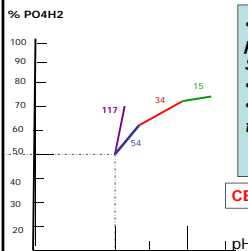
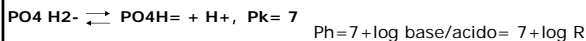


Regulación del Equilibrio Acido-Base

- El tampon 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

TITULACIÓN DE FOSFATO



• La CB indica el cambio de pH para una adición acida concreta. Se mide en Slykes.
 • 1 Slyke = $[\text{H}^+] / 1$ unidad de pH
 • Un tampon mejor sera el que tenga un n° de Slyke mas alto

$\text{CB} = \Delta\text{pH} / \Delta\text{pH}$ es la pendiente en cada paso

- LA CB ES MAYOR CUANDO:**
- Se trabaja cerca del pK
 - La concentración de tampón es mayor

TAMPÓN FOSFATO, 100 mM, 200mM

$\text{Ph} = \text{P}_k + \log \frac{[\text{CO}_3\text{H}^-]}{[\text{CO}_2 \times 0,03]}$

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$

$7.4 = 6.1 + \log \frac{24}{1.2} = 6.1 + 1.3 = 7.4$

si vale 20, el pH es 7.4

TAMPONES DE LA SANGRE, PK	CONC.	CB
FOSFATO	7 1mM	0.5
PROTEINAS	7 70 gr/l	7
HEMOGLOBINA	7 150 gr/l	30
BICARBONATO	6,1 24 mEq/l	3.6
SUMA(sin bicarbonato)		37.5

EL DENOMINADOR SE MANTIENE CONSTANTE Y, ADEMÁS, SE REGULA POR EL PULMON

EL NUMERADOR, DEBE REPONERLO EL RIÑON

PCO2 x.03	LOG R	PH
20	0.6	1.6 7.7
30	0.9	1.4 7.5
40	1.2	1.3 7.4
50	1.5	1.2 7.3
60	1.8	1.1 7.2

$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{[\text{CO}_3\text{H}^-]}{[\text{PCO}_2 \times 0,03]}$

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3\text{H}^- + \text{H}^+$

$[\text{CO}_3\text{H}^-] = [\text{H}^+] = 17.5 \times \Delta\text{pH}$

CB = $[\text{H}^+] / \Delta\text{pH} = 17.5$ Slykes

PROT -
PROT H

EN CONDICIONES NORMALES EL SISTEMA FUNCIONA CON PCO2 FIJA A 40 mm DE Hg

$\text{pH} = \text{pK} + \log (\text{CO}_3\text{H}^- / 0.03 \times 40)$

$\text{CO}_3\text{H}^- = 1.2 \times 10^{(\text{pH}-6.1)}$

pH	(pH - 6.1)	10 ⁽ⁿ⁾	CO3H
7.4	1.3	20.0	24
7.5	1.4	25.1	30
7.6	1.5	31.6	38
7.2	1.1	12.6	15
7.0	0.9	7.9	9.5
6.8	0.7	5.0	6

