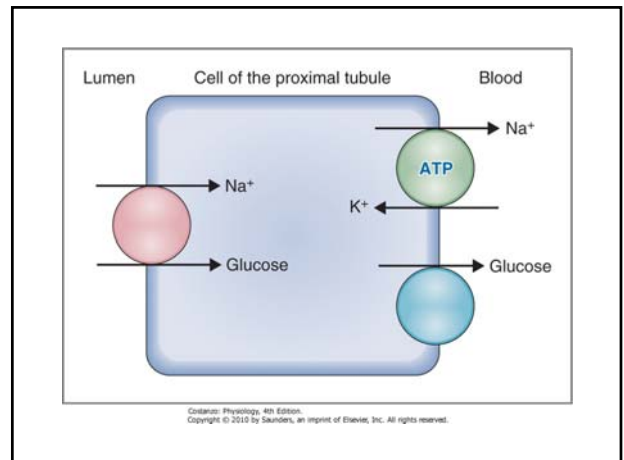
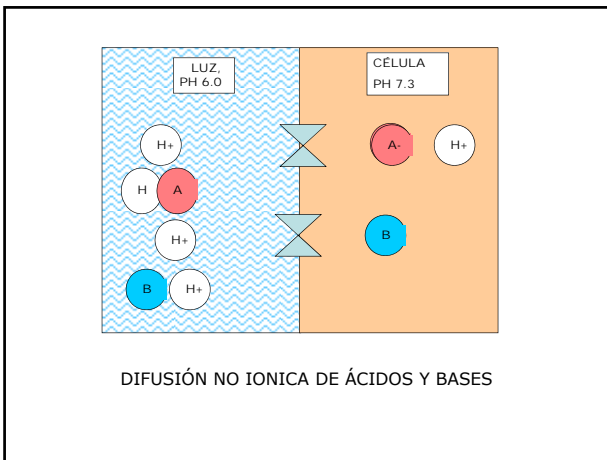
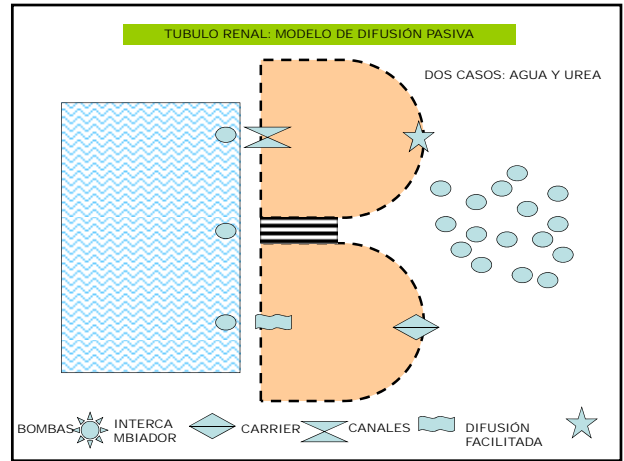
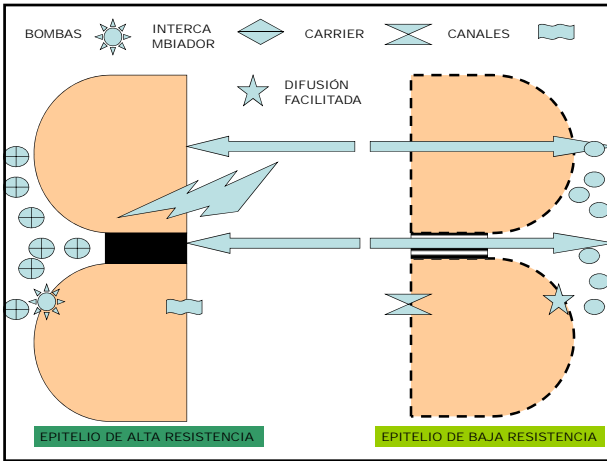
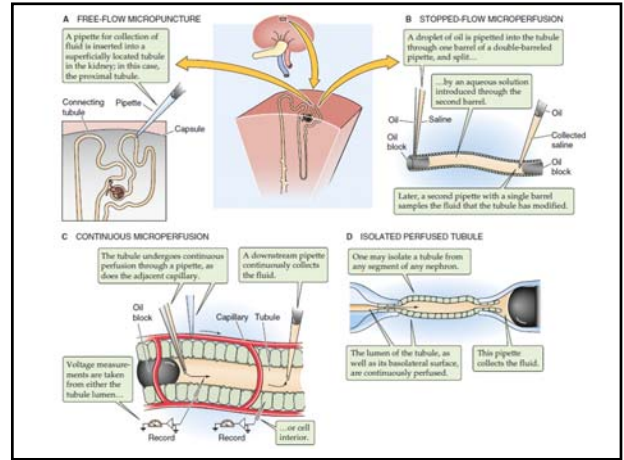
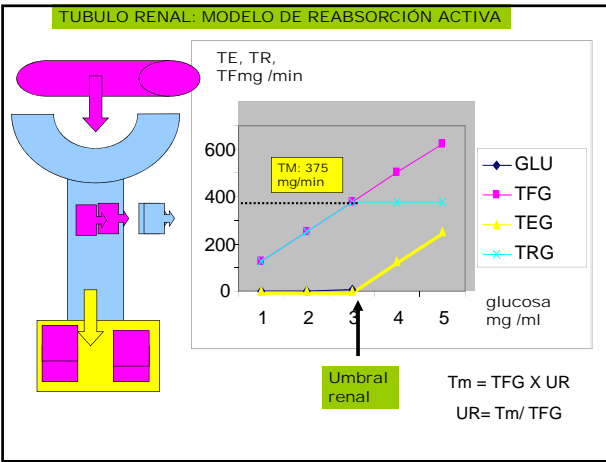


# Transporte Tubular (I)

- Transporte con máximo tubular
- Reabsorción y Secreción tubular
- Difusión de urea
- Difusión no iónica de ácidos y bases débiles





**RELACION DE LAS CONCENTRACIONES PLASMATICAS CON EL ACLARAMIENTO**

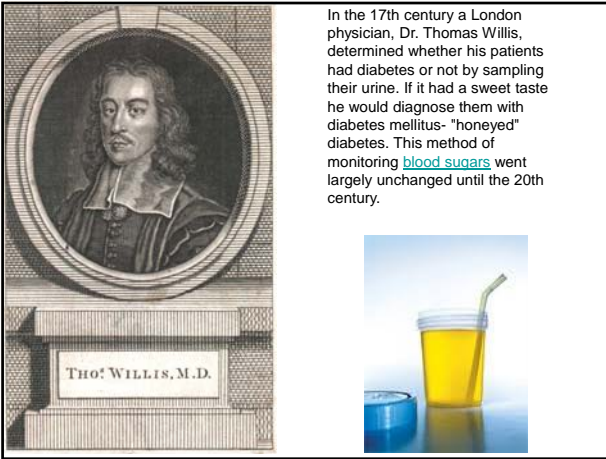
**INULINA:** Es claramente independiente porque la tasa de excreción será proporcional a lo filtrado, que no se modifica en el túbulo.  
 $C_i = TE_i / [I]_p$ , los dos términos aumentan en la misma proporción,

