

Homeostasis hidroelectrolítica

Dra. Alejandra Yeves

Investigador Asistente CONICET

JTP Catedra de Fisiología y Física Biológica

Ayudante Diplomada de Fisiología

Facultad de Ciencias Médicas

UNLP



- **Temas a desarrollar:**

- Generalidades de equilibrio hidrosalino

- Concepto de osmolaridad.

- Estructura de la nefrona.

- Regulación del equilibrio hidrosalino: mecanoreceptores y osmoreceptores.

- Concentración de la orina: osmoreceptores, ADH y mecanismo de multiplicación por contracorriente.

- Volumen circulante efectivo: concepto y efecto sobre la presión arterial

- Sistema Renina Angiotensina Aldosterona (SRAA).**

- Péptido natriurético auricular.



Generalidades

-Se refiere a que el organismo tratará de mantener el balance de agua y sales (electrolitos o iones) del medio interno.

Los mecanismos homeostáticos que se pondrán en marcha para regular el balance hidrosalino están dirigidos a mantener 4 parámetros:

1-volumen de liquido,

2-osmolaridad, especialmente Na^+ y agua.

3-concentraciones de iones individuales, por ej. Na^+ , K^+ , etc.

4-pH (H^+ y HCO_3^-).



¿Cómo se mantiene el equilibrio hidrosalino?



Principales mecanismos de eliminación de iones y agua:

- Riñones,
- Pulmones, excretan H^+ y HCO_3^- con el CO_2 .
- Heces en condiciones normales eliminan pocas iones y agua.

Mecanismos conductuales

Sed, es fundamental beber agua para reponer la pérdida

Apetito de sal, ingesta de cloruro de sodio (NaCl)

¿cómo se regula?

El equilibrio hidroelectrolítico requiere de la integración de múltiples sistemas y aparatos.

Requiere del sistema respiratorio y cardiovascular, que debido a que se encuentran regulados por el sistema nervioso, actúan mas rápido

Mientras que el sistema renal actúa mas lentamente ya que se encuentra bajo el control neural y endócrino, que también tendrá efecto a nivel conductual.



Balance de agua



El agua es la molécula más abundante y representa aprox entre el 50% del peso corporal total en las mujeres y el 60% del peso en hombres (edad de 17 a 39 años).

El ingreso y la excreción de agua están balanceados: cantidad de agua ingerida = cantidad excretada.

Ingreso: agua ingerida y (aprox 2 L/día) y respiración celular (0.3 L/día).

Salida de agua: Orina (1.5L/día), heces (aprox 100 ml/día), pérdida de agua insensible (por evaporación a través de la piel y por exhalación, aprox 900ml).

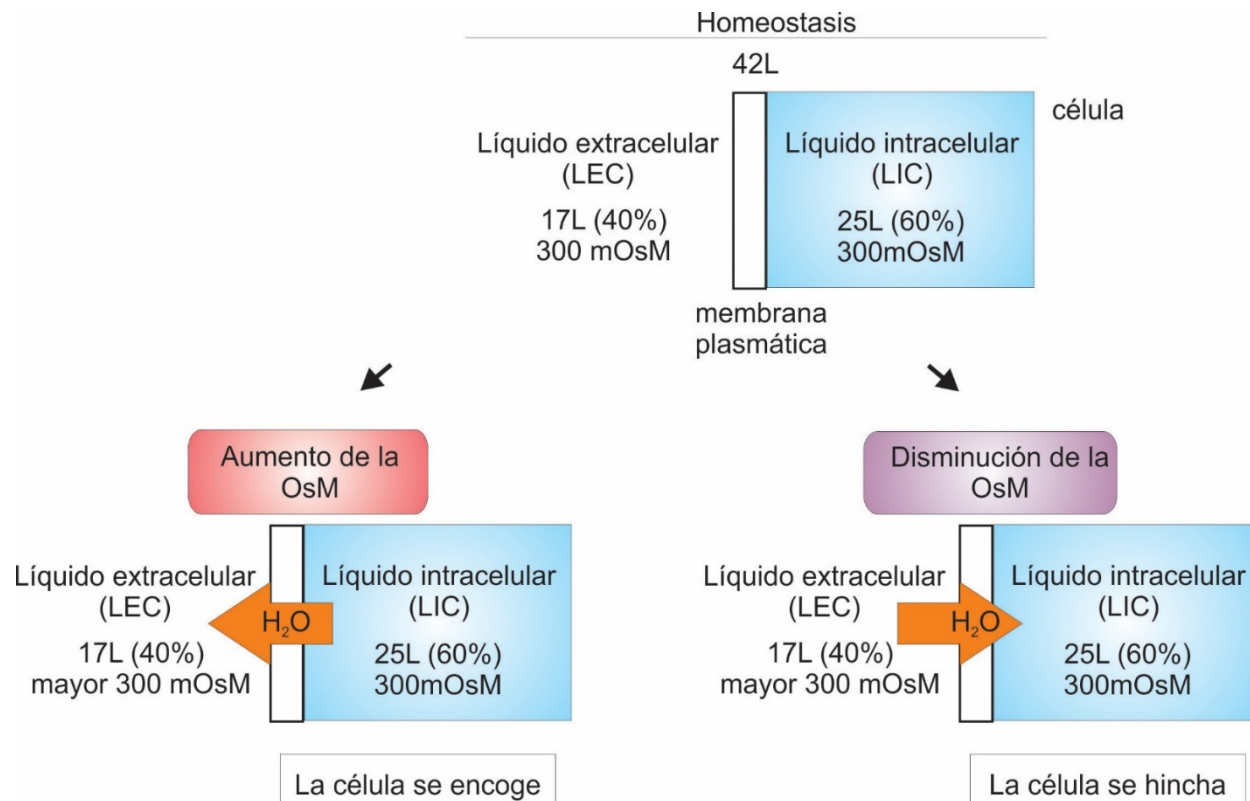


¿Por qué es importante mantener la osmolaridad?

Osmosis: pasaje de agua a través de la membrana plasmática a fin de diluir la zona más concentrada.