LA CURVA QUE SE OBTIENE SE DENOMINA ISOBARA DE PCO2 = 40 mmHg

Pendiente = 50 Slykes

PCO2	LOG R	PH
20	1.6	7.6
30	1.4	7.5
40	1.3	7.4
50	1.2	7.3
60	1.1	7.2

$\text{CO}_3\text{H}^- = 0.6 \times 10^{(\text{pH}-6.1)}$

$\text{CO}_3\text{H}^- = 1.2 \times 10^{(\text{pH}-6.1)}$

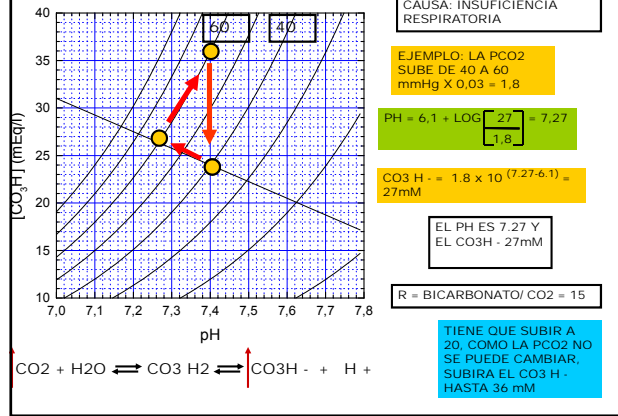
$\text{CO}_3\text{H}^- = 1.8 \times 10^{(\text{pH}-6.1)}$

CADA UNA DE ESTAS LINEAS ES UNA ISOBARA DE PCO2 DIFERENTE:

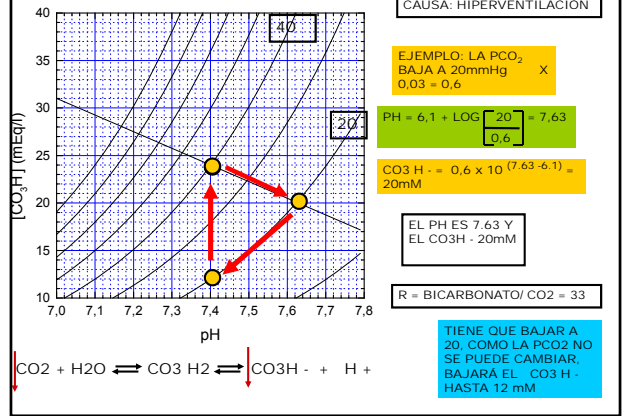
VERDE = 40 mm Hg
 AZUL = 20 mm Hg
 AMARILLO = 60mm Hg

