FISIOLOGIA MEDICINA

FISIOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO

2006

Ximena Páez

TEMA 8

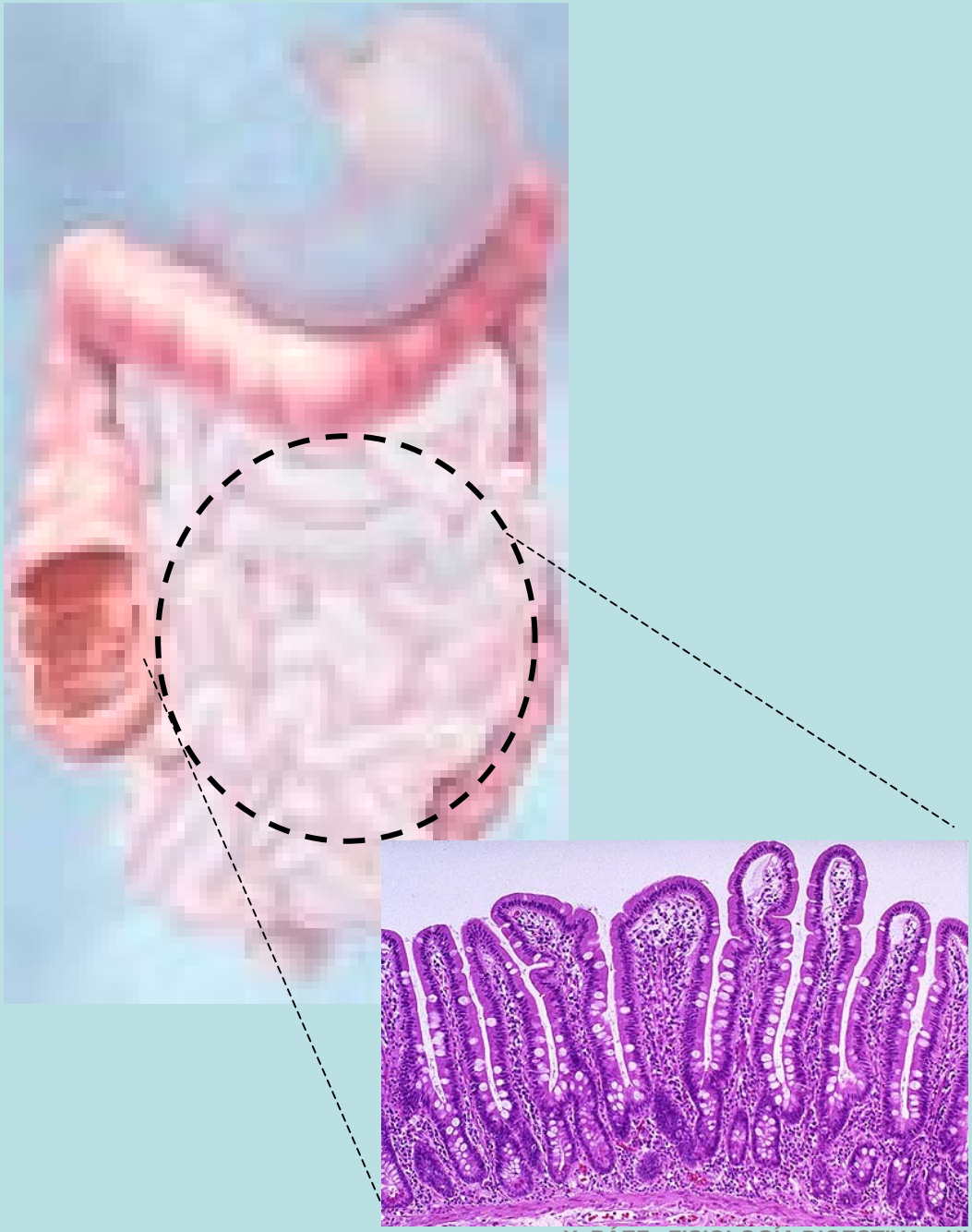
I. INTESTINO DELGADO

II. EPITELIO

III. SECRECIÓN

IV. MOTILIDAD

V. ALTERACIONES



I. INTESTINO DELGADO

1. ANATOMÍA, FUNCIÓN
2. CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES DUODENO-YEYUNO-ILEON
3. ÁREA DE ABSORCIÓN
4. CIRCULACIÓN EN VELLOSIDADES
5. MIGRACIÓN Y DIFERENCIACIÓN

I INTESTINO DELGADO

El segmento
MÁS IMPORTANTE
del TGI

PORTAL DE ABSORCIÓN DE TODOS LOS NUTRIENTES A LA SANGRE !!!

I. INTESTINO DELGADO

El **QUIMO** está listo:

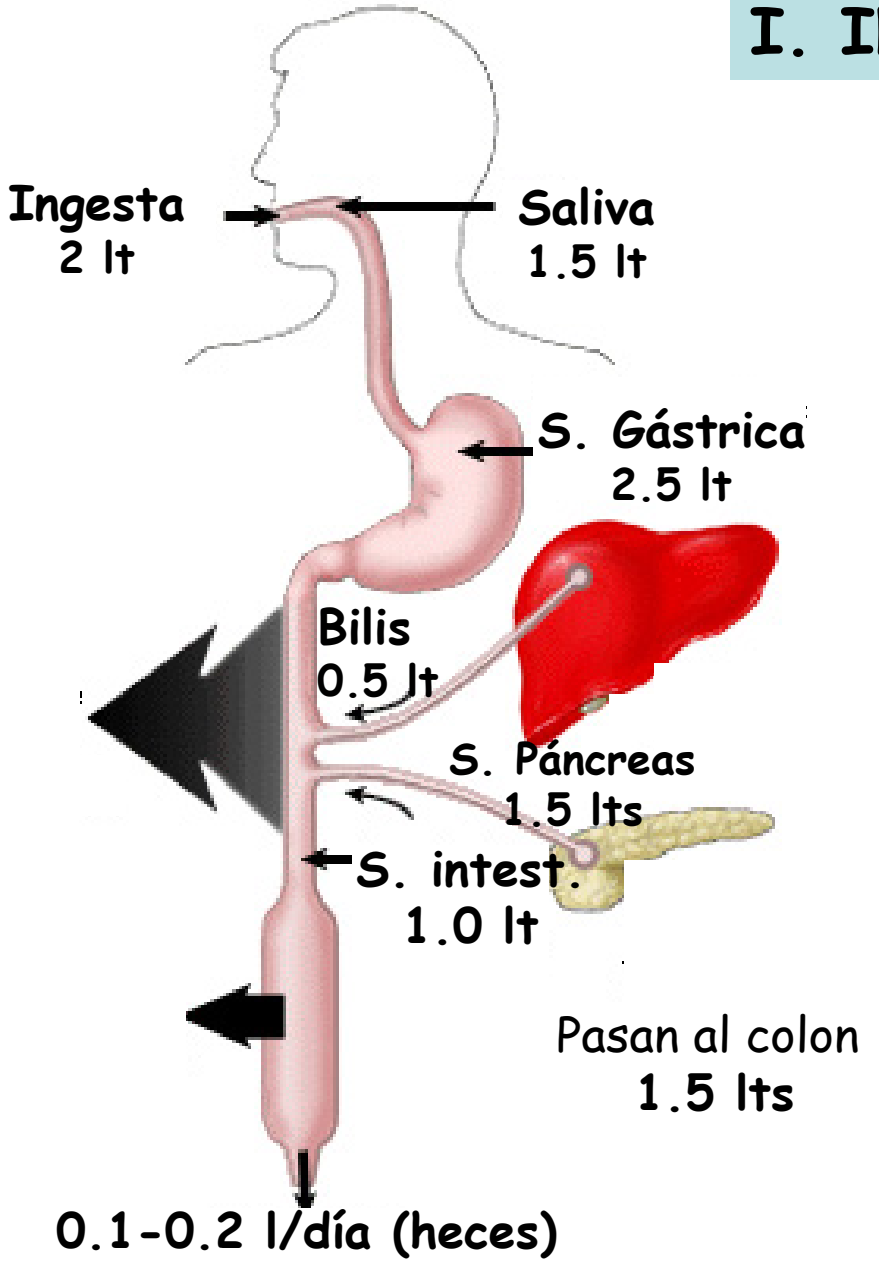
Para la fase final de
DIGESTIÓN

y

Para la
ABSORCIÓN

en el borde APICAL
de los
ENTEROCITOS

I. INTESTINO DELGADO



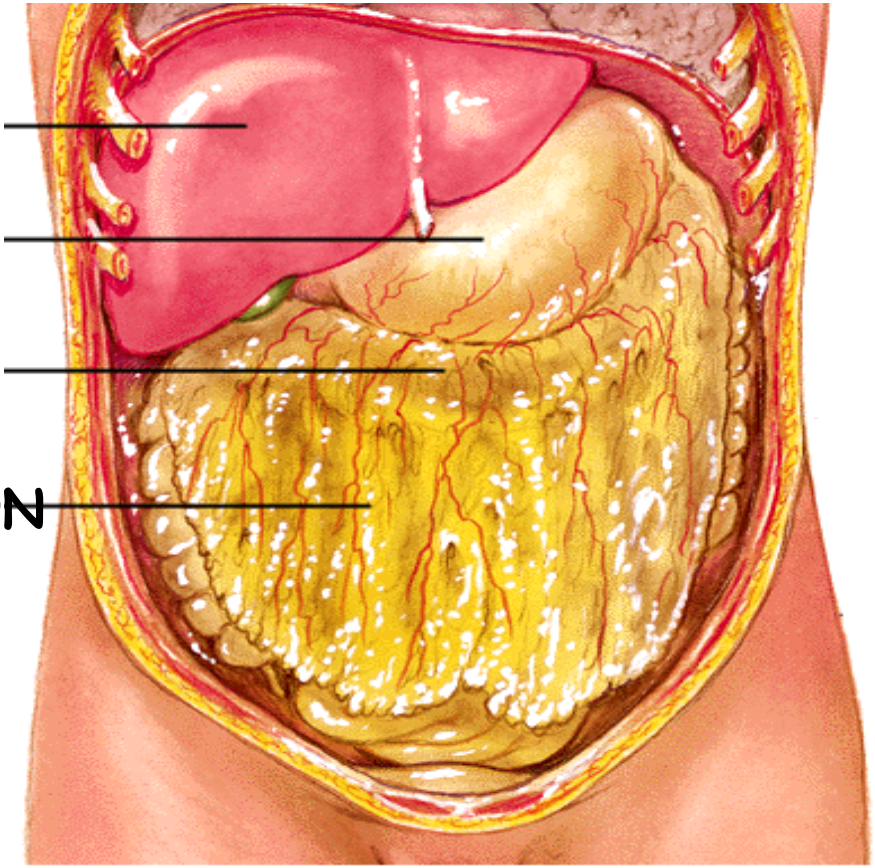
Función

El INTESTINO
recibe
9 litros de fluidos/día!