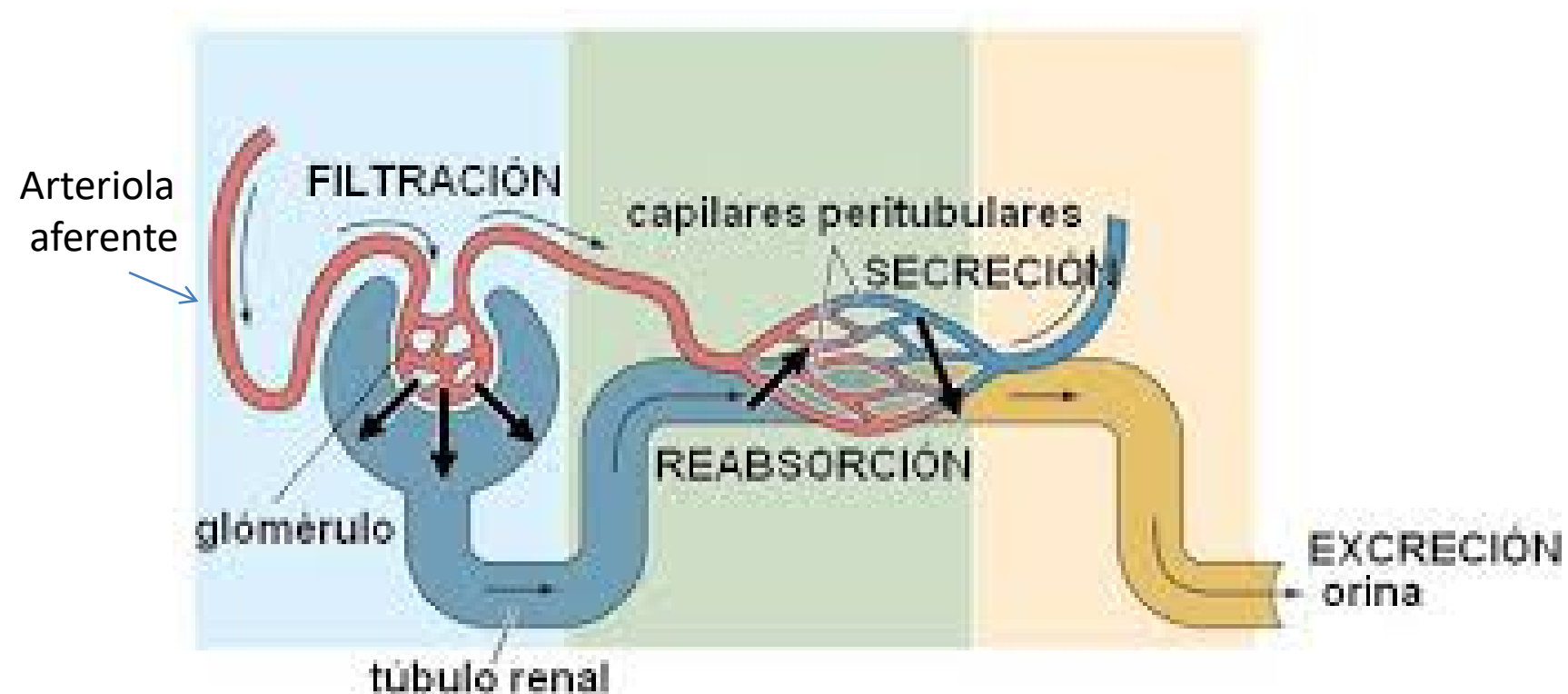
El agua se mueve por osmosis ante cambios de la osmolaridad del medio extracelular. De modo que esto puede afectar el volumen intracelular, y por lo tanto su funcionamiento.

Osmolaridad plasmática normal: 300 mOsmoles/L



Recordemos la estructura de la nefrona y cómo se forma la orina:

$$\text{Excreción} = \text{Filtración} - \text{Reabsorción} + \text{Secreción}$$



- TCP
- Asa de Henle
- TCD
- TC



Modelo de jarra que explica cómo los riñones conservan agua, pero no pueden restablecer el volumen perdido.

Si hay una pérdida importante de agua (deshidratación por diarrea o sudoración excesiva o quemado y disminución de la presión arterial), la tasa de filtración glomerular disminuye o se detiene.

Si el volumen cae demasiado la TFG cae a cero

Los riñones solo pueden conservar líquido
No pueden restablecer el líquido perdido

Entrada de agua

Salida de agua

TFG se puede regular
(arteriolas aferente y eferente)

Tasa de filtración glomerular (TFG)