**CREATINA:** A medida que aclaramiento disminuye, aumenta su concentración en plasma y la TE se mantiene.

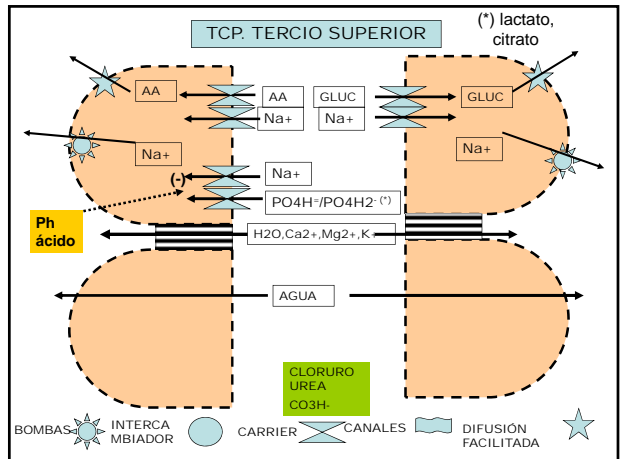
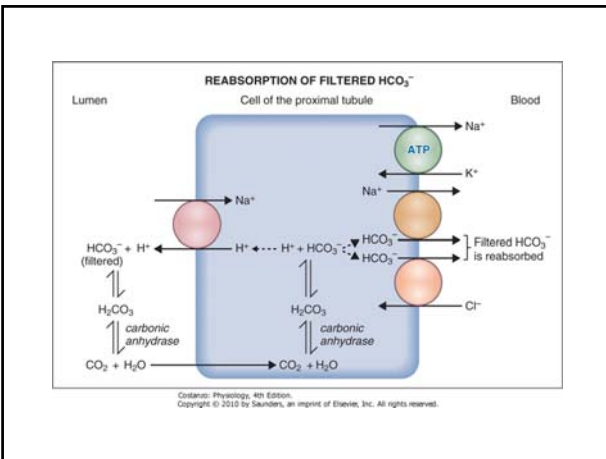
**GLUCOSA :** Depende mucho de la modificación tubular porque la tasa de excreción aumenta al saturarse los mecanismos de Reabsorción, hasta resultar insignificante la fracción reabsorbida.

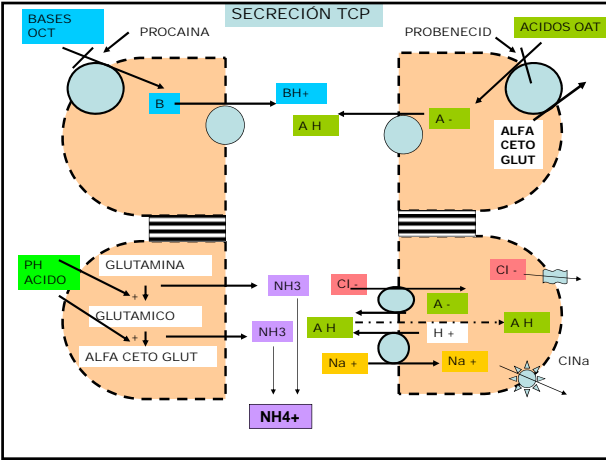
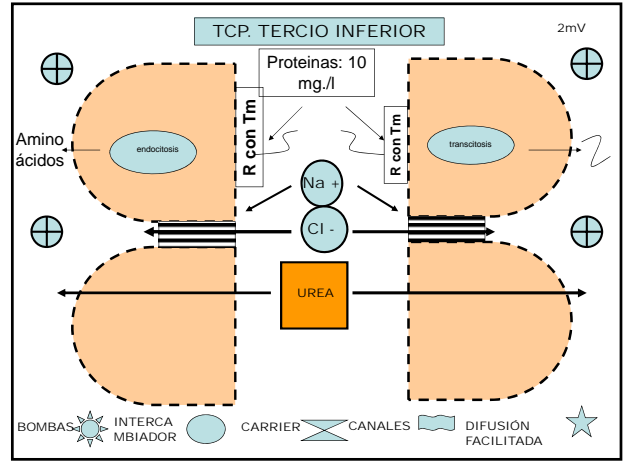
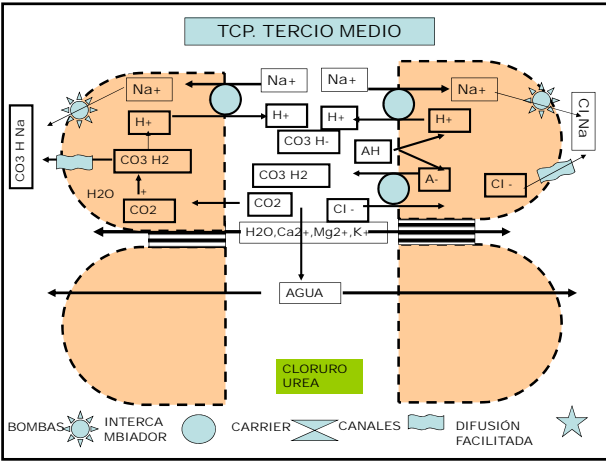
$TE_g = CT_g - TR_g$   
 $[G]_o \times V_o = TFG \times [G]_p - TR_g$   
 Dividimos por  $[G]_p$   
 $C_g = C_i - TR_g / [G]_p \longrightarrow \infty$ , el término se hace cero

Si la concentración de glucosa en sangre tiende a infinito, la mayoría de la glucosa filtrada se excreta y el aclaramiento de glucosa se iguala al de inulina.