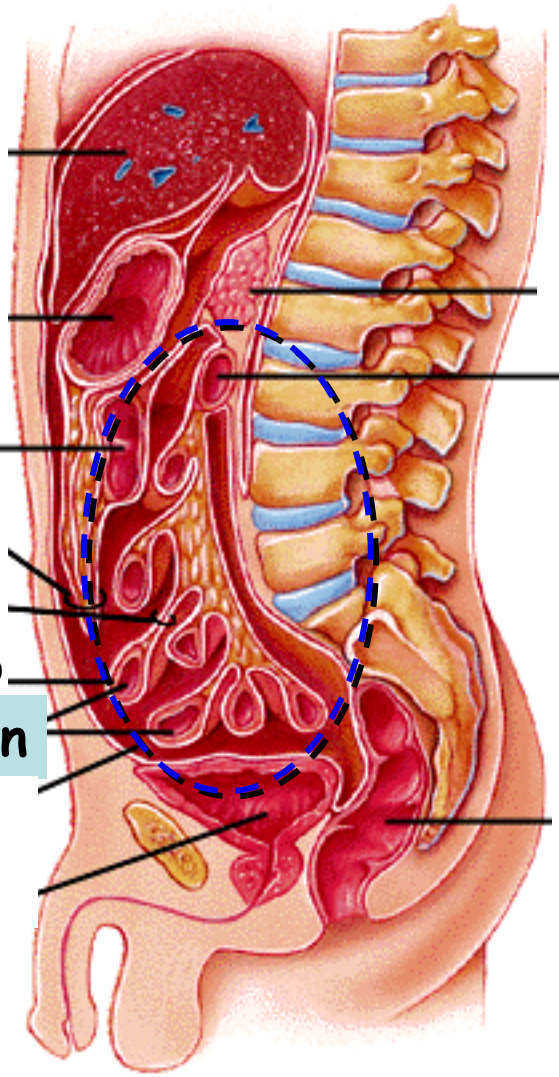
ABSORBE
7.5 litros /día!!
Casi el 90%

Nutrientes
100%

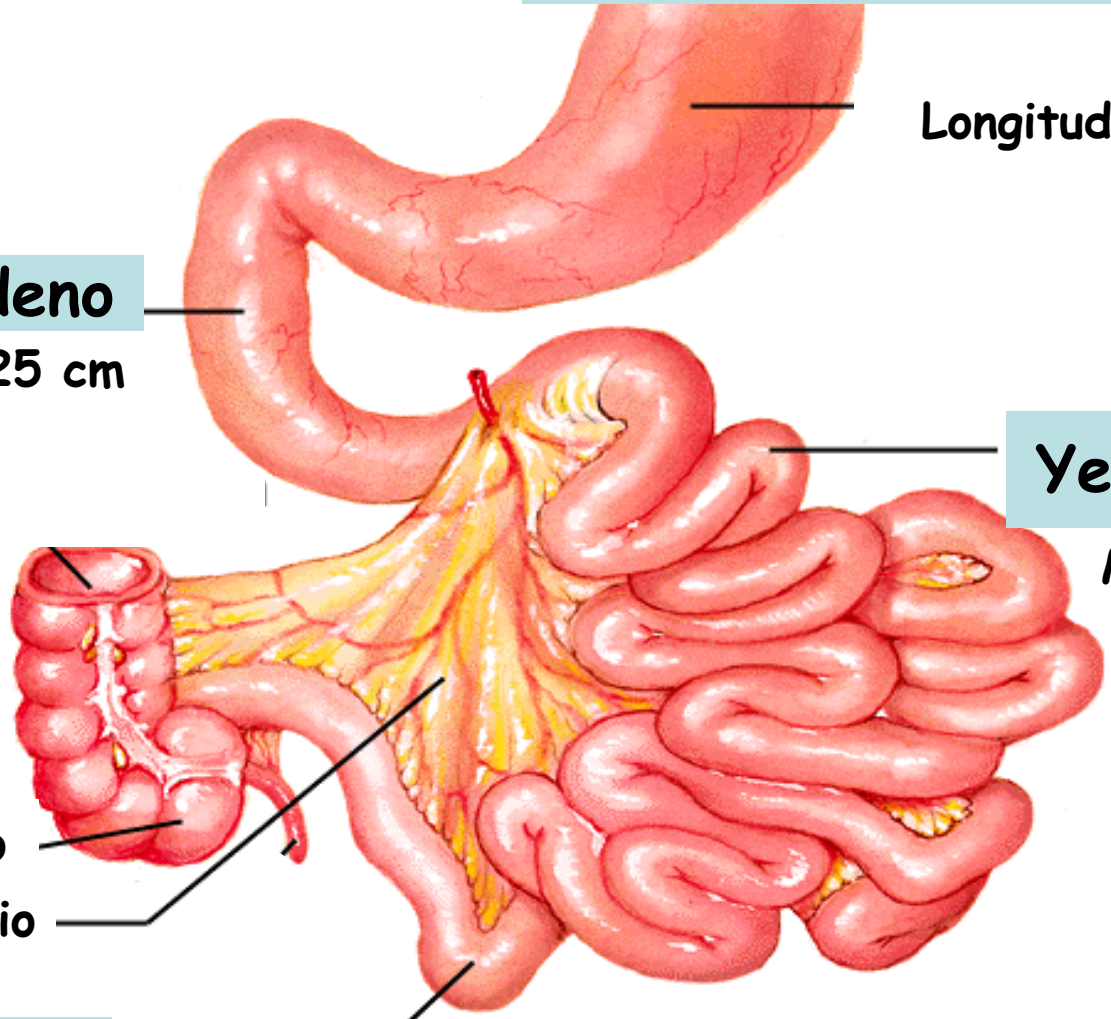
I. INTESTINO DELGADO



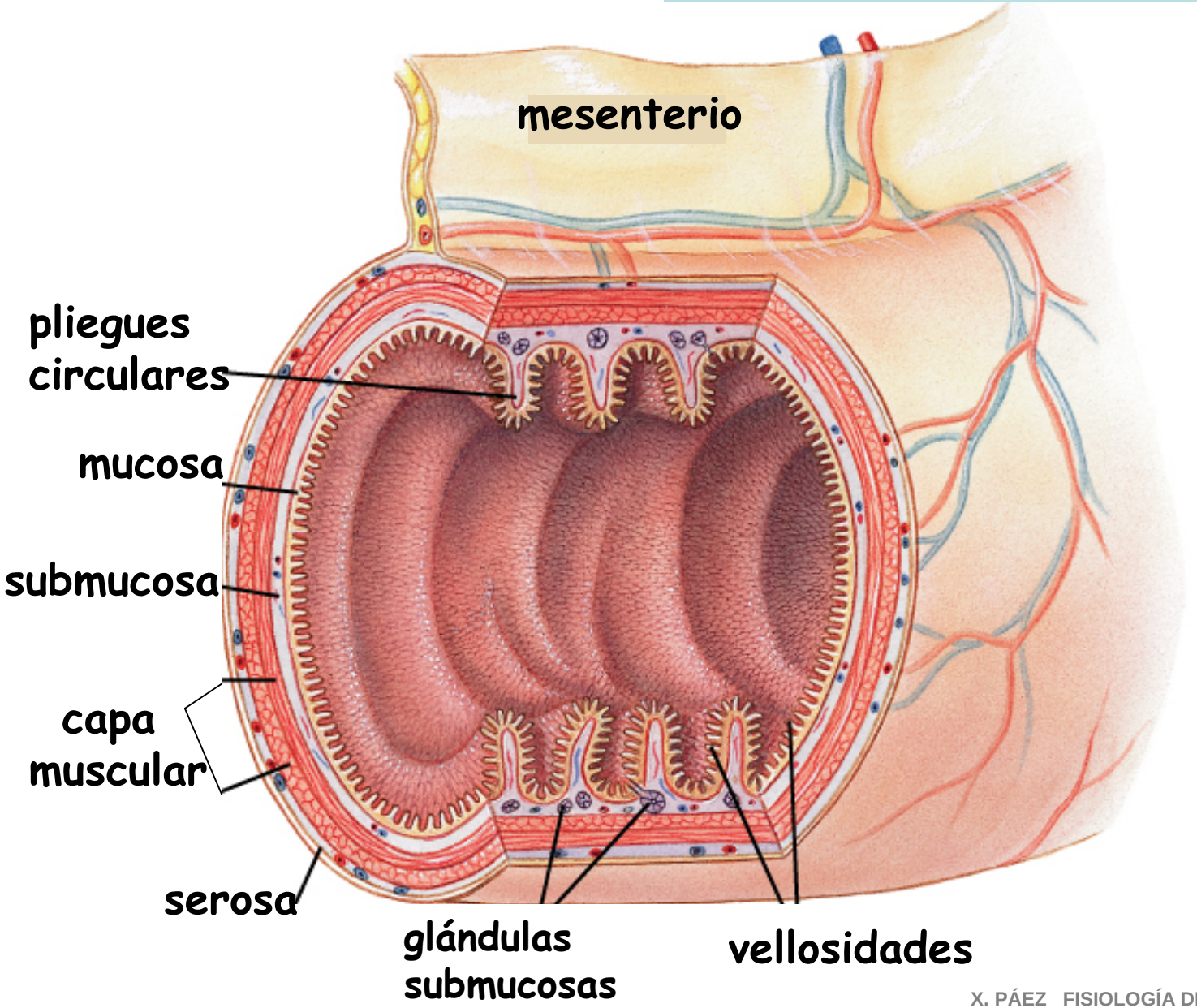
I. INTESTINO DELGADO



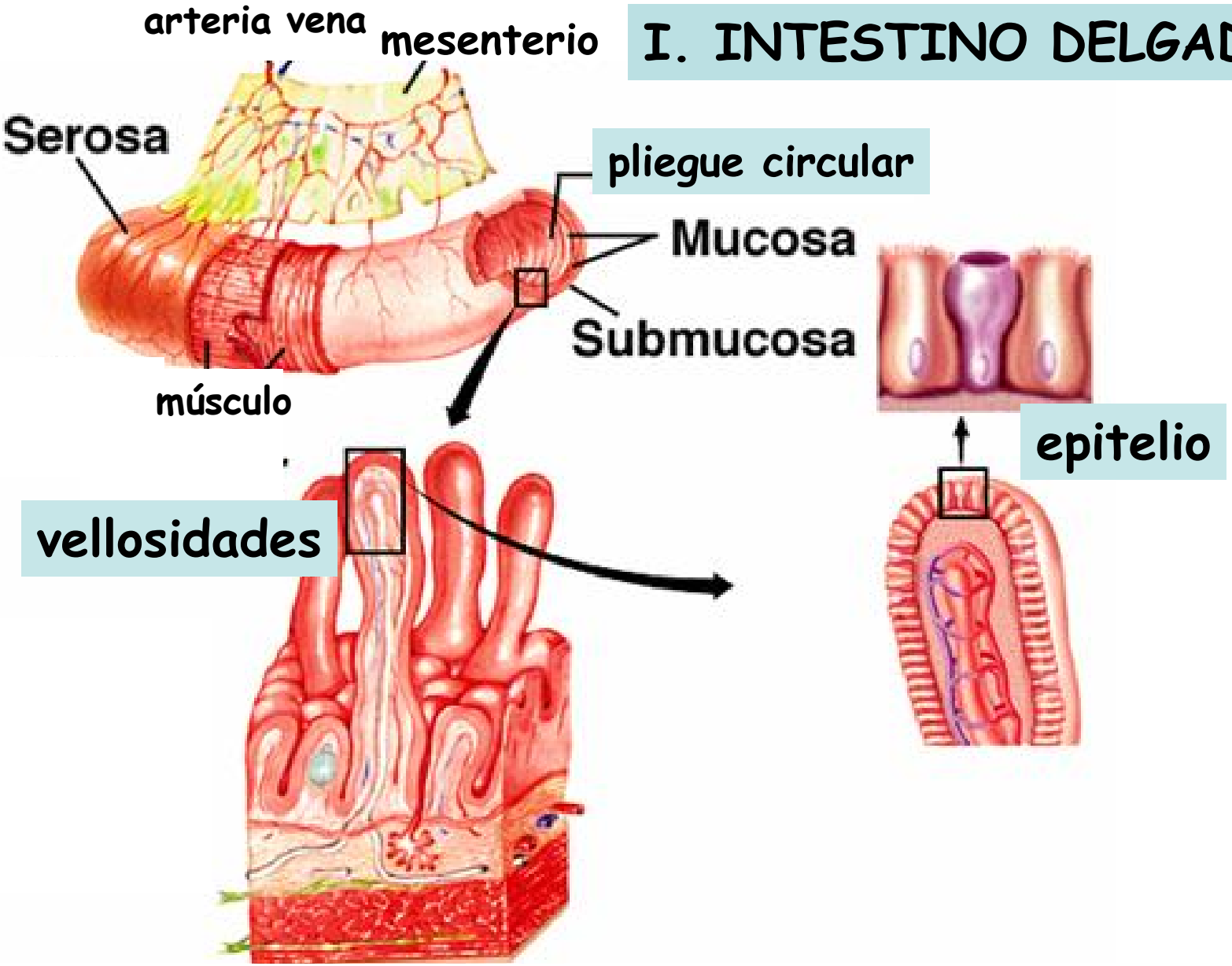
I. INTESTINO DELGADO



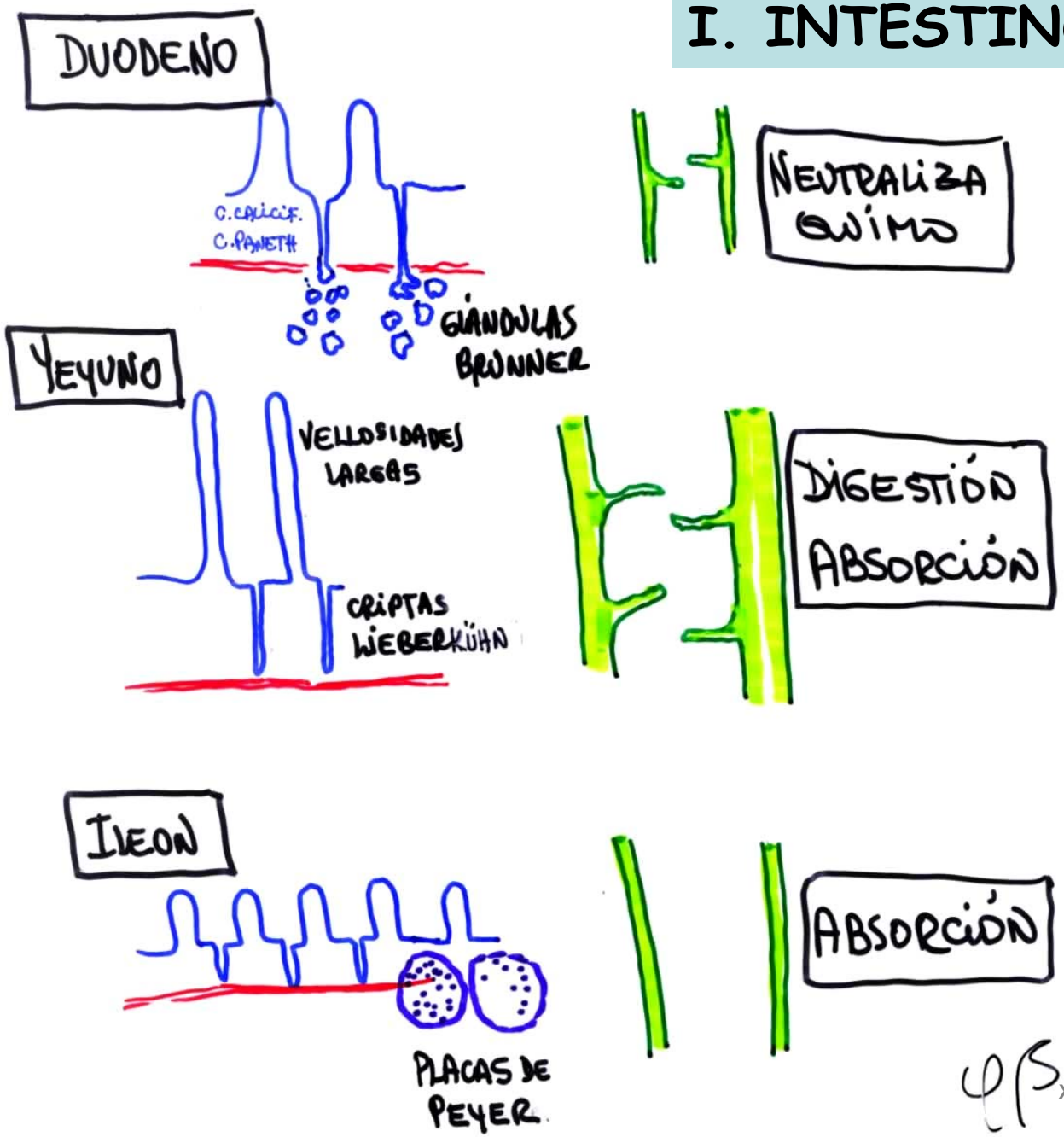
I. INTESTINO DELGADO

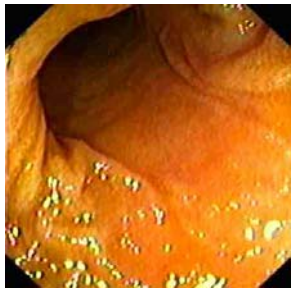


I. INTESTINO DELGADO

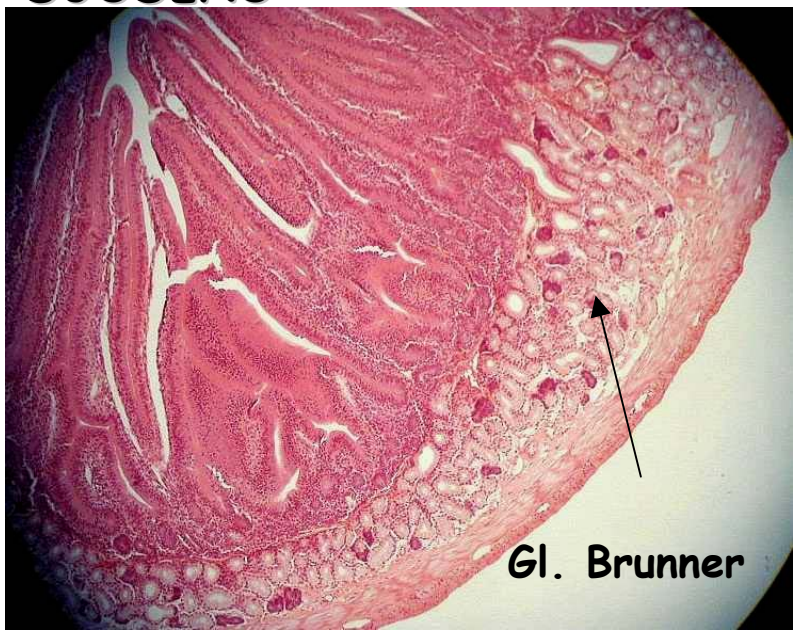


I. INTESTINO DELGADO

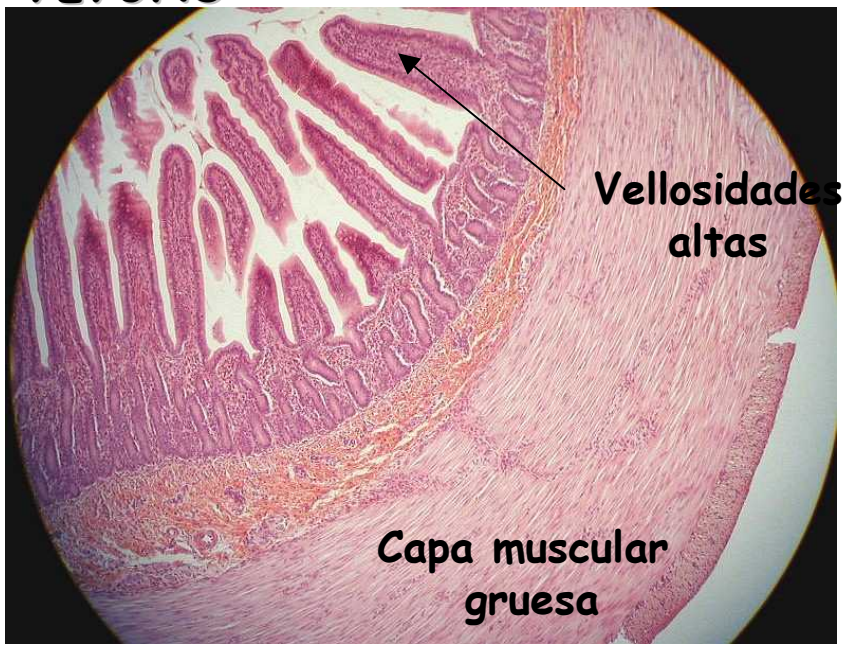




DUODENO

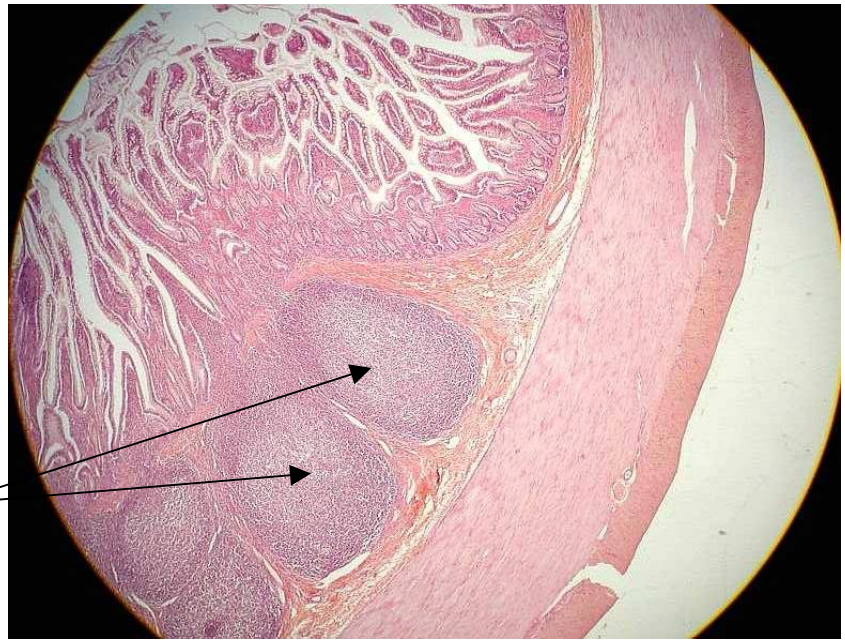


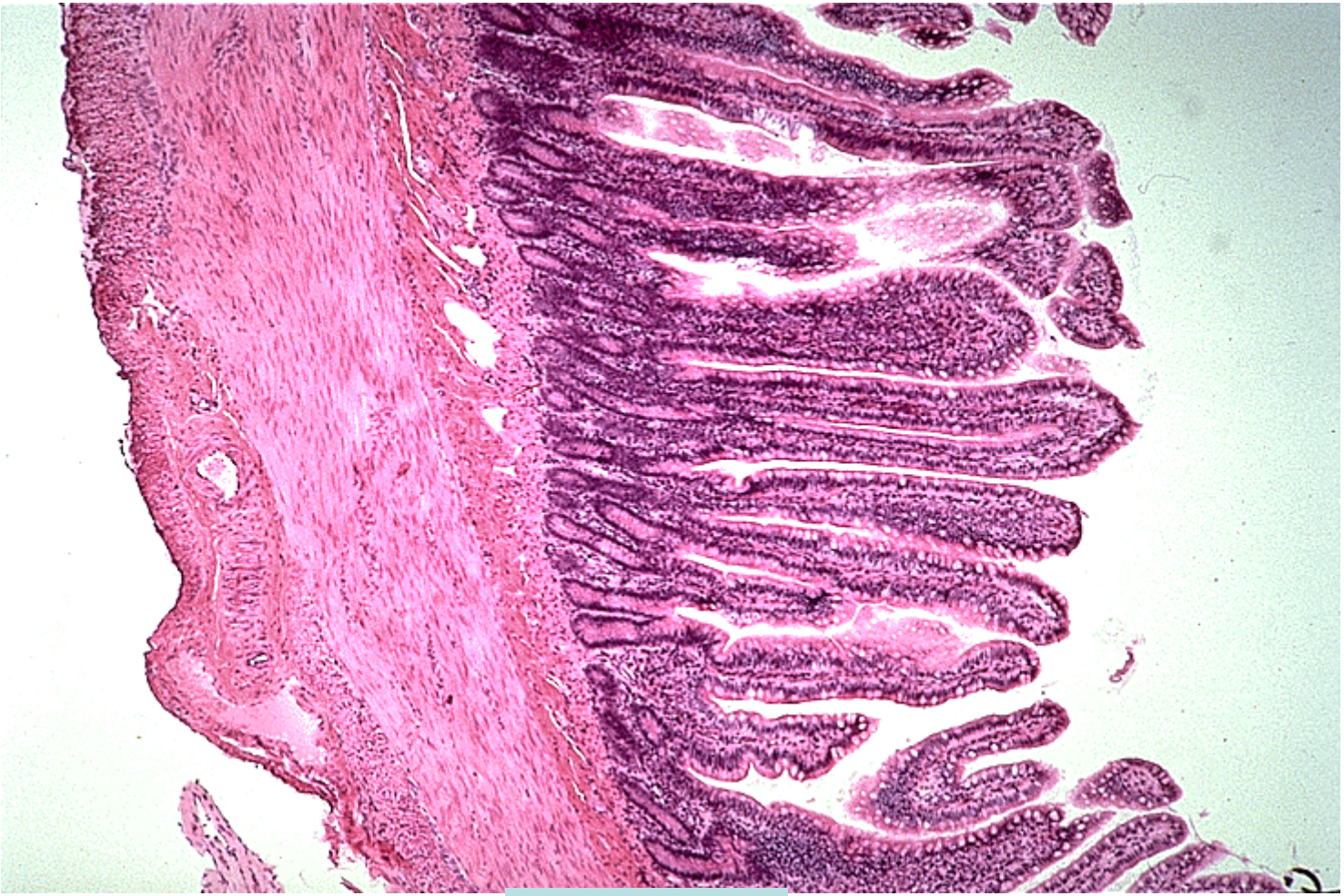
YEYUNO



ILEON

Placas de Peyer (submucosa)



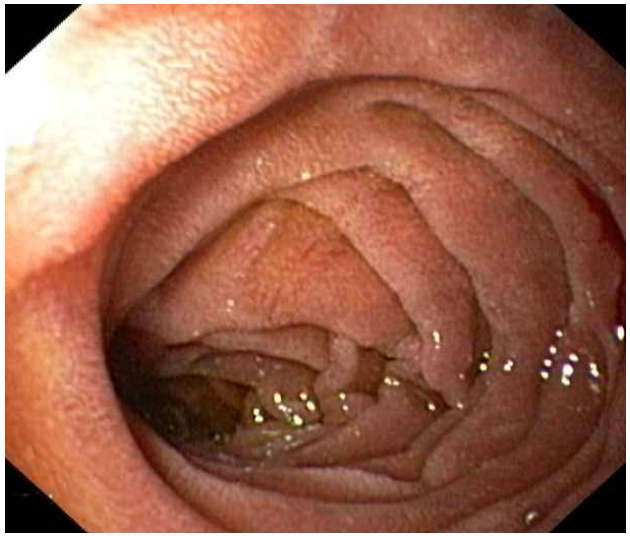


YEYUNO

I. INTESTINO DELGADO

Duodeno

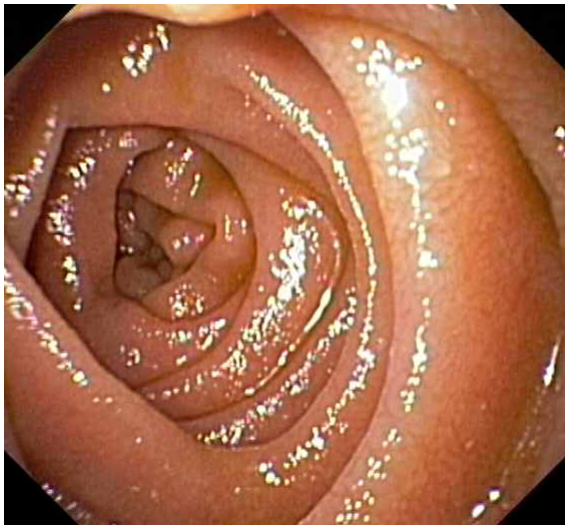
Pared delgada, pliegues prominentes



Secreción, mezcla

Yeyuno

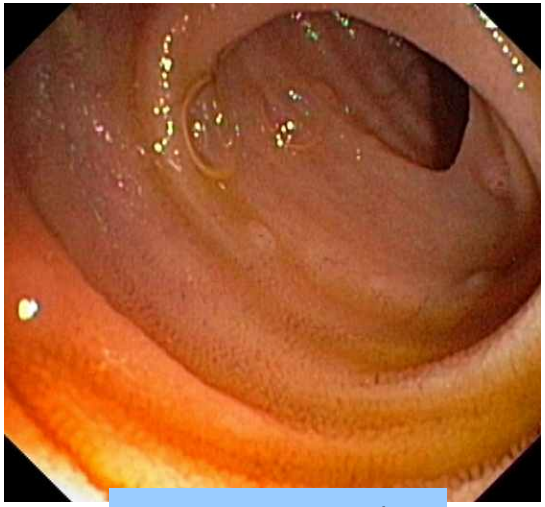
Pared gruesa



Digestión absorción

Ileon

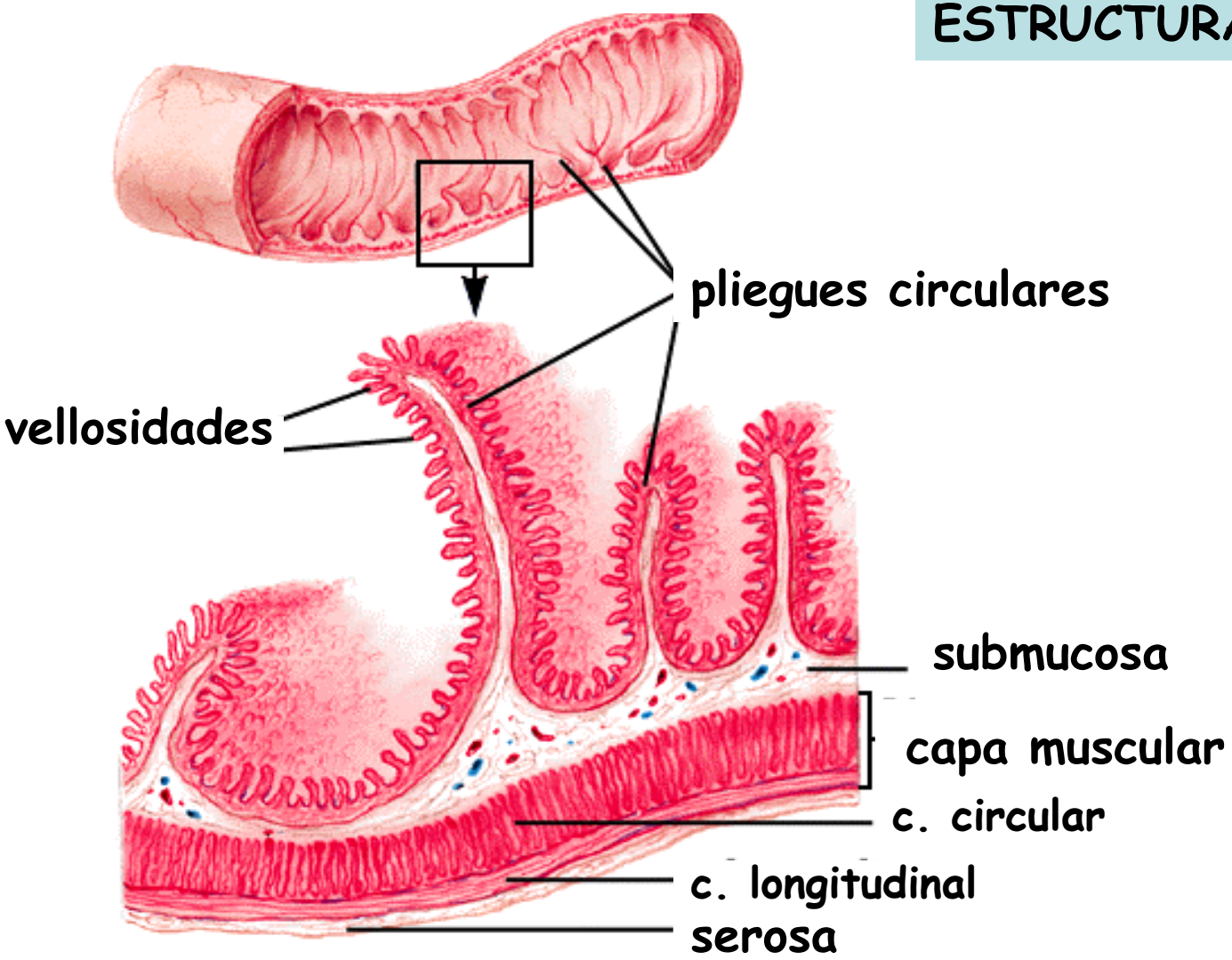
No hay pliegues



Absorción

I. INTESTINO DELGADO

ESTRUCTURA

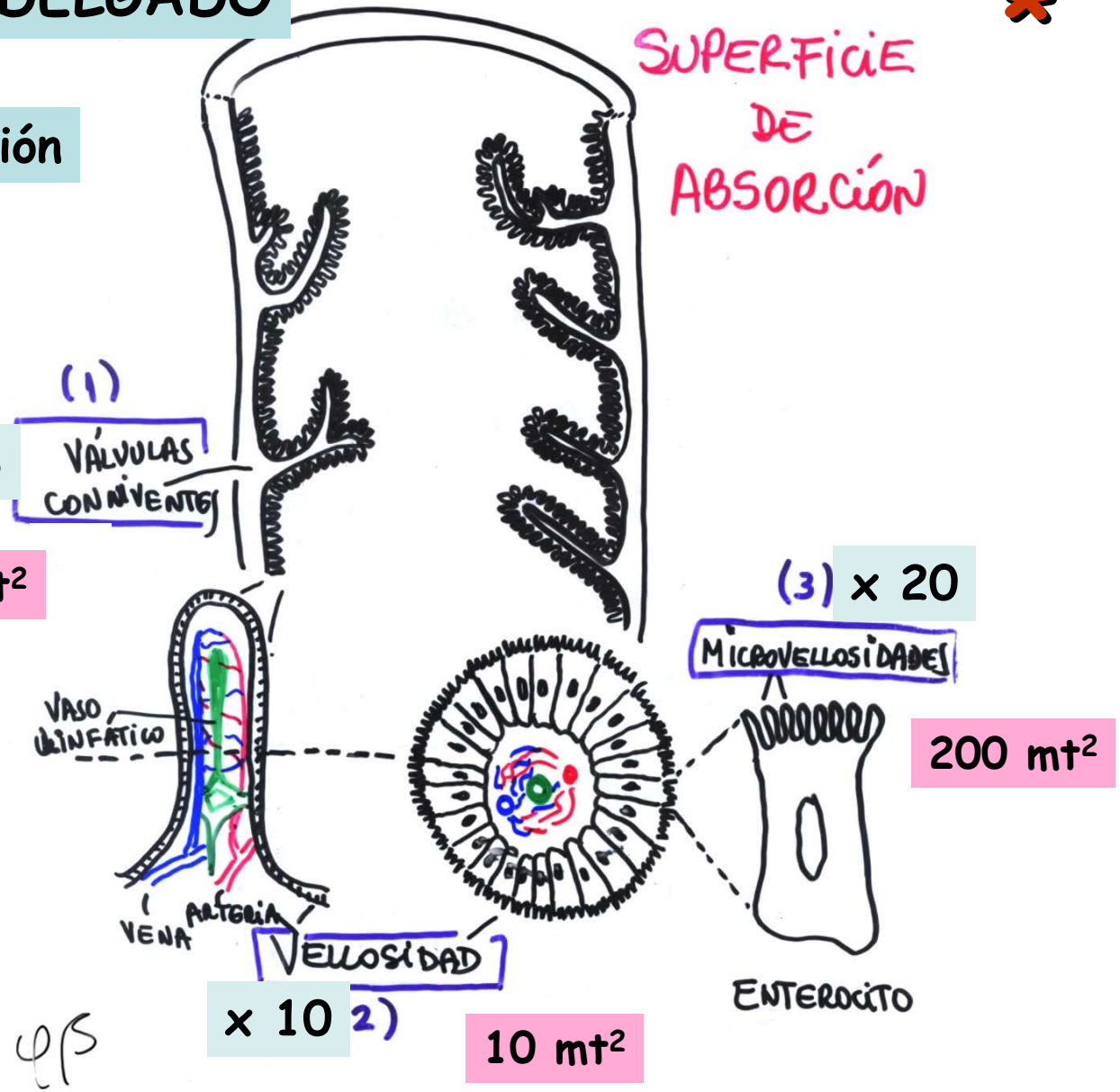


I. INTESTINO DELGADO

Área de absorción

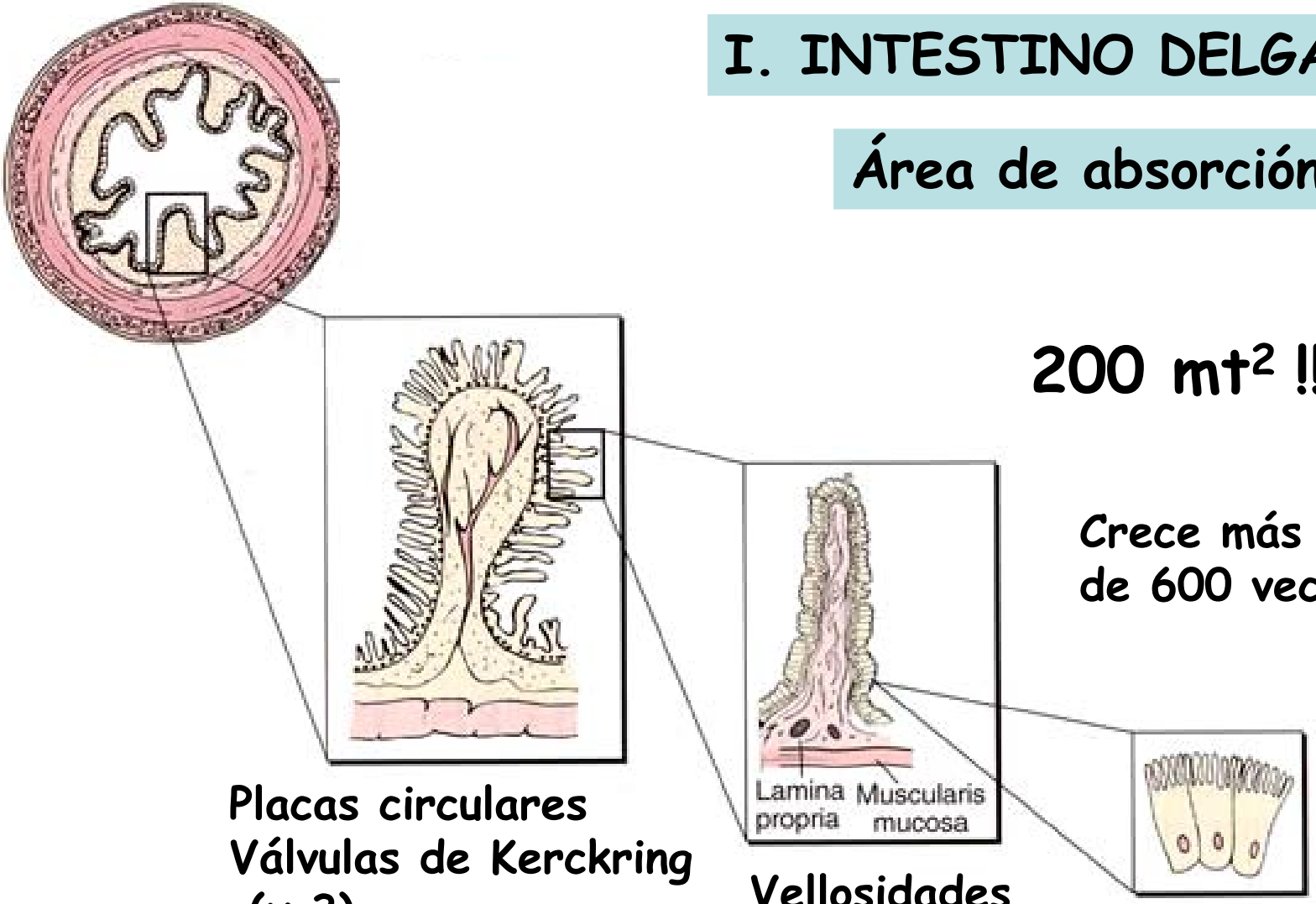
Longitud: 3mts

Área: 0.33 mts^2



I. INTESTINO DELGADO

Área de absorción



200 mt^2 !!

Crece más de 600 veces!!

Placas circulares
Válvulas de Kerckring
(x 3)

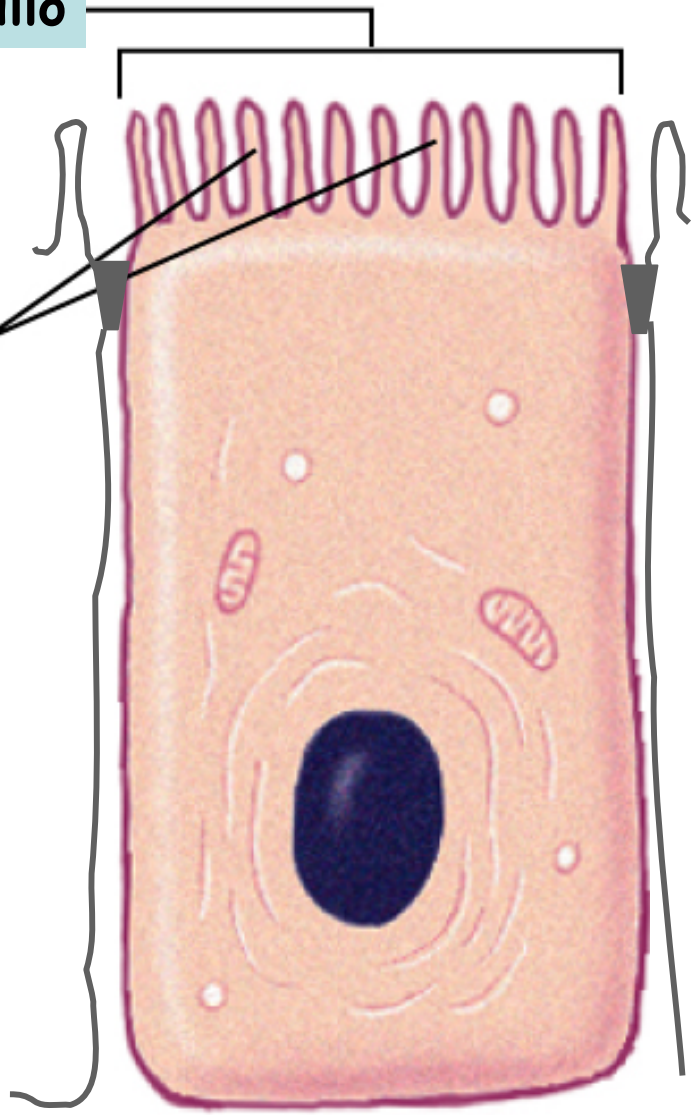
Vellosidades
(x 10)

Microvellosidades
(x 20)

I. INTESTINO DELGADO

Orla en cepillo

Microvellosidades



ENTEROCITO

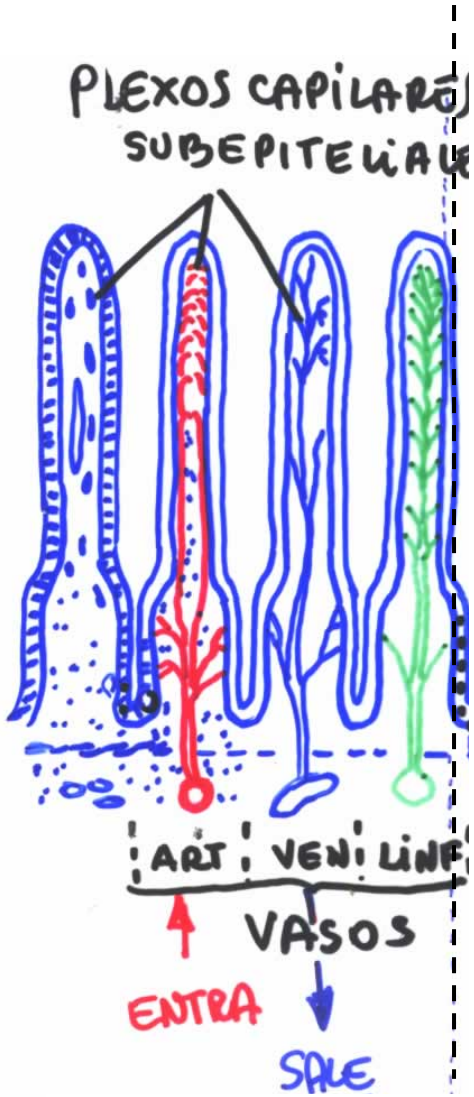
En la
membrana APICAL
ocurre
DIGESTIÓN final y
ABSORCIÓN

I. INTESTINO DELGADO

ART. SUBMUCOSA
↓
PLEXO CAPILAR SUBEPITELIAL

SHUNT A-V

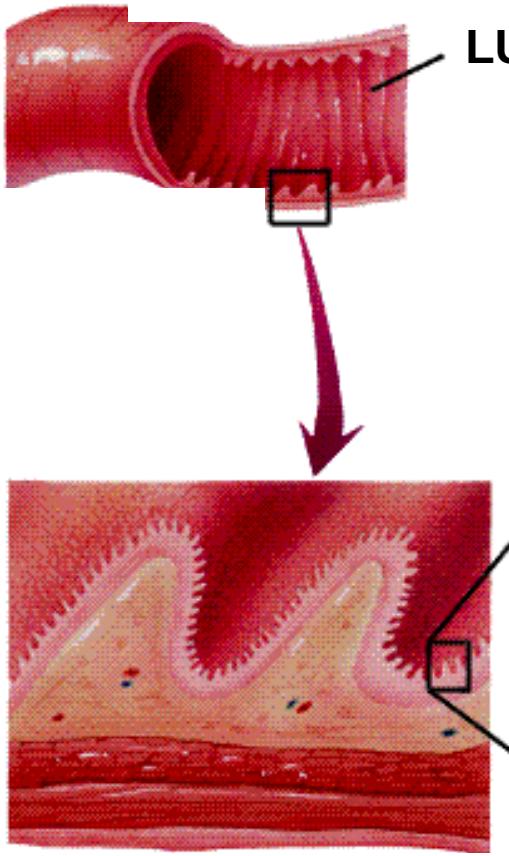
PLEXO VENOSO SUBMUCOSO
↓
V. PORTA

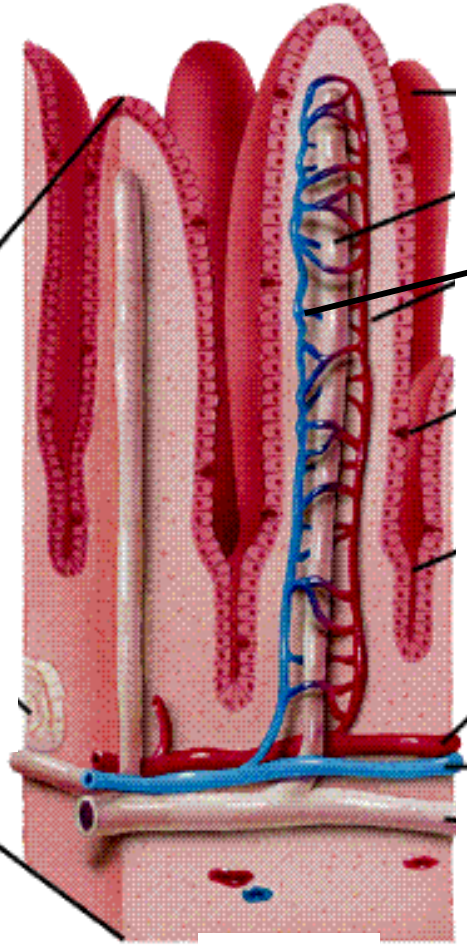


Circulación Vellosidades

I. INTESTINO

Circulación en vellosidades

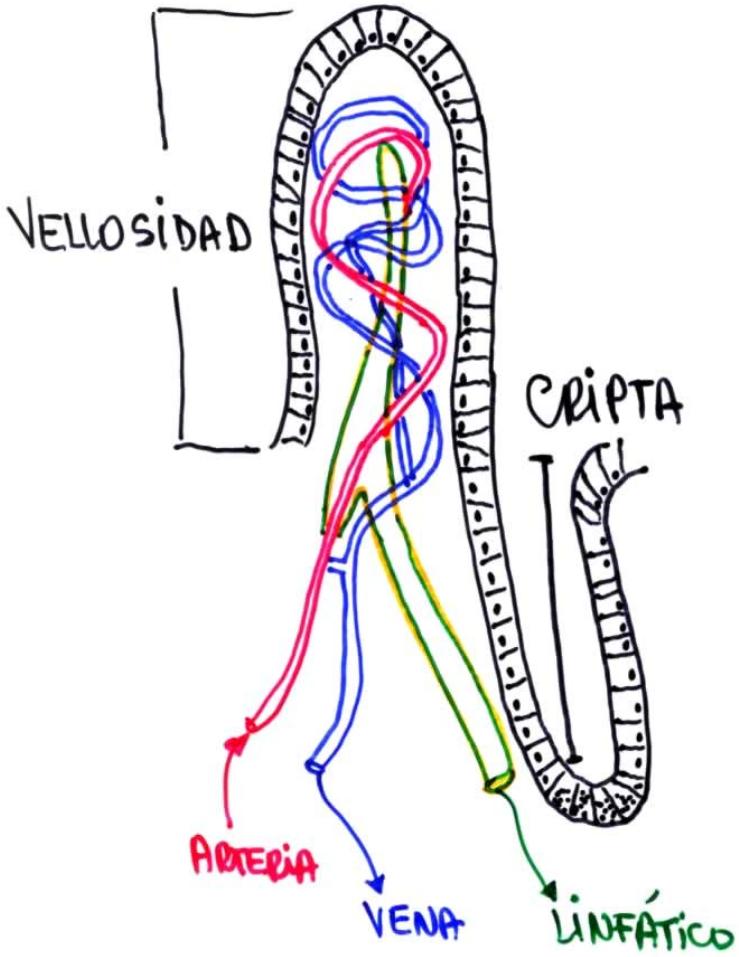




I. INTESTINO

Circulación en vellosidades

"MECANISMO CONTRACORRIENTE"
Arteriolas y vénulas

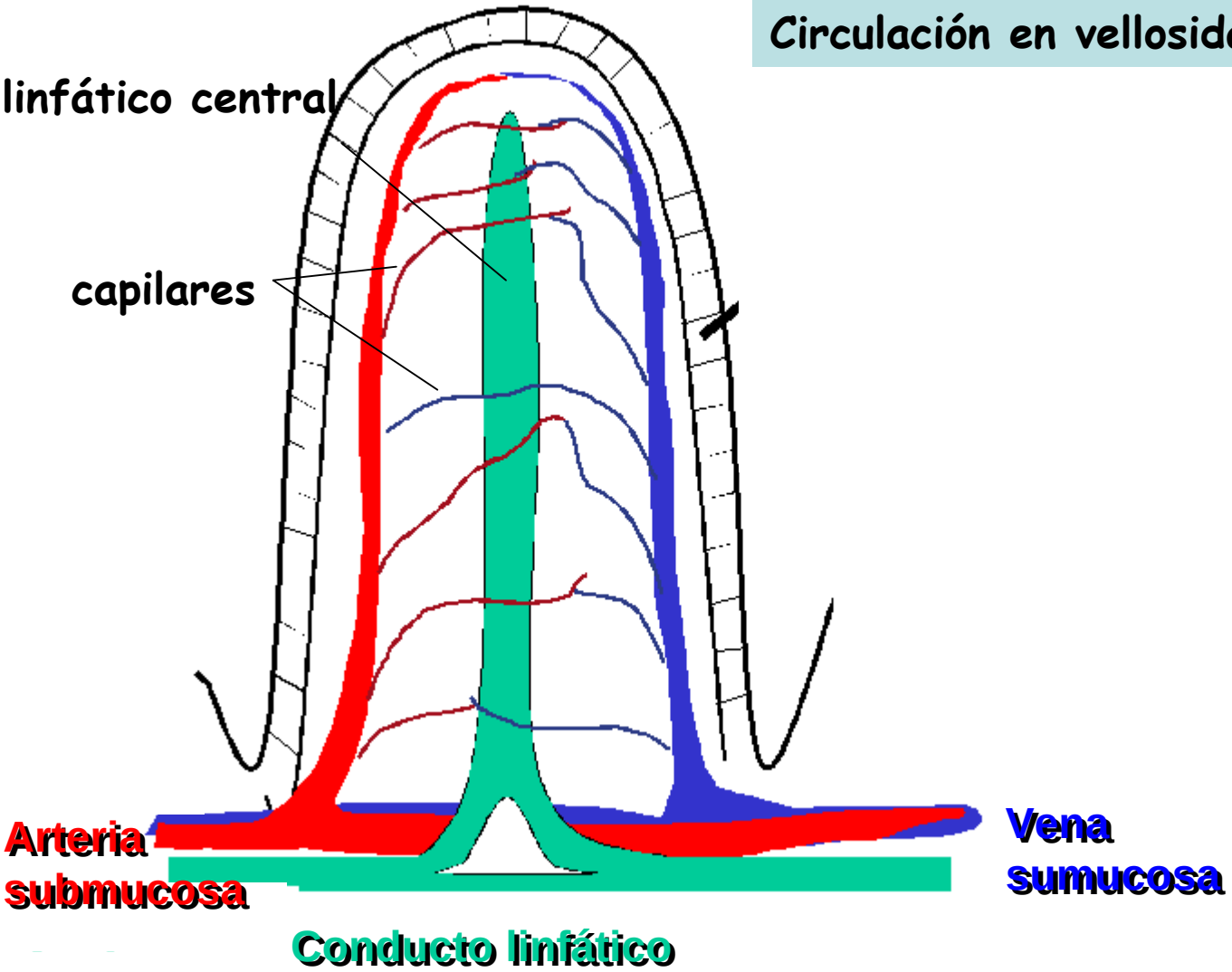


El flujo arterial que ENTRA
Y el flujo venoso que SALE
están muy cerca

El O_2 pasa de arteria a vena
- "shunt" arteriovenoso-
sin llegar a la punta de la vellosidad

