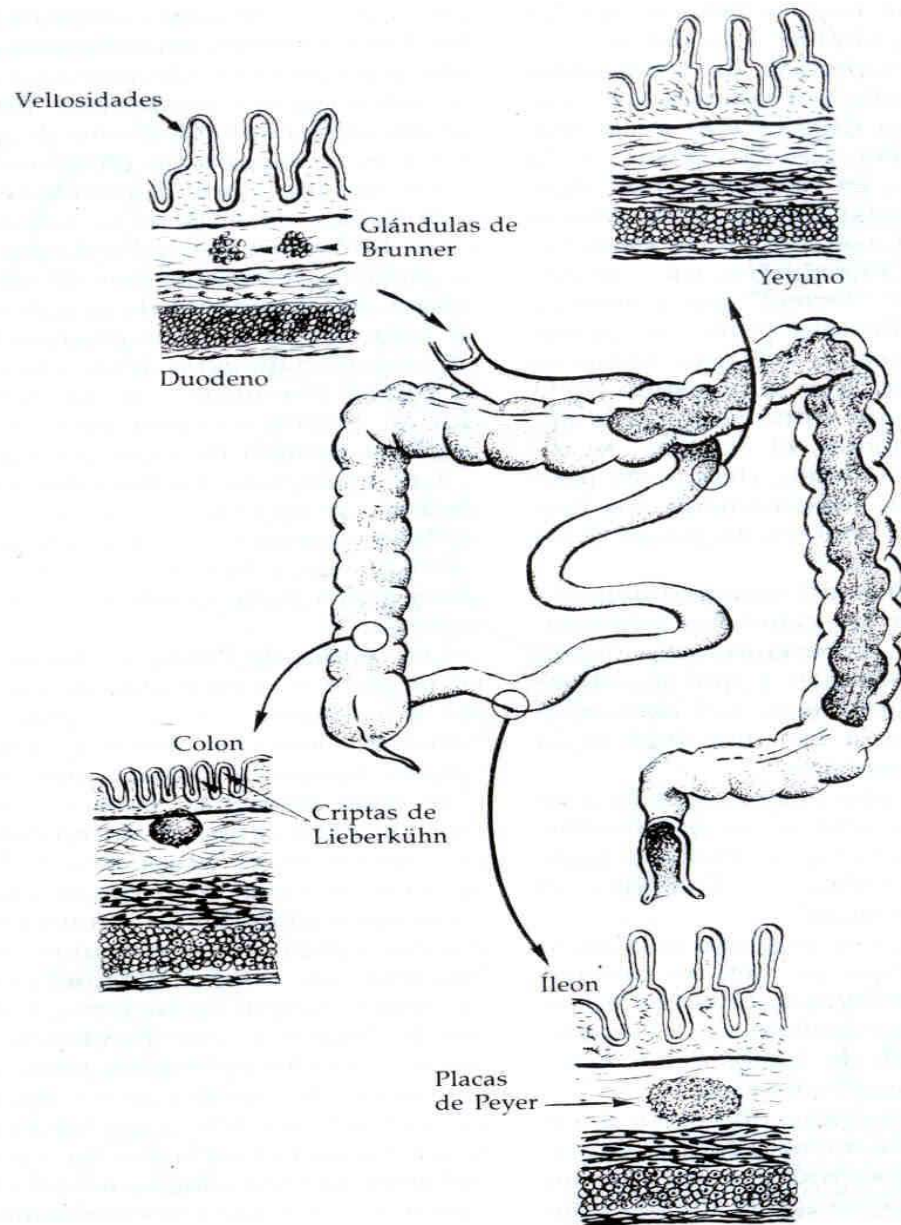
- + El glicocáliz es una estructura compuesta por glicoproteínas estrechamente unidas a la superficie externa de las microvellosidades.**
- + El glicocáliz constituye una verdadera alfombra donde se produce la digestión intra luminal.**
- + En el glicocáliz se encuentran las enzimas disacaridasas esenciales para la digestión de lactosa, sacarosa y maltosa.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **Funciones principales del colon**

- Aumentar la absorción de agua.
- Mantener la flora simbiótica.
- Recuperar glúcidos no absorbidos para producir Ácidos Grasos de Cadena Corta.
- Control del ciclo defecatorio.

**Los colonocitos son activos en la absorción de agua y sodio.**



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **MOTILIDAD DEL TRACTO GASTROINTESTINAL**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

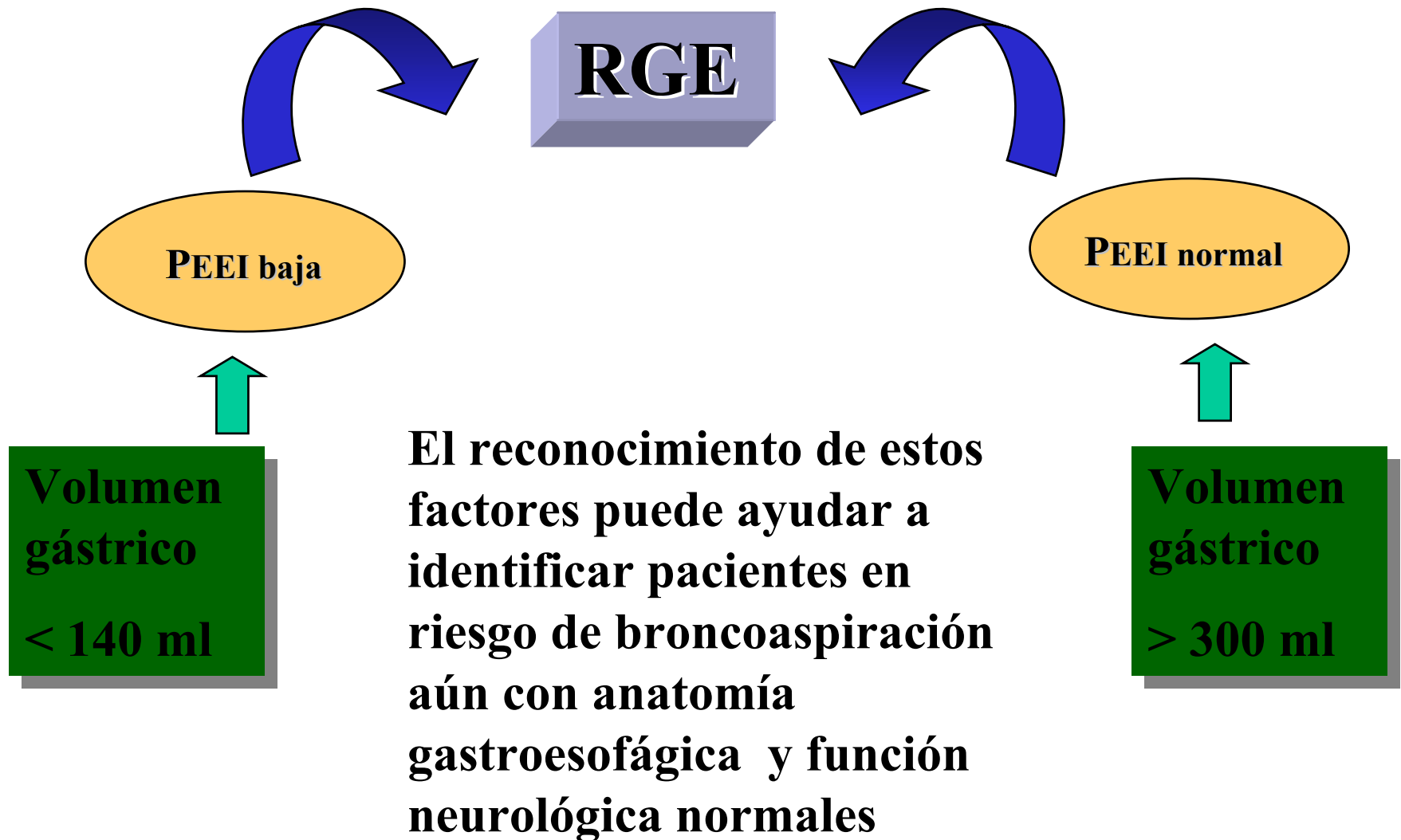
## **EL ESFÍNTER ESOFÁGICO INFERIOR (EEI).**

