

FISIOLOGIA MEDICINA

**FISIOLOGÍA
DEL
APARATO DIGESTIVO**

2007

Ximena Páez

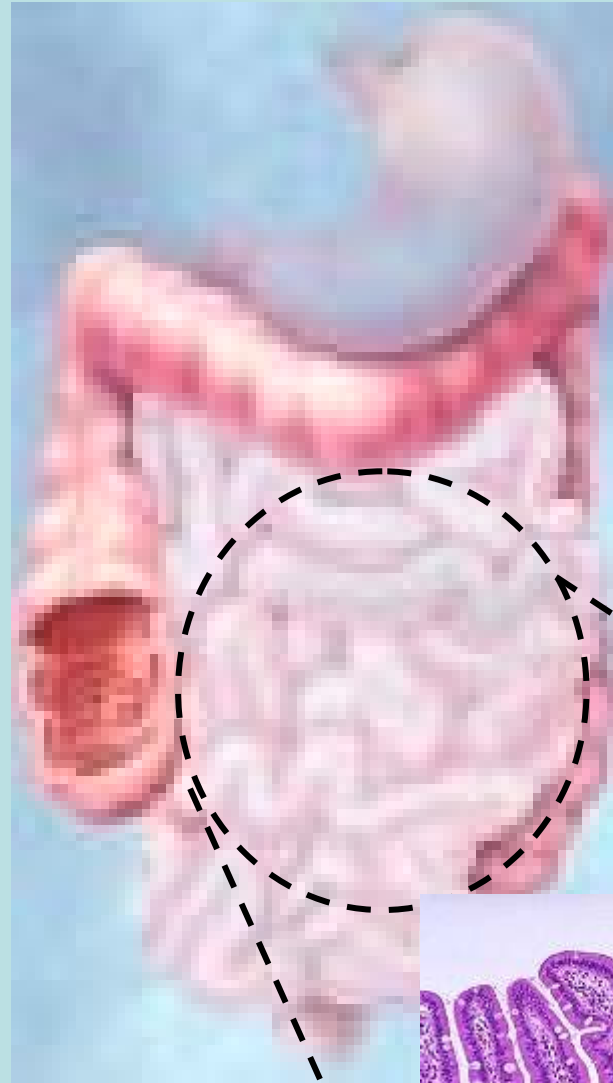
TEMA 11

I. ABSORCIÓN AGUA
Y ELECTROLITOS

II. SECRECIÓN
ELECTROLITOS

III. ABS. MINERALES,
VIT HIDROSOLUBLES

IV. MALABSORCIÓN





I. ABSORCIÓN AGUA Y ELECTROLITOS

ENTRADAS

2.0 l ingesta
1.5 l saliva

BALANCE DE AGUA

0.5 l bilis

2.0 l s. gástrica

1.5 l s. pancreática

1.5 l s. intestinal

ABSORCIÓN

7.5 l en intestino delgado

1.4 l en colon

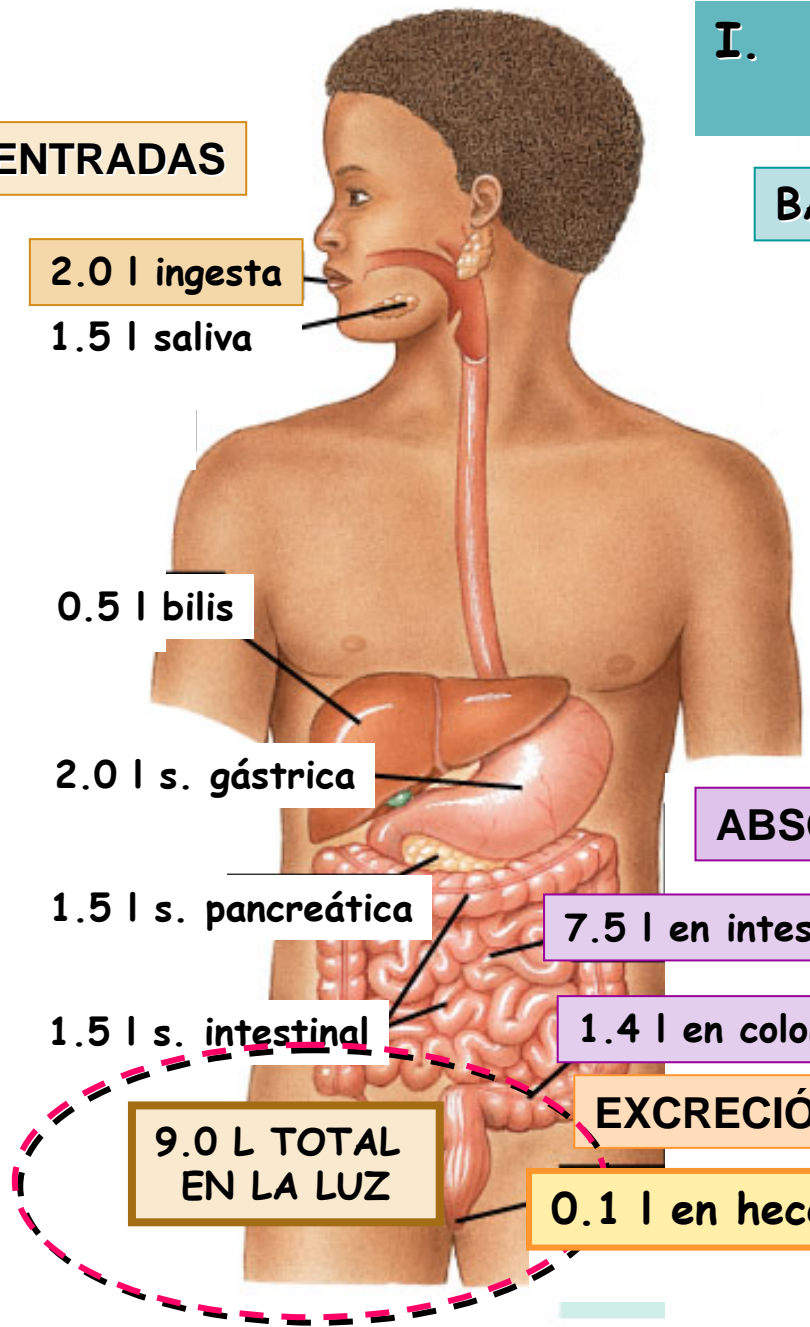
8.9 L
ABSORBIDO
POR INTESTINO

EXCRECIÓN

9.0 L TOTAL
EN LA LUZ

0.1 l en heces

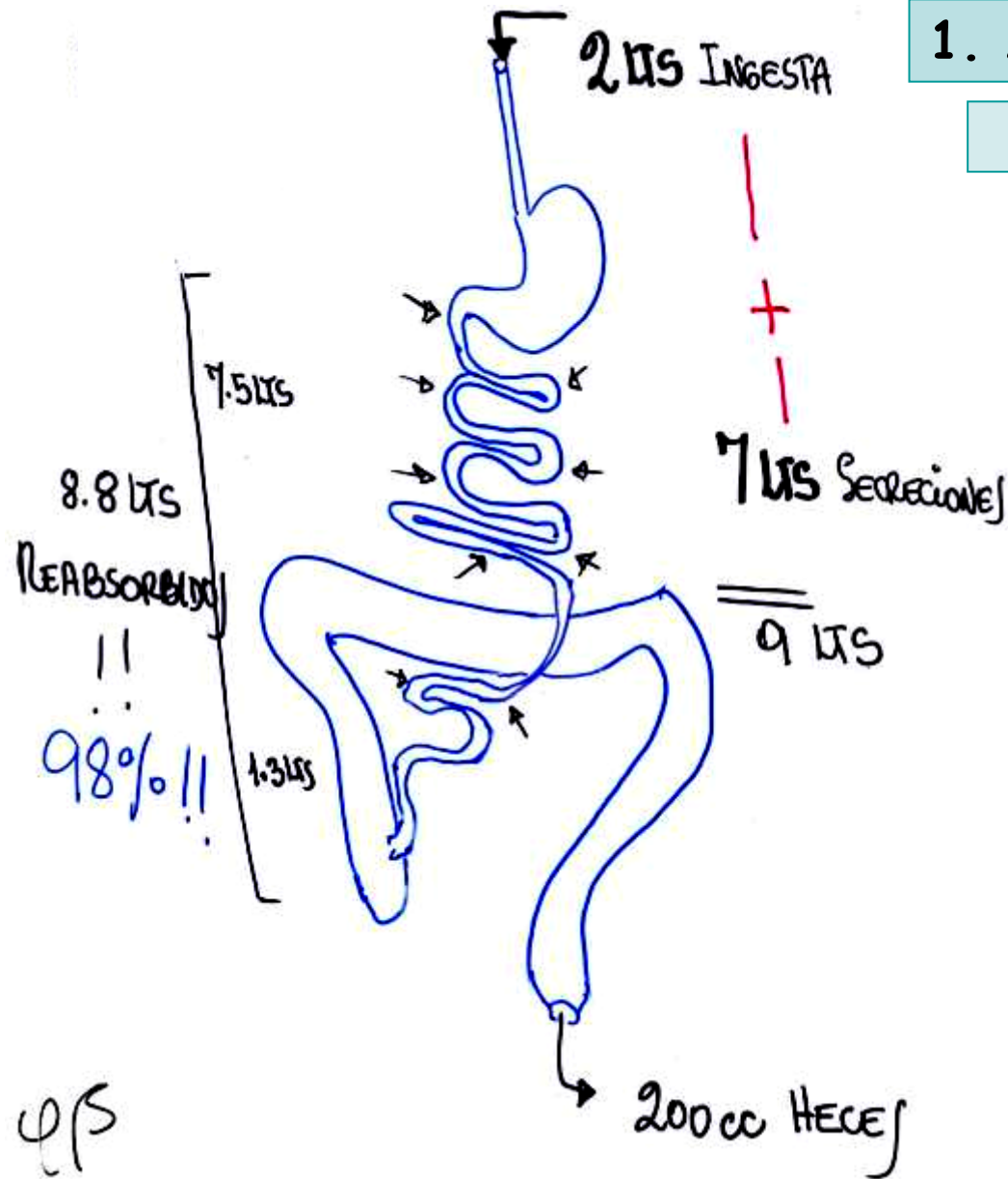
9.0 L RETIRADOS
DE LA LUZ





1. Absorción AGUA

BALANCE agua



4/5

RECAMBIO DIARIO DE AGUA (ml)

1. ABSORCIÓN AGUA

BALANCE agua

INGERIDO	2000
SECRETIONES ENDÓGENAS	7000
• SALIVA	1500
• J. GÁSTRICO	2500
• BILIS	500
• J. PANCREÁTICO	1500
• J. INTESTINAL	1000
ENTRADA TOTAL	9000
REABSORCIÓN	8800
• YEYUNO	5500
• ILEON	2000
• COLON	1300
EQUILIBRIO	200

efs

EI INTESTINO
recibe 9 lts de líquido

ABSORBE
prácticamente todo

elimina sólo 100-200 ml!

MUY IMPORTANTE

Entender
LA ABSORCIÓN DEL AGUA

I. ABSORCIÓN AGUA - ELECTROLITOS

- 1. AGUA**
- 2. SODIO**
- 3. CLORO**
- 4. BICARBONATO**
- 5. REGULACIÓN**

I. ABSORCIÓN AGUA ELECTROLITOS

ABSORCIÓN DE AGUA

1. **Movimiento de agua TGI**
2. *Ósmosis, Osmolaridad, Tonicidad*
3. **Secuencia movimiento osmótico del agua**
4. **Abs. contra gradiente osmótico**
5. **Abs. intestino delgado y colon**
6. **Distribución proteínas de la membrana**

1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento de agua en TGI

1. Difusión simple
2. Generación gradientes osmóticos
3. Propósito
4. Acoplamiento con solutos



1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI

1. DIFUSIÓN SIMPLE

Movimiento pasivo siguiendo gradientes osmóticos

El agua entra y sale de las células con flujo neto cero



1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI

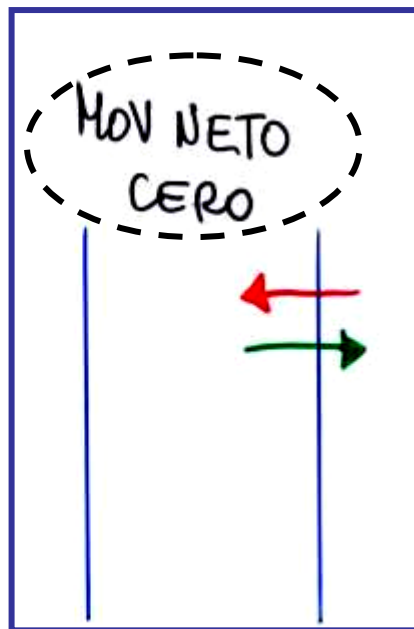
VARIACIONES REGIONALES FLUJO NETO

- * Paso de la LUZ a la SANGRE:
ABSORCIÓN
- * Paso del ENTEROCITO a la LUZ:
SECRECIÓN

1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI

Variaciones Regionales



1.

SECRECIÓN

ψ *



PARTE ALTA TGI

2.

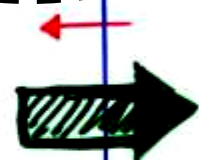
SECRECIÓN = ABSORCIÓN



DUODENO

3.

ABSORCIÓN



PARTE BAJA TGI INT. DELGADO

4.