Volumen de líquido corporal

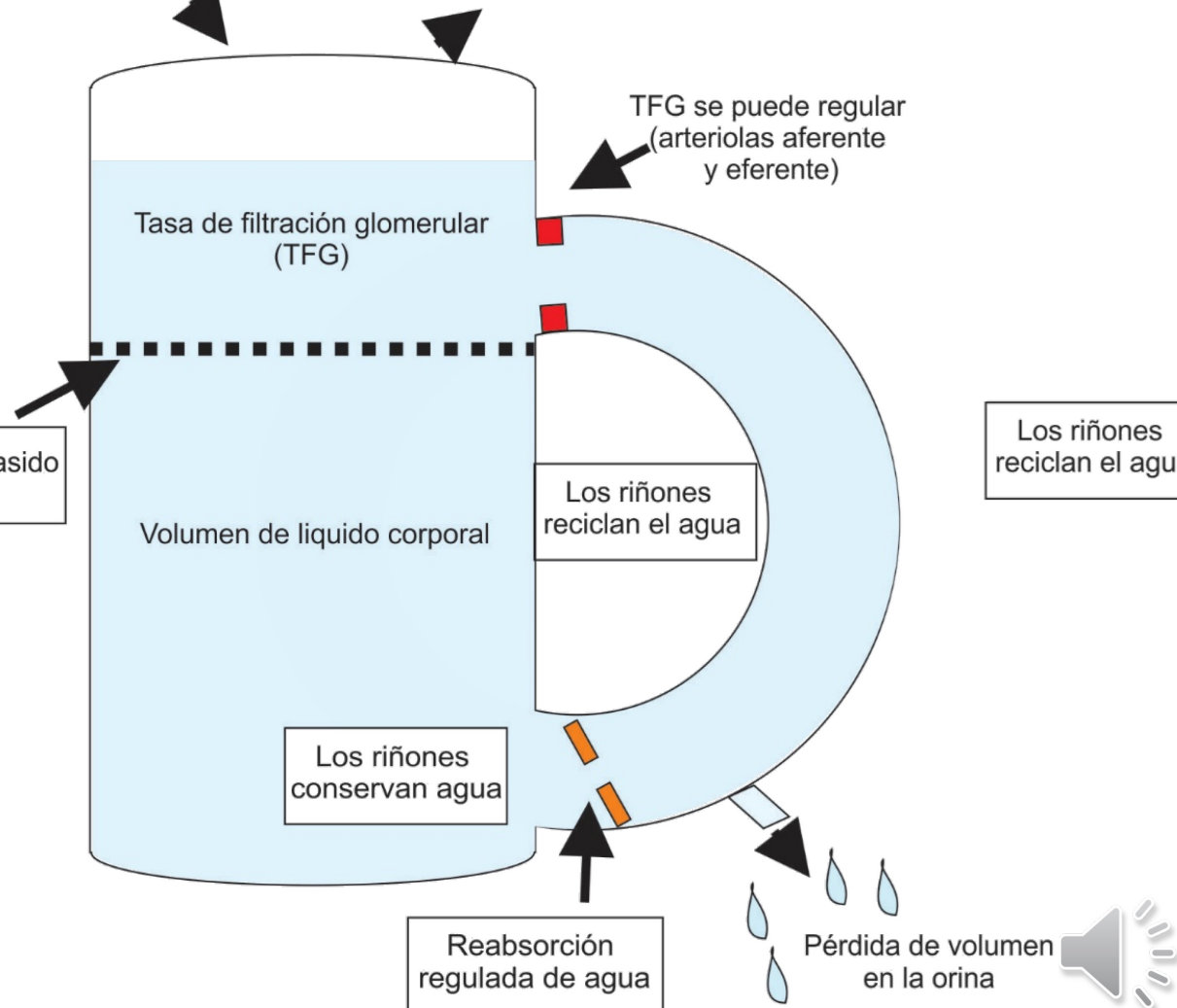
Los riñones reciclan el agua

Los riñones reciclan el agua

Los riñones conservan agua

Reabsorción regulada de agua

Pérdida de volumen en la orina



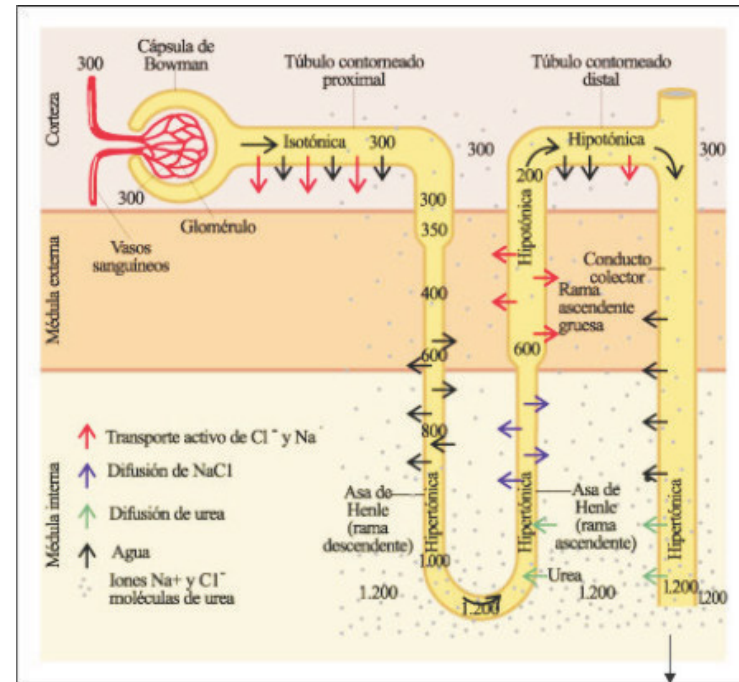
¿Cómo hacen los riñones para conservar el agua?

La concentración de la orina se determina en el asa de Henle y el tubo colector.

La concentración de la orina (u osmolaridad es una medida de la cantidad de agua excretada por los riñones).

Cuando el cuerpo necesita eliminar el exceso de agua, los riñones expulsan grandes cantidades de orina diluida con una osmolaridad de tan solo 50mOsm.

La eliminación del exceso de agua se denomina diuresis.

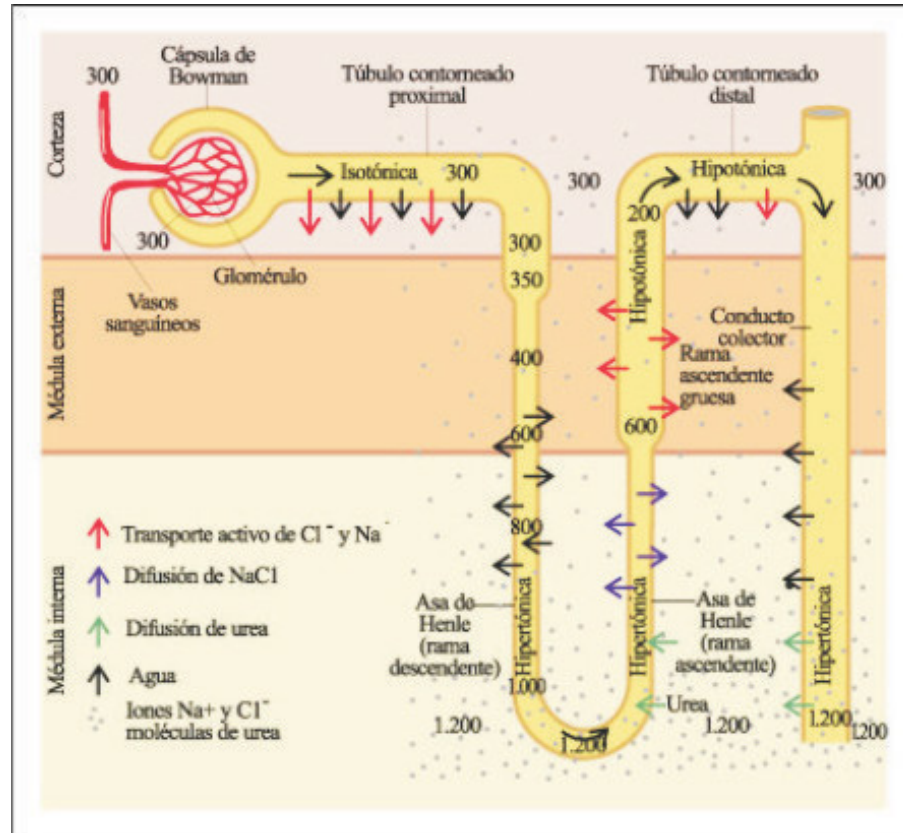


Orina diluida



50 mOsm





↓
Orina concentrada

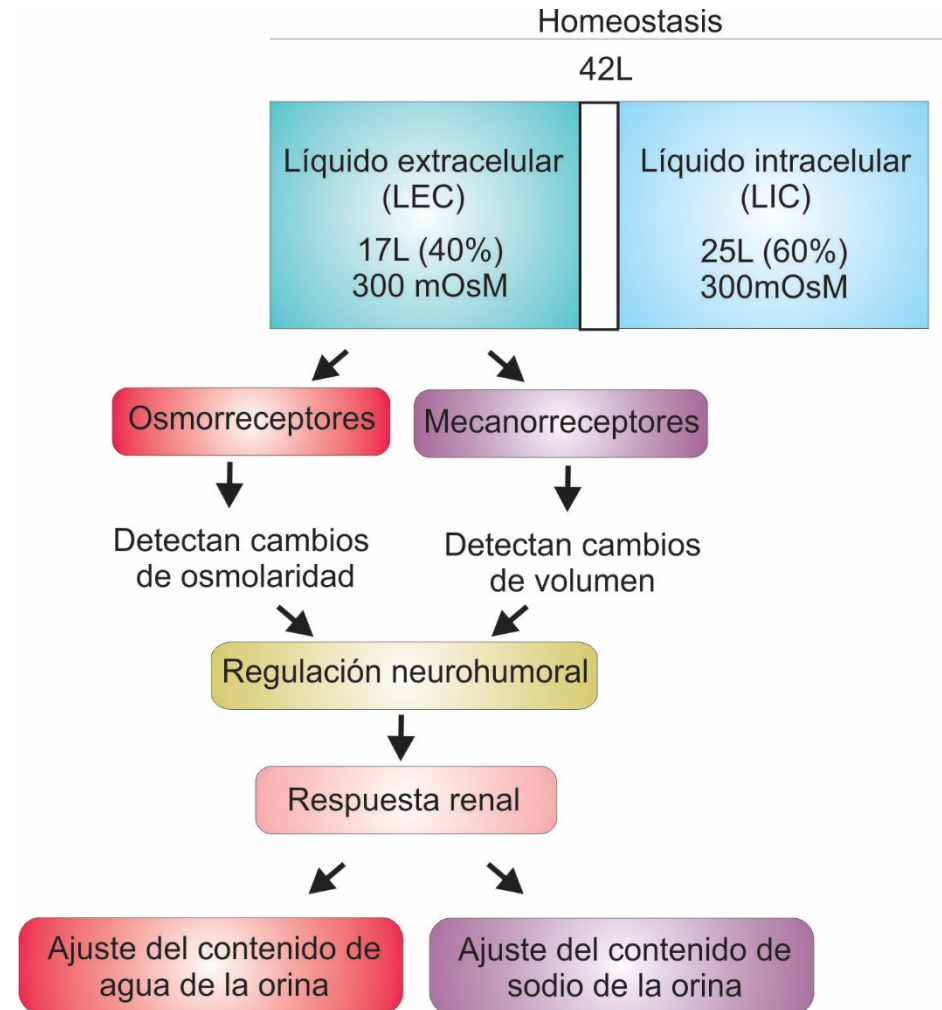


Cuando los riñones están conservando agua, la orina se torna muy concentrada (hasta 4 veces más concentrada que la sangre) (1200 mOsm vs 300mOsm de la sangre).