- **Es la estructura principal de prevención del reflujo gastroesofágico (RGE).**
- **Está bajo control vagal y adrenérgico.**
- **Su tono se puede alterar por hormonas, medicamentos, alimentos y hábitos sociales.**

# FACTORES QUE AFECTAN LA PRESIÓN DEL EEI

| AUMENTAN   | DISMINUYEN  |
|--|---|
| <b>Gastrina</b><br><b>Somatostatina</b>  | <b>Secretina</b><br><b>Colecistocinina</b><br><b>Progesterona</b>   |
| <b>Betabloqueadores</b><br><b>Antiácidos</b><br><b>Procinéticos</b><br><b>Omeprazole</b> | <b>Anticolinérgicos</b><br><b>Bloqueadores del calcio</b><br><b>Teofilina</b><br><b>Barbitúricos</b><br><b>Morfina</b><br><b>Meperidina</b>   |
| <b>Proteínas desgrasadas</b><br><b>Glúcidos complejos</b><br><b>Vegetales</b>            | <b>Grasas</b><br><b>Chocolate</b><br><b>Cafeína</b><br><b>Pimienta</b><br><b>Tomate</b><br><b>Cítricos</b><br><b>Alcohol</b><br><b>Tabaco</b> |

# Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **RGE Y BRONCOASPIRACIÓN.**

- Se recomienda la administración postpilórica de nutrientes como una forma de disminuir el riesgo de broncoaspiración.
- Algunos creen que una sonda rígida más allá del píloro puede crear una disfunción adicional de este esfínter.
- Muchos creen que el sitio más apropiado para la instalación de una sonda nasointestinal es después del ligamento de Treitz.



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **FUNCIÓN GÁSTRICA MOTORA**

- **Cuando la comida entra al estómago, el fundus realiza una acomodación receptiva que permite ser llenado sin aumentar mucho la presión intragástrica.**
- **La velocidad de vaciado gástrico depende del estado físico-químico de los alimentos:**
  - ✓ El agua se vacía rápidamente.
  - ✓ Los líquidos con nutrimentos lo hacen más lentos.
  - ✓ Los fluidos hiperosmolares o hiperérgicos se vacían más lentamente que los diluidos.
  - ✓ Los alimentos grasos son los más demorados en vaciarse.

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**



**ESTÓMAGO  
PROXIMAL**

**Controla el vaciado de líquidos**









**ESTÓMAGO  
DISTAL**

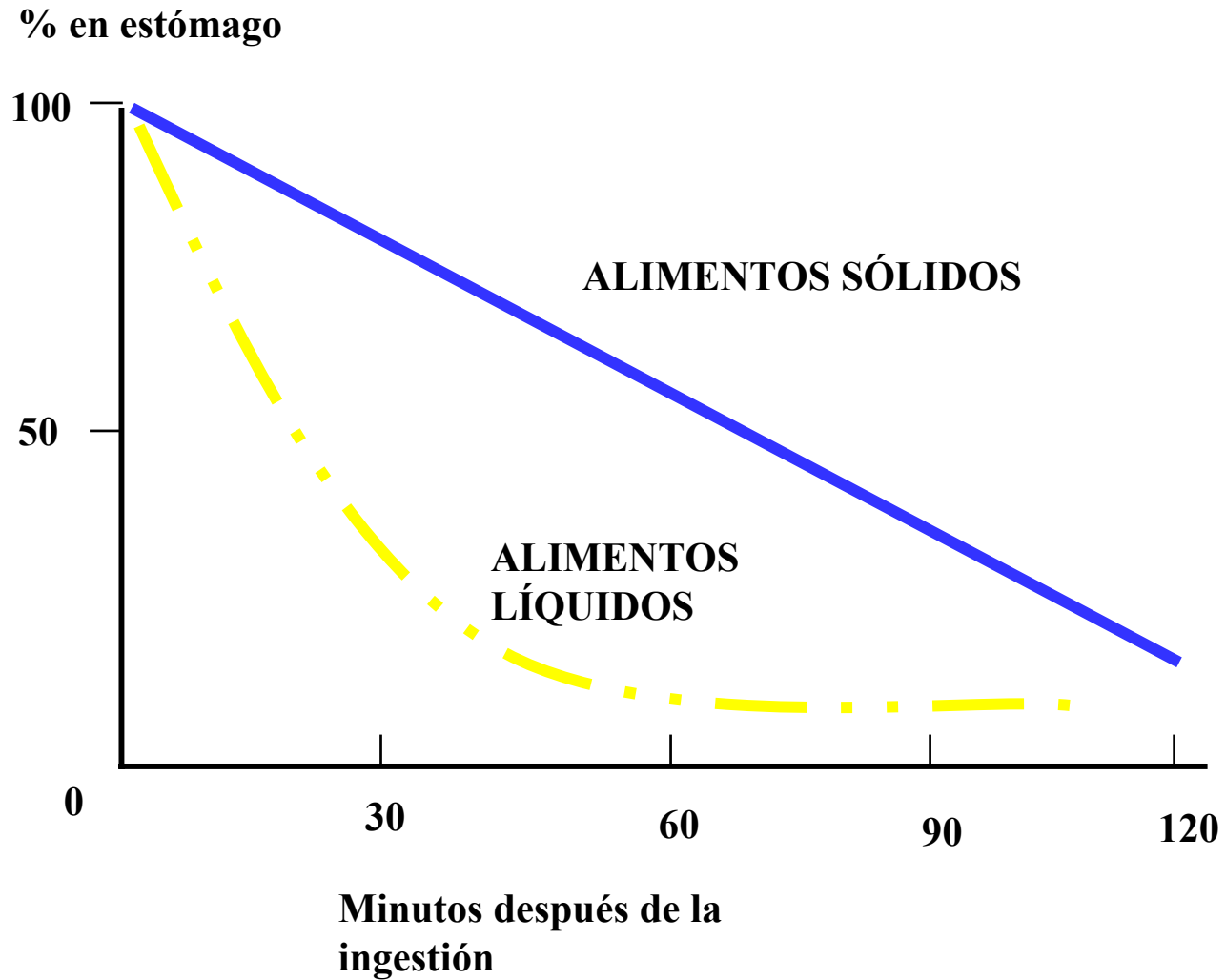
- **Lanza partículas pequeñas al píloro.**
- **Las mayores son retropropulsadas, agitadas y fluidificadas.**

**Este proceso de vaciado controlado permite un contacto óptimo de las cargas nutrimentales y las enzimas digestivas.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **FUNCIÓN GÁSTRICA MOTORA**

-  El vaciado controlado no se afecta por la administración de fórmulas enterales, sean en bolo o por infusión continua.
-  Las infusiones postpilóricas pueden evitar este mecanismo.
-  Las infusiones continuas en duodeno pueden mimetizar el mecanismo de vaciamiento gástrico controlado.
-  La administración postpilórica intermitente puede no ser tolerado. El resultado puede ser distensión, mala digestión, malabsorción y diarrea.
-  En algunos se puede reproducir el síndrome de dumping.
-  En la gastroparesia grave puede ser necesaria alimentación postpilórica.
-  La presencia de sondas intragástricas o enterales no incrementa el reflujo duodenogástrico.
-  El reflujo duodenogástrico no se incrementa si se coloca una sonda fina y biocompatible.



