

# LOS ELECTROLITOS EN LA HEMODIÁLISIS

HERNÁN TRIMARCHI

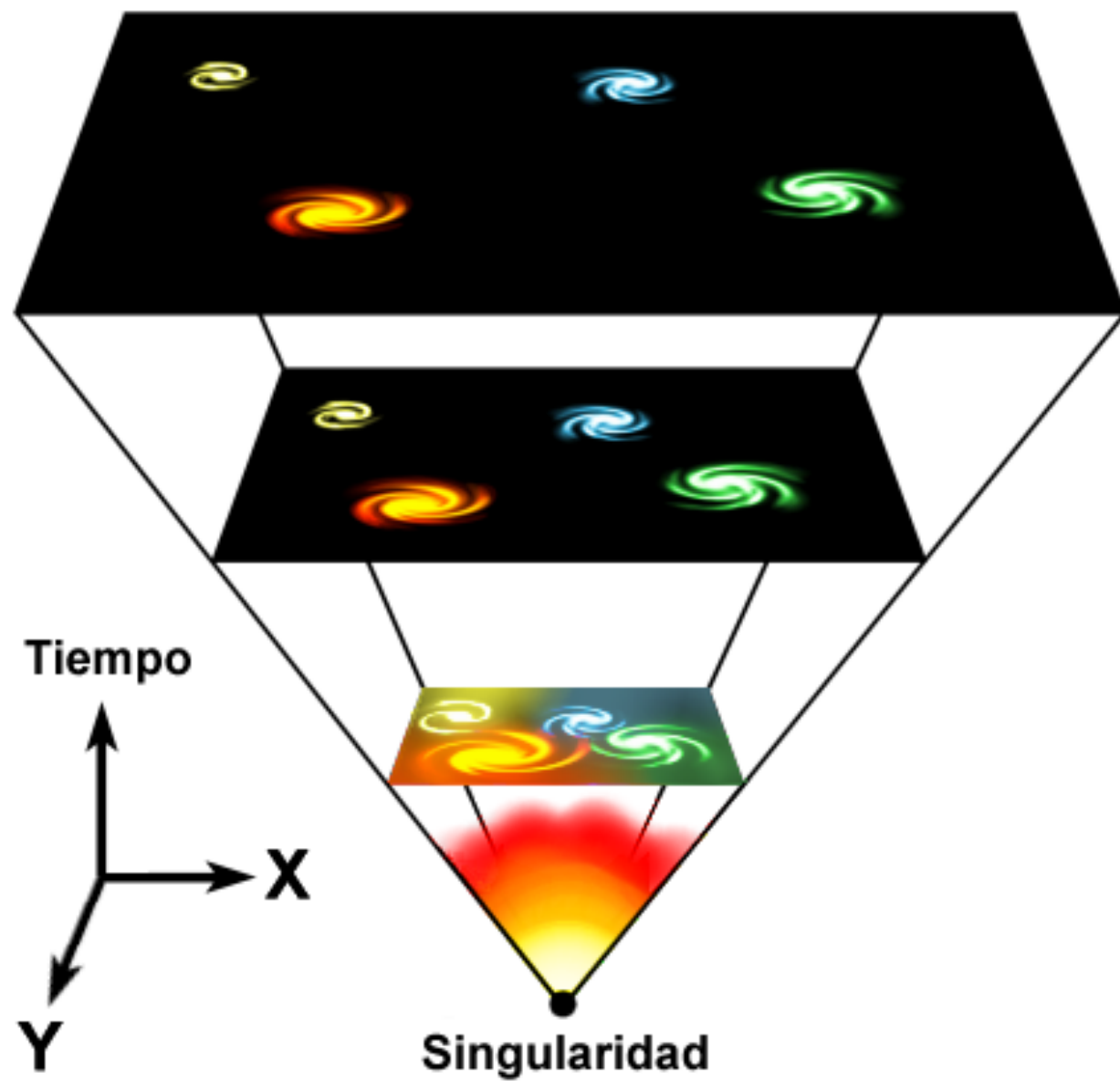


SERVICIO DE NEFROLOGÍA



**HOSPITAL BRITANICO**

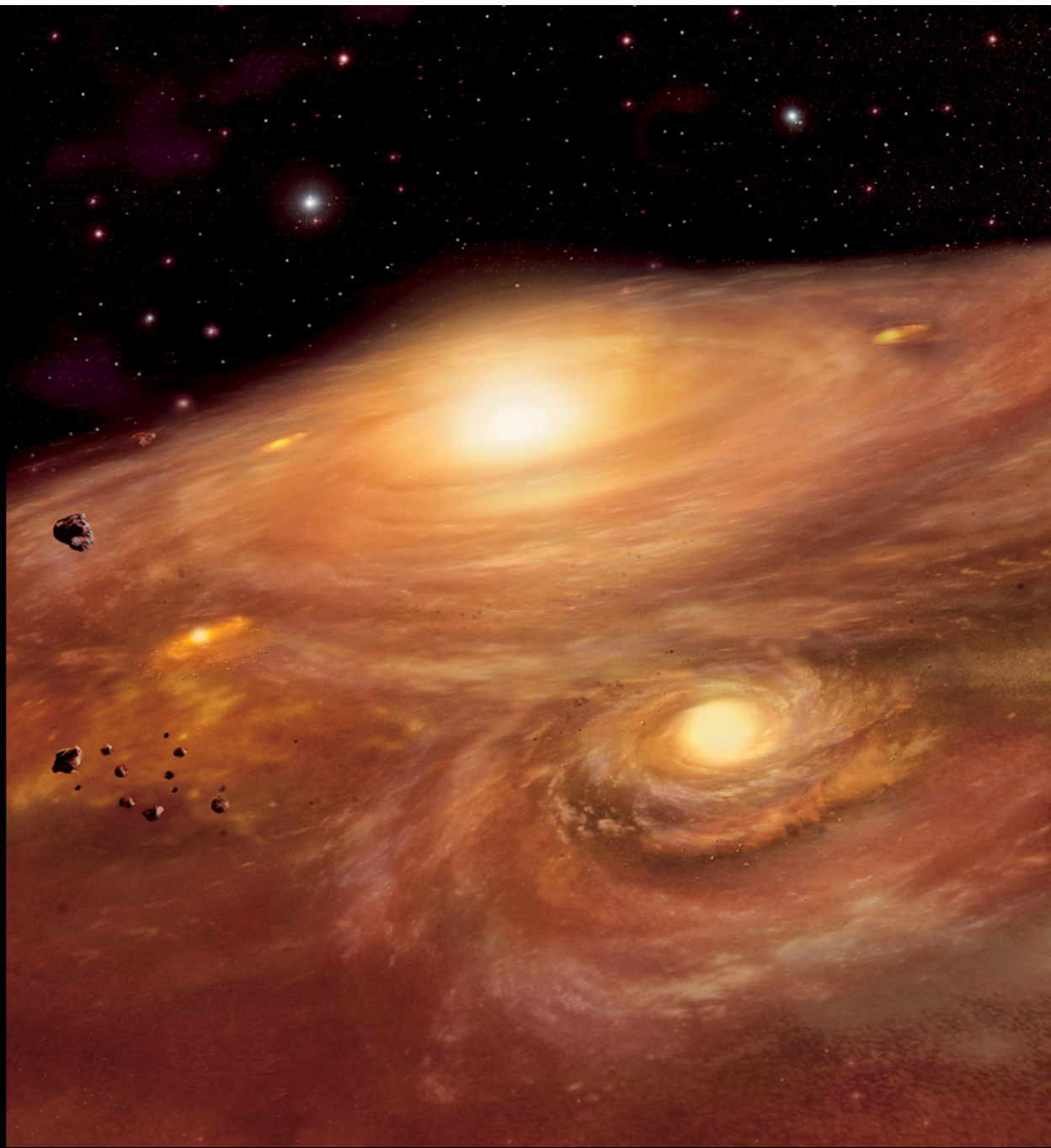
DE BUENOS AIRES

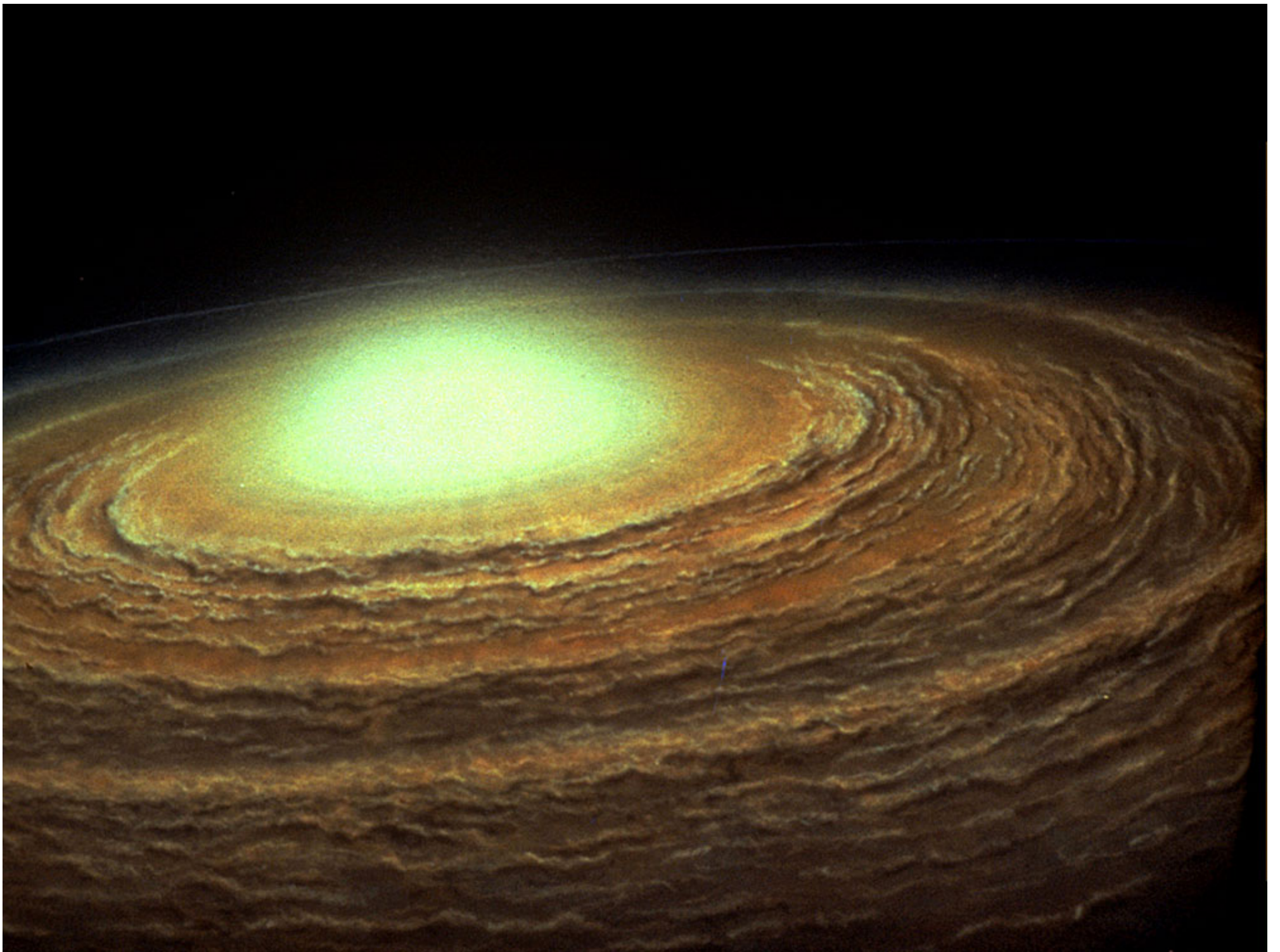


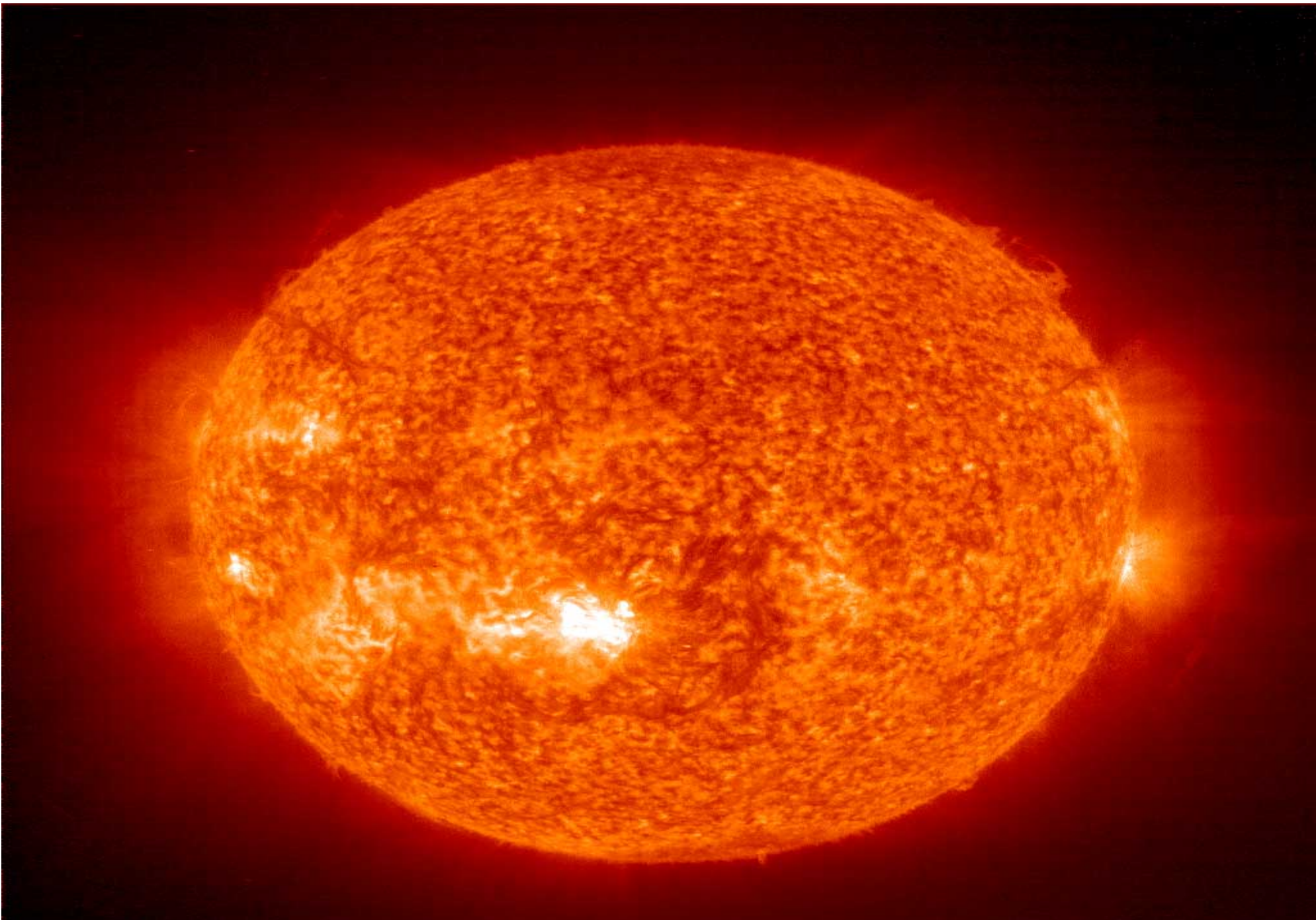






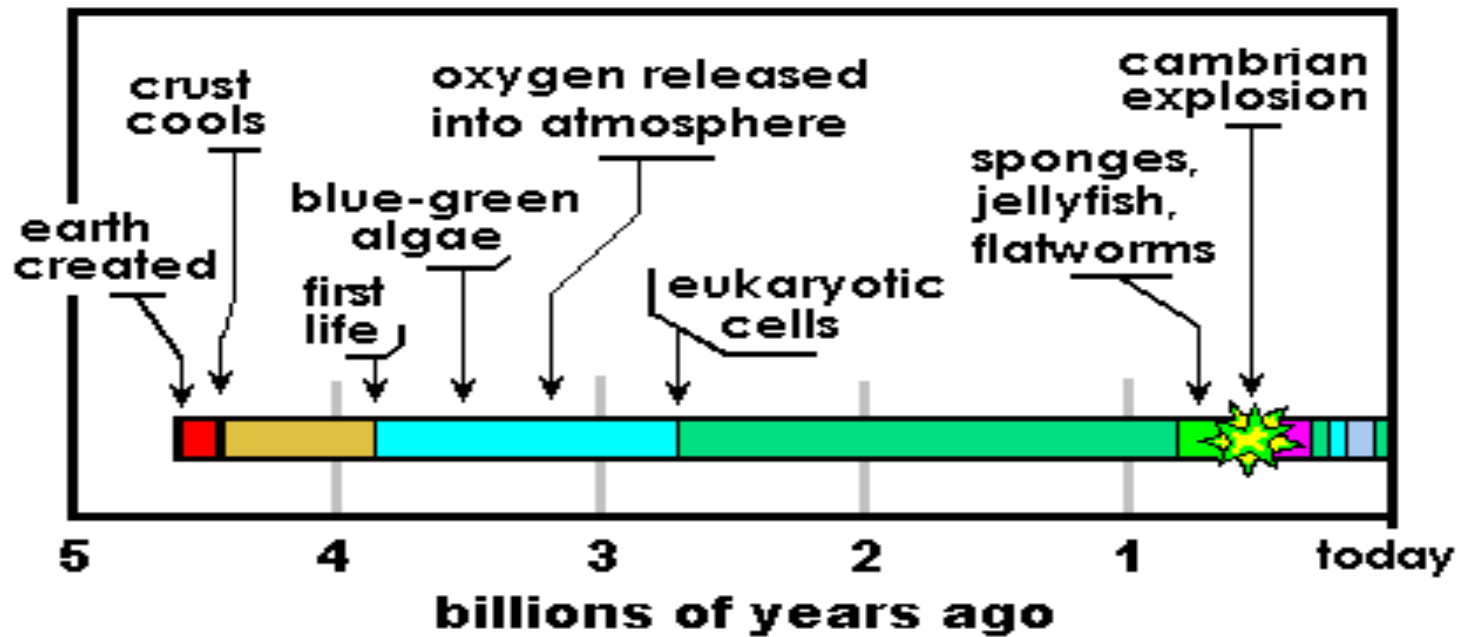






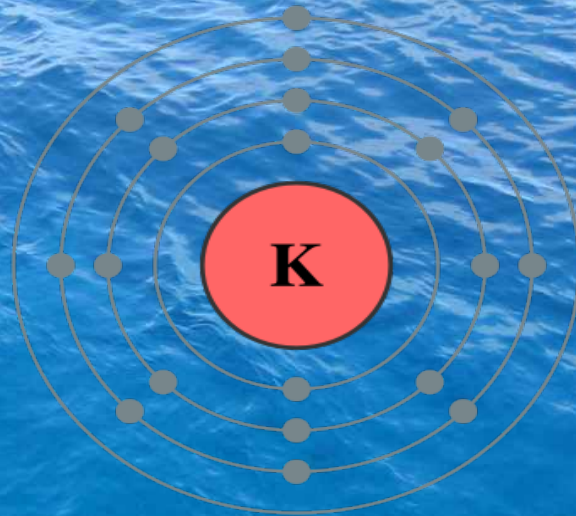
**FORMACIÓN DE LA TIERRA**

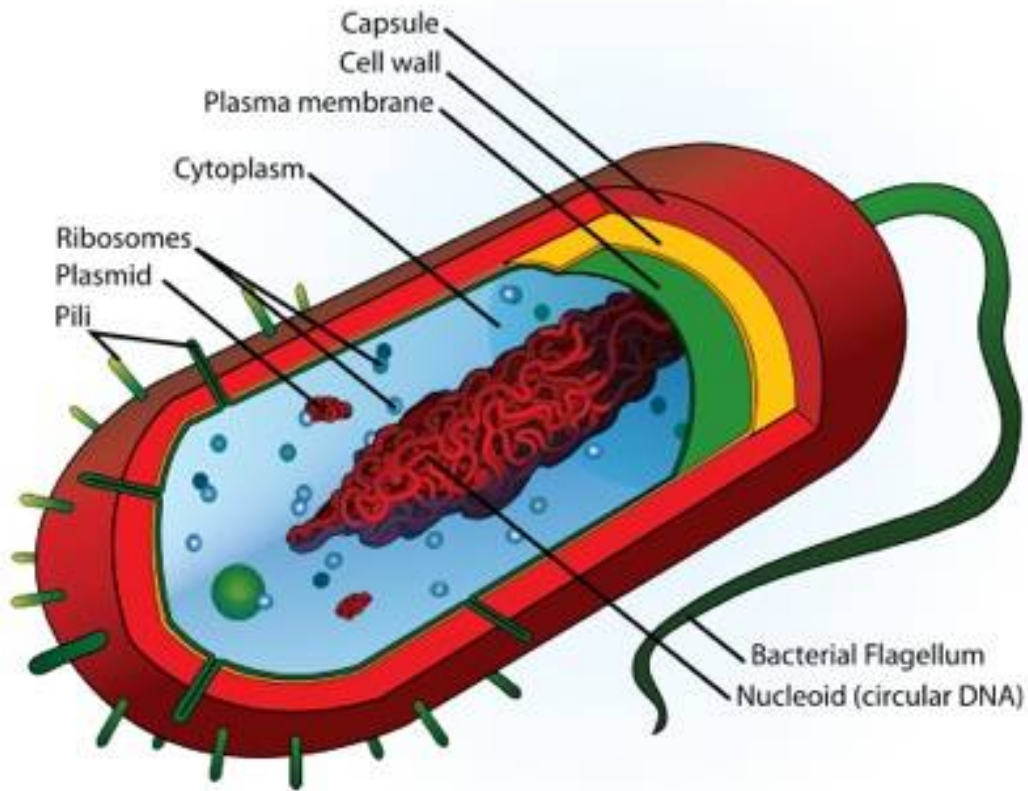




**19: Potassium**

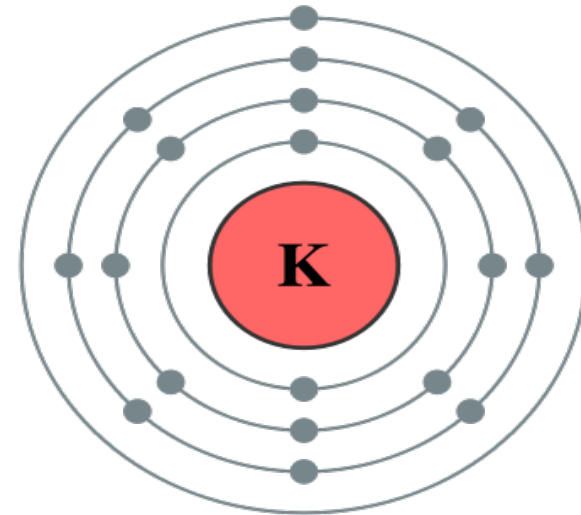
**2,8,8,1**



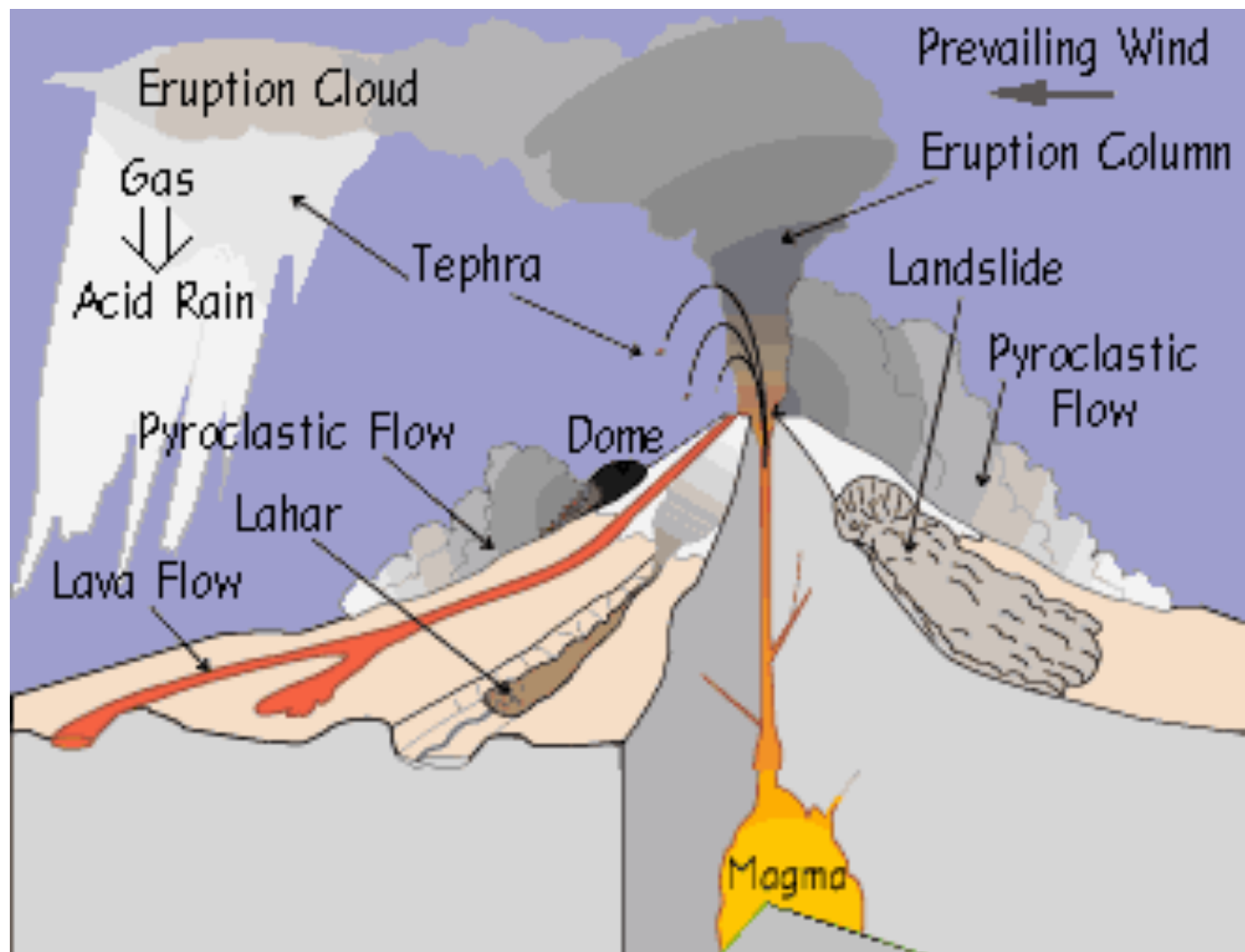


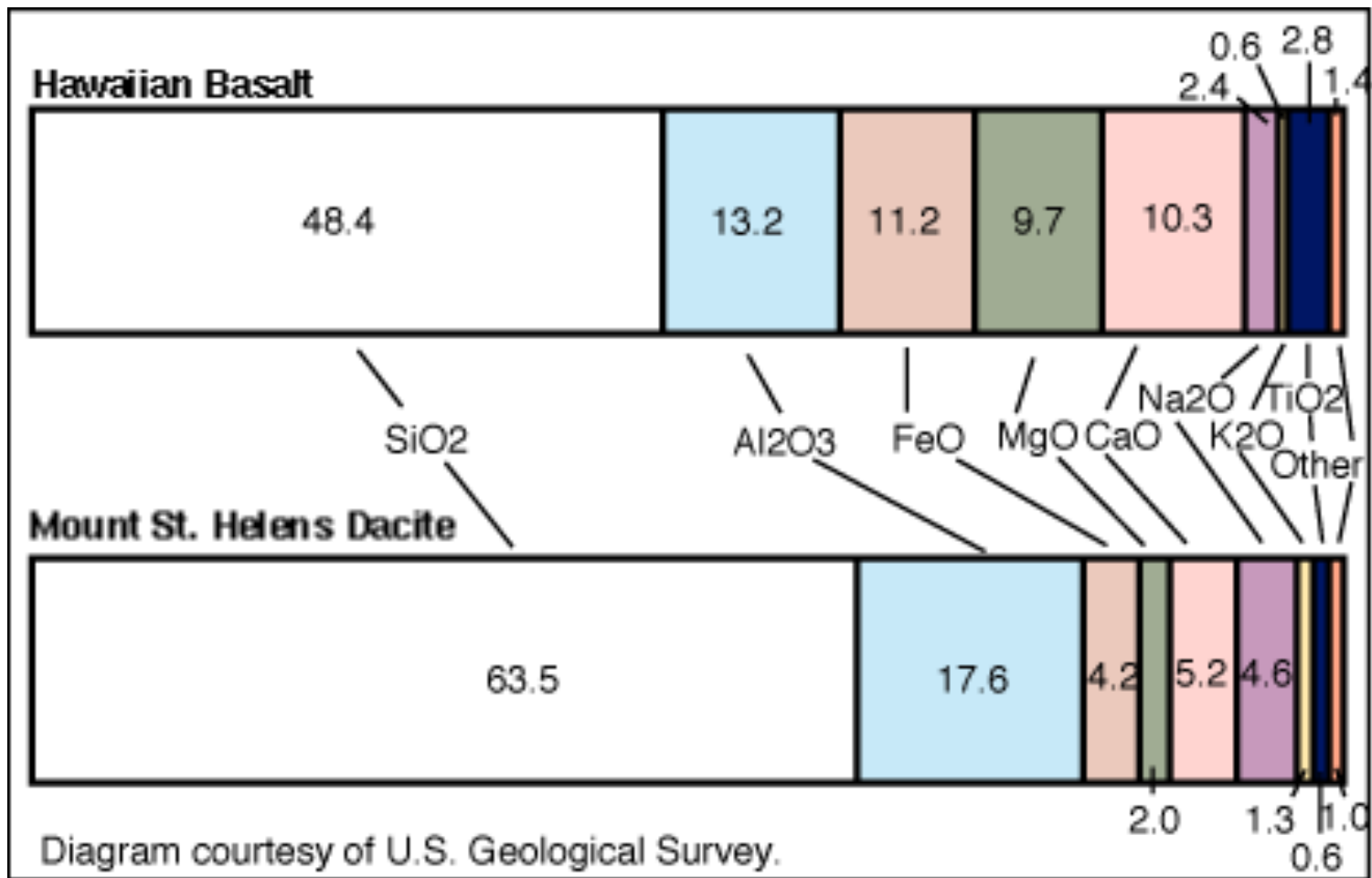
**19: Potassium**

**2,8,8,1**



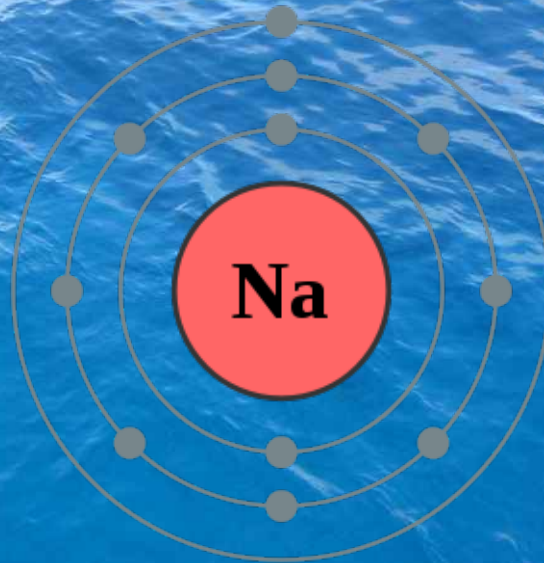


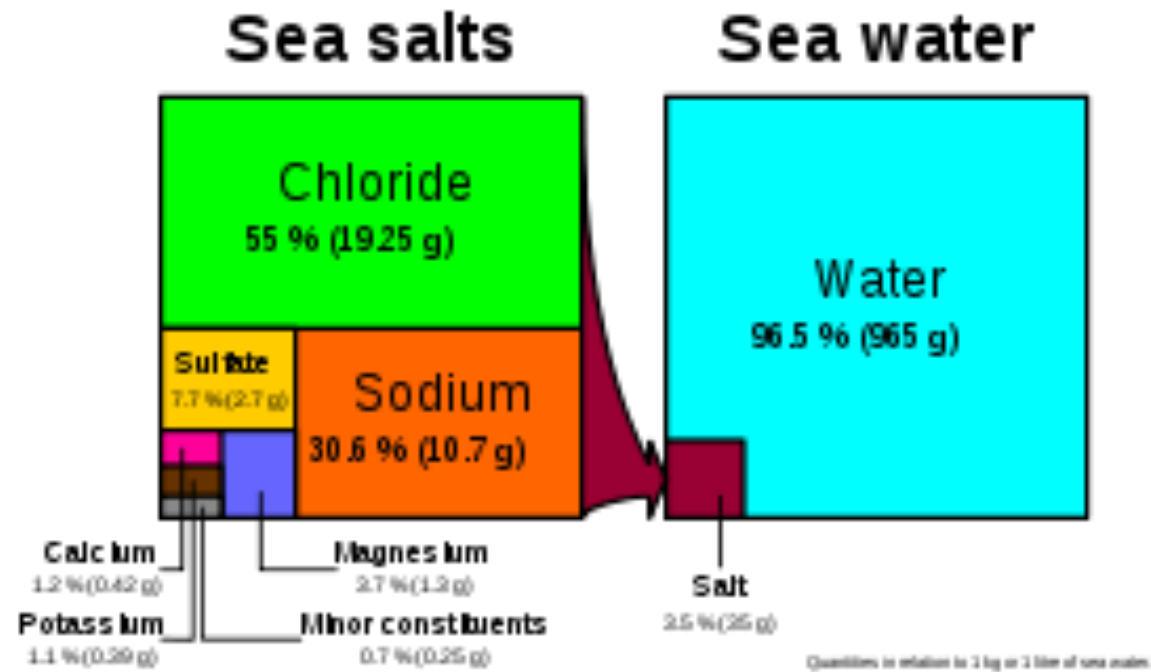




**11: Sodium**

**2,8,1**

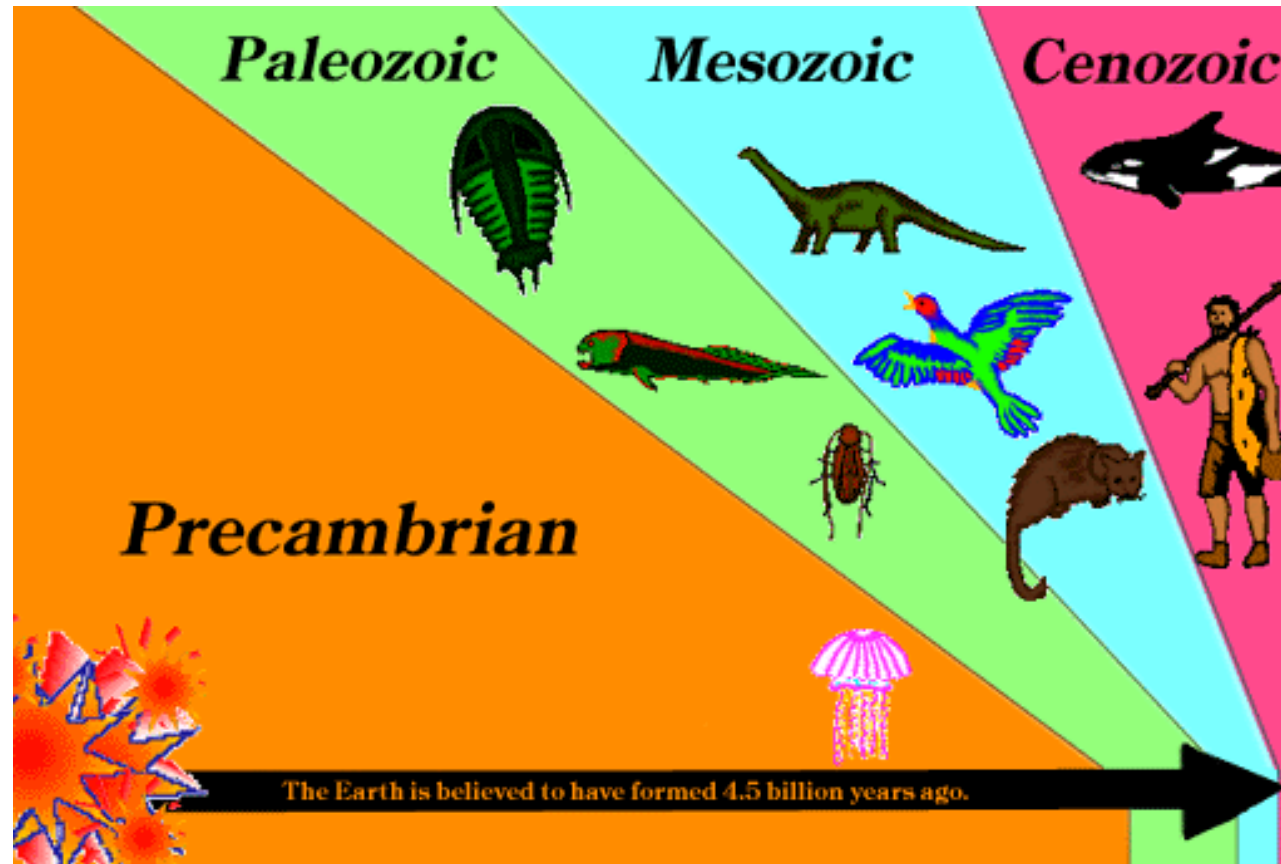
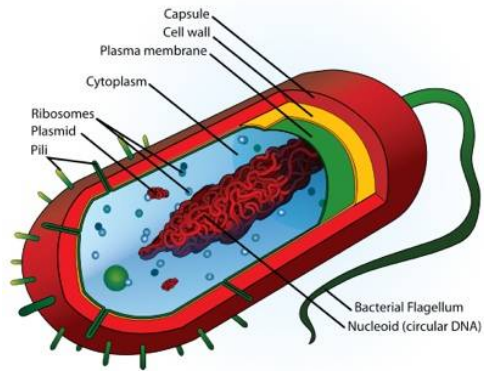




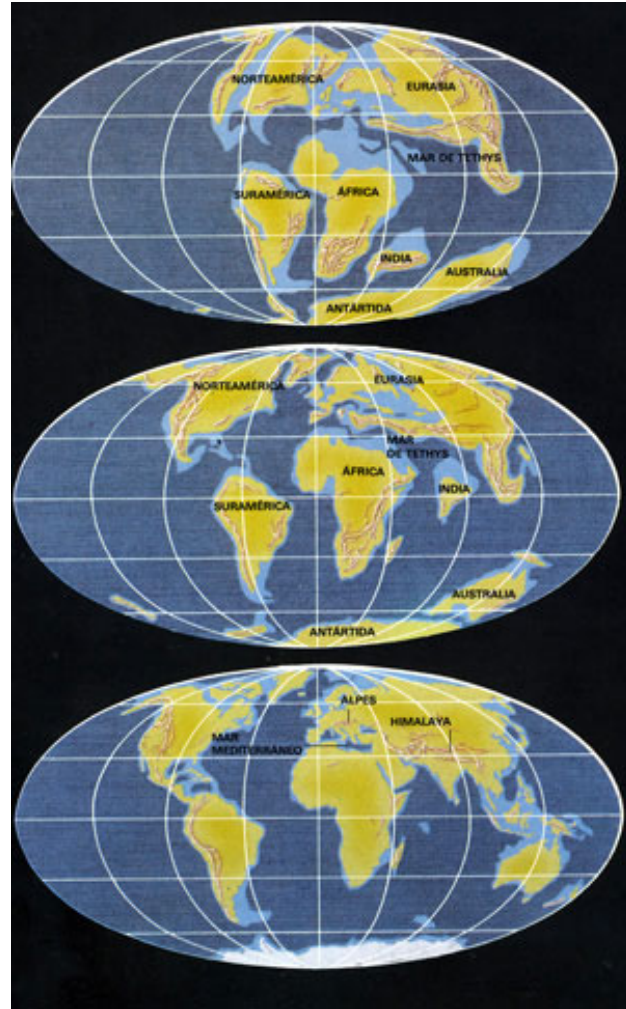
Comparison of Major Elements in the Dead Sea, the Mediterranean sea and Typical ocean Water.			
	Dead Sea	Mediterranean Sea	Ocean Water
Chloride	224,900	22,900	19,000
Magnesium	44,000	1,490	1,350
Sodium	40,100	12,700	10,500
Calcium	17,200	470	400
Potassium	7,650	470	390
Bromide	5,300	76	65



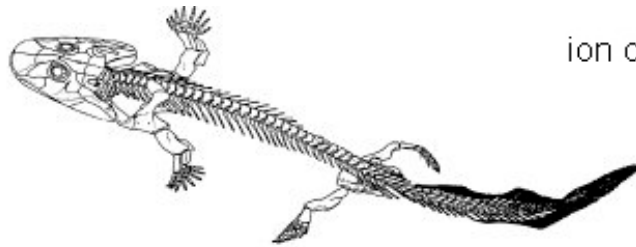
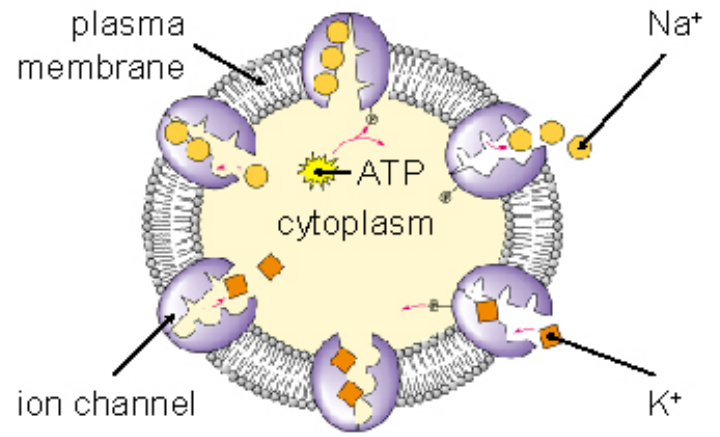








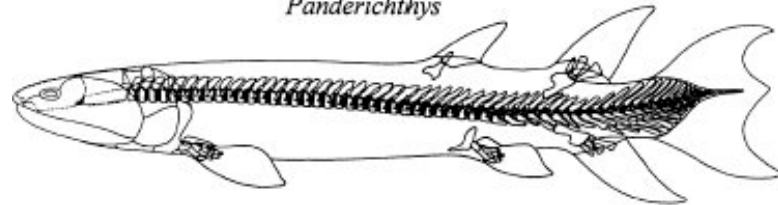