- Transporte Tubular (2).**  
**Reabsorción y secreción de agua y electrolitos**
- Túbulo proximal
  - Asa de Henle
  - Túbulo distal y colector
  - Regulación de la reabsorción y de la secreción de  $Na^+$
  - Regulación de la reabsorción y de la secreción de  $K^+$



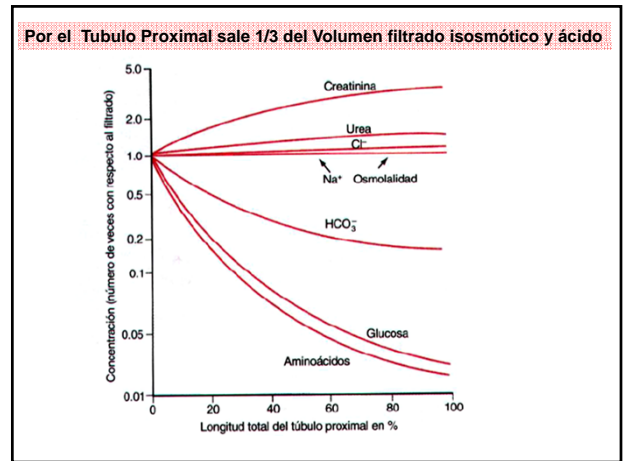


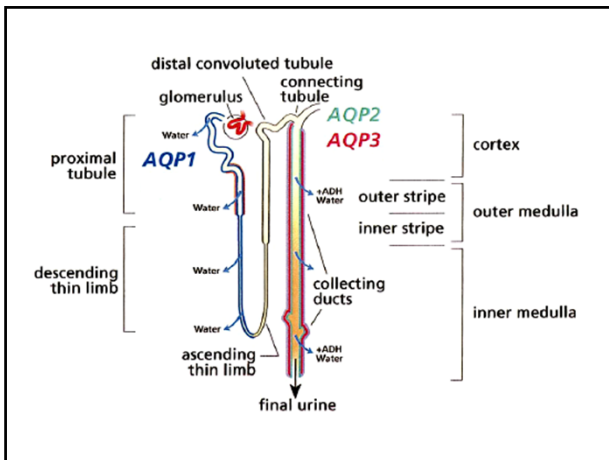
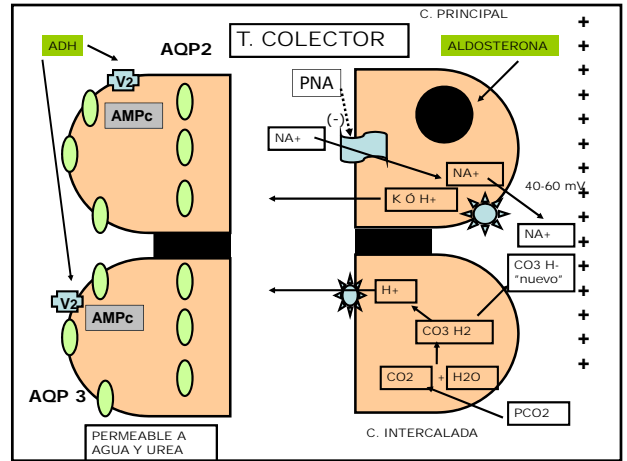
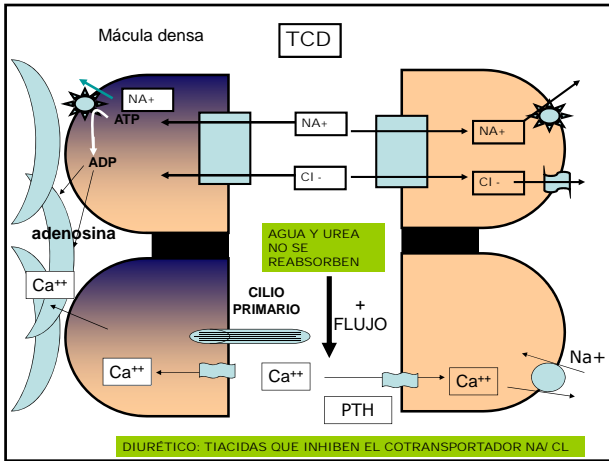
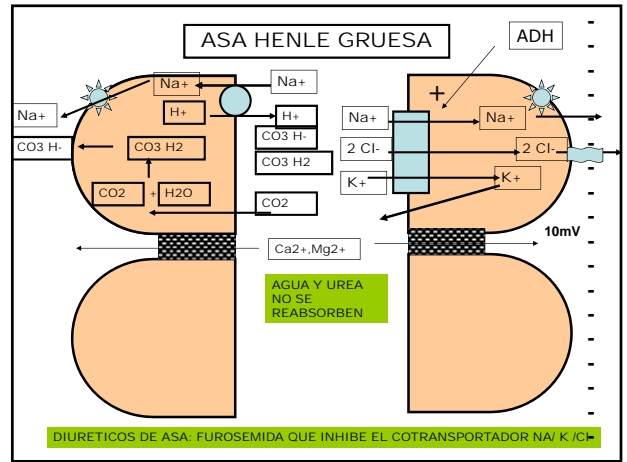
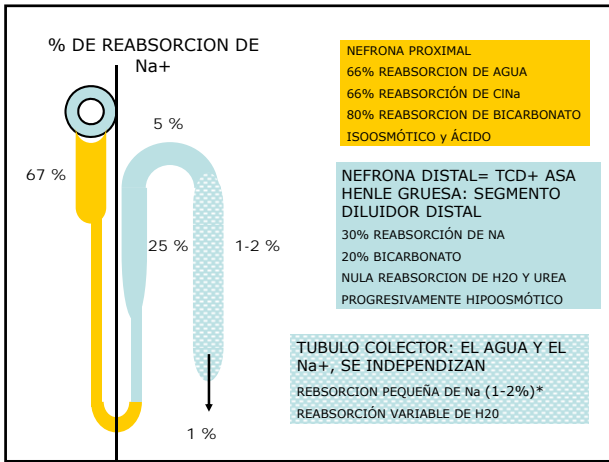
### SECRECIÓN TUBULAR DE ÁCIDOS Y BASES

	ACIDOS	BASES
<b>Naturales</b>	Ac. Úrico Ac. Biliares Ac. Oxálico	Histamina Epinefrina Dopamina
<b>Medicamentos</b>	Ac. Barbitúrico Ac. Salicílico Tiacidas	Morfina Cimetidina Amiloride
<b>Inhibidores</b>	Probenecid	Procaína

**TCP: RESULTADO NETO 2/3 DEL FILTRADO EN AGUA, SODIO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO, CLORURO**  
 50% EN UREA Y PO<sub>4</sub>H=   
 80% EN CO<sub>3</sub>H-   
 100% EN AZÚCARES Y AA   
 100% EN PROTEÍNAS   
 100% SECRECIÓN DE ÁCIDOS Y BASES

LO QUE SALE ES ISOOSMÓTICO, LIBRE DE AZÚCARES Y AA, LIGERAMENTE ACIDO Y SE AJUSTA A LOS 2/3 DE LA CARGA TUBULAR  
**BALANCE GLOMÉRULO TUBULAR**





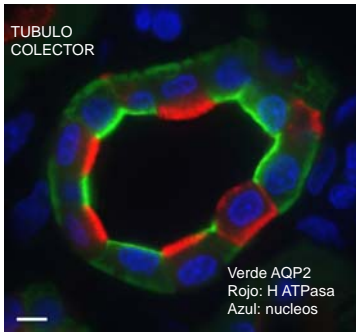
**LAS ACUOPORINAS ESTAN EN EL LADO BASOLATERAL DEL TC DE FORMA PERMANENTE, SOLO EN PRESENCIA DE ADH APARECEN EN AMBOS LADOS Y EL EPITELIO SE CONVIERTE EN PERMEABLE AL AGUA.**