**Fuente: Heading RC. Gastric motility and emptying. In: Sircus W, Smith AN (eds). The Scientific Foundations of Gastroenterology. WD Saunders. Ph, 1980.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **Motilidad del Intestino Delgado**

**AYUNO**

**COMPLEJO MIOELECTRICO  
MIGRATORIO (CMM)**

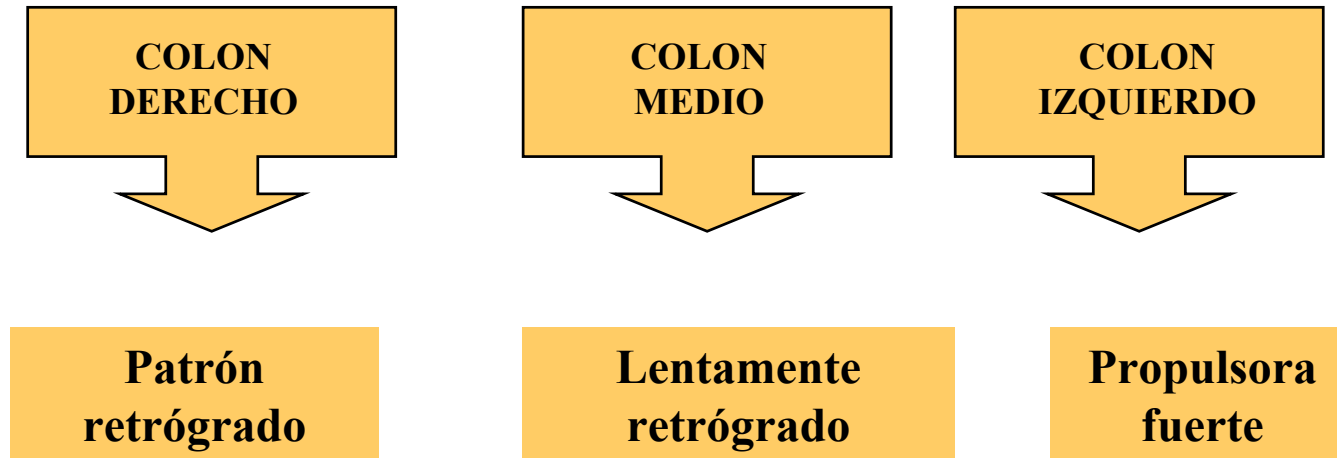
- Programa de entrenamiento muscular.
- Bajo control del cerebro intestinal y enterohormonas.

**ALIMENTACIÓN/  
NUTRICIÓN**

- Garantiza contacto íntimo del quimo con la mucosa.
- Se produce el freno ileal en el periodo postabsortivo.
- Determina la entrada de quimo al colon.

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **Motilidad colónica**



- ✓ La ingestión de alimentos desencadena el reflejo gastrocólico.
- ✓ El reflejo ocurre precozmente si los alimentos son colocados directamente en el duodeno, con los aa esenciales o el oleato de sodio.

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **LA VÁLVULA ILEOCECAL**

- ✚ Previene el reflujo de bacterias al ID.
- ✚ Constituye un freno al paso de quimo al colon.

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**


## **SECRECIONES DEL TRACTO GASTROINTESTINAL**



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **SECRECIÓN GÁSTRICA**

- ✓ **Cefálica.**
- ✓ **Gástrica (la más importante).**
- ✓ **Intestinal.**



**El vaciamiento gástrico demorado  
en las infusiones duodenales de  
nutrientes enterales puede  
disminuir la secreción ácida en  
pacientes críticos**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **SECRECIÓN PANCREÁTICA**

**A. Cefálica.**

**B. Duodenal (la más importante).**

| <b>Nutrimento</b>    | <b>Tipo de estimulación</b> |
|----------------------|-----------------------------|
| <b>Glúcidos</b>      | <b>Intensa, breve</b>       |
| <b>AA esenciales</b> | <b>Submáxima, mantenida</b> |
| <b>Acidos grasos</b> | <b>Máxima, mantenida</b>    |

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

**Las células duodenales liberan CCK-P, quien, a su vez, contrae la vesícula biliar y aumenta la secreción exocrina del páncreas.**

**■ En sujetos sanos la infusión gástrica y duodenal de dietas poliméricas estimulan la secreción pancreática.**

**■ La velocidad de secreción enzimática es proporcional a la del flujo de nutrimentos en el duodeno y la elevación de la CCK y péptidos pancreáticos en el plasma.**

**✓ Las soluciones parenterales de nutrientes no estimulan la secreción pancreática ni biliar.**

**✓ Las fórmulas enterales oligoméricas son menos estimulantes de la secreción pancreática que las poliméricas.**

# Tracto Gastrointestinal:

## Fisiología e Inmunología Aplicadas.

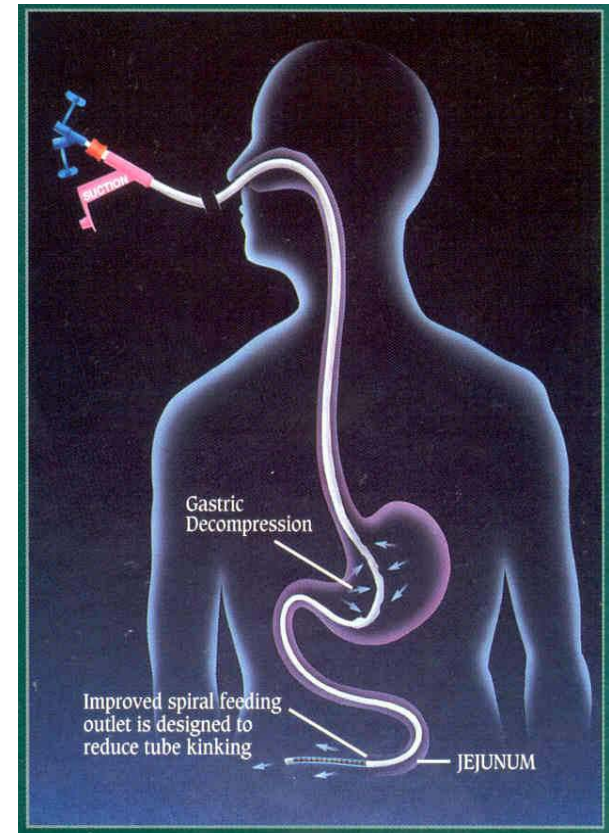
- La infusión yeyunal de fórmulas oligoméricas suprime la secreción pancreática.
- La supresión es mayor con infusiones hiperérgicas (efecto de freno yeyunal).
- La terapéutica actual de la pancreatitis aguda se encamina a frenar la secreción pancreática aprovechando estos efectos.