¿Cómo se regula el balance de agua y sales en el medio interno (líquido extracelular, LEC)?

- Una persona de 70 kg tiene 60% de H₂O distribuido en LIC (60%)+LEC (40%).
- La osmolaridad de ambos compartimentos debe mantenerse en 300 mOsM.

En el organismo se van a sensor cambios en:
Volumen del LEC y osmolaridad del LEC....



Por ejemplo se concentrará la orina si aumentó la osmolaridad del LEC

Por ejemplo se diluirá la orina si aumentó el volumen del LEC



**HORMONA ANTIDIURETICA
(ADH)
=VASOPRESINA**



¿Cómo se concentra la orina?

-¿dónde están los osmoreceptores?

-¿qué hormona participa en la concentración de la orina y cómo lo hace? ADH y Mecanismo contracorriente.



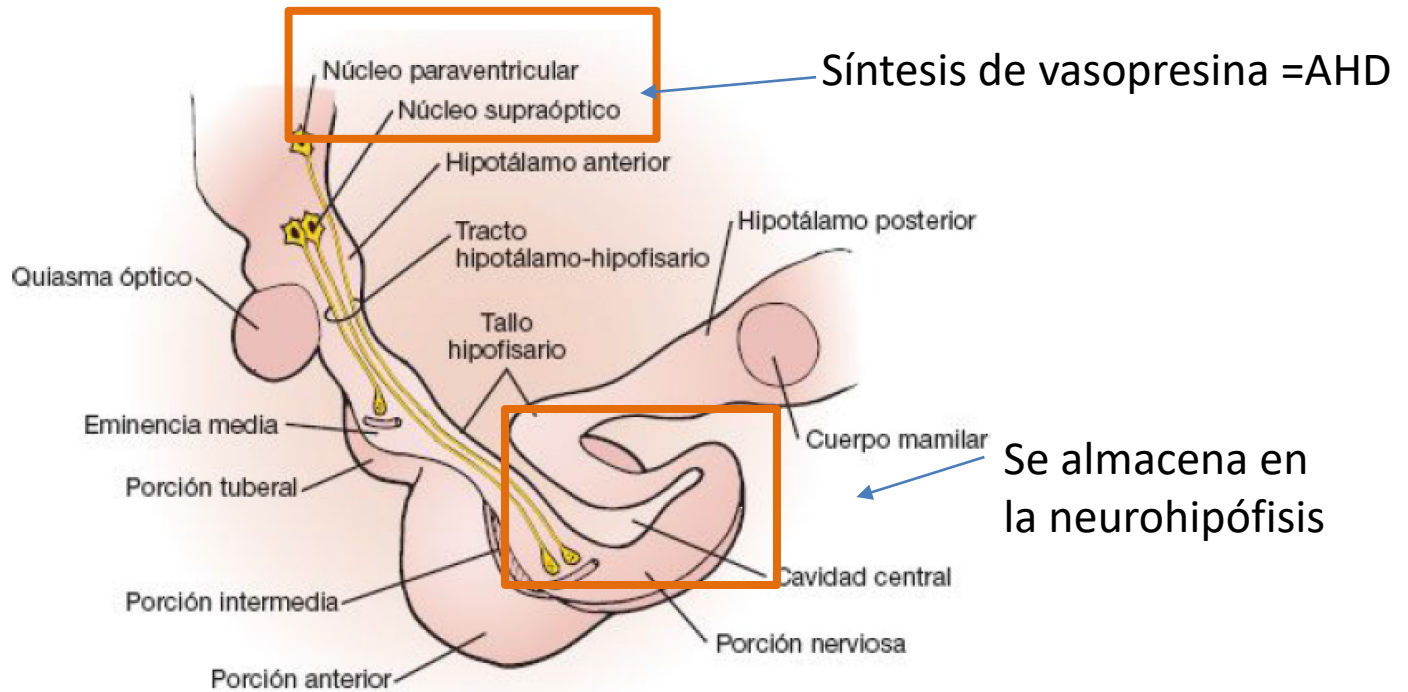
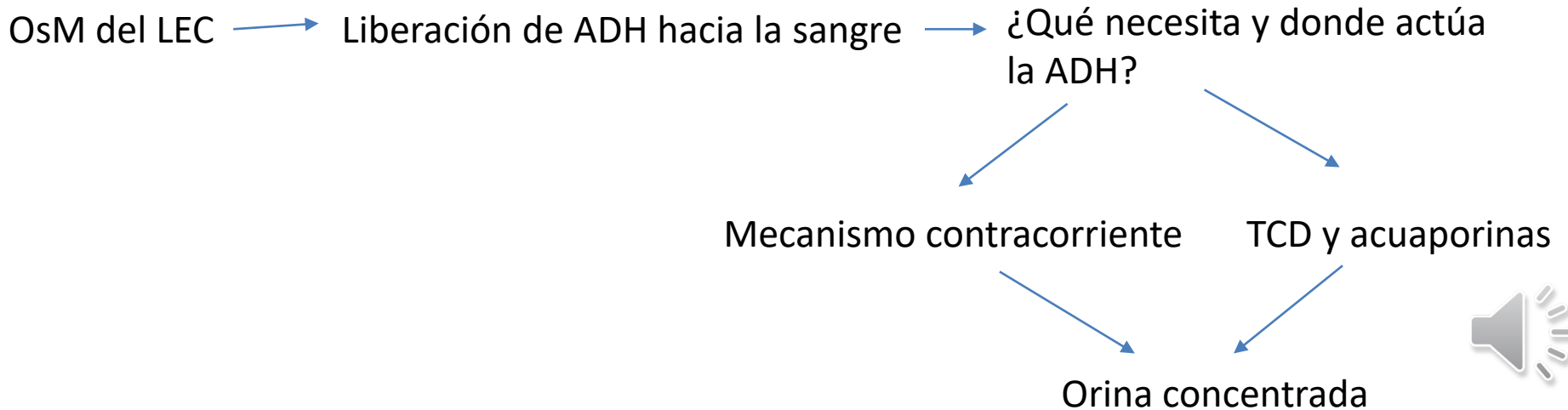


