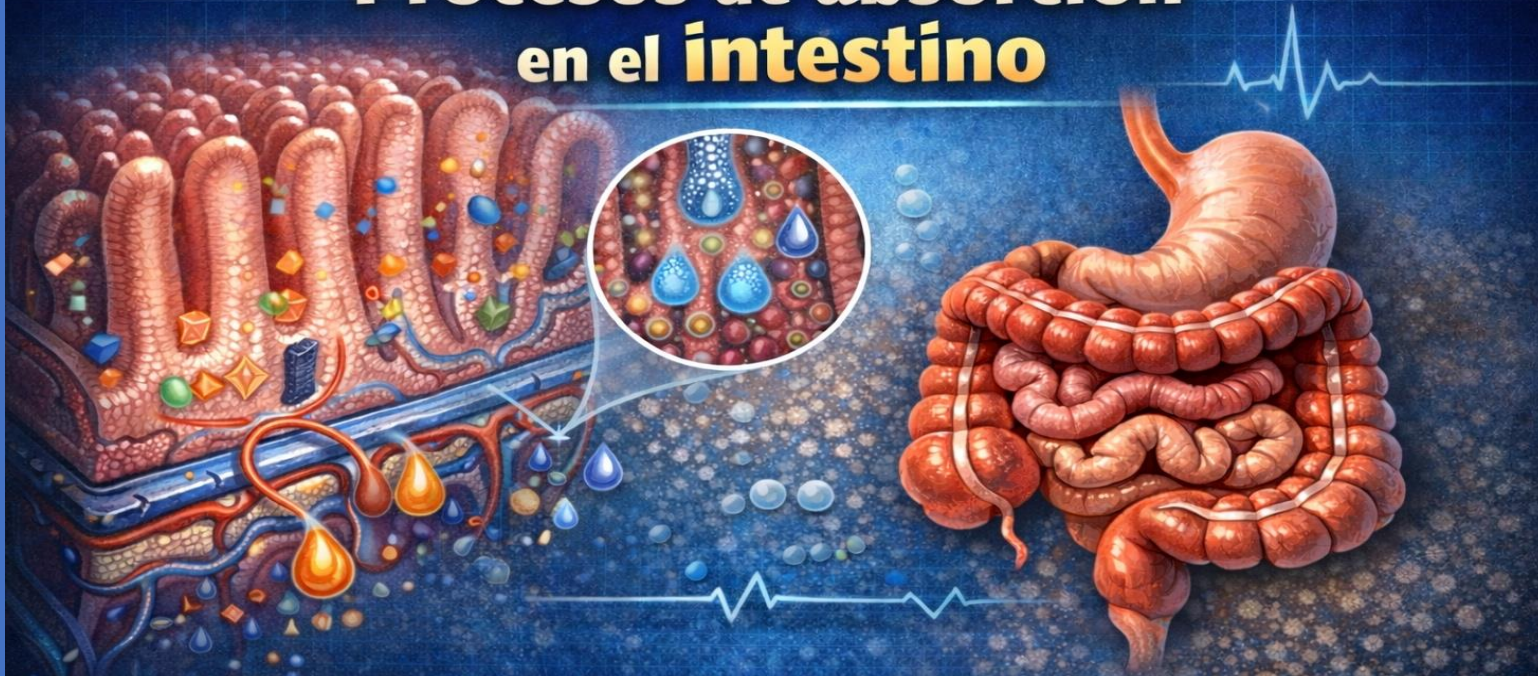


Procesos de absorción en el **intestino**



Miguel Ángel Barbancho Fernández

Área de Fisiología
Facultad de Medicina - Universidad de Málaga

Índice

Mecanismos básicos de la absorción



Absorción del agua



Absorción del sodio, hierro y cloro



Absorción de otros iones



Absorción de las vitaminas



Digestión de los hidratos de carbono y absorción de monosacáridos



Digestión de los lípidos: emulsión, hidrólisis y micelación



Digestión y absorción de las proteínas. Absorción de aminoácidos



Secreción intestino delgado

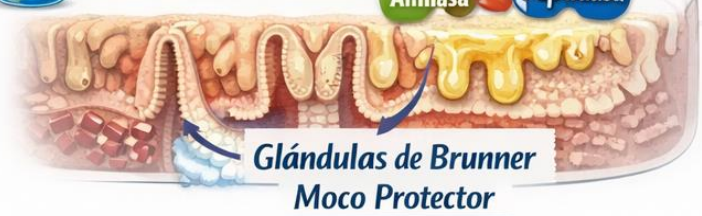


1.5L - 3L al día

Agua y Electrolitos



Isotónica como el plasma



Moco: Neutraliza la acidez



Gran Renovación Celular

Hasta **250** gramos / 24h

Balance de fluidos digestivos

Ingesta alimenticia
2000 ml / 24h

Saliva 1500 ml/24h
pH 6,8-7.0

S. Gástrica 2000 ml/24h
pH 1,5-3.0

Intestino Delgado
8500 ml / 24h

S. Intestinal 1500 ml/24h
pH 7,8-8,0

Intestino Grueso
400-1000 ml / 24h

Pérdida heces 100 ml/24h

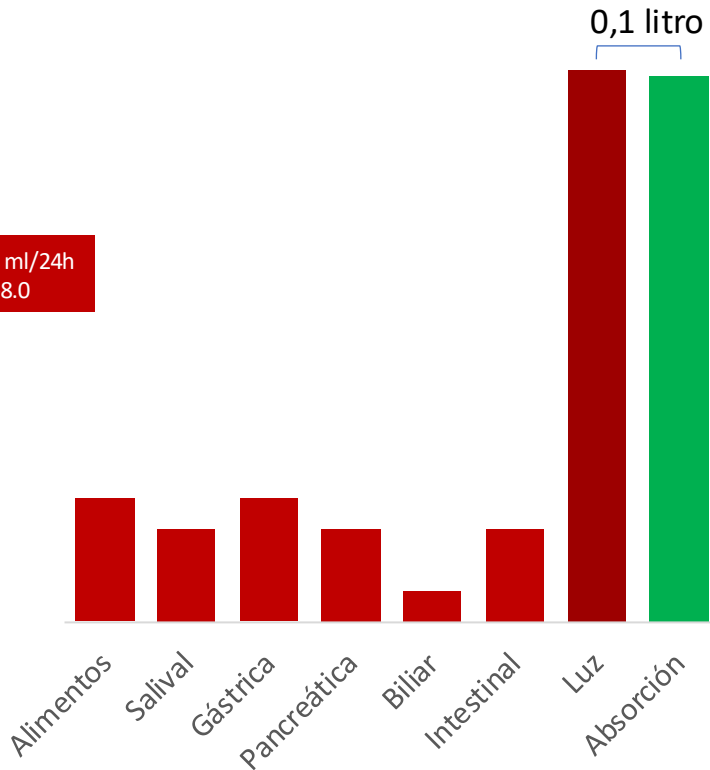
S. Biliar 500 ml/24h
pH 7,8-8.0

S. Pancreática 1500 ml/24h
pH 8,0-8,4

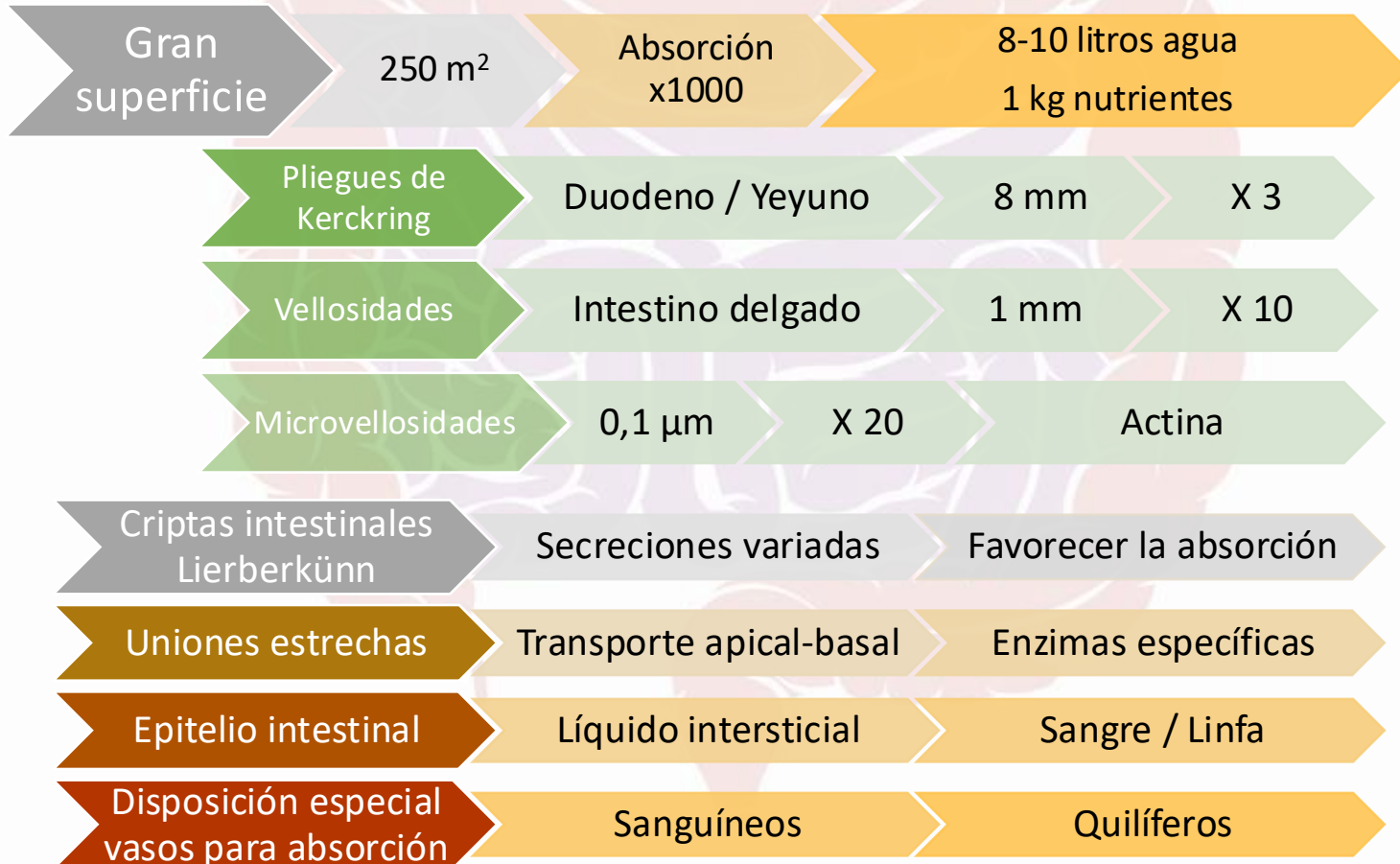
Pérdidas: 2 litros

- Heces 0,1 litros (200 gramos)
- Orina 1 litro
- Piel y respiración 0,9 litros

0,1 litro



Base anatomofisiológica de la absorción



Procesos de absorción en el intestino

1. ¿QUÉ SE ABSORBE?



CARBOHIDRATOS

- Monosacáridos: glucosa, galactosa, fructosa



PROTEÍNAS

- Aminoácidos
- Di y tripéptidos



LÍPIDOS

- Ácidos grasos de cadena larga
- Monoglicéridos
- Colesterol y otros lípidos



VITAMINAS Y MINERALES

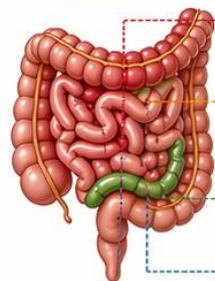
- Vitaminas hidrosolubles
- Vitaminas liposolubles
- Minerales (Fe, Ca, Na⁺, K⁺, Cl⁻, etc.)



AGUA

- Agua y electrolitos

2. ¿DÓNDE SE ABSORBE?



Duodeno

- Hierro, calcio, algunos minerales y vitaminas

Yeyuno

- Mayoría de nutrientes: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales

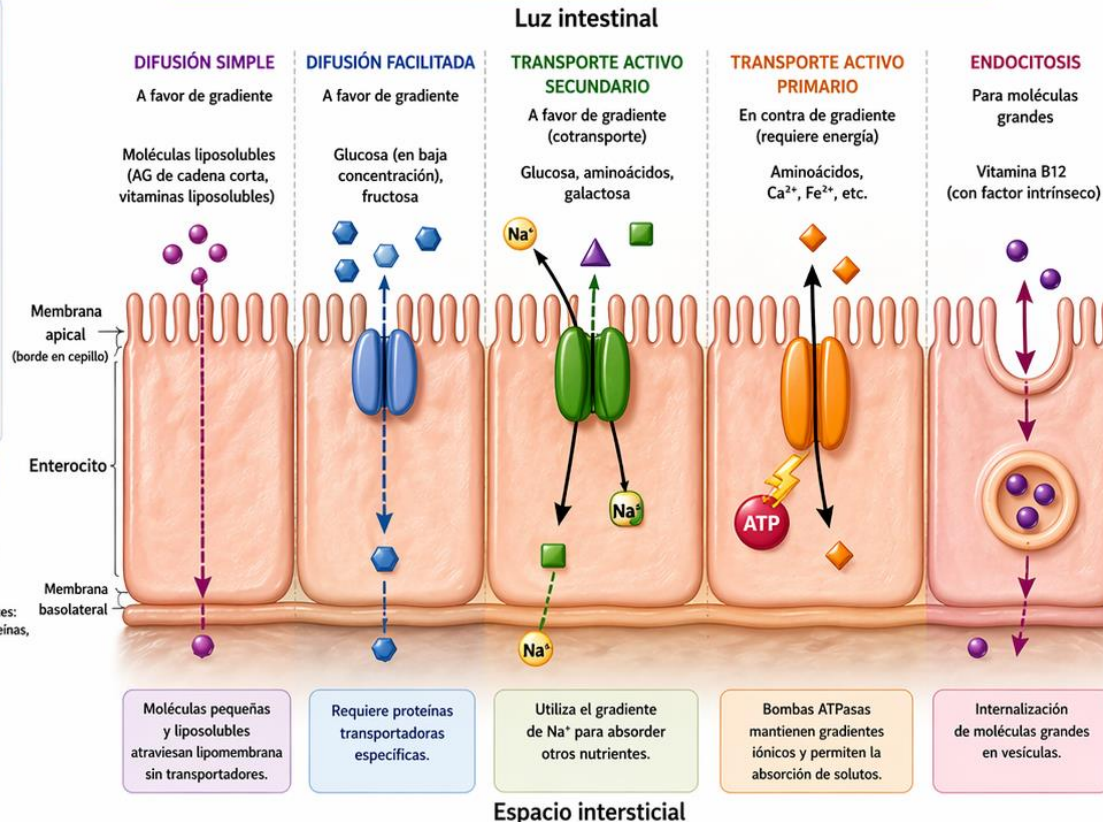
Íleon

- Sales biliares
- Vitamina B12

Colon

- Agua
- Electrolitos

3. MECANISMOS DE ABSORCIÓN A TRAVÉS DEL EPITELIO INTESTINAL



4. VÍAS DE TRANSPORTE DESPUÉS DE LA ABSORCIÓN

VÍA SANGUÍNEA (HIDROSOLUBLES)

Monosacáridos, aminoácidos, vitaminas hidrosolubles, minerales, agua



→ Capilares de las vellosidades
→ Vena porta hepática → Hígado

VÍA LINFÁTICA (LIPOSOLUBLES)

Lípidos en forma de quilomicrones, vitaminas liposolubles



→ Vasos quilíferos (linfa)
→ Conducto torácico → Sangre sistémica

5. EN RESUMEN

- La absorción intestinal convierte los nutrientes en moléculas simples.
- Atraviesan el epitelio por distintos mecanismos específicos.
- Los nutrientes se distribuyen por la sangre o la linfa para su utilización en el organismo.