**NO SE JUSTIFICA EL REPOSO PANCREATICO POR AYUNO**

# Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.

La colocación de sondas nasoyeyunales (o alternativamente, yeyunostomías) se ha convertido en la terapia nutricional estándar de la pancreatitis aguda.



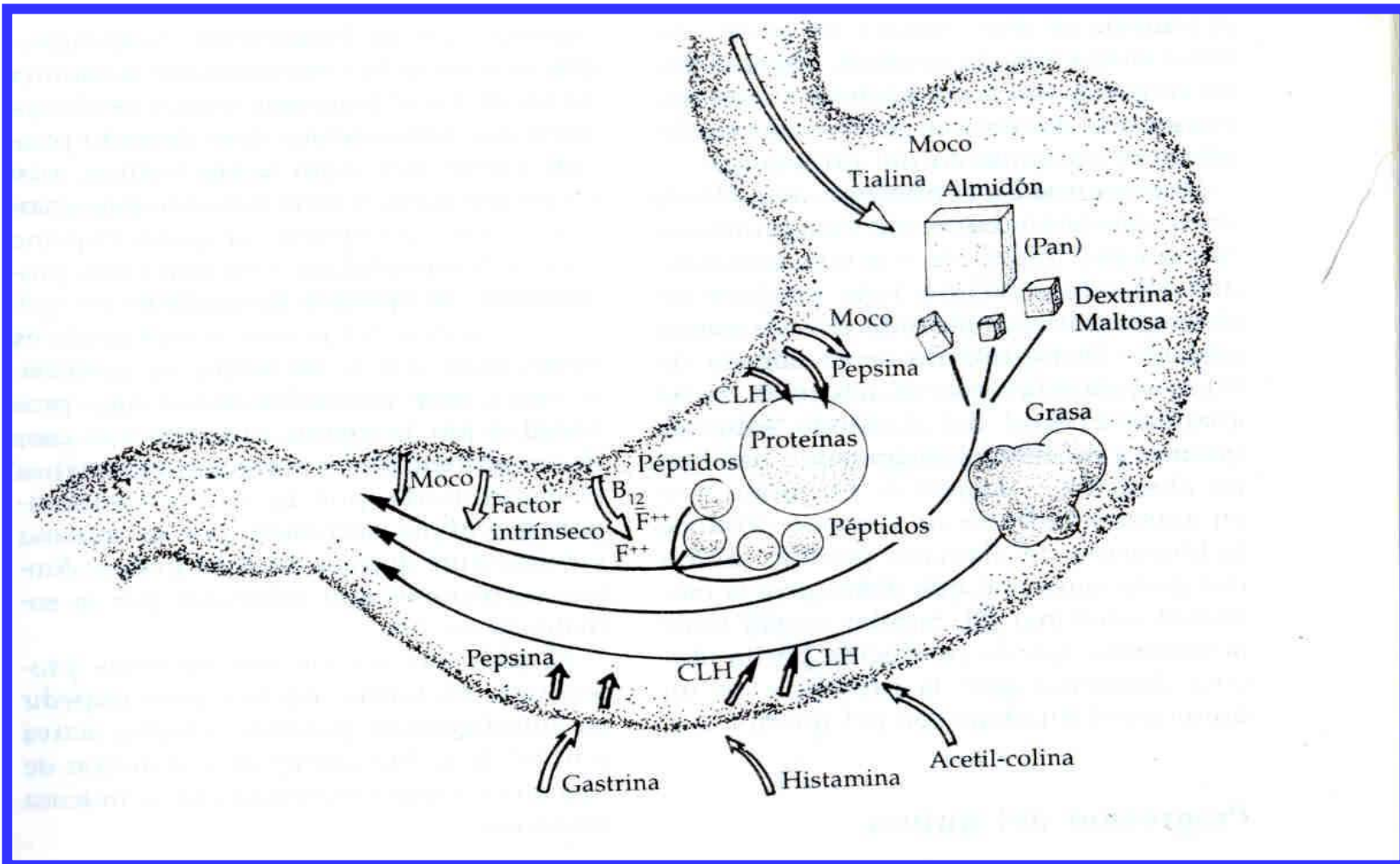
# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **DIGESTION EN EL TRACTO GASTROINTESTINAL**

# **Tracto Gastrointestinal:**

## **Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

- **La secreción de pepsina es normal en niños que reciben NE intragástrica a débito continuo.**
- **La lipasa gástrica es importante para la digestión de la grasa de la leche en neonatos con páncreas aún inmaduro.**
- **Los glúcidos sufren una digestión luminal y de membrana.**
- **Las proteínas sufren una digestión luminal, de membrana e intraenterocitaria.**