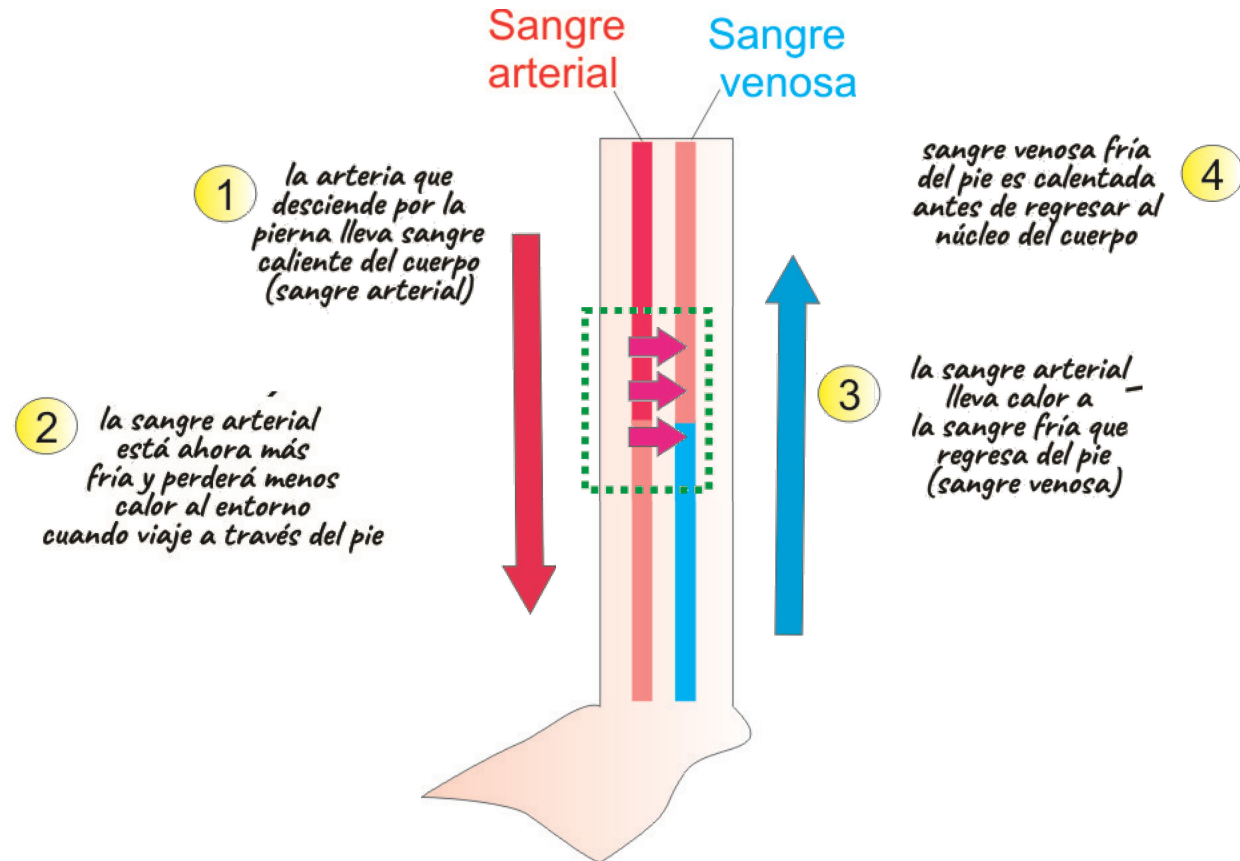
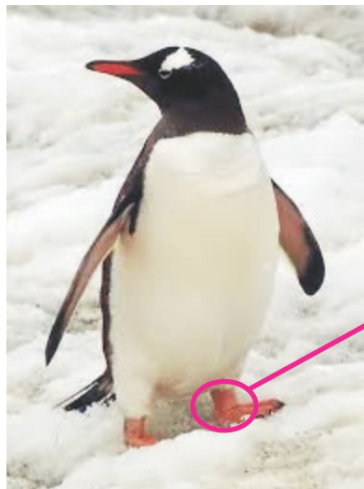
Figura 23-3. Hipófisis e hipotálamo. La vasopresina (ADH) se sintetiza principalmente en el núcleo supraóptico y se extiende en menor medida en los núcleos paraventriculares en el hipotálamo anterior. Es transportada hacia el tracto hipotálamo-hipofisario y almacenada en vesículas en la eminencia media y la hipófisis posterior (porción nerviosa), donde puede ser liberada hacia la sangre.



Mecanismo contracorriente

Para entenderlo veamos que en la naturaleza también ocurre este mecanismo:

Es una adaptación de la circulación



1-Animal que vive en ambiente frio



¿cómo hacen para conservar agua?

Para reabsorber el agua dejando soluto en la luz del túbulo debe existir un gradiente de concentración.



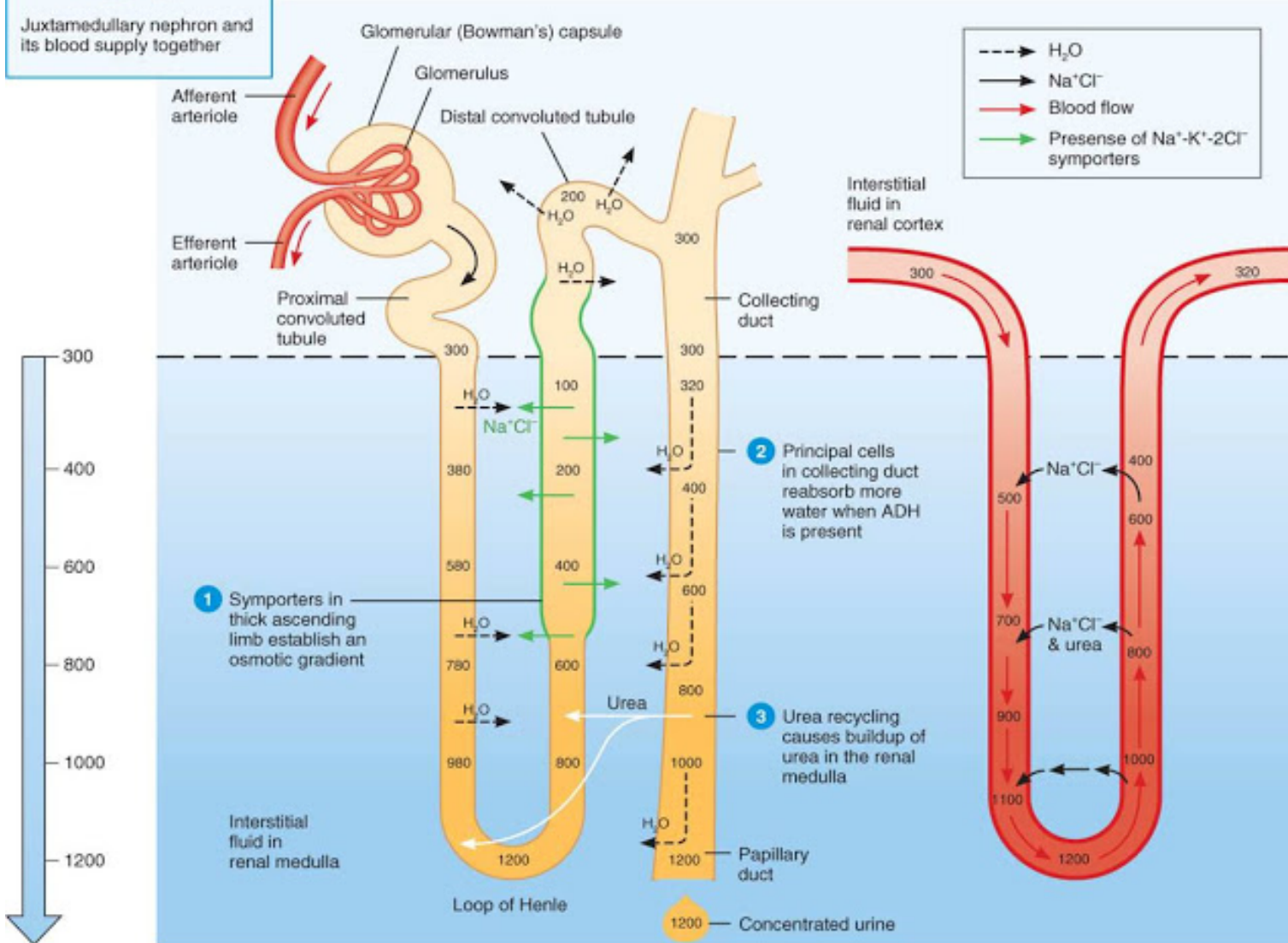
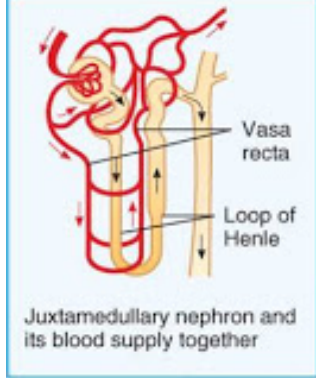
A través de una disposición de los vasos sanguíneos (capilares peritubulares llamados vasos rectos) y los túbulos renales, la medula renal mantiene una alta concentración osmótica en su líquido intersticial. Esta alta osmolaridad medular permite concentrar la orina.