*Acanthostega*



*Panderichthys*



*Eusthenopteron*



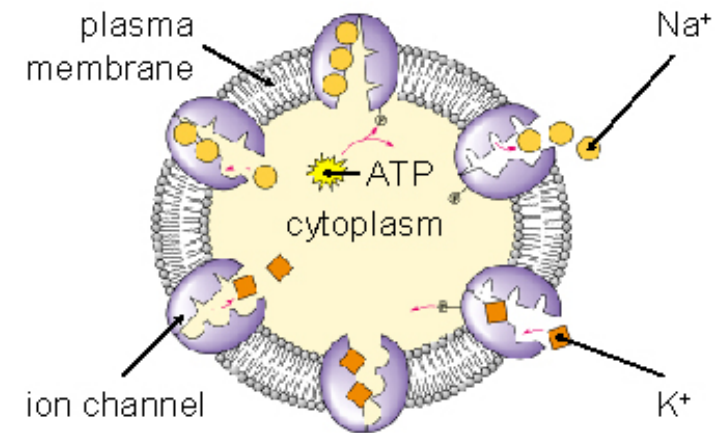
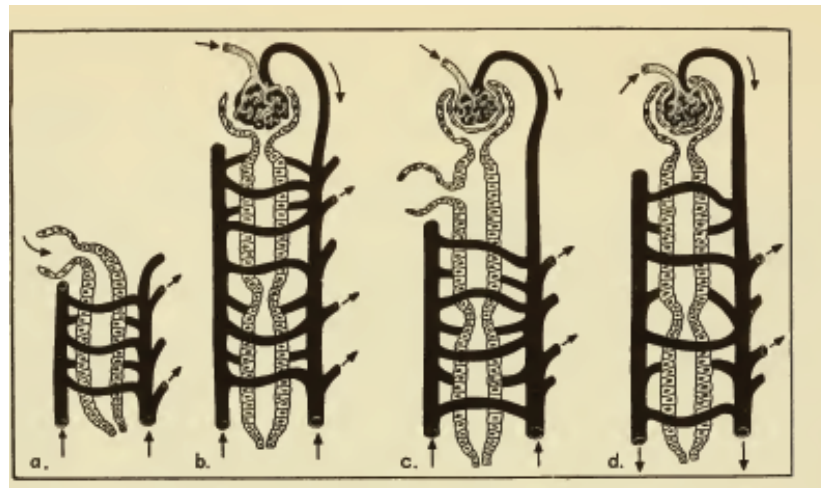


FIGURE 5. Four Stages in the Evolution of the Vertebrate Nephron—(a) In the protovertebrate the renal tubule drained the coelom or body cavity by means of an open mouth or coelomostome. (b) The glomerulus was evolved in the earliest vertebrates as a device to excrete water, and was at first only loosely related to the coelomostome. (c) Later the glomerulus became sealed within the end of the tubule, the coelomostome persisting in some species. (d) In the higher vertebrates, the coelomostome has disappeared entirely, leaving the typical vertebrate nephron. The primitive blood supply to the protovertebrate tubule persists as the “renal-portal system” in the fishes, Amphibia, reptiles and birds (a to c), but disappears in the mammals (d), leaving the tubules supplied only by post-glomerular blood.

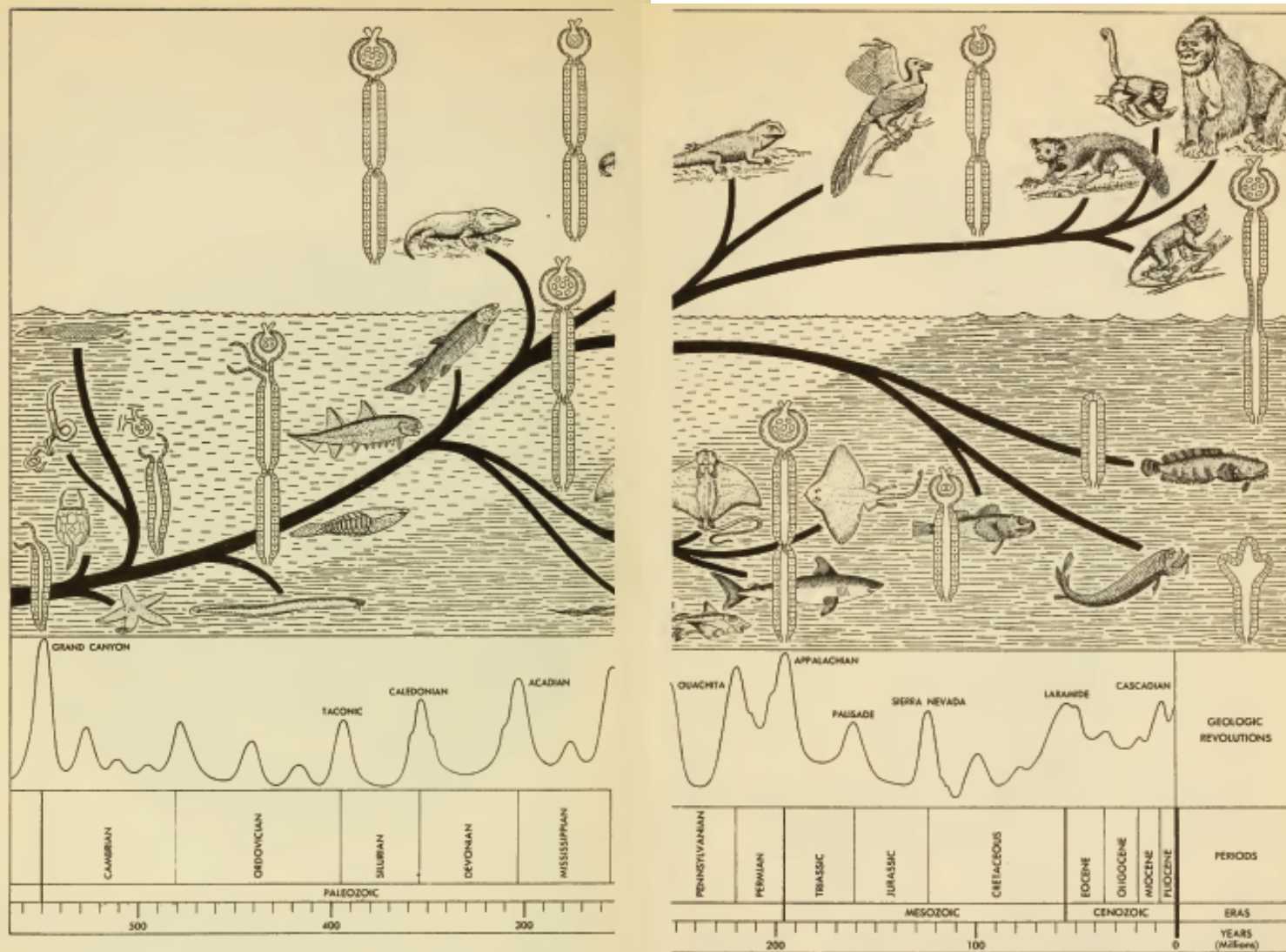


FIGURE 2. Synopsis of the Evolution of Vertebrates—showing the evolution of the vertebrates in relation to a salt-water (darkly shaded) and fresh-water (lightly shaded) habitat. The irregular curve illustrates mountain-building episodes (geologic revolutions) which have importantly influenced this evolutionary history.