# DIGESTIÓN GLUCÍDICA

**Glúcidos**

**Amilasa pancreática**

**MALTOSA**

**MALTOTRIOSAS**

**DEXTRINAS  
LIMITANTES**

**Maltasa**

**Isomaltasa**

**GLUCOSA**

**GLUCOSA**

**SACAROSA**

**Sacarasa**

**GLUCOSA**

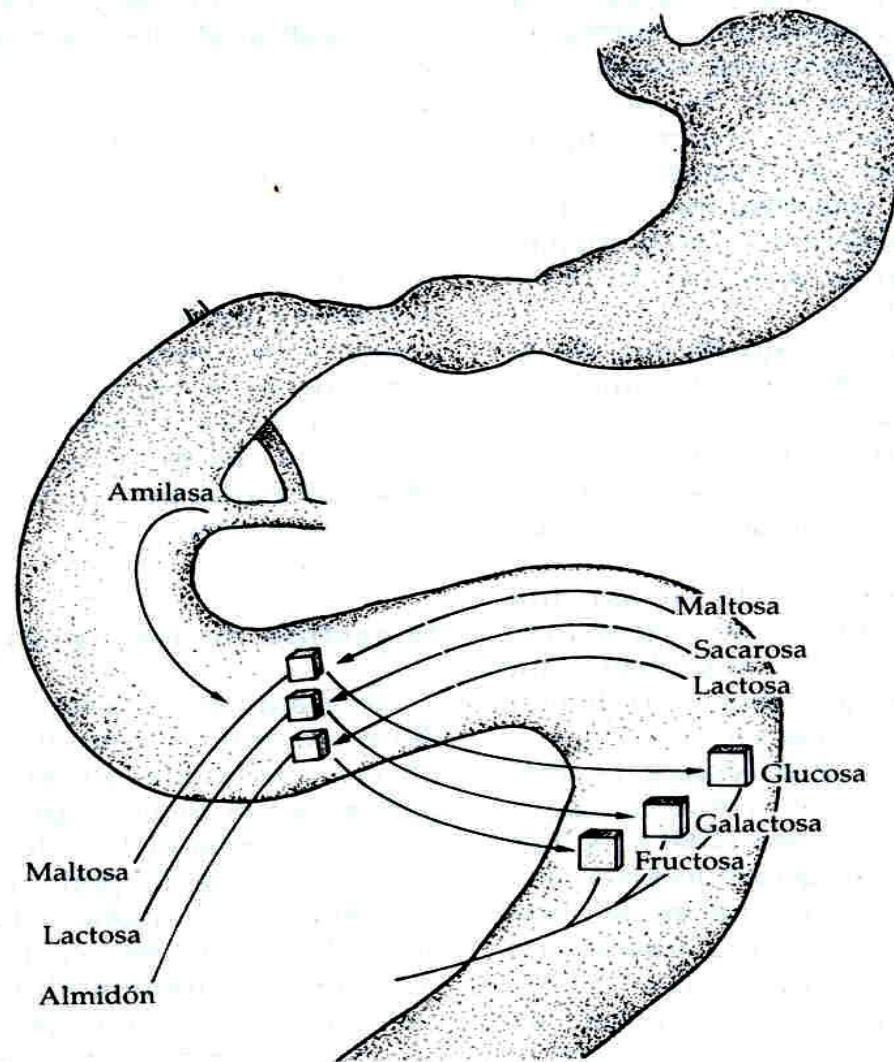
**FRUCTOSA**

**LACTOSA**

**Lactasa**

**GLUCOSA**

**GALACTOSA**



# DIGESTIÓN PROTEICA

**PROTEÍNAS**

**Tripsina**

**Quimiotripsina**

**Carboxipeptidasas**

**Elastasas**

**40%**

**AMINOÁCIDOS**

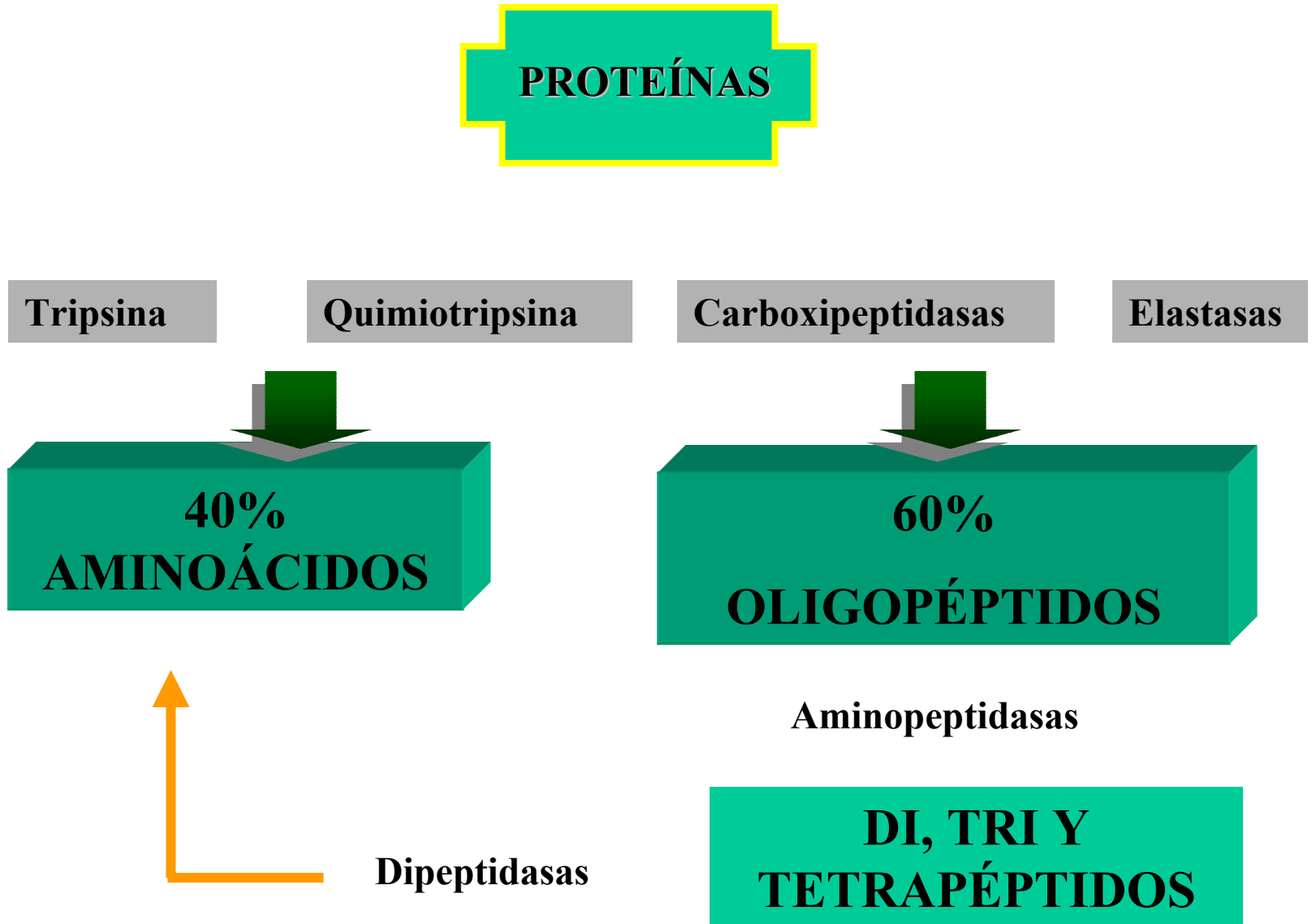
**60%**

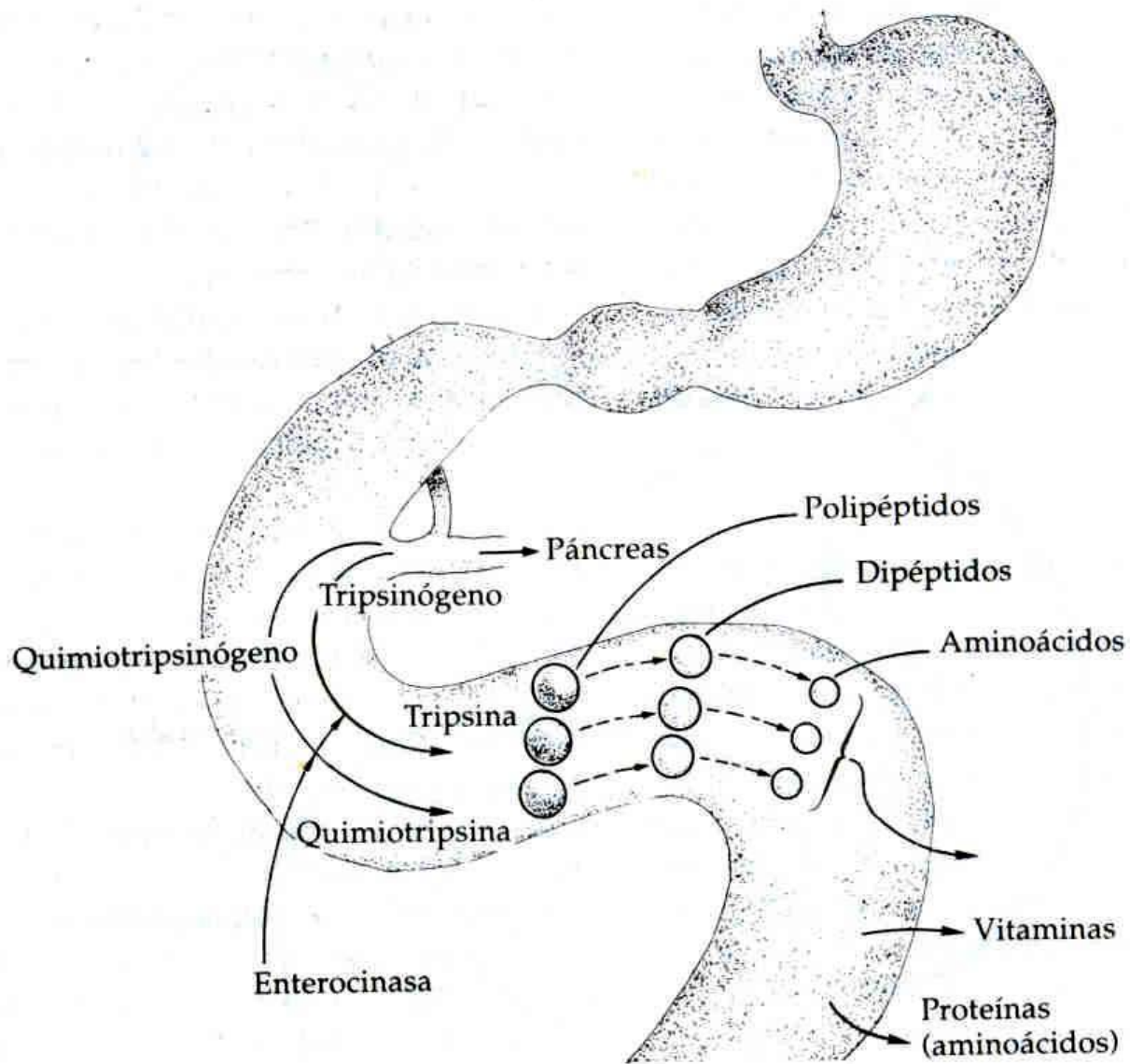
**OLIGOPÉPTIDOS**

**Aminopeptidasas**

**DI, TRI Y  
TETRAPÉPTIDOS**

**Dipeptidasas**





# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

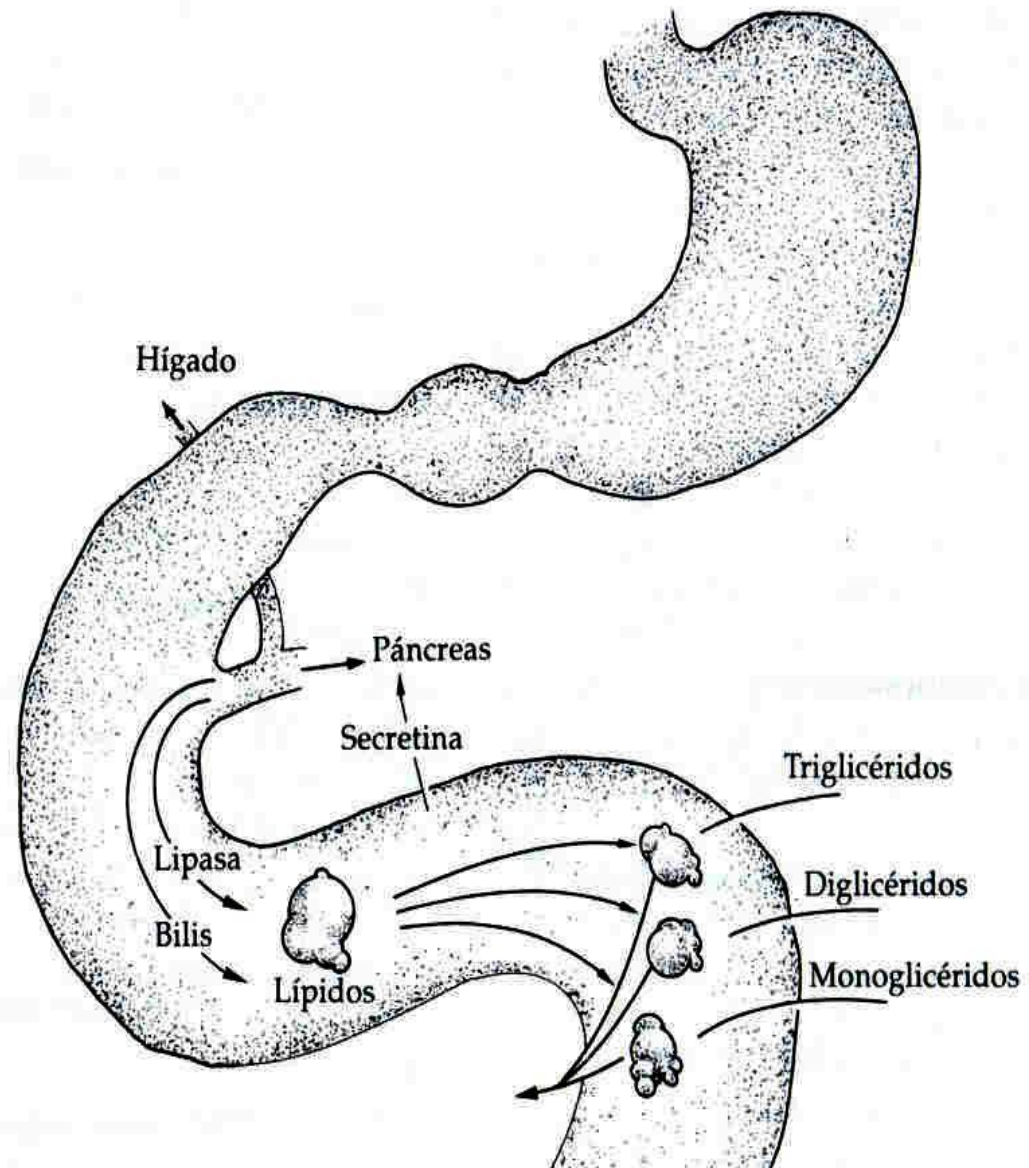
## **DIGESTIÓN DE LAS GRASAS**

**Es un proceso complejo, debido a la naturaleza hidrofóbica de las grasas.**

**Previo a su digestión, las grasas se emulsifican con los ácidos biliares, resultando en micelas.**

**La lipasa pancreática separa los residuos de ácidos grasos esterificados en las posiciones del glicerol.**

**Como resultado de la acción de esta lipasa, se obtienen diglicéridos, monoglicéridos y ácidos grasos libres, junto al glicerol.**





# Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.