ACIDOSIS **ALCALOSIS**

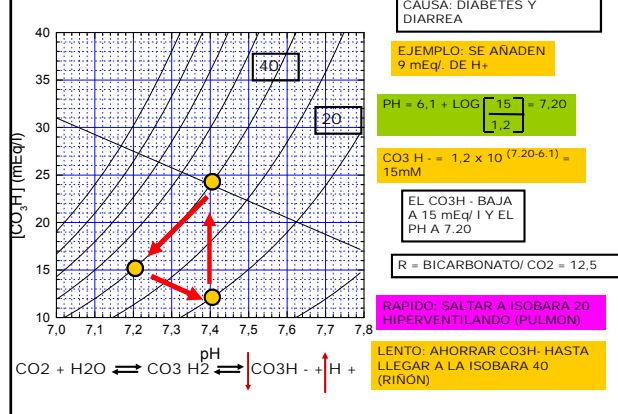
ACIDOSIS RESPIRATORIA : ANADIR ACIDO VOLATIL AL MEDIO



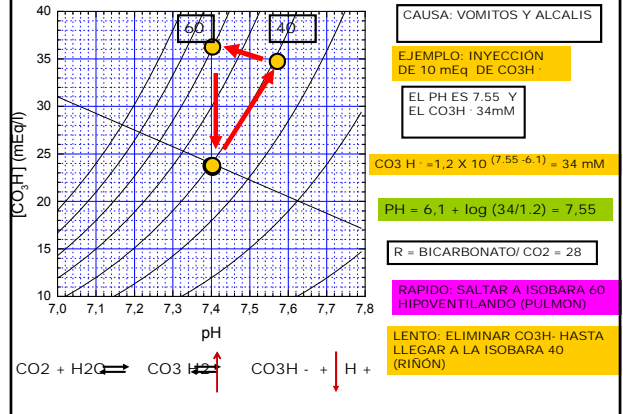
ALCALOSIS RESPIRATORIA : ELIMINAR ACIDO VOLATIL DEL MEDIO



ACIDOSIS METABOLICA : ANADIR ACIDO FIJO AL MEDIO, O ELIMINAR BASE, CON LA MISMA PCO2



ALCALOSIS METABOLICA : ELIMINAR ACIDO FIJO DEL MEDIO O AÑADIR BASE FIJA CON PCO2 CONSTANTE

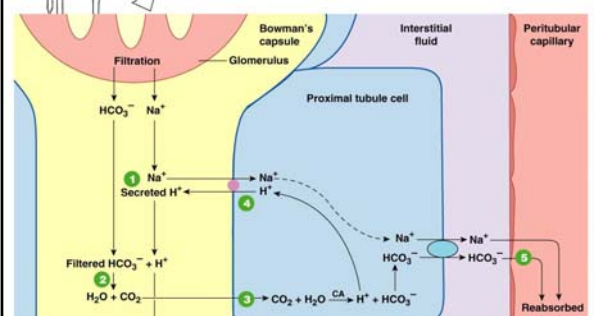


EN EL TUBULO RENAL PODRIAN DARSE TRES CASOS:

1. EL BICARBONATO FILTRADO ES SIMILAR A LOS PROTONES SECRETADOS Y LA ORINA ES NEUTRA: No muy probable
2. EL BICARBONATO FILTRADO SUPERA A LOS PROTONES SECRETADOS Y EI EXCESO SE ELIMINA DANDO ORINA ACALINA: Se da en alcalosis metabólica.
3. LA SECRECIÓN DE PROTONES ES MAYOR QUE EL BICARBONATO FILTRADO: Se da en la situación normal y en acidosis:
 - a) Se excreta ácido extra en la orina (60 a 200 mEq/día)
 - b) Se excreta tamponado en dos formas
 - NH₄⁺ (excreción de amonio 40 -160 mEq/día))
 - PO₄H₂ Na (acidez titulable 20-40 mEq/día).
 - d) Se añade bicarbonato extra a la sangre (60 a 200 mEq/día)

REABSORCION DE BICARBONATO

TCP: 80%, Asa de Henle Gruesa: 20%



REGULACION RENAL DEL EQUILIBRIO ACIDO-BASE

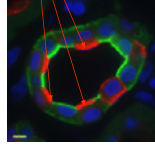
1- TASA DE FILTRACION DE BICARBONATO

$TF_B = 180 \text{ l / dia} \times 24 \text{ mEq / l} = 4.320 \text{ mEq / dia} (3\text{mEq/min})$
 $T_m = 3 \text{ mEq/ min}$
 $Ur = 24 \text{ mEq/l}$

2. TASA DE RESORCIÓN DEL BICARBONATO FILTRADO

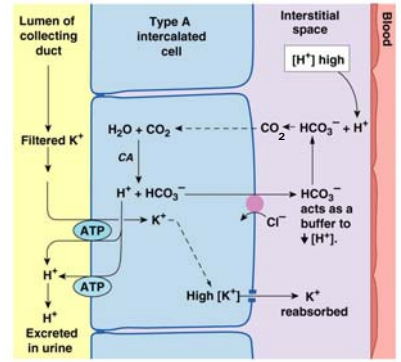
- >Ligada a secreción de protones
- >80% EN TCP Y 20 % en túbulo distal
- >Secundario a la acción del intercambiador Na^+/H^+
- >Catalizado por anhidrasa carbónica
- > $TE_{\text{CO}_3\text{H}^-} = TF_{\text{CO}_3\text{H}^-} - TS_{\text{H}^+}$

CELULAS TIPO "A"



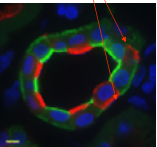
En verde:AQP2
 En Rojo:H+ ATP
 En azul: Nucleos

(a) Type A intercalated cells function in acidosis. H^+ is excreted; HCO_3^- and K^+ are reabsorbed.