Un proceso selectivo, eficiente y regulado.

Absorción intestinal: intestino delgado

Las Enzimas Digestivas

Fuentes de Enzimas:

Epitelio Intestinal

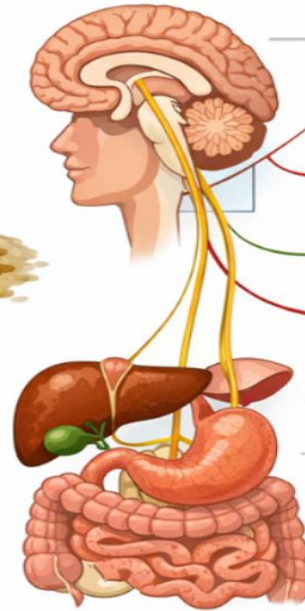


Páncreas Exocrino / Hígado

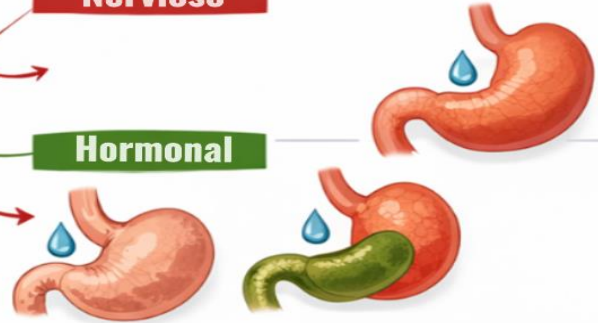


Control de la Secreción:

Nervioso



Hormonal



Paracrino



Absorción intestinal: intestino delgado

Normal

>100 g hidratos de carbono

> 100 gramos grasa

50-100 gramos aminoácidos

7-8 litros agua

50-100 gramos iones

Máximo

Varios kg hidratos de carbono

500 gramos grasa

500-700 gramos proteínas

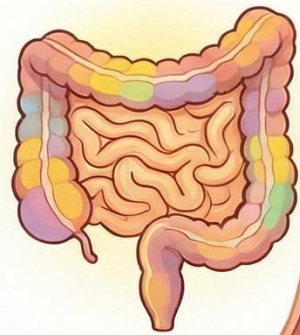
> 20 litros de agua

Absorción intestinal: intestino grueso

La Revolución Metabólica del Intestino Grueso

El colon es un centro de actividad metabólica donde las bacterias fermentan residuos para transformarlos en energía vital y vitaminas.

El Proceso de Fermentación

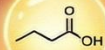
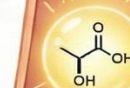


Degradación de Macronutrientes

Las bacterias colónicas degradan hidratos de carbono complejos y proteínas que no fueron digeridas previamente.

Generación de Ácidos Grasos

La fermentación produce lactato y ácidos grasos de cadena corta, como el ácido butírico.



Absorción y Subproductos

Síntesis de Vitamina K

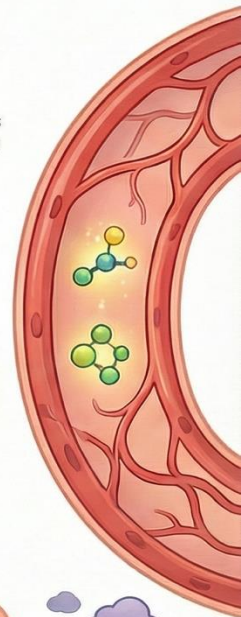
La microbiota produce cantidades importantes de vitaminas que son absorbidas por el cuerpo.

Energía para el Colon

Los colonocitos utilizan los ácidos grasos absorbidos como su fuente de energía preferida.

Producción de Gases

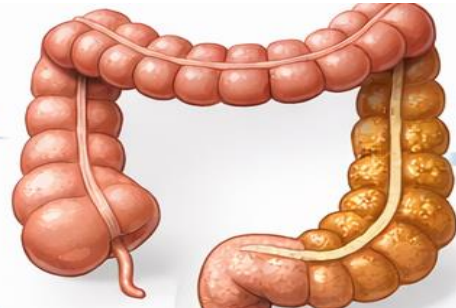
Algunos almidones, como las habas, generan subproductos menos útiles como el sulfuro de hidrógeno.



Absorción del intestino grueso

Capacidad absorción

5-8 litros/24h (mitad proximal)



Paso diario de
1,5 litros
de quimo



Gran absorción de agua / iones

Uniones estrechas



Pérdidas menores de **100 ml**

Absorción:

A glass pitcher and a glass of lemonade with various fruits like lemons, oranges, strawberries, blueberries, and blackberries on a wooden surface. The pitcher is filled with lemonade and ice, and the glass is also filled with lemonade and ice, garnished with a lemon slice. The background is a blurred garden with green foliage and pink flowers.

**Absorción intestinal de agua, minerales
y vitaminas hidrosolubles**

Absorción de agua: intestino delgado



Absorción mediante ósmosis



Absorción de agua: intestino delgado

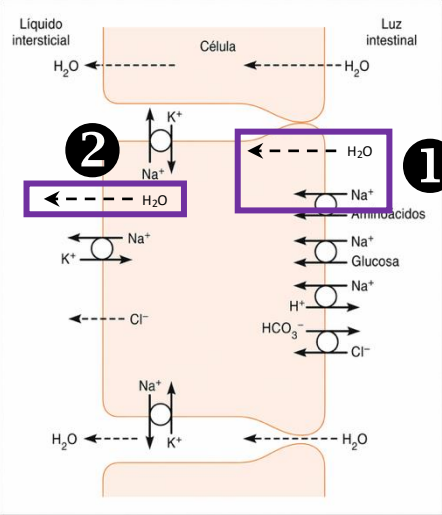
Duodeno
(hipertónico)

No absorción

Secreción agua a la luz



Absorción de agua: intestino delgado



Duodeno (hipertónico)

No absorción

Secreción agua a la luz

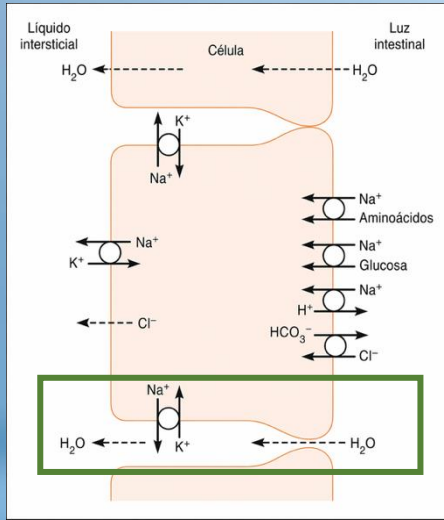
Yeyuno – íleon (isotónico)

T. gradiente sostenido

Mecanismo transcelular
Agua asociada al sodio

Mecanismo paracelular
Hipertonía intersticial por sodio

Absorción de agua: intestino delgado



Duodeno
(hipertónico)

No absorción

Secreción agua a la luz

Yeyuno – íleon
(isotónico)

T. gradiente
sostenido

Mecanismo transcelular
Agua asociada al sodio

Mecanismo paracelular
Hipertonía intersticial por sodio

Absorción de Sodio: intestino delgado

El sodio es reabsorbido sobre todo en el intestino delgado.

Secreciones intestinales
20-30 g de sodio

Reabsorción de 25-35 g de sodio

≈ 1/7 del sodio total del organismo

Ingesta: 5 a 8 g/día

Frecuentemente superada por la dieta

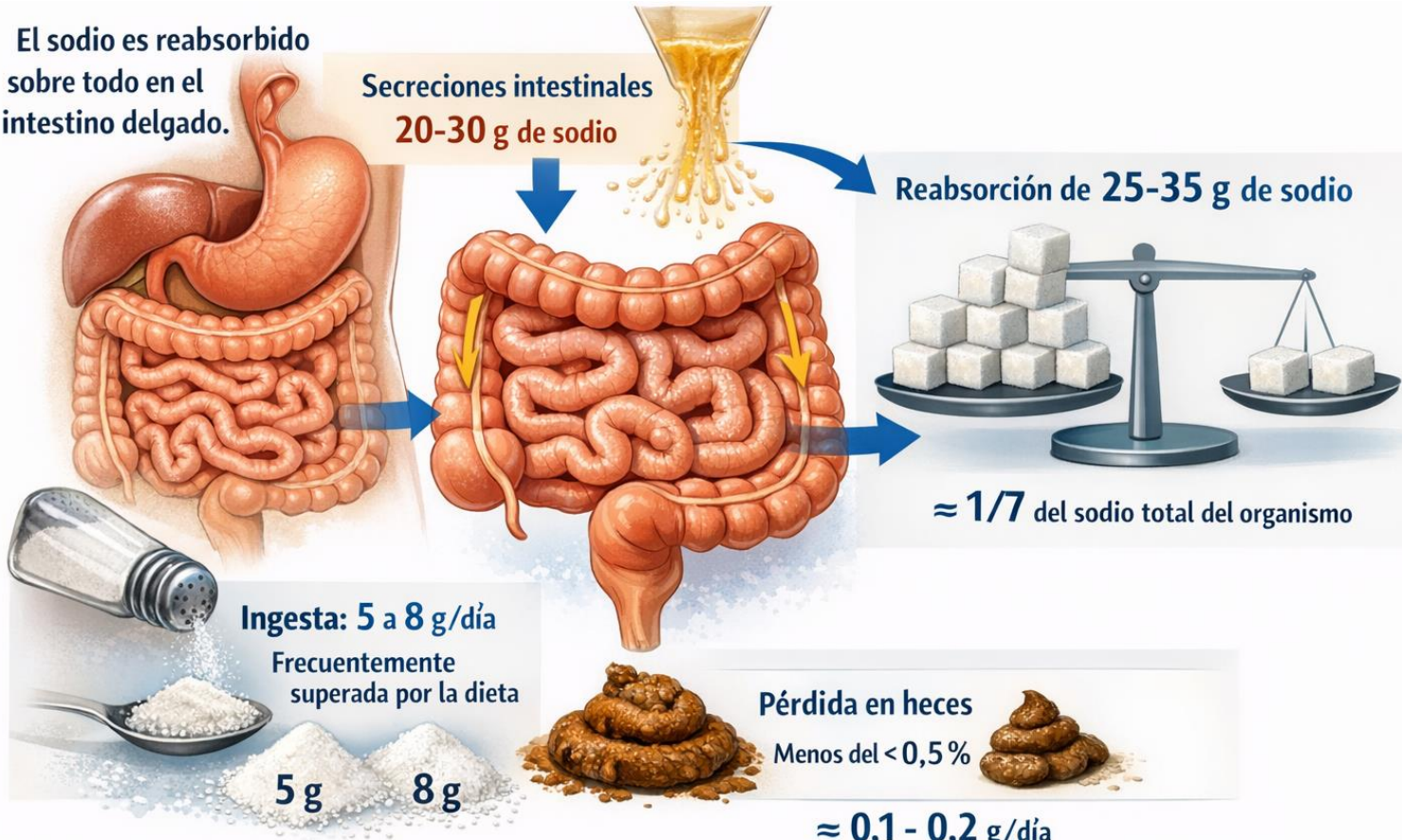
5 g

8 g

Pérdida en heces

Menos del <0,5%

≈ 0,1 - 0,2 g/día

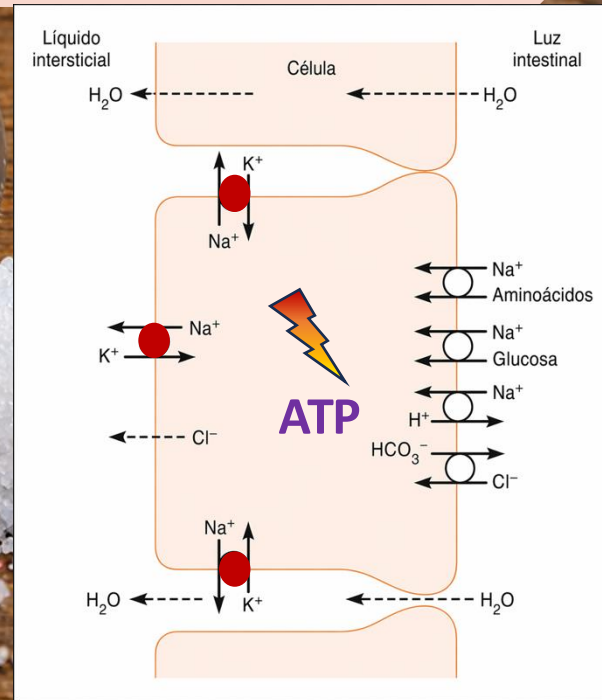


Absorción de Sodio: intestino delgado

Transporte activo paracelular
 Na^+

Interior celular – Espacio
paracelular

ATP



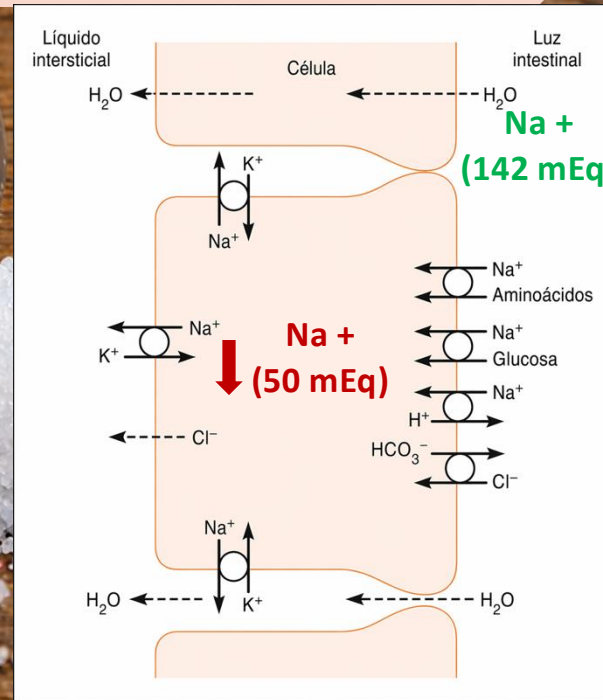
Absorción de Sodio: intestino delgado

Transporte activo paracelular
 Na^+

↓ concentración intracelular
 Na^+ (50 mEq vs 142 mEq)

Interior celular – Espacio
paracelular

ATP



Absorción de Sodio: intestino delgado

Transporte activo paracelular
 Na^+

↓ concentración intracelular
 Na^+ (50 mEq vs 142 mEq)

Transporte intracelular
G. Electroquímico

Interior celular – Espacio
paracelular

ATP

Quimo-Citoplasma

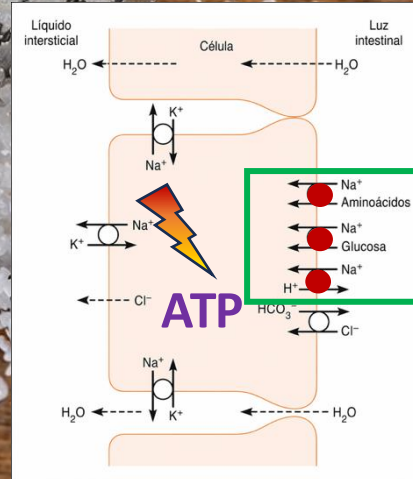
Cotransporte aminoácido - Na

Cotransporte Na^+ - glucosa

Intercambiador Na^+ - H^+

ATP

Aldosterona



Absorción de cloro

Proximal

Difusión pasiva / rápida

Gradiente eléctrico

Carga negativa quimo

Carga positiva basal

Salida a sangre
membrana basolateral

Absorción de cloro

Proximal

Difusión pasiva / rápida

Gradiente eléctrico

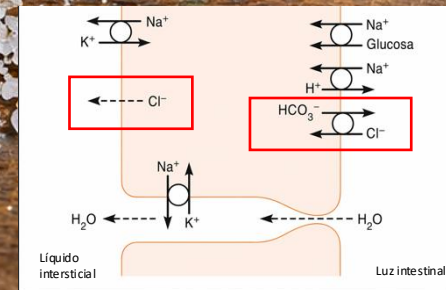
Carga negativa quimo

Carga positiva basal

Íleon – Intestino grueso

Intercambiador cloro-bicarbonato

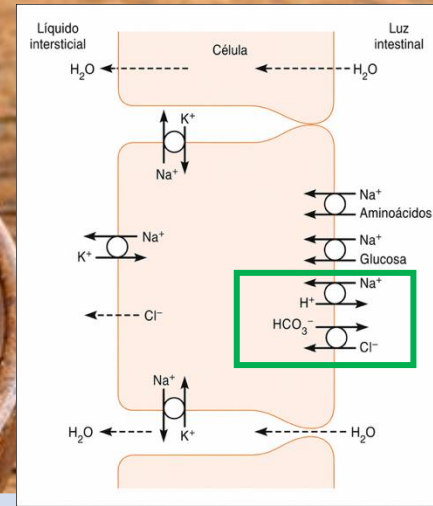
Salida a sangre
membrana basolateral



Metabolismo del Bicarbonato: intestino delgado

Proximal ID

Principal aporte de bicarbonato: Bilis y páncreas



Absorción
Na⁺

Secreción H⁺
luz intestinal

H⁺ + HCO₃⁻

H₂CO₃

CO₂ + H₂O

Sistema activo
≈ túbulo renal



Absorción de hierro

La absorción de **hierro** es necesaria para poder sintetizar **hemoglobina**.