Nielsen S et al. *Physiol Rev* 2002;82:205-244

Physiological Reviews

©2002 by American Physiological Society

### INMUNOHISTOQUIMICA DEL T. COLECTOR



The Journal of  
**Experimental  
Biology**

©2009 by The Company of Biologists Ltd

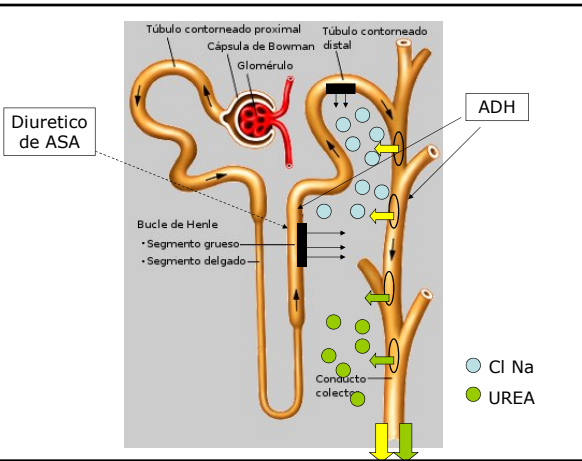
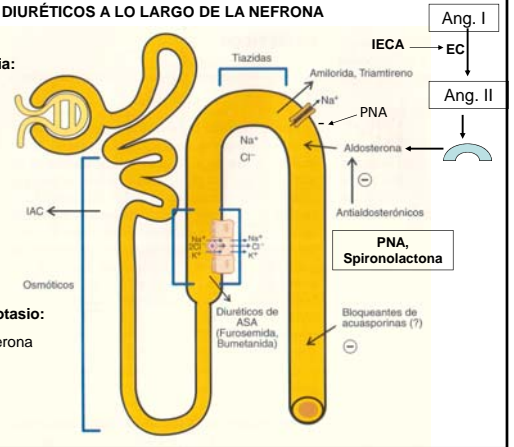
### DIURÉTICOS A LO LARGO DE LA NEFRONA

**Producen hipotasemia:**

- Osmóticos
- IAC
- ASA
- Tiazidas

**Ahorran potasio:**

- Antialdosterona
- PNA
- IECA
- Amiloride



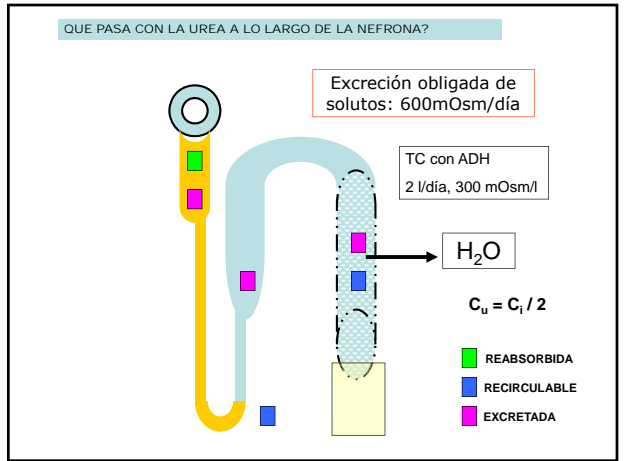
### QUE PASA CON LA UREA A LO LARGO DE LA NEFRONA?

Excreción obligada de solutos: 600mOsm/día

TC con ADH  
2 l/día, 300 mOsm/l

$$C_u = C_i / 2$$

REABSORBIDA  
RECIRCULABLE  
EXCRETADA



### QUE PASA CON EL ACLARAMIENTO DE UREA SI AUMENTA EL VOLUMEN DE ORINA?

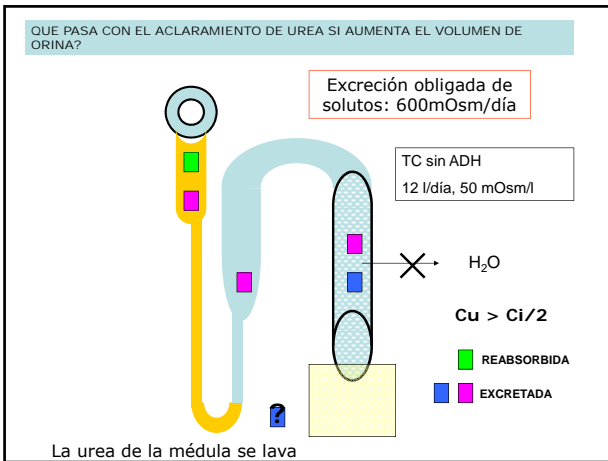
Excreción obligada de solutos: 600mOsm/día

TC sin ADH  
12 l/día, 50 mOsm/l

$$C_u > C_i / 2$$

REABSORBIDA  
EXCRETADA

La urea de la médula se lava



### EXCRECIÓN DIARIA DE 600mOsm/l. ¿en cuanta orina?

Segmento diluidor distal  
100-50 mOsm/l

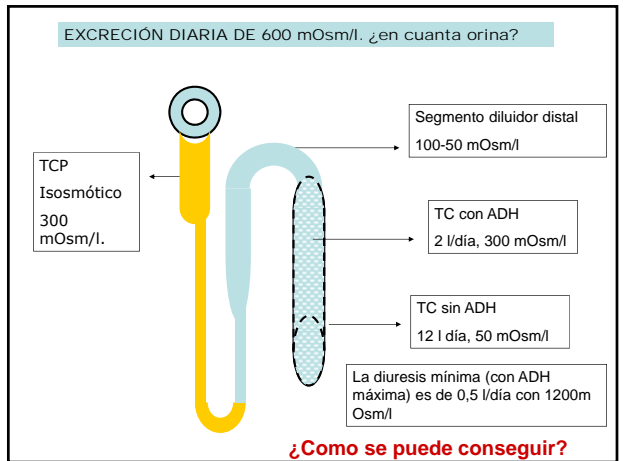
TCP  
Isosmótico  
300 mOsm/l.