The time scale is such that the Pleistocene era (one million years in length) and Recent Time (about twenty-five thousand

years) could not be included, and these are merely suggested by the heavy line at zero time.

The entire period encompassed by documented history is only about six thousand years, or one hundred-thousandth of the interval elapsing since the opening of the Paleozoic era (Cambrian period), when fossilized animals first begin to appear in the sedimentary rocks.



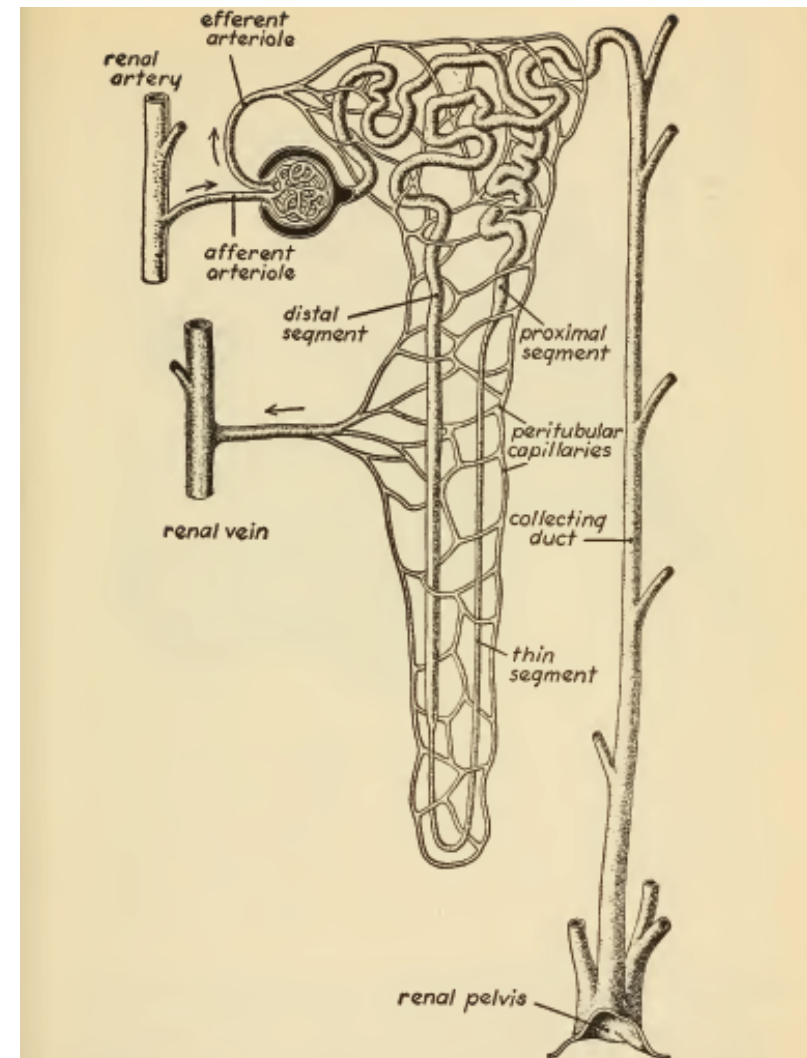
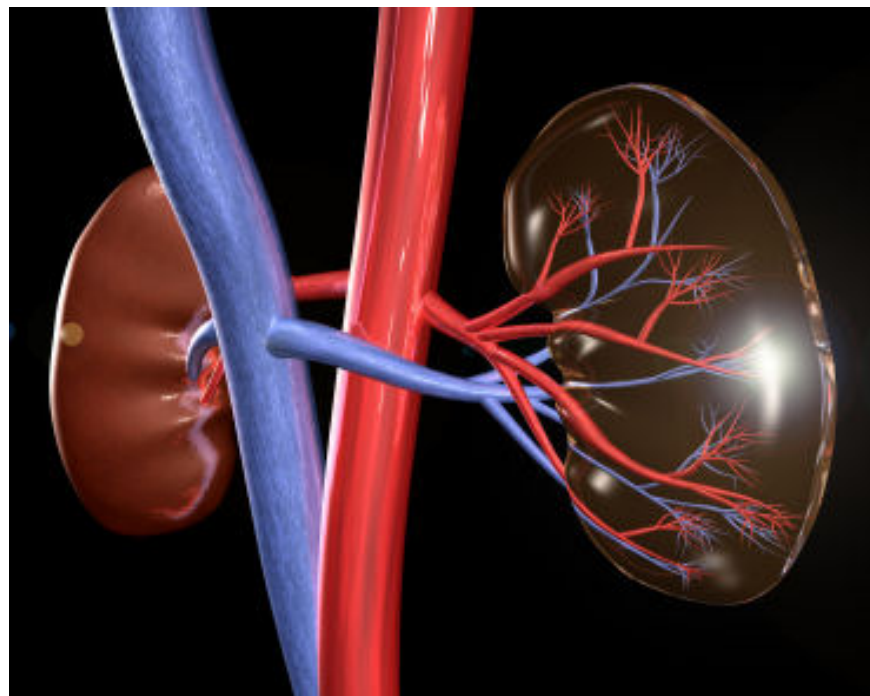
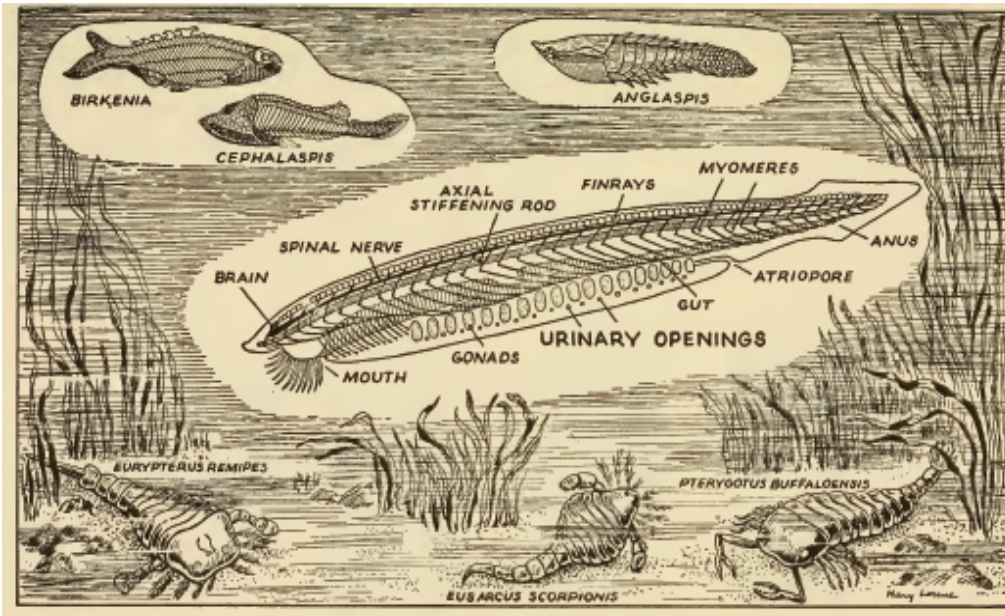
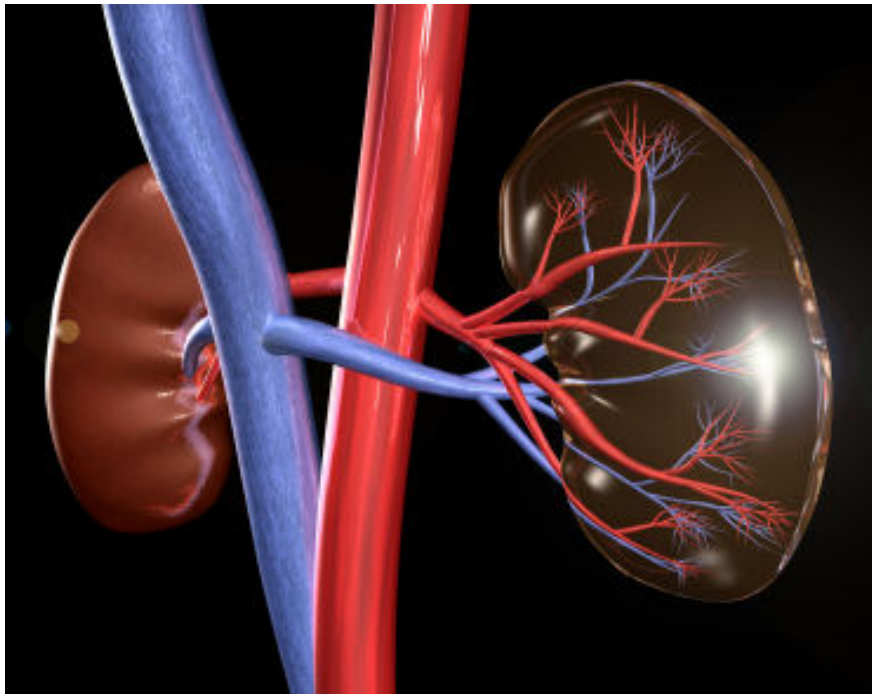
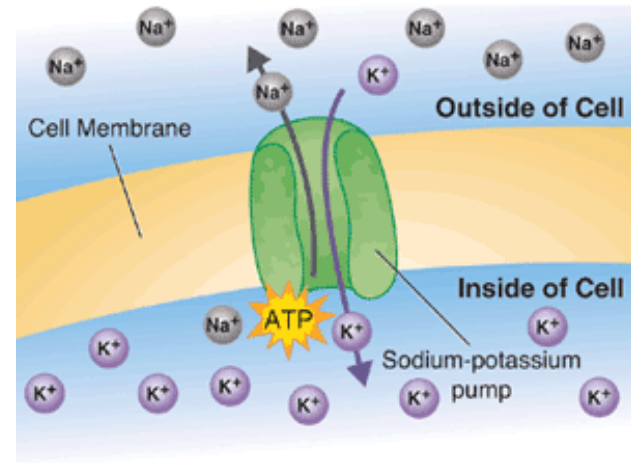
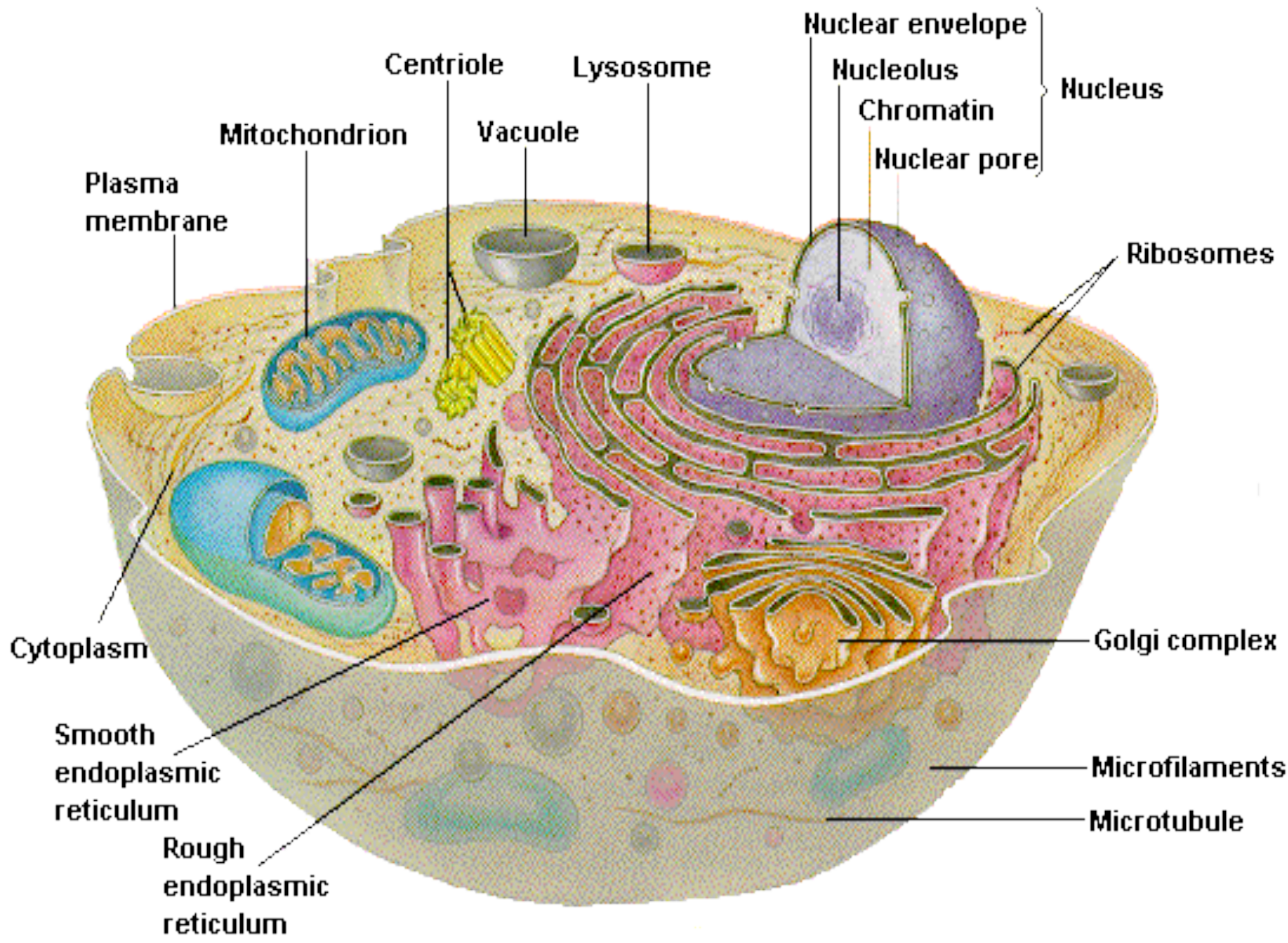
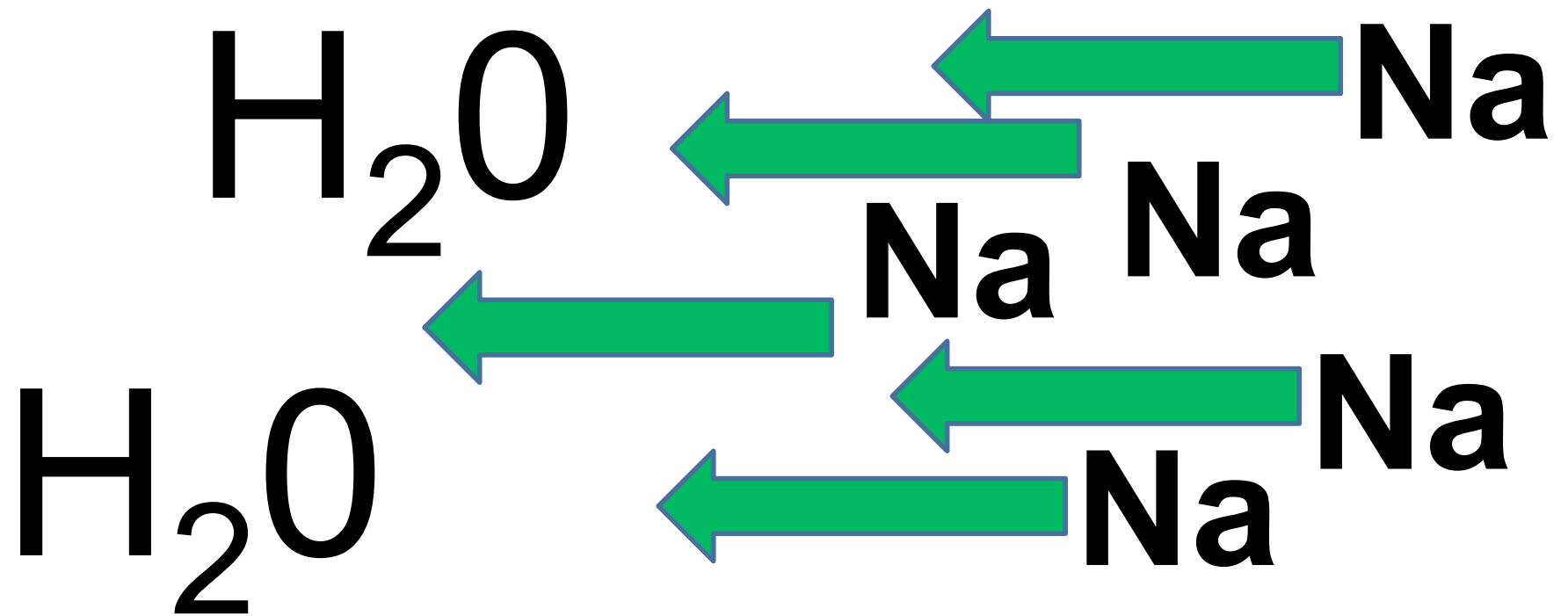
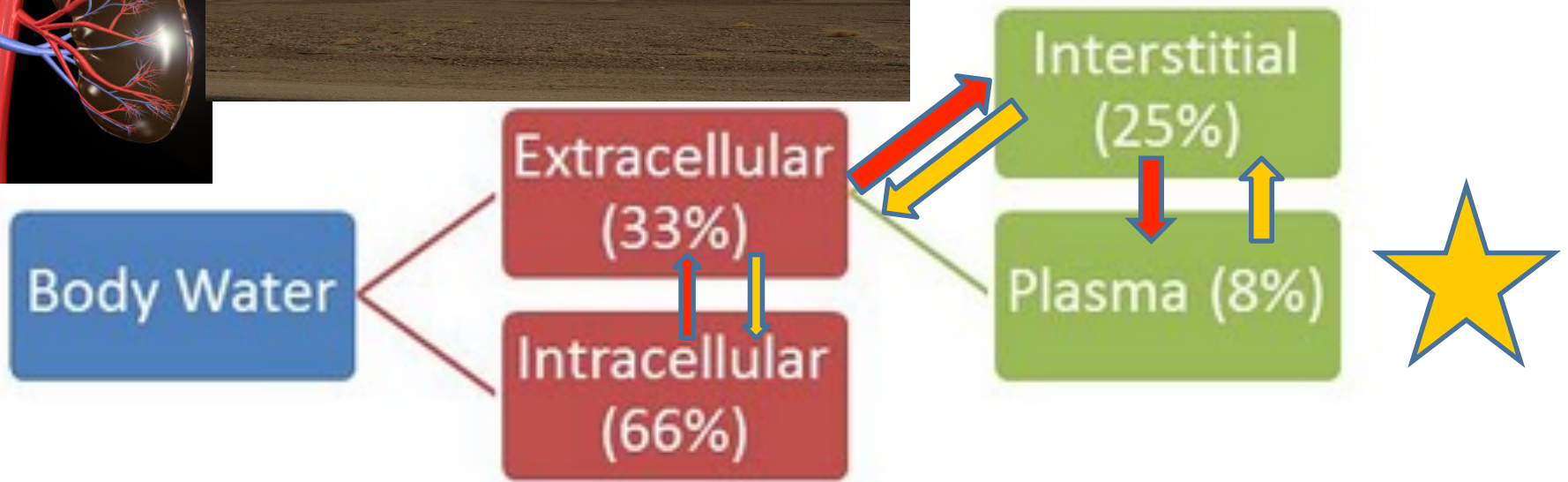
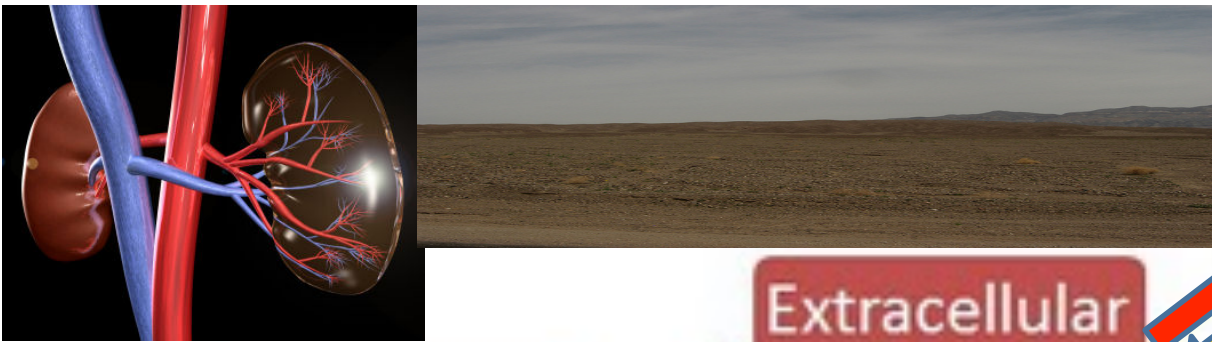
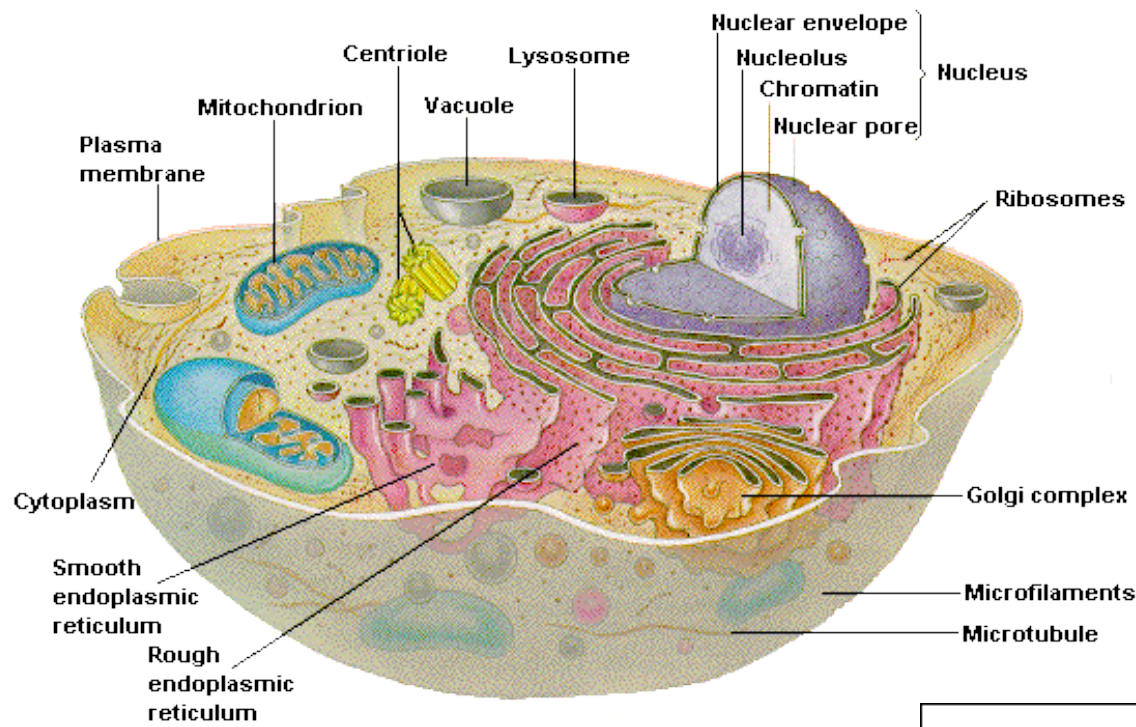


FIGURE 10. Diagrammatic Representation of the Mammalian Nephron. The blood to this nephron is supplied entirely by the renal artery. After passing through the filtering bed of the glomerular capillaries, this blood is distributed to a rich plexus of capillaries intimately applied to the tubules, from which it is collected and returned to the systemic circulation by way of the renal vein. Each human kidney contains nearly one million such nephrons, all of which are similar in structure and function.