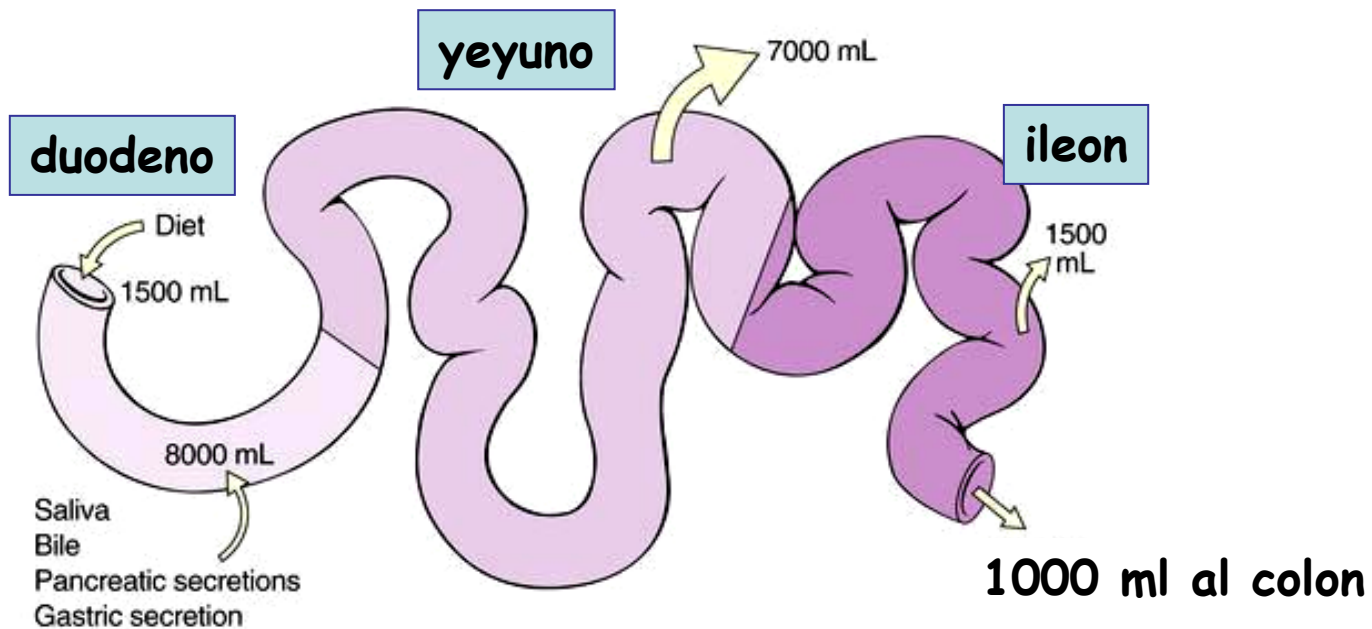
ABSORCIÓN



COLON

1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI



**Secreción =
Absorción**

Más absorción



1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI

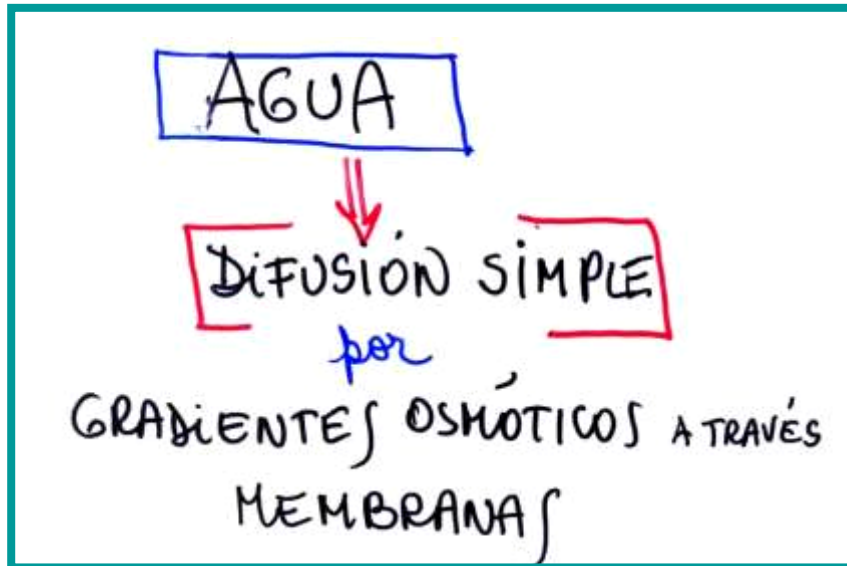
	SECRECIÓN	ABSORCIÓN
• BOCA-ESTÓMAGO	+++	
• DUODENO	+++	+++
• YEYUNO-ILEON COLON	q/s	+++



1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI

2. GENERACIÓN GRADIENTES OSMÓTICOS

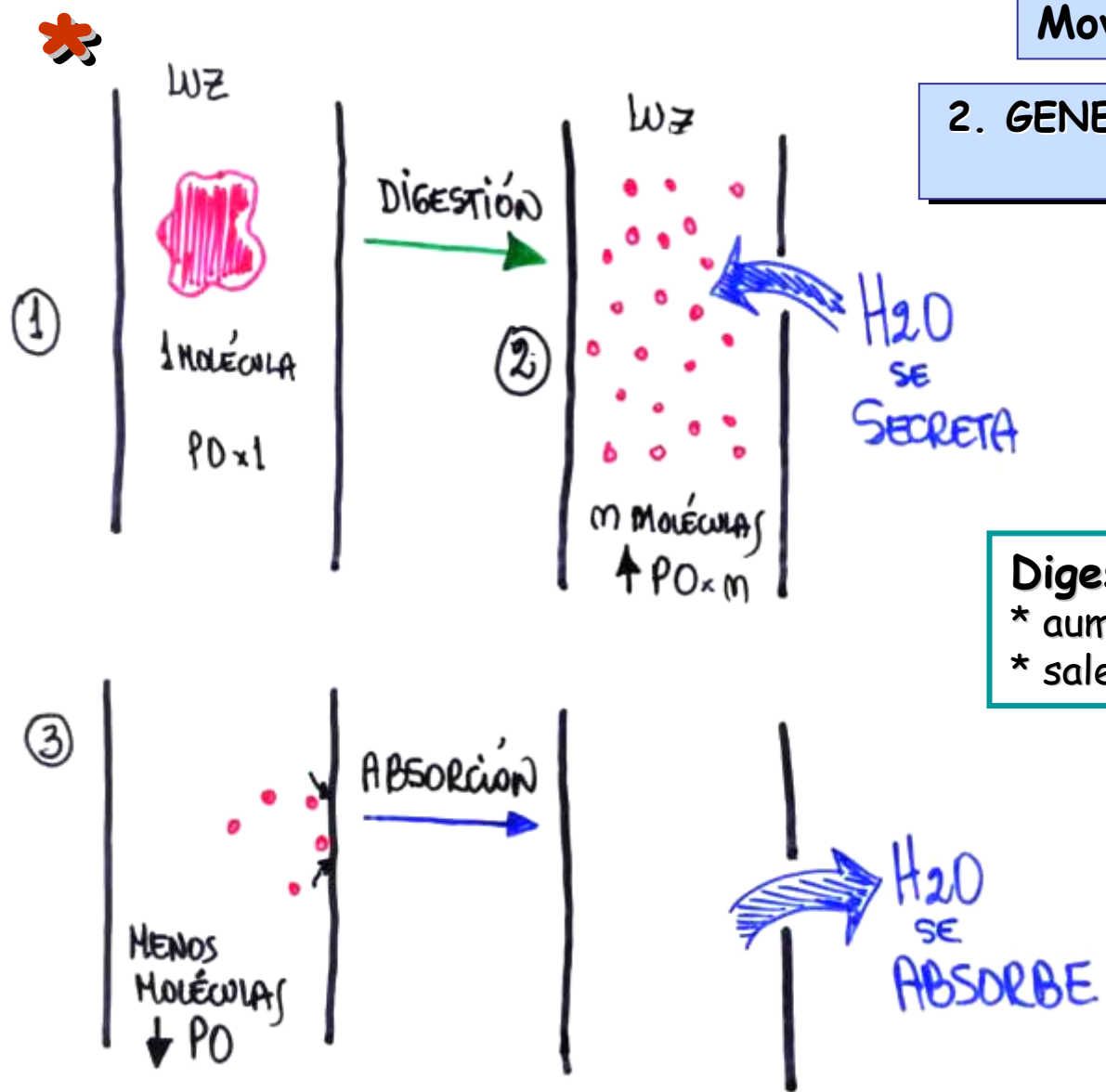


eps



Movimiento en TGI

2. GENERACIÓN GRADIENTES OSMÓTICOS

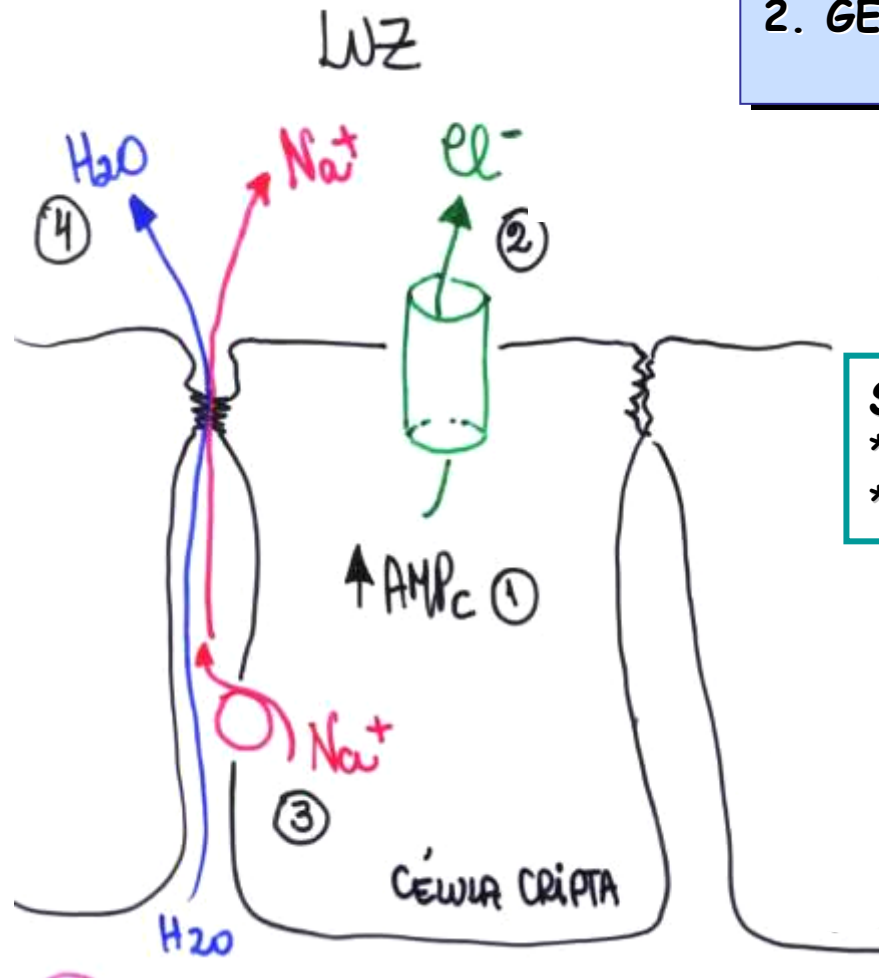


Digestión de nutrientes
* aumenta la osmolaridad
* sale agua a la luz



Movimiento en TGI

2. GENERACIÓN GRADIENTES OSMÓTICOS



Secreción electrolitos

- * aumenta la osmolaridad
- * sale agua a la luz



Movimiento agua en TGI

2. GENERACIÓN GRADIENTES
OSMÓTICOS

DIGESTIÓN

SECRECIÓN IONES

↓ ↓
AUMENTO NÚMERO
PARTÍCULAS EN LA LUZ

El AGUA
se mueve a donde hay
MAYOR N° de partículas



1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI

3. PROPÓSITO DEL MOV. DE AGUA

Mantener isoosmolaridad del
contenido intestinal
con el plasma



Movimiento agua en TGI

4. ACOPLAMIENTO CON SOLUTOS

Concepto fundamental
para entender la
ABSORCIÓN INTESTINAL

Movimiento de **agua** depende de
absorción de solutos
especialmente
SODIO



1. ABSORCIÓN AGUA

Movimiento en TGI

4. ACOPLAMIENTO CON SOLUTOS

“el agua sigue a las partículas osmóticamente activas”

I. ABSORCIÓN AGUA ELECTROLITOS

ABSORCIÓN DE AGUA

1. Movimiento de agua TGI
2. Ósmosis, Osmolaridad, Tonicidad
3. Secuencia movimiento osmótico del agua
4. Abs. contra gradiente osmótico
5. Abs. intestino delgado y colon
6. Distribución proteínas de la membrana

1. ABSORCIÓN AGUA



Conceptos

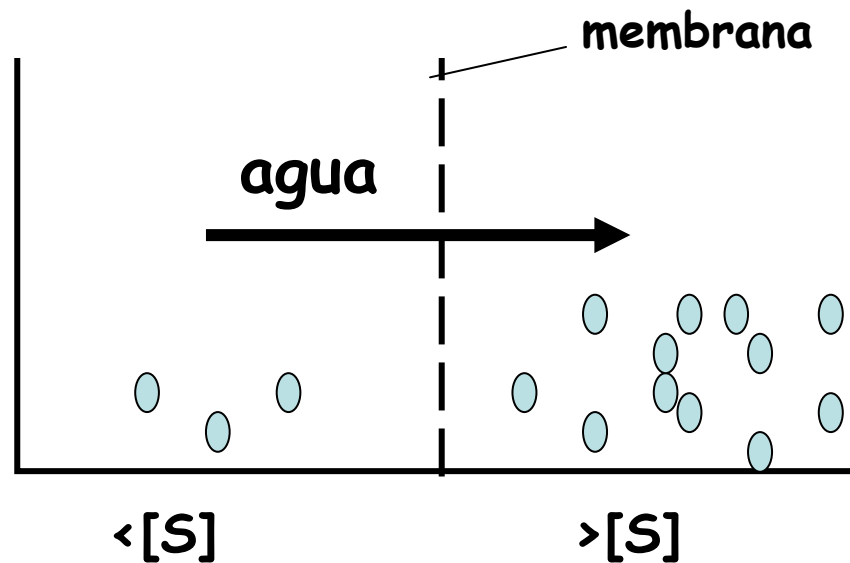
ÓSMOSIS

Difusión de moléculas de un SOLVENTE (agua) hacia donde hay mayor concentración de SOLUTO al cual la membrana es impermeable