## TRIGLICÉRIDOS DE CADENA MEDIA (TCM)










- Ácidos grasos de 6 - 10 átomos de carbono.
- Derivados del aceite de coco.
- Son menos hidrofóbicos que los LCT.
- Al ser solubles en agua, no necesitan de bilis para su digestión.
- Poca estimulación del páncreas.

Estas características de los TCM se emplean en las fórmulas enterales para la Clínica Práctica



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **APLICACIONES DE LOS TCM**

-  **Síndrome de intestino corto.**
-  **EII.**
-  **Ascitis quilosa.**
-  **Quilotórax.**
-  **Síndrome de asa ciega.**
-  **Pancreatitis**
-  **Insuficiencia biliopancreática.**
-  **Enfermedad hepática**
-  **Fibrosis quística**



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ABSORCION EN EL TRACTO GASTROINTESTINAL**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

Las funciones de digestión de los alimentos y absorción de los nutrientes ocurren esencialmente en los primeros 100 cm del yeyuno.

No obstante, ocurre absorción regionalizada y especializada de nutrientes a todo lo largo del ID.

La tasa de absorción de nutrientes instilados en el yeyuno es igual a la de aquellos administrados por vía oral  $\Rightarrow$  El yeyuno es capaz de iniciar y completar la digestión y absorción de gran número de nutrientes.