Extracellular Fluid		Intracellular Fluid	
Na <sup>+</sup>	142 mEq/L	10 mEq/L	
K <sup>+</sup>	4 mEq/L	140 mEq/L	
Ca <sup>++</sup>	5 mEq/L	<1 mEq/L	
Mg <sup>++</sup>	3 mEq/L	58 mEq/L	
Cl <sup>-</sup>	103 mEq/L	4 mEq/L	
HCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	28 mEq/L	10 mEq/L	
Phosphates	4 mEq/L	75 mEq/L	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1 mEq/L	2 mEq/L	
Osmolality	281 mOsm/L	281 mOsm/L	

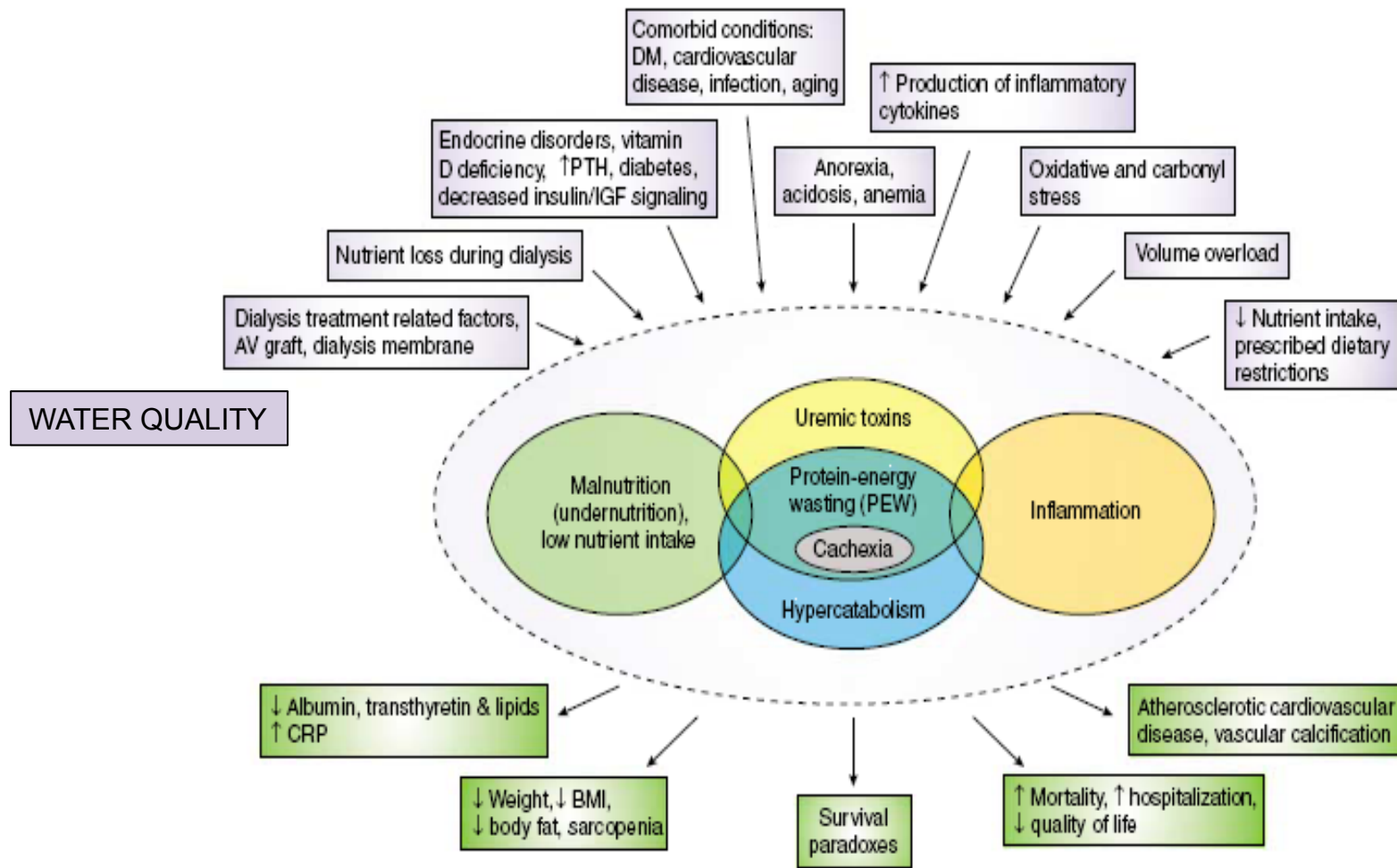
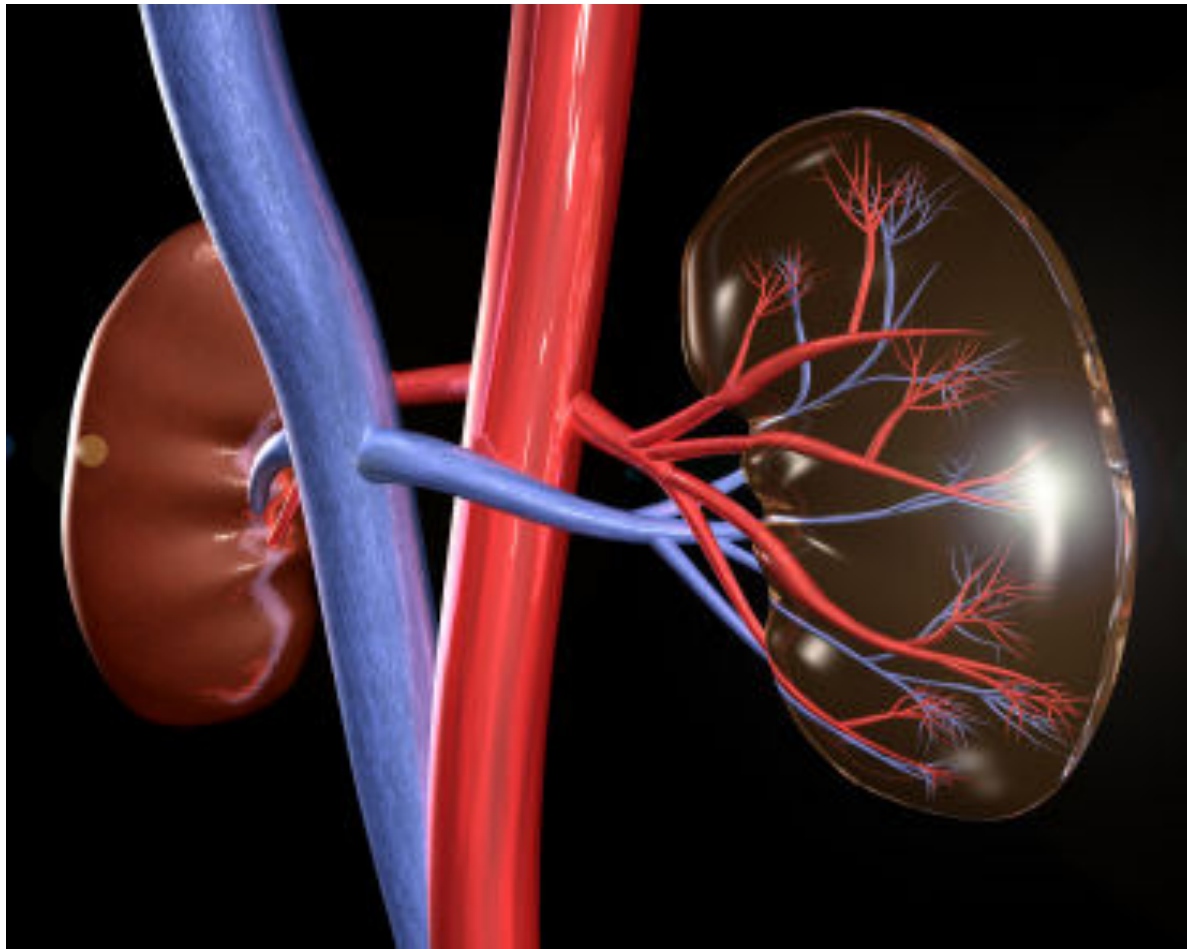


Figure 1 | Schematic representation of the causes and manifestations of the protein-energy wasting syndrome in kidney disease.



# LOS RIÑONES





¿QUÉ SON LOS RIÑONES?

¿CUÁNTOS RIÑONES HAY EN EL CUERPO?

¿DÓNDE ESTÁN LOS RIÑONES?

¿CÓMO SON LOS RIÑONES?

¿CÓMO FUNCIONAN LOS RIÑONES?

¿CÓMO SE EVALÚAN LOS RIÑONES?

¿PARA QUÉ SIRVEN LOS RIÑONES?

¿POR QUÉ FALLAN LOS RIÑONES?

**Los riñones son órganos vitales que realizan muchas funciones para limpiar y mantener el equilibrio químico de la sangre (acidez).**

**Si entendemos cómo funcionan los riñones, podremos contribuir a mantenerlos sanos.**

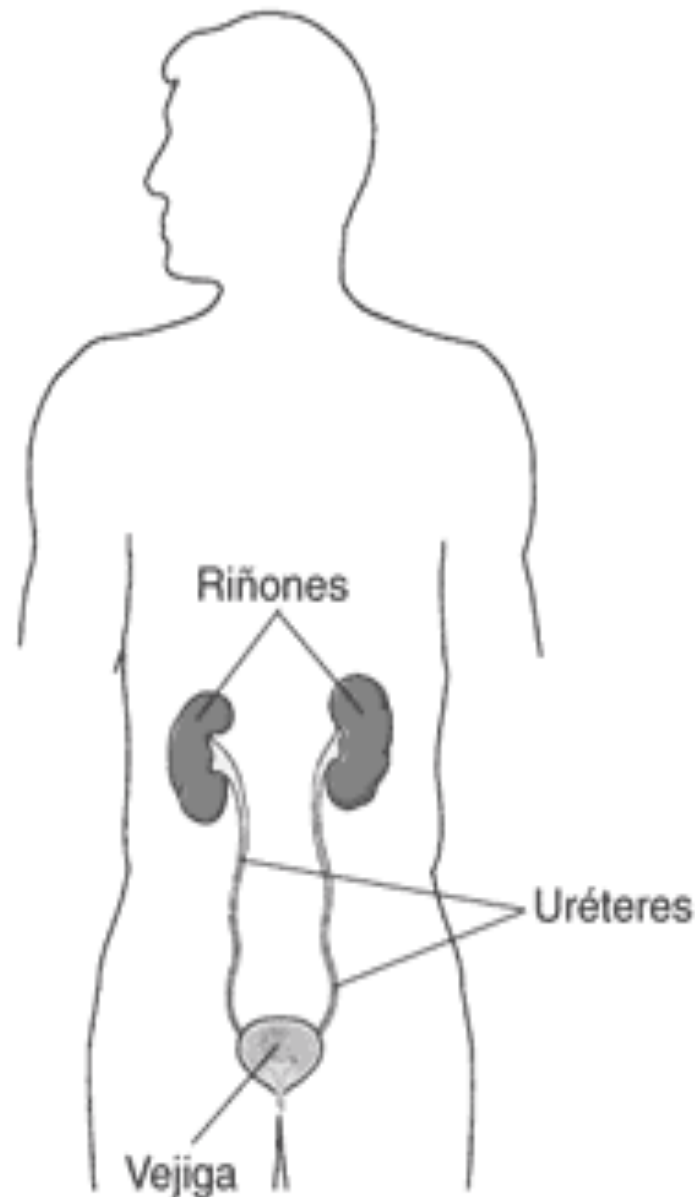
**En general todos nacemos con 2 riñones**



PULMONES

RIÑONES

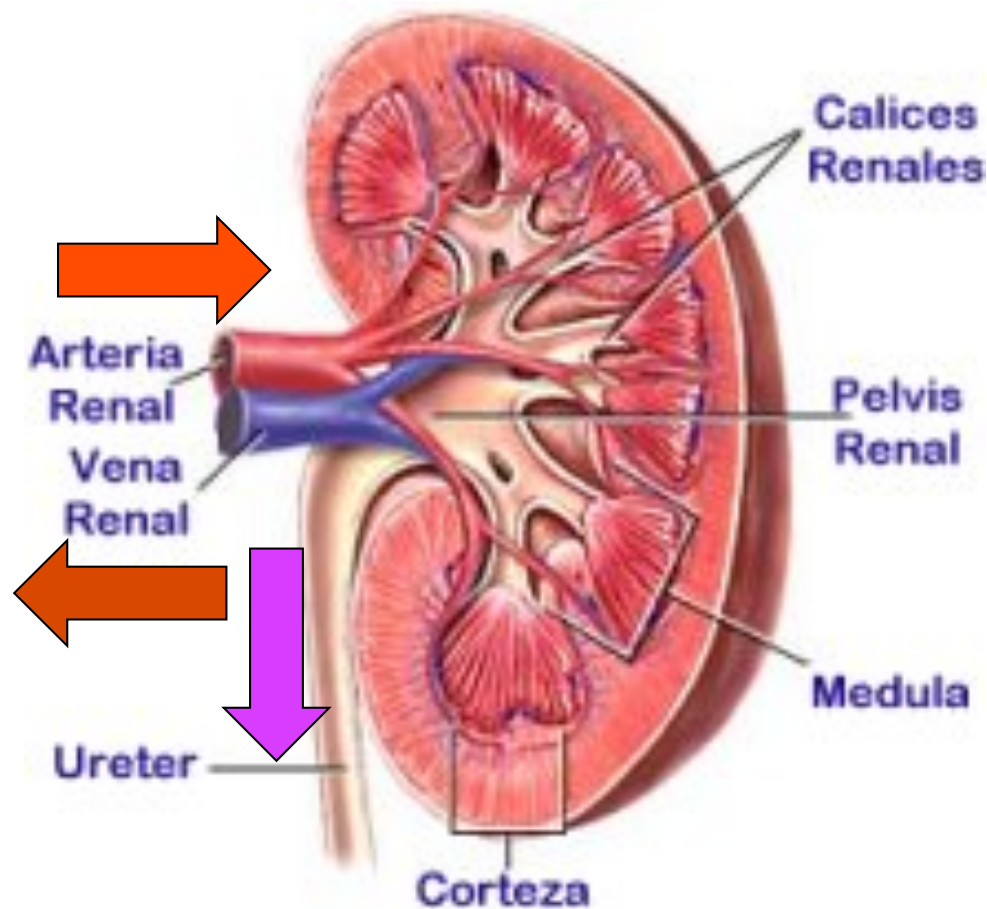
LOS RIÑONES  
Y  
OTROS  
ÓRGANOS



**Los riñones son órganos en forma de poroto y cada uno tiene el tamaño aproximado de una mano cerrada**

**(9 a 12 cm).**

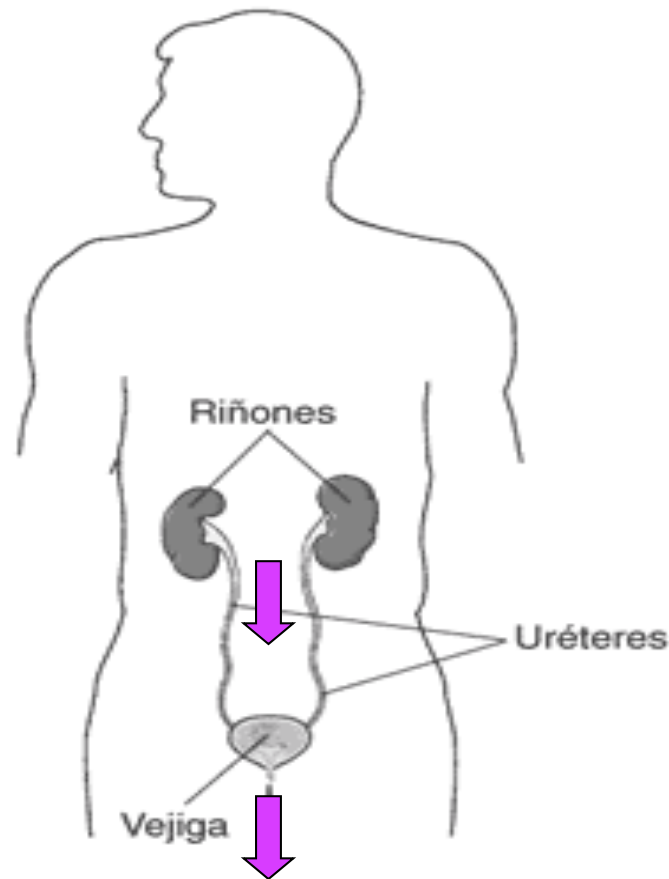
**Están localizados cerca de la parte media de la espalda, justo por debajo del tórax.**



**Los riñones son una compleja maquinaria de reprocesamiento que se parecen a verdaderas computadoras.**

**Nuestro volumen de sangre es de 5 litros.**

**A diario, purifican unos 190 litros de sangre para filtrar 1.9 litros de desechos y el exceso de agua.**



**Los desechos y el exceso de agua se convierten en orina, que fluye a la vejiga a través de tubos llamados uréteres. La vejiga almacena la orina hasta el momento de orinar.**

**Los desechos en la sangre se forman por la descomposición normal de los tejidos activos y de los alimentos consumidos.**

**Urea, creatinina, ácido úrico**

**El cuerpo usa los alimentos como fuente de energía y para su propia reparación.**

**Después de que el cuerpo toma lo que necesita de los alimentos, se envían los desechos por la sangre.**

**Si los riñones no filtraran estos desechos, los mismos se acumularían en la sangre y dañarían el cuerpo.**



**La urea se forma en el hígado como producto de desecho del metabolismo de las proteínas y se elimina por riñón.  
No es tóxica y aumenta en sangre cuando hay insuficiencia renal**

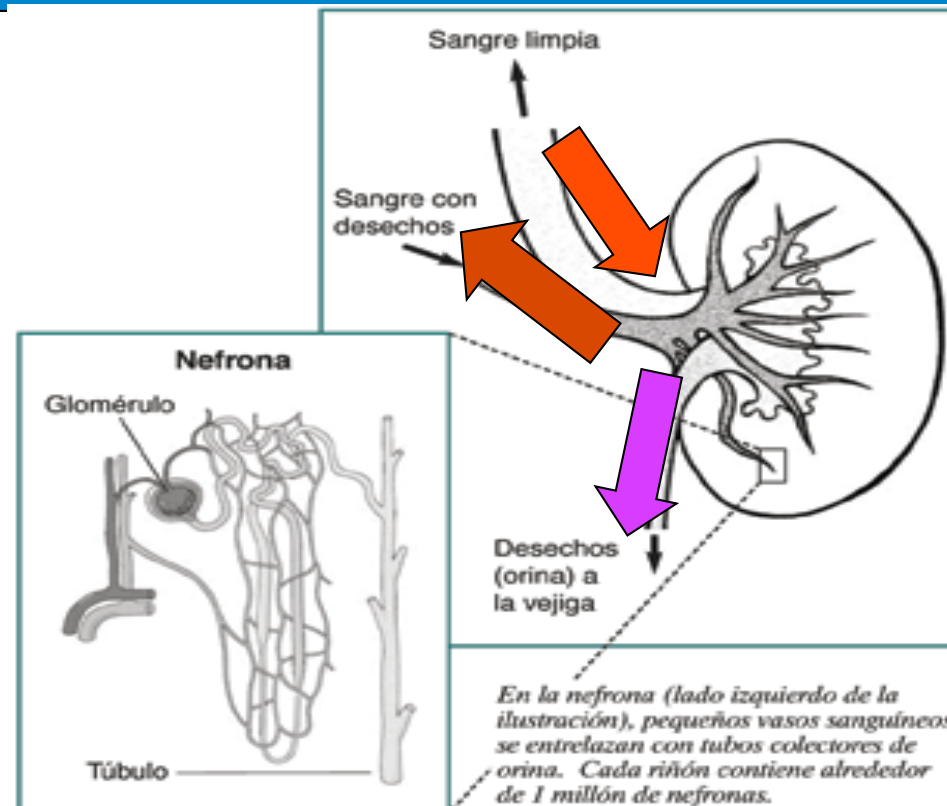
**La creatinina es un producto de desecho del metabolismo muscular y se elimina por el riñón.  
No es tóxica y aumenta en sangre cuando hay insuficiencia renal**

**El ácido úrico es un producto de desecho del metabolismo de los genes y se elimina por el riñón.  
Es tóxica y aumenta en sangre con o sin insuficiencia renal.  
Puede producir gota, daño renal, se asocia a problemas de presión**

La filtración ocurre en pequeñas unidades dentro de los riñones llamadas nefronas.

Cada riñón tiene alrededor de un millón de nefronas.

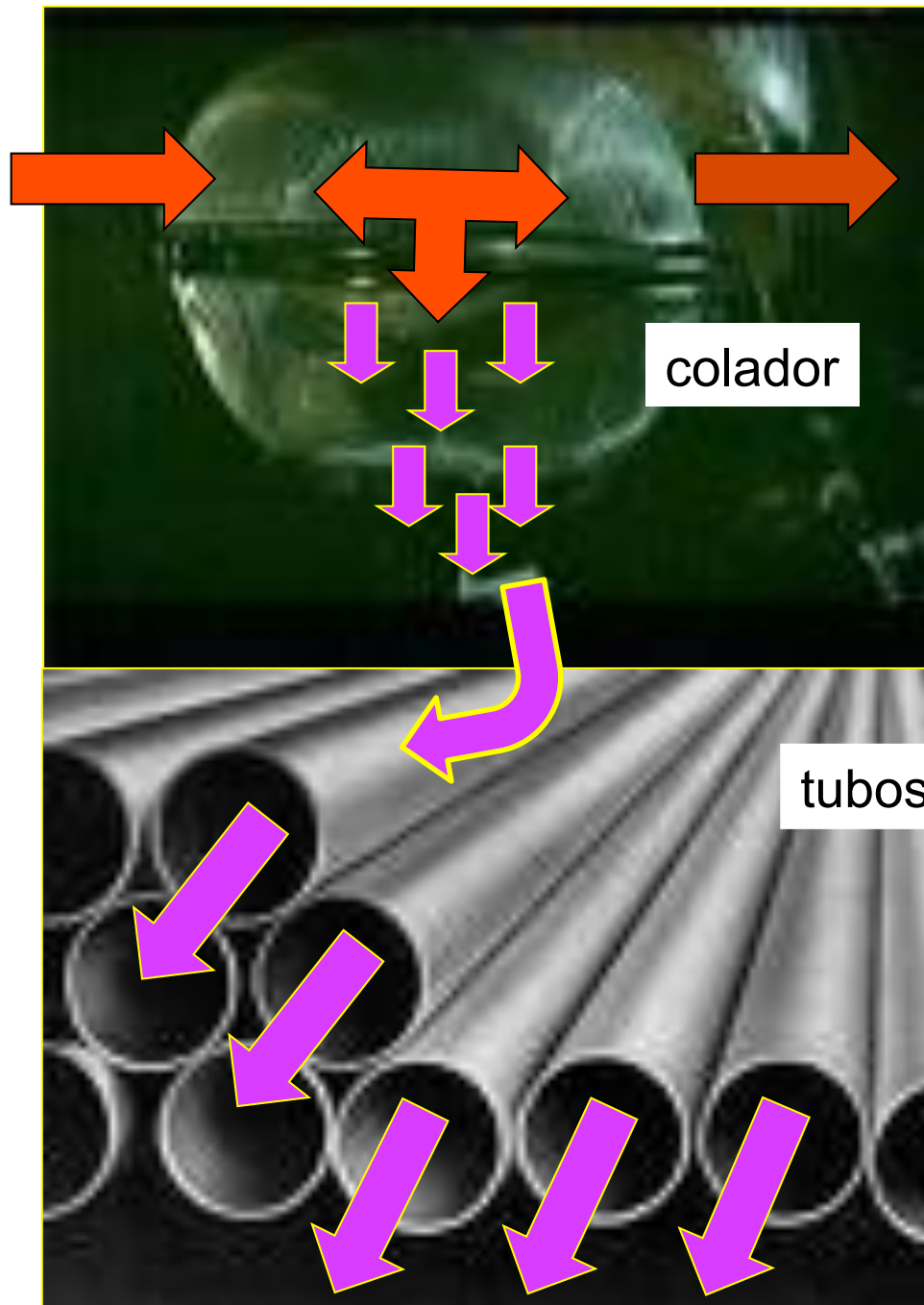
En la nefrona, un capilar se entrelaza con un pequeño tubo colector de orina llamado túbulo. Se produce un complicado intercambio de sustancias químicas a medida que los desechos y el agua salen de la sangre y entran al sistema urinario.