1. ABSORCIÓN AGUA

Conceptos
ósmosis, osmolaridad,
tonicidad

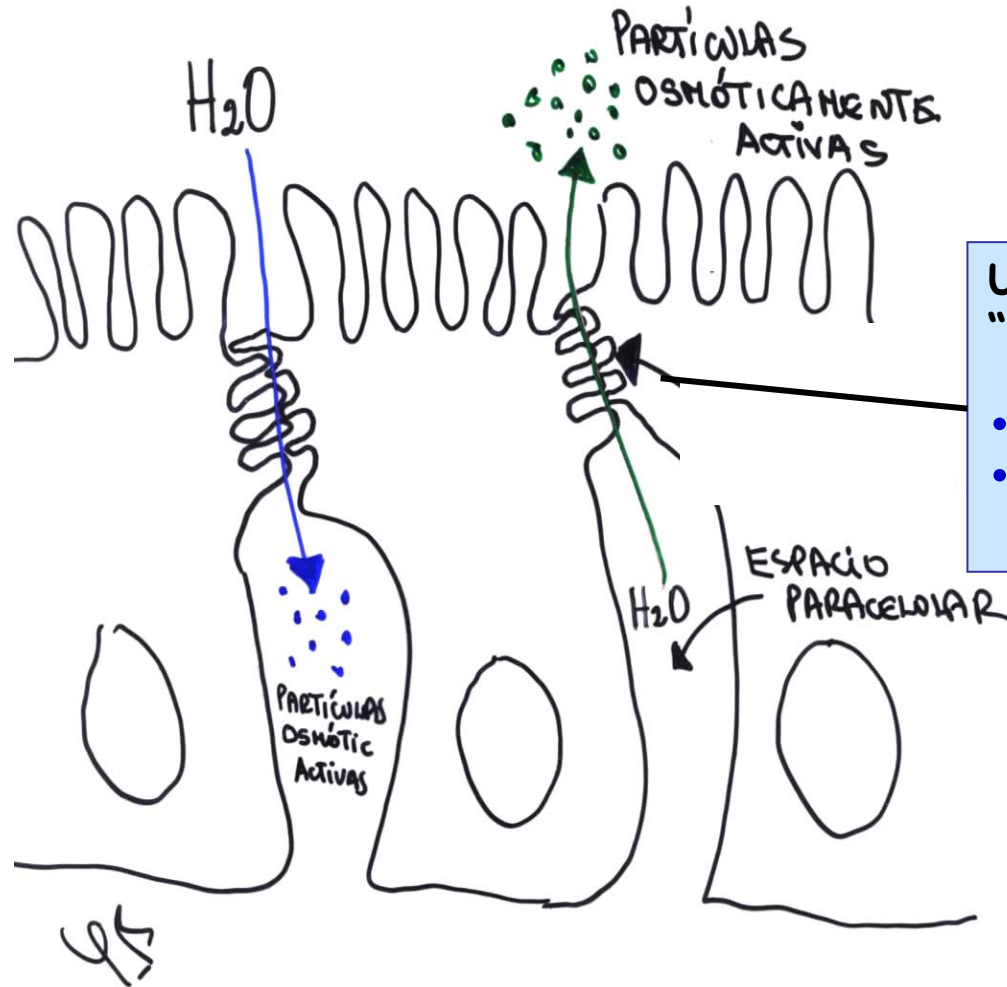
ÓSMOSIS





1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS en TGI



1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS en TGI

ABSORCIÓN: LUZ A LA SANGRE

COMPARTIMIENTOS

LUZ

ENTEROCITO

INTERSTICIO

SANGRE

**MEMBRANAS
semipermeables**

APICAL

BASOLATERAL

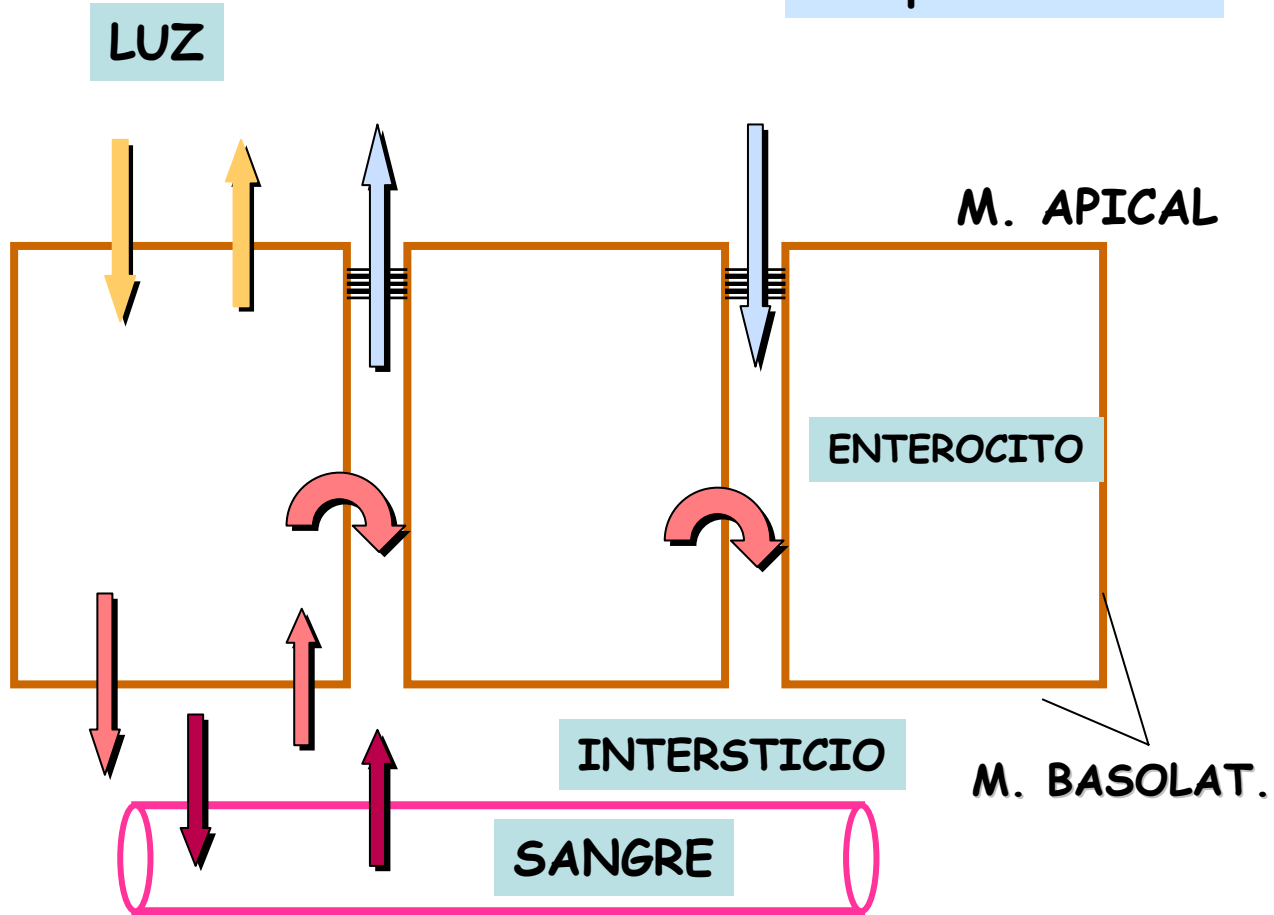
UNIONES ESTRECHAS

CAPILAR



ÓSMOSIS en TGI

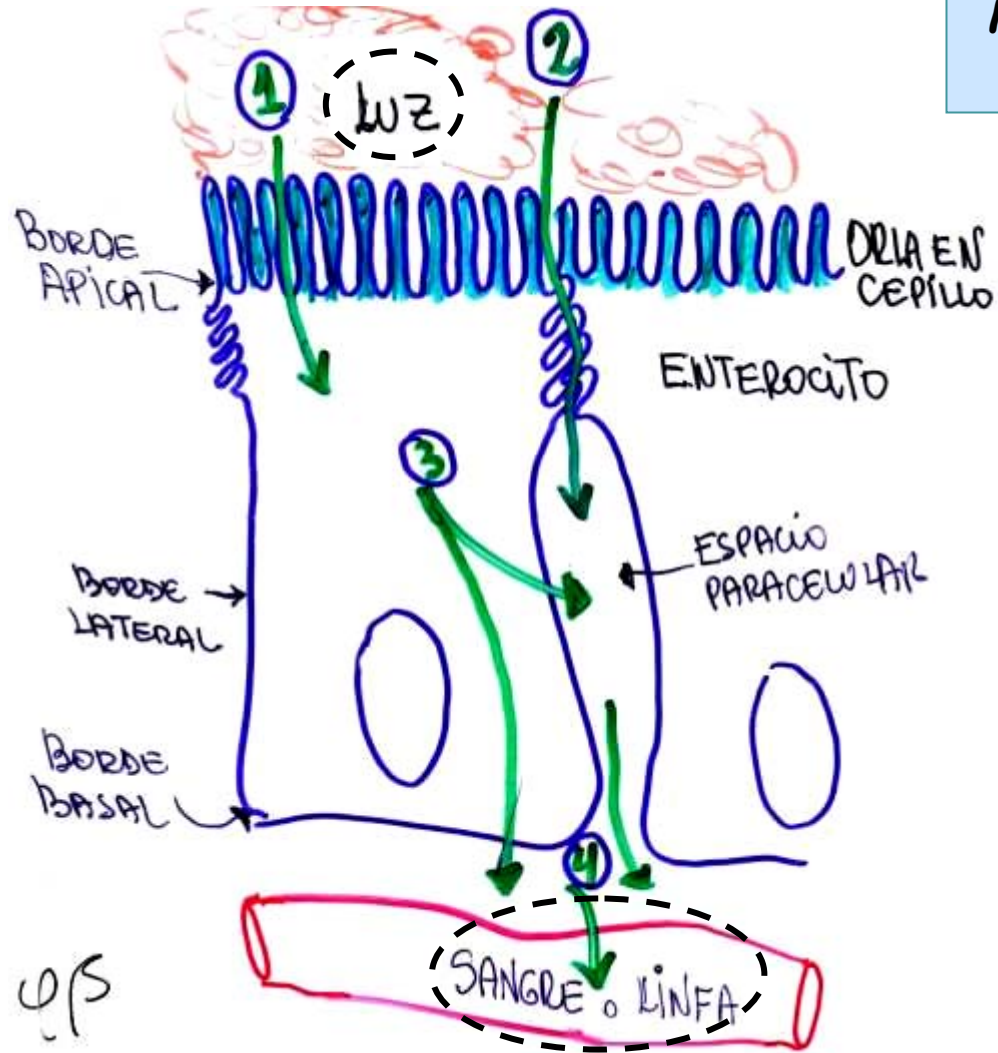
Mov. entre compartimientos





ÓSMOSIS en TGI

Movimiento entre compartimientos



1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS en TGI

- * **Molaridad vs. Masa**
Tamaño vs. N° de partículas
- * **Presión osmótica, presión hidrostática**
- * **Osmoles, osmolaridad, osmolalidad**
- * **Molaridad vs. Osmolaridad**
- * **Ejercicios:** www.saber.ula.ve
www.ceidis.ula.ve

1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS en TGI

¿Qué es lo que importa en el movimiento de agua por ósmosis?

Molaridad vs. Masa?

Nº de partículas vs Tamaño?



1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS en TGI

Mol = PM en grs

Molaridad = N° moles / litro sol

Molalidad = N° moles/ kg sol

Masa = peso en grs

La **CONCENTRACIÓN** de **SOLUTOS**
se expresa en **MOLARIDAD**



1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS en TGI

En el movimiento del AGUA importa:

- * Diferencias de MOLARIDAD y no de masa
- * N° de PARTÍCULAS de soluto y no su tamaño

No confundir!!!

1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS en TGI

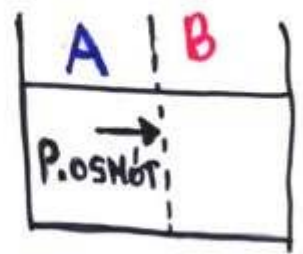
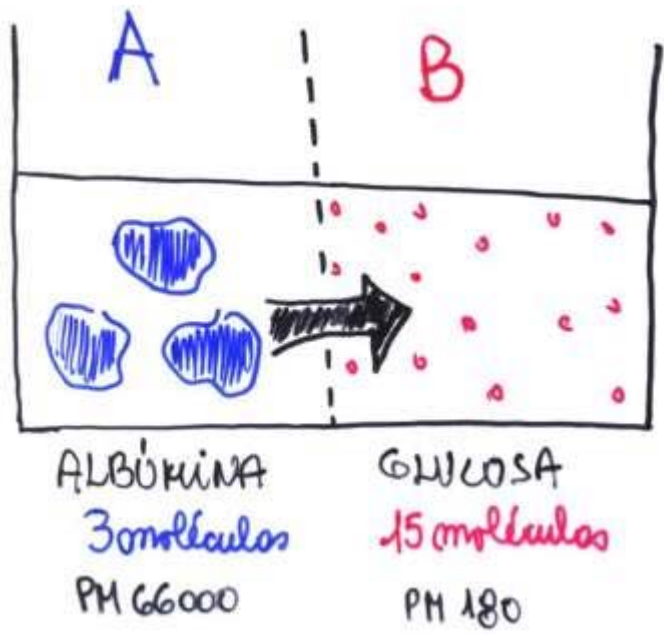


¿A DÓNDE VA EL AGUA?

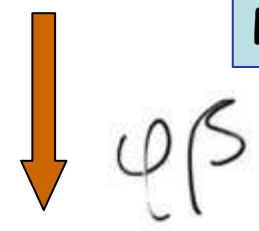


1. ABSORCIÓN AGUA

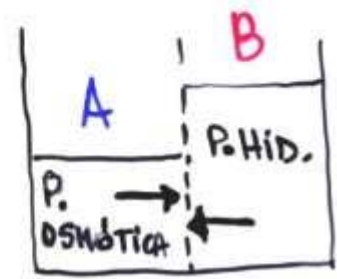
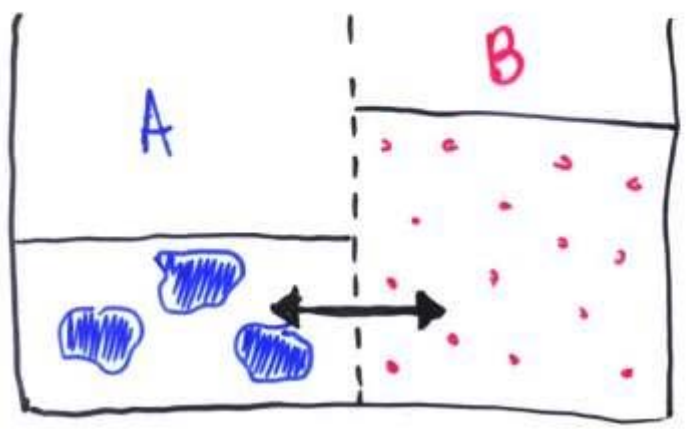
ÓSMOSIS



Presión osmótica
Presión hidrostática



equilibrio





1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS

PRESIÓN OSMÓTICA

Fuerza que mueve agua al compartimiento de **MÁS** N° de partículas

Depende de diferencias de [SOLUTOS] a ambos lados de la membrana

Se ejerce sobre la membrana

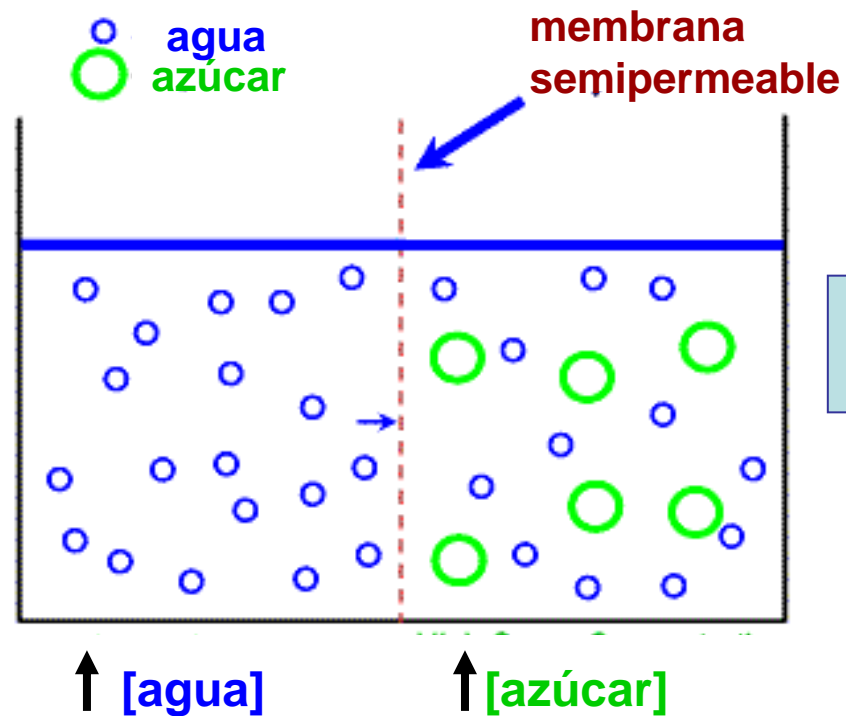
$$PO = RT \times (\Delta c)$$

Δc : Diferencia de Concentración de soluciones

Mayor diferencia de concentraciones mayor PO
Mayor cantidad de agua pasará al sitio más concentrado

1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS



Presión osmótica
Presión hidrostática



ÓSMOSIS

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Se crea en el segundo compartimiento a medida que llega el agua

El agua se **detiene** cuando la presión hidrostática **iguala** a la presión osmótica

Y el **flujo neto es CERO**

1. ABSORCIÓN AGUA

ÓSMOSIS

**P. Osmótica
se expresa en Osmoles**

OSMOL = N° de partículas osmóticamente activas
en 1 MOL de SOLUTO en SOLUCIÓN

OSMOLARIDAD = N° de OSMOLES en un LITRO
de solvente

OSMOLALIDAD = N° de osmoles en un KILO
de solvente



1. ABSORCIÓN AGUA

Conceptos
ósmosis, osmolaridad,
tonicidad

MOLARIDAD ES IGUAL A OSMOLARIDAD
cuando:

1. Los solutos en solución **NO** se disocian
2. Los solutos **NO** son digeridos o metabolizados

Ej. 1M de glucosa = 1 OSM de glucosa



MOLARIDAD NO ES IGUAL A OSMOLARIDAD cuando:

1. Los solutos en solución **SE** disocian
2. Los solutos **SON** digeridos

Ej. 1M NaCl en agua se disocia en:

1M Na⁺ y
1M Cl⁻

1M NaCl = 2OSM NaCl

MOLARIDAD NO ES igual a OSMOLARIDAD cuando el N° de partículas es diferente luego de disociarse o digerirse



1. ABSORCIÓN AGUA

Conceptos
ósmosis, osmolaridad, tonicidad

En resumen:

Interesa en el **movimiento de agua,**

Nº de partículas osmóticamente activas
en solución

= **OSMOLARIDAD**
en los compartimientos

1. ABSORCIÓN AGUA

Conceptos
ósmosis, osmolaridad, tonicidad

El movimiento del agua en TGI
busca mantener
ISOOSMOLARIDAD
del contenido intestinal con el plasma

¿ Qué significa eso???