Mecanismo de multiplicación por contracorriente



Mecanismo de multiplicación por contracorriente

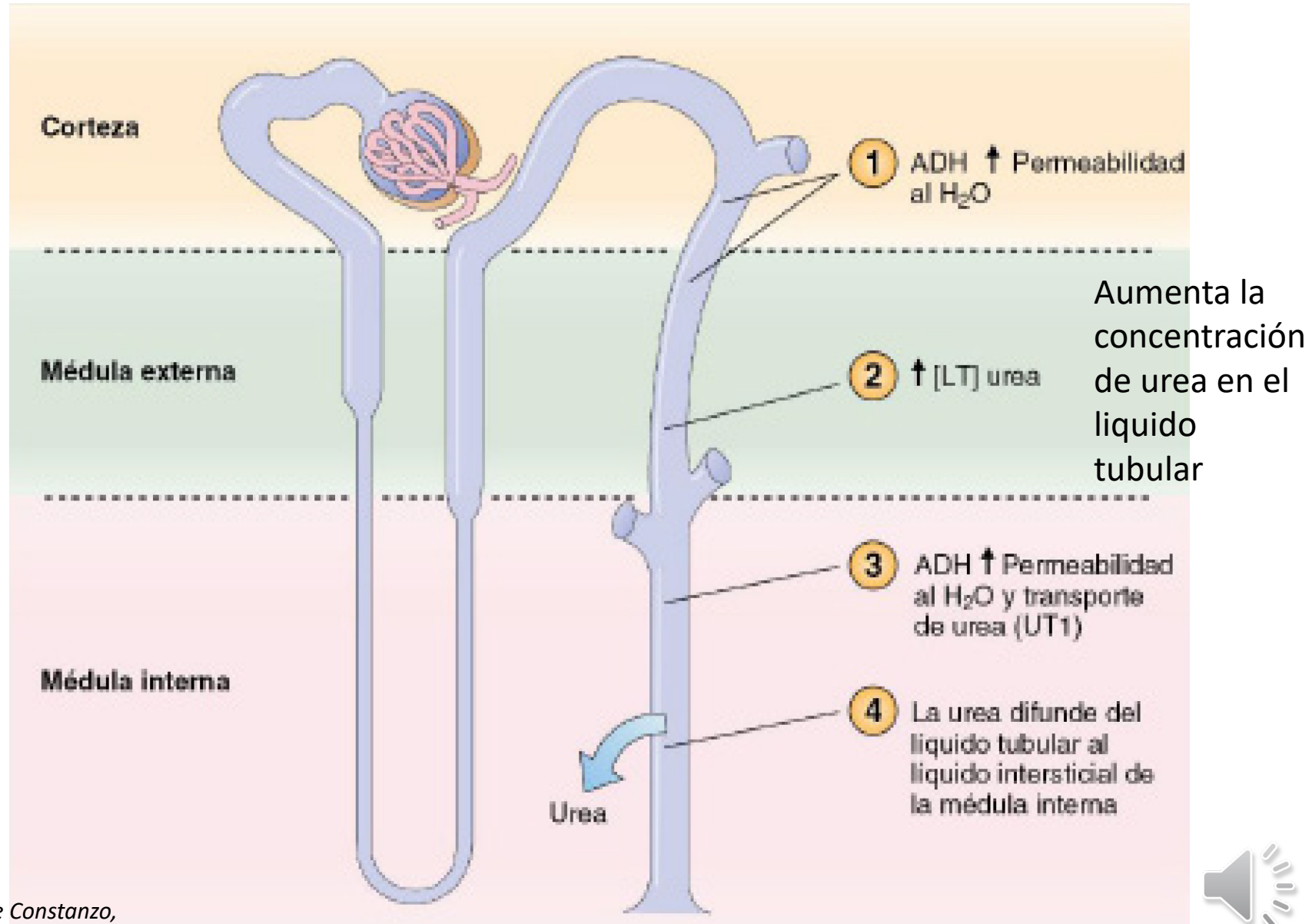


El intercambio de contracorriente de los vasos rectos y el flujo sanguíneo relativamente bajo minimizan el descenso de la hiperosmolalidad medular.

(a) Reabsorption of Na^+ , Cl^- and water in a long-loop juxtamedullary nephron

(b) Recycling of salts and urea in the vasa recta

La urea también contribuye a la hiperosmolaridad de la medula!



Aumento de la Osmolaridad plasmática >300 mOsM (los osmoreceptores son muy sensibles se activan con cambios del 10%)... se libera ADH

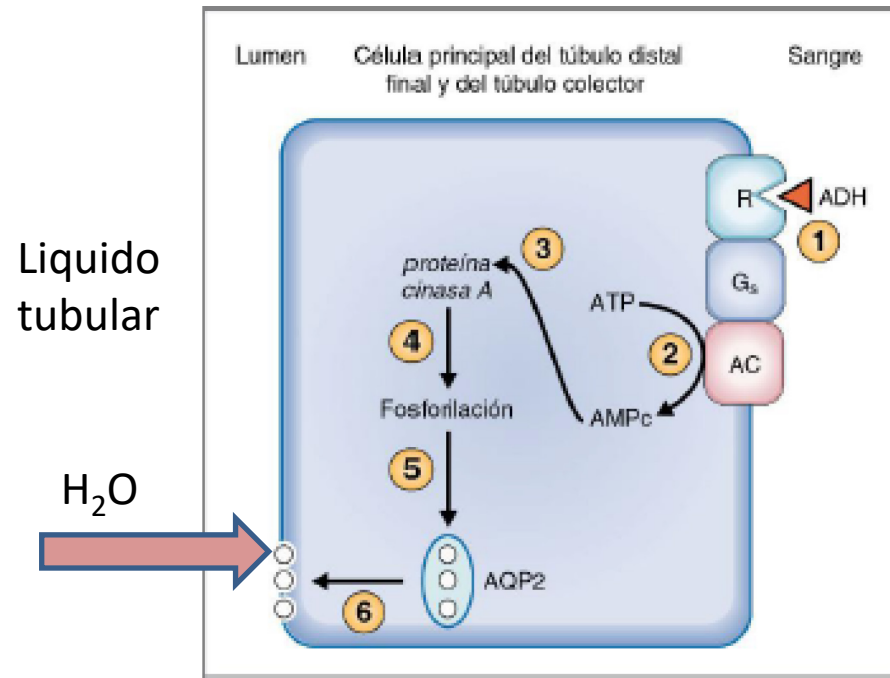


Figura 6-41 Mecanismo celular de la acción de la hormona antidiurética en la célula principal del túbulo distal final y del túbulo colector. Para una explicación de los números en círculos, véase el texto. AC, adenilciclasa; ADH, hormona antidiurética; AMPc, monofosfato cíclico de adenosina o AMP cíclico; AQP2, acuaporina 2; ATP, trifosfato de adenosina; G_s , proteína G estimuladora; R, receptor V_2 .