**Es como si el riñón estuviera compuesto por 1,000,000 de coladores que se comunican con 1,000,000 de tubos.**

**En los coladores se filtra la sangre y el líquido filtrado va pasando por los túbulos y se va formando la orina.**





colador

tubos

glomérulo

túbulo

nefrona

**Al principio, los túbulos reciben el filtrado de sangre, que es una mezcla de desechos y sustancias químicas útiles para el organismo.**

**En los túbulos se captan estas sustancias químicas útiles (agua, sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, etc) enviándolas de regreso a la sangre y al resto del organismo. Los desechos y los excesos de sales y agua son eliminados.**

**Así, los riñones regulan los niveles de esas sustancias.**

**Un fino equilibrio es crucial para mantener la vida;**

**Todo desequilibrio resultará perjudicial.**

**Entre otras cosas,  
los riñones también intervienen en:**

**La regulación de la acidez del organismo  
*(las bases de la vida)***

**La regulación de la presión arterial,  
al manejar el volumen de agua y sal *(sodio)***

**Además de eliminar los desechos,  
los riñones liberan, entre otras, 3 hormonas importantes:**

- eritropoyetina, que estimula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea (huesos)**
- renina, que regula la presión arterial**
- calcitriol, la forma activa de la vitamina D, que ayuda a mantener el calcio de los huesos y el equilibrio químico normal en el organismo de calcio y fósforo**

## ¿POR QUÉ FALLAN LOS RIÑONES?

Casi todas las enfermedades que dañan los riñones atacan a las nefronas y les hacen perder su capacidad de filtración.

El daño a las nefronas puede suceder de 2 formas:

**Rápidamente**  
como resultado de lesiones o intoxicaciones por  
medicamentos  
*(injuria renal aguda)*



**Sin causar síntomas obvios.**

**Solamente cuando pasen algunos años o incluso décadas  
empezará a manifestarse el daño.**

**La mayoría de las enfermedades renales atacan a ambos  
riñones al mismo tiempo.**

***insuficiencia renal crónica***

## Existen 5 grados de daño renal crónico

**Estadío 1: Daño renal con Clearance  $\geq$  90 ml/min**

**Estadío 2: Daño renal con Clearance 60-89 ml/min**

**Estadío 3: Daño renal con clearance 30-59 ml/min**

**Estadío 4: Daño renal con clearance 15-29 ml/min**

**Estadío 5: Daño renal con clearance  $<15$  ml/min o diálisis**

**Las dos causas de enfermedad renal más comunes  
son la diabetes y la presión arterial alta (hipertensión)  
(ambas muchas veces prevenibles!)**

**Pero también ciertos medicamentos, algunos de ellos de  
venta libre o de consumo masivo, pueden dañar los riñones**

## Algunas cifras:

### USA:

Pacientes con Estadío 5

Año 1999: 340,000 pacientes

Año 2010: 651,000 pacientes

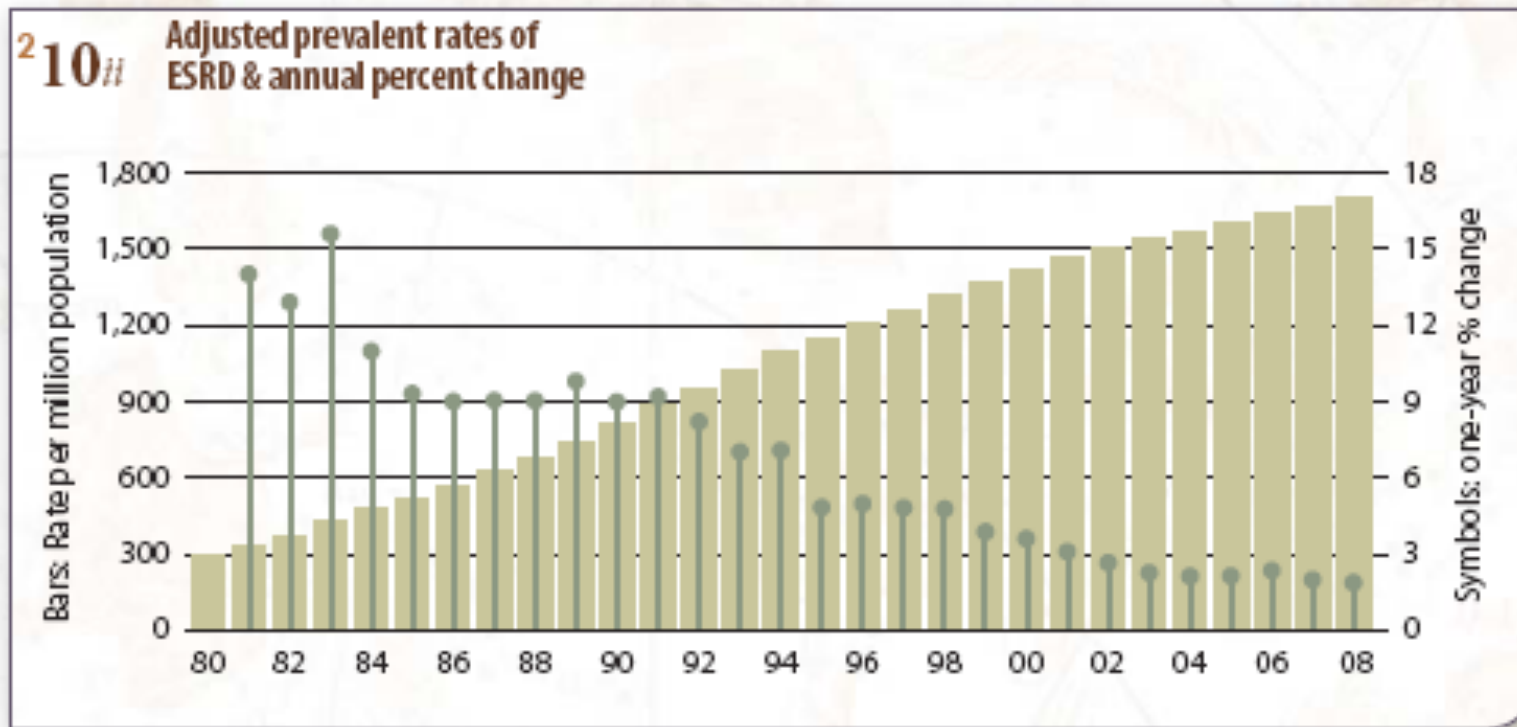
**70% de los pacientes con Creatinina elevada tienen HTA**

**Sólo 75% de los pacientes con HTA y creatinina elevada están en tratamiento;**

**27% tienen < 140/90 mmHg (*parcialmente controlados*)**

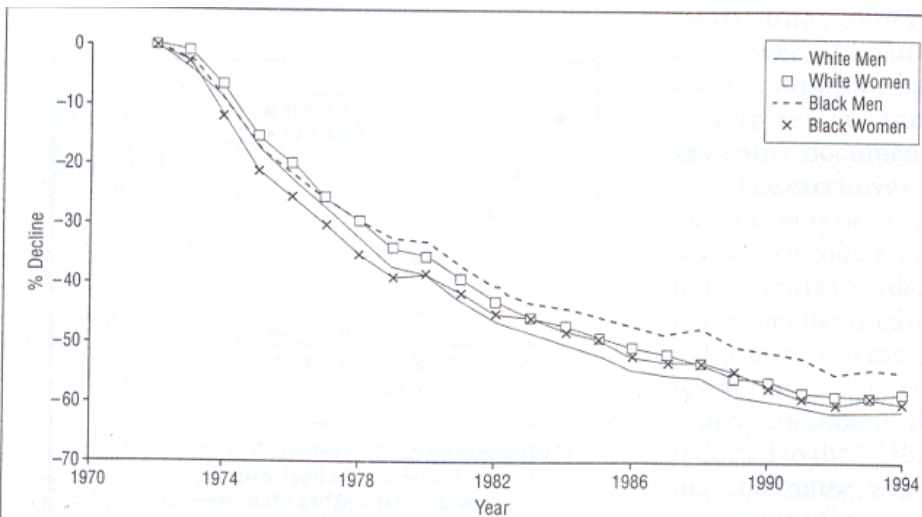
**11% tienen < 130/85 mmHg (*bien controlados*)**

**La tasa ajustada de prevalencia de la enfermedad renal crónica terminal aumentó 1.9% en el año 2008: 1.699 casos por millón.**

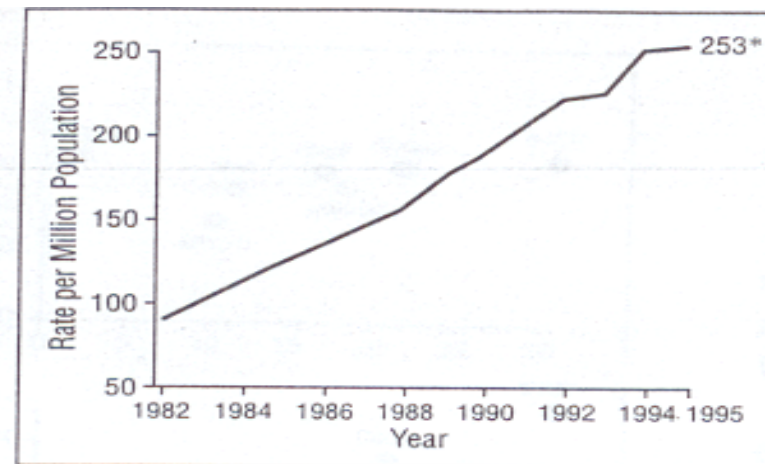


**Esta tasa de crecimiento es un 20% mayor a la vista en el año 2000.**

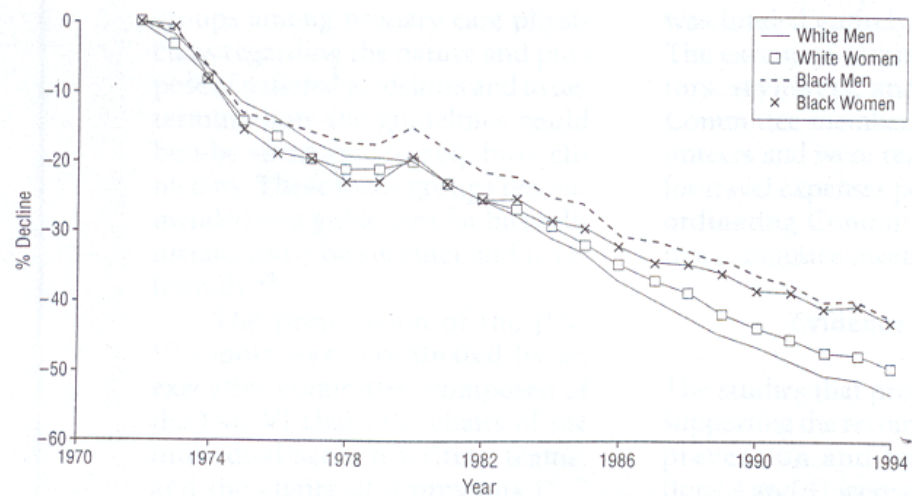
**La tasa anual de aumento ha permanecido entre el 1.9 y el 2.3% desde el año 2003.**



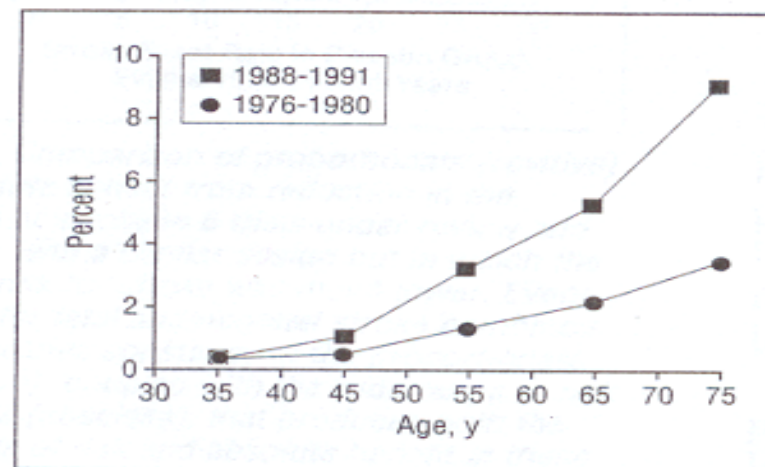
DISMINUCIÓN PORCENTUAL DEL ACCIDENTE CEREBROVASCULAR



INCIDENCIA DE INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA



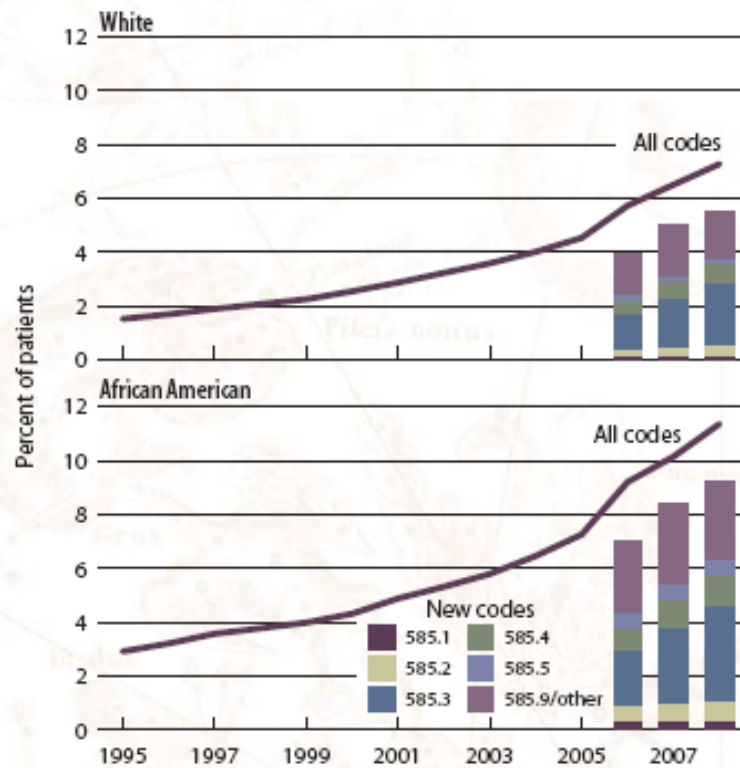
DISMINUCIÓN PORCENTUAL DE LA CORONARIOPATÍA



PREVALENCIA DE INSUFICIENCIA CARDÍACA

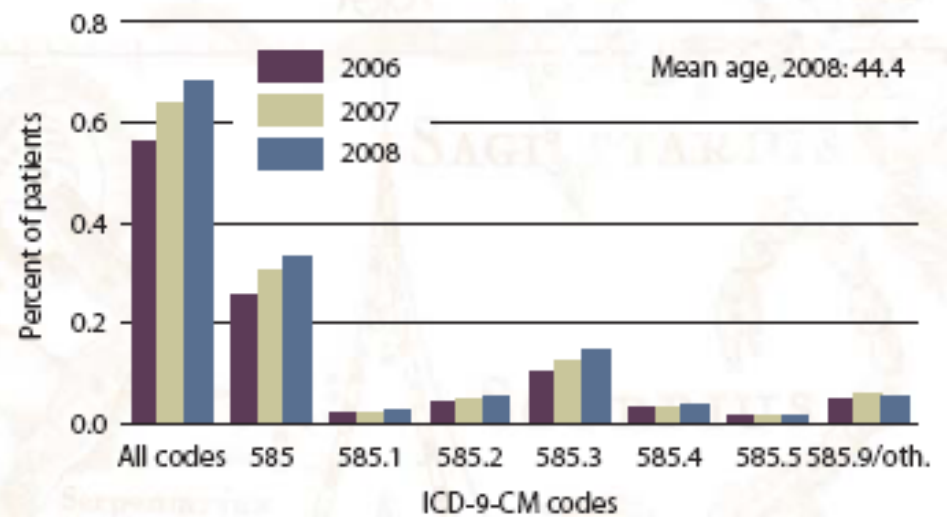
215i

Trends in CKD prevalence: Medicare patients age 65 & older, by race

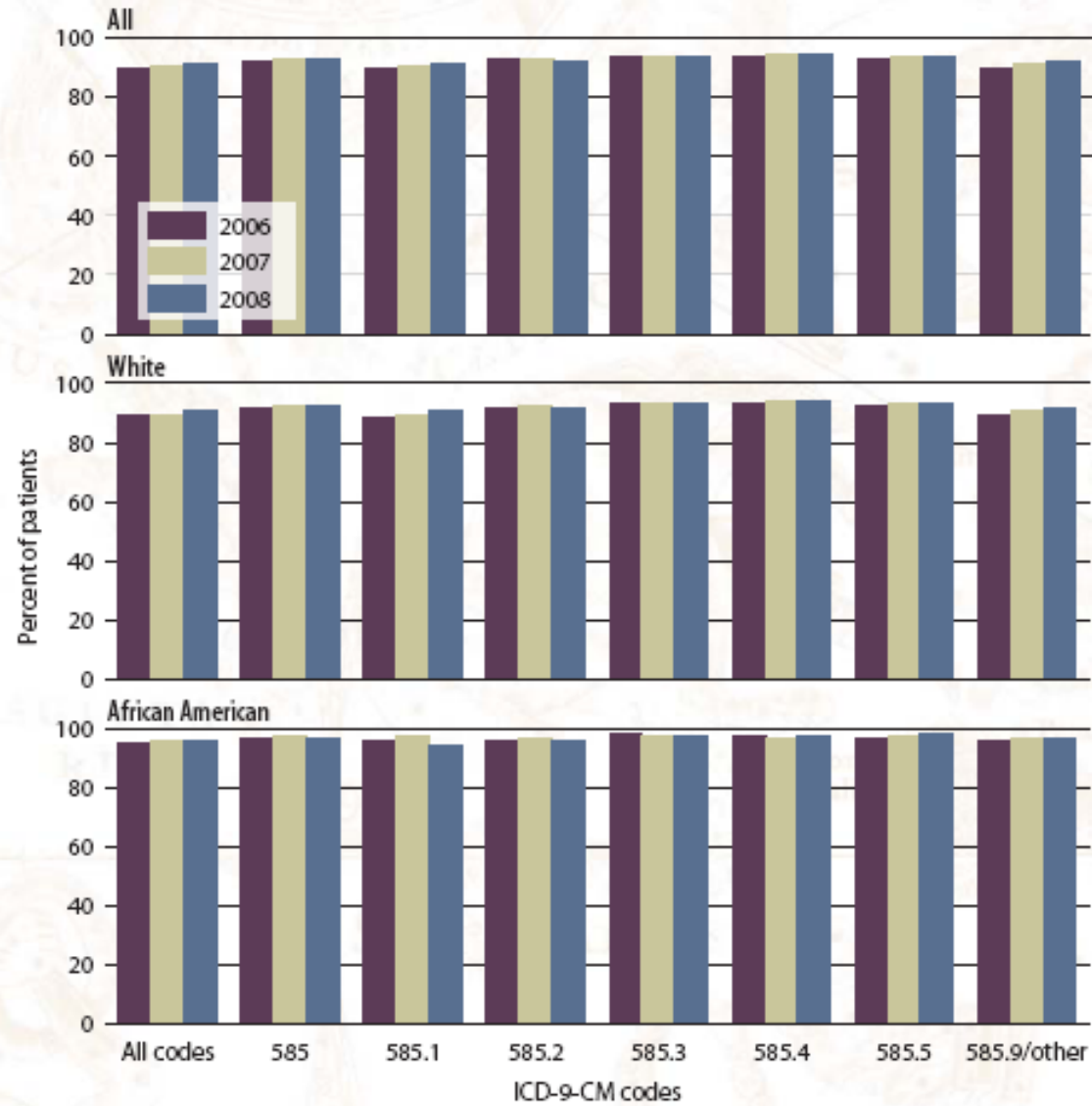


216i

Stages of prevalent CKD as defined by the new diagnosis codes: MarketScan patients age 20–64



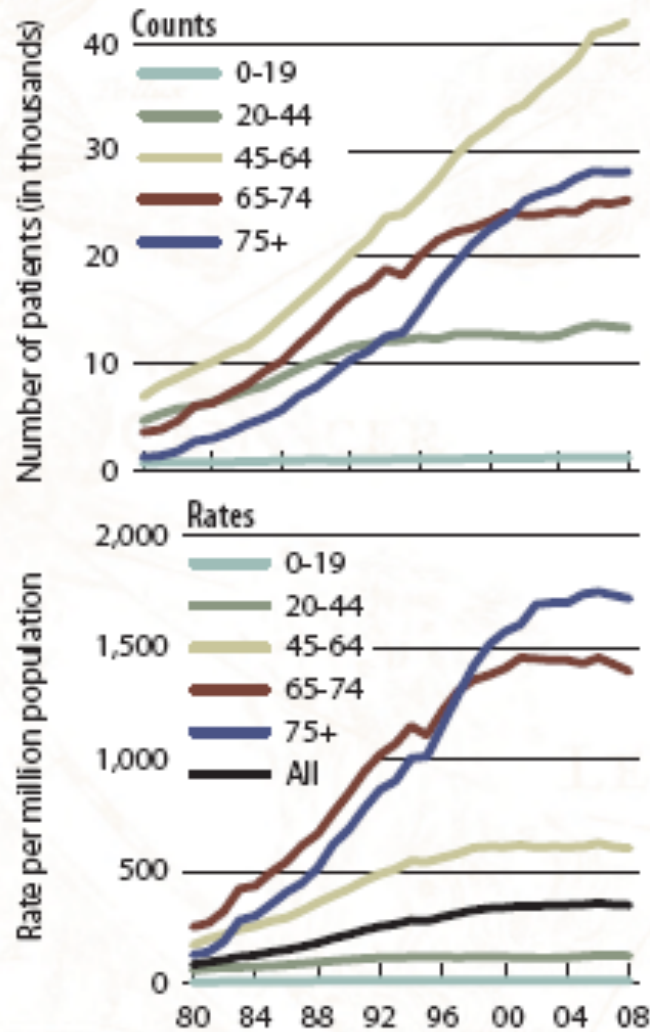
**219** Prevalence of hypertension, by CKD diagnosis code, race, & year





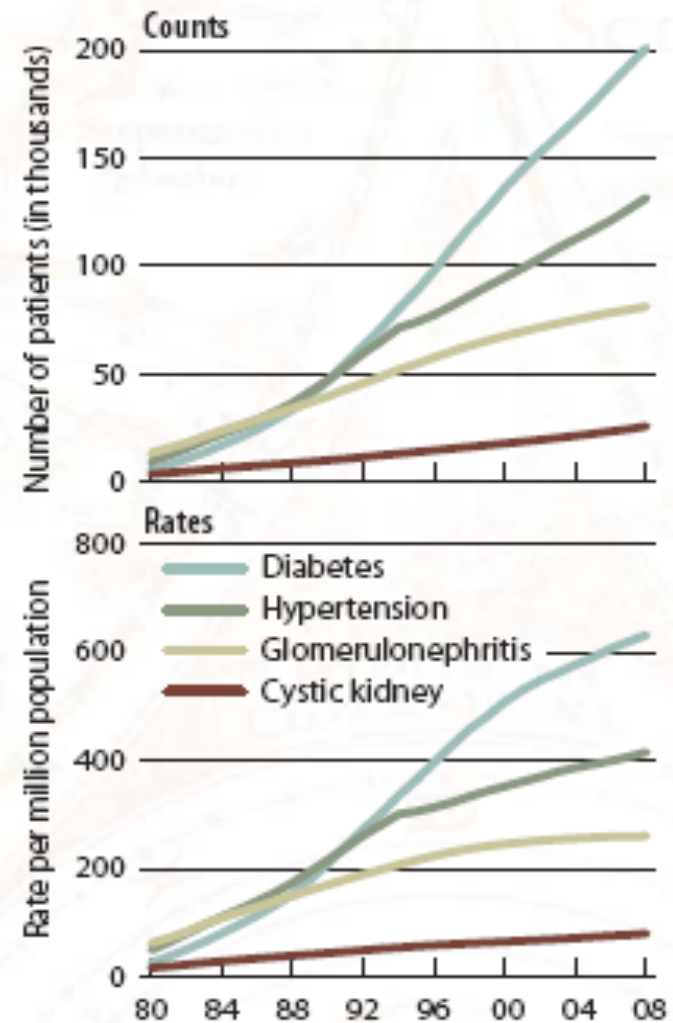
24<sup>ii</sup>

**Incident counts & adjusted rates of ESRD, by age**



215<sup>ii</sup>

**Prevalent counts & adjusted rates of ESRD, by primary diagnosis**



Desde el año 2000, la tasa ajustada de incidencia de la enfermedad renal terminal ha aumentado un 9.4% para sujetos >75 años, a 1.718 por millón en el año 2008.