El **hierro** se ingiere a través de la dieta en alimentos como las legumbres, huevos, hígado, carnes, salmón, atún, ciruelas, almendras, brócoli, espárragos, trigo, etc.



Se absorbe como

Grupo Hemo

(Proveniente de la carne)



o como

Hierro Férrico

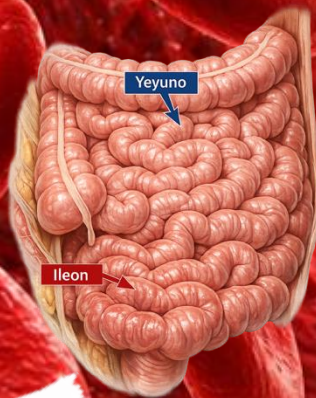
(Hierro ionizado proveniente de productos vegetales)



Absorción de hierro

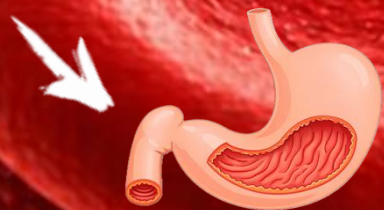
Síntesis
Hemoglobina

Activo

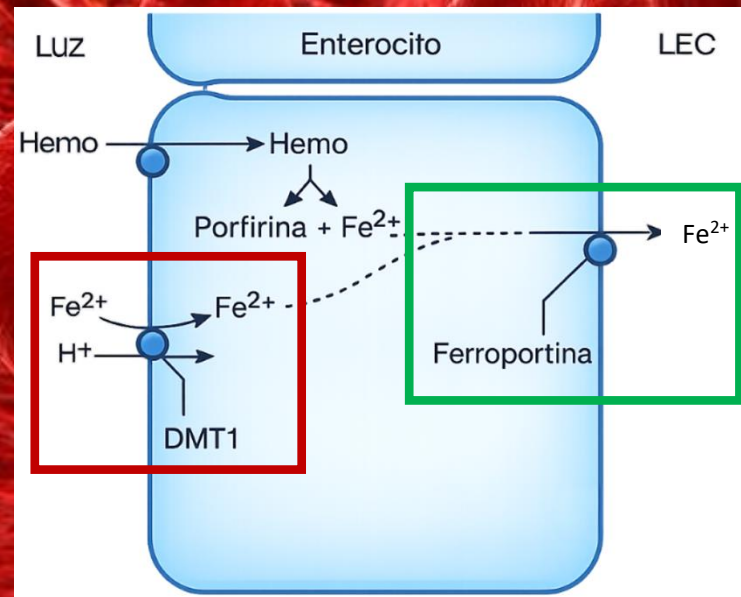


Hemo

Fe^{3+}



$Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$

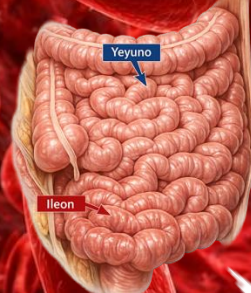


Absorción 3-15% ingesta

Absorción de hierro

Síntesis
Hemoglobina

Activo

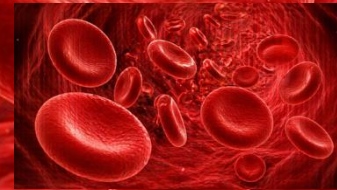


Fe + Ferritina
Fe + Hemosiderina

Hemo
 Fe^{3+}



$Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$



Transferrina / Siderofilina

Absorción de otros iones

Calcio

Duodeno

Activo

Cubrir necesidades diarias

PTH / vit D

Potasio

Activo

Pasivo por gradiente

Magnesio / Fosfato

Activo



Absorción vitaminas hidrosolubles



Yeyuno

Cotransporte con Na⁺

Tipos

Transporte

Tiamina (B1)

Riboflamina (B2)

Niacina (B3)

Ácido pantoténico (B5)

Piridoxal (B6)

Biotina (B8)

Ácido fólico (B9)

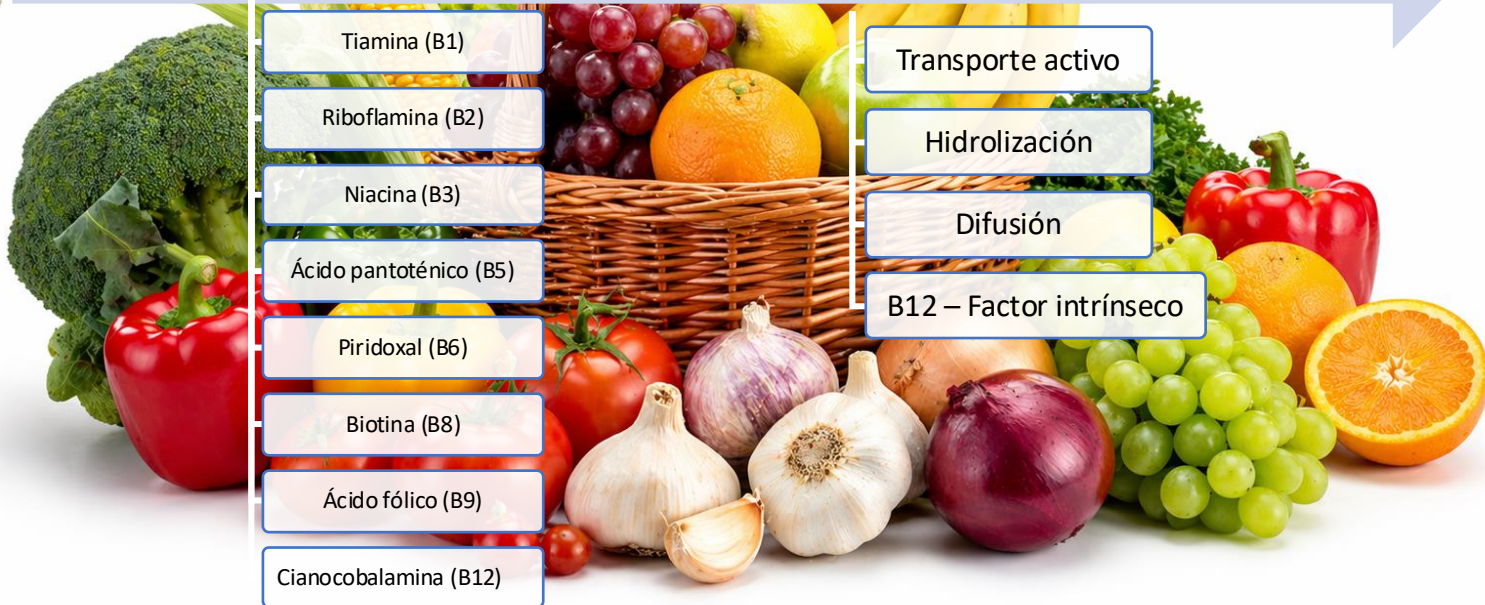
Cianocobalamina (B12)

Transporte activo

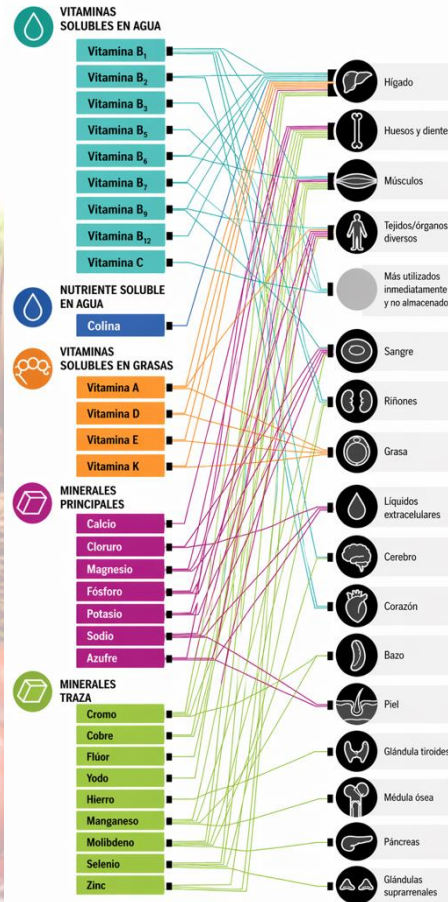
Hidrolización

Difusión

B12 – Factor intrínseco



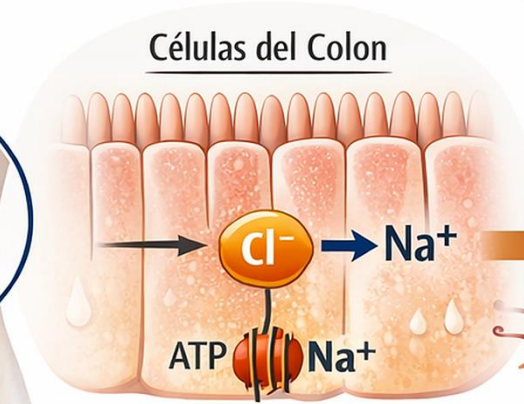
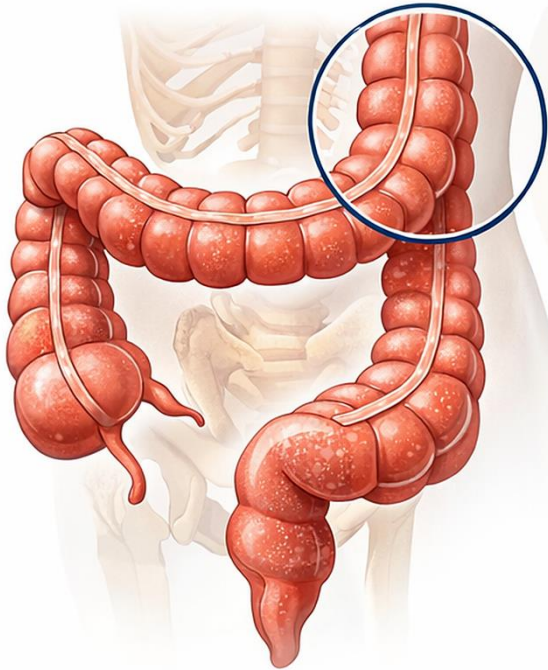
Localización de vitaminas, minerales e iones



Absorción del intestino grueso

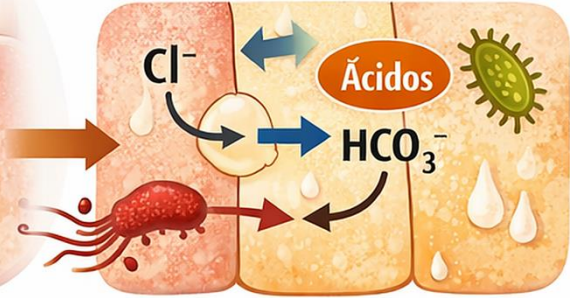
1 Absorción Activa de Sodio (Na^+)

Similar a la del intestino delgado



2 Secreción de Bicarbonato (HCO_3^-)


Compensa la Acidez Bacteriana



3 Absorción de Agua (H_2O)

Por Gradiente Osmótico
Creado por Na^+ y Cl^-



A still life composition of various fresh foods including vegetables, fruits, meat, fish, dairy, and bread, arranged on a wooden surface. The scene is rich with color and texture, featuring items like broccoli, bell peppers, onions, tomatoes, salmon, chicken, beef, milk, cheese, and bread. The text is overlaid on a semi-transparent dark band across the center.

Digestión y absorción de hidratos de carbono, lípidos y proteínas



Digestión de los hidratos de carbono y
absorción de monosacáridos

Digestión y absorción de hidratos de carbono

Dieta normal: elemento predominante (**Almidón/Sacarosa**)
50-60% total calorías.

Polisacáridos

Almidón

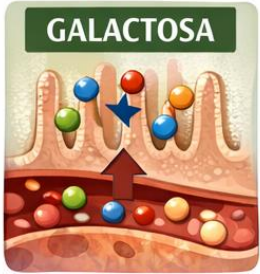
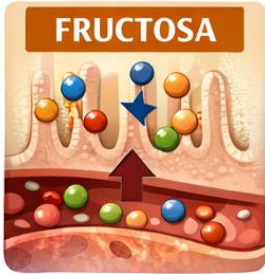
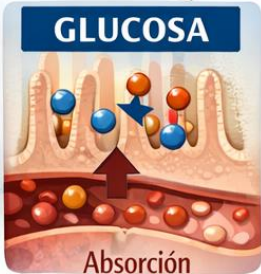
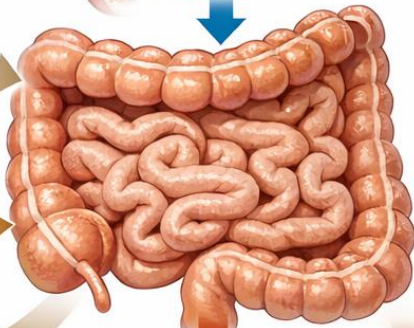


Disacáridos

Sacarosa



Monosacáridos



Se absorben en forma de **Monosacáridos** o algunos **Disacáridos**.