1. ABSORCIÓN AGUA

Conceptos
ósmosis, osmolaridad, tonicidad

OSMOLARIDAD DEL PLASMA

- Cálculo
- Importancia clínica
- Solución salina "fisiológica"
- Tonicidad de las soluciones

1. ABSORCIÓN AGUA

Osmolaridad Plasma

¿CUÁNTO ES?

SODIO es principal contribuyente



Aumentos o disminuciones del SODIO afectarán el movimiento del AGUA

$$* 2 (\text{Na}^+) \text{ mEq/L} + 0.55 (\text{GLUCOSA}) \text{ mg/l} + 0.36 (\text{BUN}) \text{ mg/l}$$

$$* (\text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) + 0.55 (\text{GLUCOSA}) \text{ mg/l} + 0.36 (\text{BUN}) \text{ mg/l}$$

$$= 270 - 300 \text{ mOs/L}$$

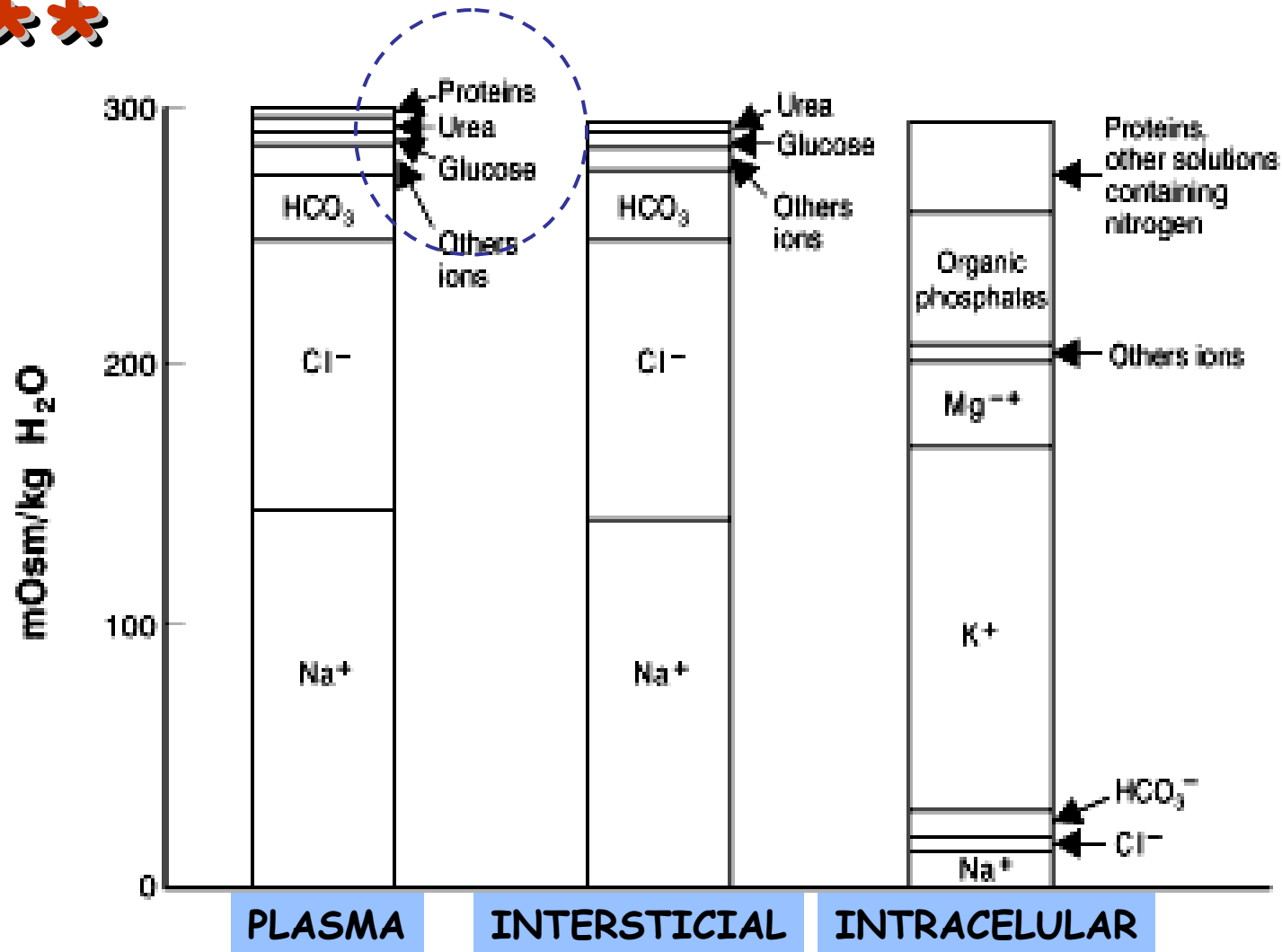
Ej.:

139 mEq	Na ⁺
95 mEq	Cl ⁻
24 mEq	HCO ₃ ⁻
38.5 mg/l	GLUCOSA
3-6 mg/l	BUN

300.1 mOs/L

ops

Osmolaridad Plasma

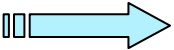




1. ABSORCIÓN AGUA

Osmolaridad Plasma
Importancia Clínica

HIPEROSMOLARIDAD
Diabetes: aumenta glucosa
COMA HIPEROSMOLAR



Tratamiento
Hacer que los solutos se consuman, dar aporte de agua
(disminuir N° de partículas)

HIPOOSMOLARIDAD
Diarrea: se pierde NaCl
DESHIDRATACIÓN HIPOTÓNICA



Tratamiento
Aportar agua y sales
(aumentar N° de partículas)

Solución 0.9% NaCl

9 gr/L (MOLARIDAD?)

PM NaCl = 58

NaCl 1M = 58 gr/L

X

9 gr/L

X = 0.155 M ✓

eps

1. ABSORCIÓN AGUA

Osmolaridad Plasma
Sol. salina "fisiológica"

Solución NaCl 0.155 M (OSMOLARIDAD?)

NaCl en solución — Na⁺
 |
 Cl⁻

NaCl 0.155M — Na⁺ 0.155M

 |
 Cl⁻ 0.155M

—————
310 mOsm ✓

NaCl 0.155M. → solución 310 mOsm

? Sol "fisiológica" > 300 mOsm plasma

1. ABSORCIÓN AGUA

Osmolaridad Plasma
Tonicidad

1M
GLUCOSA
180g/L

A

1M
LACTOSA
342g/L

B

0.1M
LACTOSA
34g/L

C

Tonicidad

Comportamiento de célula en cuanto a resistir cambios de volumen

SOL A ISOTÓNICA CON B

SOLS A y B HIPERTÓNICAS RESPECTO A C

SOL C HIPOTÓNICA RESPECTO A A y B

Osmolaridad

Nº de partículas disueltas

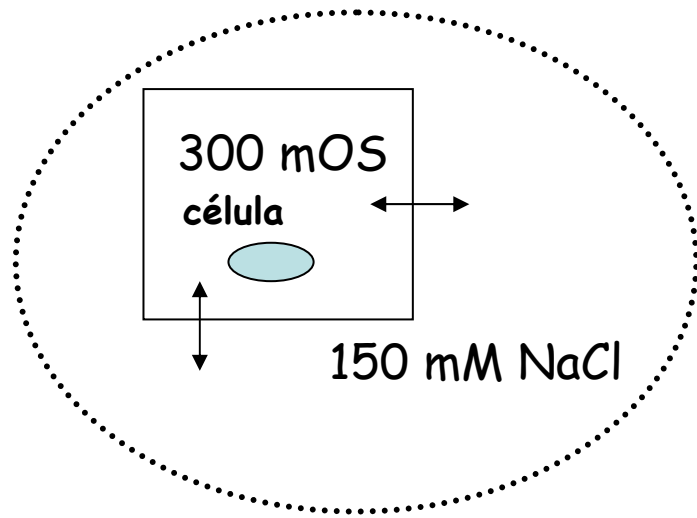
eps

**Osmolaridad Plasma
Tonicidad**

Isoosmolares: igual n° partículas
Isotónicas: mov. neto de agua cero

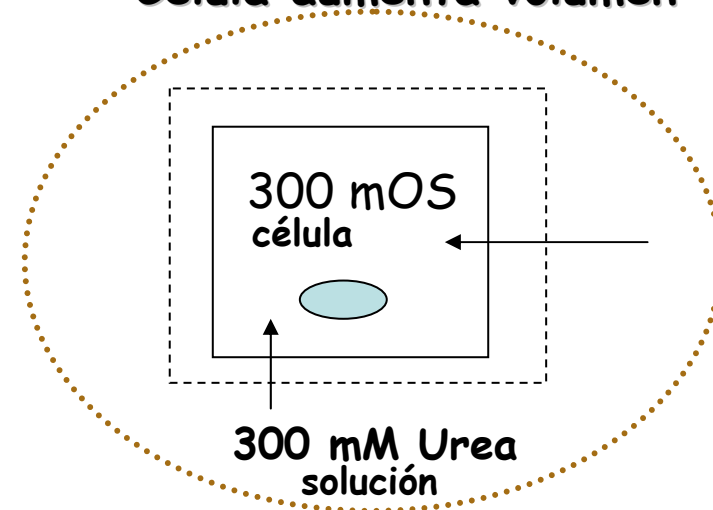
Solución isoosmótica e isotónica
con interior de la célula,
Ej. 150 mM de NaCl

Célula No cambia el volumen



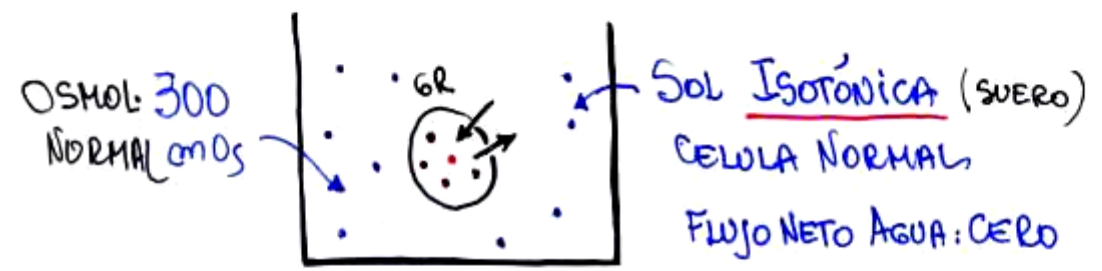
Solución isoosmolar pero
no isotónica
Ej. 300 mM Urea
urea y agua entran a célula

Célula aumenta volumen

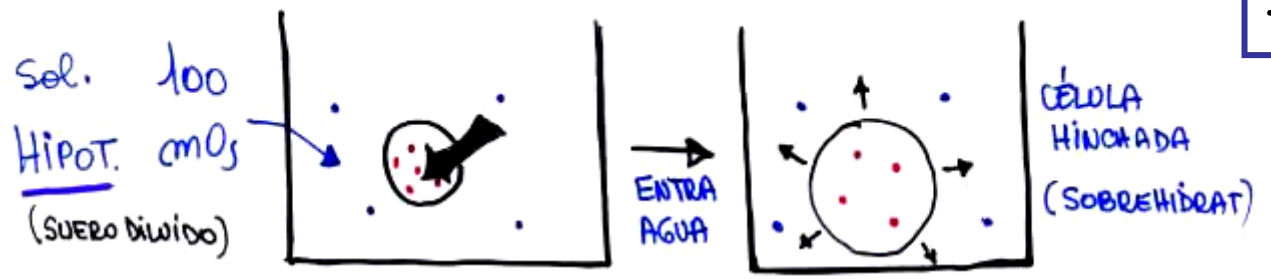
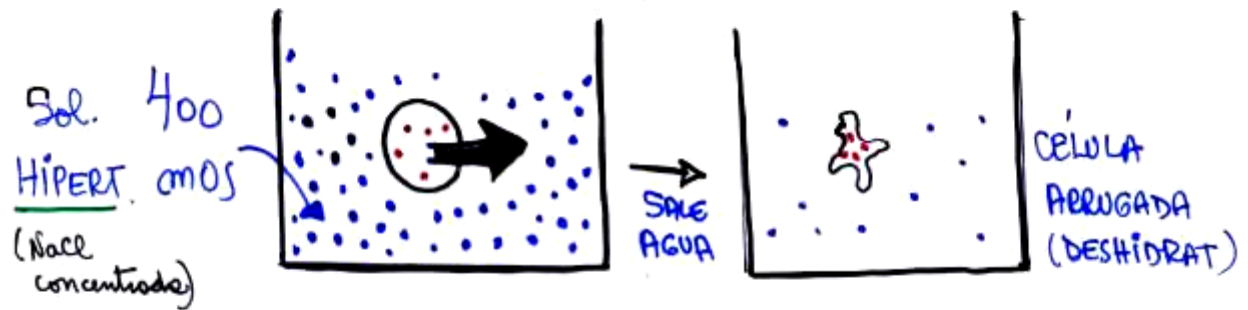