## Estadío y prevalencia de enfermedad renal crónica

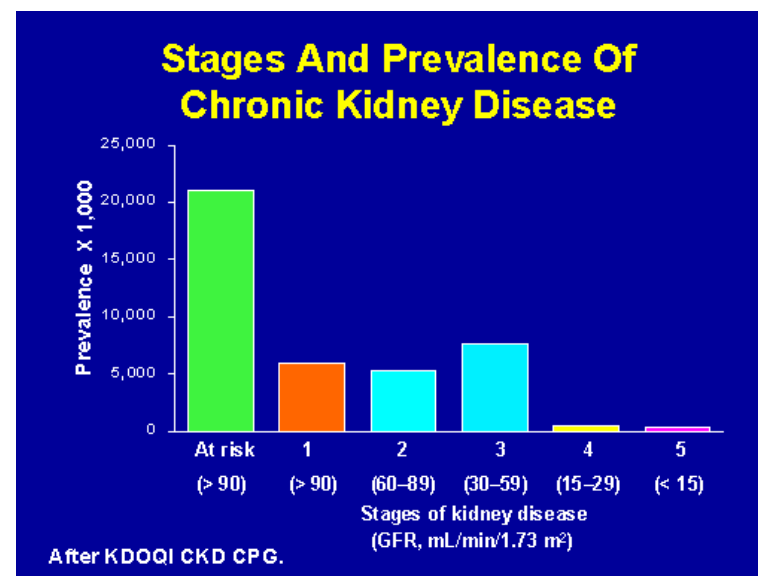
El 90% de los pacientes con estadio 4 van a progresar al estadio 5 y requerir tratamiento de reemplazo renal.

Los 5 estadios comprenden aproximadamente a 20.000.000 de personas en USA.

La mayoría de los casos de estadio 1 y 2 no son detectados.

Se estima que existen otros 20.000.000 de sujetos que tienen algún tipo de factor de riesgo.

Se desconoce cuántas personas de este grupo progresarán al estadio 1, pero una vez ingresados en el estadio 1, en general no hay punto de retorno.



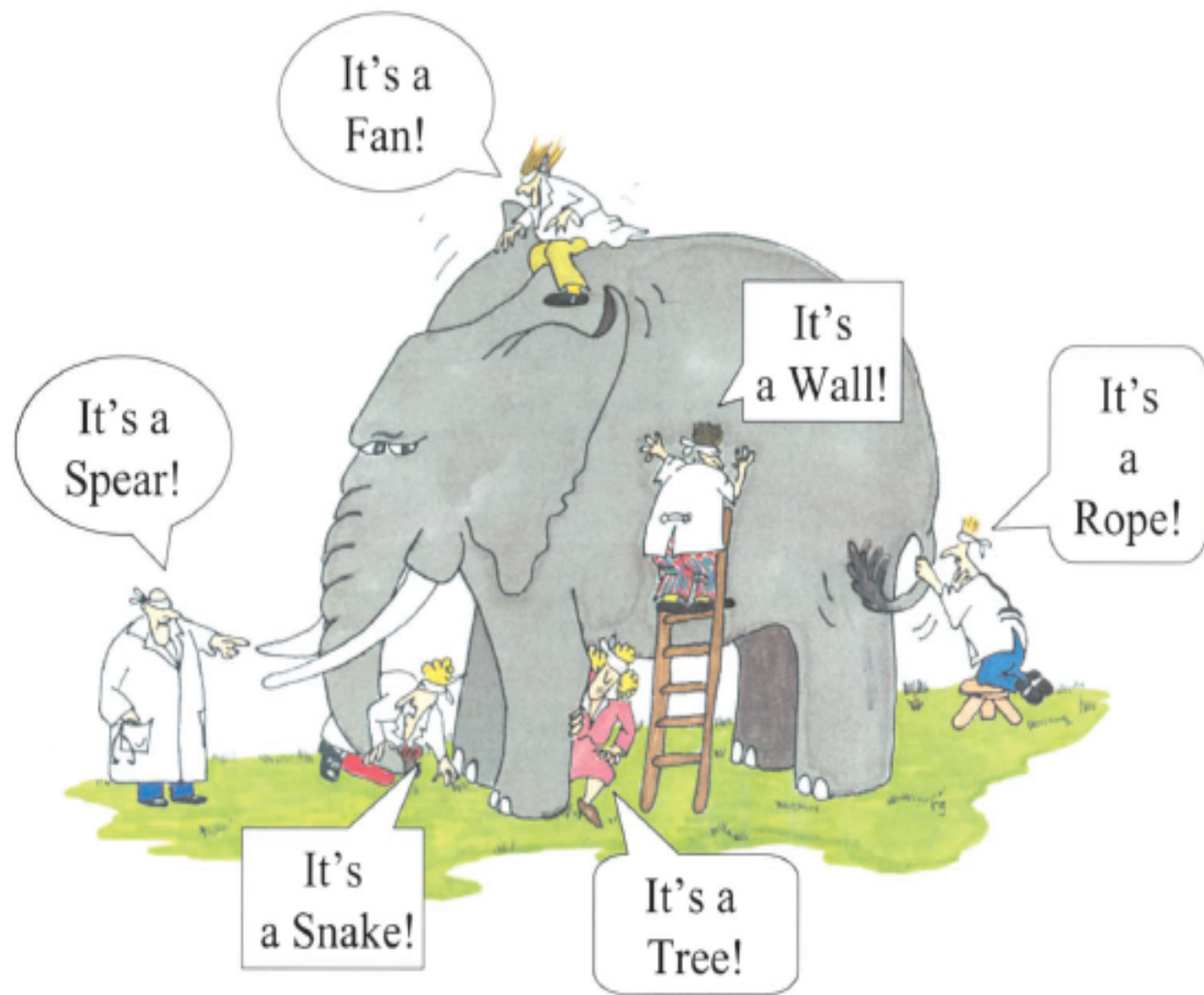


Fig. 1. *The blind men and the elephant*. Poem by John Godfrey Saxe (Cartoon originally copyrighted by the authors; G. Renee Guzlas, artist).

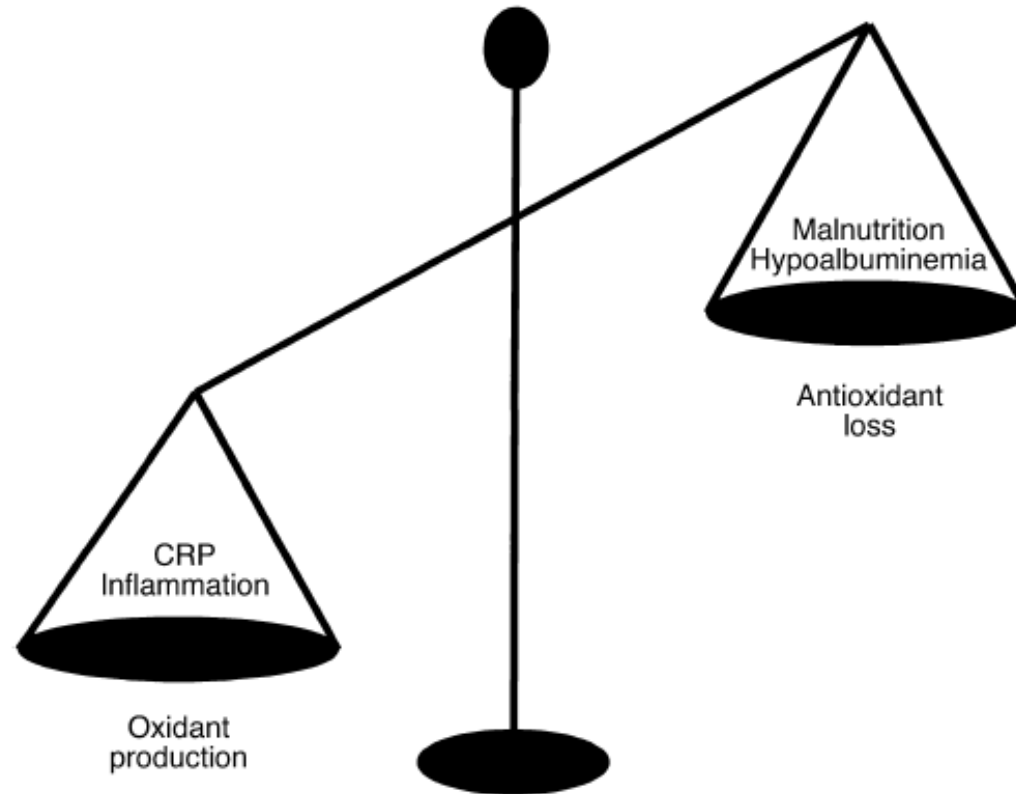
# LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE DIÁLISIS

Table 1. The elephant in uremia: A conceptual paradigm

Uremia pathogenesis	Additional risk factors	Potential mediators	Substrates	Pathophysiology	Pathology
Increased cytokines	Acute phase reaction	HOCl	Cysteine	Vascular inflammation	Accelerated
Increased complement activation	Malnutrition	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Homocysteine	Endothelial injury	atherogenesis
Retained solutes	RRT characteristics	Superoxide anion	β <sub>2</sub> m	VSMC proliferation and migration	Coronary restenosis
Neutrophil priming	Biocompatibility	Peroxynitrite	Glucose derivatives	Decreased NO effect	Accelerated venous intimal hyperplasia
	Catheter use	Hydroxyl radical	Proteins:	Vasoconstriction	LVH
	? Fe <sup>+++</sup> exposure		Carbonyls	Platelet activation	β <sub>2</sub> amyloidosis
	Infection		Thiols	Tissue injury	
			Tyrosine		
			Lipids:		
			PUFAs		
			LDL		

Abbreviations are: RRT, renal replacement therapy; HOCl, hypochlorous acid; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, hydrogen peroxide; β<sub>2</sub>m, β<sub>2</sub> microglobulin; PUFAs, polyunsaturated fatty acids; LDL, low-density lipoprotein; VSMC, vascular smooth muscle cell; NO, nitric oxide; LVH, left ventricular hypertrophy.

## LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE DIÁLISIS



**Fig. 7.** The malnutrition inflammation syndrome tips the redox balance toward oxidative stress and cardiovascular disease.

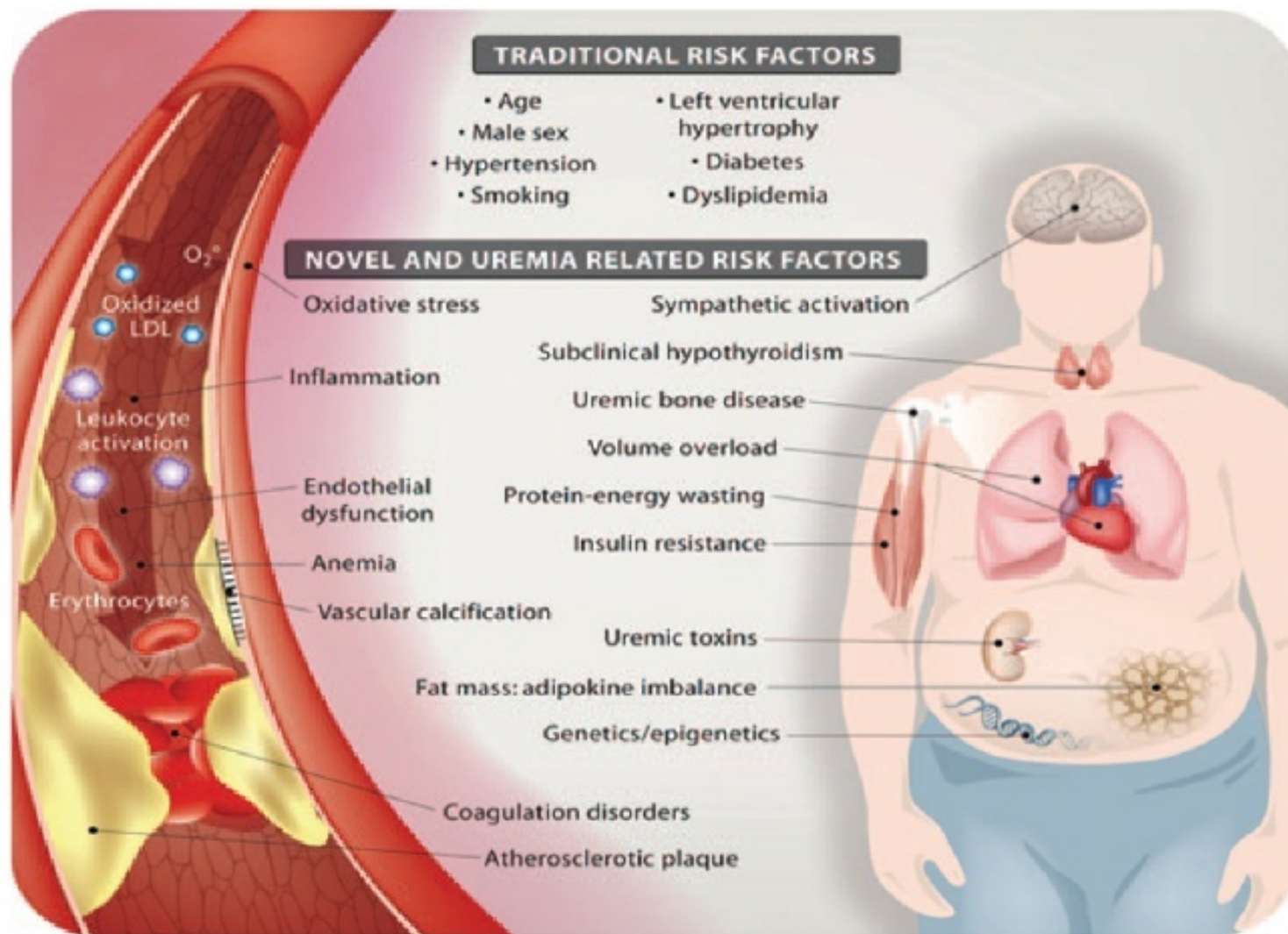


Figure 1. Schematic presentation of traditional and novel (or uremia-specific) cardiovascular risk factors in chronic kidney disease.

# Algunos factores de riesgo en el stress oxidativo y la disfunción endotelial en la uremia

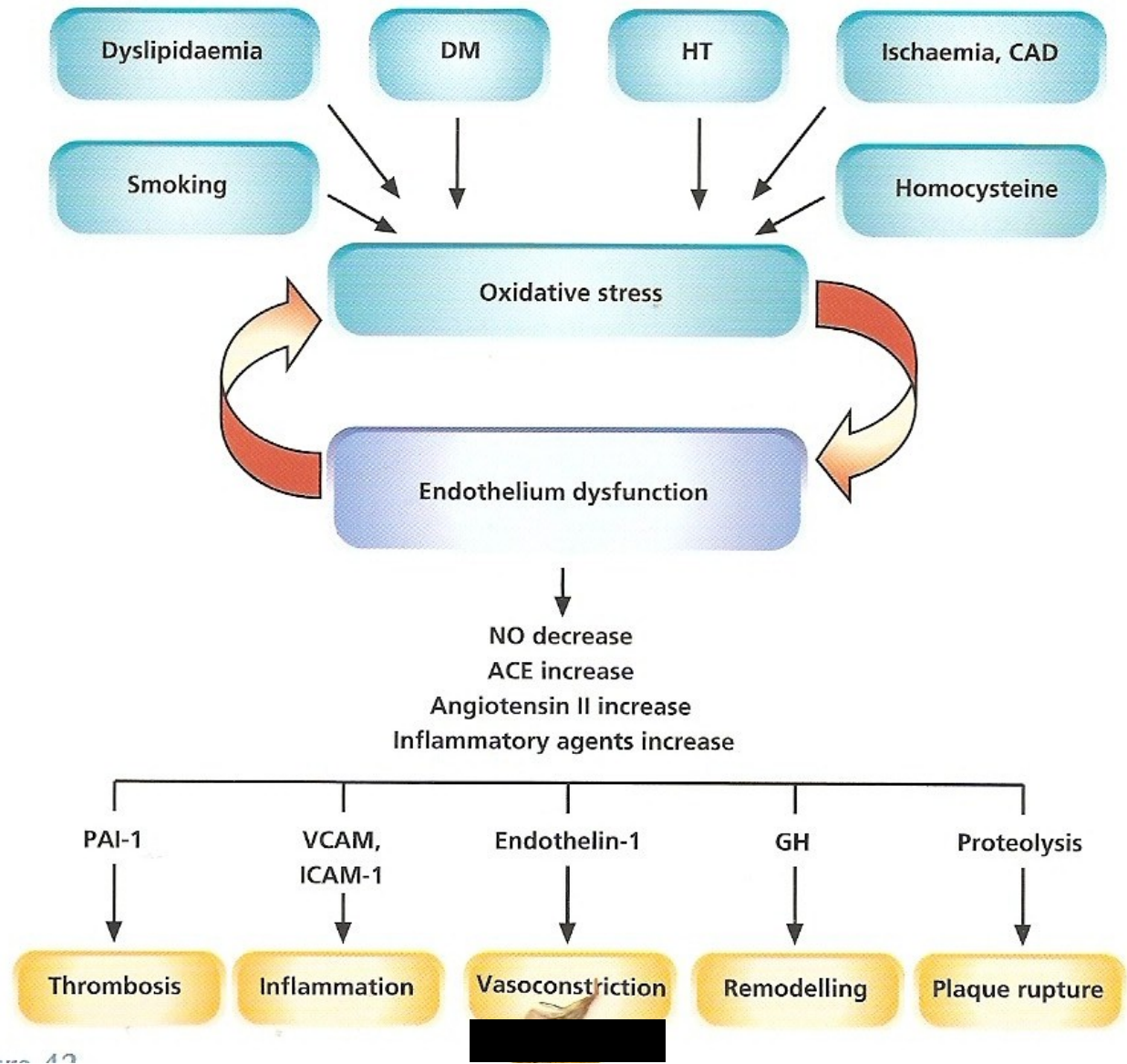
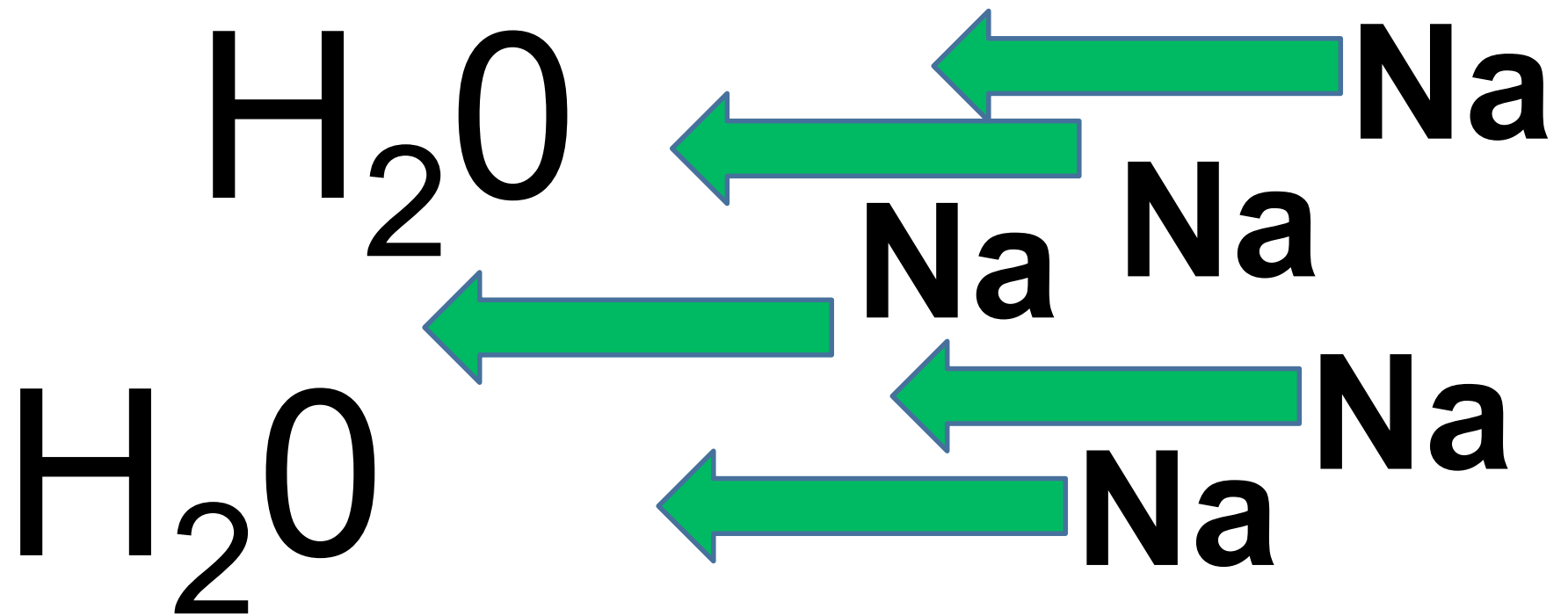
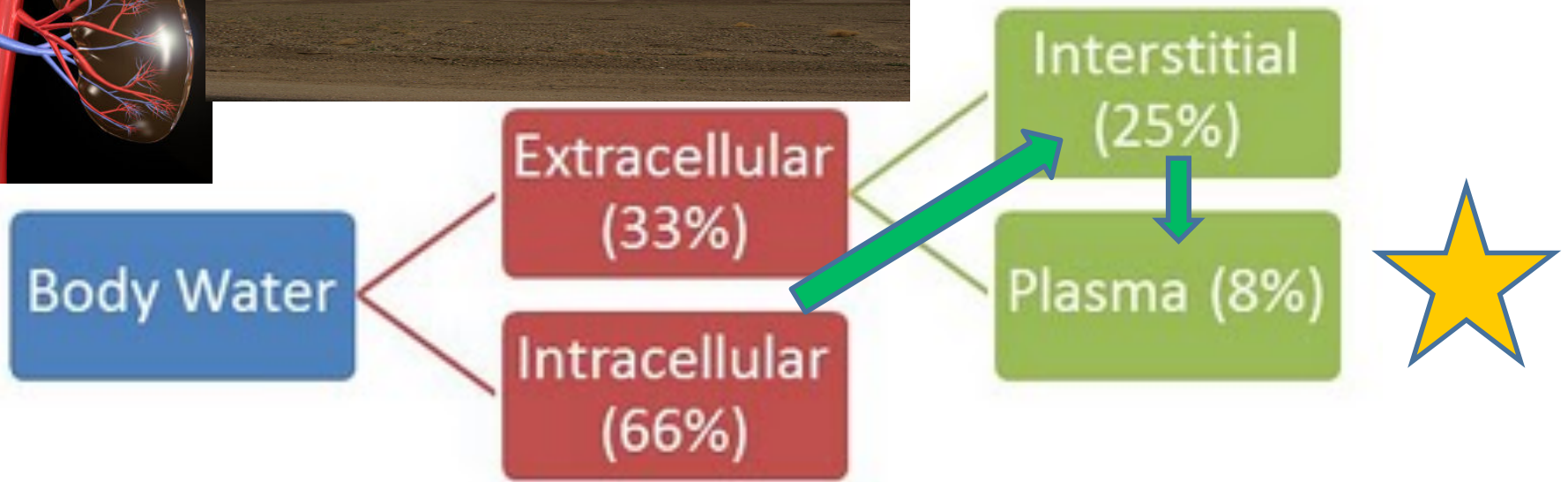
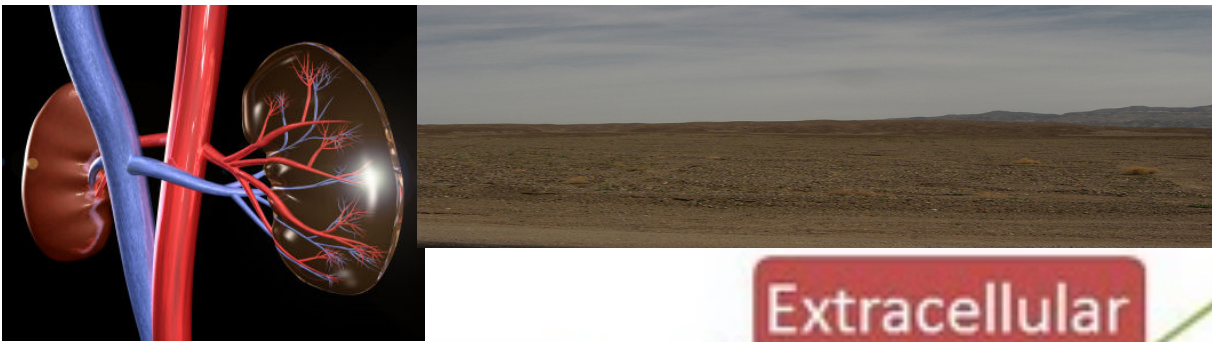