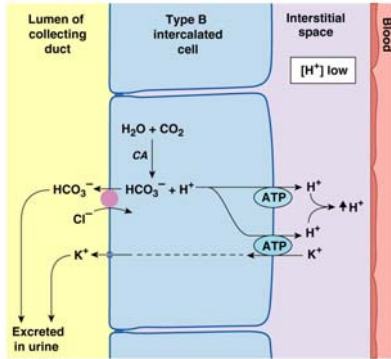
Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.
 Figure 20-23a

CELULA TIPO "B"



En verde:AQP2
 En Rojo:H+ ATP
 En azul: Nucleos

(b) Type B intercalated cells function in alkalosis. HCO_3^- and K^+ are excreted; H^+ is reabsorbed.

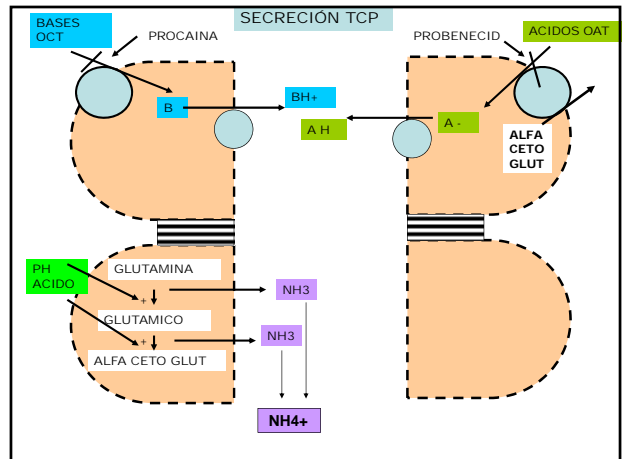
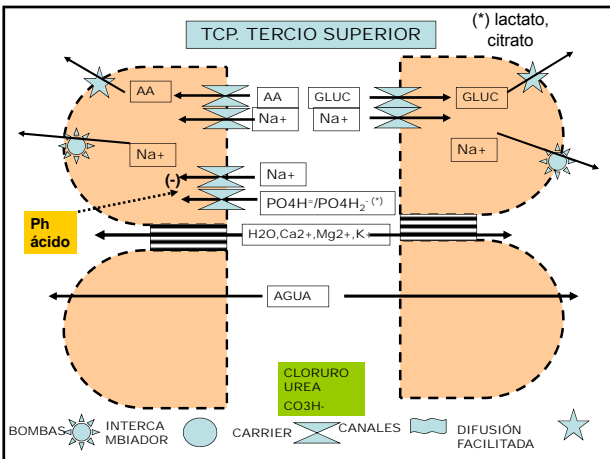


Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.
 Figure 20-23b

REGULACION RENAL DEL EQUILIBRIO ACIDO-BASE

3. SECRECIÓN NETA DE H^+

- >SUCEDE EN TC POR BOMBAS ESPECÍFICAS
- >LIGADA A LA REABSORCIÓN DE BICARBONATO NUEVO (Repone la reserva alcalina del plasma)
- >ESTIMULADA POR pH Y P_{CO_2} PLASMA
- >ACIDIFICA LA URINA HASTA UN Ph máximo de 4.5
- >PARA PODER CONTINUAR, TIENE QUE SER TAMPONADA
- >INVERSAMENTE PROPORCIONAL A SECRECIÓN DE POTASIO.
- > $TS_{\text{H}^+ \text{ NETA}} = TR_{\text{B N U E V O}}$
- > $TS_{\text{H}^+ \text{ T O T A L}} = TR_{\text{B F I L T R A D O}} + TR_{\text{B N U E V O}}$



REGULACION RENAL DEL EQUILIBRIO ACIDO-BASE

4. TAMPONES DEL ORINA

A) **FOSFATO:** $PO_4 H^- + H^+ \rightarrow PO_4 H_2$

B) $TF_p = 1 \text{ mM} / l \times 180 \text{ l} / \text{día} = 180 \text{ mM} / \text{día}$

$TR_p = \text{desde } 160 \text{ Mm} / \text{día hasta } 140 \text{ mM} / \text{día}$ (la inhibe el pH ácido)