I. INTESTINO

Circulación en vellosidades



Circulación en vellosidades

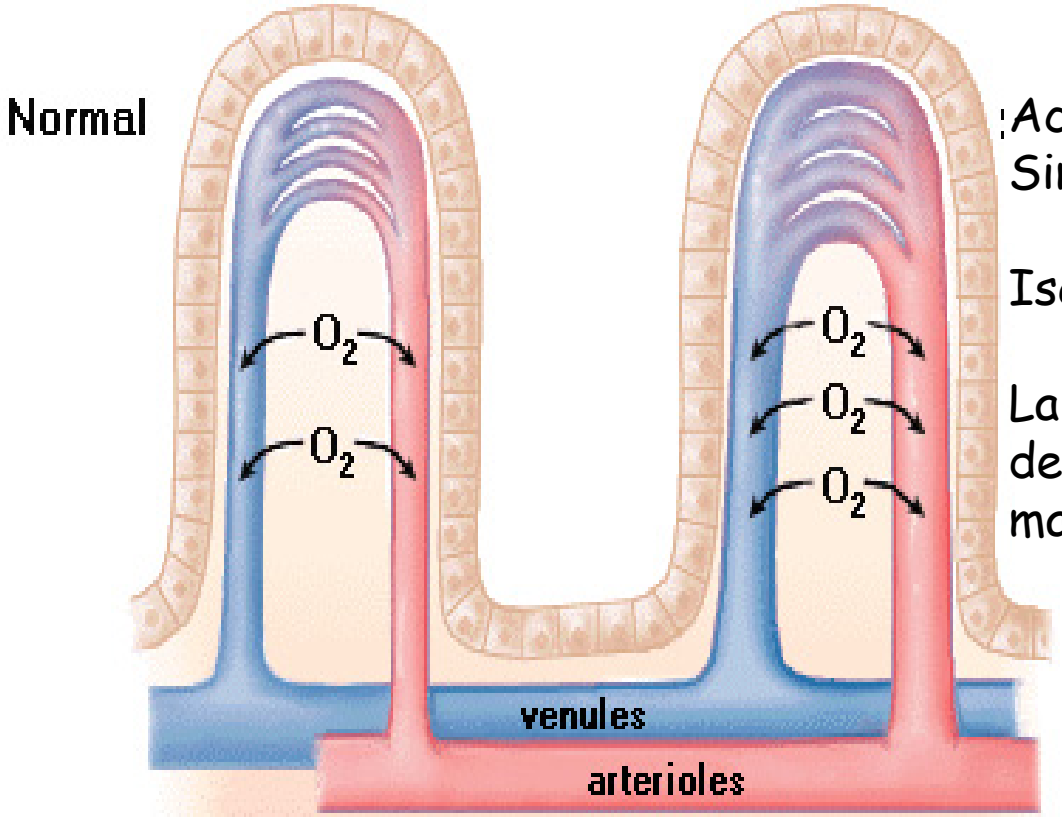
En la vellosidad hay una prolongación de la *muscularis mucosa* que al contraerse aumenta la irrigación de la mucosa
y ayuda a la absorción

Muscularis mucosa

I. INTESTINO DELGADO

Circulación vellosidades

Mecanismo contracorriente



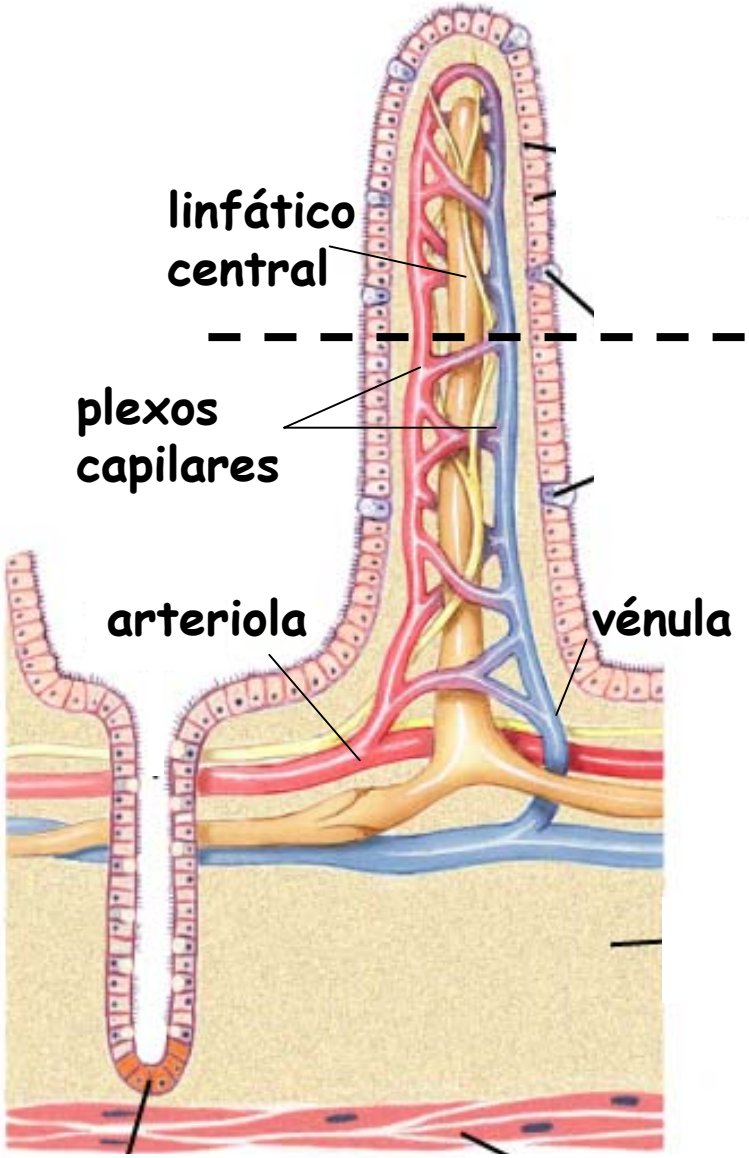
¡Actividad Simpática aumentada

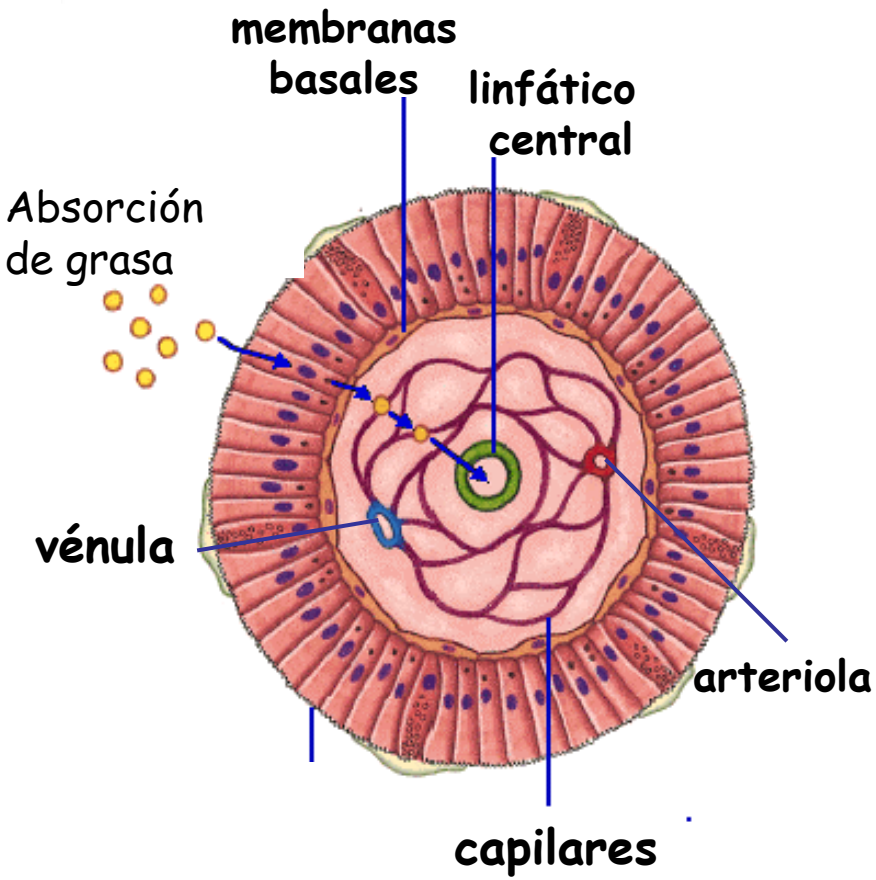
Isquemia de las puntas

La vellosidad se desintegra y muere: malabsorción

I. INTESTINO DELGADO

Circulación en vellosidades





Sección transversal de la vellosidad

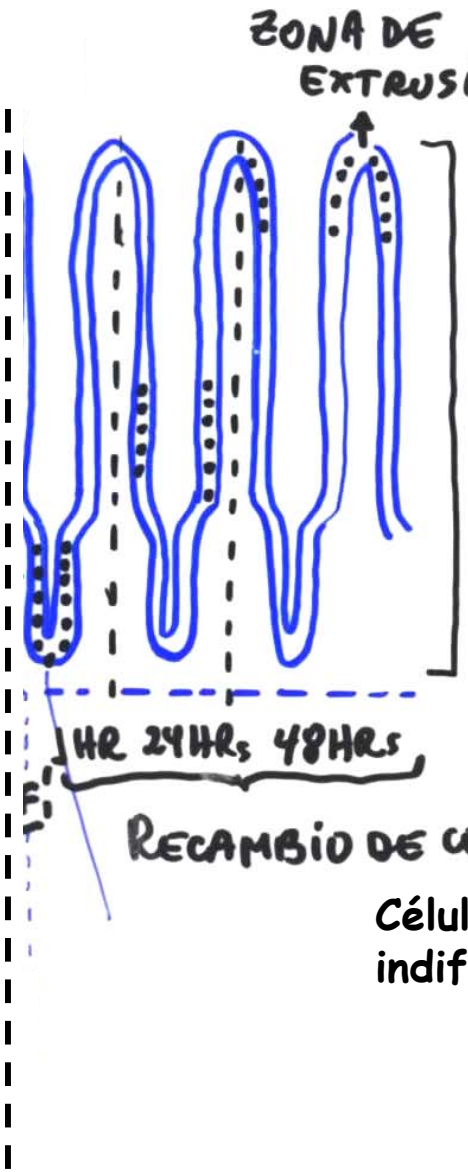
I. INTESTINO

Migración y diferenciación

17 billones células descamadas/día!!!

30 grs proteína/día para ser digeridos!!!

Mayor riesgo de cánceres en TGI por su gran gctividad proliferativa



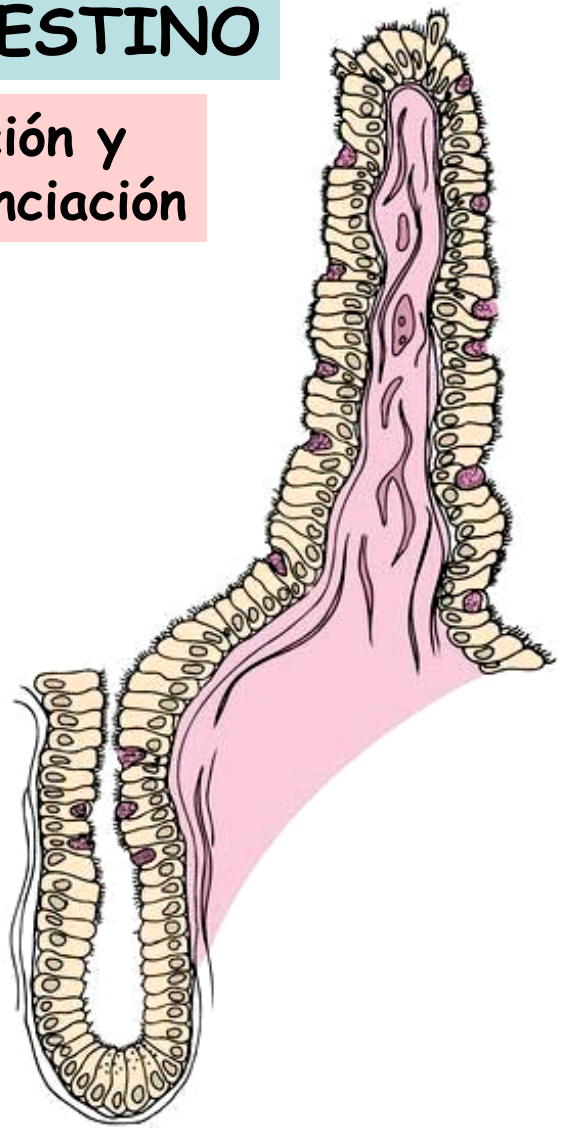
Enterocitos maduros (2-5 días)

Células Madre indiferenciadas

- Enterocito
- Endocrinocito
- c. Mucosa
- c. Paneth

I. INTESTINO

Migración y diferenciación



Exfoliación

Maduración

Diferenciación

Proliferación

Célula madre

VELLOSIDAD

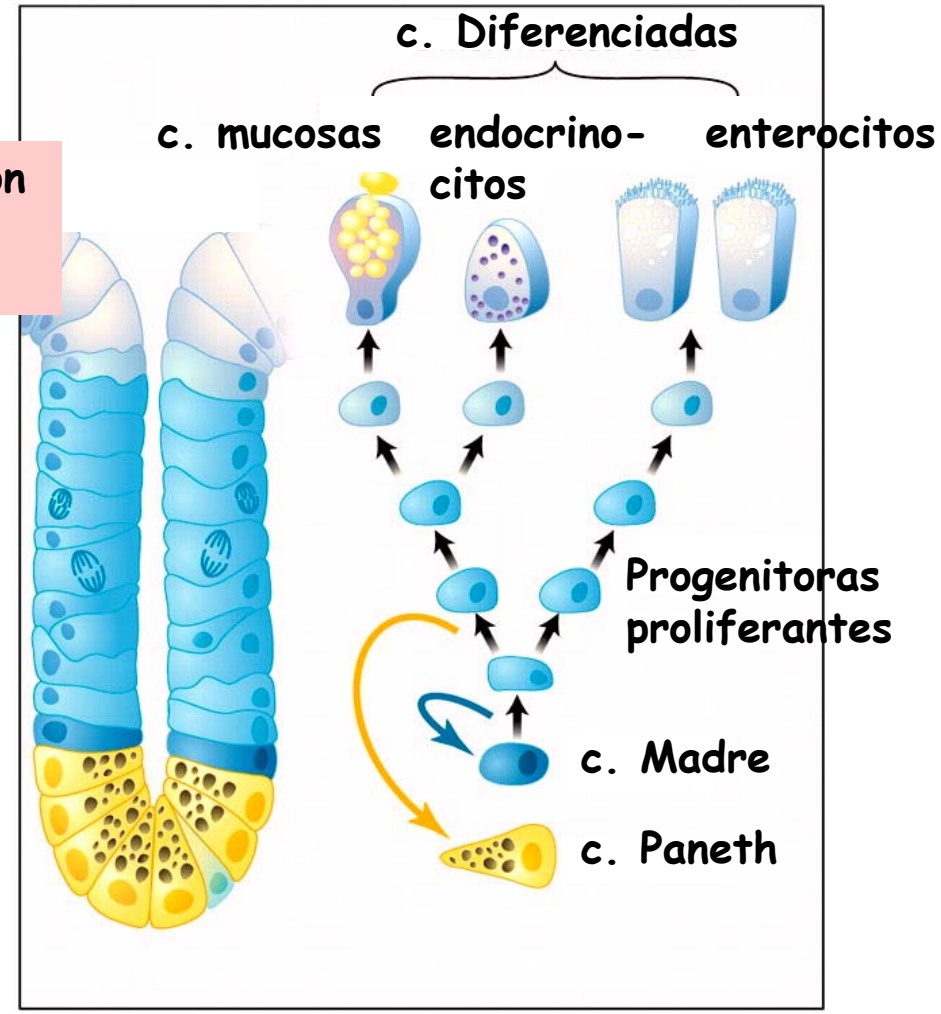
Prolongación autorenovable

CRIPTA

© Current Medicine

I. INTESTINO

Migración y diferenciación



F. Radtke et al., Science 307, 1904 -1909 (2005)

II. EPITELIO INTESTINAL

1. VELLOSIDAD

ENTEROCITOS

C. CALICIFORMES

2. CRIPTA DE LIEBERKUHN

C. CALICIFORME

C. ENTEROCROMAFINES (ECF)

C. PANETH

C. INDIFERENCIADAS

C. "M" SISTEMA INMUNE ENTÉRICO

II. EPITELIO INTESTINAL

Vellosidades

Ejercicio

¿ qué parte del intestino delgado es?

Criptas

submucosa

c. muscular

II. EPITELIO INTESTINAL

VELLOSIDAD

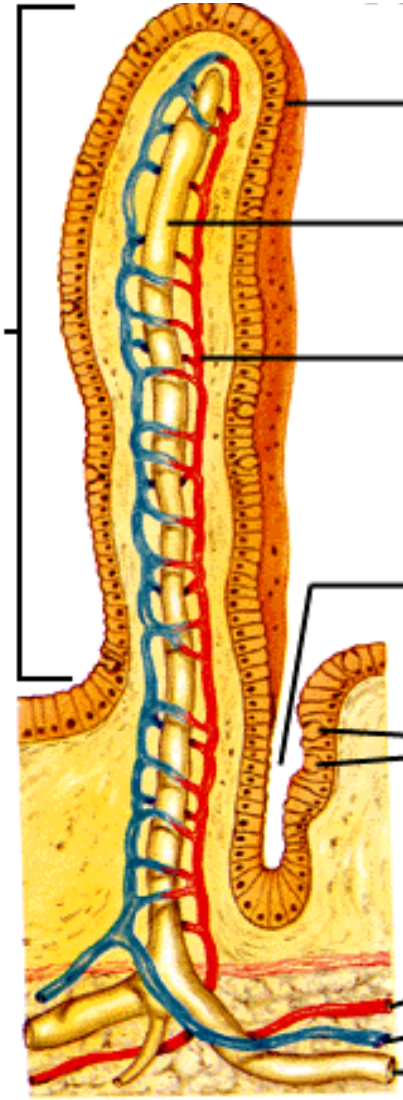
ENTEROCITOS Y CÉLULAS CALICIFORMES

II. EPITELIO INTESTINAL

Vellosidades

ENTEROCITOS Y CÉLULAS CALICIFORMES

II. EPITELIO INTESTINAL



II. EPITELIO

Vellosidad - Cripta

CÉLULAS EN MUCOSA INTEST.

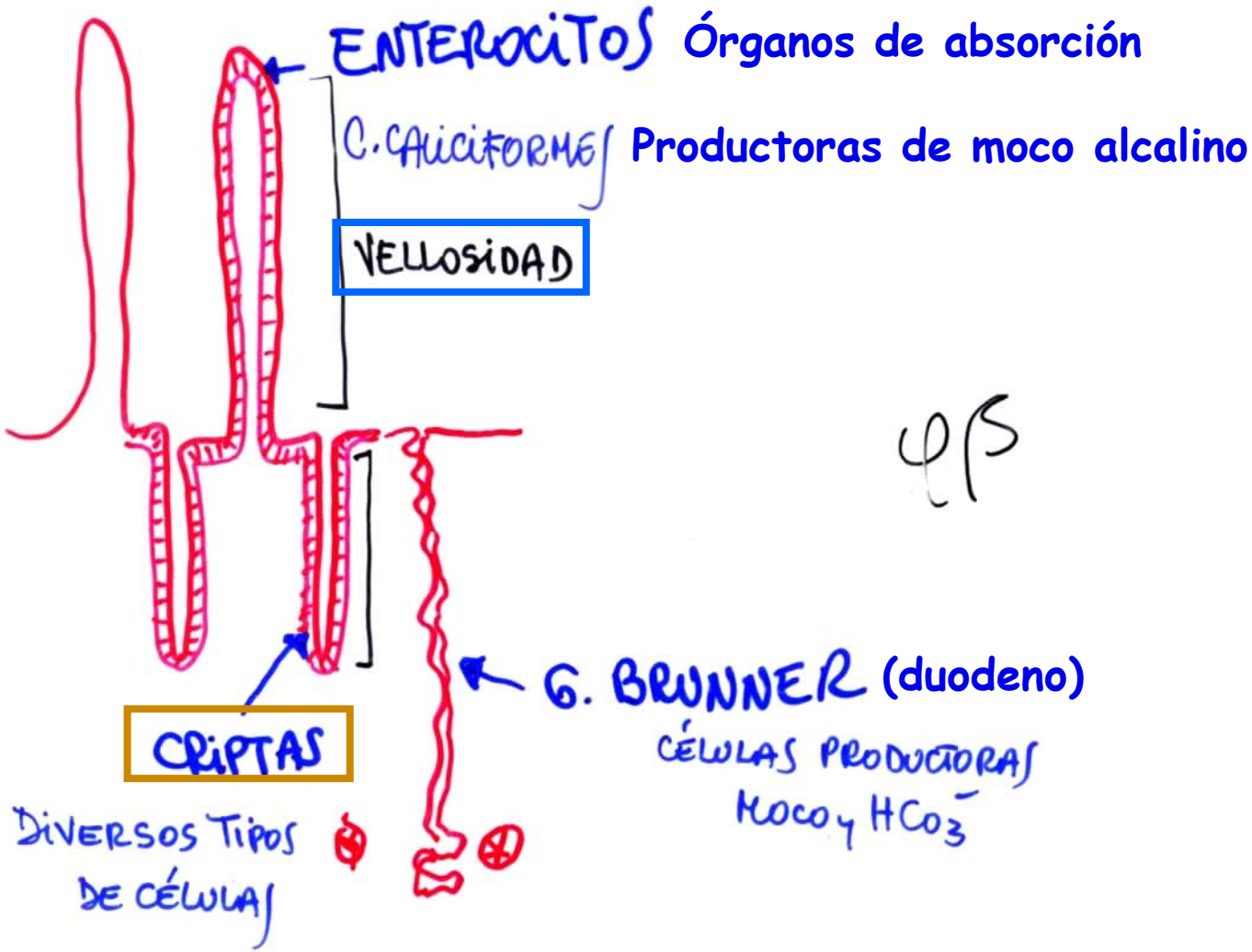
1. ENTEROCITOS - ÓRGANOS DE ABSORCIÓN -

2. GL. INTESTINALES ó
   - CRIPTAS DE LIEBERKÜHN -

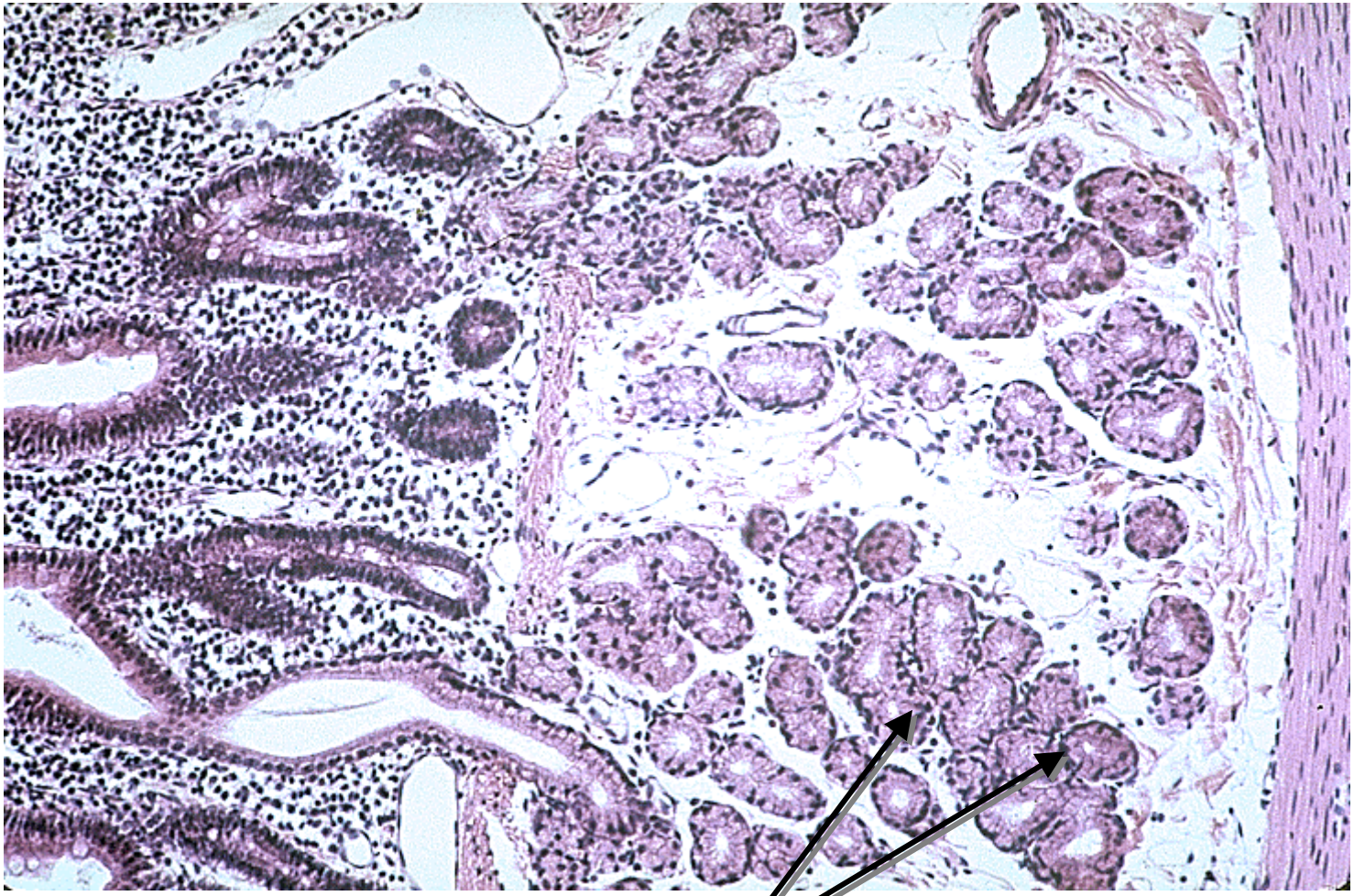
- C. CALICIFORMES MUCOSAS
- C. INDIFERENCIADAS
- C. ENDOCRINAS - HORMONAS -
- C. PANETH - ENZIMAS -
- C. "M" - IgA -
- C. ENTEROCROMAFINES - 5-HT -