Figure 12







EN SANGRE



SODIO

CALCIO

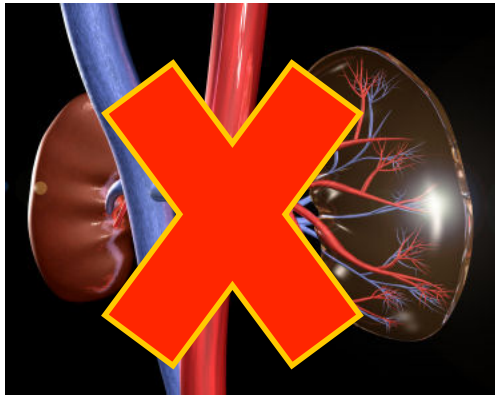
BICARBONATO



POTASIO

MAGNESIO

FÓSFORO



AGUA



SODIO CORPORAL TOTAL



AUMENTO DE PESO

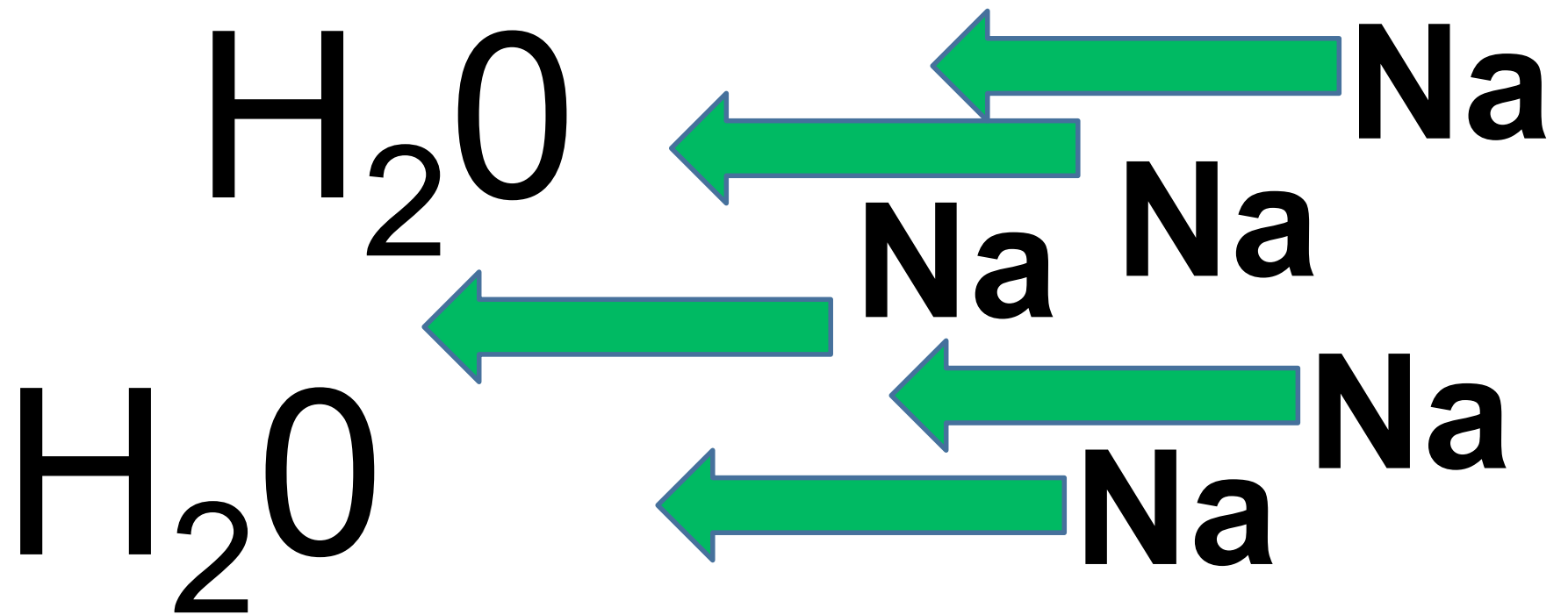
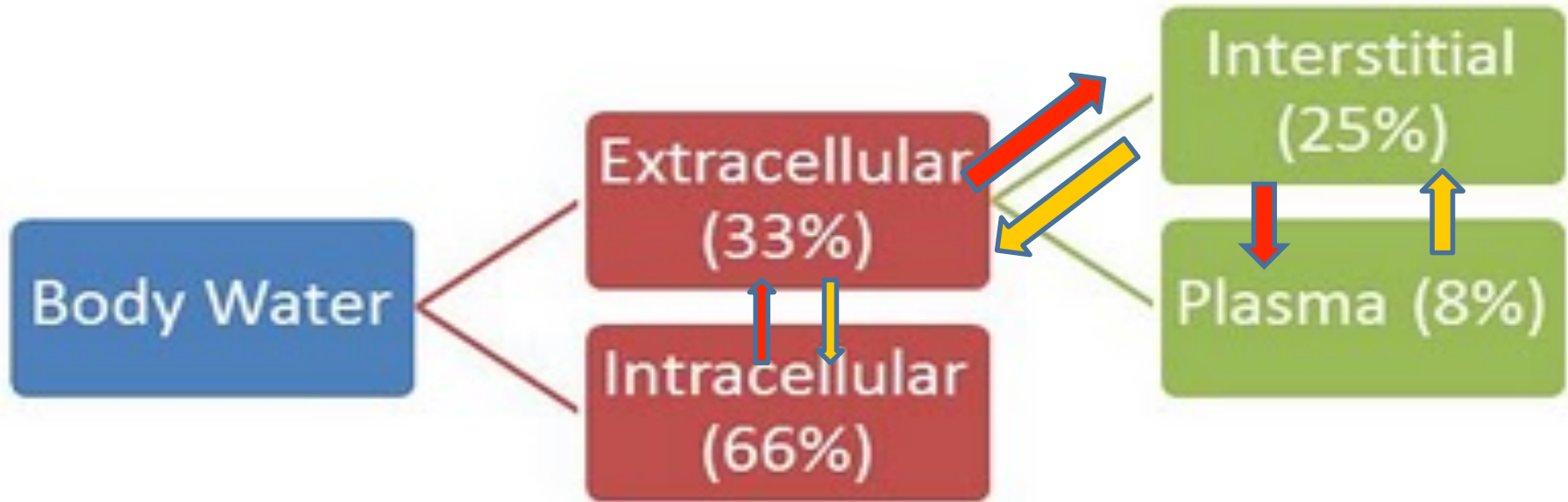


RUBBER  
SO

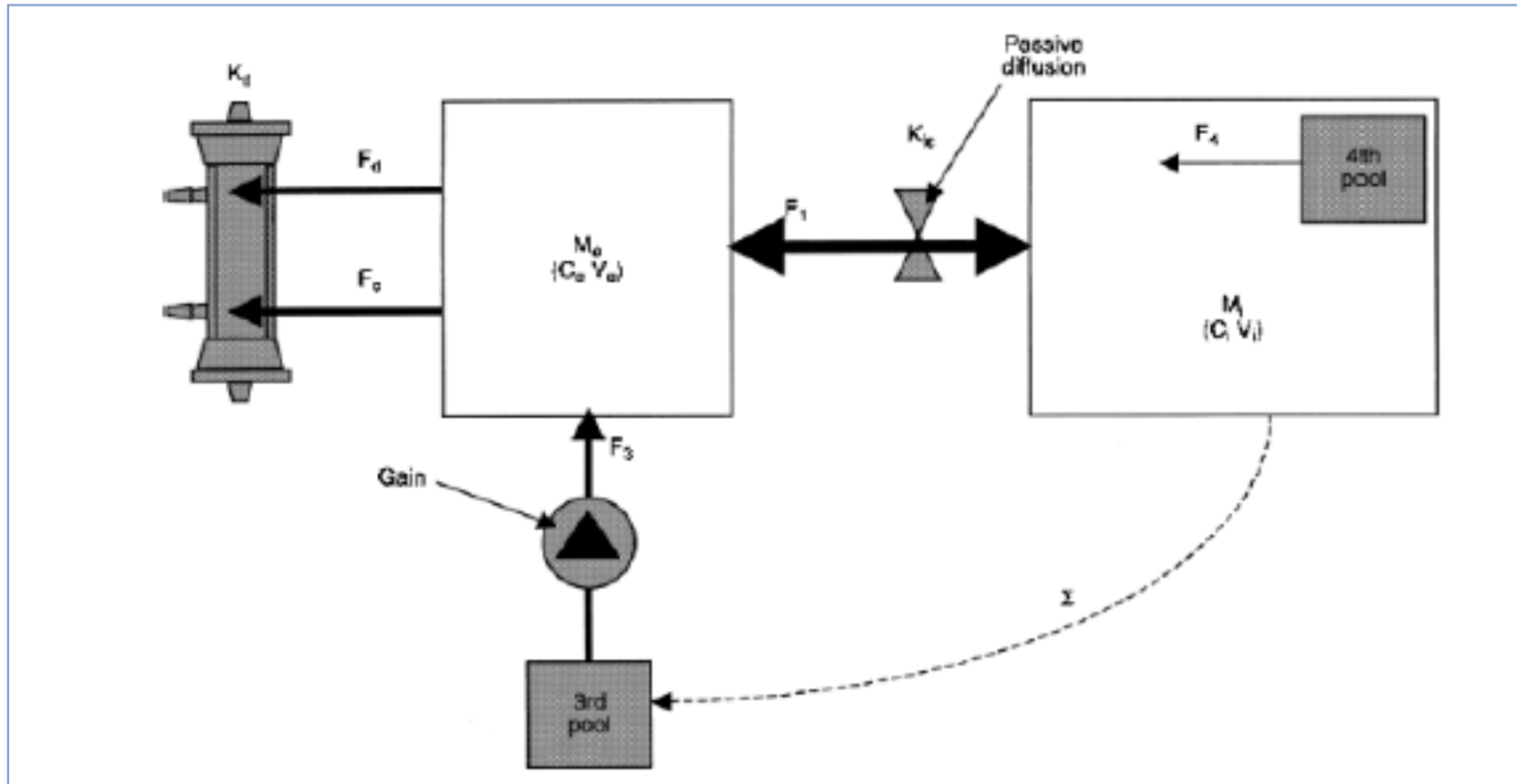


# LA HEMODIÁLISIS

PRINCIPIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS



# Teoría de los 4 compartimientos



**Table 3.** Comparative composition of dialysis fluid and plasma

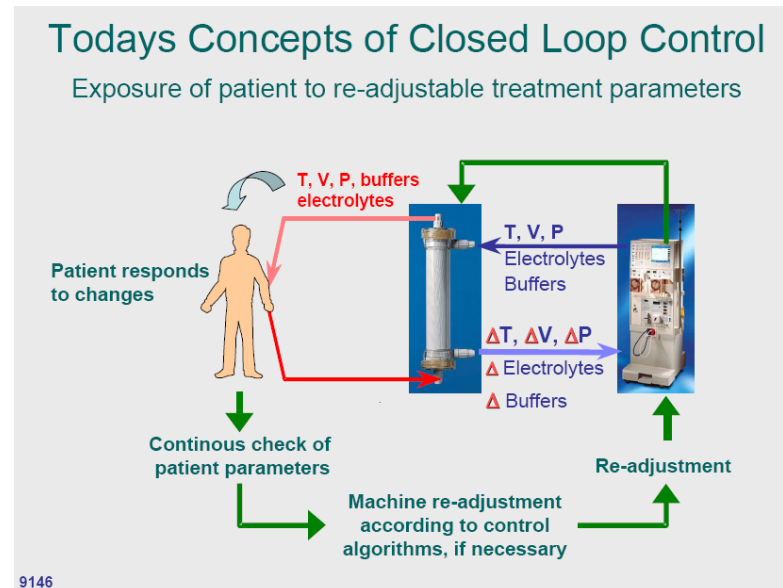
		Dialysis fluid mEq/l	Plasma mEq/l
Electrolytes	Na	136–140	136–145
	Cl	99–110	98–106
	K	0–3.0	3.5–5
	Ca	1.5	2.0–2.6
	Mg	0.5–1.0	0.8–1.2
Buffer	Acetate	2.5–5.0	
	HCO <sub>3</sub>	27–39	21–28
Glucose		2.0	0.8–1.2

En la hemodiálisis, la sangre sale del cuerpo y circula por un sistema líquido extracorpóreo, y luego retorna al paciente.

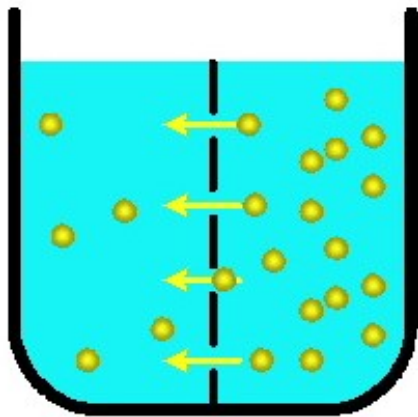
Este circuito incluye un filtro, que es el lugar donde se lleva a cabo la limpieza de la sangre.

El filtro contiene una membrana selectiva de intercambio de fluidos y desperdicios ( toxinas urémicas), pero no permite el intercambio de células y proteínas y lípidos. Pueden pasar azúcares.

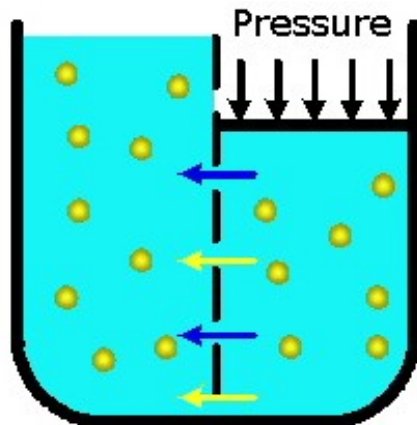
El dializado fluye en sentido contrario al de la sangre en la membrana, y los desperdicios y el agua sobrante son eliminados de la sangre y se descartan por la sumatoria de tres procesos: ***Difusión, ultrafiltración y ósmosis.***



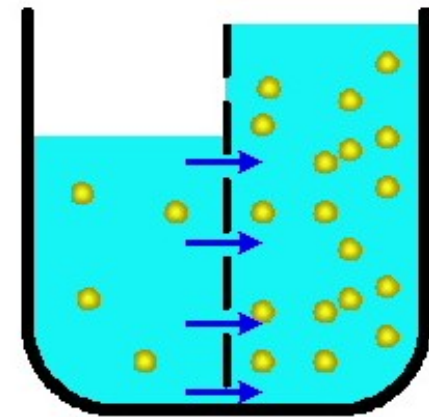




**Diffusion**  
(Solvent moves by concentration gradient)



**Ultrafiltration**  
(Solution moves by pressure gradient)



**Osmosis**  
(Water moves by concentration gradient)

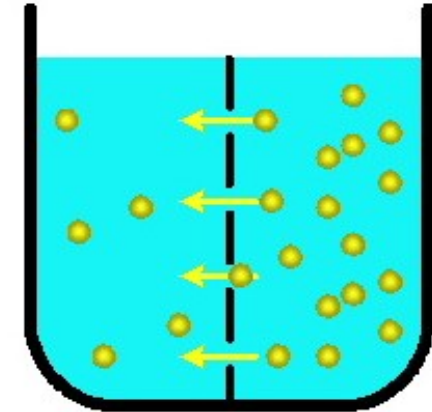
**Difusión** es el intercambio de solutos disueltos en un solvente a través de una membrana por diferencias de concentración de los solutos a ambos lados de la membrana (gradiente de concentración).

*El solvente sigue al soluto.*

Si hay una concentración mayor de un soluto de un lado de la membrana, habrá difusión y se tenderá a igualar las concentraciones a ambos lados.

Al controlar los químicos del dializado, la máquina de diálisis controla esta transferencia de solutos de acuerdo a la prescripción. En las máquinas de diálisis se mezclan soluciones en base a bicarbonato y ácido acético con agua tratada. La mezcla es generalmente controlada por la conductividad (la capacidad del agua de conducir electricidad) o volumétricamente (cuánta agua es mezclada con cuánto químico de los concentrados).

El perfil de sodio(ir cambiando la cantidad de sodio en el dializado a diferentes horas de la diálisis) se usa en algunas máquinas, variando la conductividad para mejorar el total de soluto a remover por difusión.

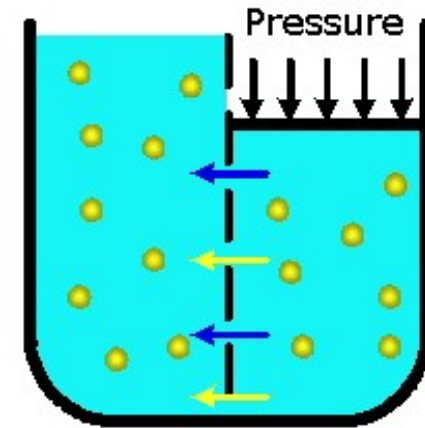


**Diffusion**  
(Solvent moves by concentration gradient)

**Ultrafiltración**, o convección, significa flujo de líquido a través de la membrana del filtro, forzado por una diferencia en la presión sobre los dos lados del filtro (gradiente de presión).

Esto provoca la pérdida de peso del paciente durante la diálisis. La pérdida indicada de peso está controlada por la máquina de diálisis, que es actualmente de tipo volumétrica (controlan el volumen del líquido a remover de acuerdo a la prescripción).

El control volumétrico se logra generalmente controlando el flujo del dializado que entra y sale del filtro a diferentes velocidades por medio de controladores de flujo, o bien teniendo flujos iguales del dializado entrando y saliendo del filtro y removiendo el líquido entre estos flujos iguales.



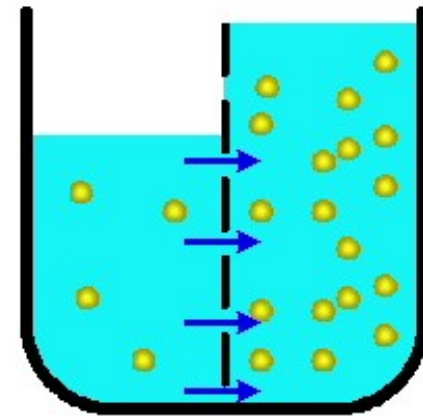
## Ultrafiltration

(Solution moves by pressure gradient)

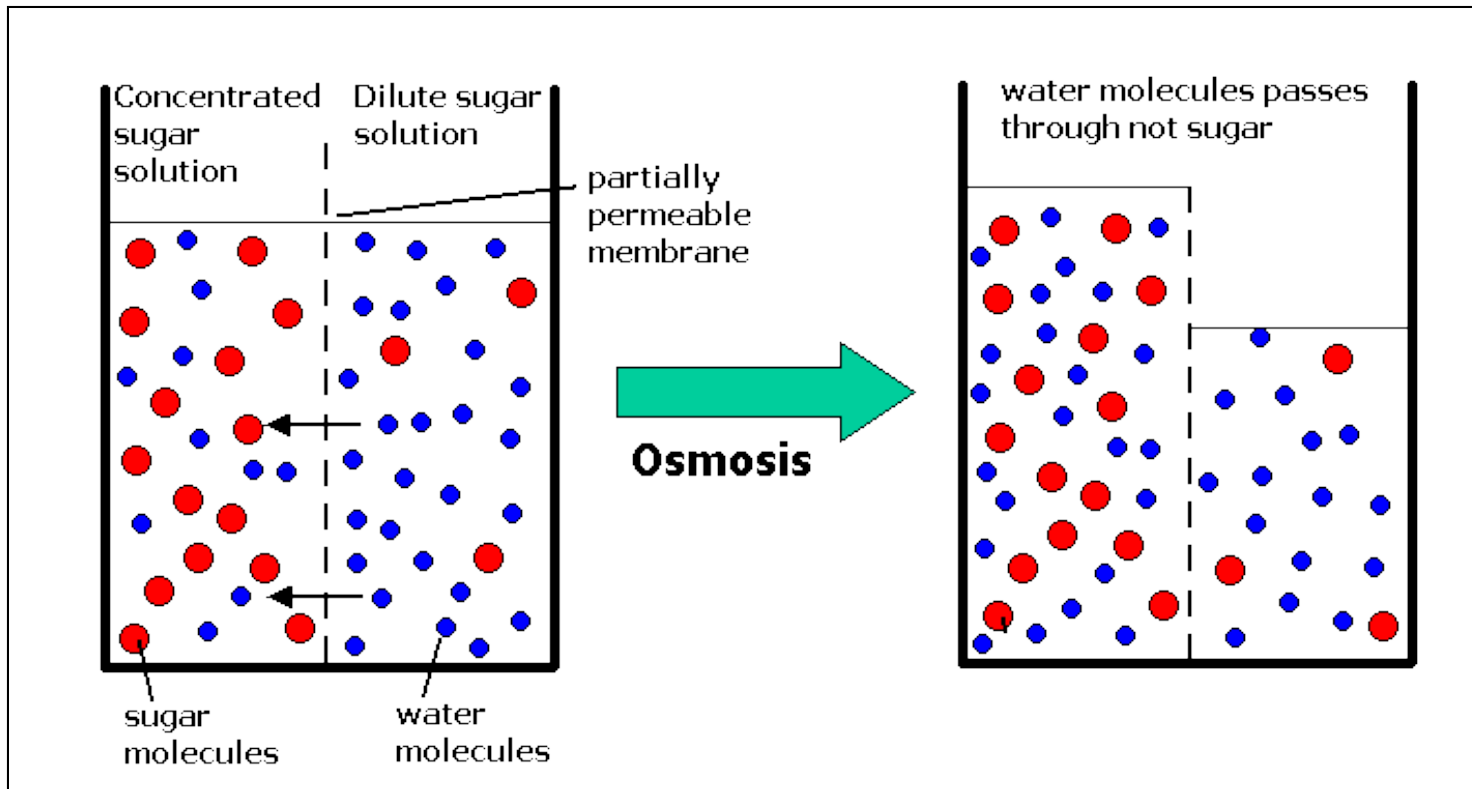
**Ósmosis** es el movimiento neto de agua a través de una membrana selectivamente permeable causada por una diferencia en las cantidades de soluto a ambos lados de la membrana.