Osmolaridad Plasma
Tonicidad

Exp. GR en sol. de
diferente tonicidad



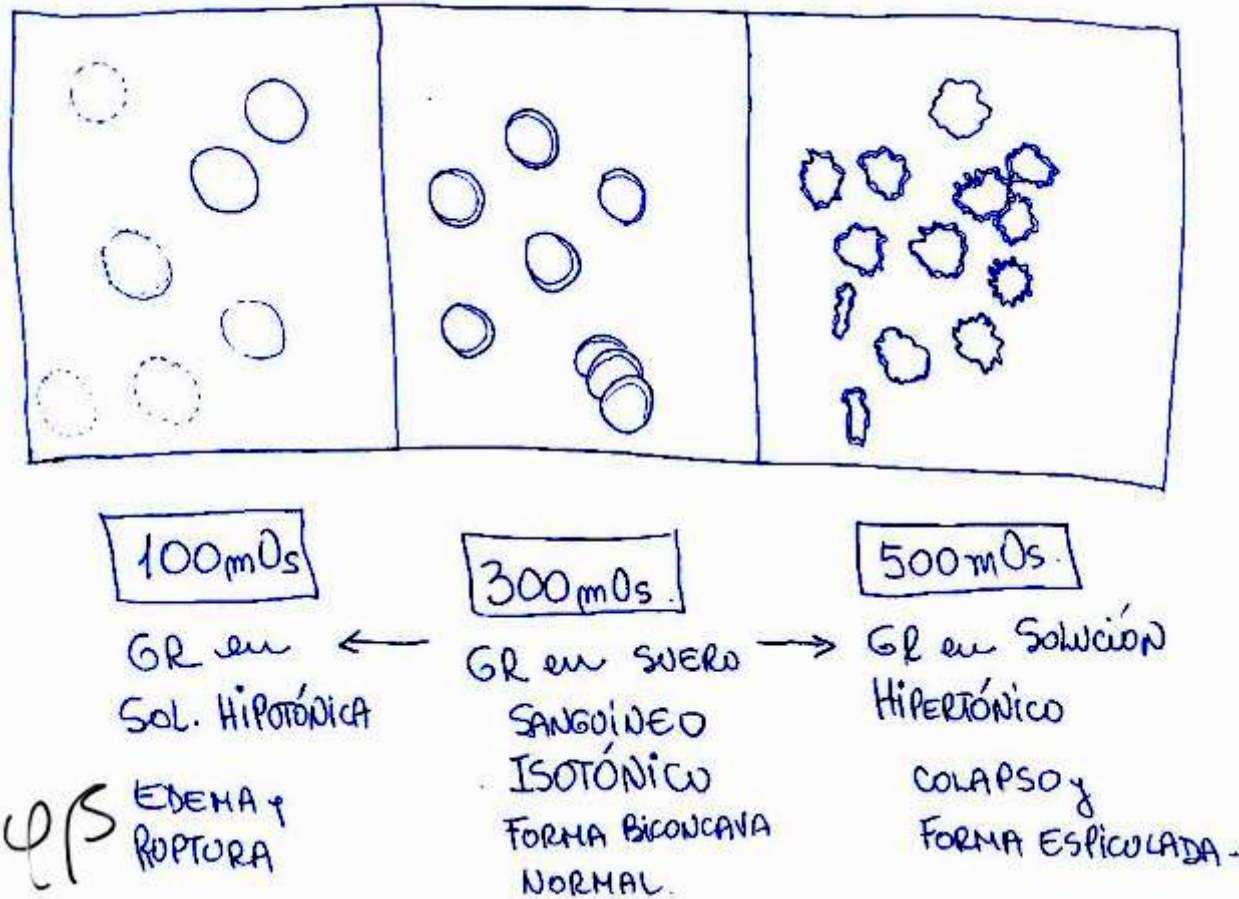
ups



Volumen celular
en sol. diferente
tonicidad

1. ABSORCIÓN AGUA

Tonicidad



I. ABSORCIÓN AGUA Y ELECTROLITOS

ABSORCIÓN DE AGUA

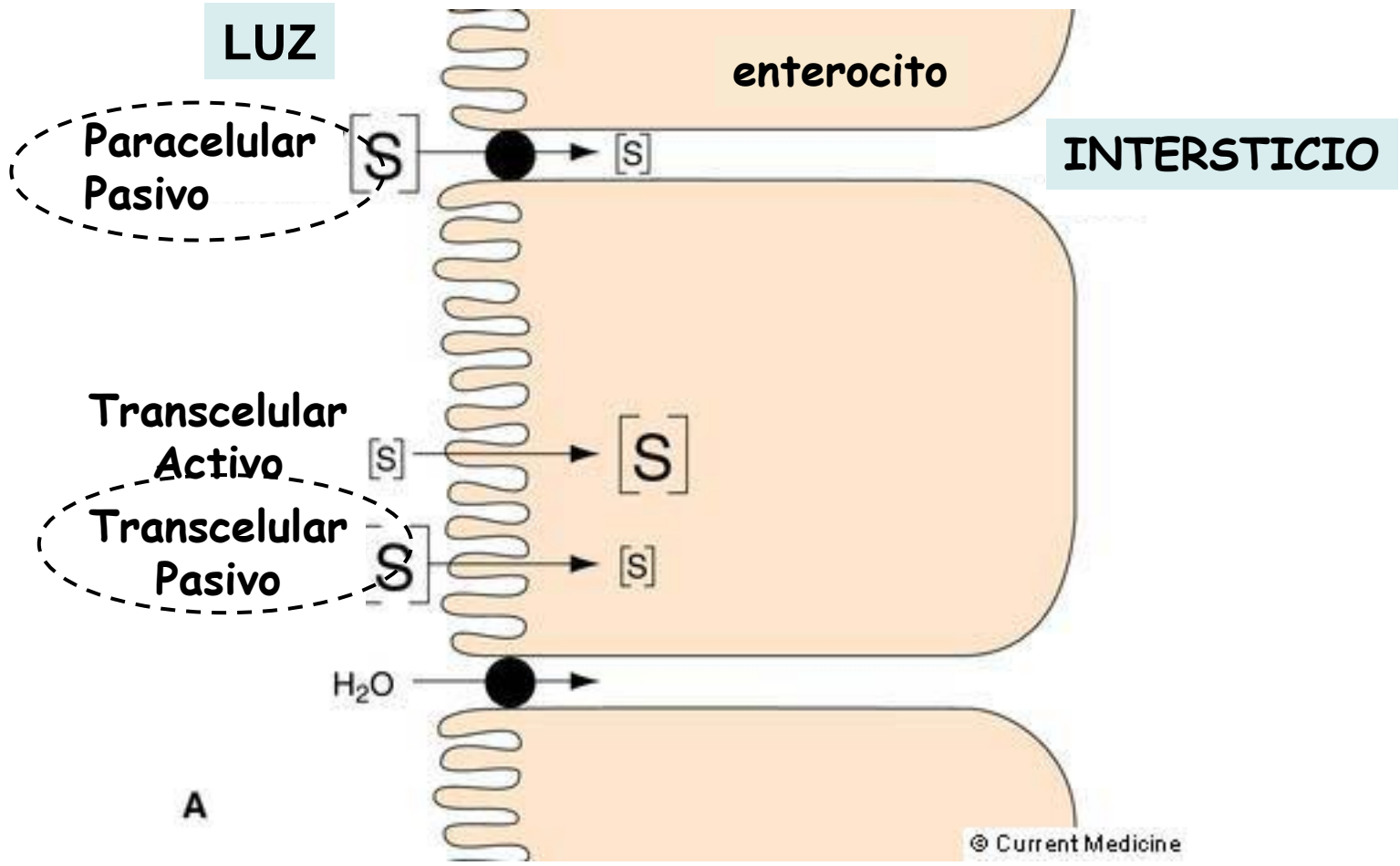
1. Movimiento de agua a lo largo del TGI
2. Ósmosis, Osmolaridad, Tonicidad
- 3. **Secuencia movimiento osmótico del agua**
4. Abs. contra gradiente osmótico
5. Abs. intestino delgado y colon
6. Distribución de proteínas de membrana

1. ABSORCIÓN AGUA

Ahora,
ya podemos revisar el movimiento
OSMÓTICO del agua en TGI...

1. ABSORCIÓN AGUA

SECUENCIA
MOV. OSMÓTICO

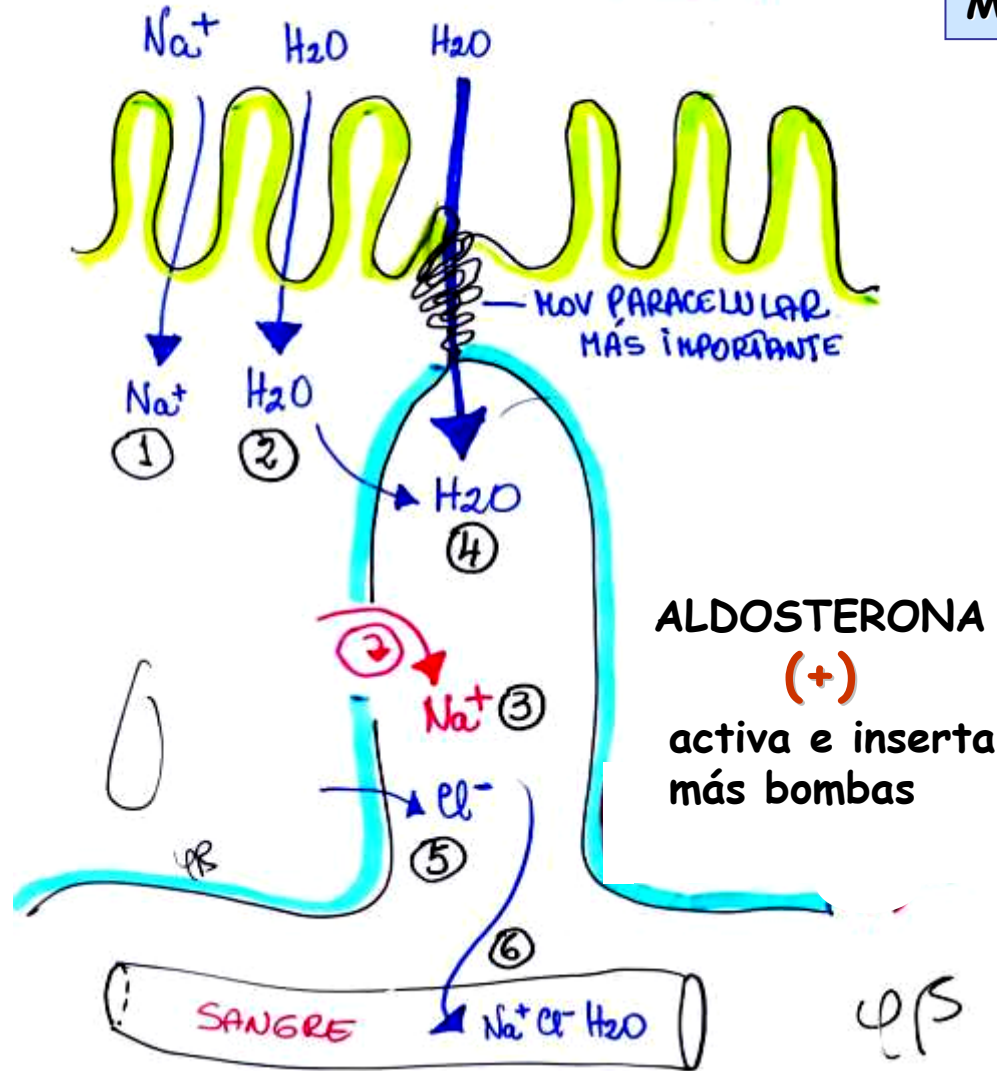




LUZ

1. ABSORCIÓN AGUA

SECUENCIA
MOV. OSMÓTICO



ABSORCIÓN DE AGUA

1. Movimiento de agua a lo largo del TGI
2. Ósmosis, Osmolaridad, Tonicidad
3. Secuencia movimiento osmótico del agua
- 4. Abs. contra gradiente osmótico
5. Abs. intestino delgado y colon
6. Distribución de proteínas de membrana



1. ABSORCIÓN AGUA

MOV. CONTRA
GRADIENTE OSMÓTICO

ILEON y COLON
contenido
HIPEROSMOLAR

Sin embargo,
se absorbe prácticamente
TODA el agua!

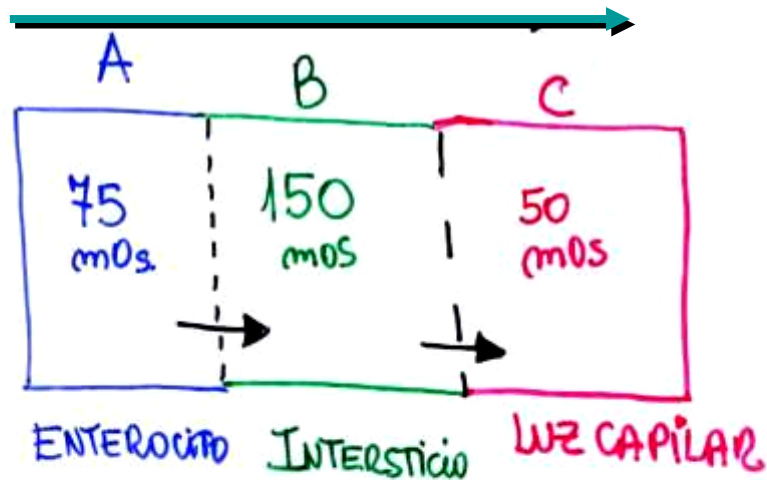
¿Cómo se explica esto??

1. ABSORCIÓN AGUA

MOV. CONTRA GRADIENTE OSMÓTICO

Modelo Curran-Macintosh 1962

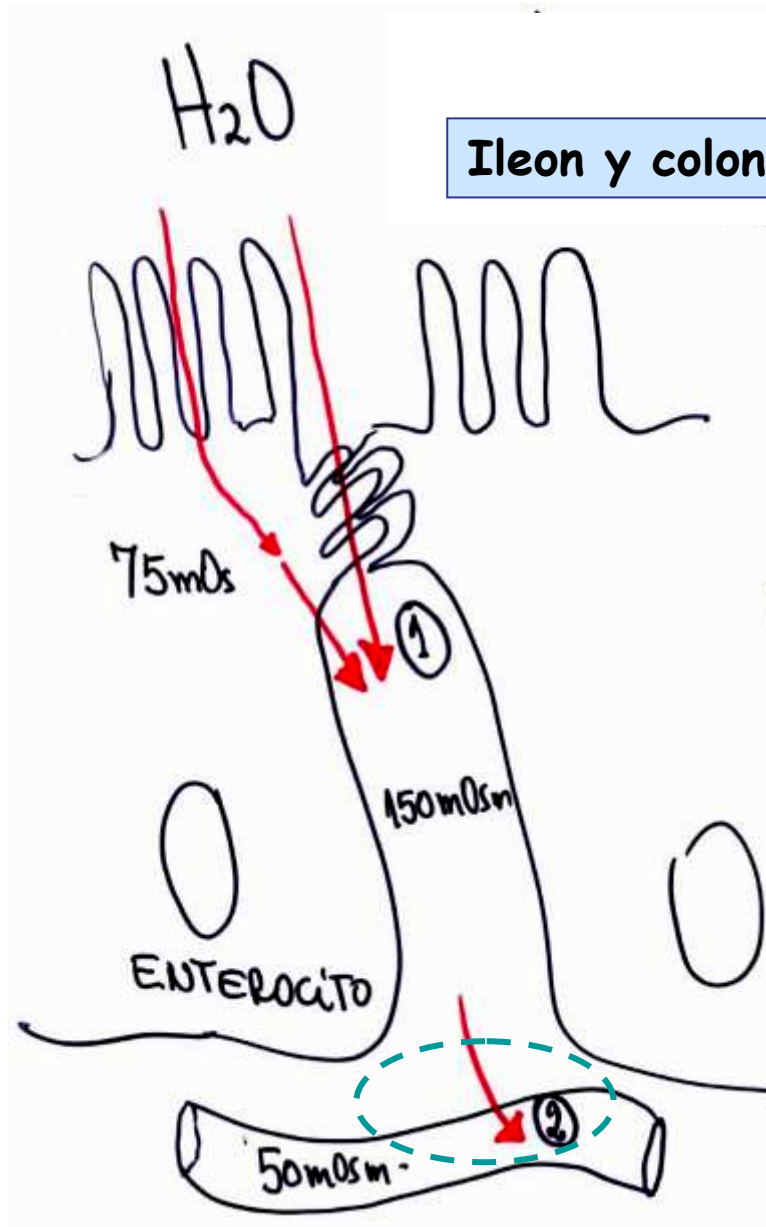
Agua va del enterocito a la sangre



OSMOLARIDAD $B > A$
PERMEABILIDAD $A:B < B:C$

AGUA $A \rightarrow B$ ósmosis
 $B \rightarrow C$ ↑ P. HIDROSTÁTICA en B

AGUA $A \rightarrow C$
 $75mOs > 50mOs$



1. ABSORCIÓN AGUA

MOV. CONTRA
GRADIENTE OSMÓTICO

Presión hidrostática en
intersticio empuja agua
a través de membrana
capilar que es
MÁS PERMEABLE

75 mOs a 150 mOs a 50 mOs

**MOV. CONTRA
GRADIENTE OSMÓTICO**

* Agua va de la LUZ al INTERSTICIO
a mayor osmolaridad

Correcto!