3. GL. BRUNNER DUODENO
   MOCO, HCO_3^-

II. EPITELIO INTESTINAL

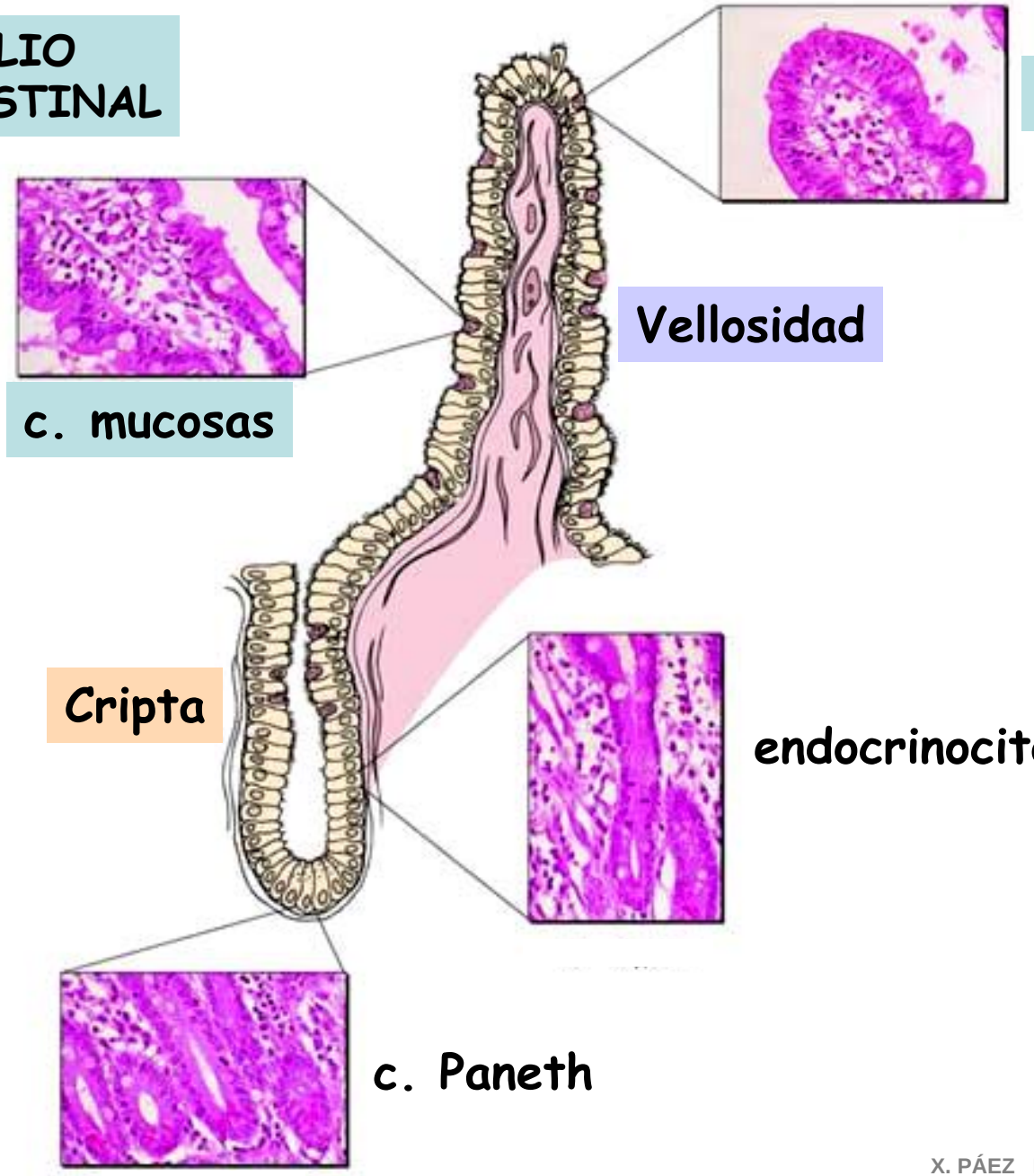


DUODENO



Glándulas mucosas de Brunner

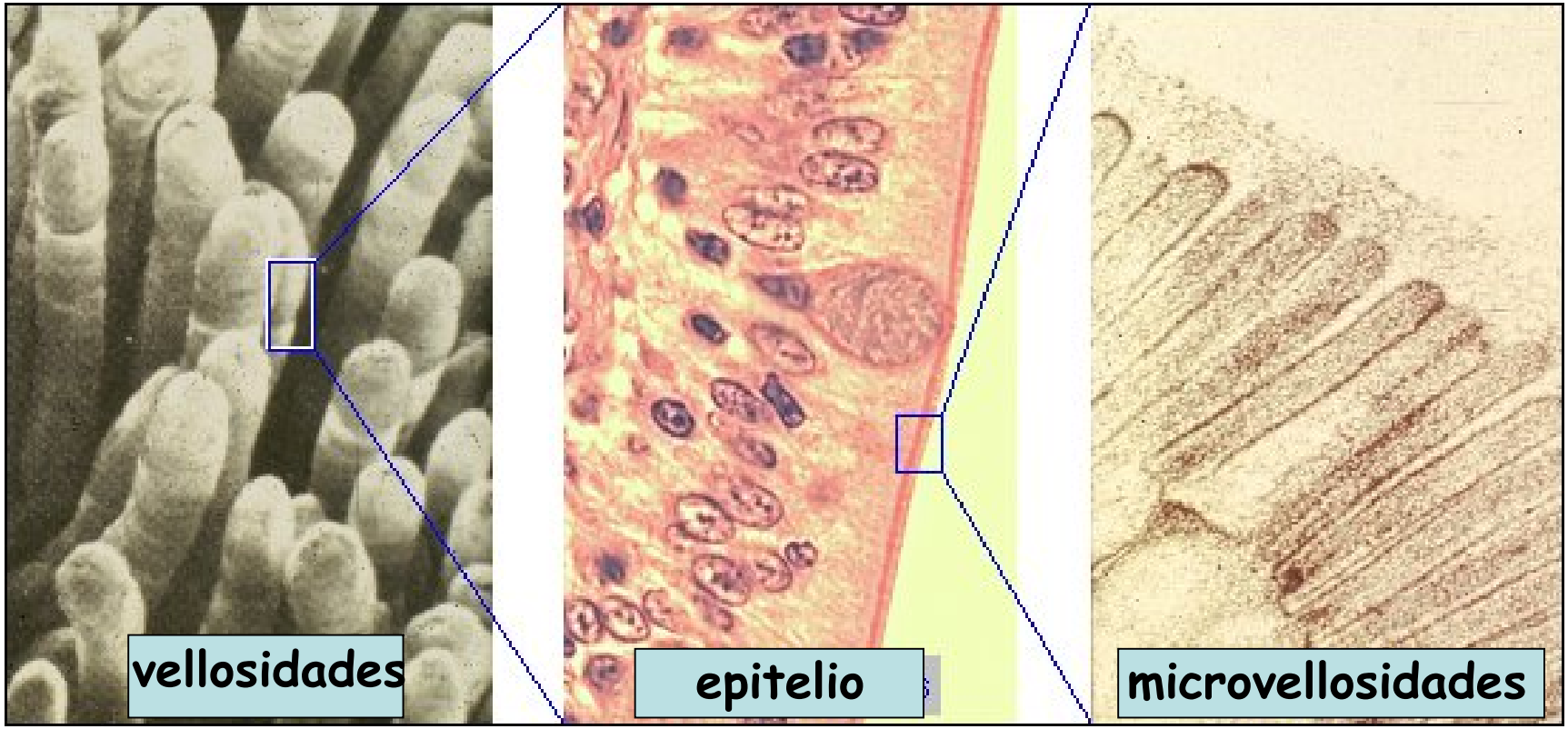
II. EPITELIO INTESTINAL



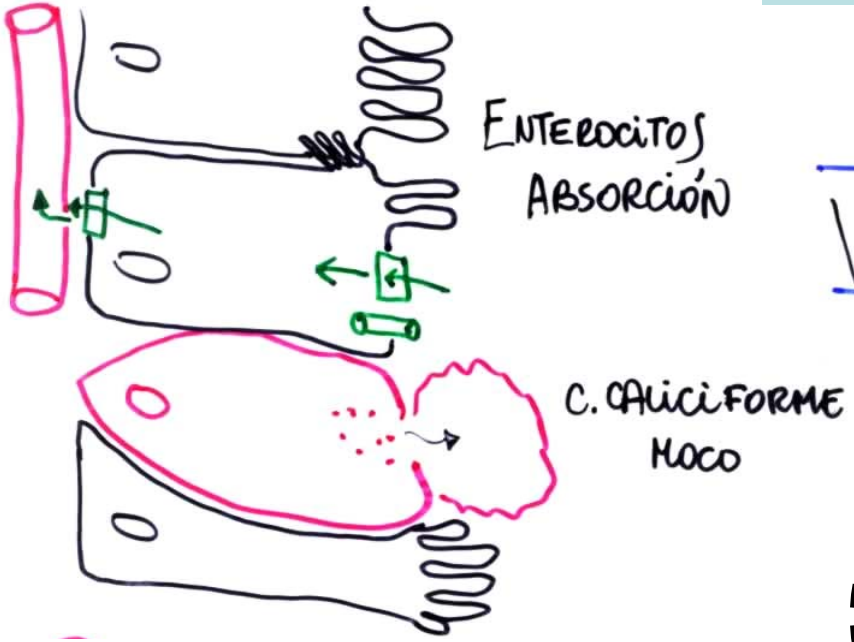
© Current Medicine

II. EPITELIO INTESTINAL

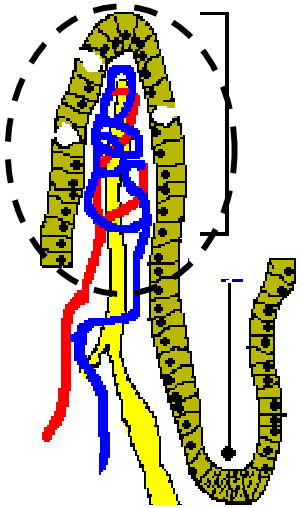
Vellosidad

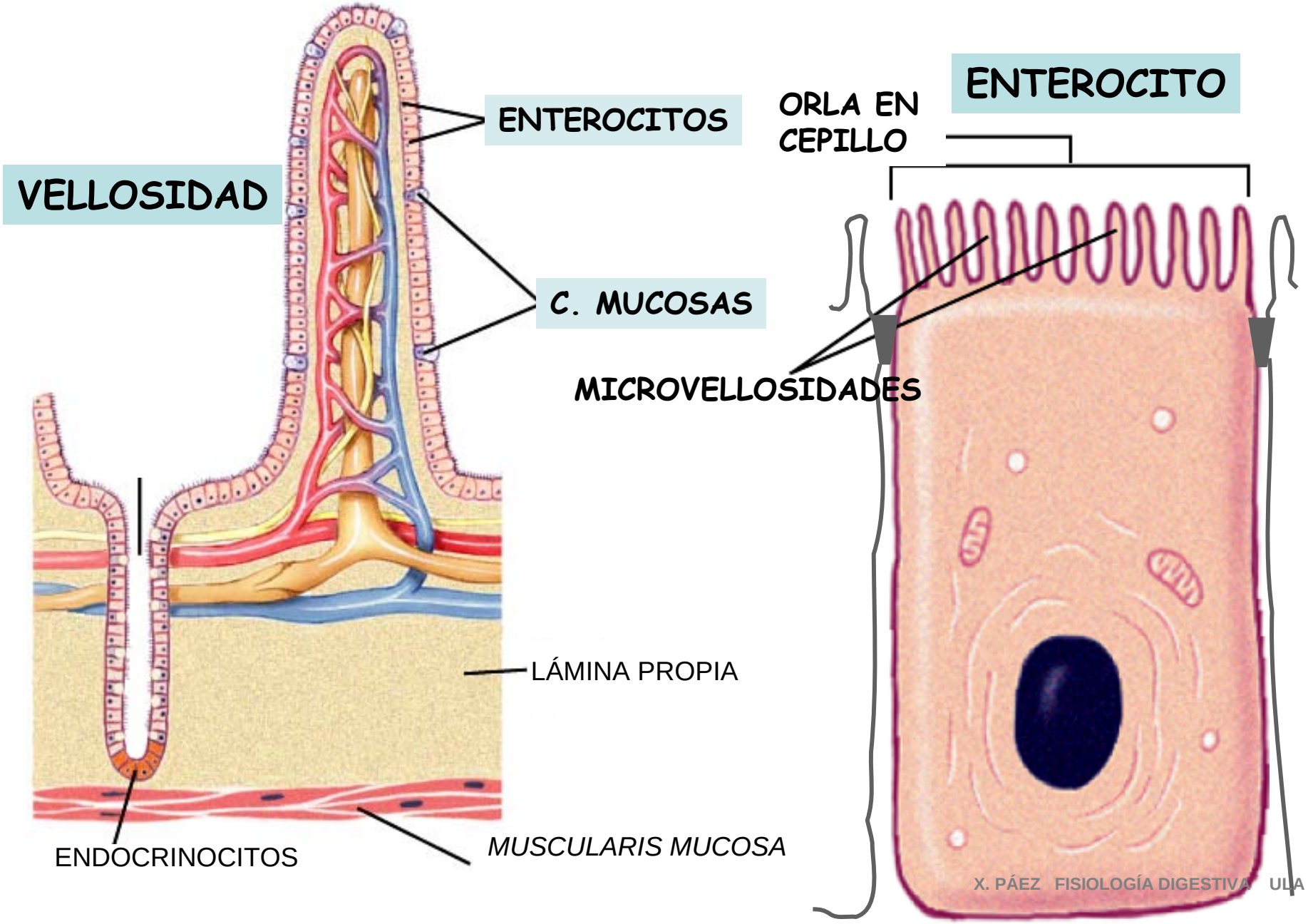


II. EPITELIO INTESTINAL



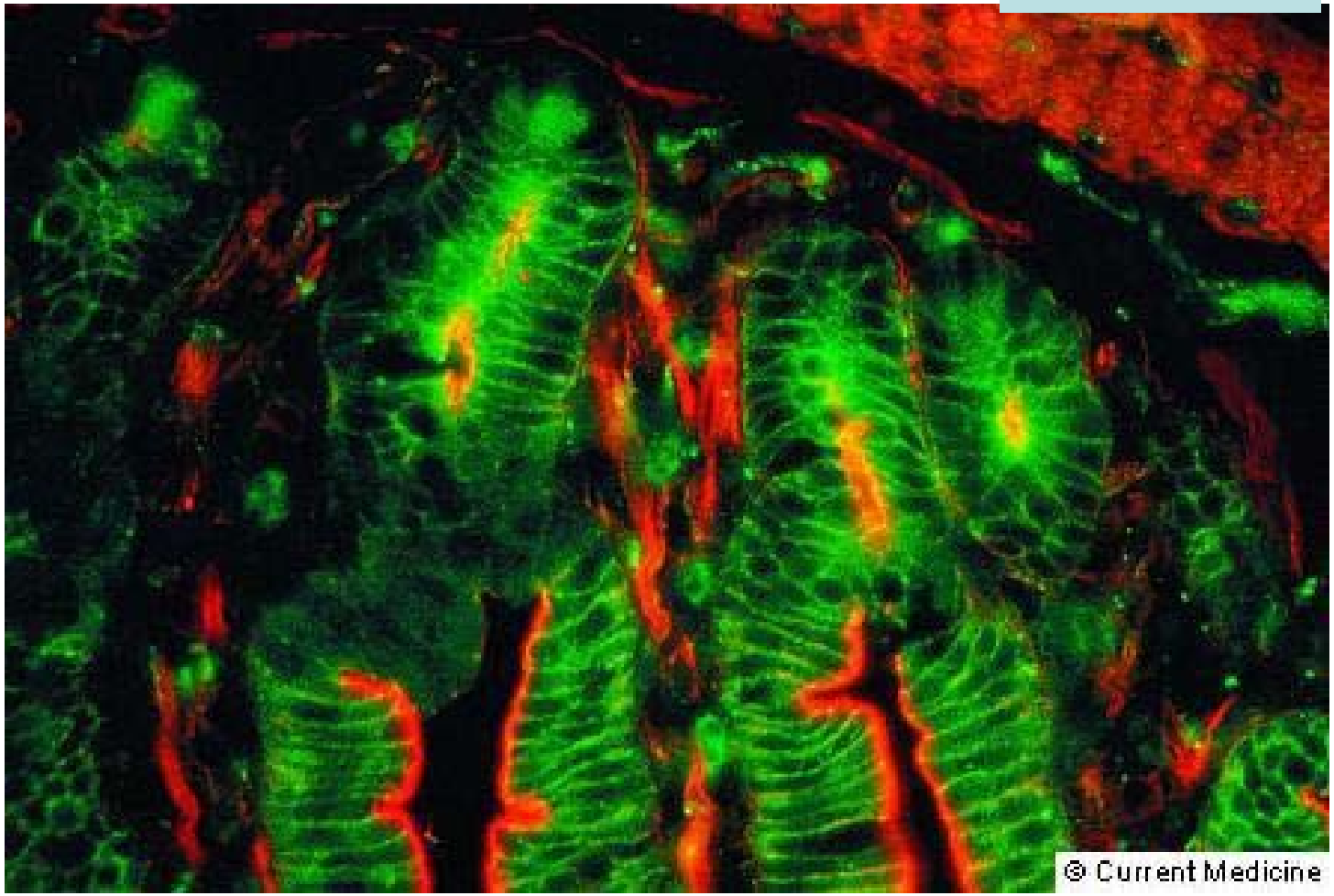
VELLOSIDAD




VELLOSIDAD
ENTEROCITOS
C. MUCOSAS
LÁMINA PROPIA
ENDOCRINOCITOS
MUSCULARIS MUCOSA
ENTEROCITO
ORLA EN CEPILLO
MICROVELLOSIDADES

II. EPITELIO INTESTINAL

Vellosidades

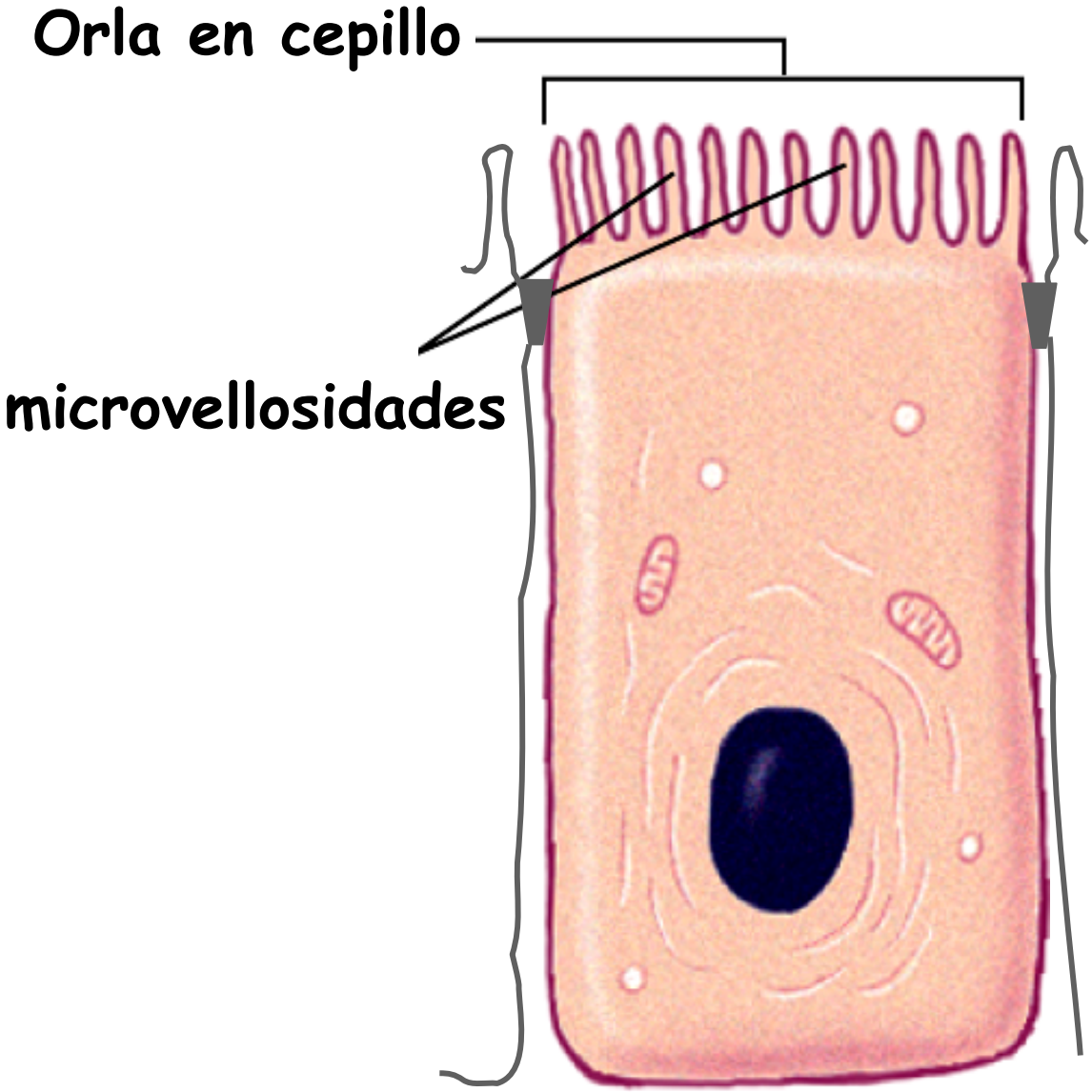


MEMBRANA APICAL ENTEROCITOS GLICOCALIX (rojo)

Enzimas hidrolasas: peptidasas y oligosacaridasas

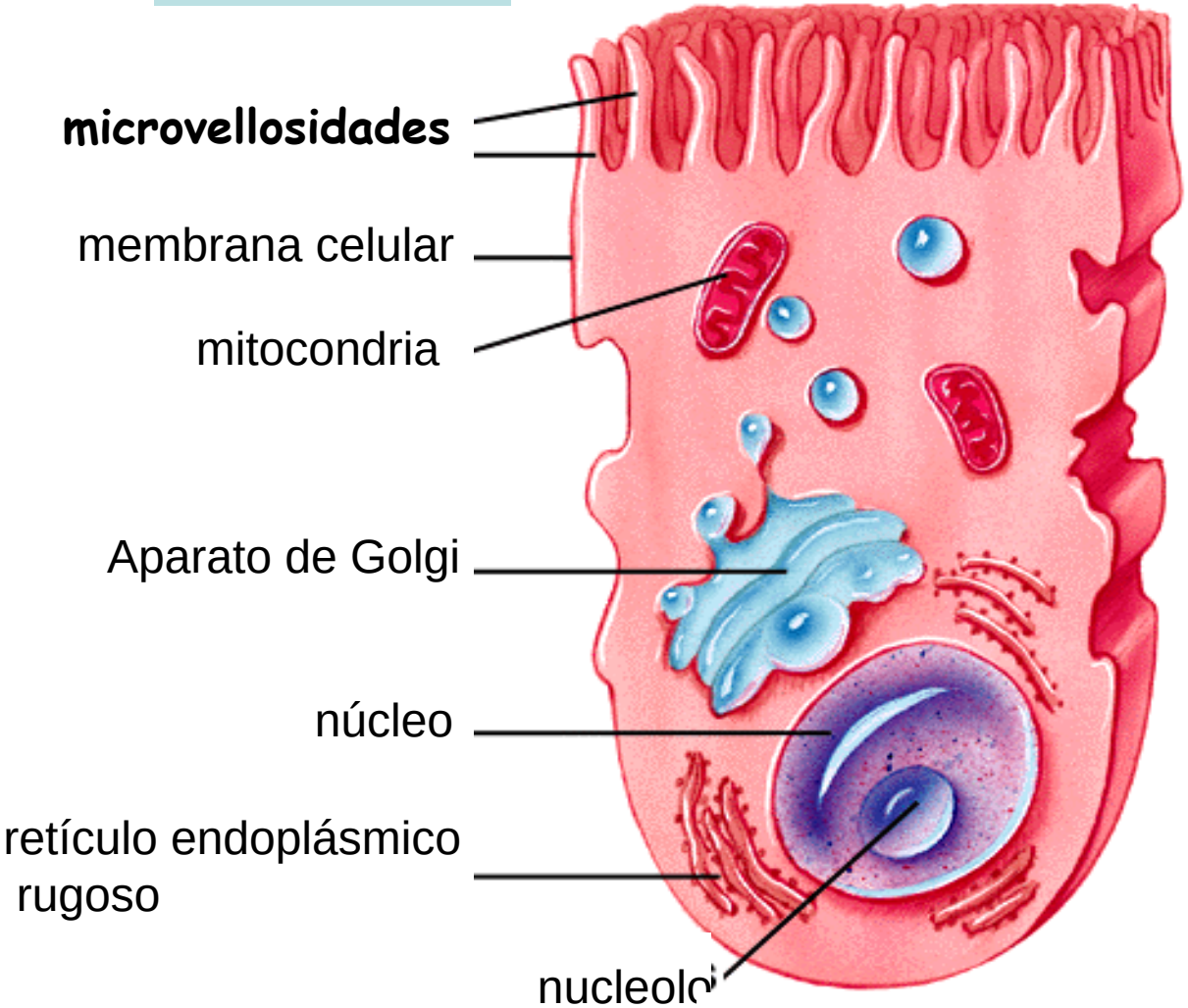
I. INTESTINO DELGADO

ENTEROCITO

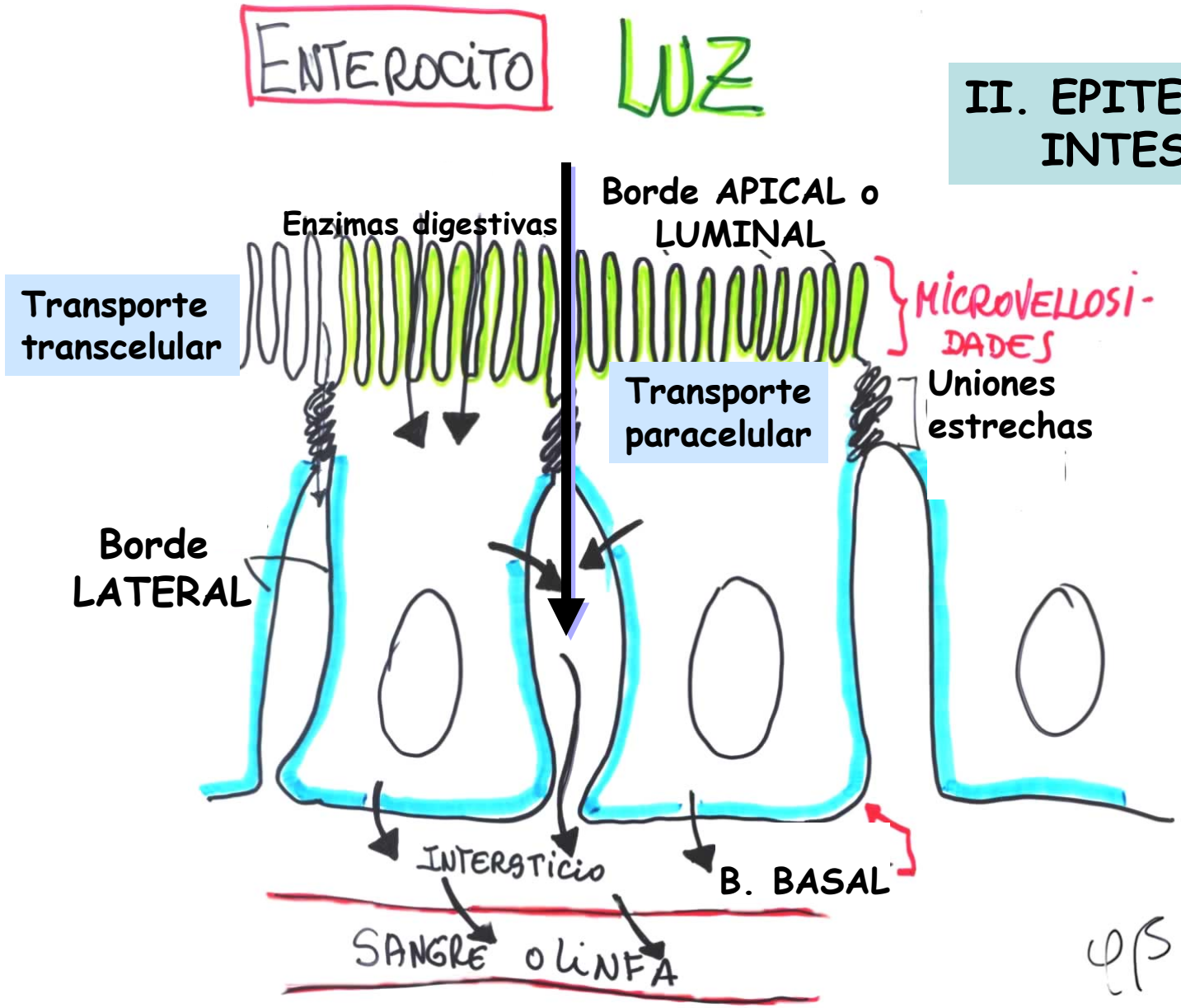


En la superficie de enterocito ocurre la **digestión final y la absorción** de todos los nutrientes

Enterocito

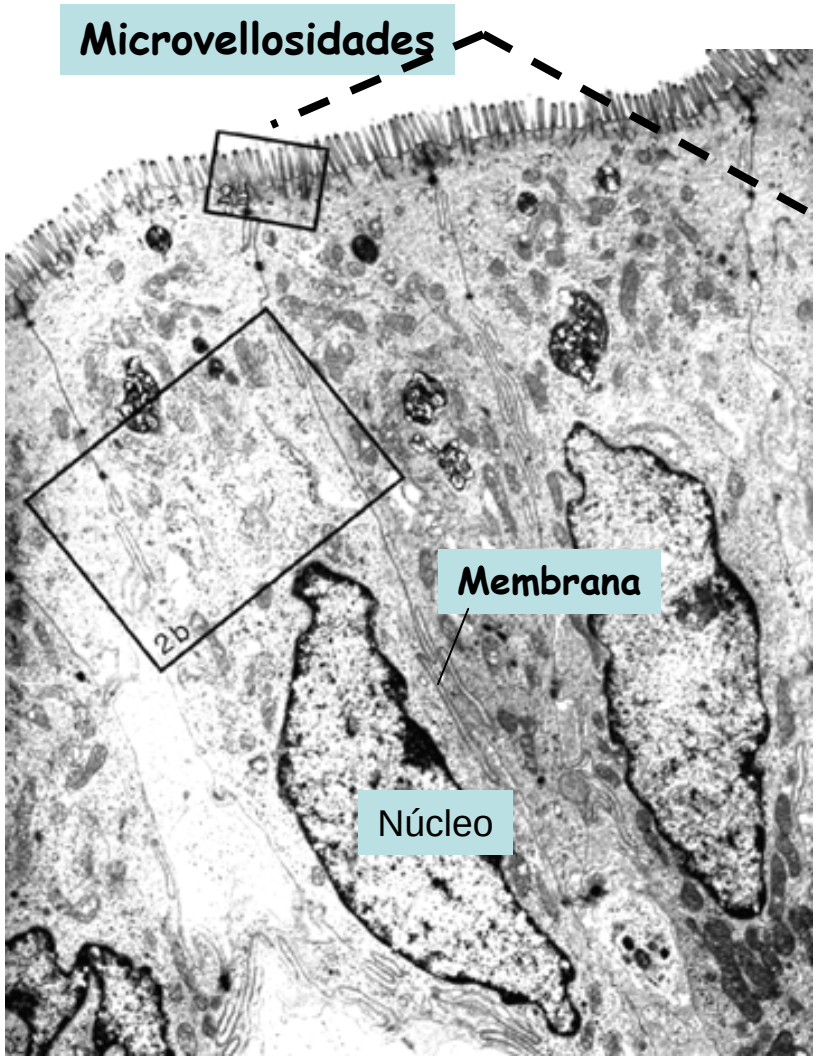

microvellosidades
membrana celular
mitocondria
Aparato de Golgi
núcleo
retículo endoplásmico rugoso
nucleolo