$TE_p = \text{desde } 20 \text{ a } 40 \text{ mEq} / \text{día}$ en la forma $PO_4 H_2 = \text{"acidez titulable" (*)}$

B) **AMONIO:** $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$

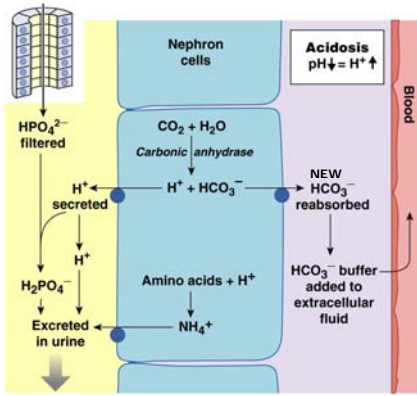
$TS_A = \text{desde } 40 \text{ mEq} / \text{día hasta } 160$ (la estimula el pH ácido)

$TE_A = \text{de } 40 \text{ a } 160 \text{ mEq} / \text{día} = \text{"amonio en orina" (**)}$

TEH+ = TE NH4+ + ACIDEZ TITULABLE

(*) Su excreción aumenta al doble en acidosis

(**) Su excreción se multiplica por cuatro en acidosis.

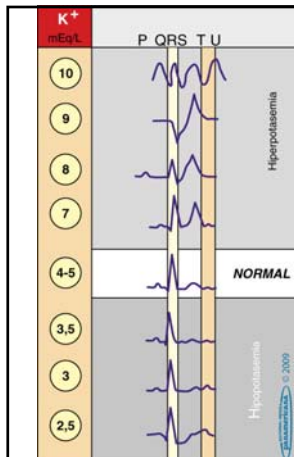
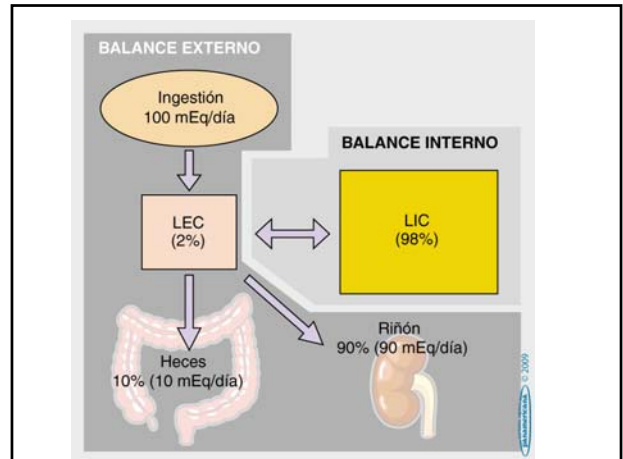


Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Figure 20-21

EXCRECION DE ACIDOS Y REABSORCION DE BICARBONATO

	NORMAL	ACIDOSIS	ALCALOSIS
TF CO3H-	24 X 180 4320	MENOR DE 4320	MAYOR DE 4320
TE H+ / BIC NOVO	60/60	200/200	0
TE NH4+	40	160 (X4)	0
PO4H2- (A. Titulable)	20	40 (X2)	0
TECO3H-	0	0	POSITIVA
pH ORINA	6	4,5	8

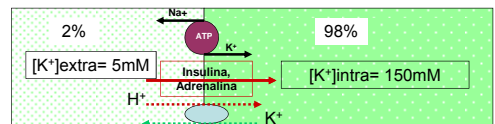


$[K^+] = \pm 5 \text{ mM}$
Aumentos o disminuciones cambian la excitabilidad celular en forma grave

Los cambios pueden darse:

- Acidosis
- Alcalosis
- Diuréticos
- Deshidrataciones
- Hiperaldosteronismo
- Diabetes
- Beta Bloqueantes