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ABSORCION DE LOS GLUCIDOS**

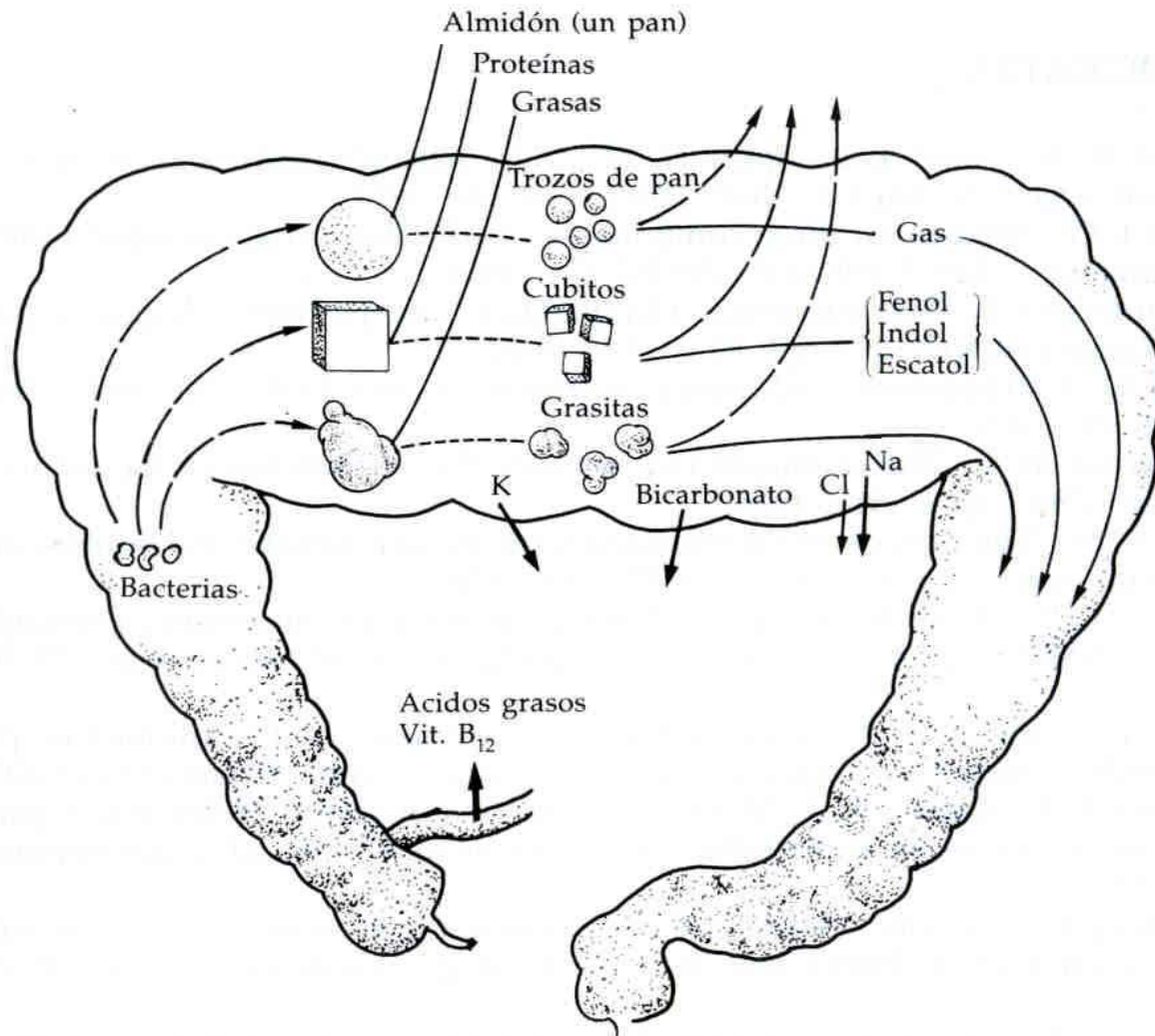
**Los glúcidos son absorbidos en forma de monosacáridos en sitios adyacentes a las enzimas del borde en cepillo de las microvellosidades intestinales:**

- La galactosa mediante transporte activo.**
- La fructosa por difusión facilitada en un proceso energía-dependiente.**
- La glucosa es transportada por proteínas de membrana Na-dependientes (permeasas) contra un gradiente de concentración.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ABSORCION DE LOS GLUCIDOS**

- ✓ **Más del 20% del almidón ingerido alcanza el colon.**
- ✓ **Las bacterias probióticas lo convierten en ácidos grasos de cadena corta (AGCC).**
- ✓ **Los AGCC son el combustible principal de los colonocitos.**



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **PROPIEDADES DE LOS AGCC**

- **Estimulación de la absorción de agua y sodio.**
- **Sustrato energético de la mucosa colónica.**
- **Estimula la proliferación y diferenciación de colonocitos.**
- **Poseen actividad antitumoral.**
- **Incrementan el flujo sanguíneo mucoso.**
- **Estimulan la liberación de enterohormonas.**
- **Previenen la proliferación de microorganismos patógenos.**
- **Contribuyen a la regeneración energética y la síntesis de glutamina.**

# **APLICACIONES CLÍNICAS DE LA FIBRA SOLUBLE**

**ENFERMEDAD**

**DIARREA**

**COLITIS ULCEROSA**

**ADAPTACIÓN POSTQUIRÚRGICA**

■ **Síndrome de intestino corto.**

■ **Operaciones del marco cólico.**

**ATROFIA INTESTINAL POR DESUSO**

**PACIENTES CRÍTICOS.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ABSORCION DE LAS PROTEINAS**

- **Las proteínas se absorben principalmente como péptidos y aminoácidos libres.**
- **Los di- y tripéptidos compiten por el transporte hacia el enterocito. Este proceso es más eficiente que el transporte de aminoácidos.**
- **Una vez los oligopéptidos son captados por el enterocito, se hidrolizan según la homeostasis aminoacídica del plasma.**

**LAS DIETAS ELEMENTALES QUE CONTENIAN AMINOACIDOS INDUCIAN ATROFIA INTESITAL.**



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ABSORCION DE LAS GRASAS**

- ✧ Se absorben predominantemente en duodeno y yeyuno proximal por difusión pasiva, en forma de ácidos grasos.**
- ✧ Si se reseca el yeyuno, el íleon puede transportar ácidos grasos.**
- ✧ El transporte de los ACL ocurre por vía linfática. Por su parte, ACM y los AGCC lo hacen por vía portal.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

**Algunos micronutrientes se absorben por procesos especializados que pueden tener implicaciones en la práctica clínica.**

- Ocurre una absorción activa de Calcio en el duodeno por una ruta transcelular Vitamina D-dependiente.**
- En todo el ID existe una ruta pasiva paracelular de transporte de Calcio.**
- El Hierro se absorbe con alta eficiencia en el duodeno, donde el  $\text{Fe}^{++}$  se oxida a  $\text{Fe}^{+++}$ .**
- El mecanismo anterior está controlado por las necesidades corporales de Fe.**

# **Tracto Gastrointestinal:**

## **Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

- **El Zinc puede ser absorbido a lo largo de todo el ID. Sin embargo, la capacidad absorptiva máxima ocurre en el yeyuno.**
- **El Zinc tiene una circulación enterohepática junto a la bilis. Las fístulas biliares o el intestino corto pueden aumentar sus pérdidas.**
- **El Magnesio es absorbido en el íleon y el colon por difusión pasiva.**
- **Dosis farmacológicas de Vitamina D incrementan la absorción de Magnesio, pero también aumentan su excreción renal.**
- **La pérdida de Magnesio es significativa en pacientes con Síndrome de Intestino Corto (SIC) y Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII).**