II. EPITELIO INTESTINAL

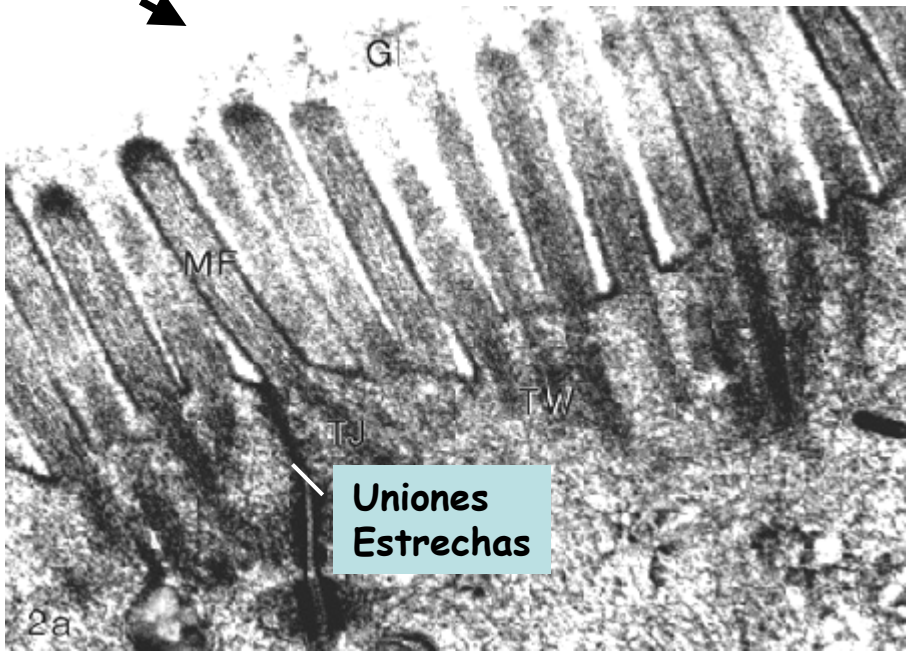


II. EPITELIO

ENTEROCITOS



Ultraestructura
Epitelio Intestino delgado



Ultraestructura
Orla en cepillo

EPITELIO INTESTINAL

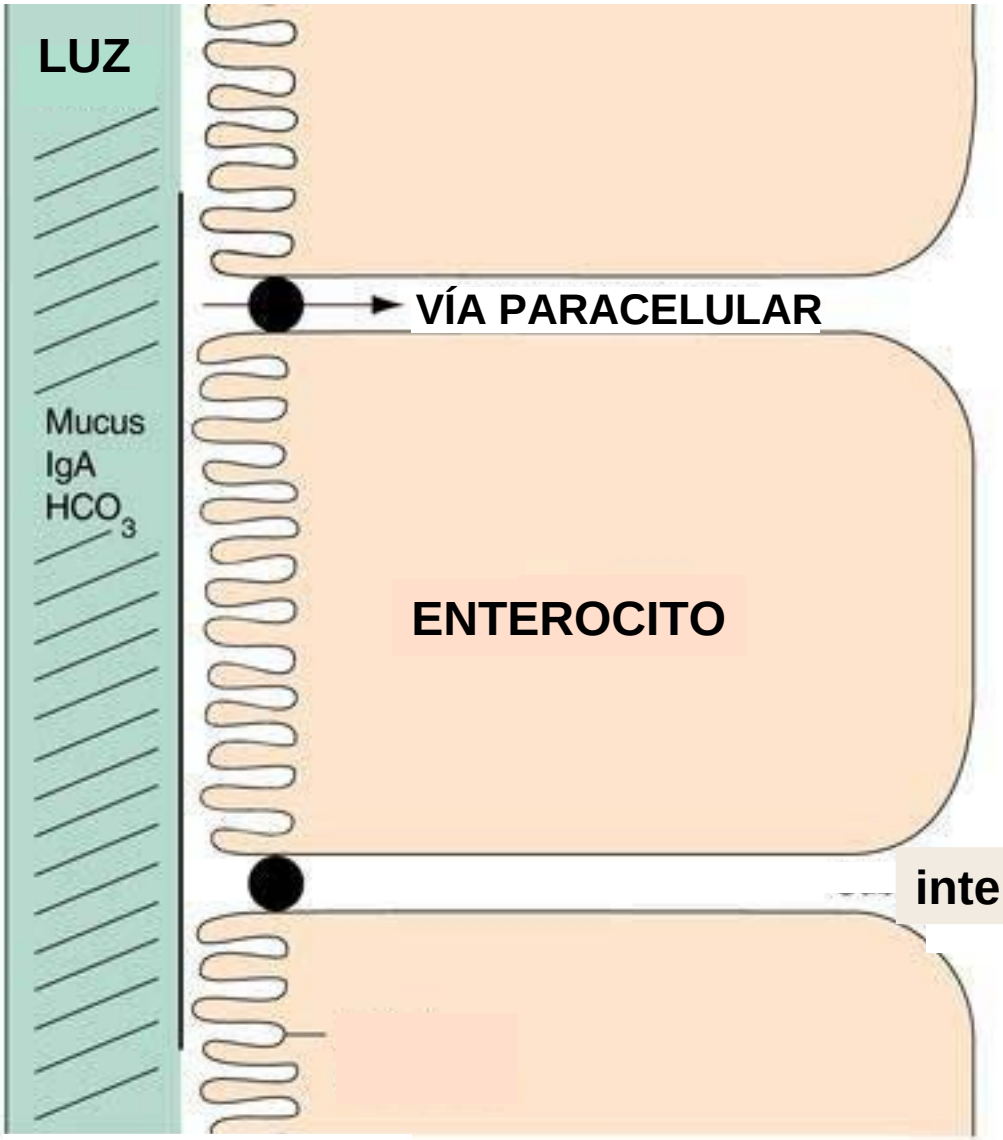
Órgano de:

* protección y defensa (barrera)

* secreción interna y externa
(S. Endocrino entérico)

* inmunidad
(S. Inmune entérico)

* proliferación

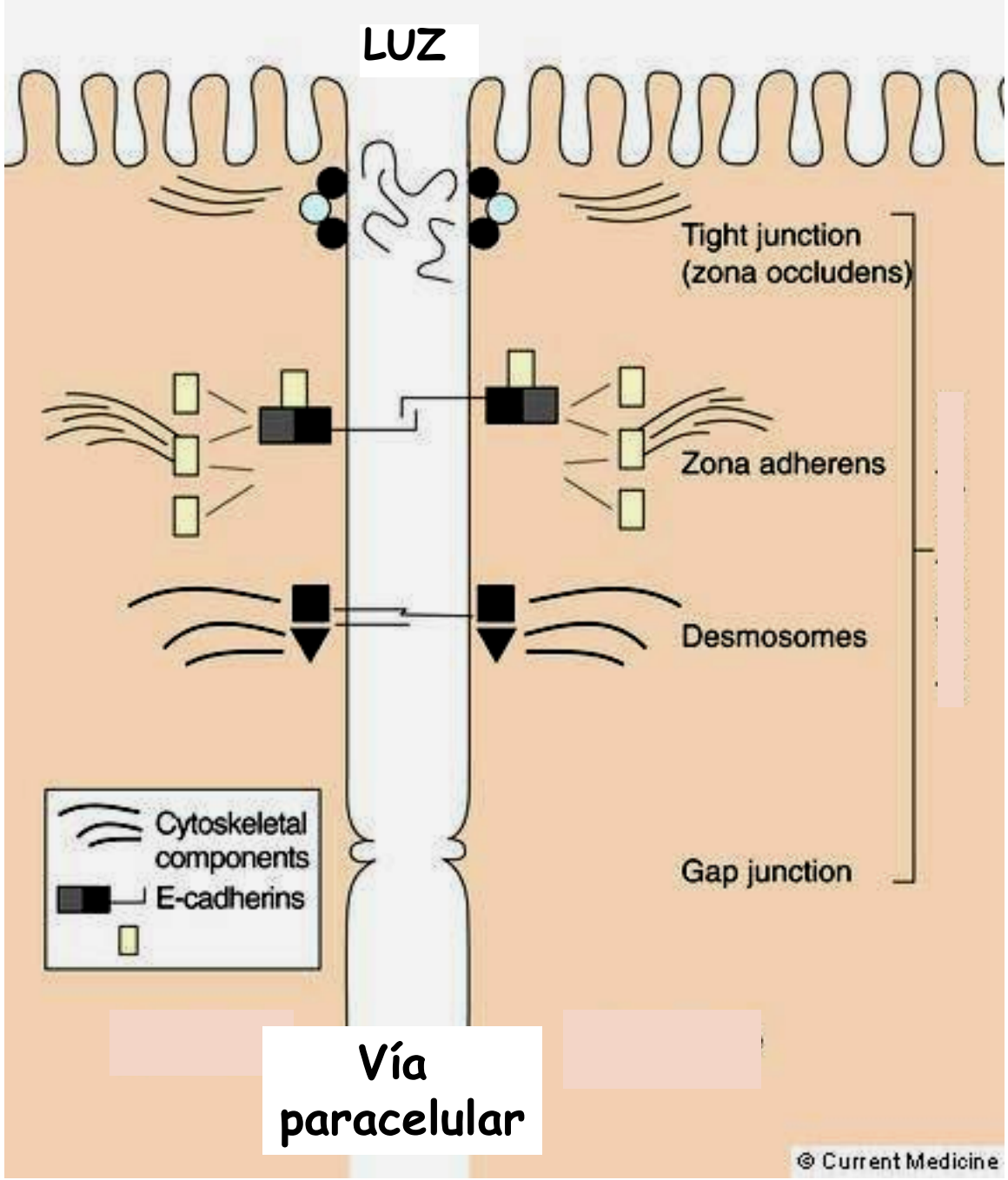


© Current Medicine

II. EPITELIO INTESTINAL

Barrera protectora:
Enterocitos
+
uniones

Uniones estrechas = Membrana semipermeable



II. EPITELIO

Barrera protectora

Uniones entre enterocitos

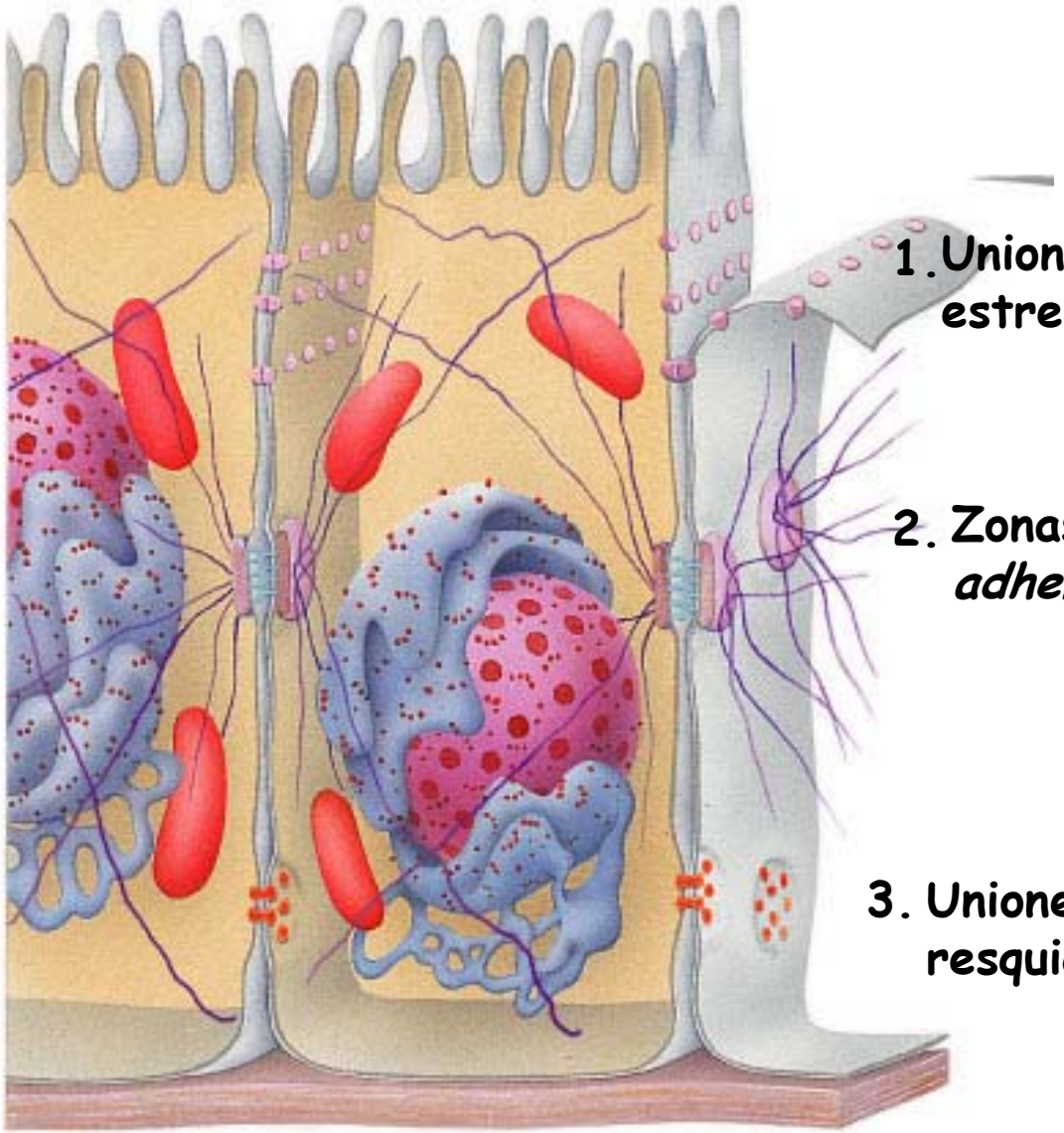
Complejos de unión

El agua se transporta por ambas vías. pero es más importante la paracelular

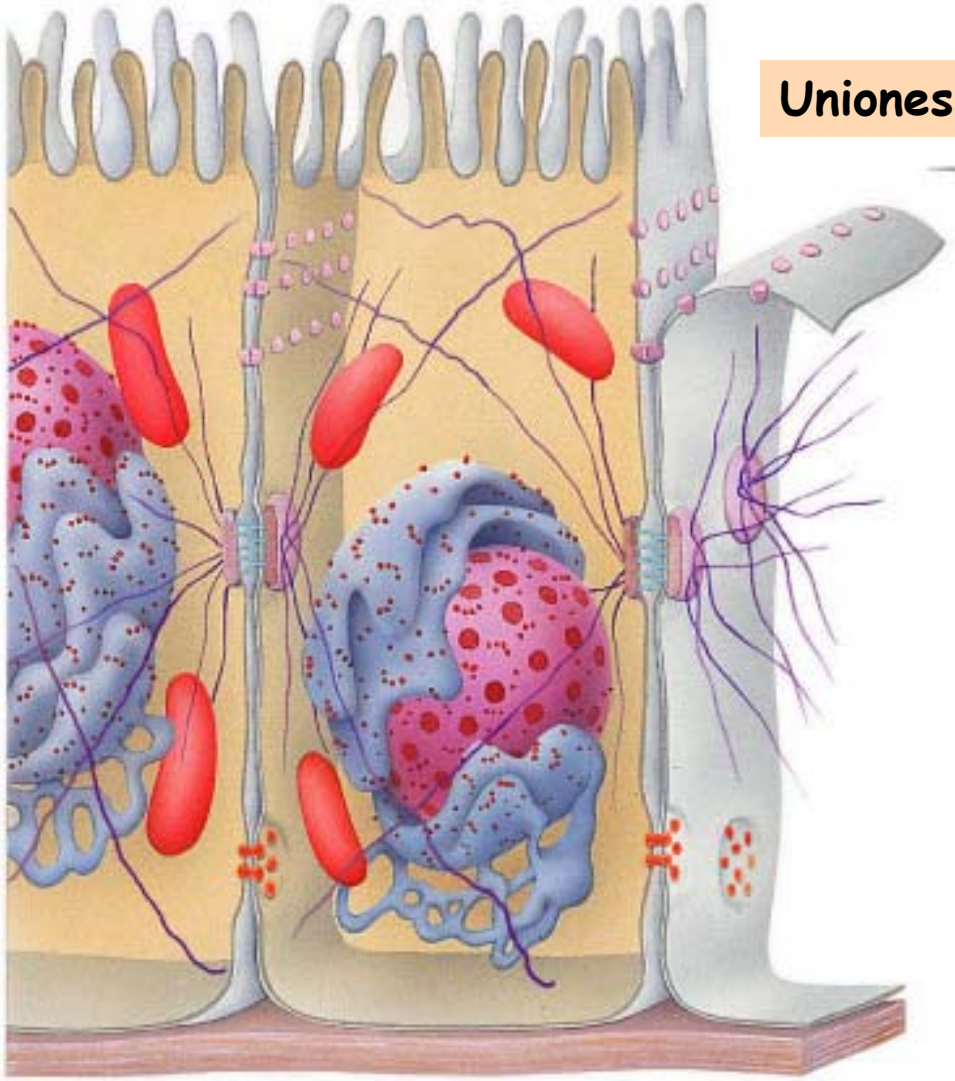
II. EPITELIO

Enterocitos y Complejos de unión

"EMPALIZADA"



II. EPITELIO

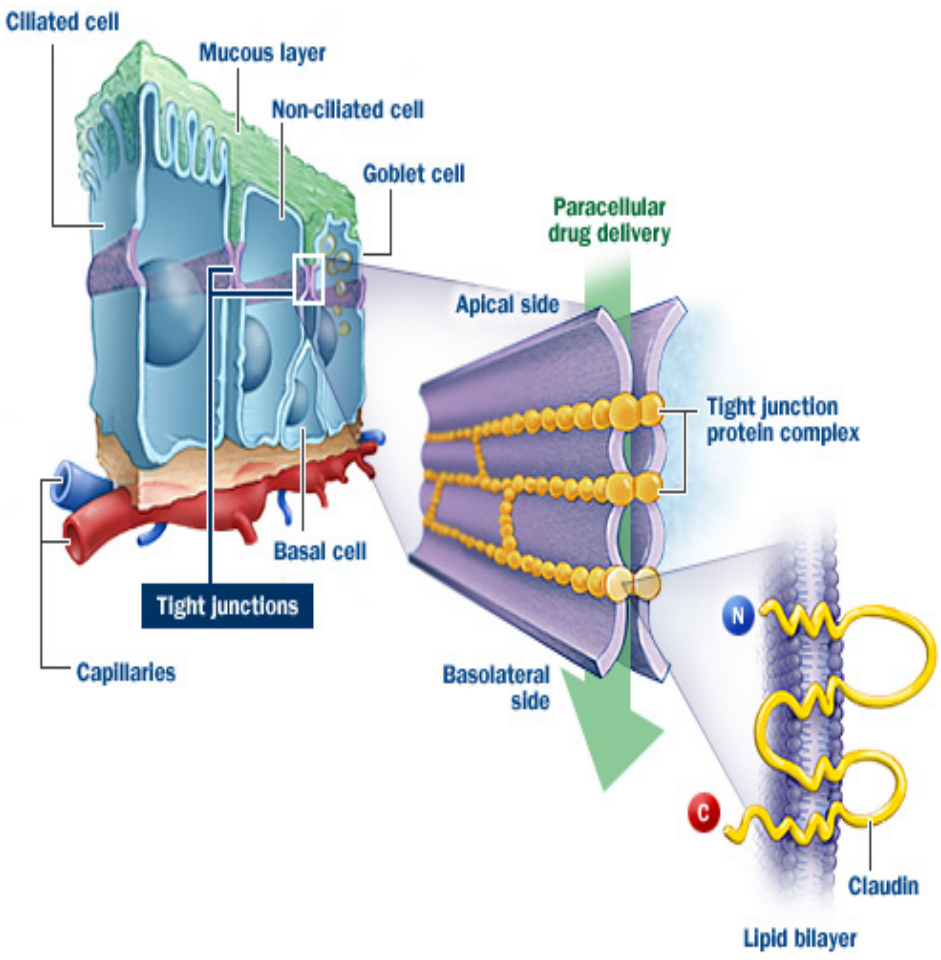


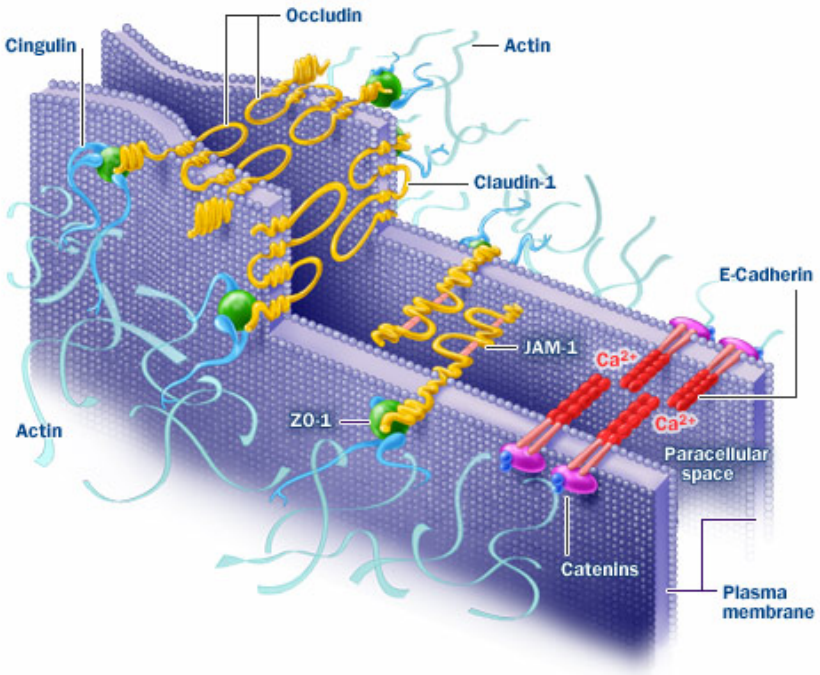
Uniones estrechas

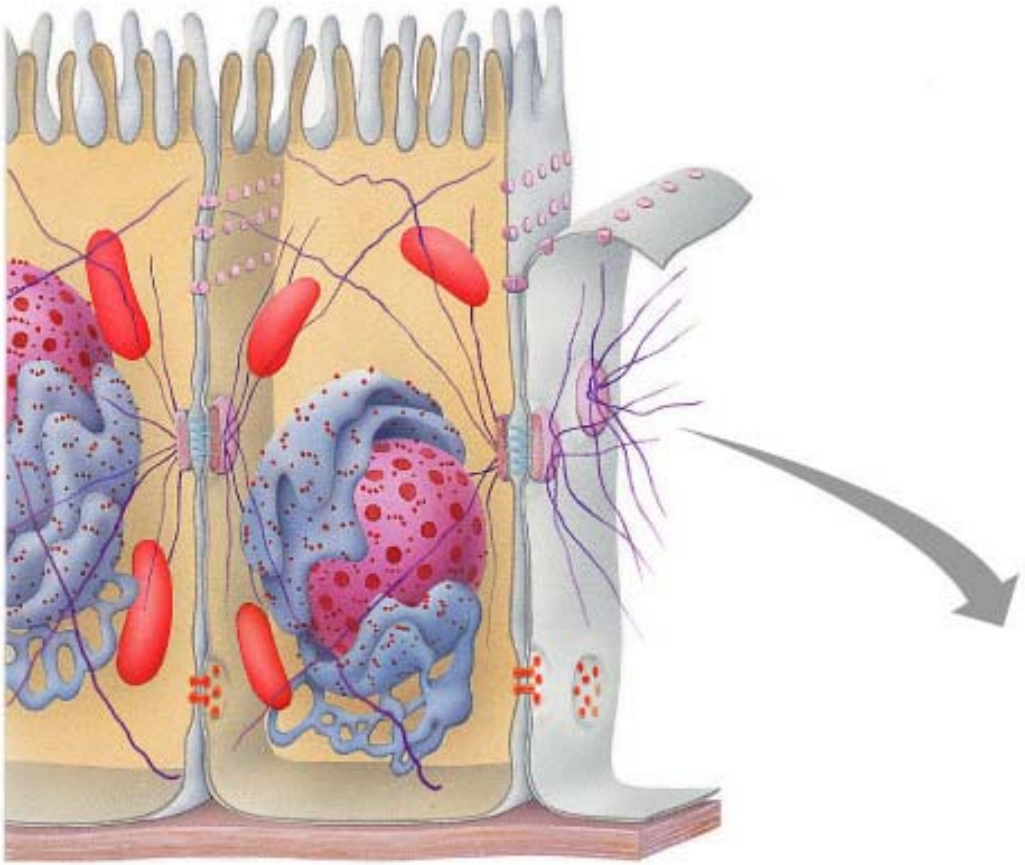
Las proteínas de la membrana se fusionan para hacer un "cierre" a prueba de agua

II. EPITELIO INTESTINAL

UNIONES ESTRECHAS





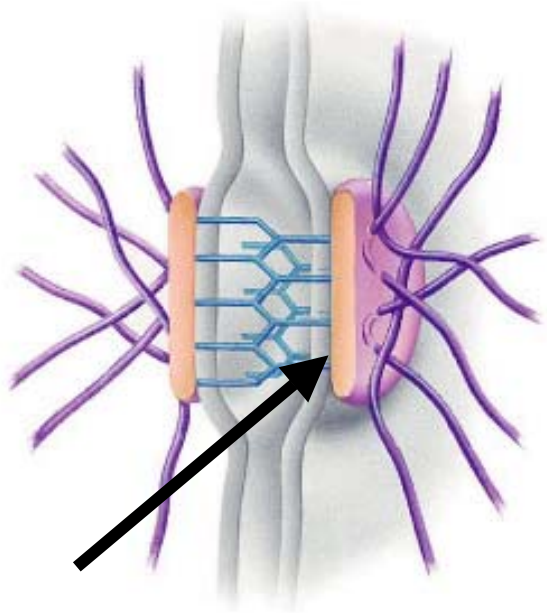


II. EPITELIO

Desmosomas

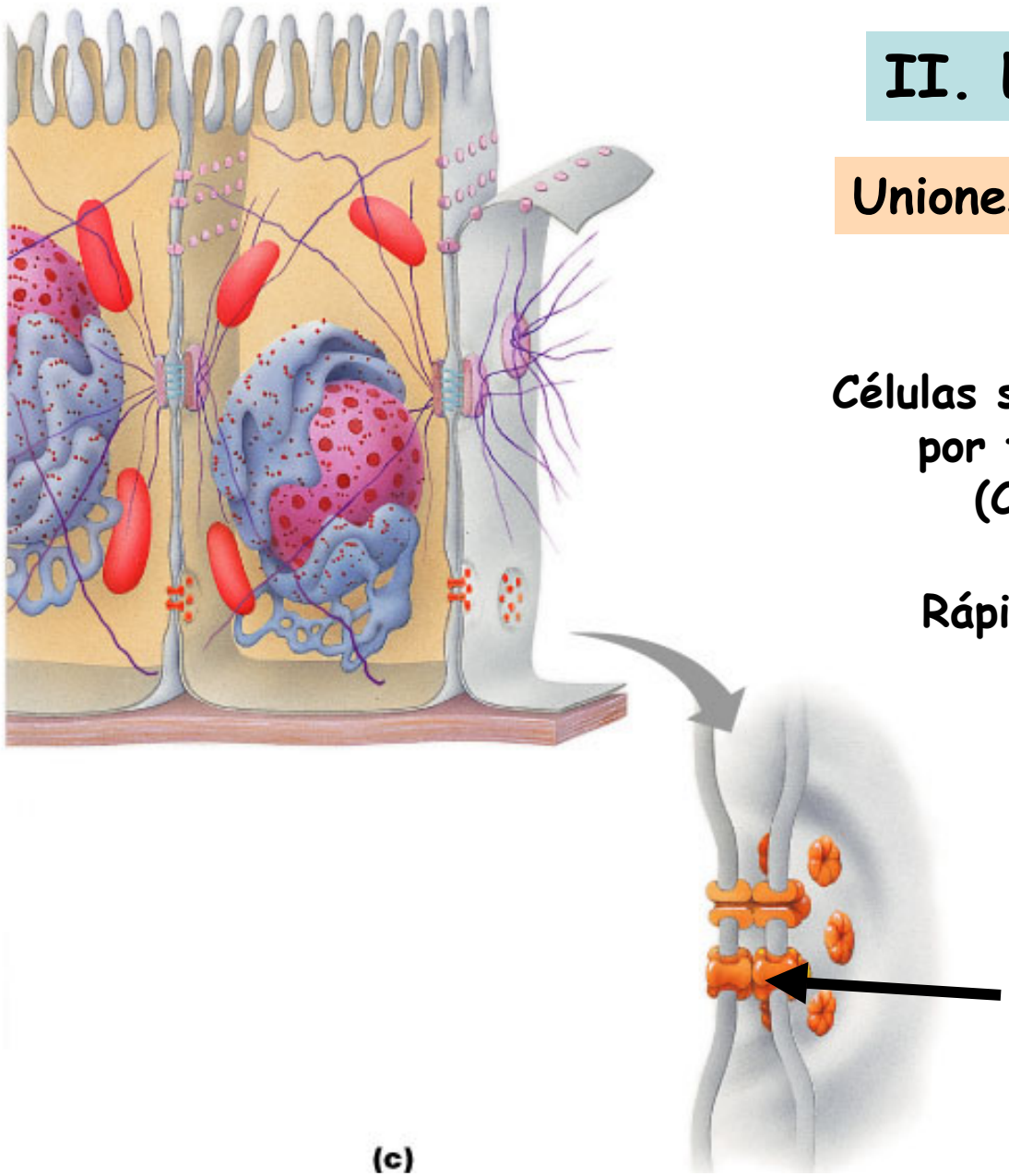
Uniones de anclaje

Placas de proteínas que se sostienen juntas por proteínas de enlace a través del espacio intercelular



II. EPITELIO

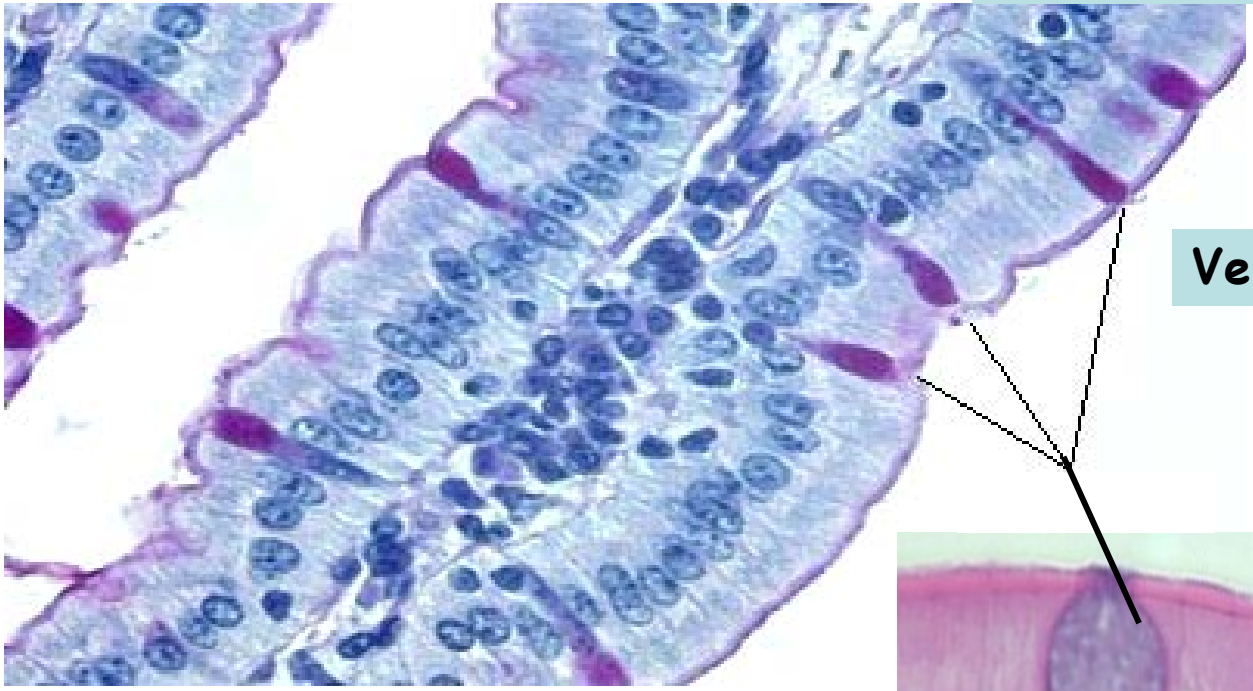
Uniones en resquicio



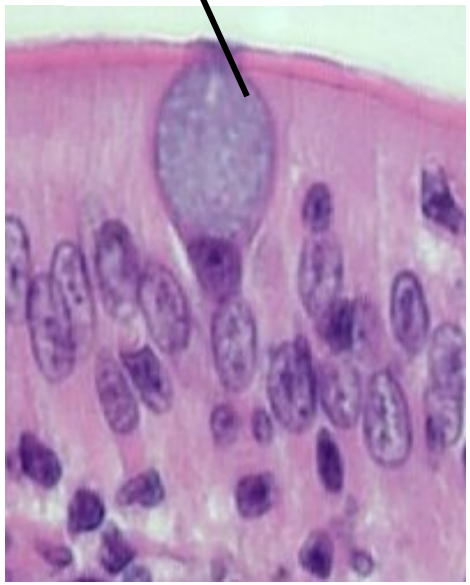
Células sostenidas juntas por tubos huecos (Conexones)