Digestión y absorción de hidratos de carbono

Glucógeno

Almidón

Glucosa

Amilopectina

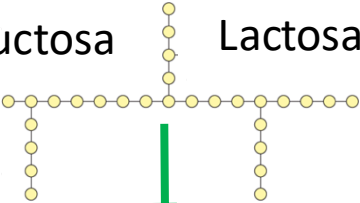
Amilosa

Celulosa

Sacarosa

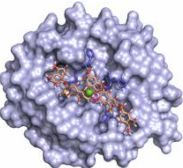
Fructosa

Lactosa



Amilasa salival

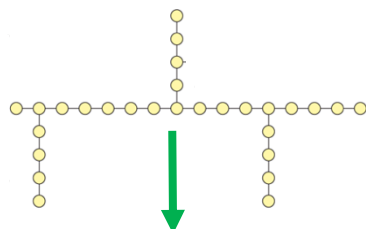
enlace alfa-1-4-glucosídicos



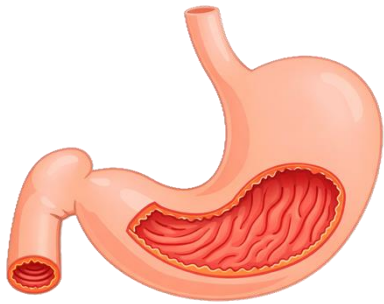
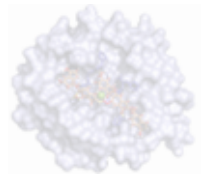
Oligosacáridos cortos



Digestión y absorción de hidratos de carbono

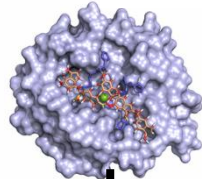
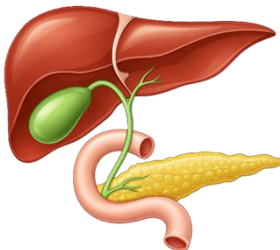


Amilasa salival



pH <4

Digestión y absorción de hidratos de carbono



Lactosa

Lactasa

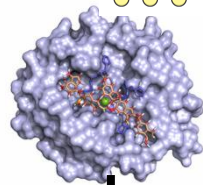
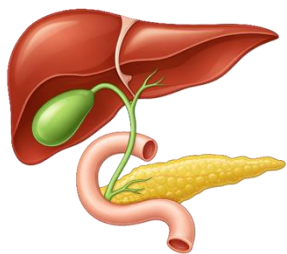
Mamíferos jóvenes
Adultos ascendencia europea

Glucosa

Galactosa



Digestión y absorción de hidratos de carbono



Lactosa

~~Lactosa~~

Bacterias colon

Gas

Ác orgánicos

+

Agua

Distensión

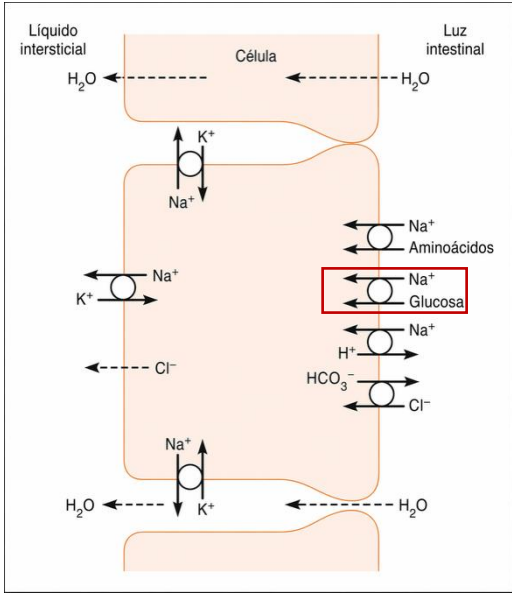
Gases

Diarrea

Intolerancia a la lactosa



Digestión y absorción de glucosa y galactosa

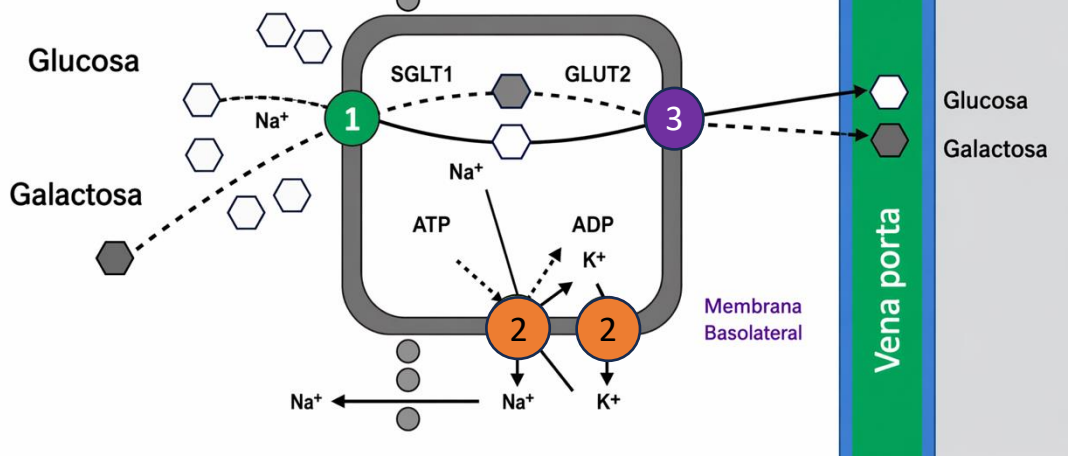


Luz intestinal

Glucosa

Galactosa

≈ túbulo proximal renal



(1) Cotransporte dependiente de Na (SGLT1)

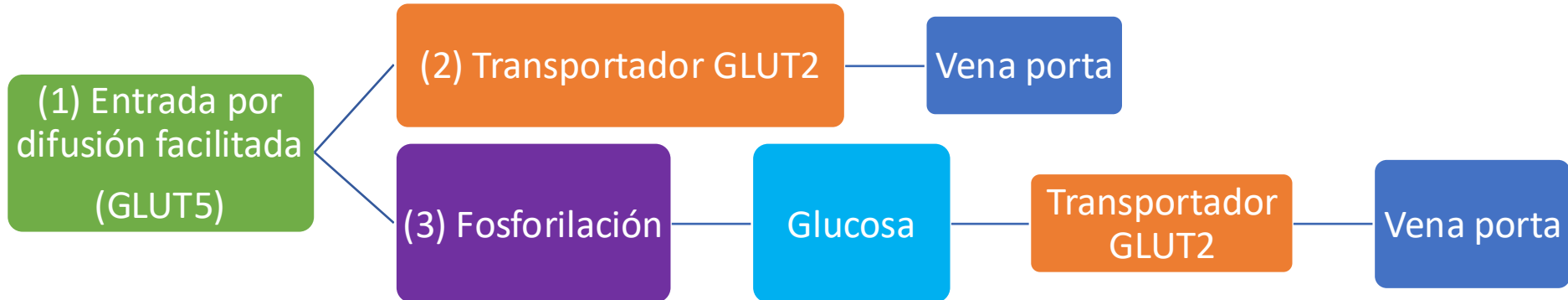
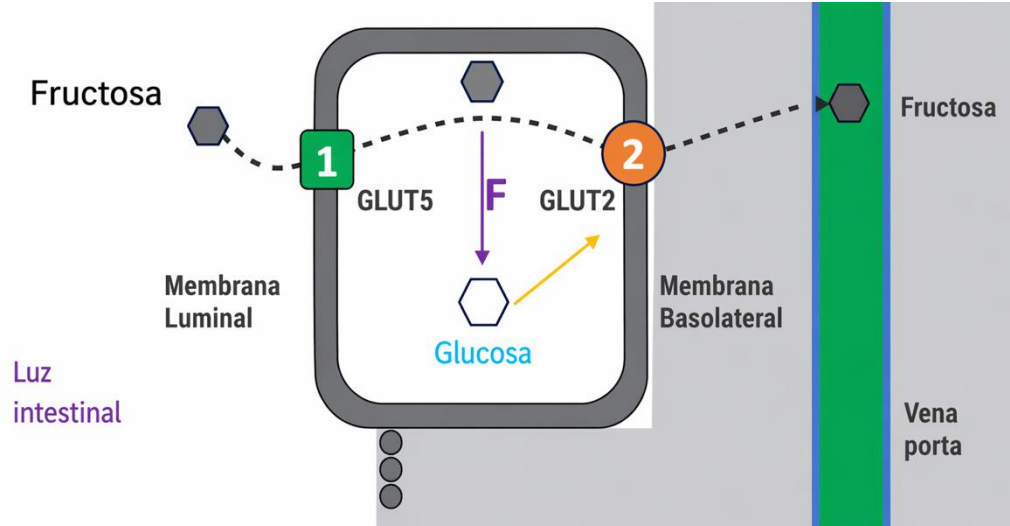
(2) Activo Na⁺/K⁺ ATPasa

(3) Transportador Mb baso-lateral (GLUT2)

Vena porta

Absorción contragradiante

Digestión y absorción de fructosa



Digestión y absorción de fructosa

¿CÓMO PUEDEN LOS ENTEROCITOS MANTENER ALTAS CONCENTRACIONES DE GLUCOSA?

En la mayoría de las células: **Glucosa** es el principal sustrato metabólico



Digestión y absorción de hidratos de carbono

Regulación de la Glucosa: Dos Caminos Postprandiales

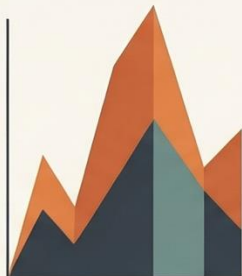
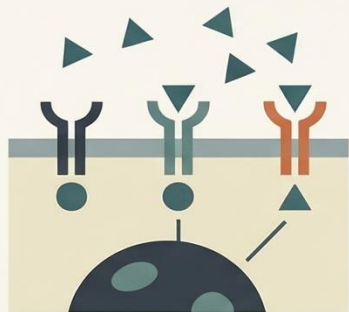
Tras la ingesta de alimentos, existen dos vías para reducir la glucosa en sangre: una dependiente exclusivamente de la insulina y otra potenciada por la contracción muscular. La elección entre el sedentarismo o la actividad física determina la intensidad de los picos glucémicos y el esfuerzo del páncreas.



Vía Sedentaria (Inactividad)

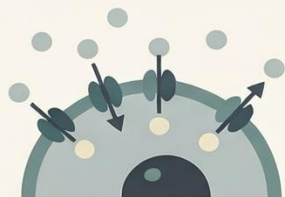
Dependencia Total de la Insulina

El páncreas soporta toda la carga para movilizar receptores GLUT4 mediante la liberación de insulina.



Picos de Glucosa más Altos

La reducción de azúcar es limitada al depender únicamente de la cantidad de insulina disponible.



Vía Activa (Contracción Muscular)

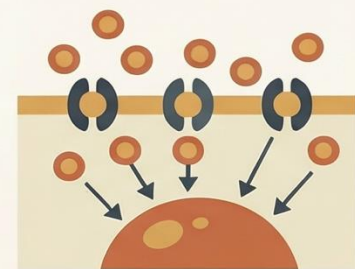
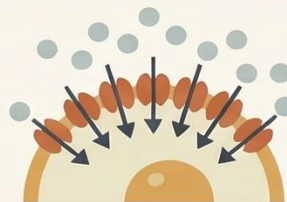
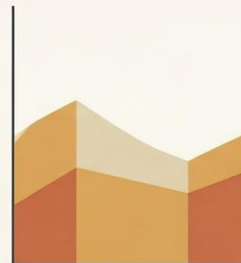
Activación del Transporte GLUT4 Independiente

La contracción muscular desplaza los transportadores de glucosa a la superficie sin necesidad de insulina.



Menor Carga Pancreática

El páncreas trabaja menos y los picos de glucosa son notablemente menos acentuados.



Beneficio en Resistencia a la Insulina

Es una vía vital para personas con diabetes tipo 2 donde la insulina es reducida.

DOI: 10.1016/j.avdiab.2012.02.003

[Acceso a texto completo](#)

El GLUT4: efectos de la actividad física y aspectos nutricionales en los mecanismos de captación de glucosa v sus aplicaciones en la diabetes tipo 2

Saioa Gómez-Zorita^a, Aritz Urdampilleta^b



Digestión de los lípidos: emulsión, hidrólisis y micelación

Digestión y absorción de la grasa

Proceso

- Complejo

Aporte medio

- 25-30% calorías

Tipos grasa

- Triglicéridos (90%)
- Colesterol
- Fosfolípidos
- Ac. grasos de cadena larga
- Vitaminas liposolubles