Extraído de Constanzo, 5ta Ed.

La ADH que viajó por la sangre llega al túbulo distal y túbulo colector. Allí se une a su receptor en la membrana basolateral y activa una vía de señalización que lleva a la translocación de las acuaporinas (AQP2, canales de agua) hacia la membrana apical. Así el agua del líquido tubular se reabsorbe pasando a la sangre, evitando el lavado de la medula renal y concentrando la orina.



SISTEMA RENINA ANGIOTENSINA
ALDOSTERONA
(SRAA)



¿Dónde están los mecanoreceptores o receptores de volumen?



Seno carotideo, arco aórtico, arteriola aferente renal, aurículas

¿Qué es el Volumen circulante efectivo (VCE)?

Es el volumen de sangre funcional que refleja la magnitud de la perfusión tisular en regiones concretas y se pone de manifiesto por la presión que ejerce sobre el interior de los vasos sanguíneos. En estado normal, el volumen circulante efectivo es igual al volumen del LEC.

Por lo tanto, si disminuye el volumen del LEC, el VCE disminuye y la presión arterial también disminuye. Veremos mas adelante, que deshidratación grave, una hemorragia importante producen estos efectos.

¿Qué sistema neurohumoral se activa ante cambios de volumen del LEC?

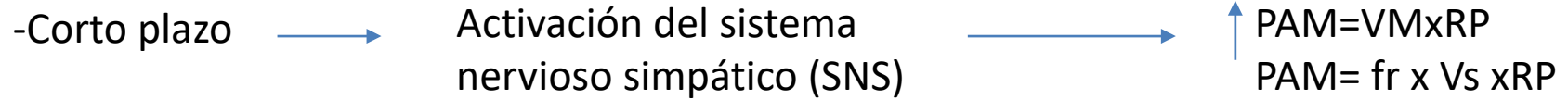
1-Sistema nervioso simpático (a corto plazo) y Sistema renina angiotensina aldosterona (SRAA) a largo plazo

2-Péptido natriurético auricular (ANP)



Disminución del Volumen circulante efectivo afectará la presión arterial:

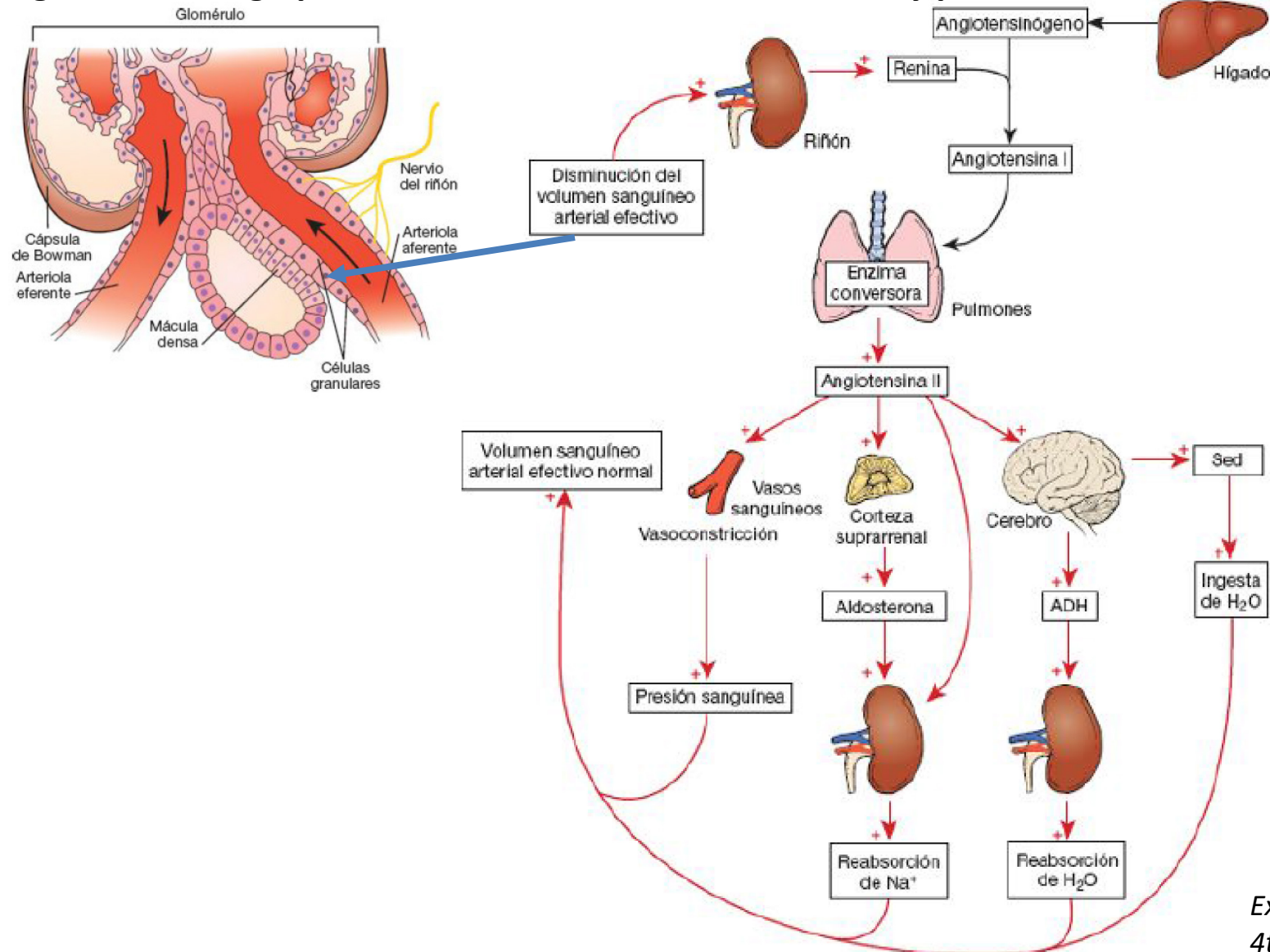
por ejemplo por hemorragia aguda, deshidratación



Esto es repaso!!!



Regulación a largo plazo del volumen circulante efectivo y presión arterial



Extraído del Rhoades 4ta Ed.

Figura 23-9. Componentes del sistema renina-angiotensina-aldosterona. Este sistema se activa ante una disminución del volumen sanguíneo arterial efectivo (p. ej., tras una hemorragia) y produce cambios compensadores que ayudan a restablecer la presión sanguínea arterial y el volumen sanguíneo normales. ADH, vasopresina.