Rápida comunicación intercelular

II. EPITELIO



Vellosidad



C. CALICIFORMES

Productoras de MOCO ALCALINO
Su forma es un artefacto de tinción

CRIPTAS DE LIEBERKÜHN

II. EPITELIO

1. C. MUCOSAS : MOCO ALCALINO

2. C. INDIFERENC. → ENTEROCITOS

3. C. ENDOCRINAS: HORMONAS G.I → SANGRE

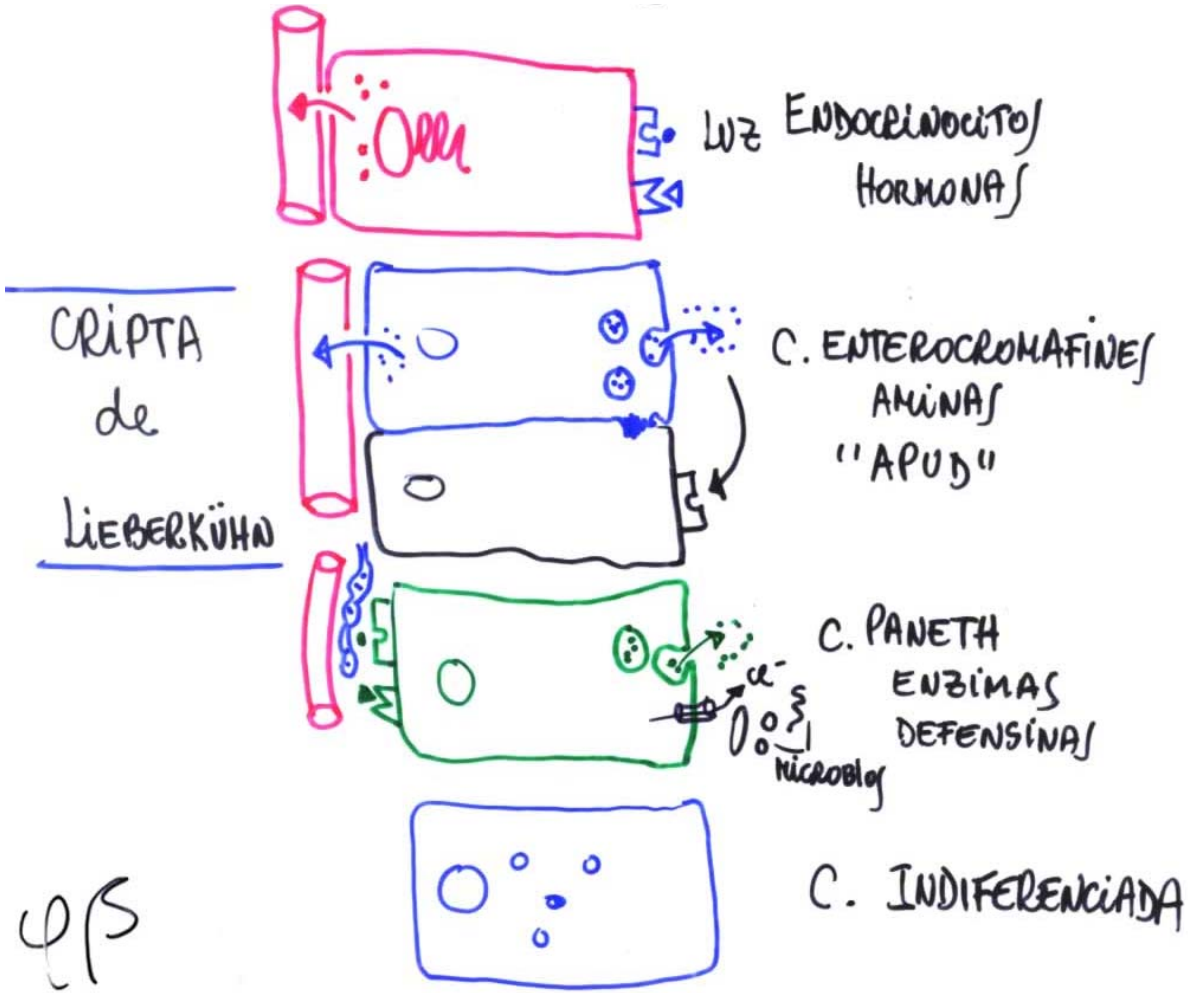
4. C. PANETH: ENZIMAS → LIZ
GUANILINA, α defensinas

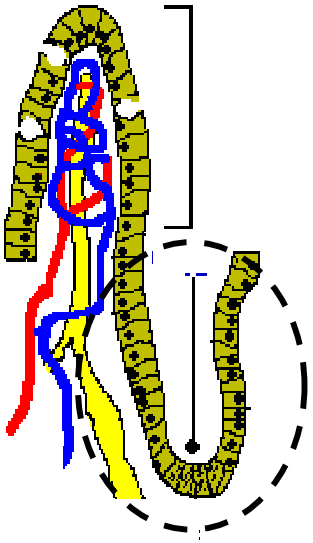
5. C. "M" : IgA. INMUNIDAD SECRETORA "Sistema Inmune Entérico"

6. C ENTEROCROMAFINES "APUD": 5-HT

II. EPITELIO

Cripta

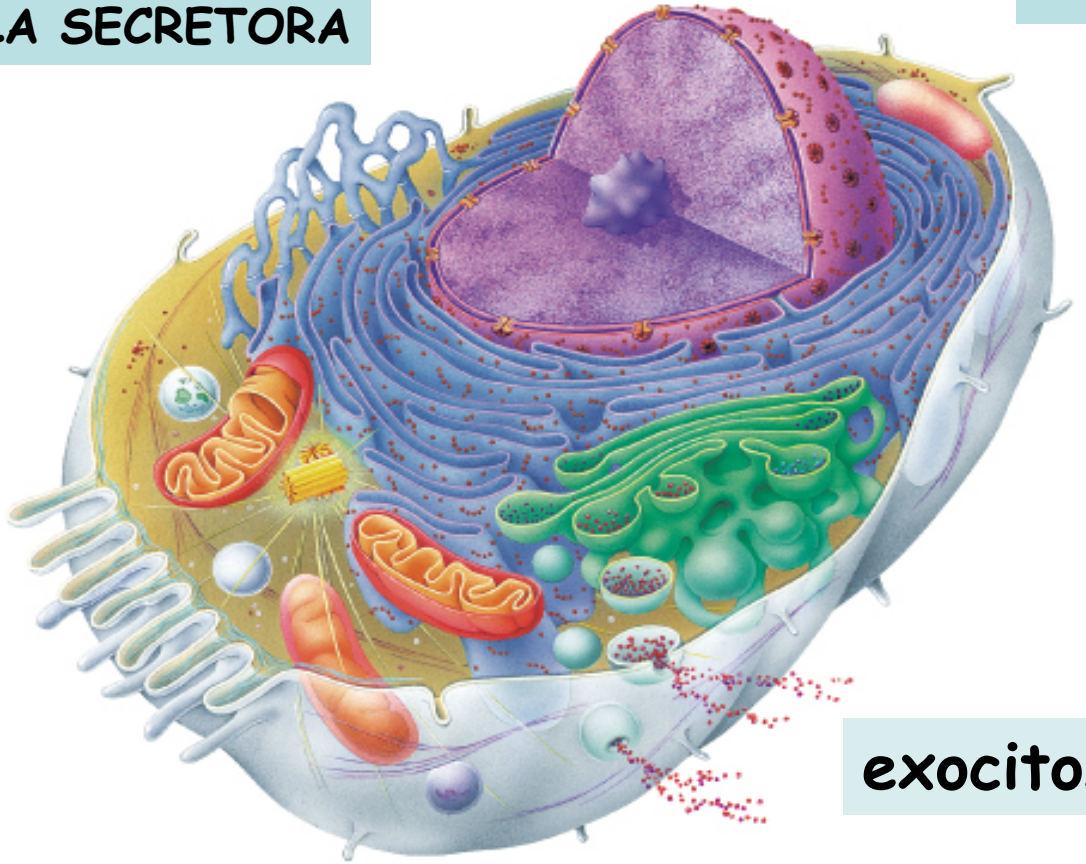




II. EPITELIO INTESTINAL

Cripta

CÉLULA SECRETORA



exocitosis

II. EPITELIO

Cripta

ENDOCRINOCITOS (S. Endocrino Entérico)

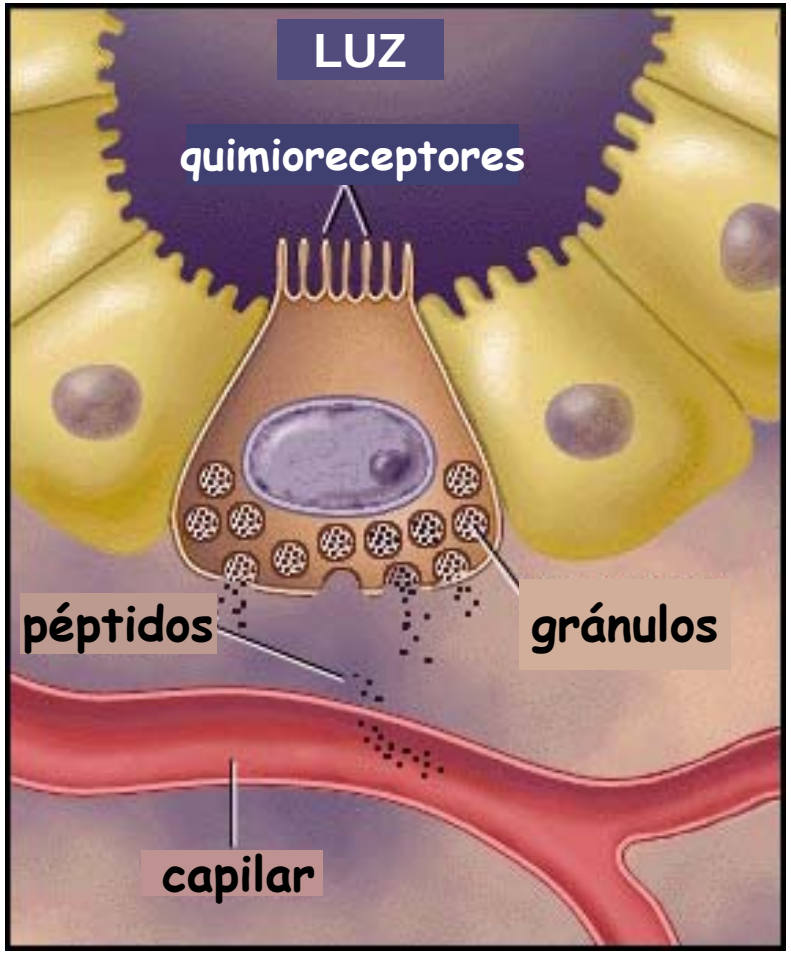
Tiene **receptores en la luz** liberan **péptidos** a la **sangre**

C. "**G**" de gastrina

C. "**S**" de secretina

C. "**I**" de CCK

C. "**Mo**" de motilina



II. EPITELIO

Cripta

C. Enterocromafines APUD

Tienen el mismo origen que Neuronas

Secretan péptidos y aminas

Tienen maquinaria para captar precursores de aminas y decarboxilarlas

Dan origen a tumores endocrinos APUDOMAS

II. EPITELIO

Cripta

C. Paneth

Están en fondo de las criptas
Secretan:

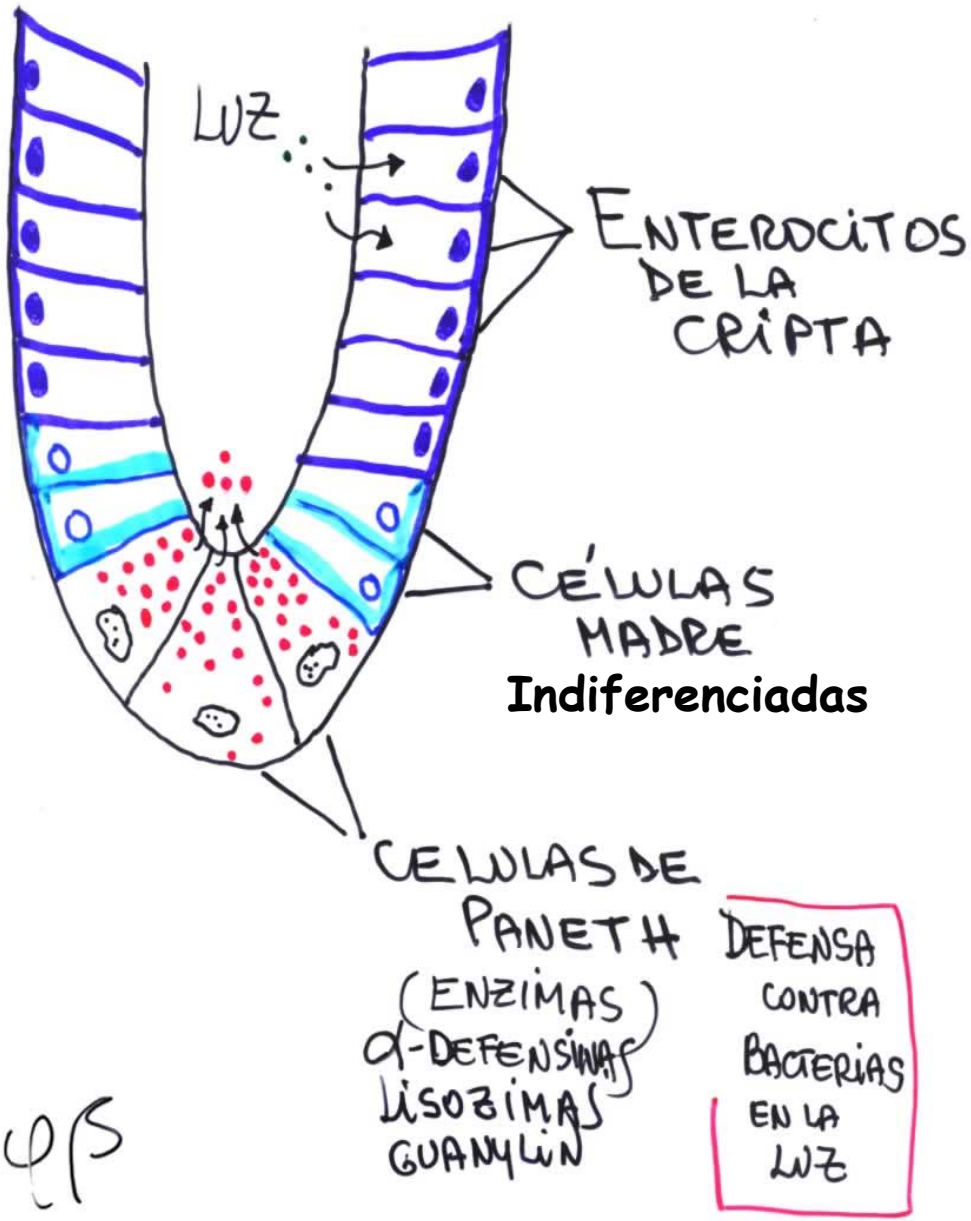
1. α **defensinas o criptidinas**: muerte bacteria

2. **Lisozima y FLA2**: antimicrobiales

3. **Guanilina, péptido GI** que controla secreción de Cl^-
   Toxinas bacterianas dan diarrea por "mimetismo molecular" actúan sobre receptores para guanilina

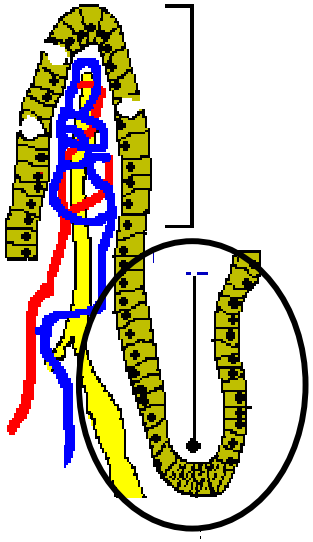
II. EPITELIO

Cripta

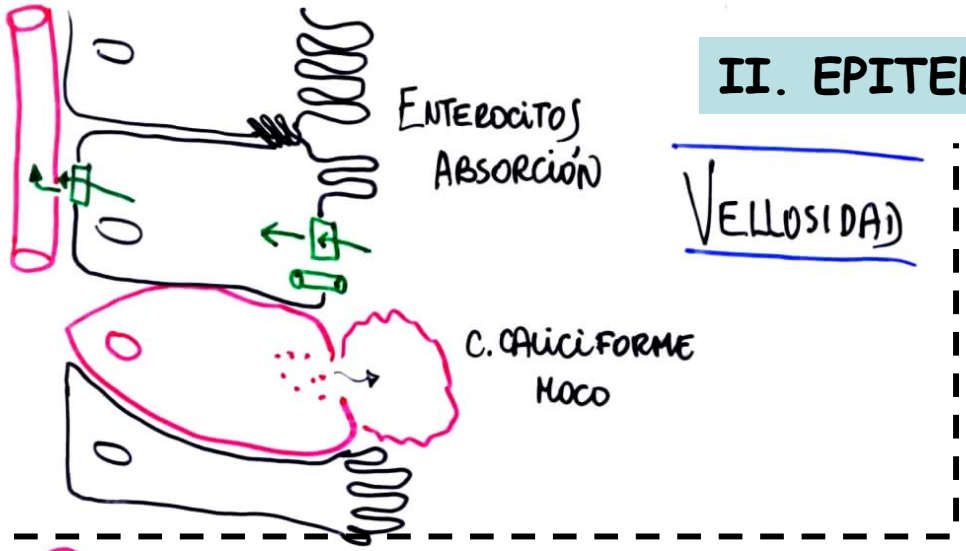


C. Secretoras:

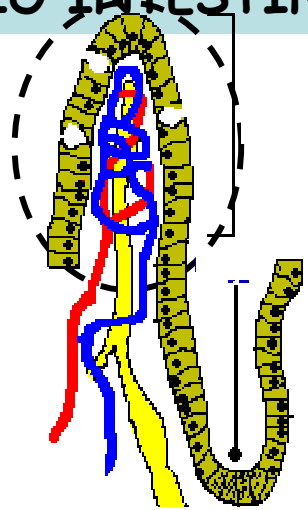
* mucosas,
* endocrinas,
* paracrinas
* Paneth

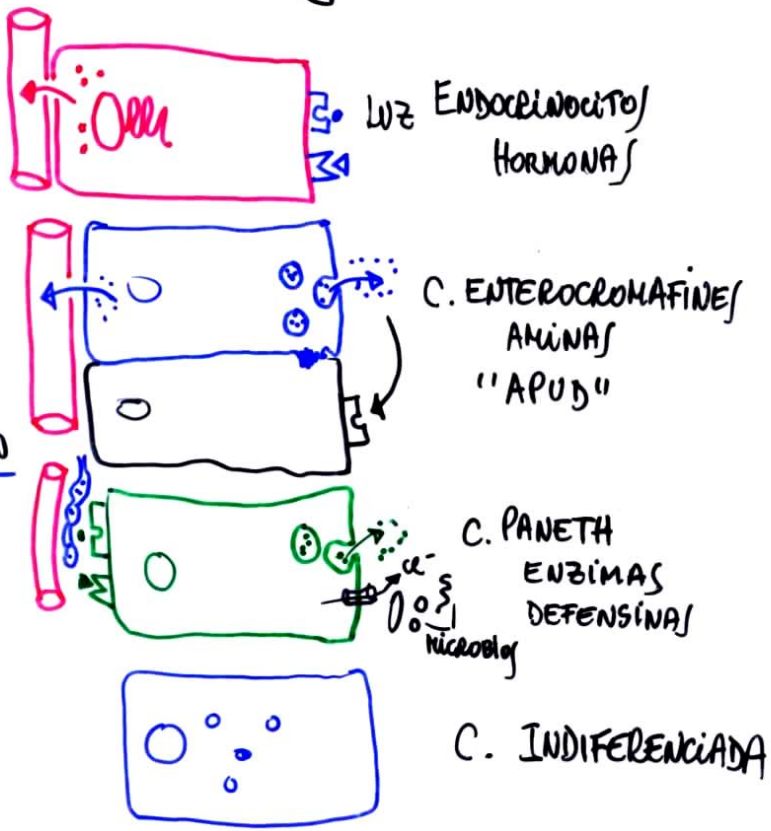


II. EPITELIO INTESTINAL

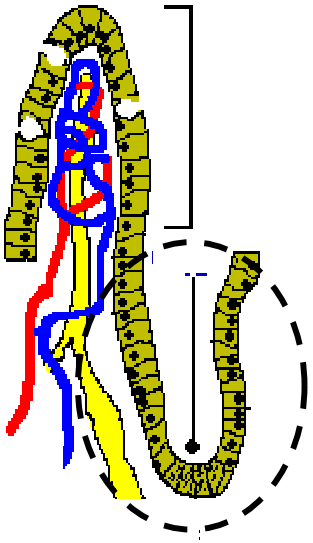


VELLOSIDAD





CRIPTA de LIEBERKÜHN



II. EPITELIO

Cripta

S. INMUNE ENTÉRICO

Células "M"

Sistema linfático asociado al Tracto GI

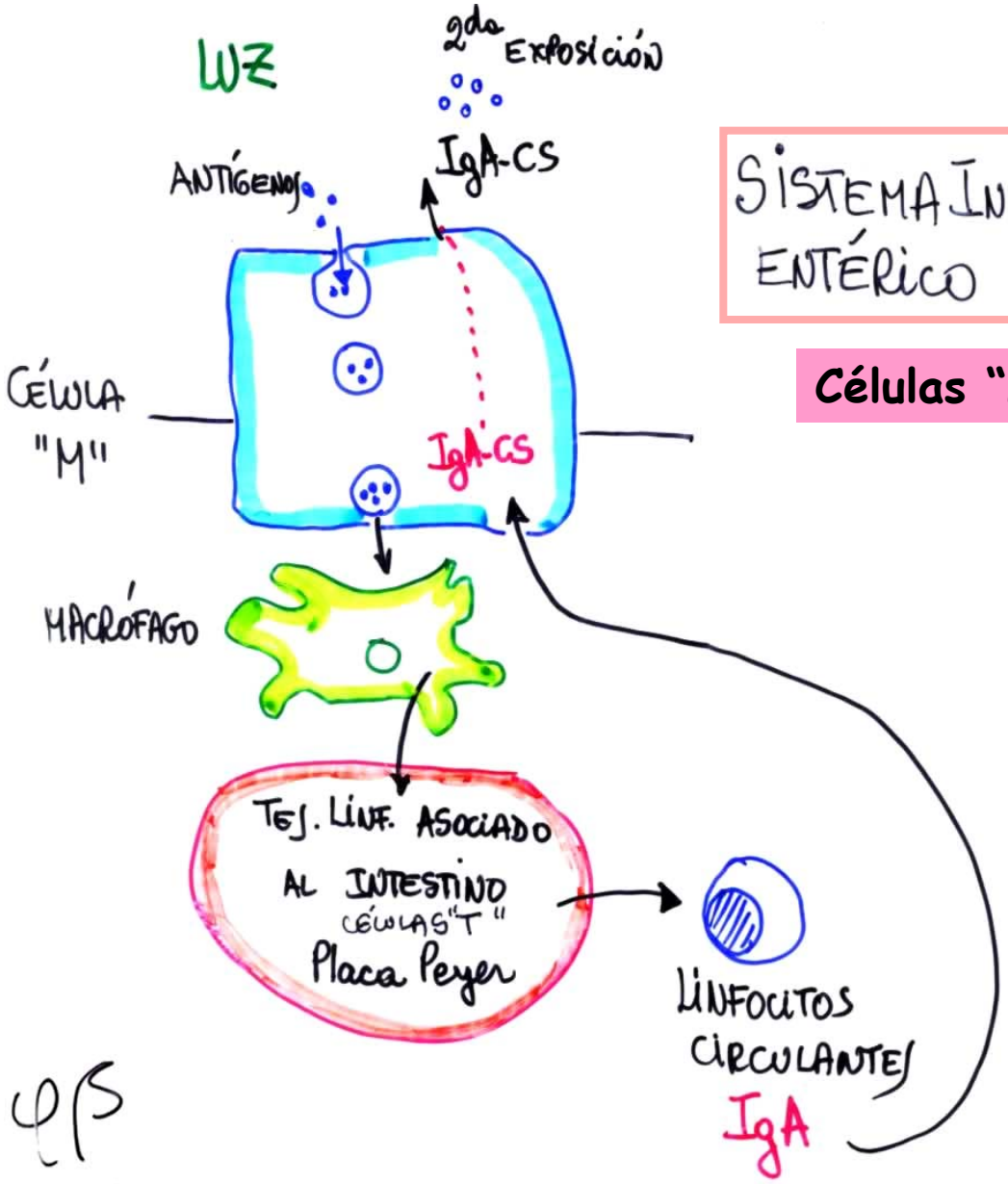
1. Células "M"
2. Placas de Peyer Linfocitos B
3. Linfocitos lámina propia que secretan IgA
4. Linfocitos en espacios paracelulares

II. EPITELIO

Cripta

SISTEMA INMUNE ENTÉRICO

Células "M"

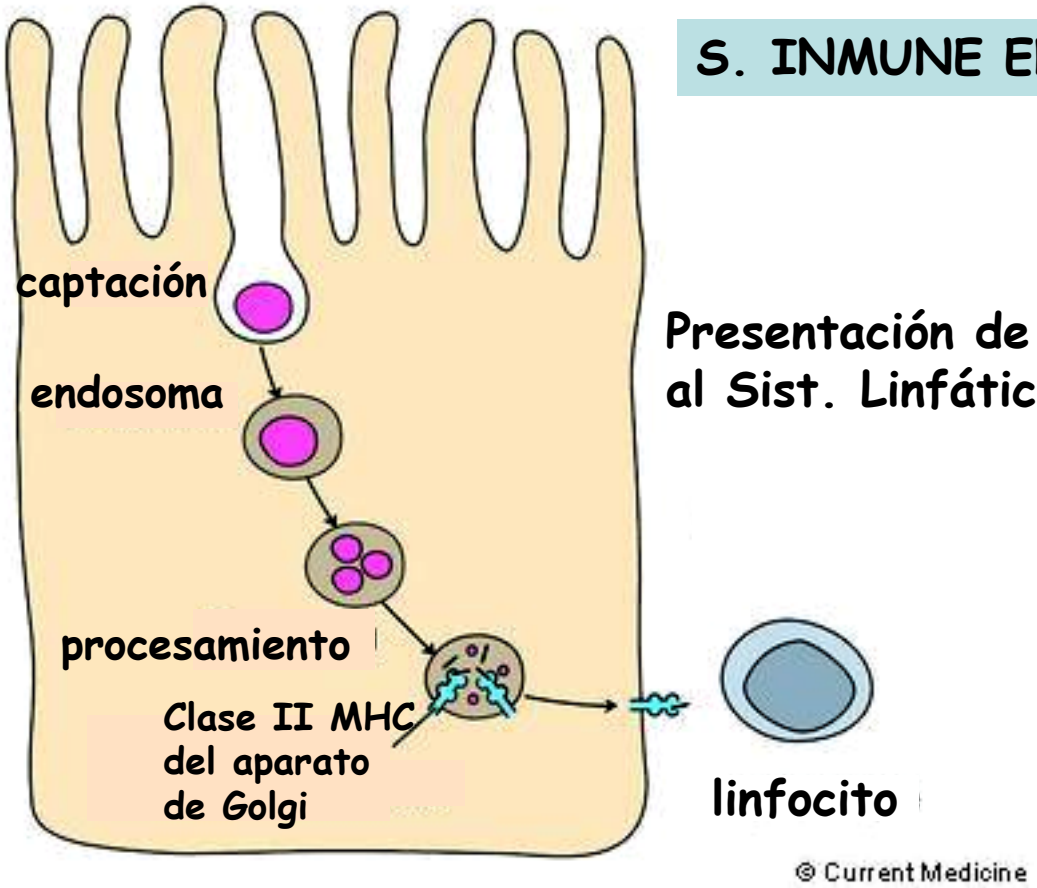


Placas de Peyer (ileon)

II. EPITELIO INTESTINAL

Células "M"