TC con ADH  
2 l/día, 300 mOsm/l

TC sin ADH  
12 l día, 50 mOsm/l

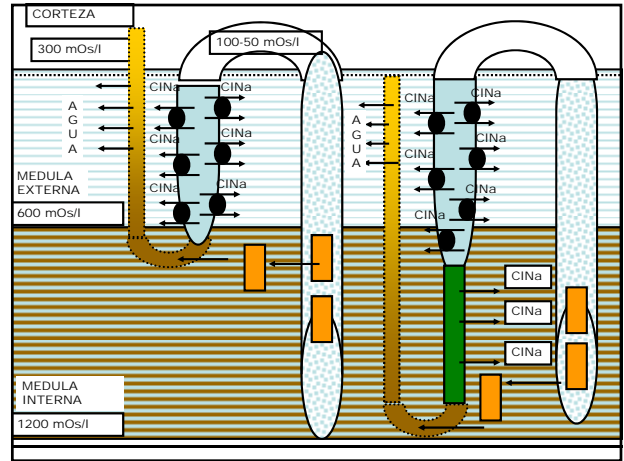
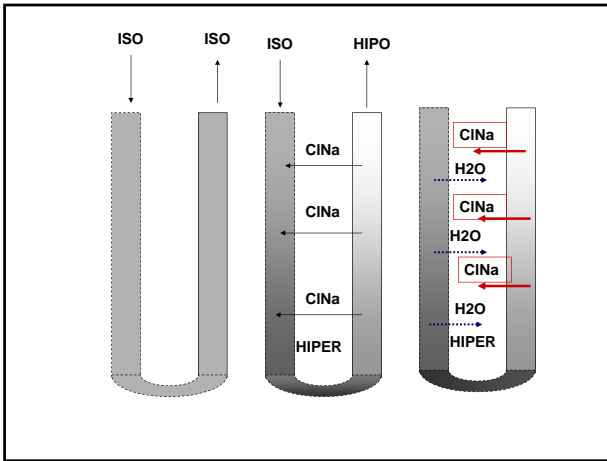
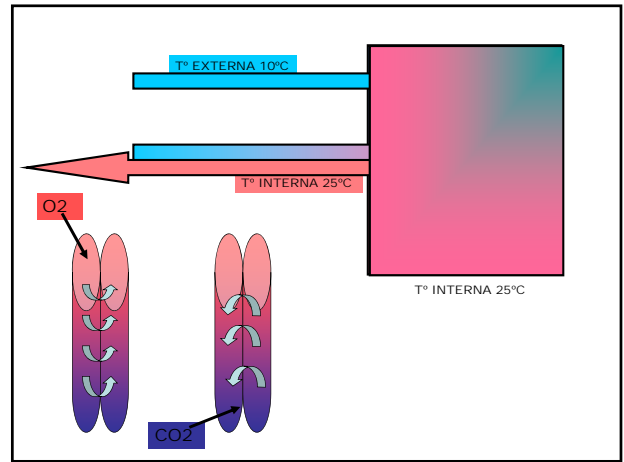
La diuresis mínima (con ADH máxima) es de 0,5 l/día con 1200m Osm/l

¿Como se puede conseguir?

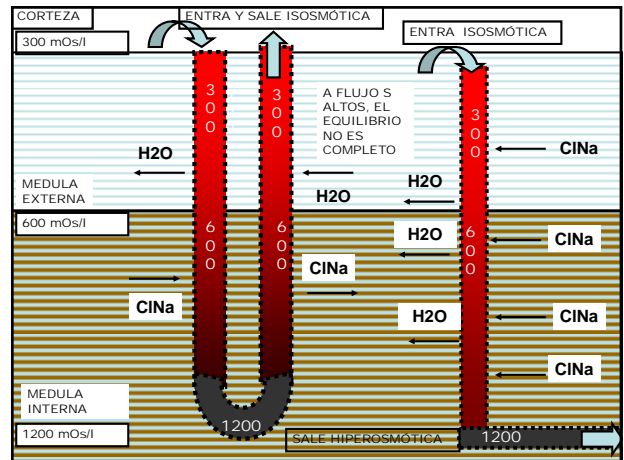
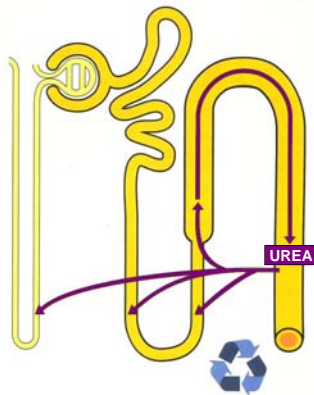


## Concentración y dilución de la orina

- Génesis del gradiente osmótico medular.
- Multiplicación por contracorriente.
- Importancia de la urea y de los vasos rectos
- Aclaramiento osmolar y de agua libre.
- Diuresis y antidiuresis



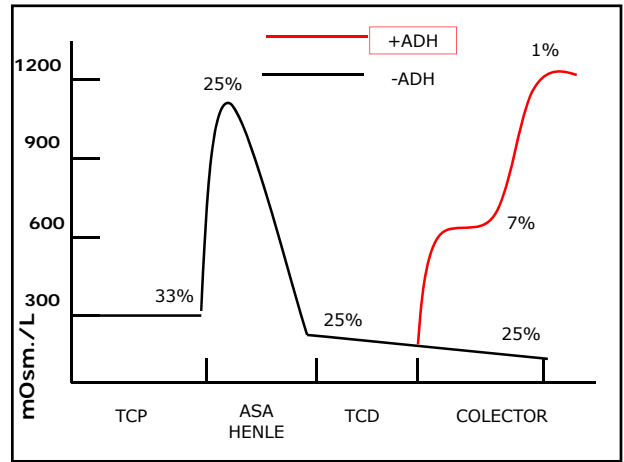
La recirculación de la urea contribuye a desarrollar la hiperosmolaridad de la medular



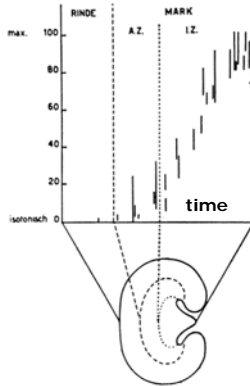
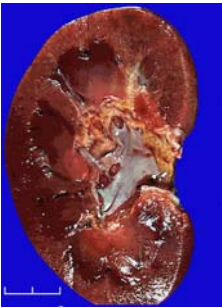
El delta del Ebro arrastra la tierra al mar



En el cañón del Ebro se retiene la tierra (como en los vasos rectos)



CONGELACION DE LOS DIFERENTES SECTORES CORTICO-MEDULARES



El aclaramiento osmolar es el volumen de plasma que se depuró de 300 mOsm en la unidad de tiempo

$$Co = [Osm]_o \cdot Vo / [Osm]_p$$

El aclaramiento de agua libre  $C_{H_2O} = Vo - CO$

Si  $[Osm]_o = [Osm]_p$  entonces  $Co = Vo$  y  $C_{H_2O} = 0$

Si  $[Osm]_o > [Osm]_p$  entonces  $Co > Vo$  y  $C_{H_2O}$  sera -

Si  $[Osm]_o < [Osm]_p$  entonces  $Co < Vo$  y  $C_{H_2O}$  sera +

El aclaramiento de agua libre será el agua que le sobra(+) o le falta (-) a la orina para ser isosomática