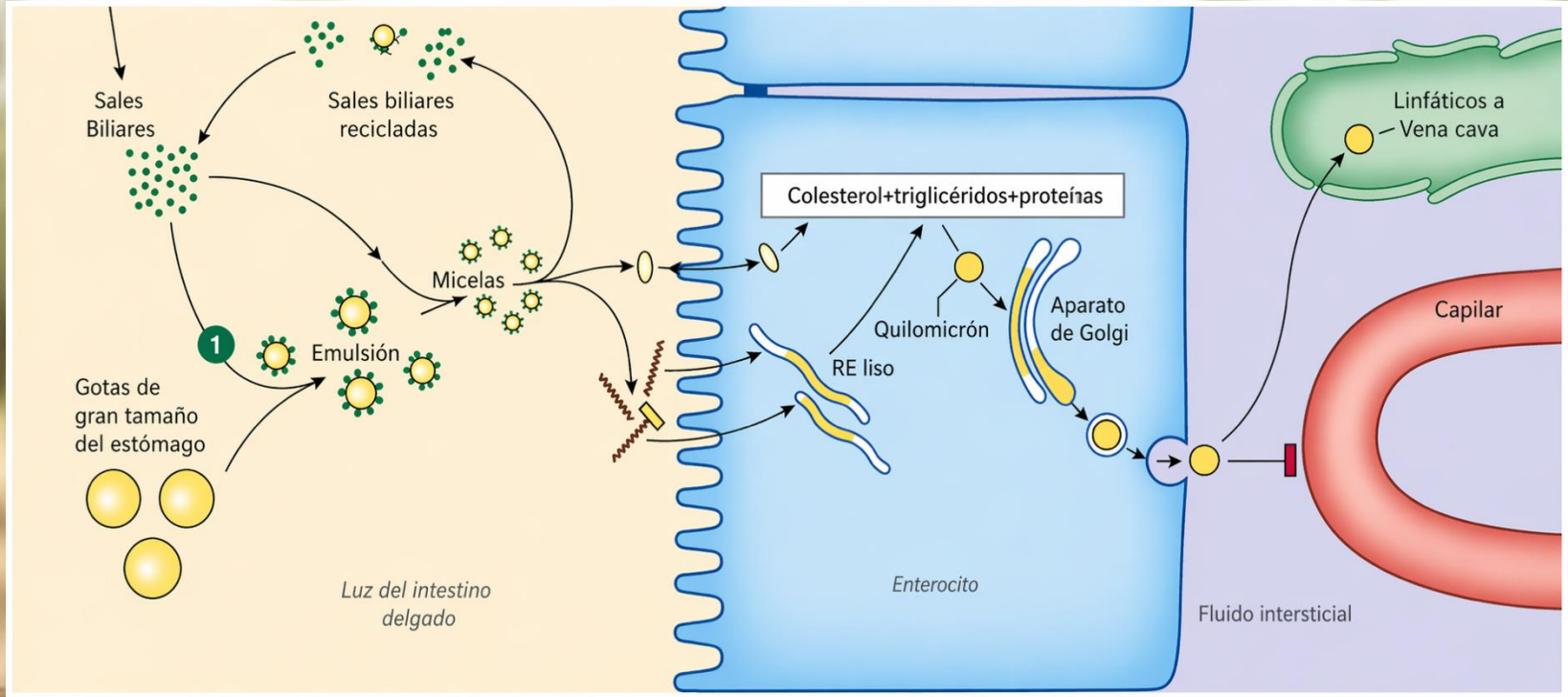
Absorción

- Estómago (fase oleosa): nula
- Yeyuno: bilis / secreción pancreática

Eliminación

- Absorción casi total
- <5% en heces

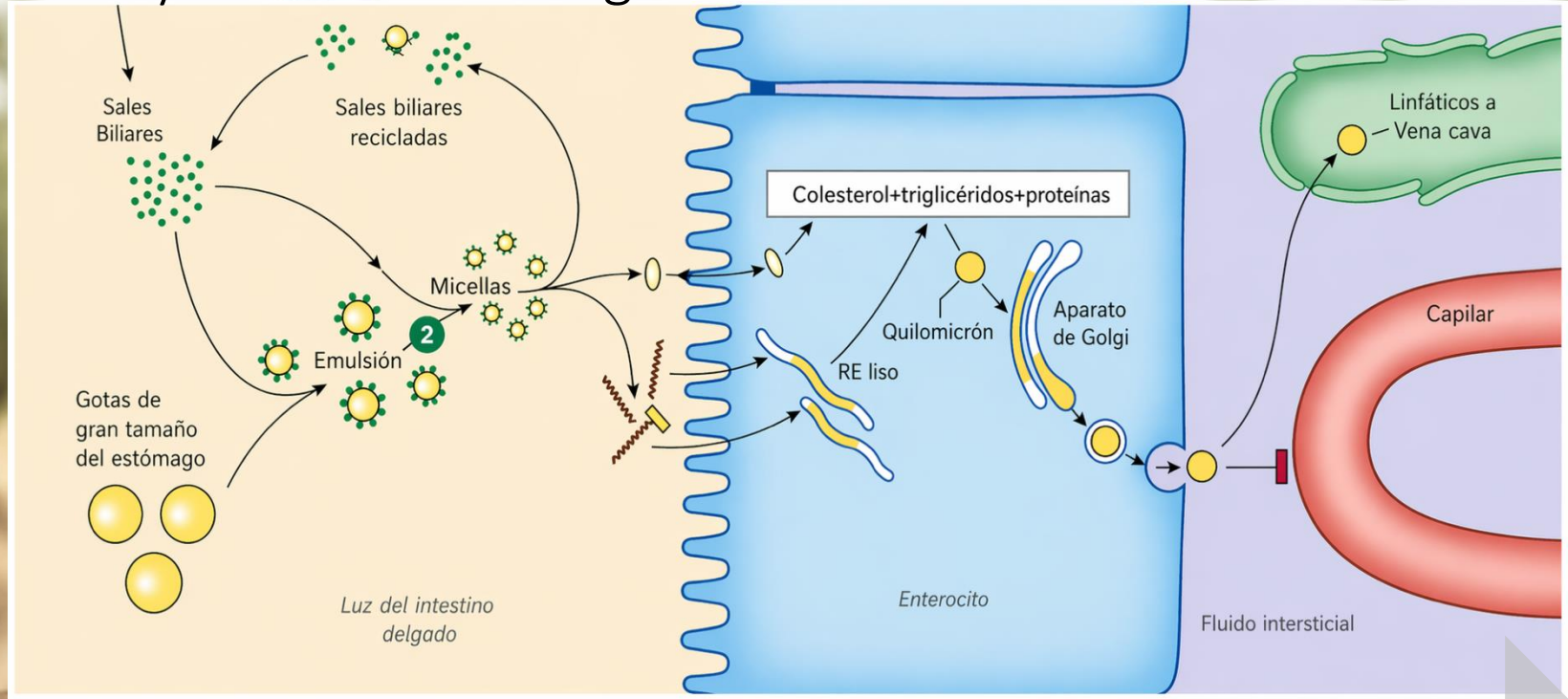
Digestión y absorción de la grasa



1

La llegada de gotas de lípidos en el quimo activa a la secreción de bilis al intestino

Digestión y absorción de la grasa

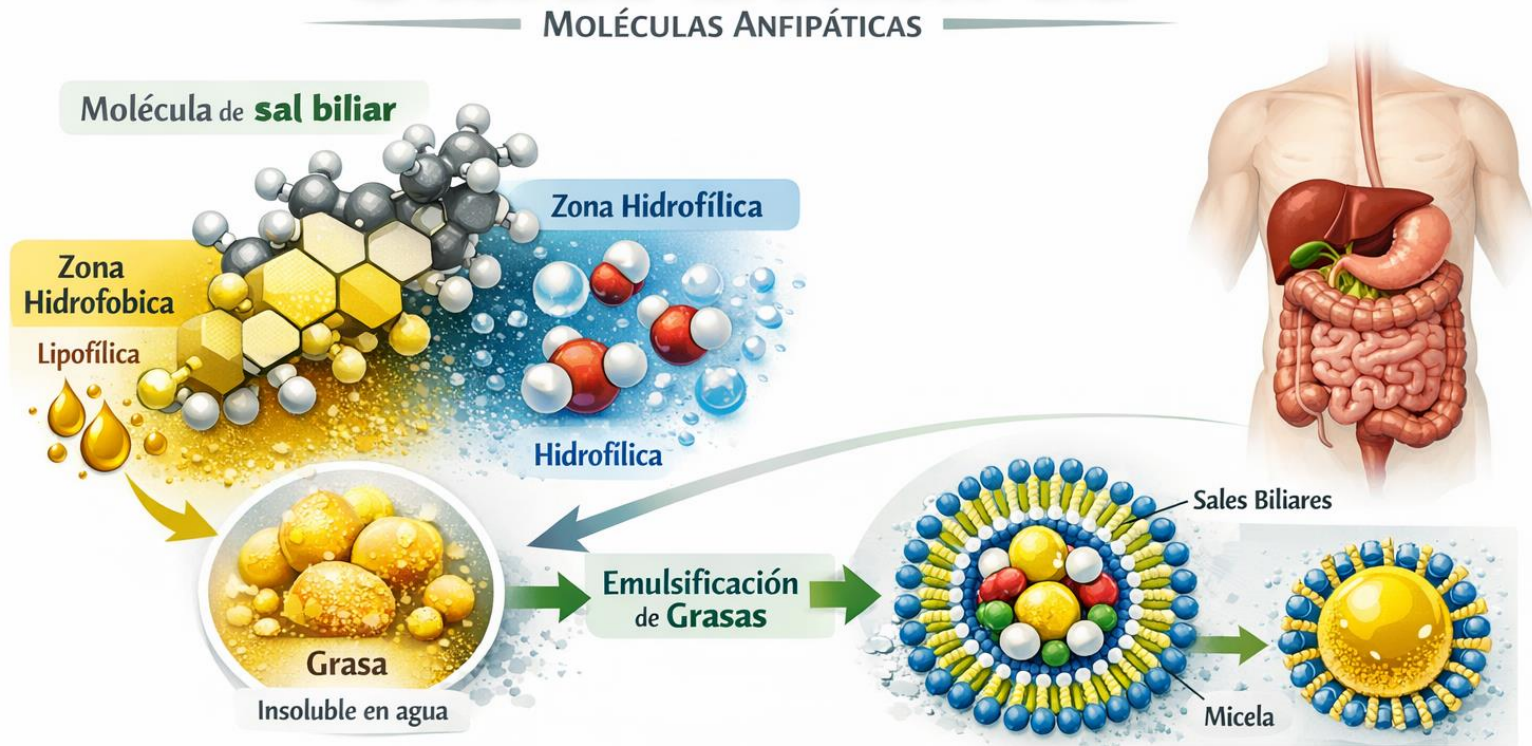


2

Emulsión de las grasas

Colipasa permite que la lipasa entre en las micelas

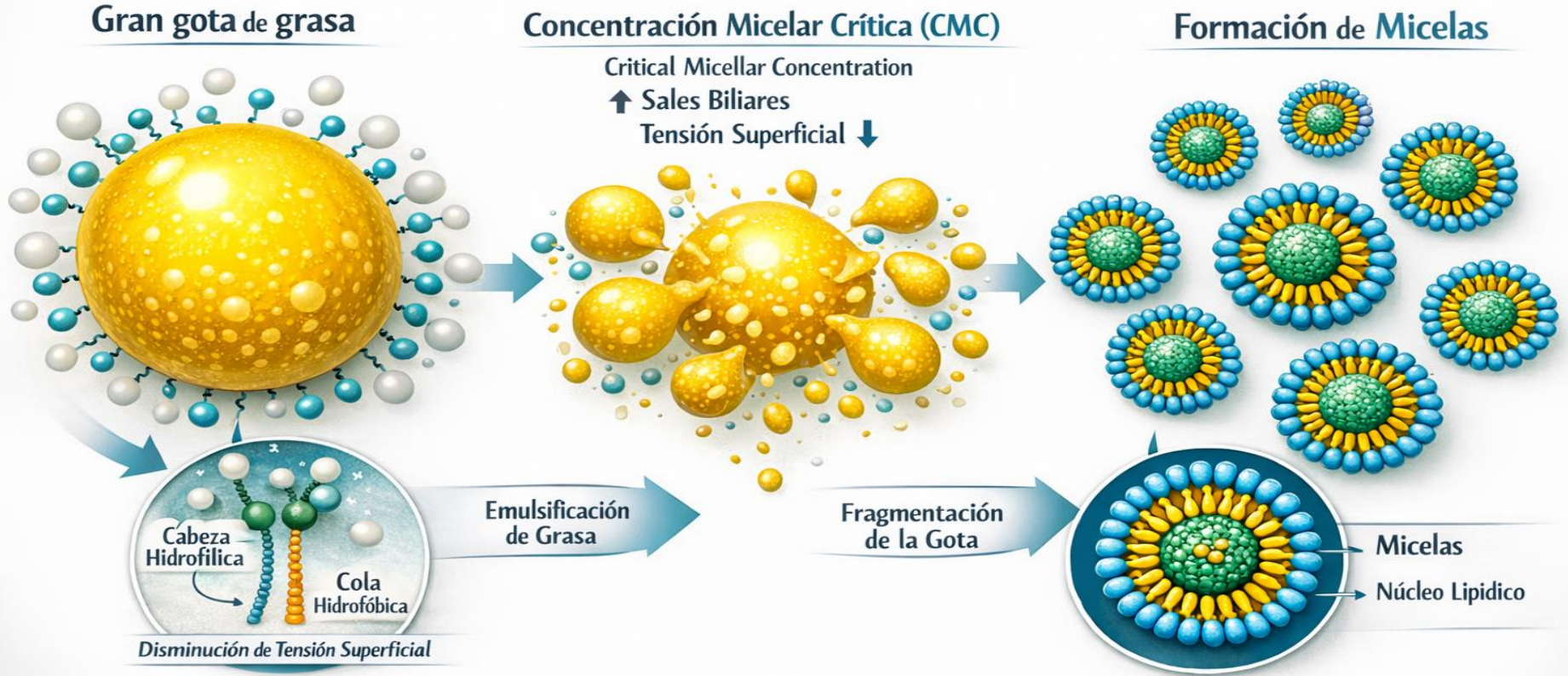
Digestión y absorción de la grasa: sales biliares



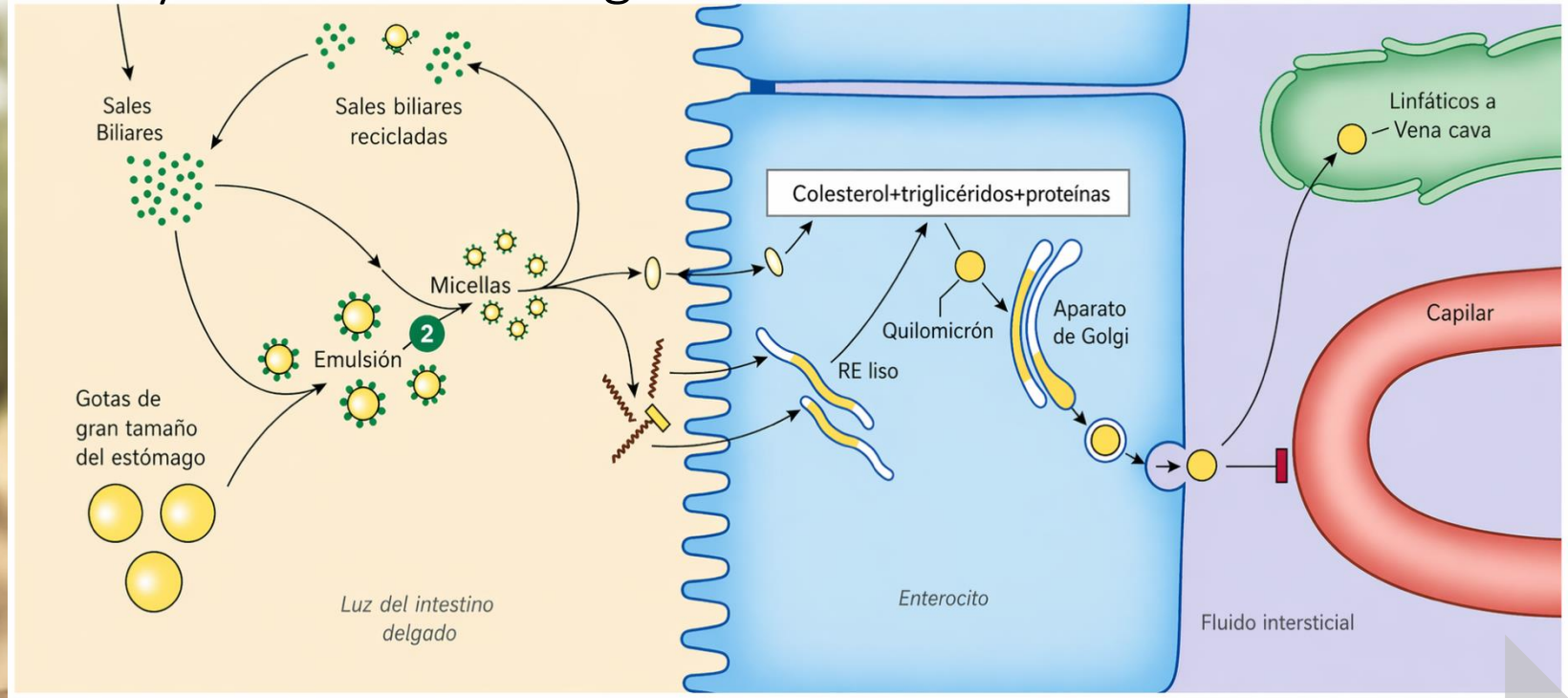
Las sales biliares permiten **digerir las grasas**