S. INMUNE ENTÉRICO

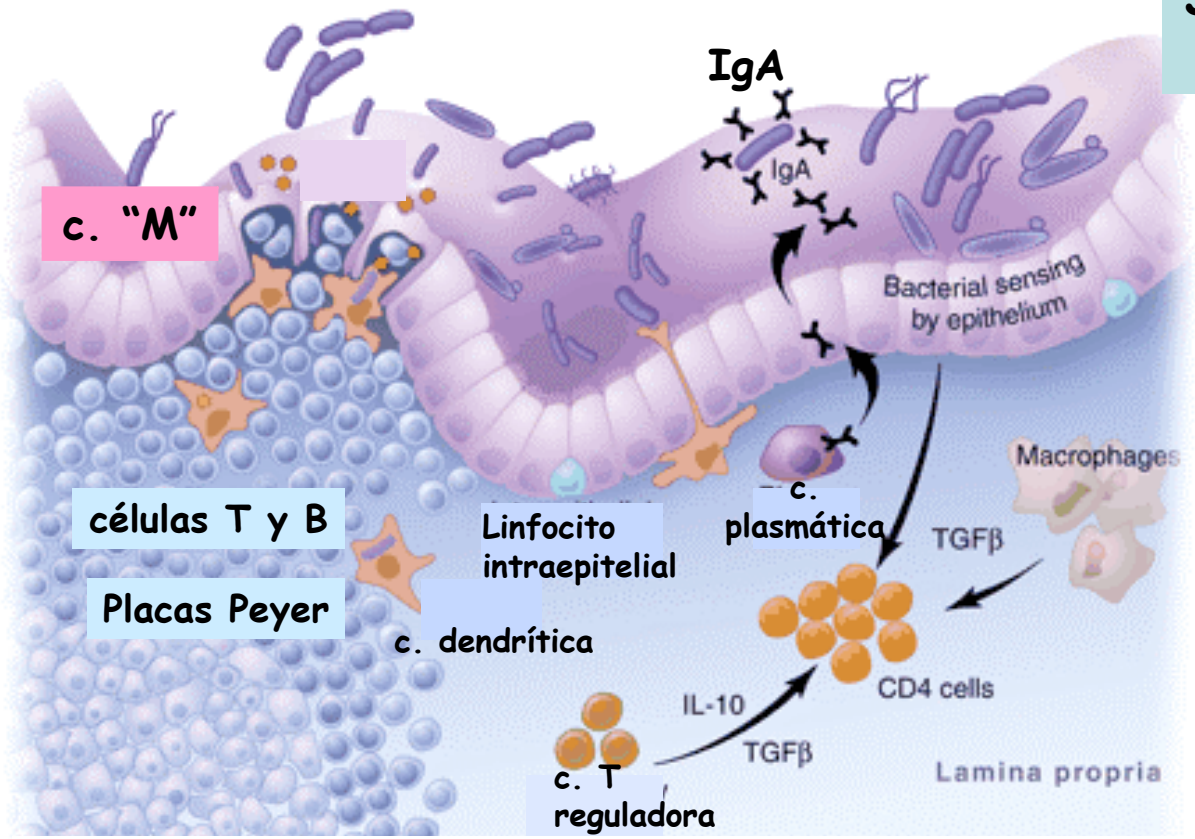


Presentación de antígenos
al Sist. Linfático Entérico

II. EPITELIO

S. INMUNE ENTÉRICO

Células "M"



www.sciencemag.org Science 307 25 MArch 2005

Endocitosis de proteínas

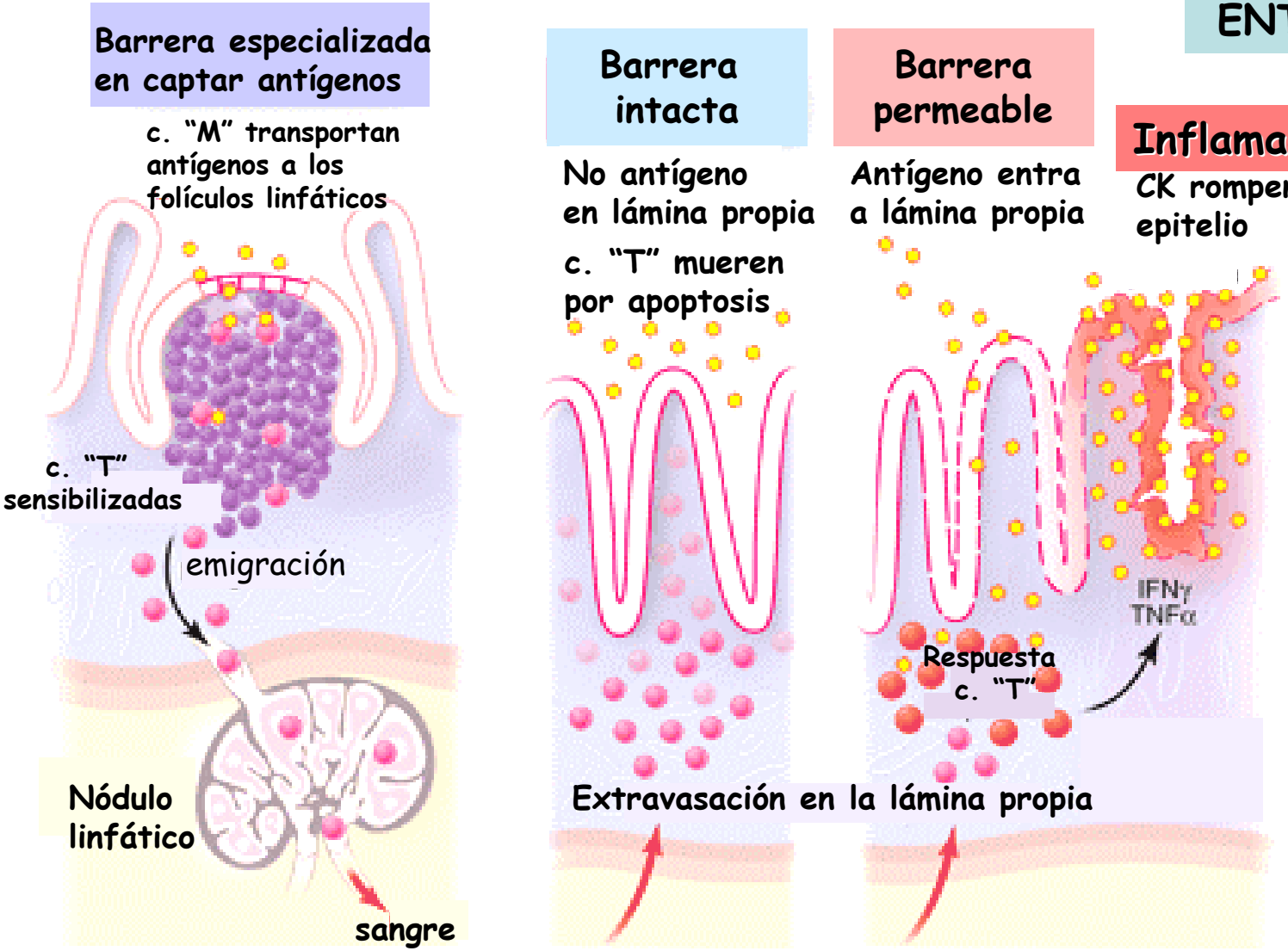
Inmunidad pasiva RN- lactante

Endocitan IgA de la madre,
proteínas capturadas **sin digerir**
en el ileon

Alergias alimentarias Adulto

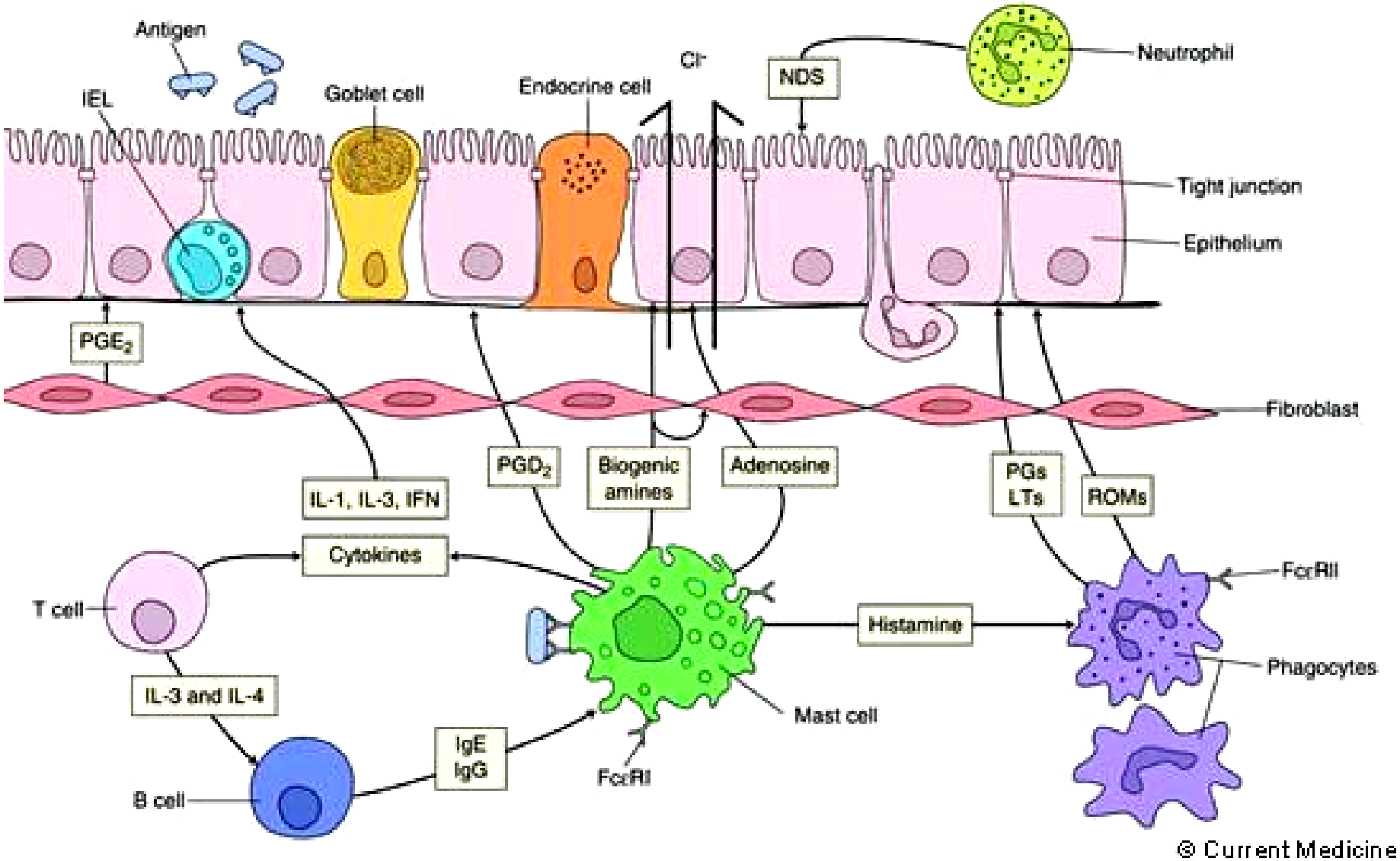
Las c. M responden con secreción de **IgA a antígenos en comida o toxinas**, cuando han sido previamente expuestas
La IgA es protegida de la digestión enzimática por un componente secretor CS

S. INMUNE ENTÉRICO



Respuesta fisiológica inmune

II. EPITELIO



III. SECRECIÓN INTESTINAL

CONTENIDO

1. Moco – bicarbonato
2. Jugo intestinal (agua y electrolitos)
3. Enzimas de enterocitos descamados

REGULACIÓN

Neural: vago
Hormonas: VIP, secretina, SIH

III. SECRECIÓN INTESTINAL

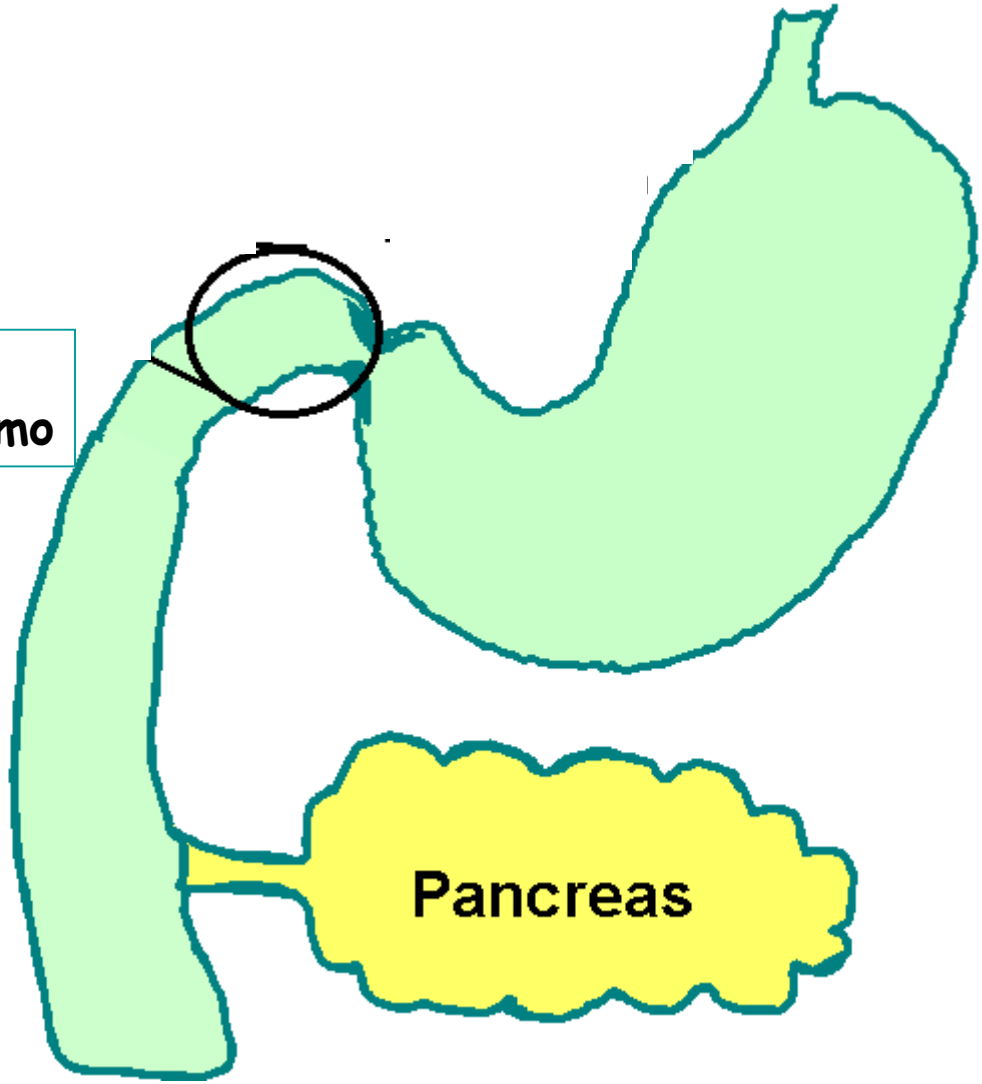
1. MOCO ALCALINO

Glándulas mucosas de Brunner
ÁLCALI Y MOCO

Primera protección contra la acidez del quimo

Estímulo:
ácido
secretina
parasimpático

Inhibición:
simpático



III. SECRECIÓN INTESTINAL

1. MOCO

MOCO
Mucinas + sales inorgánicas en agua

MUCINAS
Grandes proteínas glicosiladas, resistentes a enzimas

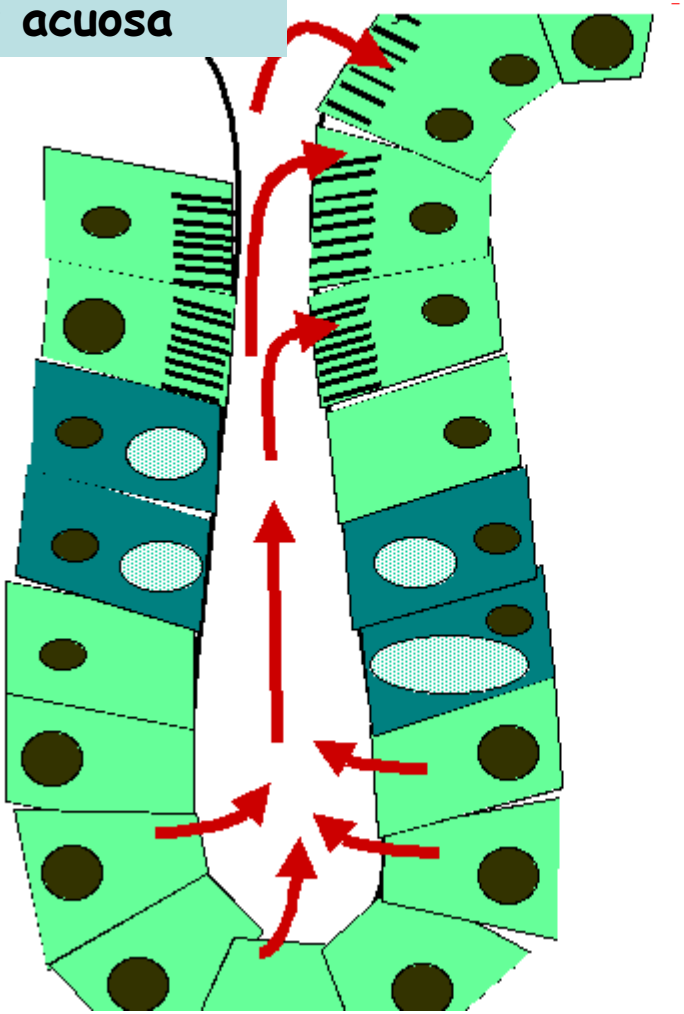
ALTERACIONES DEL MOCO
Enfermedad inflamatoria intestinal
Autoinmune?

Ahora hay más!!
Dieta?? Alteraciones genéticas??

III. SECRECIÓN

2. JUGO INTESTINAL

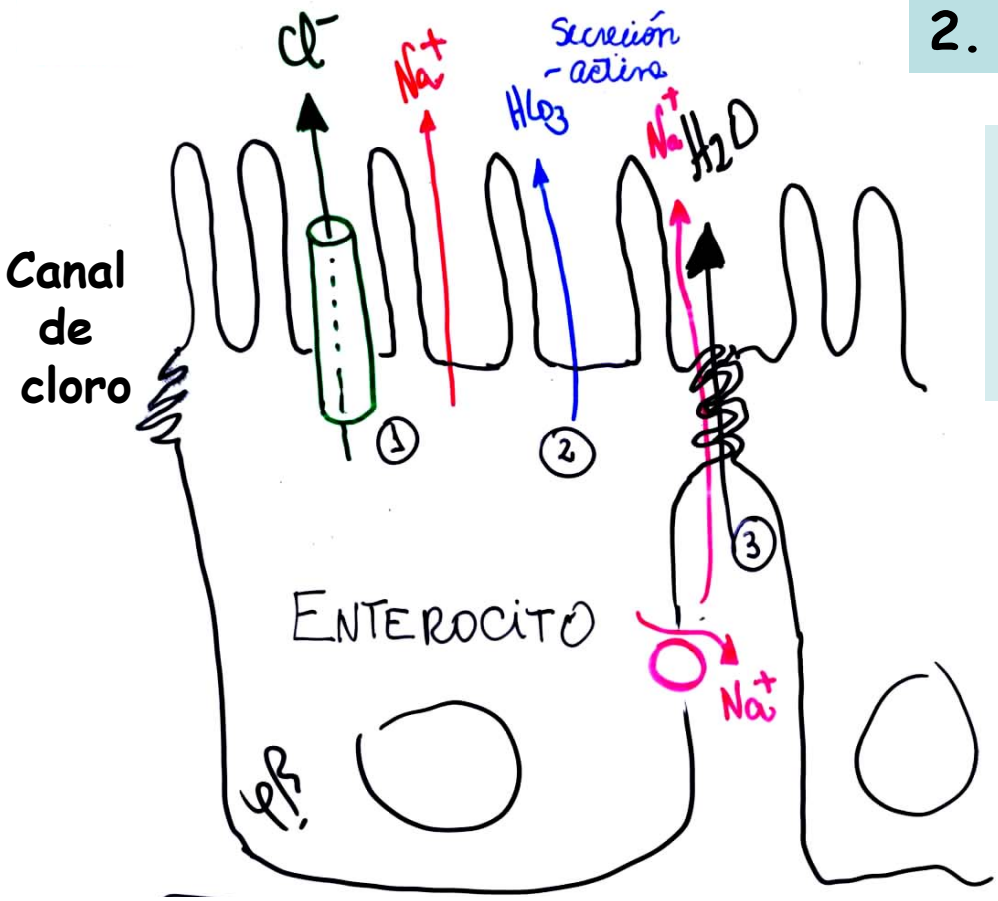
Secreciones dentro de la luz acuosa



Hay **secreción de agua y electrolitos** de los enterocitos indiferenciados del **fondo de las criptas**

La secreción se mueve hacia **arriba y afuera** , se mezcla con el quimo y se derrama sobre las vellosidades en la luz

2. JUGO INTESTINAL



Volumen: 1.5 lt/día
pH: 7.5-8.0

Agua + electrolitos

Fluido alcalino
SIN enzimas

"Vehículo acuoso para la ABSORCIÓN"

III. SECRECIÓN

2. Jugo intestinal

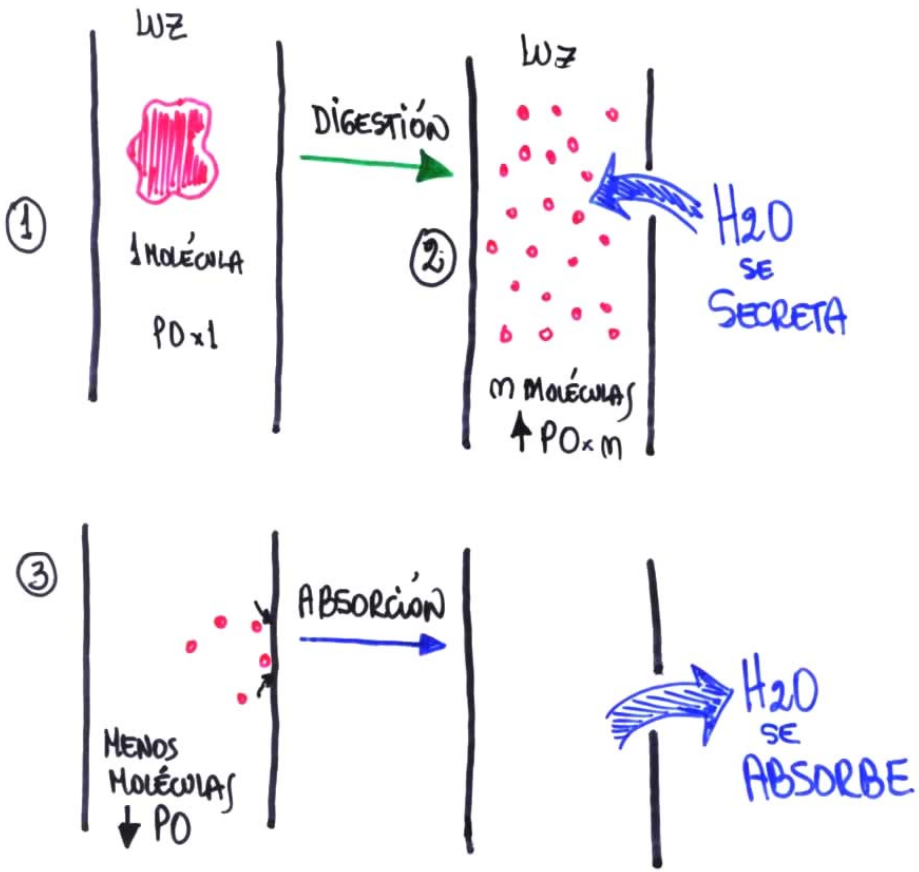
Se secretan
aprox. 7 litros de agua/día

¿Cómo sale el agua a la luz?

Movimiento osmótico

III. SECRECIÓN

2. Jugo intestinal



Establecimiento de Gradientes osmóticos

1. **Digestión de nutrientes**
   - aumenta la molaridad en la luz
   - **SALE agua** a la luz

III. SECRECIÓN

2. Jugo intestinal

Establecimiento de Gradientes osmóticos

2. Secreción activa de electrolitos
- aumenta la molaridad en la luz
- **SALE agua** a la luz

ACTIVACIÓN ANORMAL CANAL Cl-
↓
MASIVA SECRECIÓN H2O
(CÓLERA)

→ **Muerte de millones de personas!!!!**

Canal de Cl-
dependiente de AMPc **"CFTR"**
Responsable de la secreción de AGUA

3. Enzimas de la membrana APICAL de enterocitos

- No son enzimas secretadas
- No actúan en la luz sino en la SUPERFICIE de enterocitos
- **Caen en la luz** con enterocitos descamados
- Forman parte de las **proteínas a ser digeridas**, "canibalismo"

3. Enzimas de la membrana APICAL de enterocitos

PEPTIDASAS

- Enteropeptidasa
- Aminopeptidasa
- Carboxipeptidasa
- Endopeptidasas
- Dipeptidasas

OLIGOSACARIDASAS

- Maltasa
- α dextrinasa
- Lactasa
- Sucrasa
- Trehalasa

NO TIENEN ACCIÓN DIGESTIVA EN LA LUZ!!

III. SECRECIÓN INTESTINAL

Regulación

Neural

Local: SNE p. submucoso
comida (+)

SNA: Parasimpático vagal (+)
Simpático (-)

Hormonal

Secretina (+)

VIP (+)

SIH (-)

Hasta ahora hemos estudiado **SECRECIONES**:

Saliva, secreción gástrica, bilis , secreción pancreática, intestinal

y sus FUNCIONES en el proceso digestivo!!!

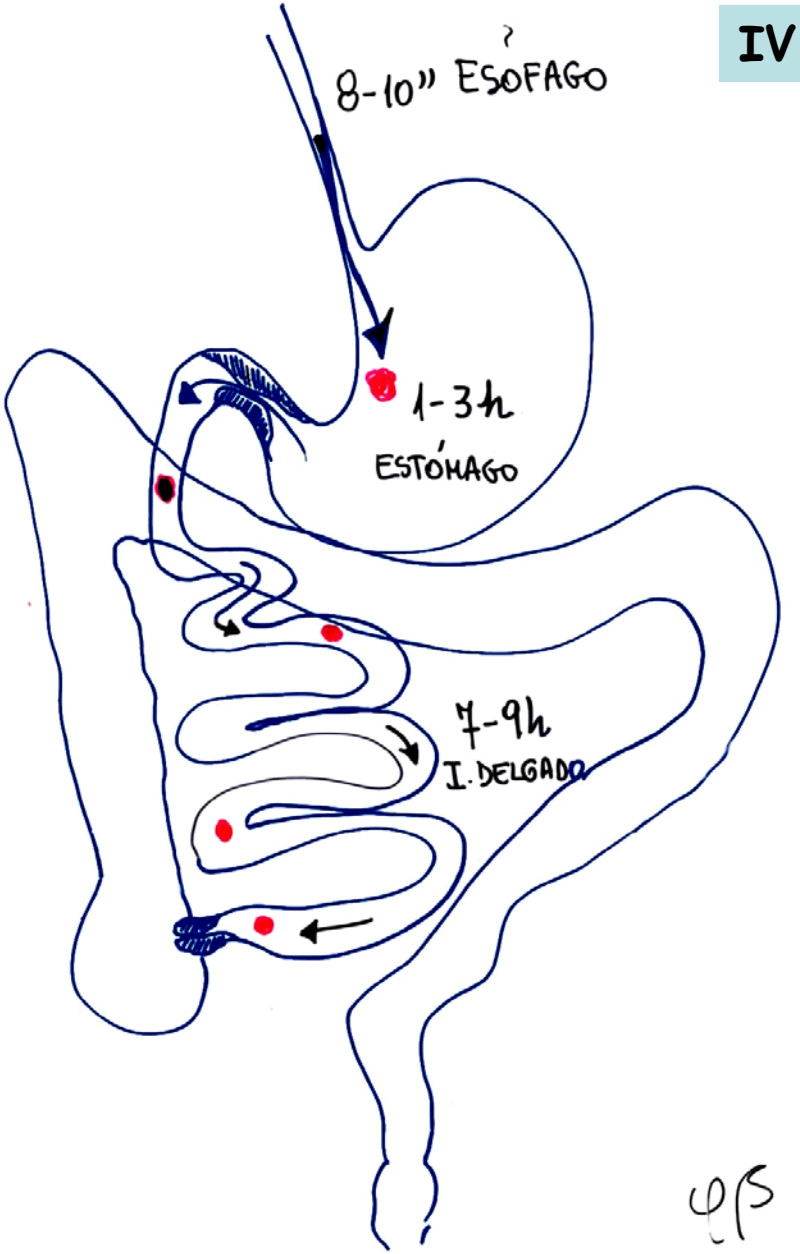
Pero nada sucede,
si no hay
MOVIMIENTOS de MEZCLA y AVANCE!