EXCRECIÓN OBLIGADA DE 600mOsm/ DIA

DIURESIS NORMAL	DIURESIS ACUOSA	ANTIURIRESIS
ADH NORMAL 400mOsm/l Vo 1.5 litros/ día	ADH BAJA 50mOsm/l Vo 12 litros/ día	ADH MAXIMA 1200mOsm/l Vo 0.5 litros/ día
$Co = 600/300 = 2$ l/d	$Co = 600/300 = 2$ L/ d	$Co = 600/300 = 2$ L/ d
$C_{H_2O} = 2 - 1.5 = -0.5$ L se ahorran 0.5L/día	$C_{H_2O} = 2 - 12 = -10$ L Se pierden 10 L/día	$C_{H_2O} = 0.5 - 2 = +1.5$ L se ahorran 1.5L/día

**Aclaramiento osmolar:** Volumen de plasma depurado de 300mOsm/día

$$Co = Vo \times [Osm]_o / [Osm]_p = 1.5 \times 400 / 300 = 2 \text{ litros/día.}$$

**Aclaramiento de agua libre:** es el volumen que se ahorra(-) o se pierde (+) de agua.

$$C_{H_2O} = Vo - Co = 1.5 - 2 = -0.5 \text{ l/día. (el riñón ahorra agua)}$$

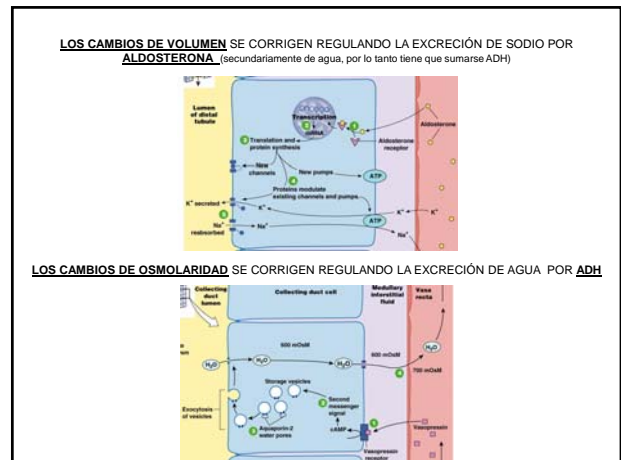
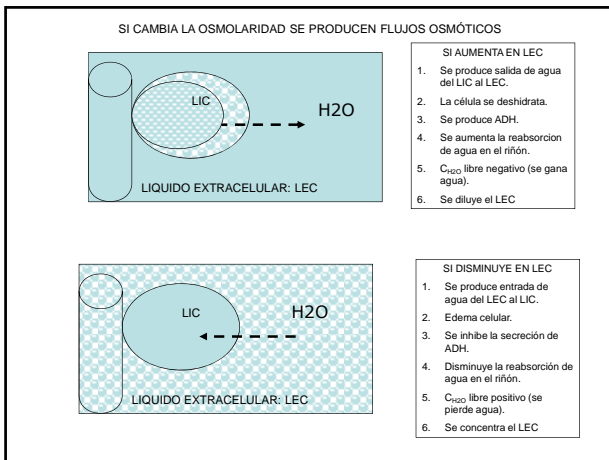
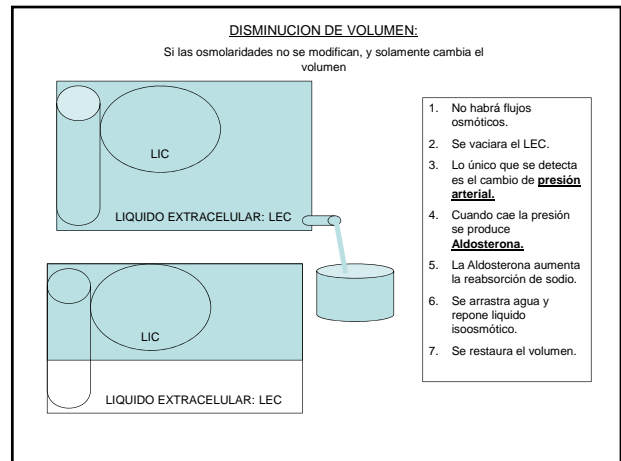
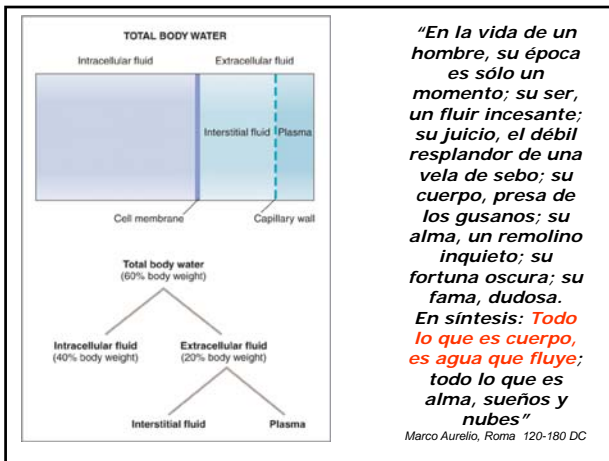
Tabla 36-2 Composición de la orina

Sustancia	Concentración
Na <sup>+</sup>	50-130 mEq/l
K <sup>+</sup>	20-70 mEq/l
Amonio	30-50 mEq/l
Ca <sup>++</sup>	5-12 mEq/l
Mg <sup>++</sup>	2-18 mEq/l
Cl <sup>-</sup>	50-130 mEq/l
Fosfato inorgánico	20-40 mEq/l
Urea	200-400 mM
Creatinina	6-20 mM
pH	5,0-7,0
Osmolalidad	500-800 mOsm/kg H <sub>2</sub> O
Glucosa	0
Aminoácidos	0
Proteínas	0
Sangre	0
Cuerpos cetónicos	0
Leucocitos	0
Bilirrubina	0