# **Tracto Gastrointestinal:**

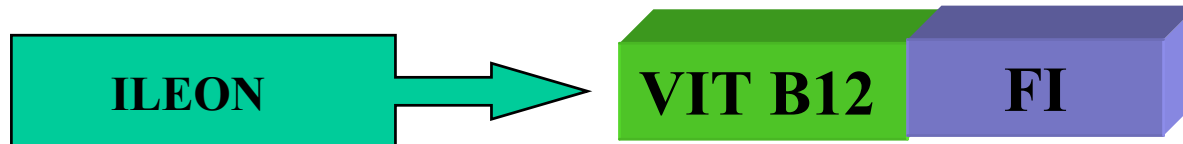
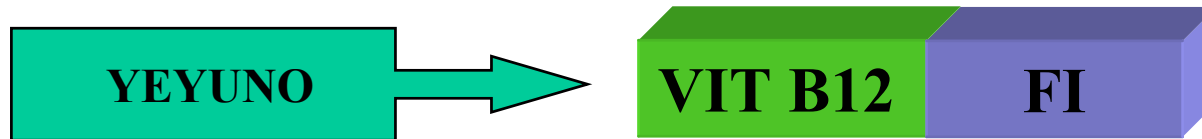
## **Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

La absorción de las vitaminas requiere de mecanismos especializados de transporte, algunos de ellos circunscritos a regiones especificadas del intestino.

Las vitaminas liposolubles requieren bilis para su absorción. La absorción de tales nutrientes puede estar afectada en los pacientes con producción disminuida de bilis.

# Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.

## ABSORCION DE LA VITAMINA B12



**Absorción en los 90 cm  
distales del ileon**

# Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.

## ABSORCION DE LOS ACIDOS BILIARES



Si resección de íleon  
> 100 cm



**Diarrea colerética**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **ABSORCION DEL AGUA**

- ✓ Aproximadamente 2 L diarios de líquidos entran al TGI junto a los alimentos.
- ✓ Se secretan 7 L en forma de secreciones salivares, gástricas, bilioancreáticas e intestinales.
- ✓ De esta carga hídrica, el 85% (7.5 L) se absorbe en yeyuno e íleon y 1.4 L en el colon.
- ✓ El colon normal puede aumentar su poder absorbitivo hasta 4 L por día.

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

El conocimiento de la regionalidad del transporte líquido es útil en la predicción de resultados quirúrgicos de varios segmentos del intestino y en la planificación de programas terapéuticos en estos pacientes.

A modo de ejemplo: Las resecciones intestinales masivas, pero que conservan el colon intacto, pueden evitar la fluidoterapia agresiva.



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **El TGI como un órgano endocrino**

**Las células que componen los diferentes órganos del TGI son capaces de producir sustancias con propiedades hormonales:**

- **Hormonas gastroenteropancreáticas:**  
**Secretina, Gastrina, Colecistoquinina, Glucagón, Neurotensina, Enteroglucagón, Grelina.**
- **Otras sustancias candidatas a hormonas:**  
**Péptido vasointestinal, Motilina, Somatostatina, Bombesina, Metencefalina, Leucoencefalina.**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **El TGI como un órgano inmune**

**El TGI concentra el 80% de las células inmunocompetentes:**

- TEJIDO LINFOIDE ASOCIADO A LAS MUCOSAS (MALT)**
- TEJIDO LINFOIDE ASOCIADO AL INTESTINO (GALT)**



**ORGANIZADO**



**Folículos  
linfoides**



**DIFUSO**

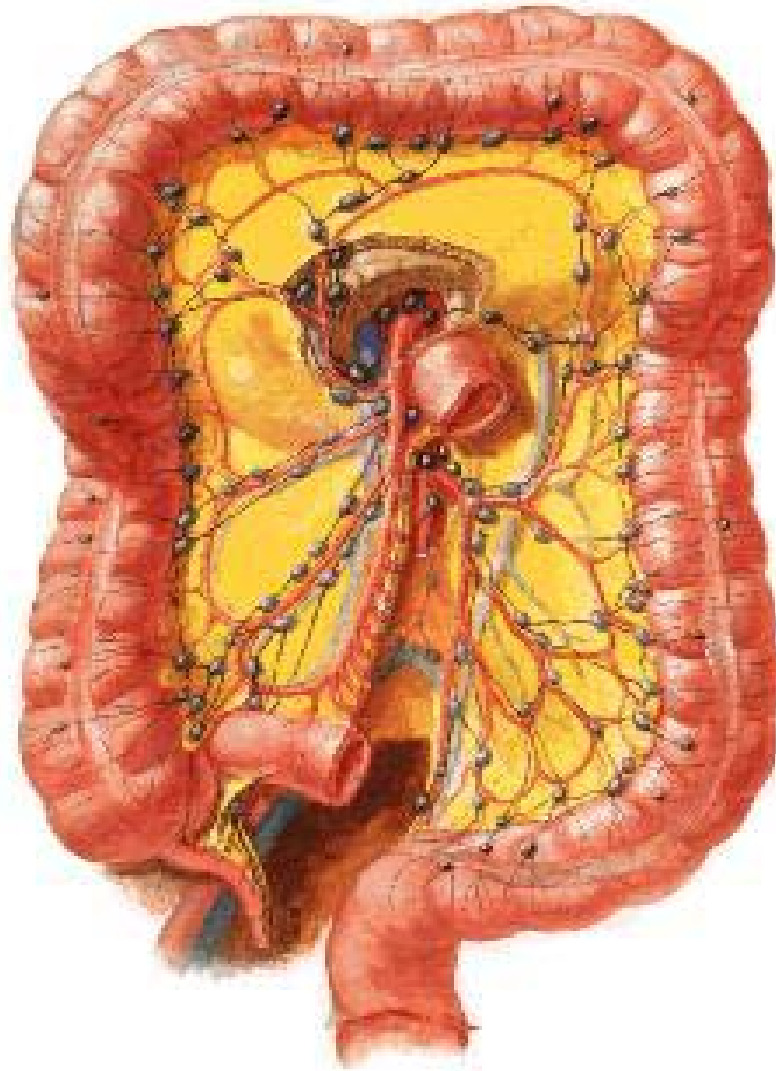


**Linfocitos  
intraepiteliales  
(LIE)**



**Acúmulos de linfocitos  
en la lámina propia**

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**



# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

La integridad y funcionalidad del Sistema inmune asociado al TGI solo es posible a través de la Nutrición intraluminal, esto es, a partir de la presencia de los nutrientes en la luz intestinal.

Muchas de estas células inmunocompetentes consumen Glutamina como combustible celular de preferencia/ obligado.

⇒ La Falla Intestinal precede a la Falla Múltiple de Organos, y se inicia en un TGI en desuso (Ayuno prolongado/ Nutrición Parenteral Exclusiva Prolongada/ Reposo Pancreático).

# **Tracto Gastrointestinal: Fisiología e Inmunología Aplicadas.**

## **CONCLUSIONES:**

El conocimiento de las complejidades estructurales y funcionales del TGI puede ser explotado en la práctica clínica para conseguir un apoyo nutricional efectivo.

# Muchas Gracias por Vuestra Atención