IV. MOTILIDAD INTESTINAL

1. Función
2. Movimiento durante comidas
3. Movimiento en ayuno CMM
4. Válvula ileocecal
5. Regulación neurohormonal

IV. MOTILIDAD INTESTINAL

Tránsito esófago-estómago-intestino delgado



Función

- Agitación
- Mezcla
- Avance
- Vaciamiento ileocecal

MOTILIDAD

Agitación y vaciamiento estómago

Agitación duodeno

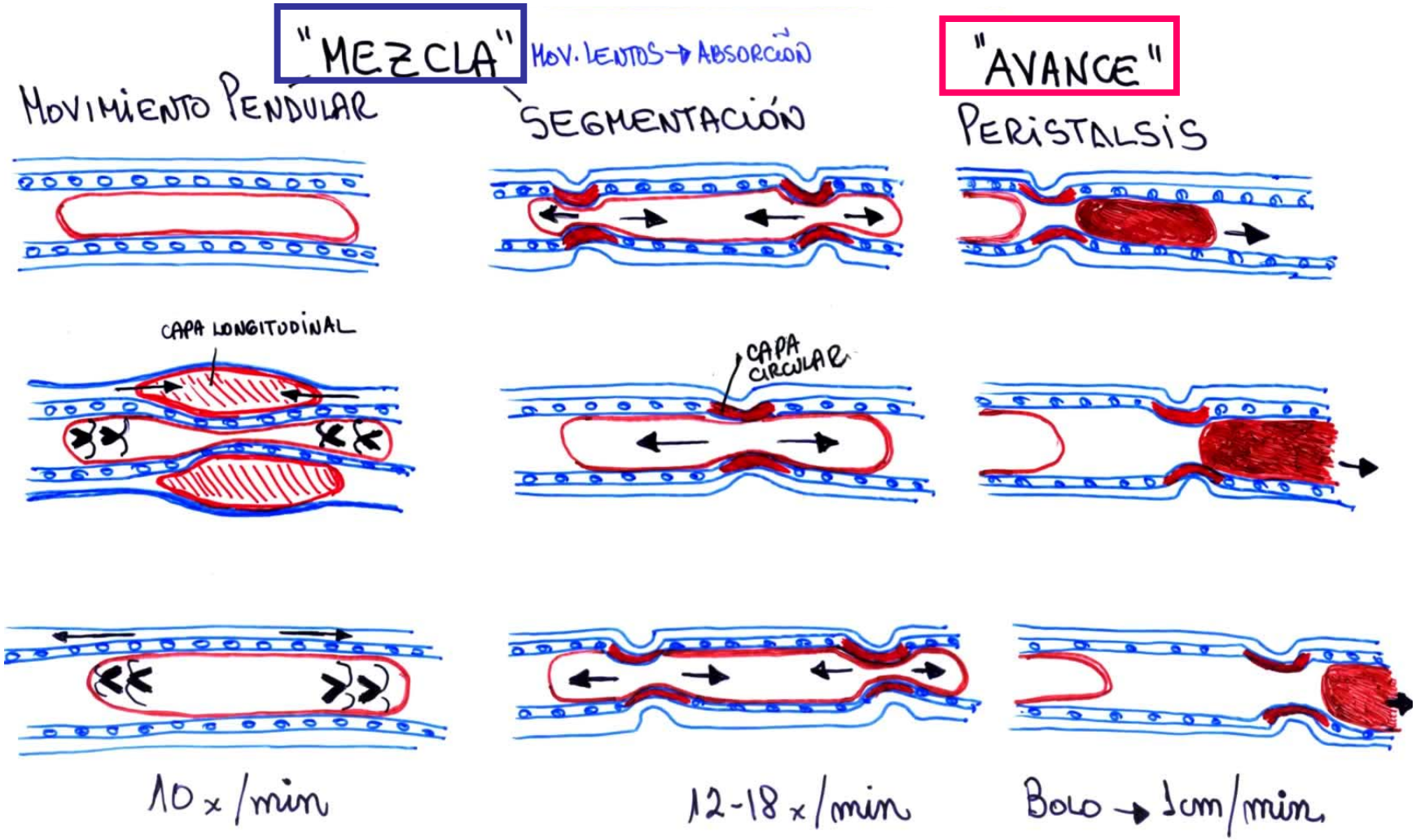
Propulsión avance yeyuno ileon

Vaciamiento ileocecal

Función:
Romper partículas
Mezclar contenido con secreciones
Empujar el contenido en sentido orocaudal

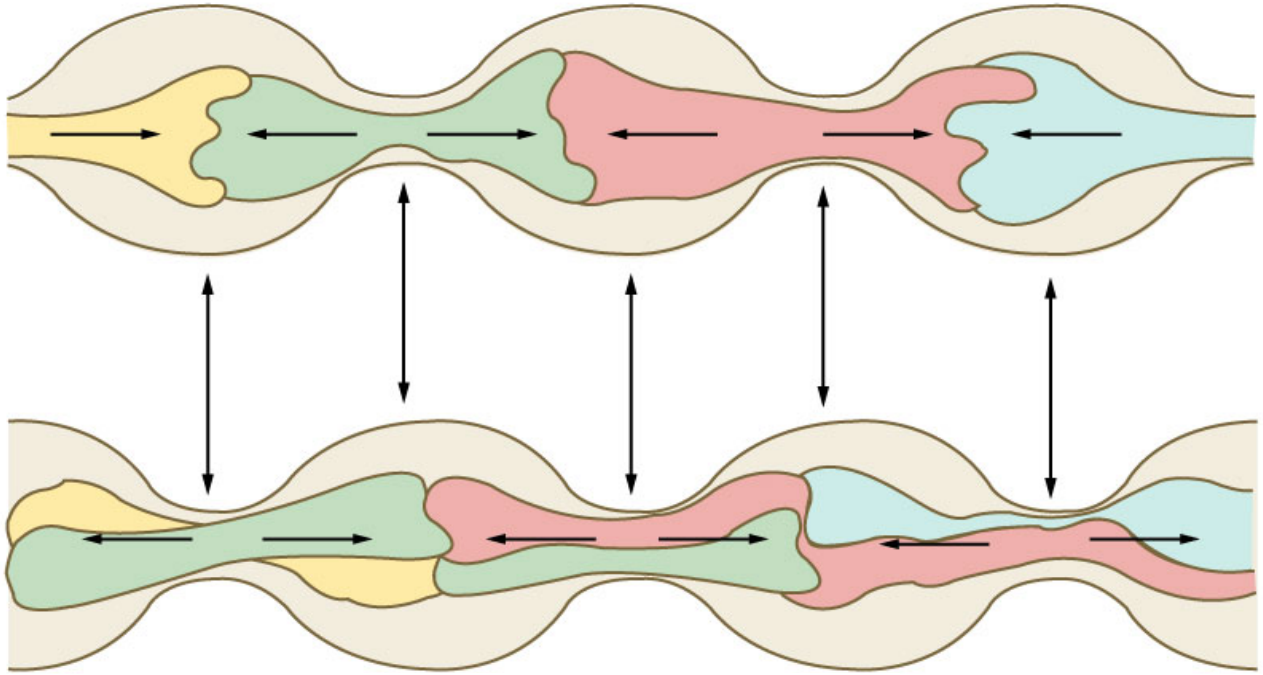
IV. MOTILIDAD INTESTINAL

Durante comidas



IV. MOTILIDAD

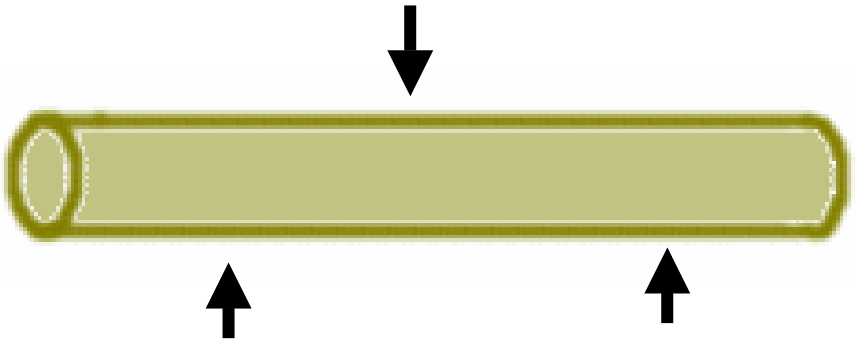
SEGMENTACIÓN
Mezcla el contenido para promover digestión y absorción



NO HAY movimiento neto hacia adelante

IV. MOTILIDAD

Mov. Mezcla
SEGMENTACIÓN



Mov. Propulsión o avance
PERISTALTISMO

Contracción por detrás
Relajación por delante

IV. MOTILIDAD INTESTINAL

Mov. Propulsión o avance

***Rush* o**
acometida PERISTALTICA

Por irritación intensa
en diarrea infecciosa

Peristaltismo potente,
rápido en pocos min

Libra al intestino delgado
del irritante

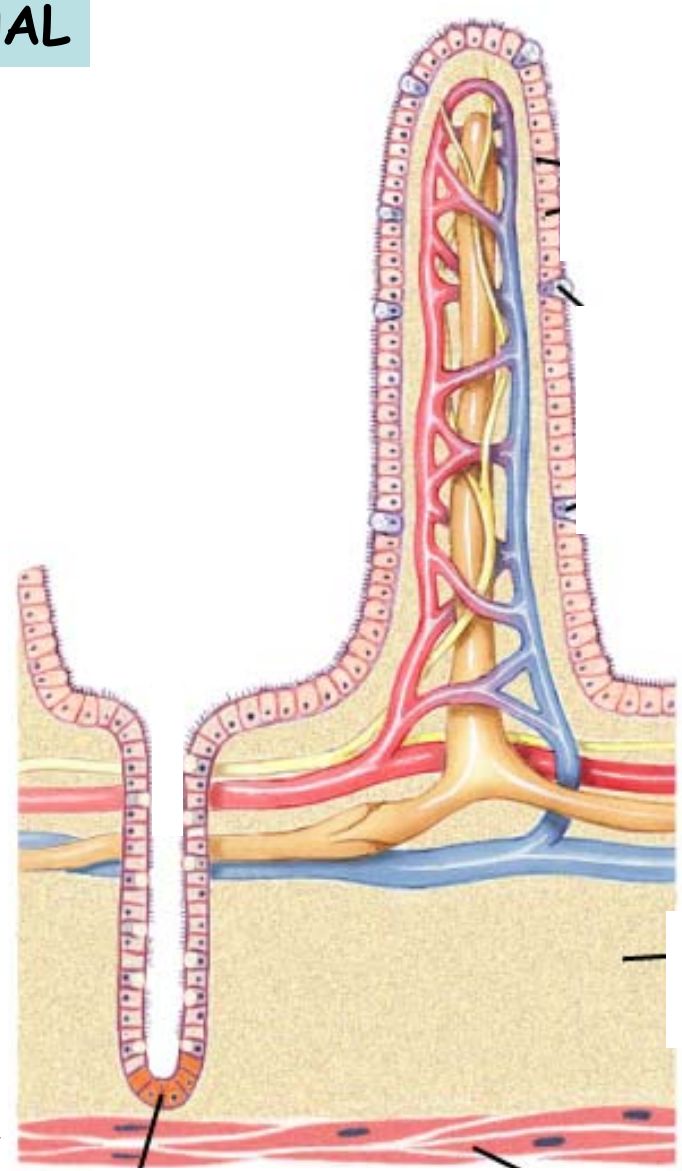
IV. MOTILIDAD INTESTINAL

Mov. de mucosa "contracciones" de vellosidades

Por contracción de la *muscularis mucosa* que hace que se contraigan intermitentemente "ordeño"

Aumenta velocidad y superficie de absorción

Exprime células epiteliales en venas y linfáticos



Muscularis mucosa →

IV. MOTILIDAD

Interdigestiva

Complejos motores migratorios CMM

Movimiento de barrido que aparece 2h después de comer

Es para limpiar de sustancias no digeribles, secreciones y c. descamadas

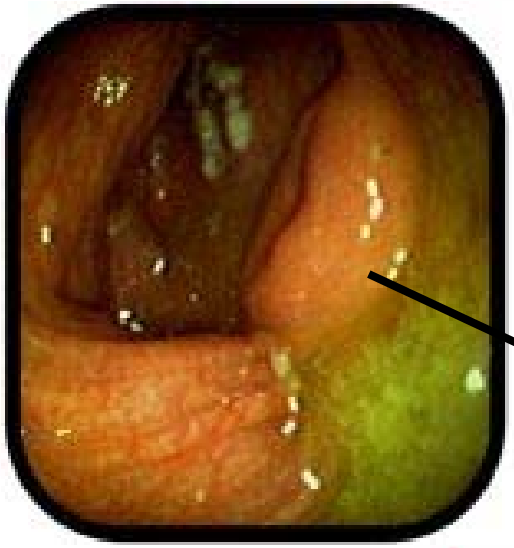
La hormona **motilina** esta implicada en estos movimientos

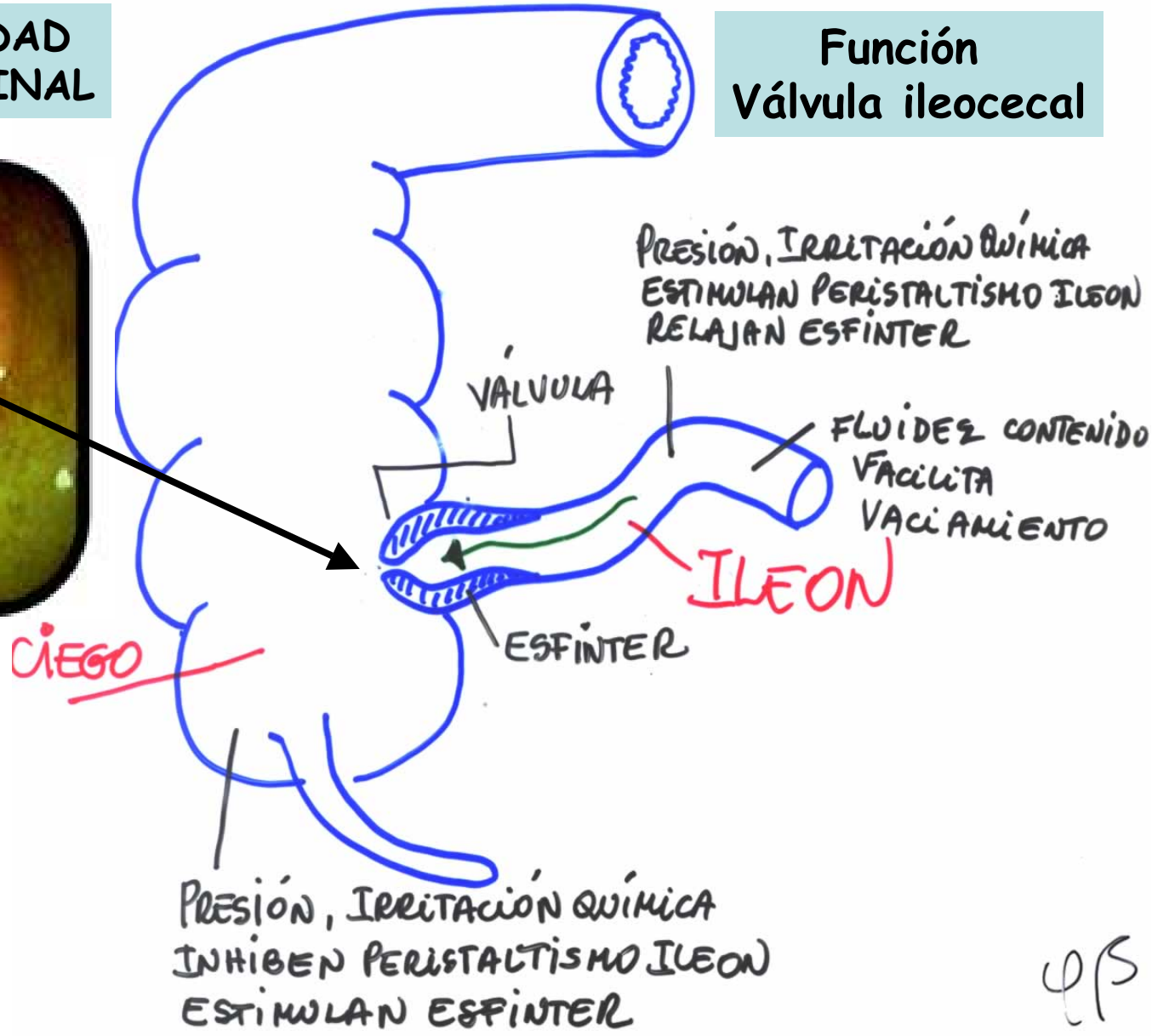
VÁLVULA

Sistema que permite el paso del contenido, pero evita el reflujo

IV. MOTILIDAD INTESTINAL

Función Válvula ileocecal





VÁLVULA ILEOCECAL
Regulación

LOCAL

Distensión e irritación ILEAL
Estimula peristaltismo en ileon
Relaja esfínter ileocecal

→ **ABRE LA VÁLVULA**
Vaciamiento al colon

Distensión e irritación CECAL
Inhibe peristaltismo en ileon
Contrae esfínter ileocecal

→ **CIERRA LA VÁLVULA**
No vaciamiento

VÁLVULA ILEOCECAL
Regulación

REFLEJOS GASTROENTÉRICOS

VÁLVULA ILEOCECAL
Regulación

REFLEJOS PREVERTEBRALES

Vía vago favorece vaciamiento

Vía simpático impide vaciamiento

IV. MOTILIDAD INTESTINAL

Regulación

REGULACIÓN NEUROHORMONAL PERISTALSIS INT. DELGADO

1. NERVIOSO

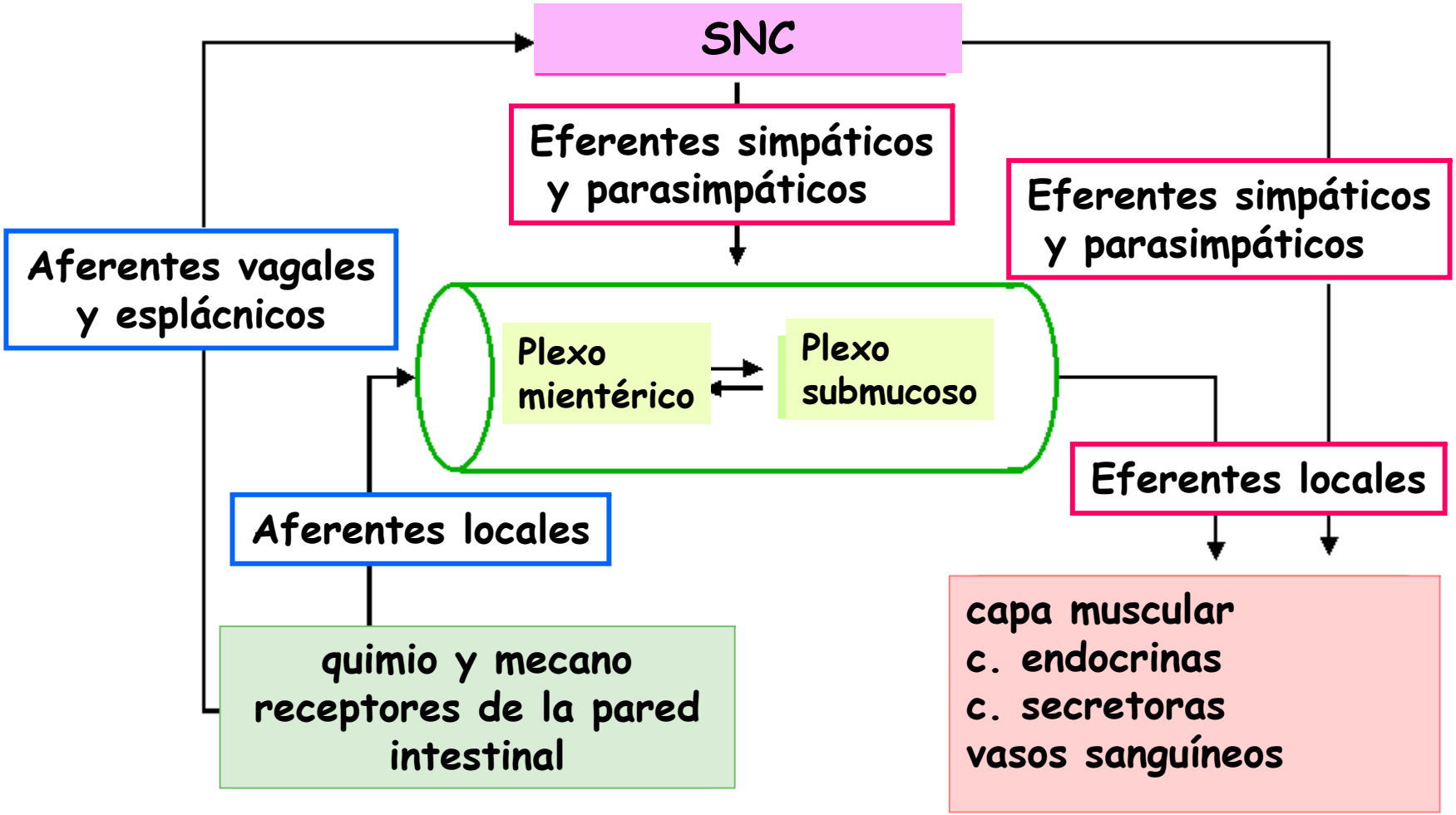
- R. LOCALES - PLEXO ENTÉRICO
  DISTENSIÓN
  IRRITACIÓN
- R. GASTROENTÉRICO LOCAL y PREVERTEBRAL
  DISTENSIÓN GÁSTRICA → ↑ PERIST. INTEST
- R. GASTROILEAL o 2do GASTROENTÉRICO
  DISTENSIÓN GÁSTRICA → ↑ PERIST. ILEÓN
  ABRE VÁLVULA ILEOCECAL
  ↓
  CIEGO

2. HORMONAS

↑ MOTILIDAD: MOTILINA, SUST P, SEROTONINA

↓ MOTILIDAD: SOMATOSTATINA, NEUROTENSINA, ENKEFALINAS

CONTROL REFLEJO DE LA ACTIVIDAD INTESTINAL



REGULACIÓN MOTILIDAD

INERVACIÓN

PARASIMPÁTICO:

Parte **superior** intestino
Fibras **vagales preganglionares**
que sinapsan con plexos entéricos
(n. postganglionares parasimpáticas)

SIMPÁTICO:

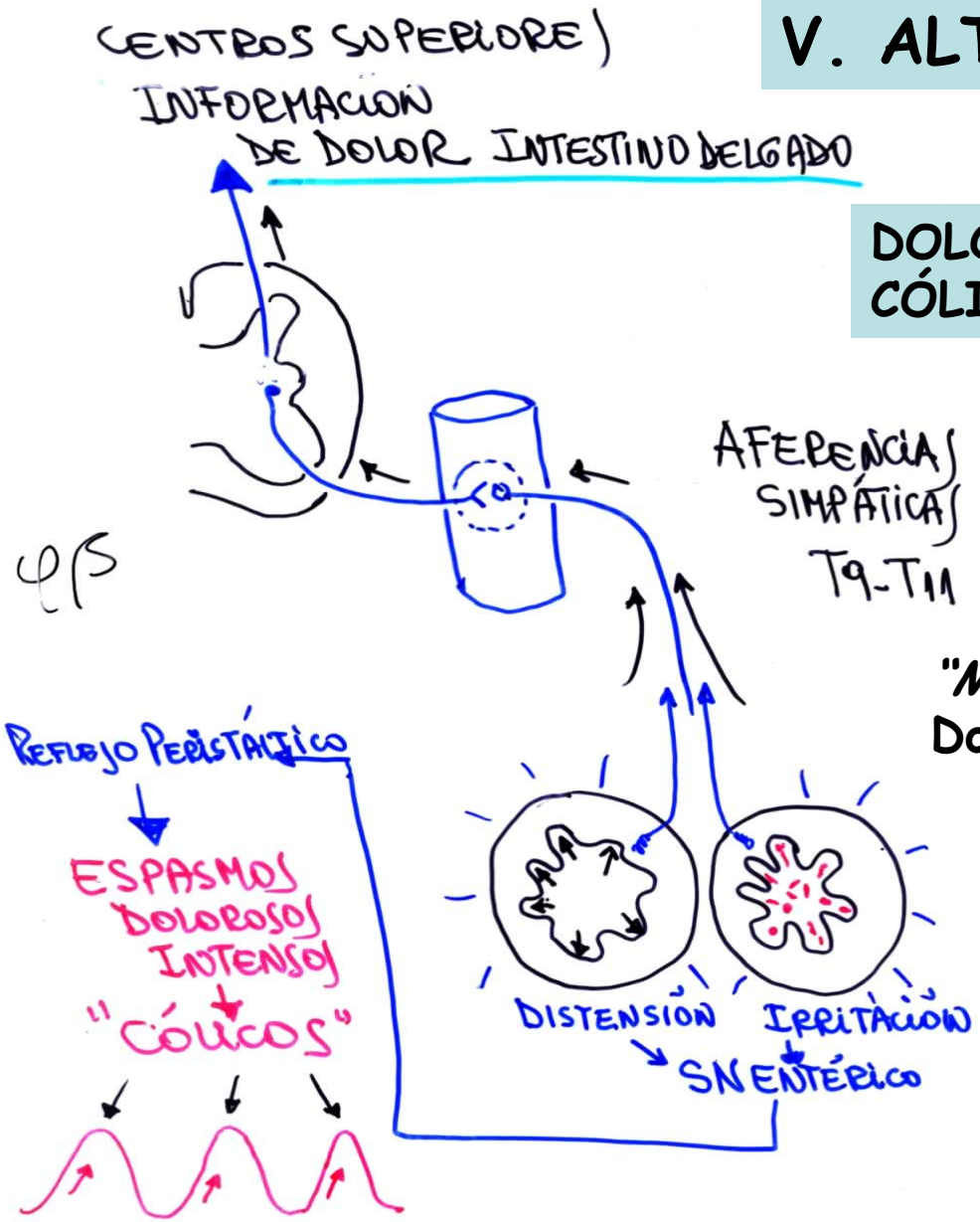
TODO el intestino delgado
Axones **T9-T11** que sinapsan en g. prevertebrales cuyas fibras **postganglionares** sinapsan con plexos entéricos

V. ALTERACIONES INTESTINO DELGADO

1. Nausea - Vómito — Vía vagal al bulbo centro vómito
2. DOLOR ABDOMINAL T9-T11
   - IRRITACIÓN - BACT
   - DISTENSIÓN - LÍQ - GAS
3. Ileo ADINÁMICO - INHIBICIÓN
   - REFLEJA
   - DIRECTA
4. OBSTRUCCIÓN INTESTINAL
5. SÍNDROME CARCINOIDE

V. ALTERACIONES

DOLOR ABDOMINAL CÓLICOS



"Mordiscos"
Dolor periumbilical

V. ALTERACIONES

ILEO ADINÁMICO (Indoloro)

CIRUGÍA ABDOMINAL

* Inhibición directa de músculo liso (trauma)
* Inhibición refleja por irritación peritoneal

No hay peristalsis, no hay avance
Se acumulan gas y líquido

Actividad gástrica regresa en 6-8 h
Actividad colónica en 2-3 d

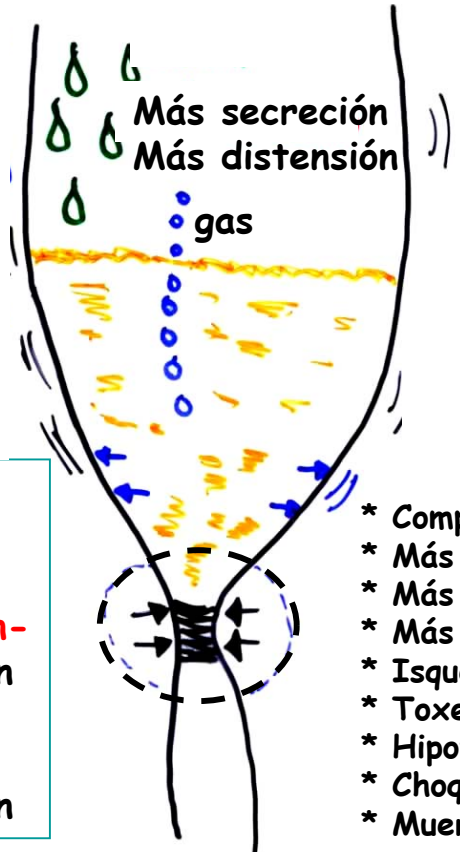
Alivia la distensión por aspiración líquido con SNG

V. ALTERACIONES

OBSTRUCCIÓN INTESTINAL

Cólicos

* Aumento peristaltismo
* Vómito
* Más secreción
* Pérdida agua electrolitos
* Deshidratación
* Choque
* Muerte



Obstrucción-distensión

Mayor secreción-mayor distensión

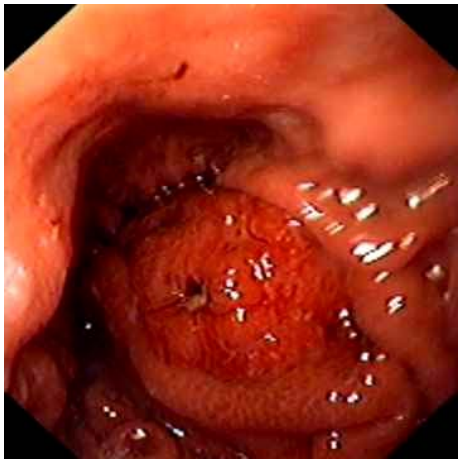
No absorción-mayor distensión

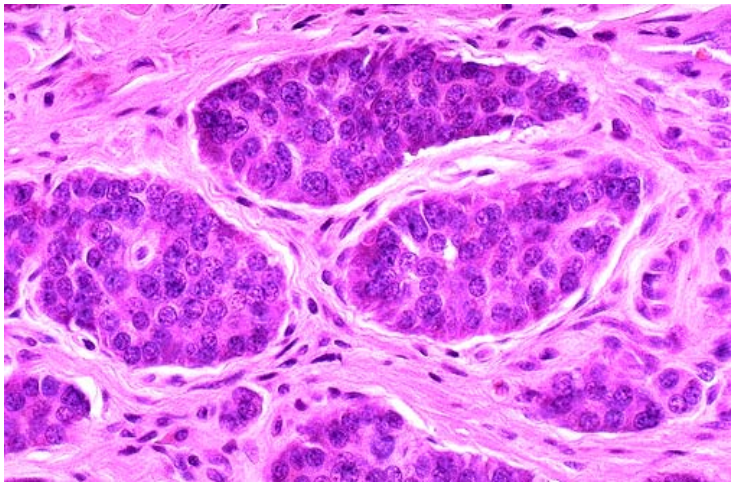
* Compresión venosa
* Más líquido
* Más gas
* Más distensión
* Isquemia,necrosis
* Toxemia
* Hipotensión
* Choque
* Muerte

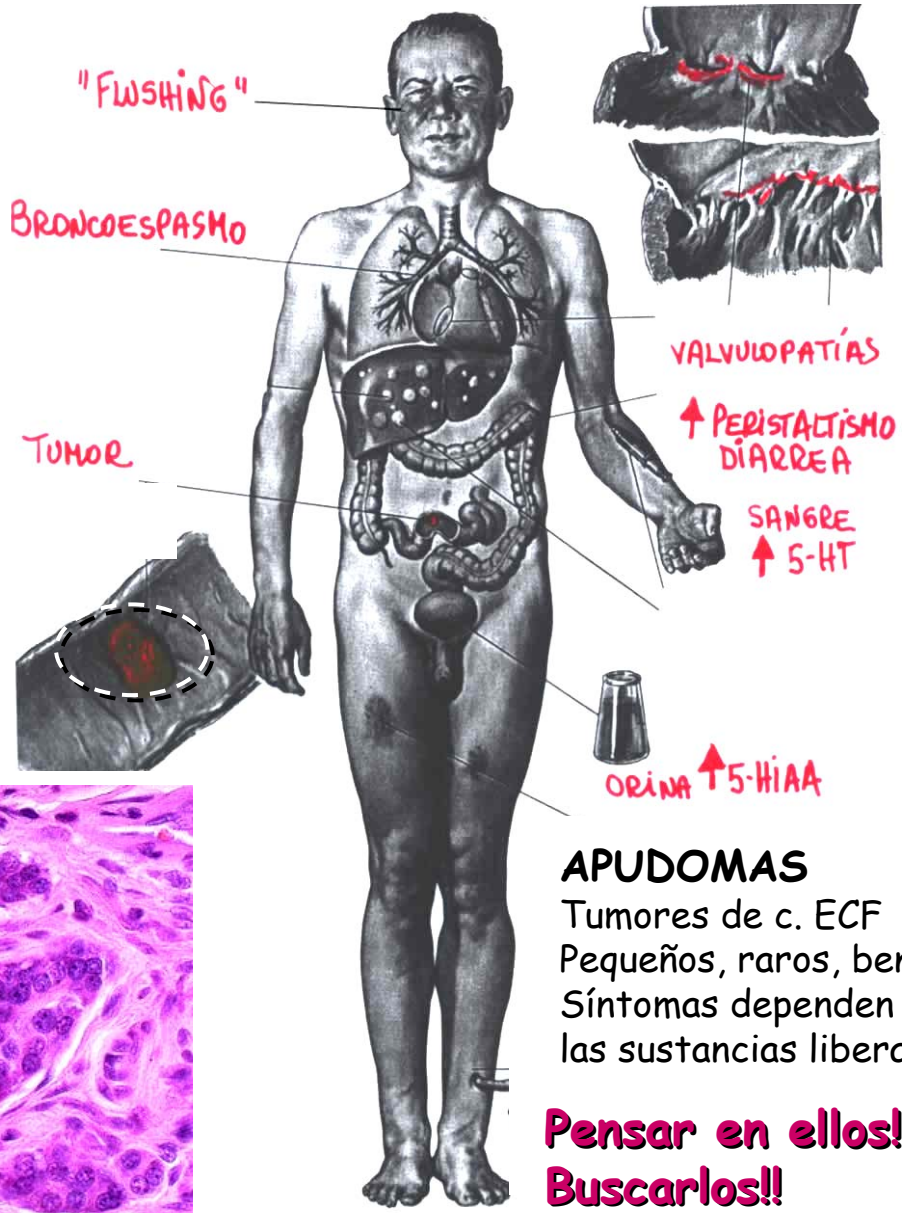
Rx simple de abdomen

V. ALTERACIONES

SÍNDROME CARCINOIDE







APUDOMAS

Tumores de c. ECF
Pequeños, raros, benignos
Síntomas dependen de
las sustancias liberadas

Pensar en ellos!!
Buscarlos!!