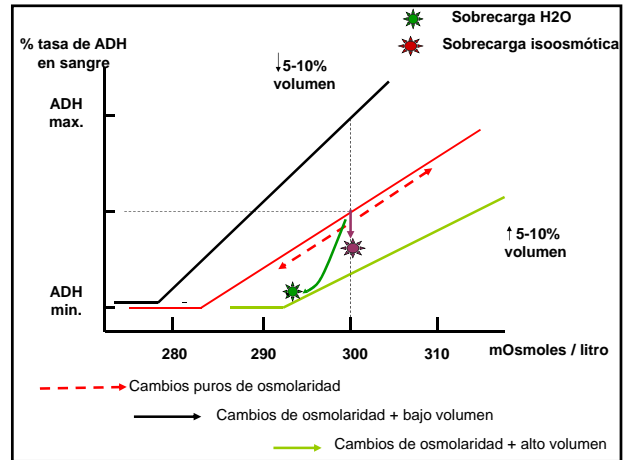
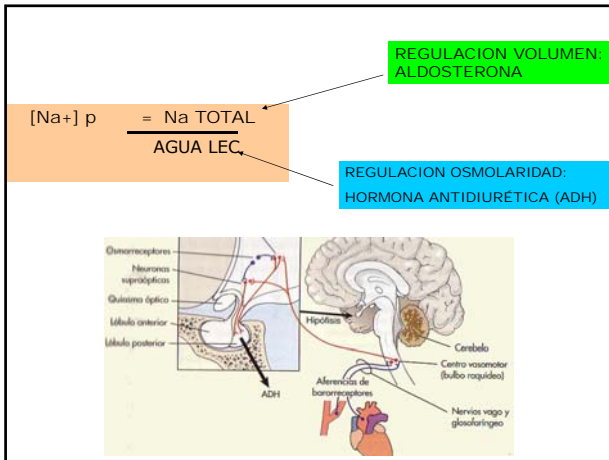
DIURÉTICOS: producen diuresis y natriuresis y, habitualmente, kaliuresis		
Tipo	Lugar	Acción
Inhibidores de la anhidrasa carbónica (acetazolamida)	TCP	TCP Inhibe la absorción de $\text{Na}^+$ y $\text{CO}_3\text{H}^-$ . Pueden producir acidosis. Interesantes en alcalosis y Glaucoma. (pierde K)
Osmóticos (manitol, urea, glucosa)	TCP	Gradiente osmótico que se opone a la reabsorción de $\text{Na}^+$ . (pierde K)
Diuréticos de asa (furosemida y bumetanida)	Asa de Henle (Segmento diluidor)	Bloquea $\text{Na-K-2Cl}$ (NKCC2) y multiplicación por contracorriente. Disipa el gradiente de osmolaridad medular. Muy potentes. (pierde K)
Tiazidas	TCD1 (Seg inicial)	Cotransporte $\text{NaCl}$ . Diurético suave. (pierde K)
Inhibidores de $\text{ENaC}$ (amilorida)	TCD y TC	Bloquea Canal epitelial de $\text{Na}$ ( $\text{ENaC}$ ). Inhibe la reabsorción de $\text{Na}$ y la secreción de $\text{K}^+$ (Ahorrador de $\text{K}^+$ )
Antagonistas de la aldosterona (espironolactona)	TC	Inhibe la absorción electrogenica de $\text{Na}^+$ y por tanto la secreción de $\text{K}^+$ (Ahorrador de $\text{K}^+$ )
Diuréticos xánticos (Teofilina, teobromina, cafeína)	Médula renal	Aumento del flujo en los vasos rectos, que disminuye la osmolaridad de la médula.

## Regulación del volumen y la osmolaridad del organismo

- Regulación de la Osmolaridad: ADH
- Regulación del Volumen. Receptores de volumen. Renina. Aldosterona. Péptido Natriurético Atrial.







**La secreción de ADH se regula también desde los receptores de presión y volumen:**

Se detectan cambios del 5-10%

- Receptores de baja presión (volemia): receptores auriculares y en vasos pulmonares
- Receptores de alta presión (presión arterial): barorreceptores carotídeos y aórticos
- Nucleos SO y PV

•Cuando cae la presión y/o el volumen...+ADH para la misma osmolaridad y se reabsorbe mas agua

OTROS: ALCOHOL (-) NICOTINA(+) PNA (-) AGII (+)

**ADH: Acciones**

- Tubulo colector permeable a agua
- Aumenta la reabsorción de urea
- Aumenta el gradiente medular
- Vasoconstricción de vasos rectos

Aumento de la reabsorción de CINA en asa Henle gruesa

**¡TODO PARA EXCRETAR MENOS ORINA Y MAS CONCENTRADA! (ANTI DIURESIS)**

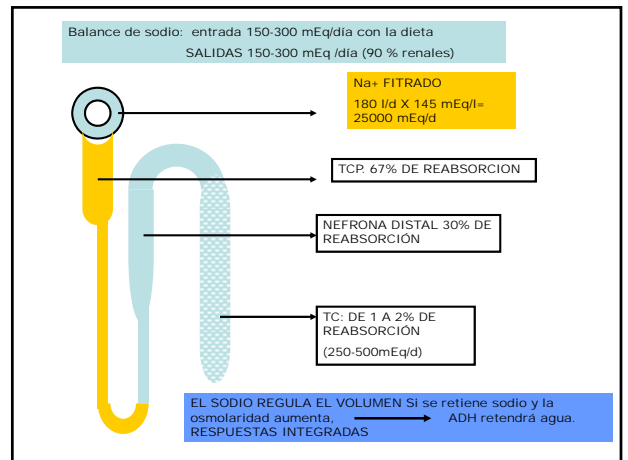
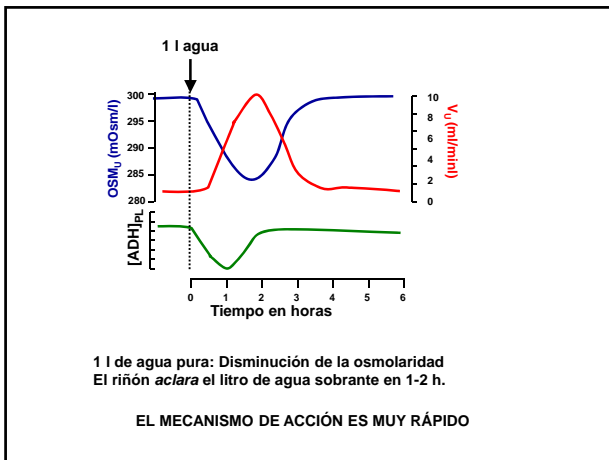
**MECANISMO DE LA SED**

Se inicia por deshidratación celular en núcleos SO y PV

Disminución de la Presión arterial (Angiotensina II)

Sequedad de mucosas

Alta precisión




### DETECCIÓN DE LOS CAMBIOS DE PRESIÓN Y VOLUMEN POR BARORRECEPTORES

**Se informan del volumen circulante efectivo**

**Detectan cambios del 5-10%**

**Barorreceptores Auriculares: Volumen**

Liberan Péptido Natriurético  
 ↑ TFG  
 ↓ secreción de Aldosterona  
 ↓ secreción de ADH y SED  
 ↓ Reabsorción de Na<sup>+</sup> en TC por ENAC