ANP (péptido natriurético auricular)



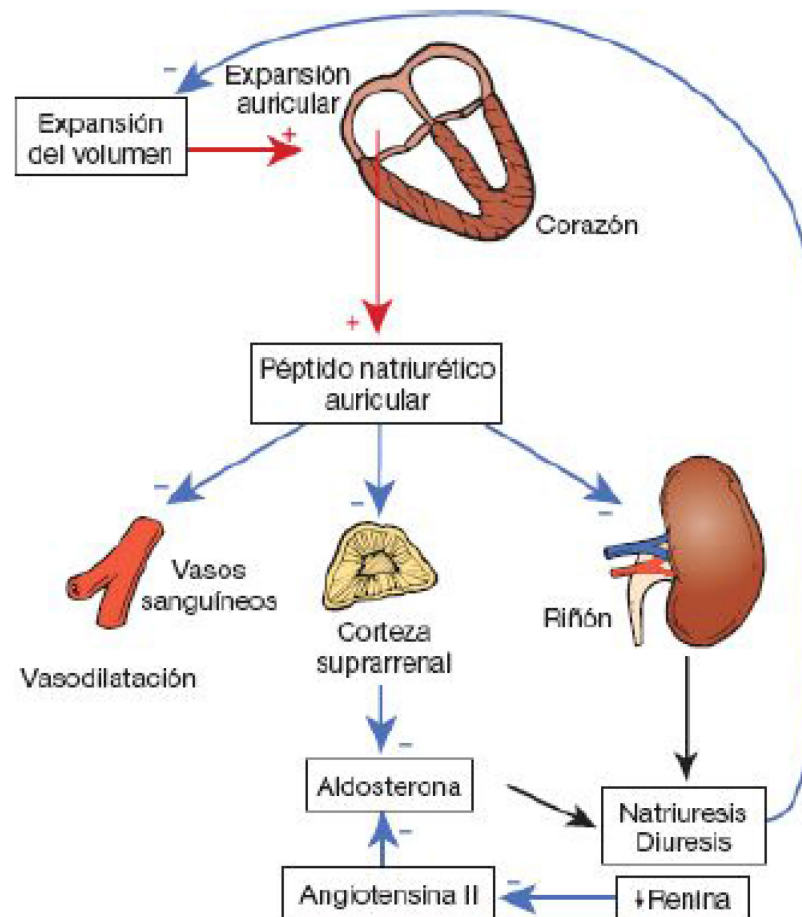
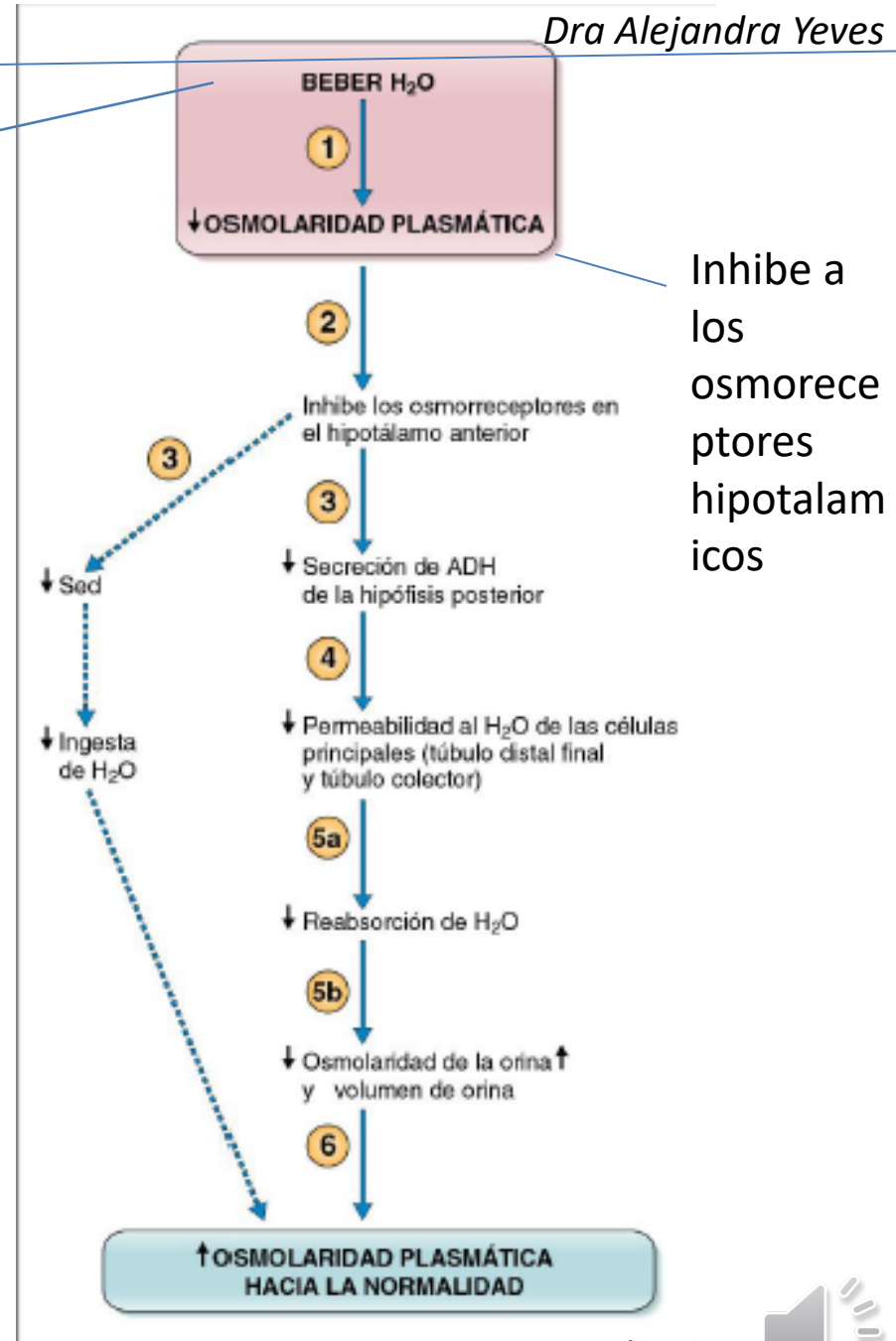


Figura 23-10. Péptido natriurético auricular (PNA) y sus acciones. La liberación de PNA desde la aurícula del corazón está estimulada por la expansión del volumen sanguíneo, el cual distiende la aurícula. El PNA produce efectos que retoman el volumen sanguíneo a valores normales, tal como un aumento de la excreción de Na^+ .

La activación de los mecanoreceptores auriculares por expansión producen la liberación de ANP.



Cambios del Volumen y OsM de importancia clínica...

Condición	Ejemplo	LEC		LIC	
		Vol	OsM	Vol	OsM
Expansión hiposmótica	Ingesta excesiva de agua	↑	↓	↑	↓
Expansión hiperosmótica	Ingesta de comida muy salada	↑	↑	↓	↑
Expansión isosmótica	Edema	↑	=	=	=
Contracción isosmótica	Hemorragia Diarrea quemaduras	↓	=	=	=
Contracción hiperosmótica	Sudoración excesiva	↓	↑	↓	↑
Contracción hiposmótica	Pérdida de sales por el riñón (por ej insuf suprarrenal)	↓	↓	↑	↓



Resumiendo.... Podrian completar este cuadro?

Ejemplo	Estimulo	Receptor	Hormona	Mecanismo	Respuesta
----------------	-----------------	-----------------	----------------	------------------	------------------

Ingesta de
comida salada

↑
OsM

Beber
grandes
volúmenes de
agua

↑ Volumen
del LEC
↓ OsM inhibe a la ADH

Hemorragia crónica
Diarrea crónica
Quemaduras extensas

↓ Volumen LEC
↓ Presión arterial



Gracias por su atención