BALANCE DE POTASIO: Hay dos compartimentos muy diferentes



La bomba de sodio/Potasio mantiene el gradiente

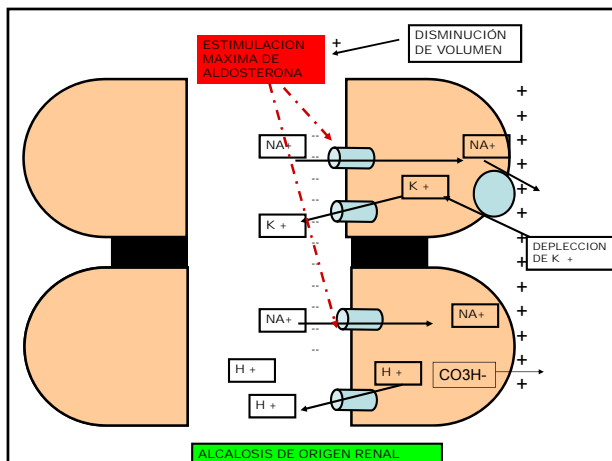
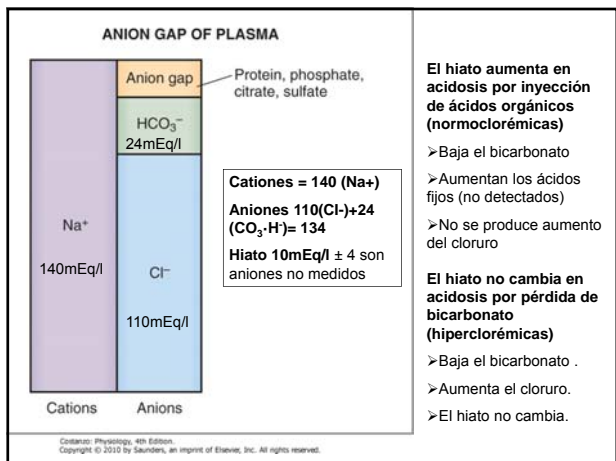
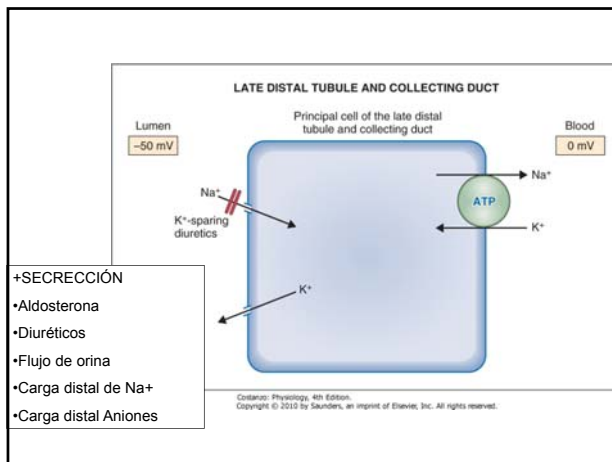
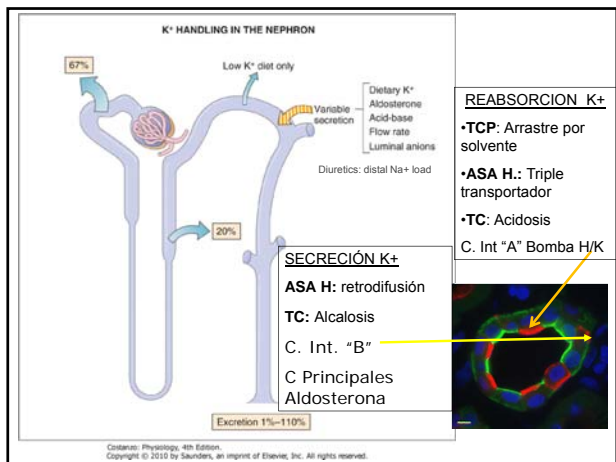
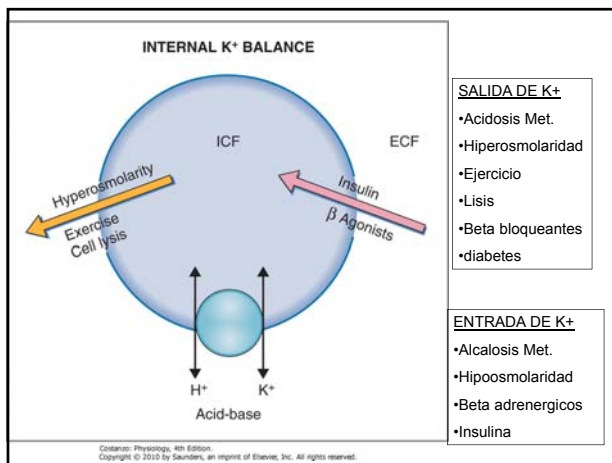
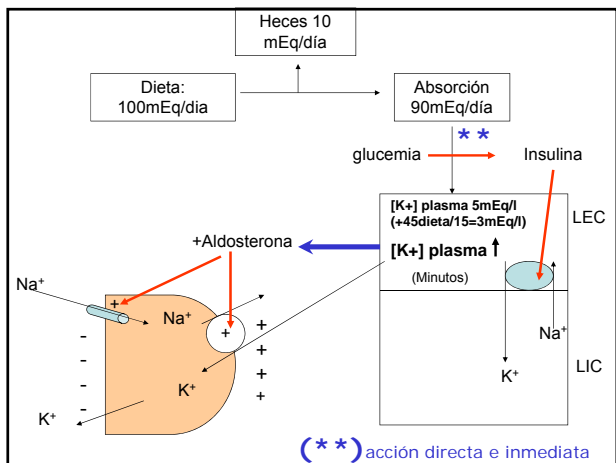
Hay un intercambio entre potasio y protones