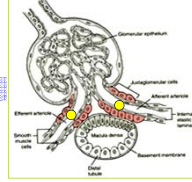
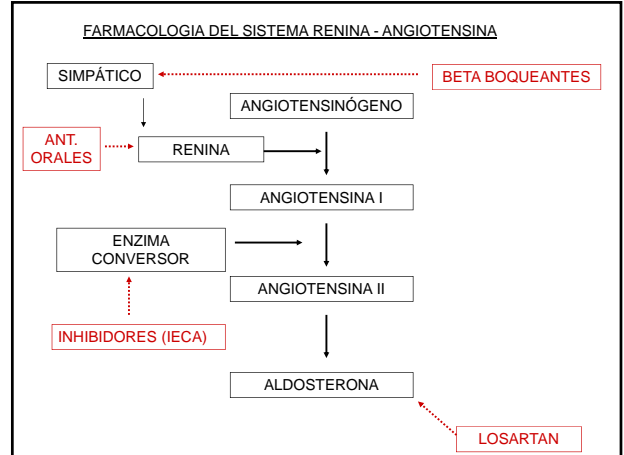
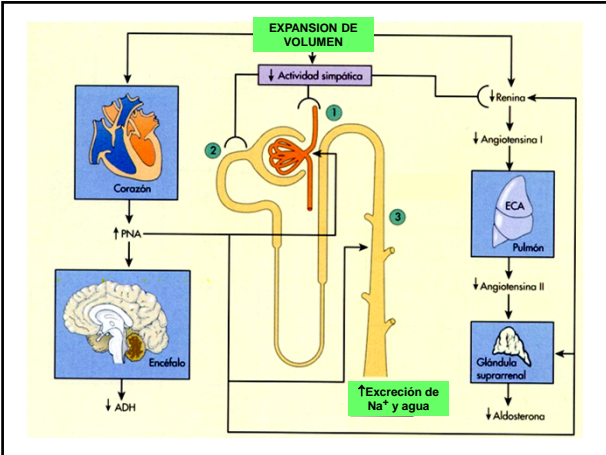
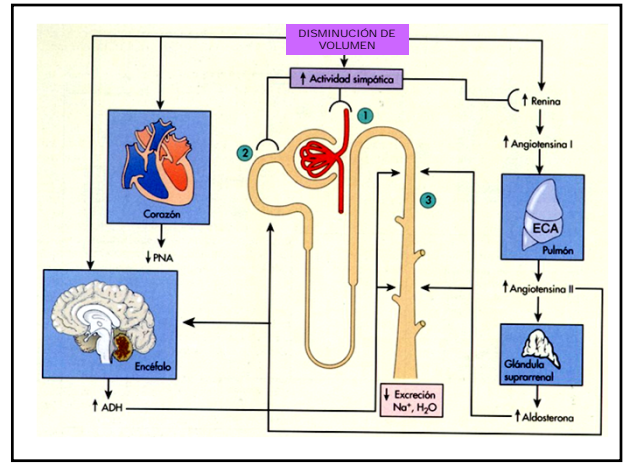
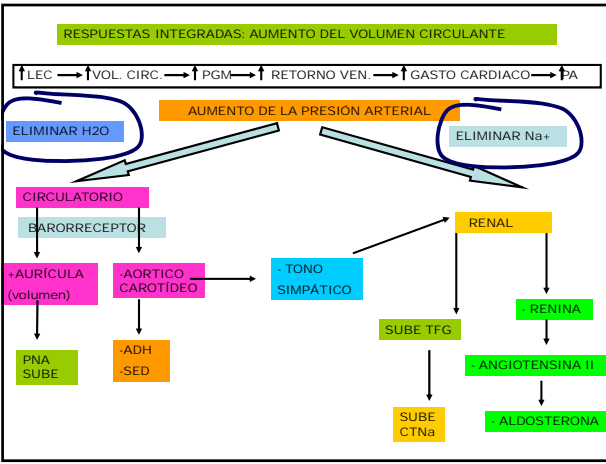
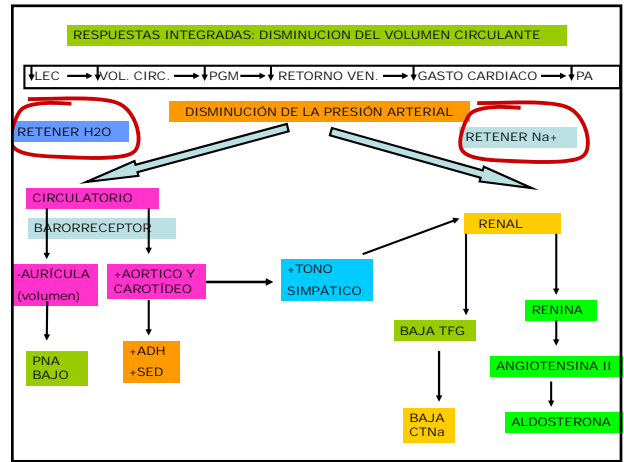


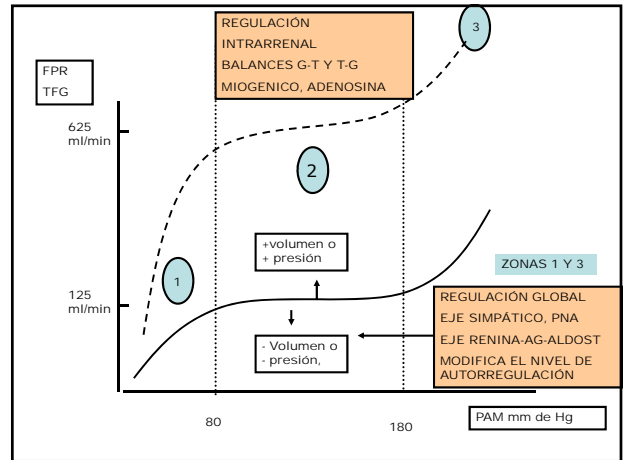
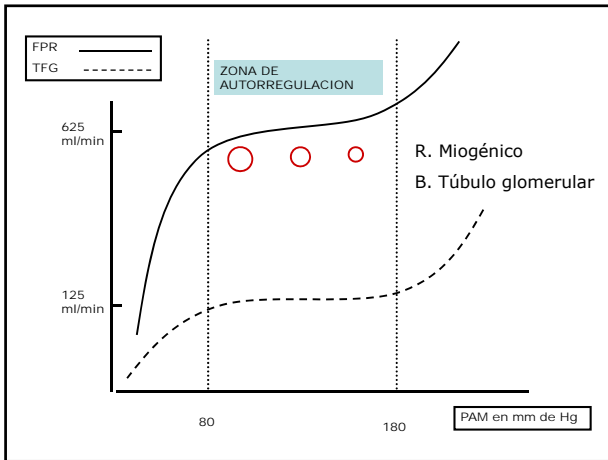
**Barorreceptores Aórticos y Carotídeos: Presión**

Activan el Sistema Nervioso Simpático + Adrenalina + Renina

**Barorreceptores Aparato Yuxtaglomerular: Presión**

Liberan **Renina**, que produce:  
 Angiotensina II (+ADH y SED)  
 ↑ ALDOSTERONA  
 ↑ reabsorción de Na<sup>+</sup>  
 ↑ Secreción de K<sup>+</sup>



## Regulación del Equilibrio Acido-Base

- El tampon  $\text{CO}_2$ / bicarbonato
- El diagrama de Davenport.
- Acidosis y alcalosis: Origen y compensación renal.
- Mecanismos de secreción y reabsorción de bicarbonato.
- Tampones de la orina