Las grasas no son hidrosolubles

Digestión y absorción de la grasa: micelas



Digestión y absorción de la grasa

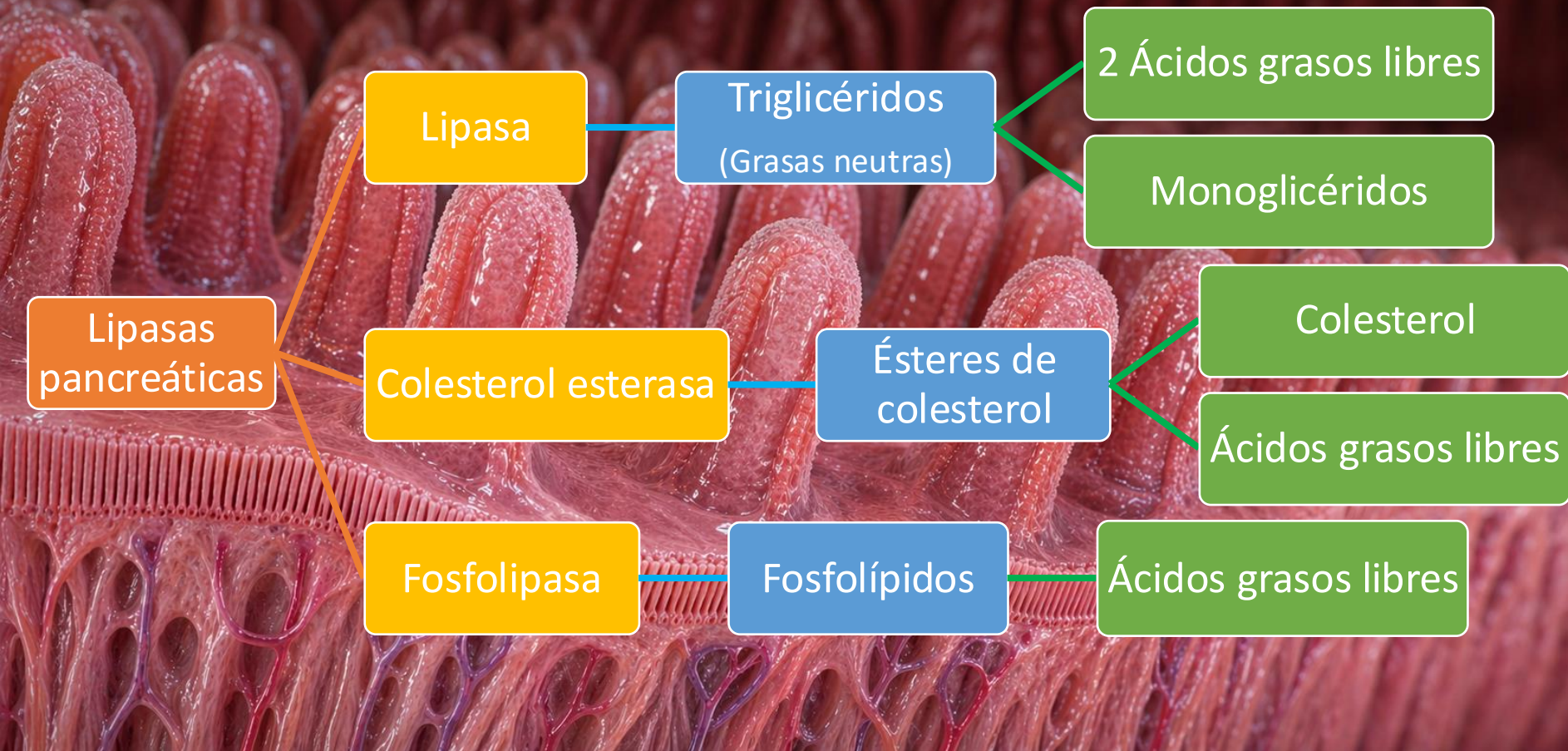


2

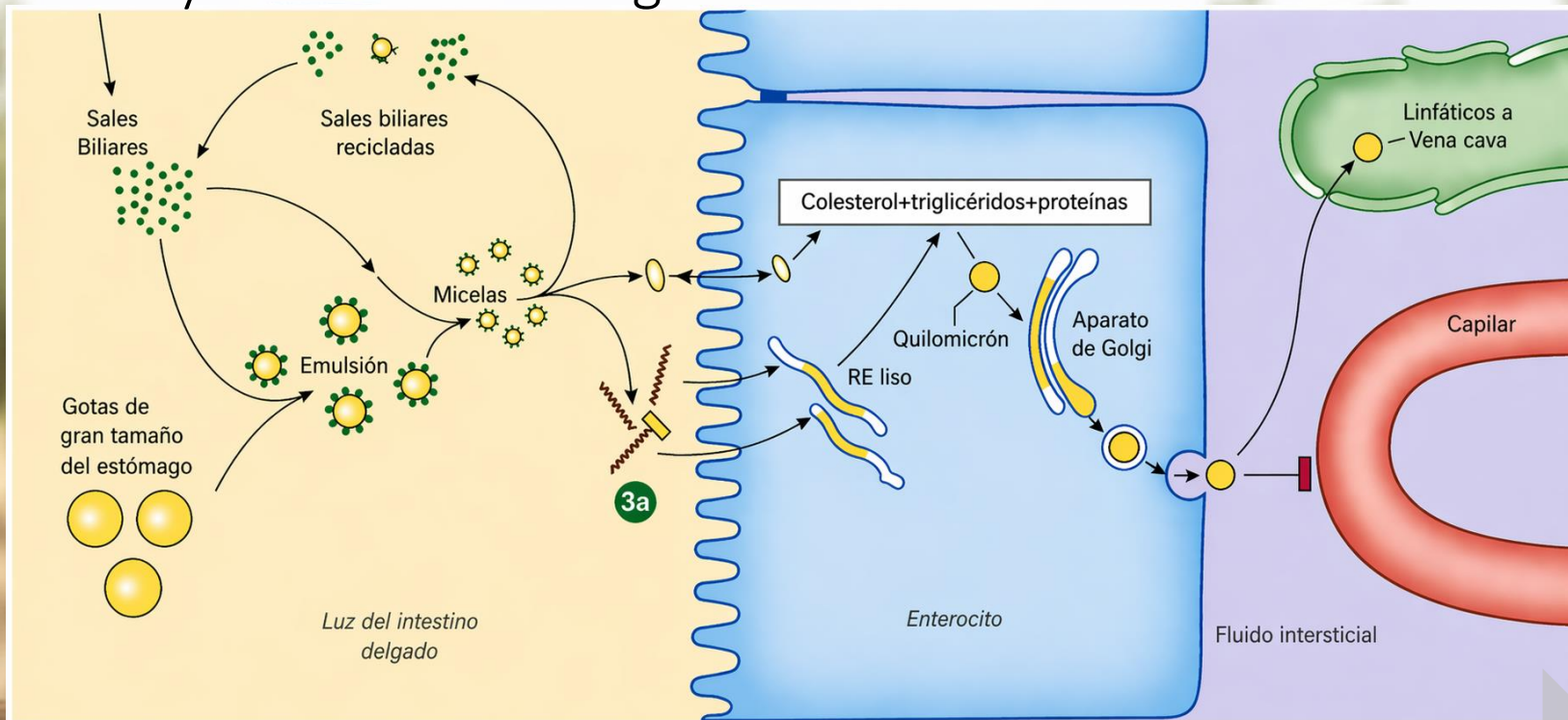
Emulsión de las grasas

Colipasa permite que la lipasa entre en las micelas

Digestión y absorción de la grasa



Digestión y absorción de la grasa

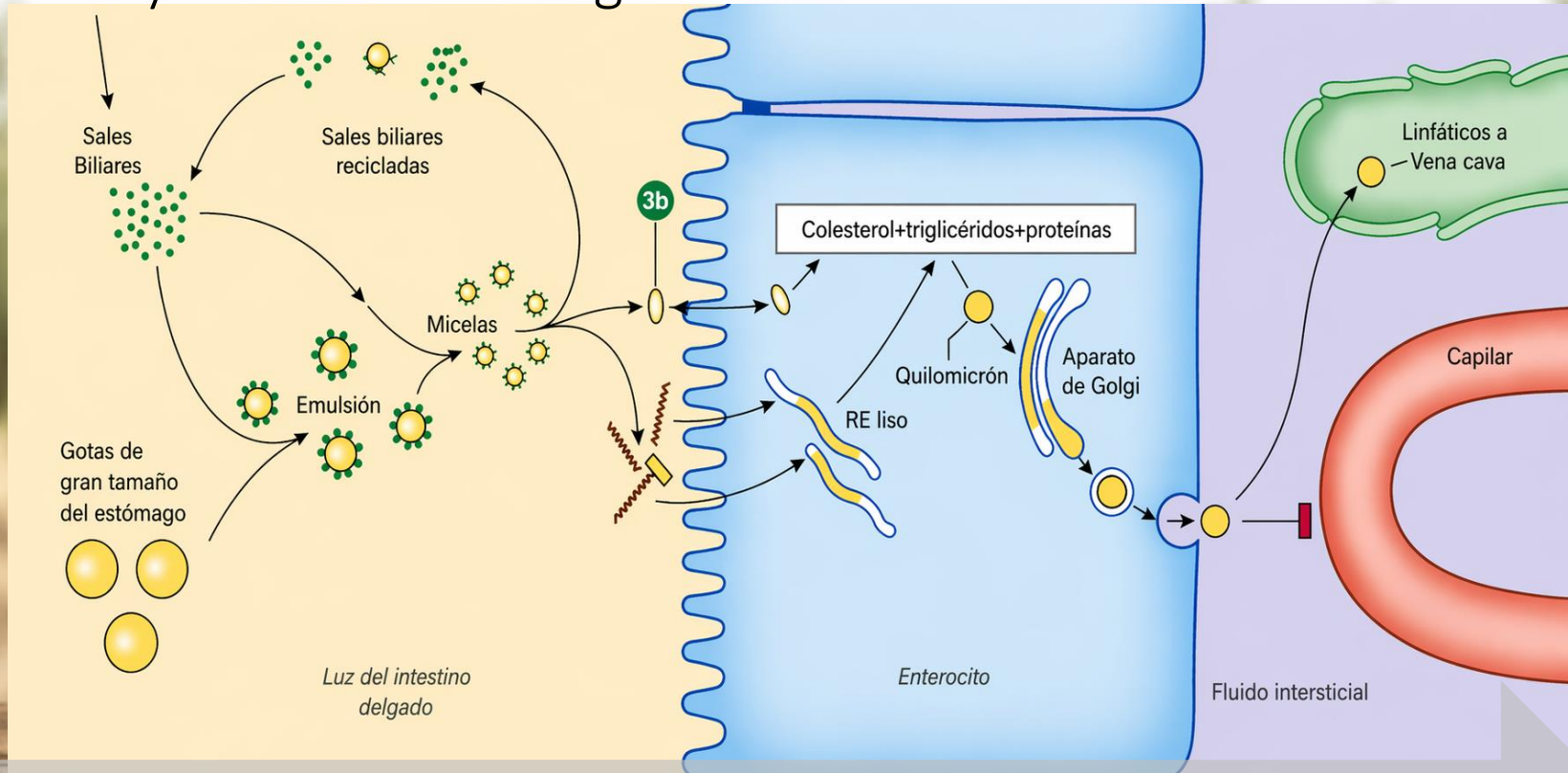


MNG, AGL, vit liposolubles y lecitina entran en el enterocito por difusión simple

Monoglicéridos + Ác grasos libres \rightarrow Retículo Endoplásmico Liso \rightarrow Triglicéridos

Ác grasos cortos (<math><10</math> carbonos) van directamente a la sangre

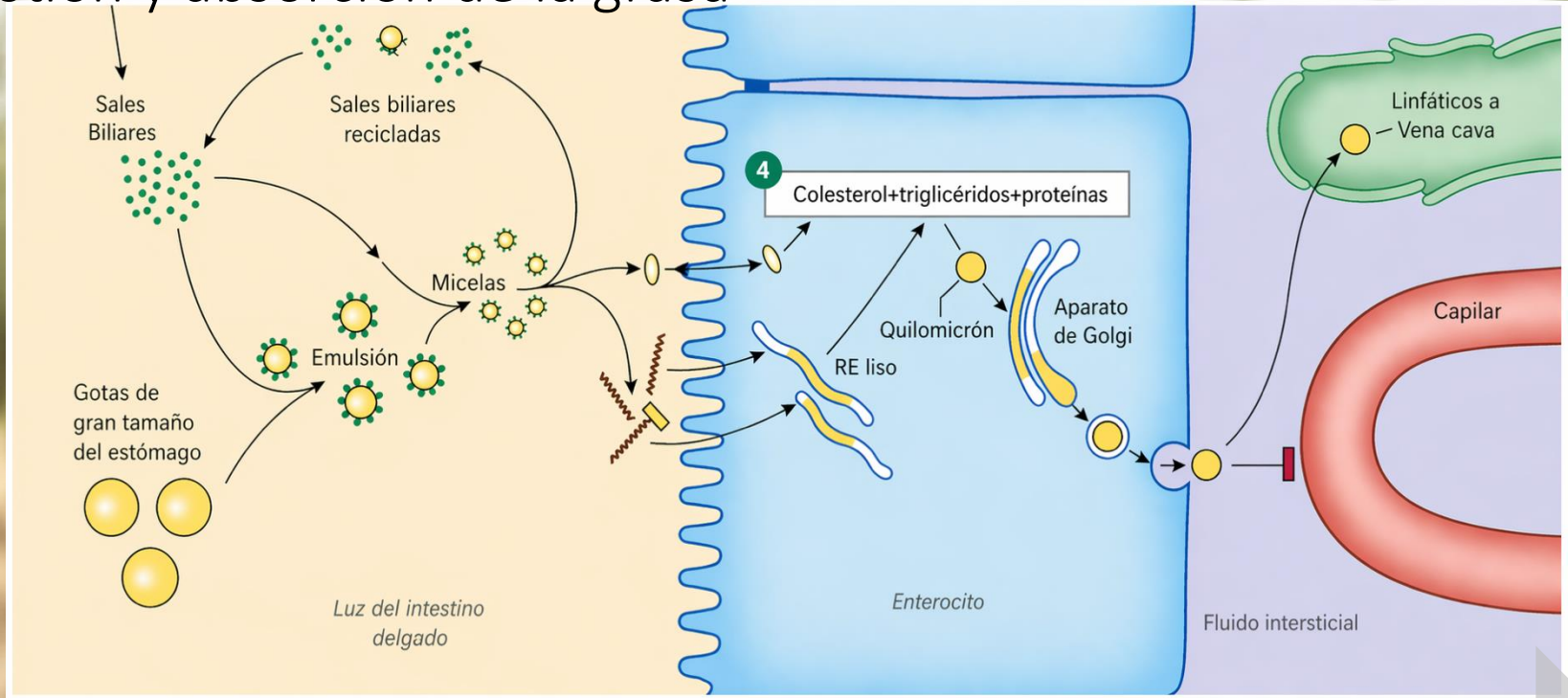
Digestión y absorción de la grasa



3b

El colesterol es transportado directamente dentro del enterocito
Proteína NiemannPick C1-like

Digestión y absorción de la grasa

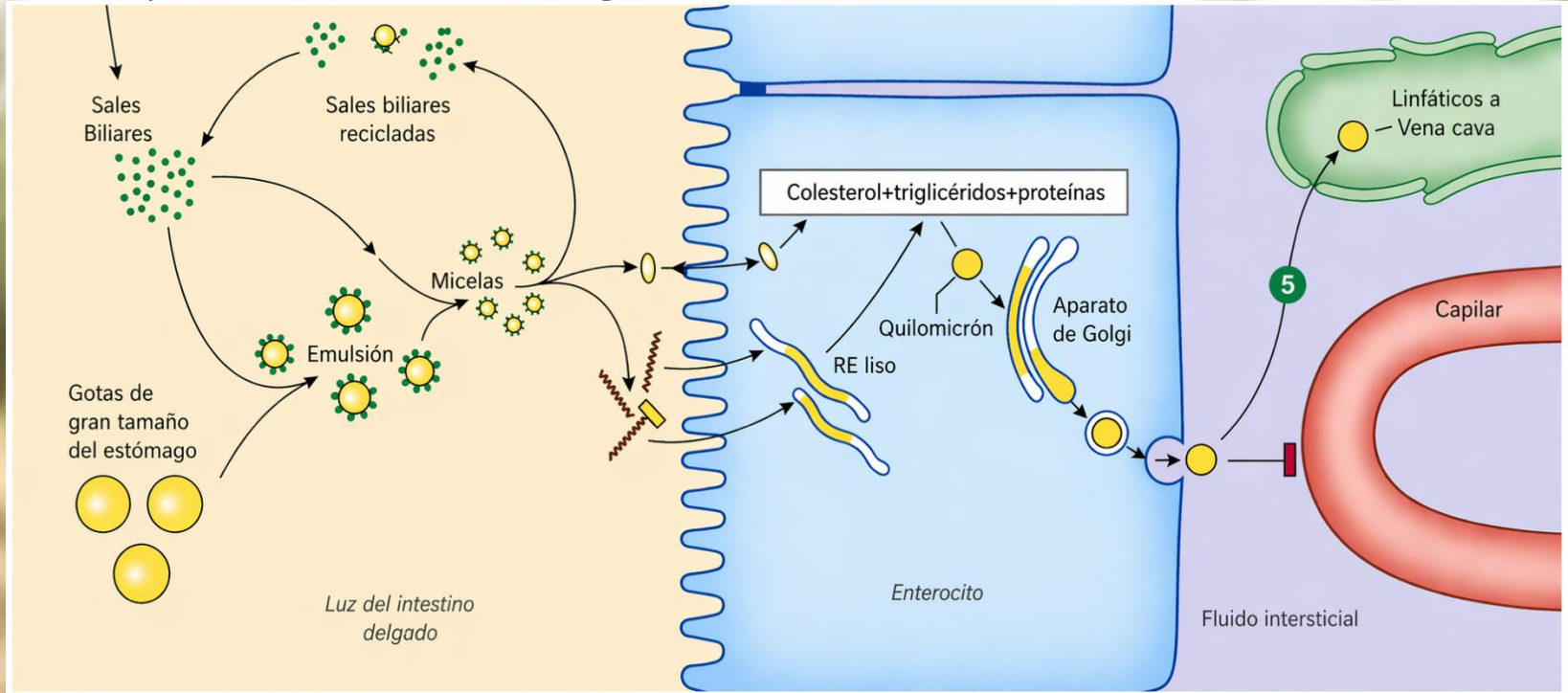


4

Reesterificación

Triglicéridos se combinan con colesterol y proteínas formando los quilomicrones → Golgi