Muy mantenido a 5mM
Esencial para excitabilidad
Regulado por Aldosterona.

Es un gran reservorio
En equilibrio electroquímico con extracelular

K+ aumenta por: Dieta, lesión celular y ejercicio

Se redistribuye por Insulina y Adrenalina



B.

Si una substancia (PAH) desaparece totalmente del plasma al pasar por el riñón, cual sería el volumen aclarado?

Pues TODO el plasma que paso por el sistema de filtración (nefronas), o lo que llamamos flujo plasmático renal efectivo.

Lo que irriga zonas de la cápsula, cálices, paredes de los vasos o estroma, no se mide.

$$C_{PAH} = FPR_e = \frac{TE_{PAH}}{[PAH]_p}$$

[PAH]_v > 0, se aplicaría el principio de Fick

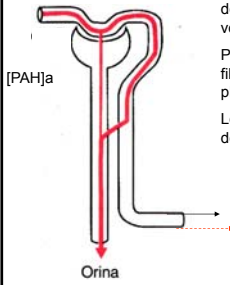
Cantidad de PAH entra= cantidad PAH que sale

$$FPR \times [PAH]_a = V_o [PAH]_o + FPR \times [PAH]_v$$

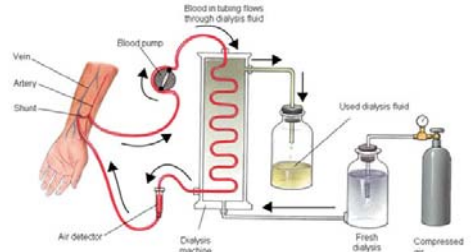
$$FPR \times [PAH]_a - FPR \times [PAH]_v = V_o [PAH]_o$$

$$FPR \times ([PAH]_a - [PAH]_v) = TE_{PAH}$$

$$C_{PAH} = FPR = \frac{TE_{PAH}}{[PAH]_a - [PAH]_v}$$



El riñón Artificial permite una diálisis extracorpórea de la sangre.
Esta será la última clase del Sistema renal.



Los procesos en juego son difusión y presión.... Muy fácil!

Por lo tanto la regulación se hace modulando la composición del líquido de diálisis: Ph, potasio, sodio, bicarbonato etc.