* P. hidrostática intersticial empuja al agua a
través del endotelio capilar LAXO (más
permeable) aunque la molaridad sea MENOR!!

Correcto!

* AGUA va de la LUZ al CAPILAR
en contra de gradiente osmótico por
diferencias en la permeabilidad de las
membranas!!

ABSORCIÓN DE AGUA

1. *Movimiento de agua a lo largo del TGI*
2. *Ósmosis, Osmolaridad, Tonicidad*
3. *Secuencia movimiento osmótico del agua*
4. *Abs. contra gradiente osmótico*
- 5. *Abs. intestino delgado y colon*
6. *Distribución de proteínas de membrana*

1. ABSORCIÓN AGUA

Intestino delgado - Colon

"ABSORCIÓN DEL AGUA
ABSOLUTAMENTE DEPENDIENTE
DE
ABSORCIÓN DE SOLUTOS
PARTICULARMENTE
SODIO"



ABSORCIÓN AGUA Acoplada al SODIO

Intestino delgado

1. * COTRANSPORTE de Na^+ y otros moléculas
2. ABSORCIÓN ELECTRONEUTRA de NaCl

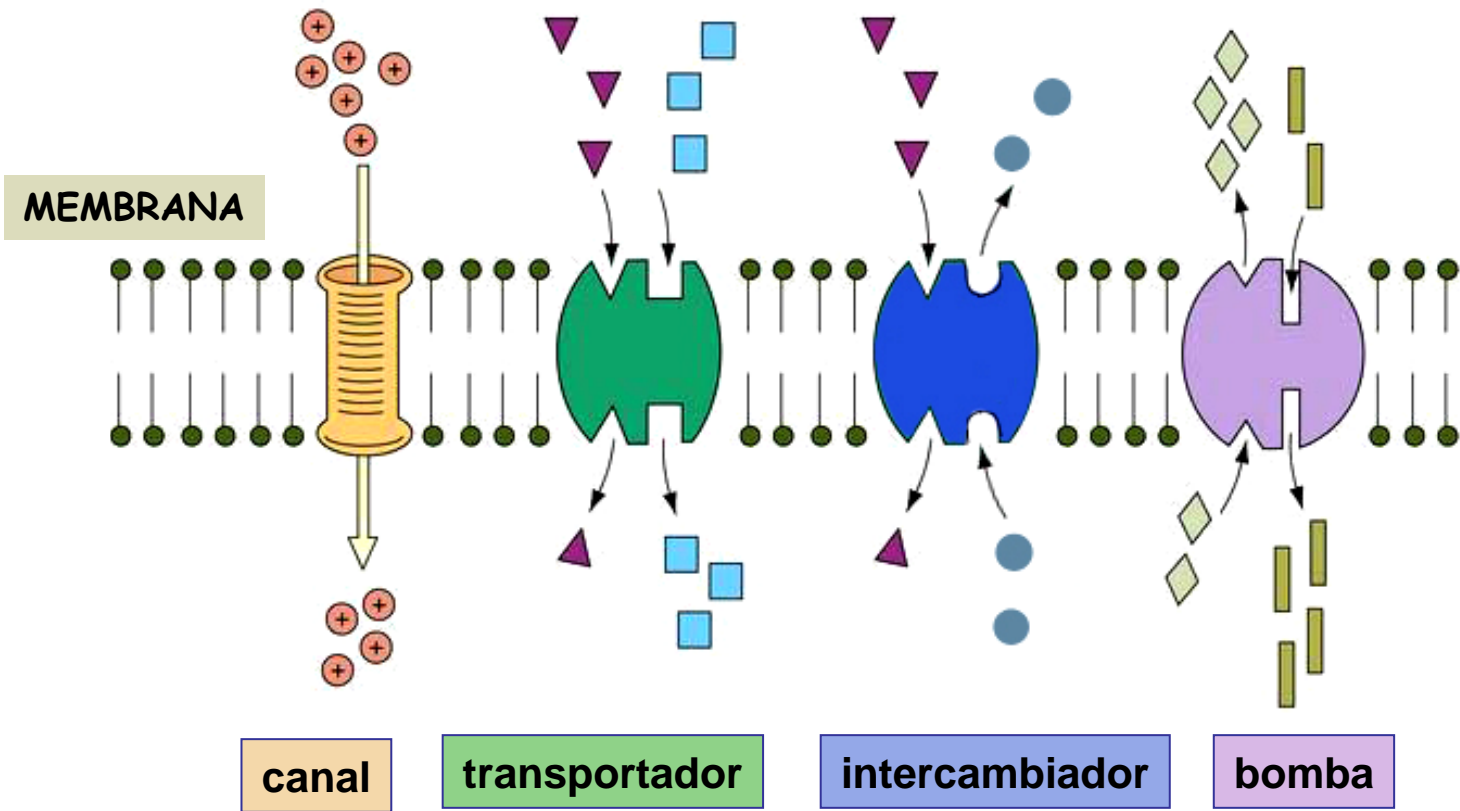
Colon

1. * ABSORCIÓN ELECTROGÉNICA de Na^+ por canales de Na^+ (colm)
2. ABSORCIÓN ELECTRONEUTRA de NaCl .

q/s

I. ABSORCIÓN AGUA ELECTROLITOS

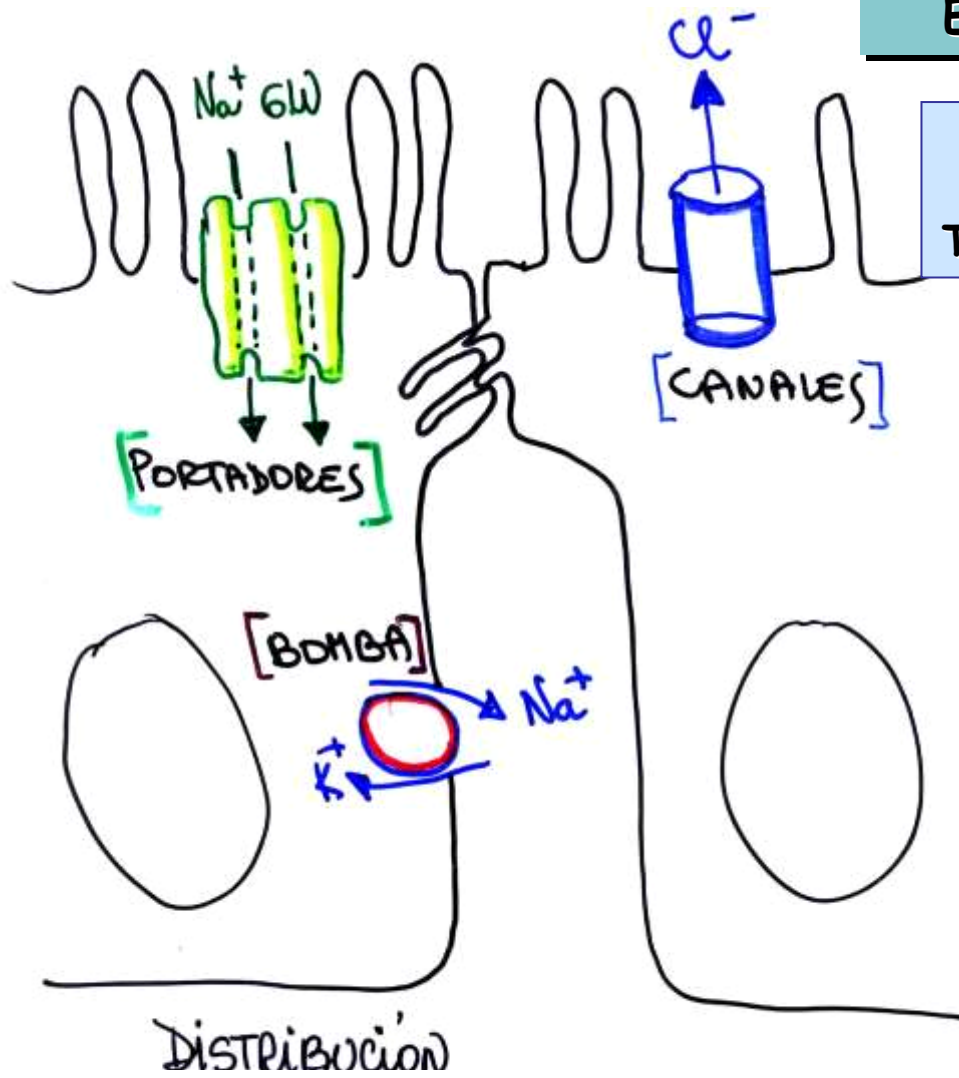
Proteínas Membrana
Función diferencial



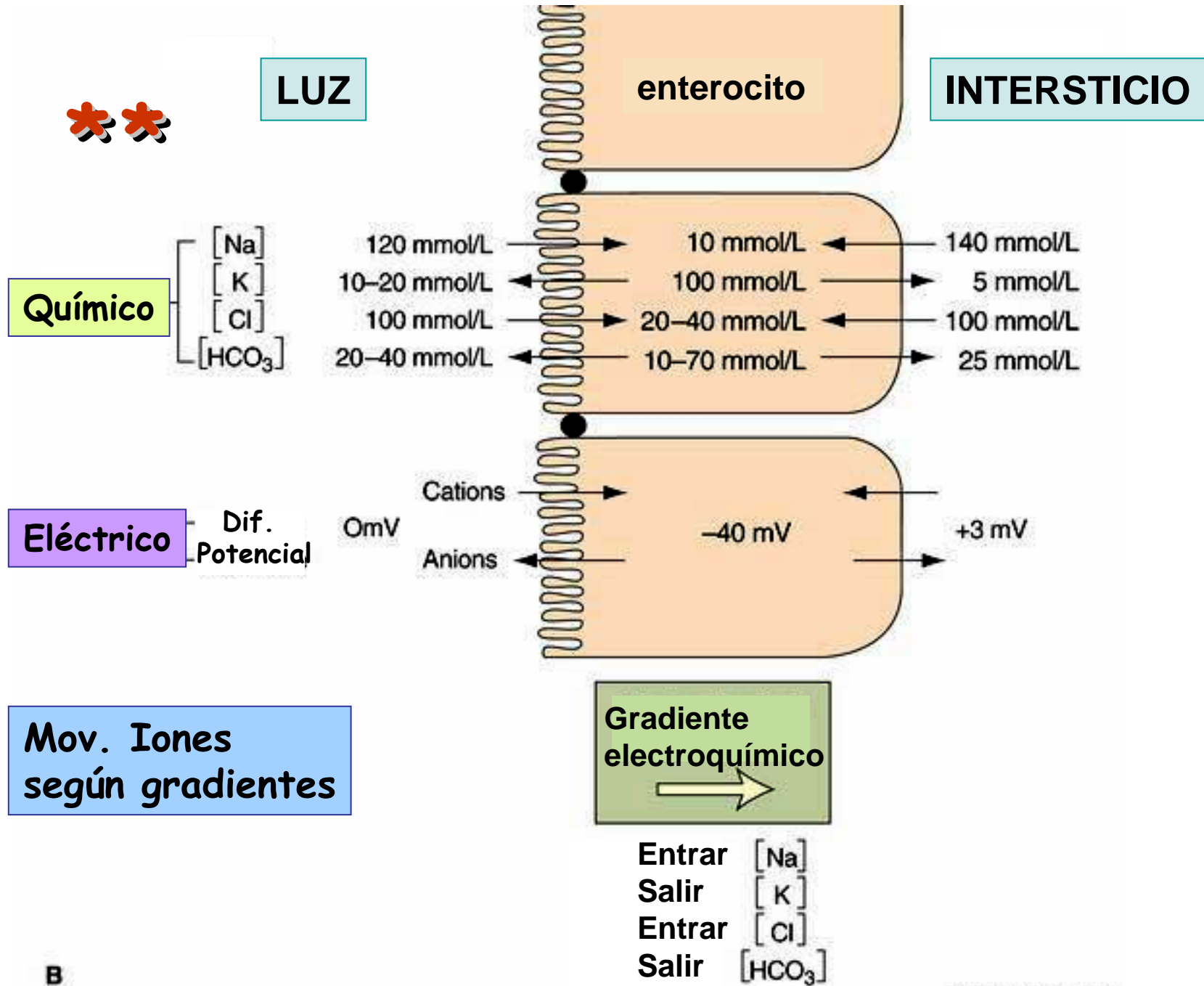
© Current Medicine

I. ABSORCIÓN AGUA ELECTROLITOS

DISTRIBUCIÓN
PROTEÍNAS
TRANSPORTADORAS



eps



B

I. ABSORCIÓN AGUA y ELECTROLITOS

1. AGUA

2. SODIO

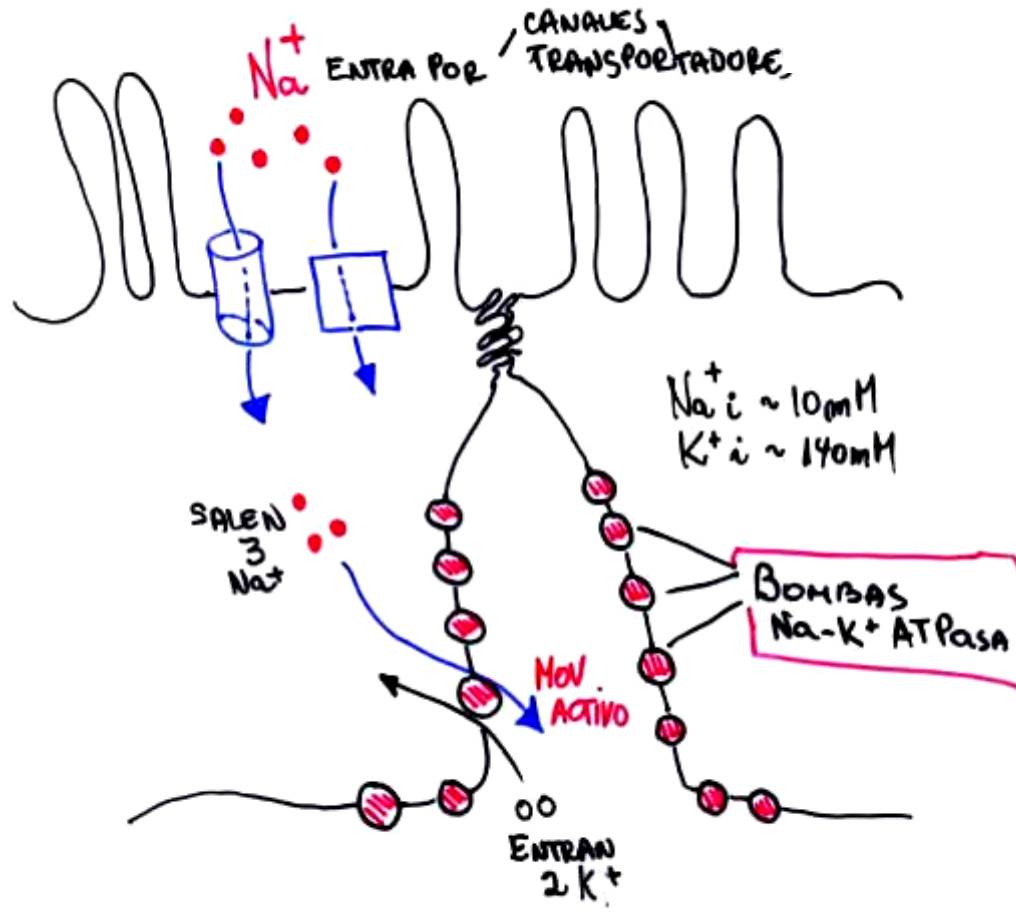
3. CLORO

4. BICARBONATO

5. REGULACIÓN



Luz



INTERSTICIO
Na⁺ SE ABSORBE 99.5%!!