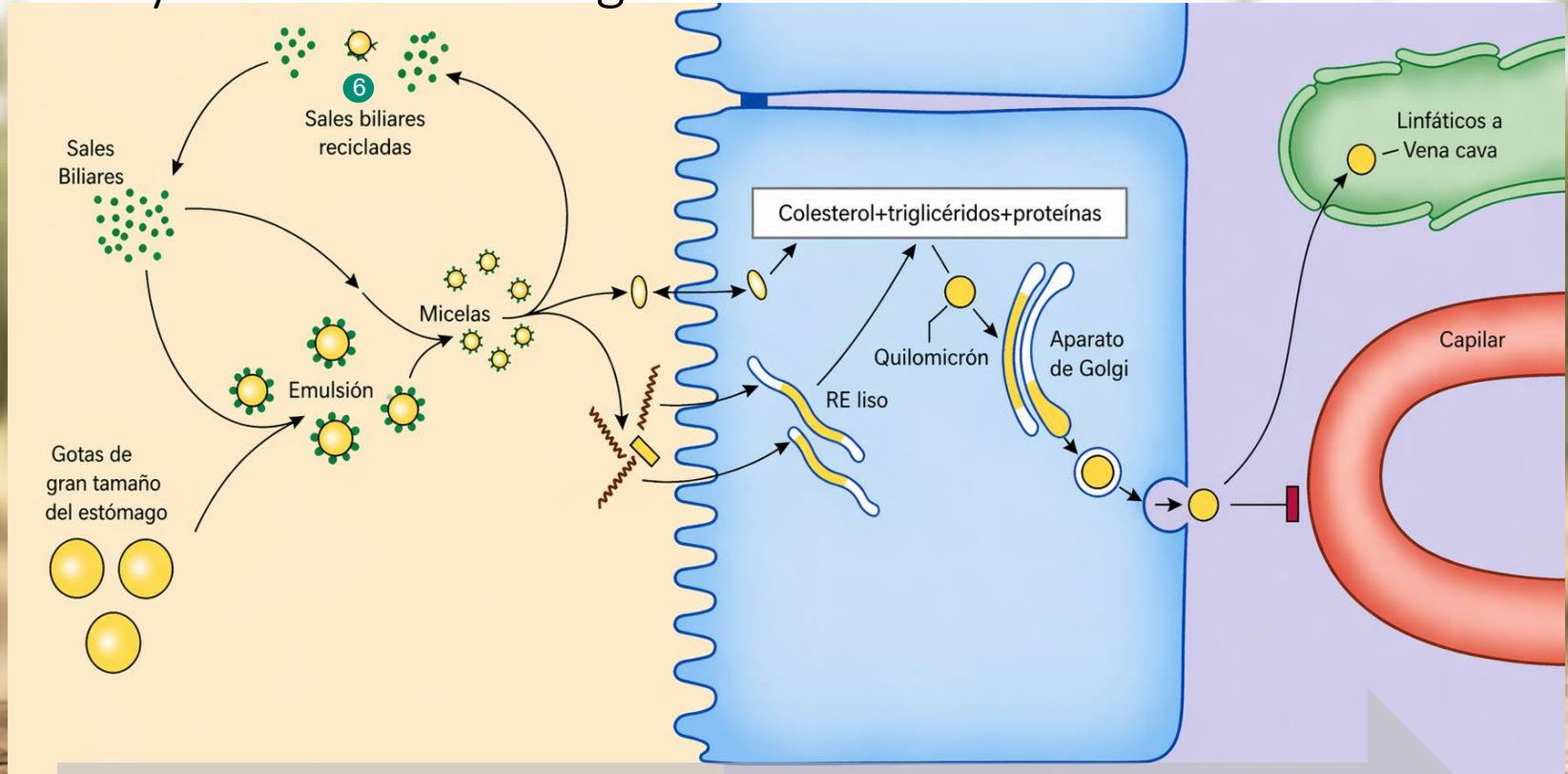
Digestión y absorción de la grasa



5

Los quilomicrones son transferidos al sistema linfático (Quilíferos – linfáticos – conducto torácico)

Digestión y absorción de la grasa



6

Reabsorción de sales biliares en íleon terminal (circulación enterohepática)

Absorción vitaminas liposolubles

Vitaminas liposolubles

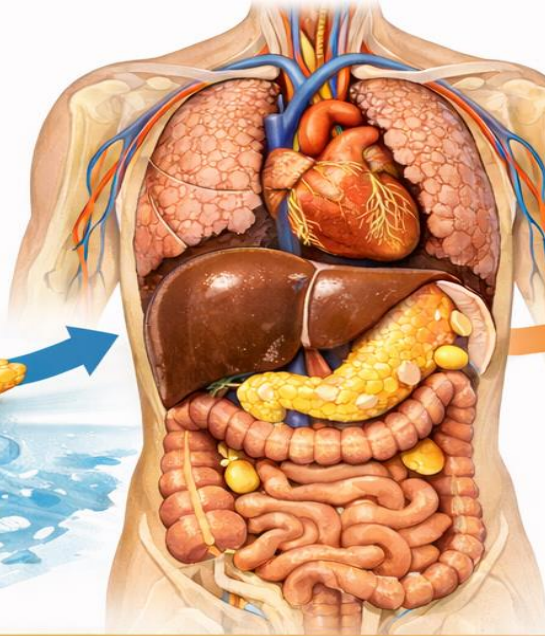


Absorción junto a grasas

Formación de Micelas



Enzimas Pancreáticas



Proceso complejo y costoso energéticamente



Se acumulan en zonas de reserva

Exceso no se elimina

¡Riesgo de Toxicidad!

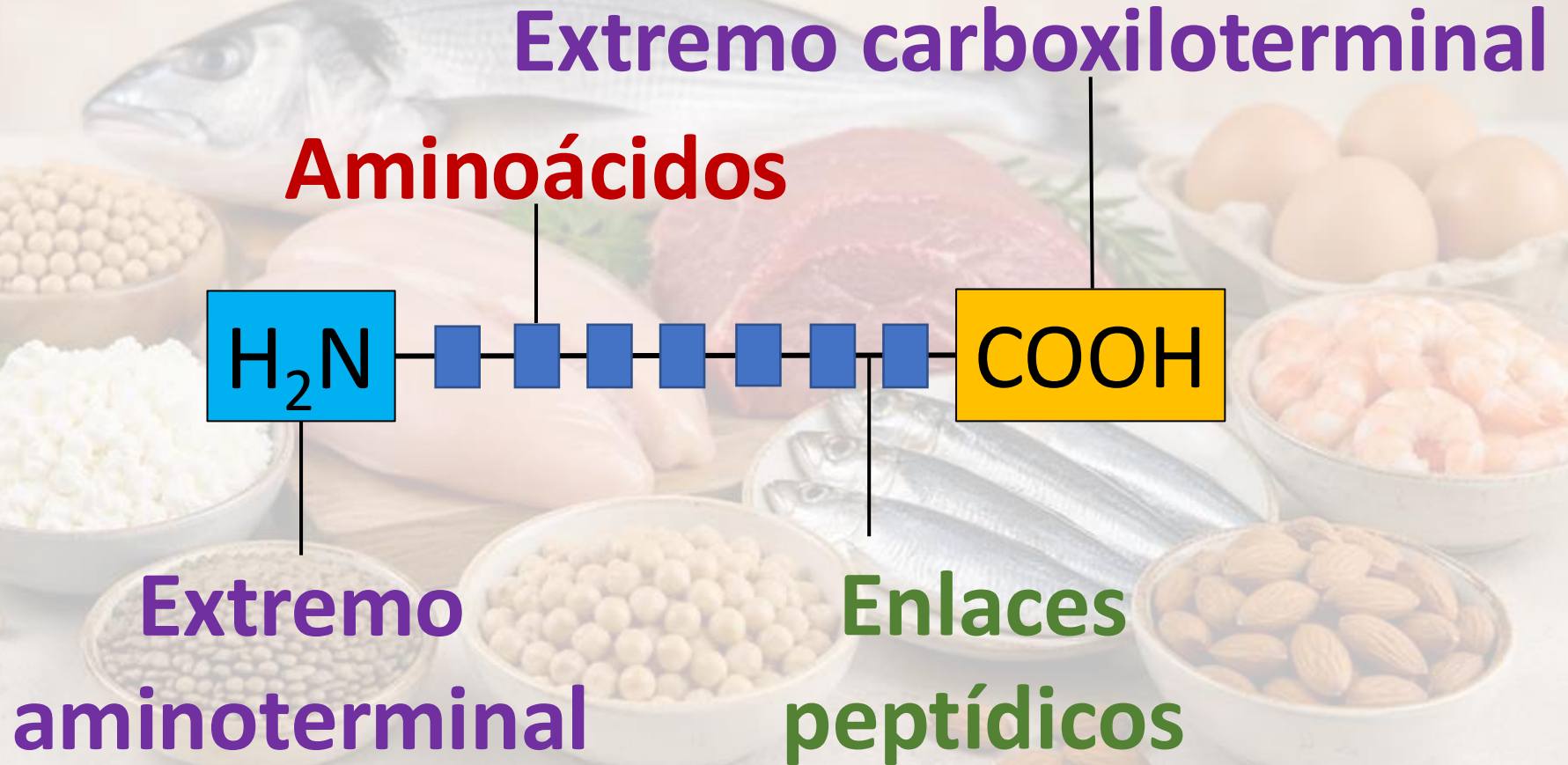


Digestión y absorción de las proteínas

Absorción de aminoácidos



Digestión y absorción de las proteínas



Digestión y absorción de las proteínas

Aporte medio

- 10-20% calorías
- 30-50 gramos / 24h
- 30-60% provienen de moco y descamación

Ingesta

- Polipéptidos
- Moléculas proteicas de gran tamaño
- Proteínas vegetales → peor digestión
- Proteína huevo → digerible al 85-90%

Proteolisis

- Estómago
- Intestino delgado (luz / mb enterocito)

Absorción

- Aminoácidos / di / tripépticos
- Polipépticos completos: No

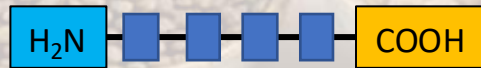
Digestión y absorción de las proteínas

Pepsina - Tripsina - Quimotripsina

Endopeptidasas (proteasas)

Proteínas completas / parcialmente digeridas
Digieren uniones peptídicas internas