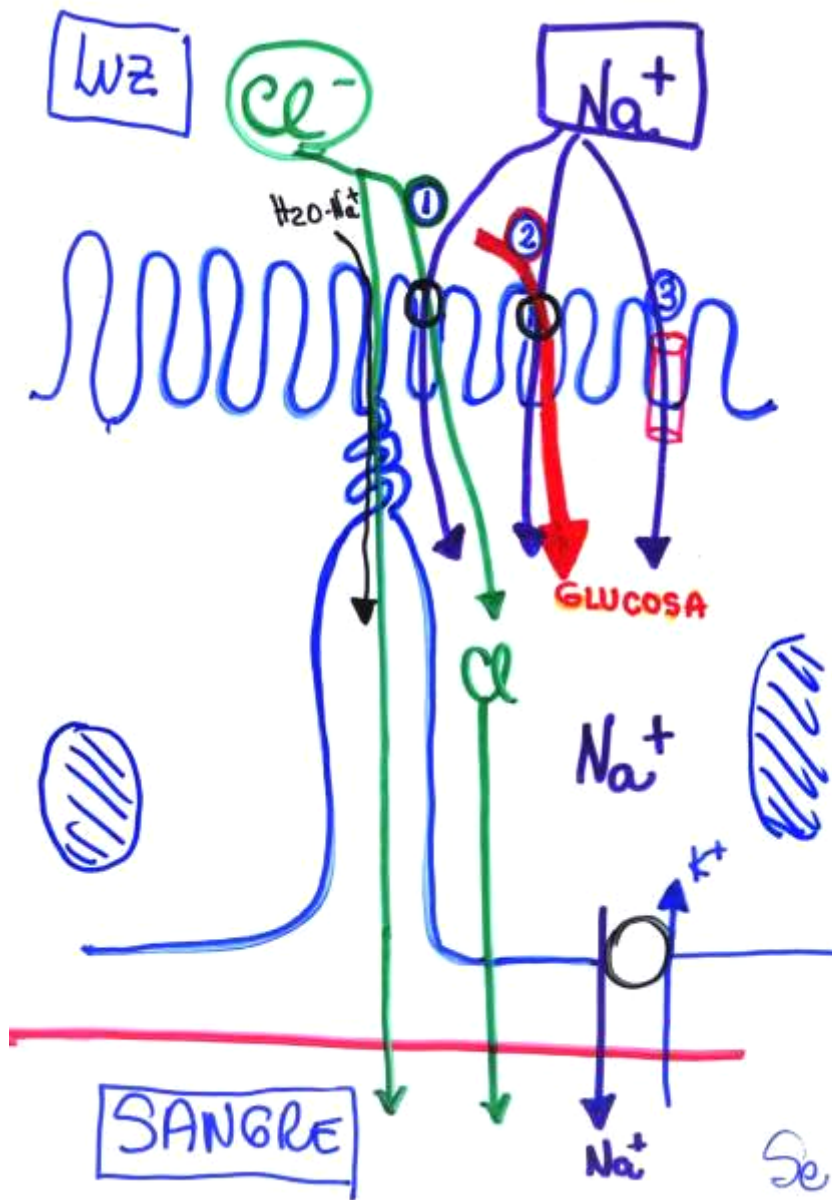
eps

I. ABSORCIÓN AGUA ELECTROLITOS

2. Absorción Sodio

Mov. PASIVO

Bomba de sodio-potasio generadora de gradiente de sodio



2. ABSORCIÓN SODIO

- ① TRANSPORTADOR Na^+Cl^-
- ② TRANSPORTADOR $\text{GLUCOSA}-\text{Na}^+$ } 70%
- ③ CANAL Na^+ COLON
- ④ ARRASTRE

① y ② → DETERMINAN LA CASI TOTALIDAD DE ABSORCIÓN H_2O y ELECT. EN INT. DELGADO

Se absorbe 99.5% !!

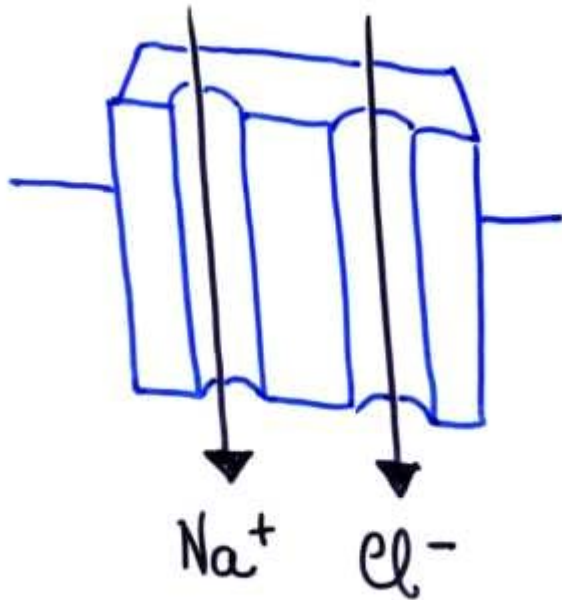
eps *



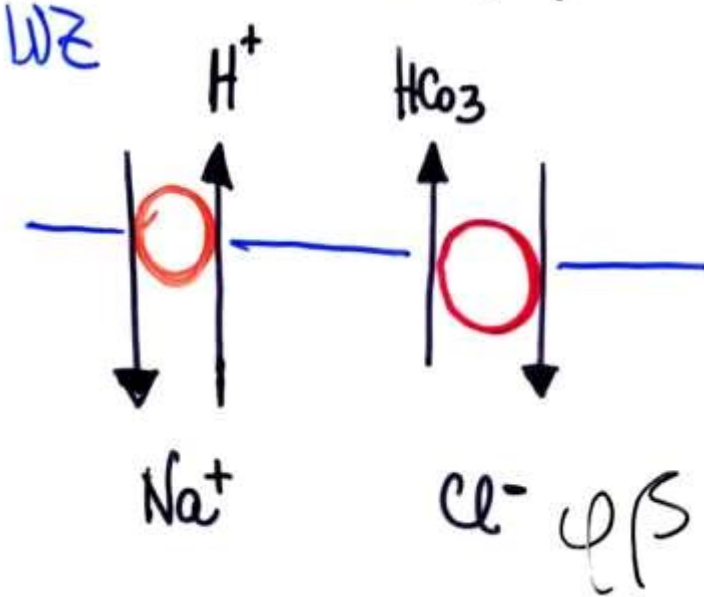
2. ABSORCIÓN SODIO

COTRANSPORTE CON CLORO

WZ TRANSPORTADOR ?



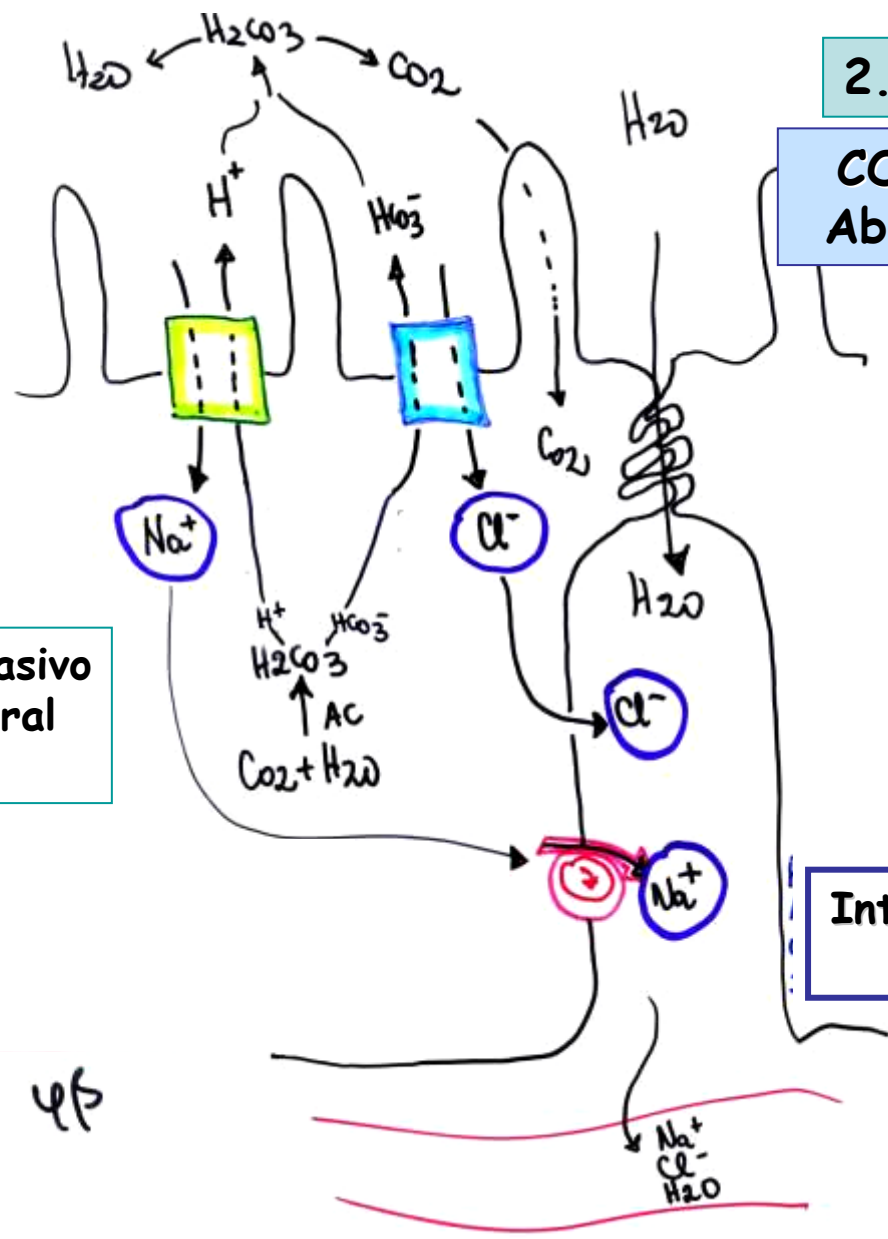
DOS INTERCAMBIOS ACOPLADOS ?