+ H₂O



Péptidos de menor tamaño

Digestión y absorción de las proteínas

Carboxipeptidasa

Aminopeptidasa

Exopeptidasas

Digieren uniones peptídicas terminales
Liberan aminoácidos

+ H₂O

+ H₂O



Aminoácido



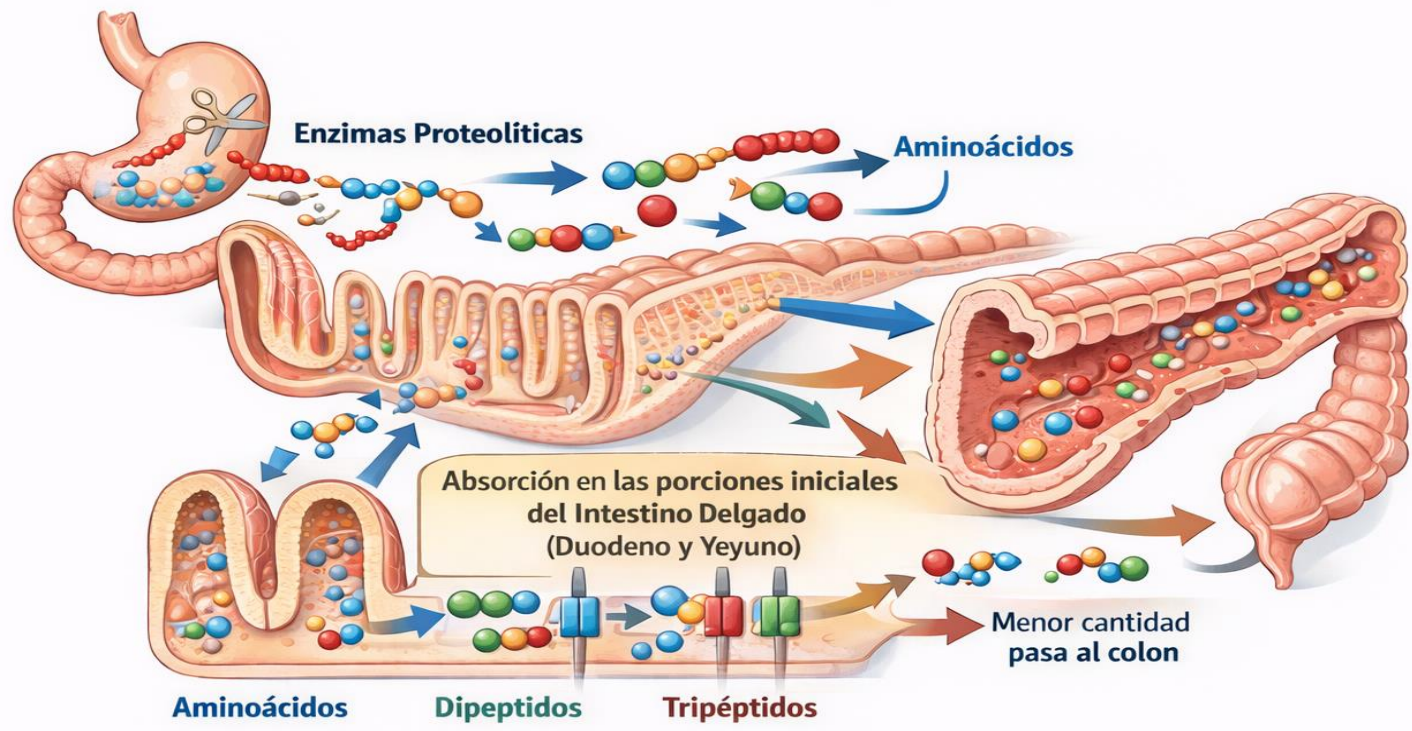
Péptido



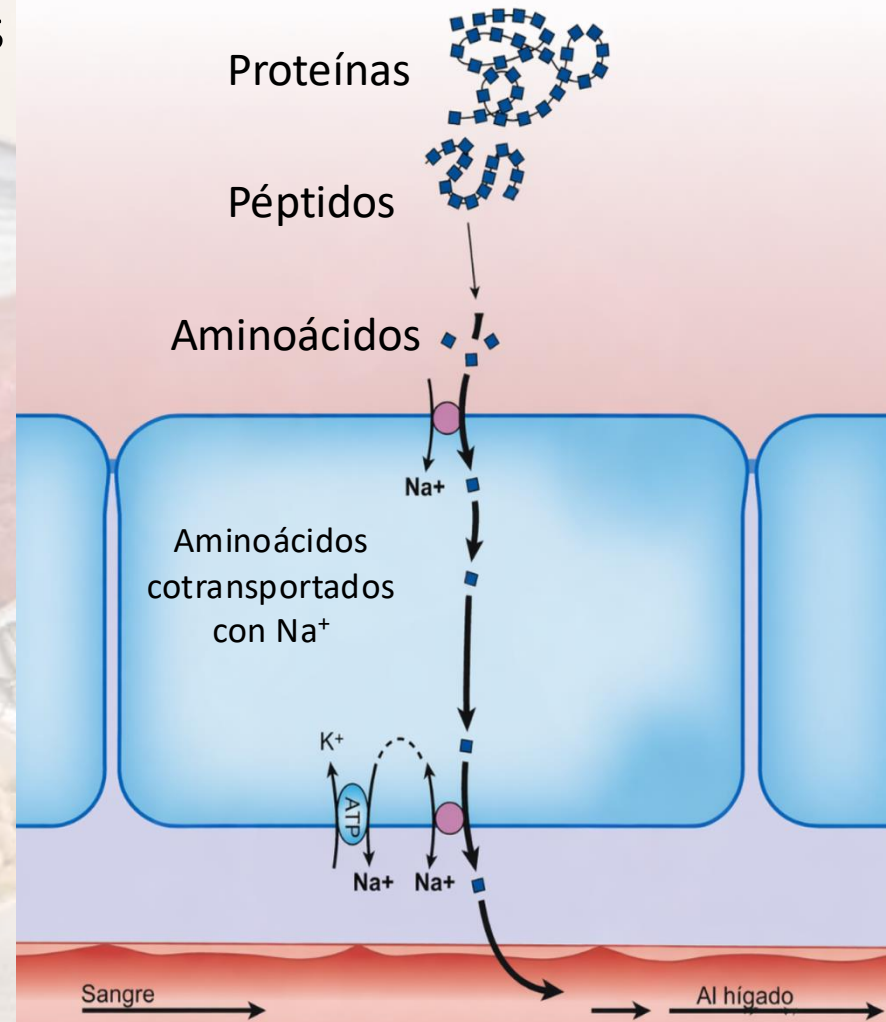
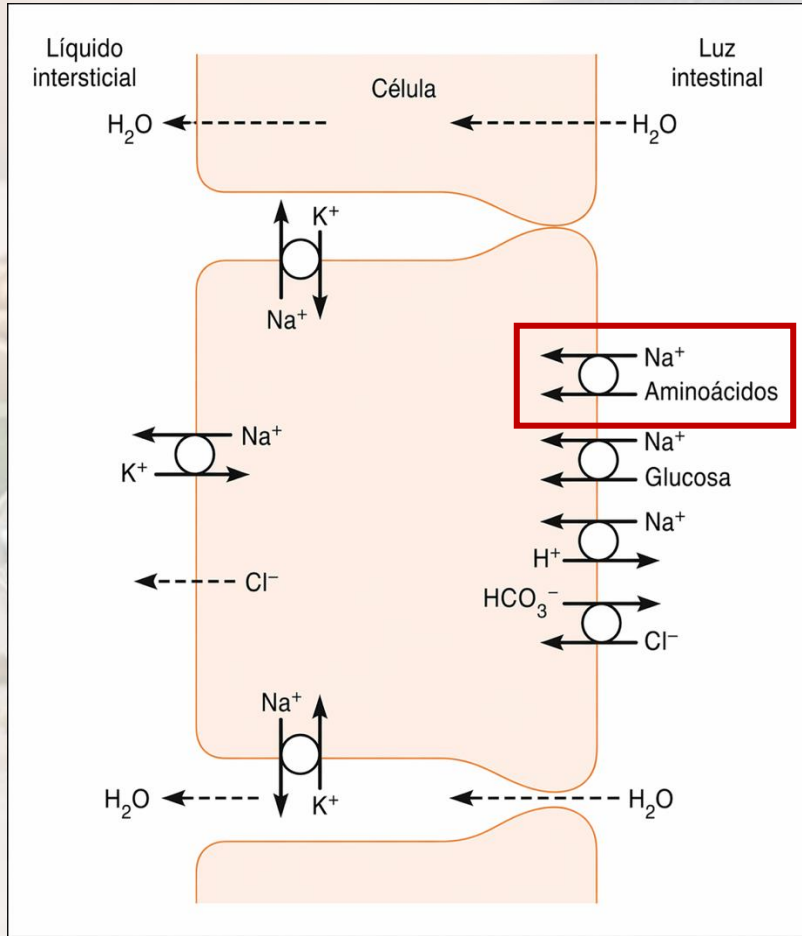
Aminoácido

Digestión y absorción de las proteínas

ABSORCIÓN DE AMINOÁCIDOS, DIPÉPTIDOS Y TRIPÉPTIDOS EN EL INTESTINO



Digestión y absorción de las proteínas

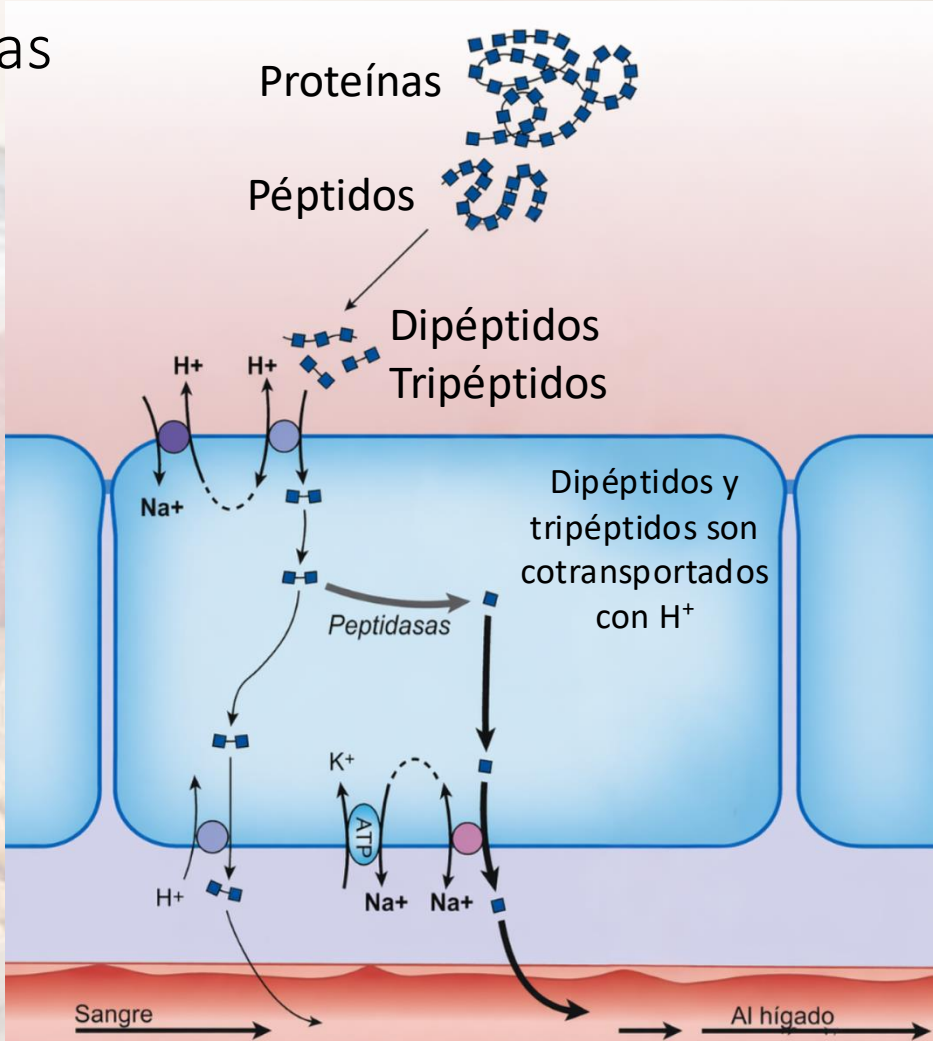


Digestión y absorción de las proteínas



COAGULACION SANGUINEA

TE: Tiempo de Protrombina	Reinbeels	Marcia de Sobrois
TVF	11-0.3	110-14.05
v dPA (Tiempo de Fibrinogeno)	1.02	0.5-1.1
Eltamogero	29-95	20.0-39.0
Dimuco D	2.0/0.1	C.1
	<0.3 L/min	



Digestión y absorción de las proteínas

ALERGIAS ALIMENTARIAS

Reacción del sistema inmunológico ante ciertos alimentos.

ALIMENTOS QUE PUEDEN CAUSAR ALERGIAS



¿QUÉ SUCEDE?

El sistema inmunológico identifica el alimento como dañino y libera sustancias químicas (como la histamina) que causan síntomas.

SÍNTOMAS COMUNES



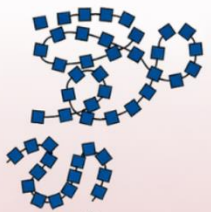
¿CÓMO PREVENIR?



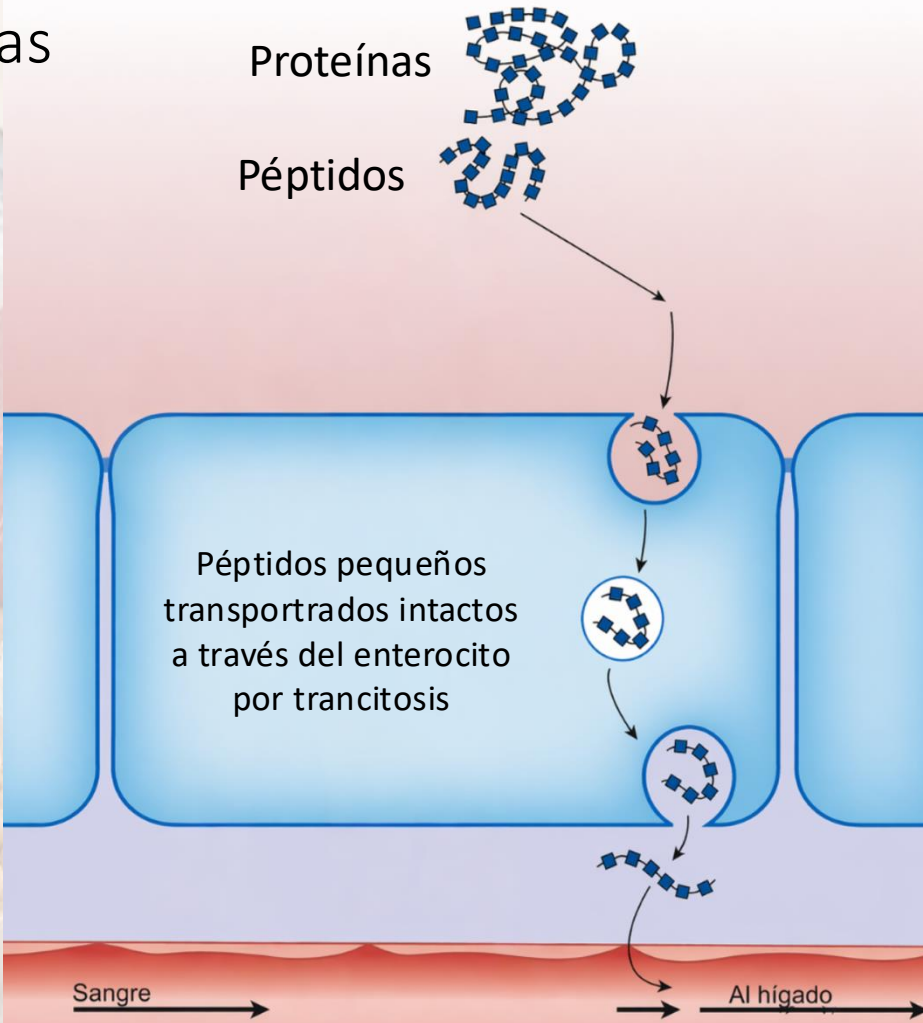
LA INFORMACIÓN, LA PREVENCIÓN Y LA PREPARACIÓN SALVAN VIDAS.

Cada persona puede tener alergia a diferentes alimentos. El manejo adecuado permite llevar una vida segura y saludable.

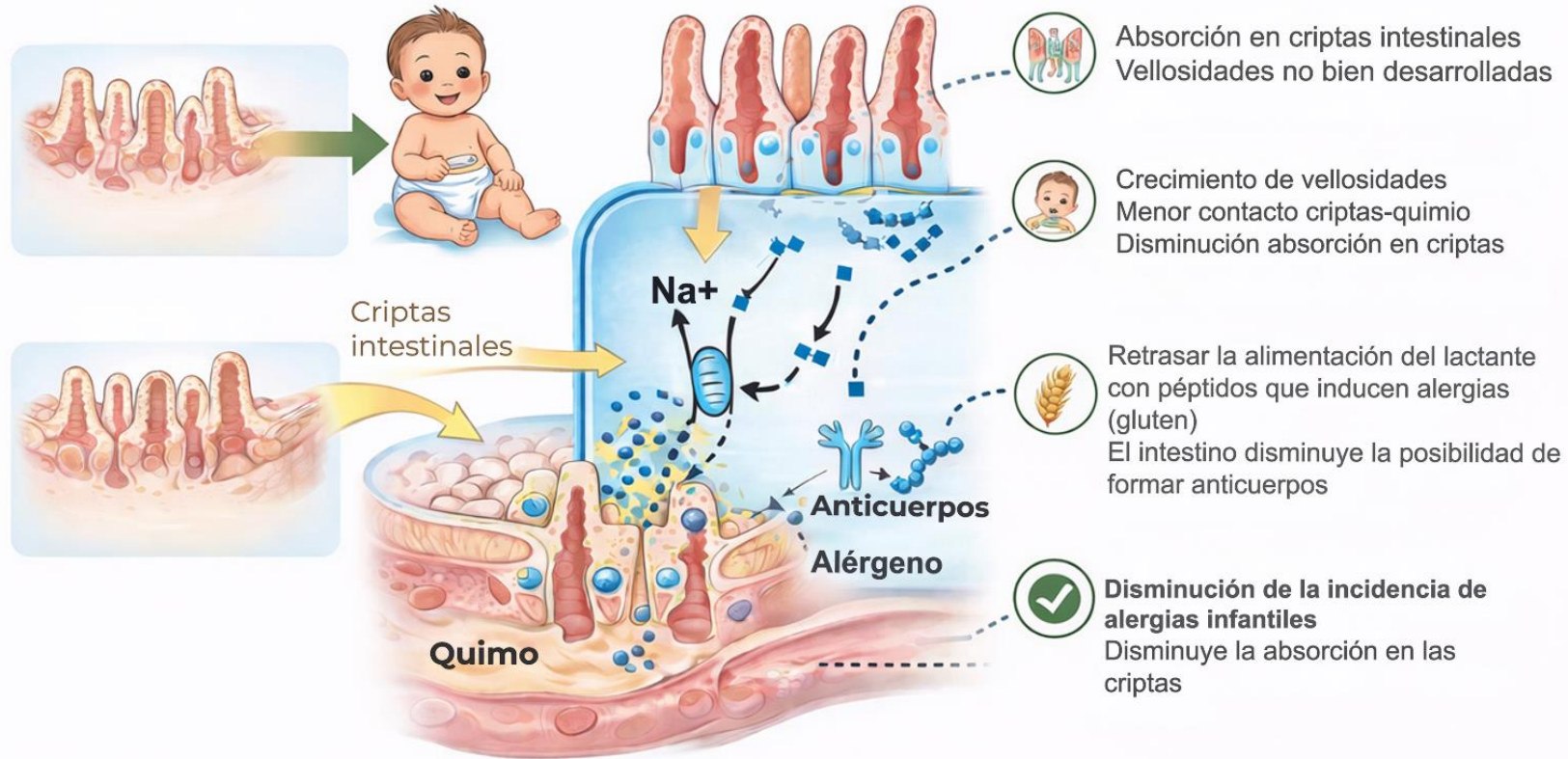
Proteínas



Péptidos



Digestión y absorción de las proteínas



Absorción de péptidos en los recién nacidos