No hay AC en la luz

Mov. Apical pasivo
Mov. Basolateral activo



2. ABSORCIÓN SODIO

COTRANSPORTE NaCl
Abs. Electroneutra NaCl

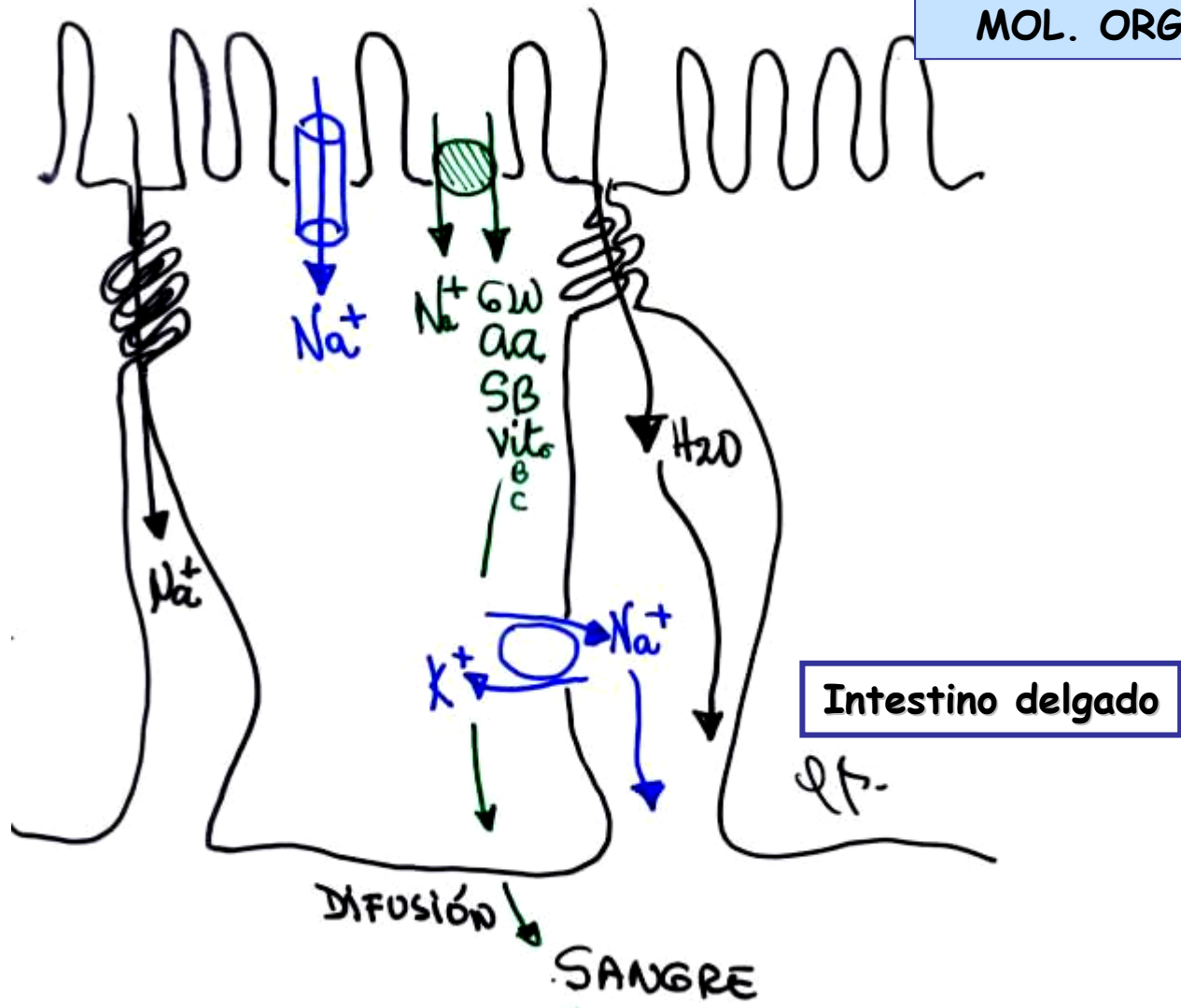
Intestino delgado
y colon

45



2. ABSORCIÓN SODIO

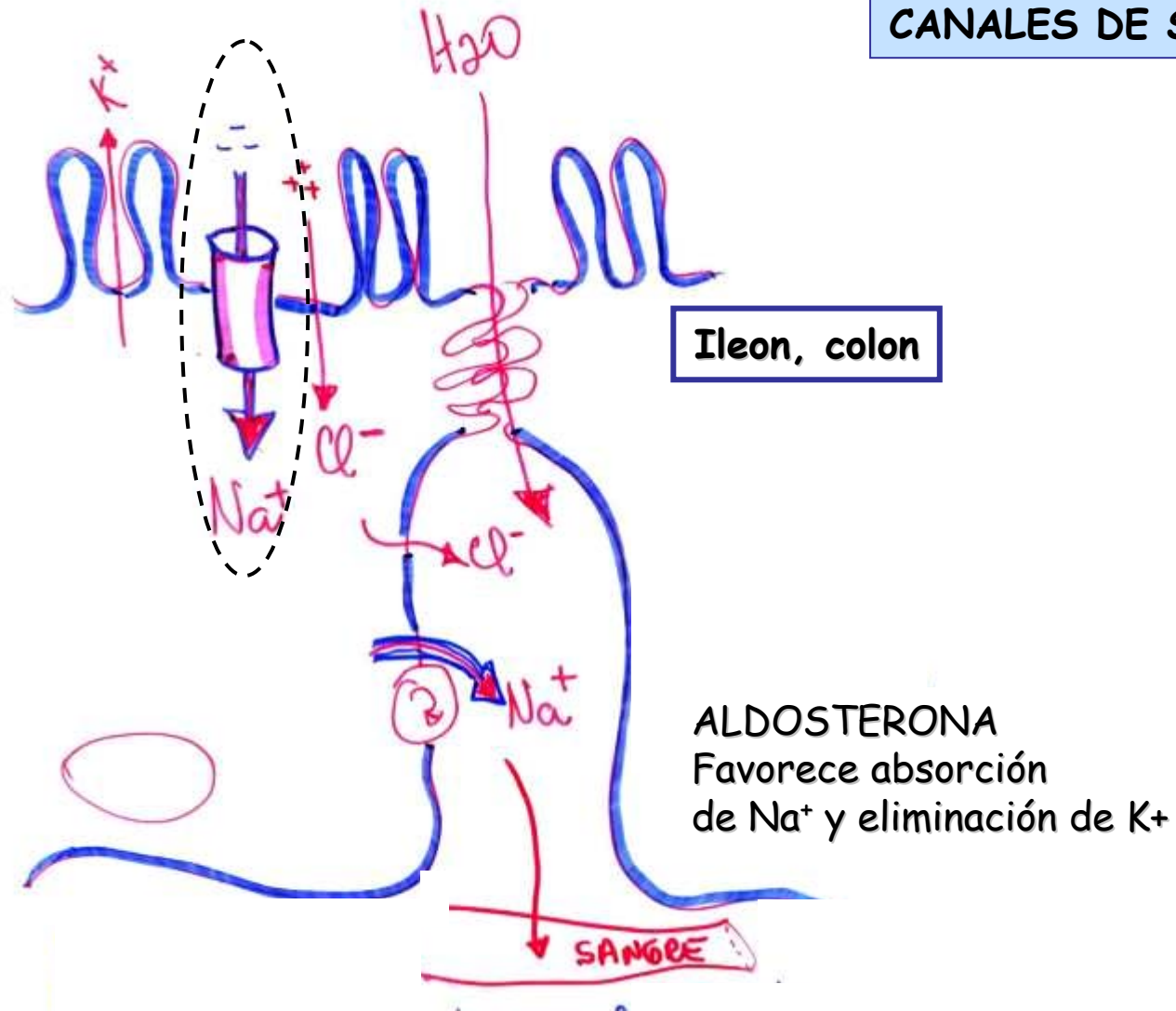
COTRANSPORTE CON
MOL. ORGÁNICAS

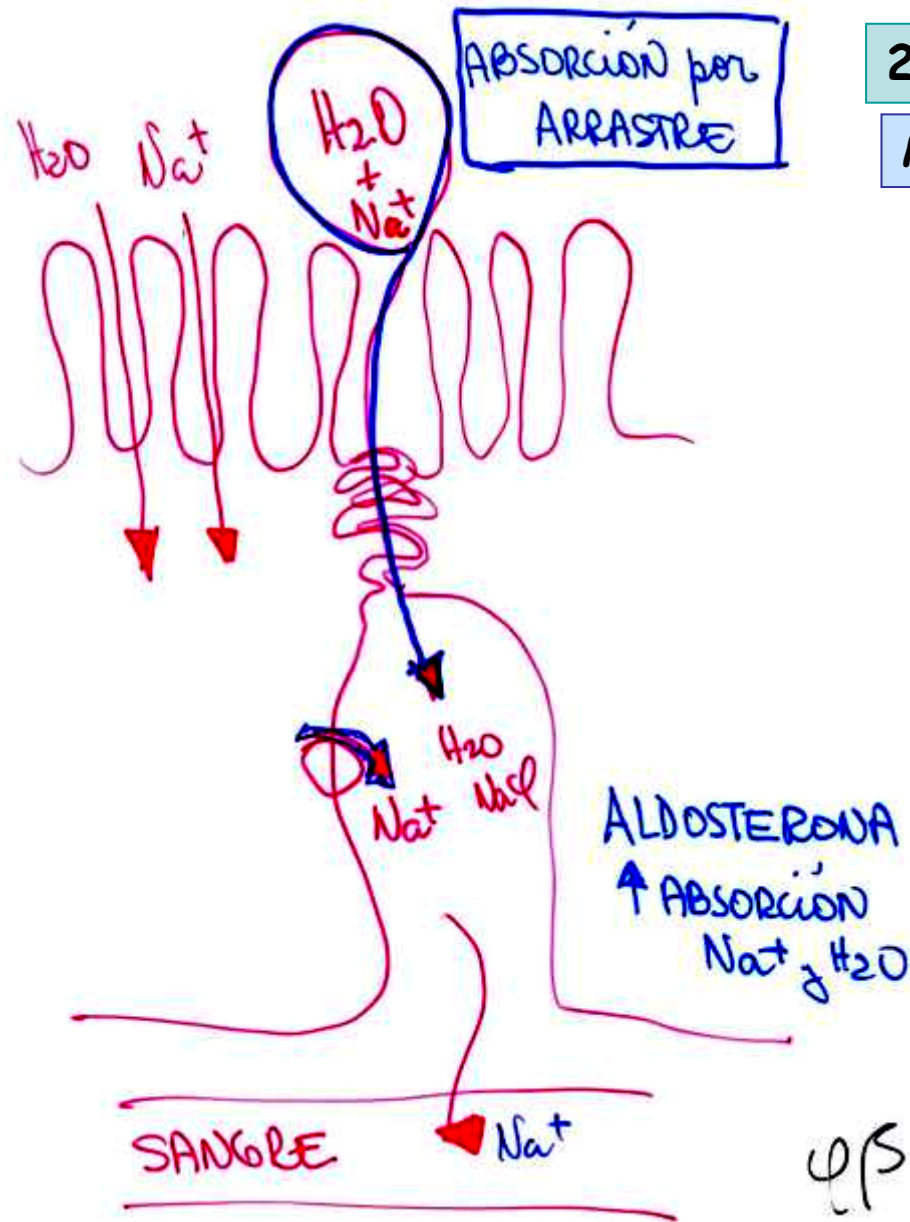




2. ABSORCIÓN SODIO

ABS. ELECTROGÉNICA
CANALES DE SODIO





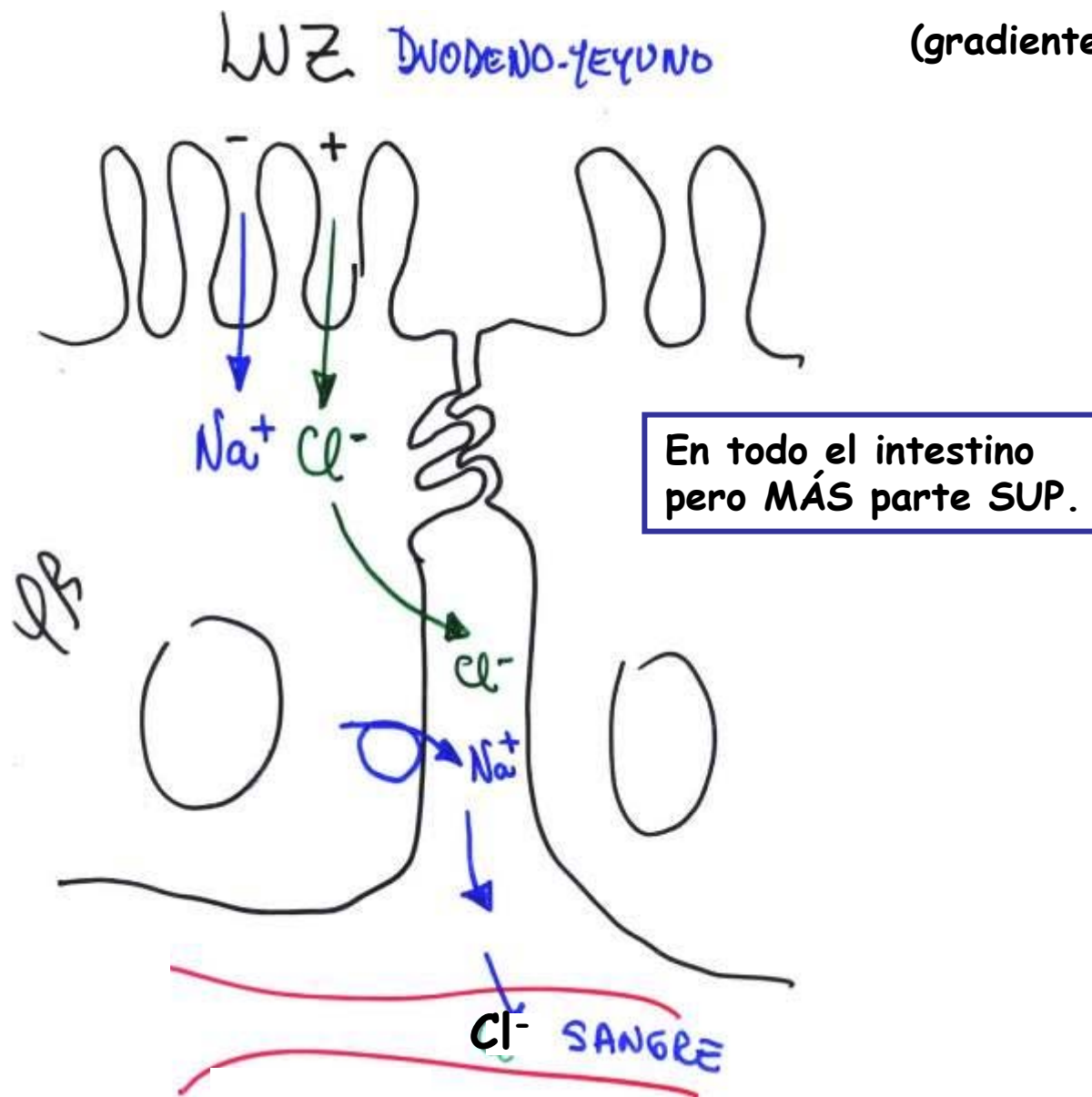
2. ABSORCIÓN SODIO

MOV. POR ARRASTRE



3. Abs. PASIVA CLORO

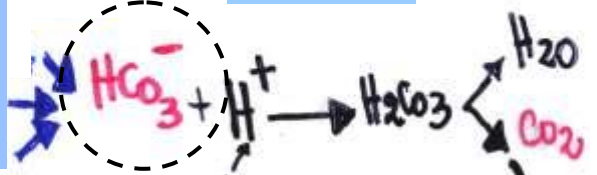
(gradiente eléctrico)



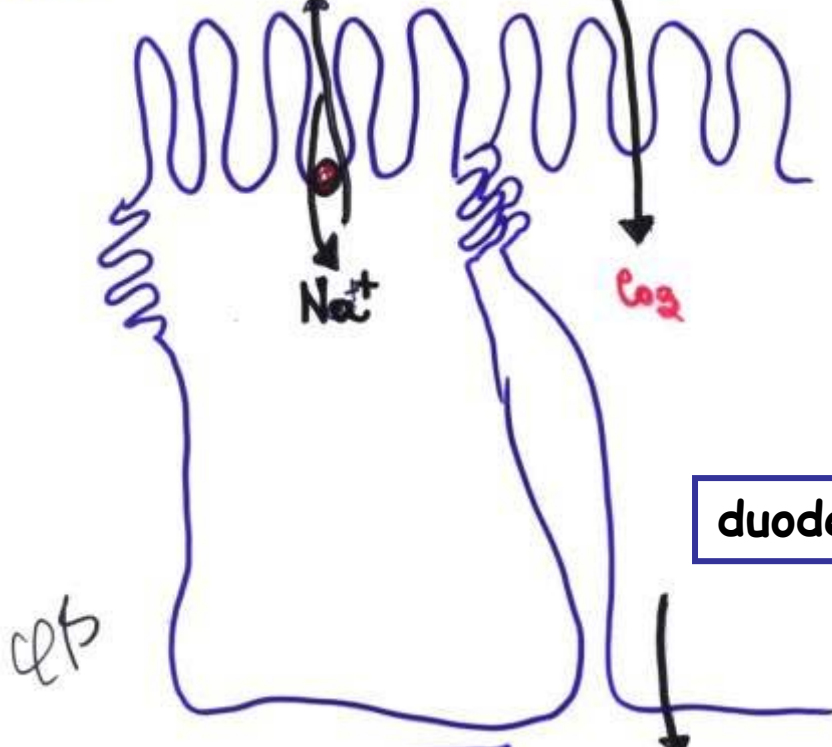


S. Biliar,
Pancreática,
e Intestinal

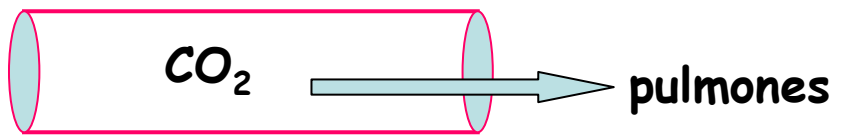
LUZ
pH
alcalino



4. Abs. ACTIVA
INDIRECTA
BICARBONATO



duodeno yeyuno



I. ABSORCIÓN AGUA ELECTROLITOS

5. REGULACIÓN NEUROHORMONAL