En la diálisis, esto se refiere al movimiento de agua a través de las membranas celulares de los distintos compartimientos corporales, y no de la membrana del filtro.

Al realizar un perfil de sodio, se puede aumentar la tasa de ósmosis temprano en la diálisis al aumentar el nivel de sodio plasmático.



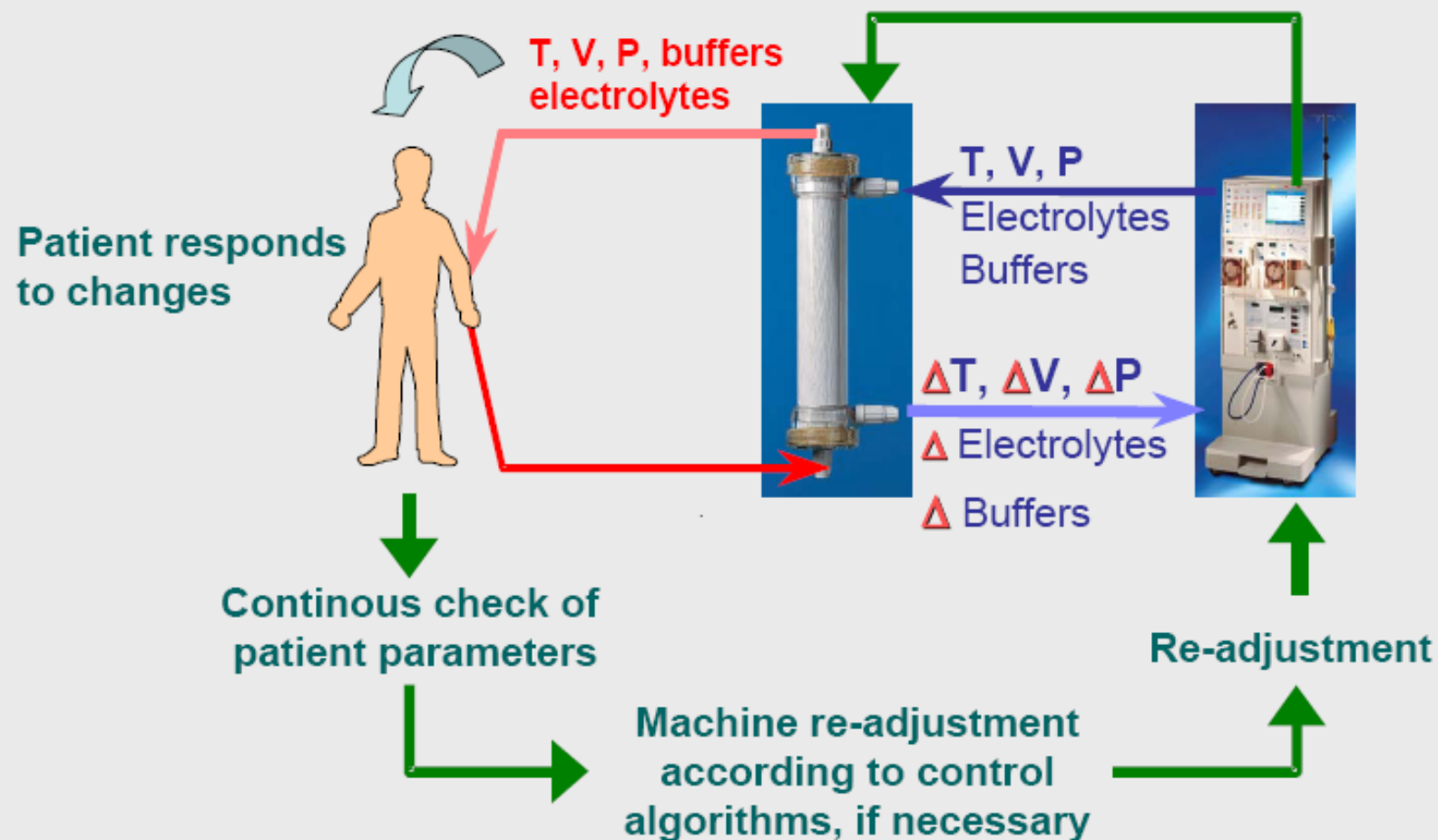
**Osmosis**  
(Water moves by  
concentration gradient)



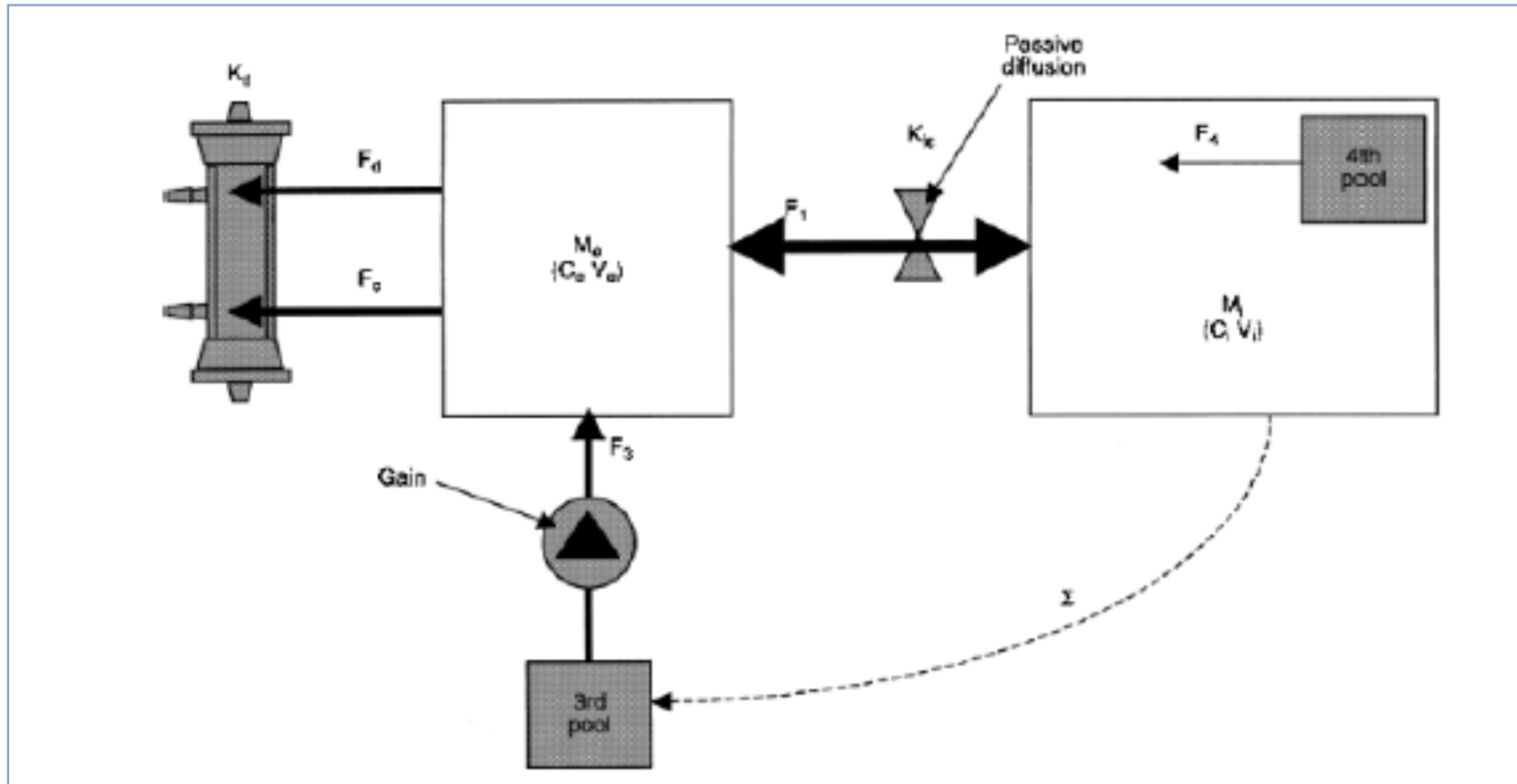
**Ósmosis** es el movimiento de un solvente, como el agua, por una membrana semipermeable desde un área de baja concentración de solutos a una de mayor concentración; las concentraciones resultantes son iguales, e intermedias entre la mayor y la menor.

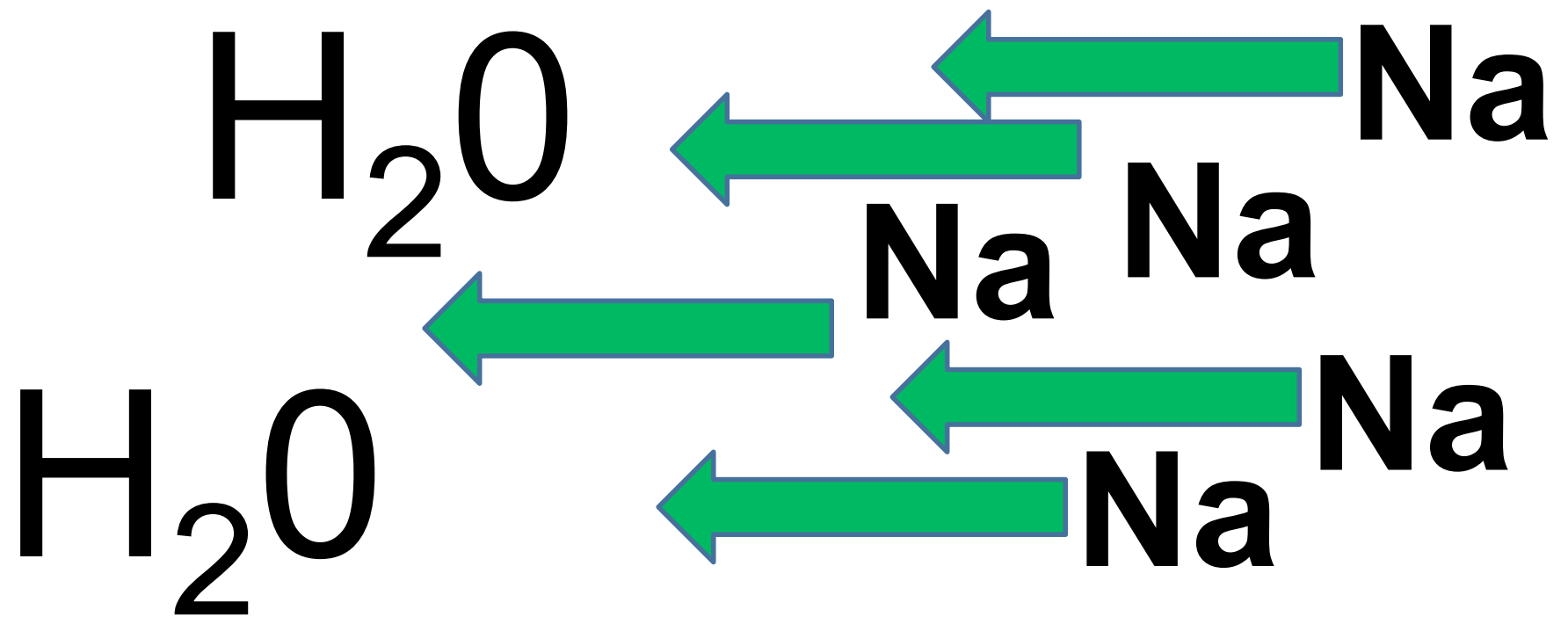
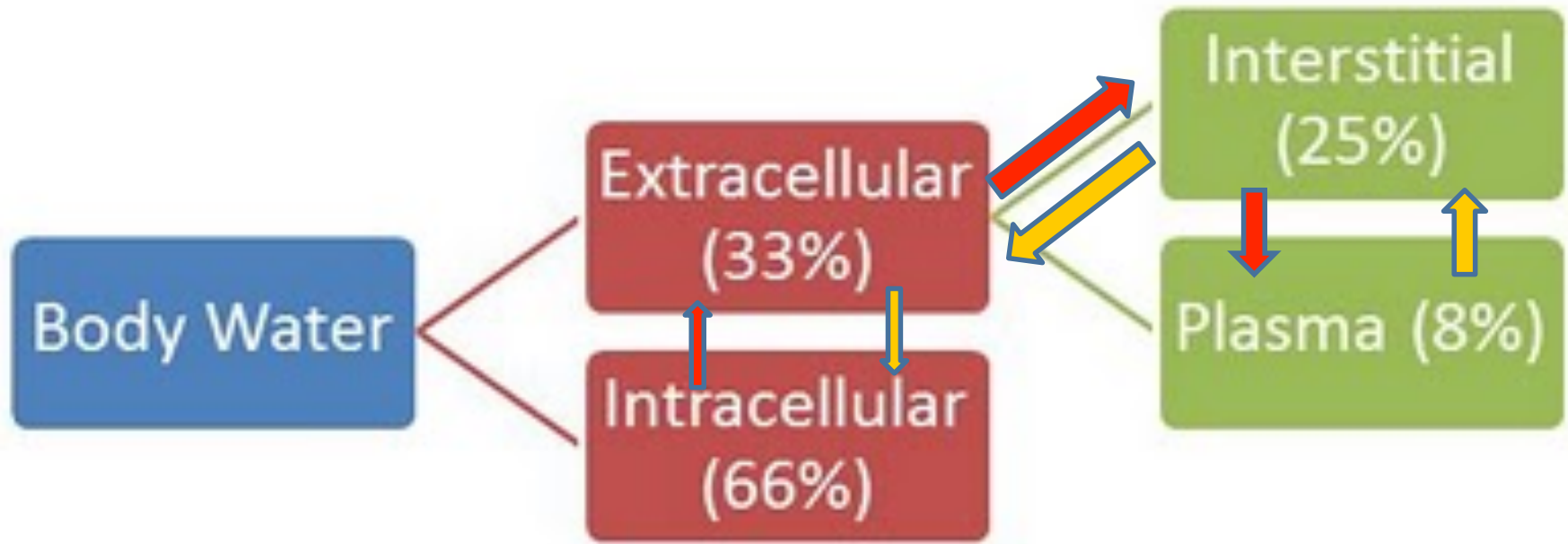
# Today's Concepts of Closed Loop Control

Exposure of patient to re-adjustable treatment parameters



# Teoría de los 4 compartimientos





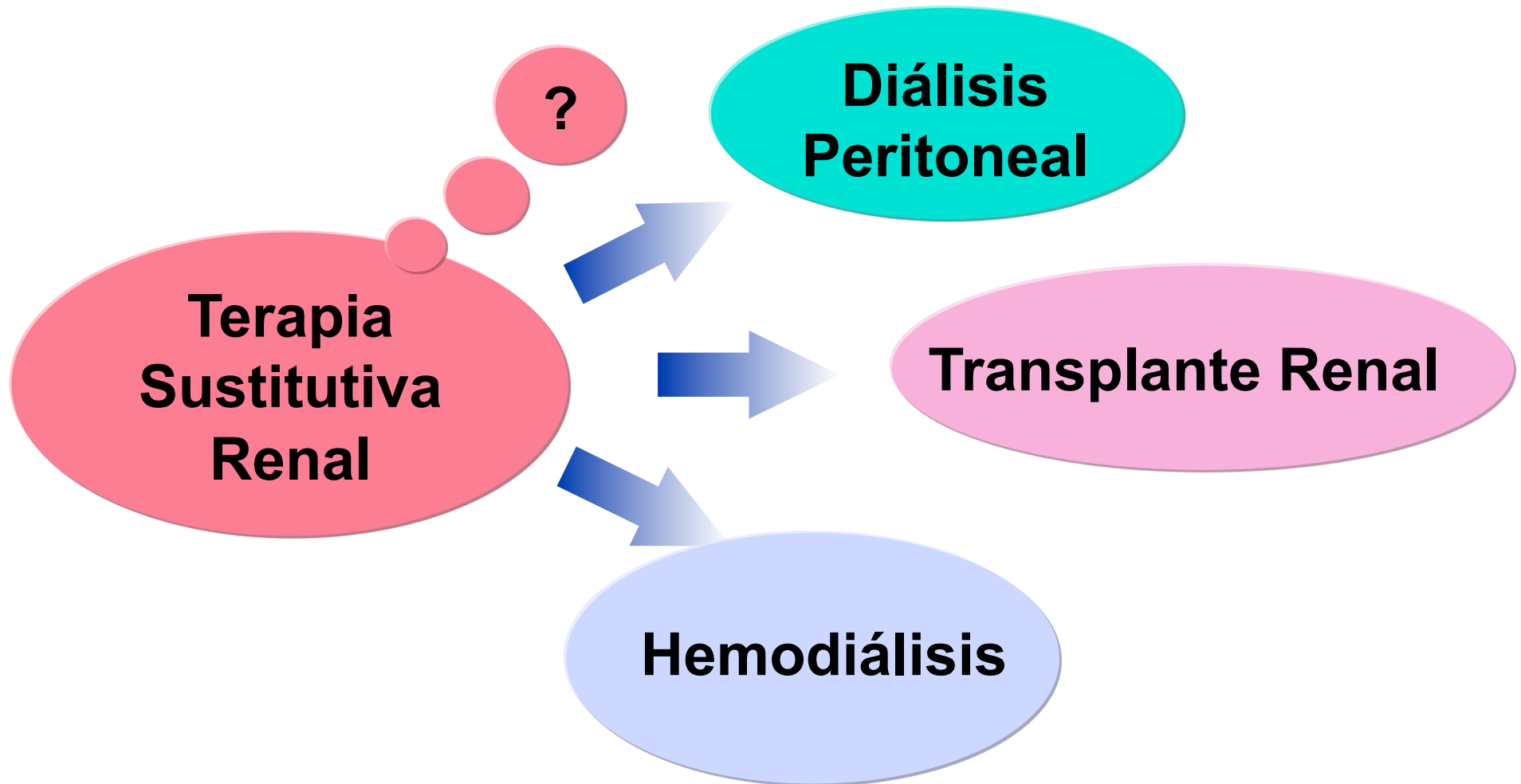




# Tratamientos de reemplazo de la función renal

Diferentes Modalidades

# Modalidades de Tratamiento



# Técnicas Dialíticas

- *Hemodiálisis (HD)*

- HD convencional (HDC)
- HD de Alta Eficacia (HDAE)
- HD de Alto Flujo (HDAF)

- *Hemofiltración (HF)*

- *Hemodiafiltración (HDF)*

- Biofiltración (BF) y Biofiltración sin Acetato (AFB)
- Técnica de las dos cámaras (PFD) y PFD-Carbón
- HDF On Line

# Técnicas Dialíticas

## • *Hemodiálisis Convencional (HDC)*

**Técnica de HD básica (data de los años 70)**

- **Membrana:**

- ✓ **Bioincompatible**

- ✓ **Baja permeabilidad**

- ✓ **Baja superficie (1,2 a 1,6 m<sup>2</sup>)**

- **Qb de 300 ml/min**

- **Baño de diálisis con Acetato**

- **Bajos aclaramientos**

# Técnicas Dialíticas

- *Hemodiálisis de Alta Eficacia (HDAE)*

**Propone como aspectos técnicos:**

- Incrementar la superficie del dializador (1,7 a 2 m<sup>2</sup>)
- Aumentar el flujo sanguíneo (400ml/min)
- Aumentar el flujo del líquido de diálisis (1000 ml/min)
- Utilizar Bicarbonato como buffer

**Objetivo: Obtener Kt/V adecuado en menor tiempo**

# Técnicas Dialíticas

- *Hemodiálisis de Alto Flujo – High Flux (HDAE)*

Este método se basa en utilizar todas las modificaciones incluidas en la HDAE (incremento del  $Q_d$  y  $Q_b$ , mayor superficie de la membrana y bicarbonato como buffer), incluyendo:

- **Membrana:**

- ✓ Alto coeficiente de ultrafiltración ( $K_{uf}$ )

- ✓ Permeable a moléculas de peso elevado (10000 daltons)

- ✓ Alta biocompatibilidad

Cual es la diferencia entre High Flux (Alto Flujo) y Low Flux (Bajo Flujo)?

**La permeabilidad de la membrana**



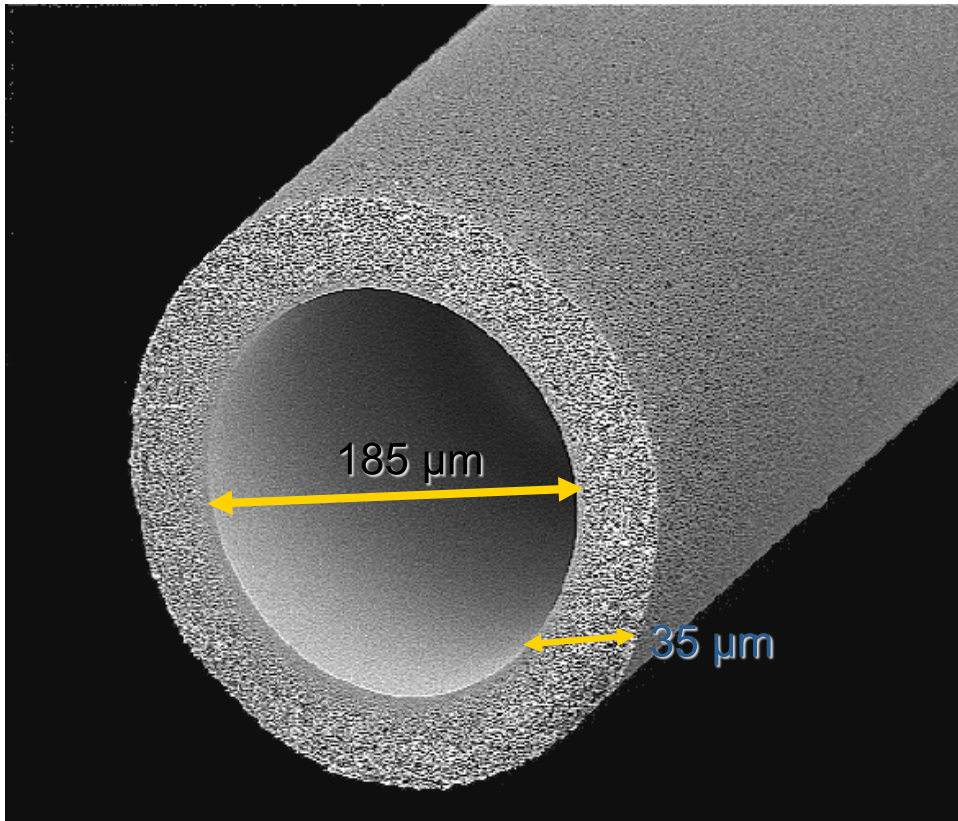
# La membrana ideal



- Biocompatible
- Alta permeabilidad hidráulica
- Un alto coeficiente de cribado que permita eliminar sustancias de pequeño, mediano y alto PM ,pero que no permita la pérdida de albúmina y AA
- Que su funcionamiento se asemeje todo lo posible al de un glomérulo normal

## : What are its new features?

### 1. New fibre dimensions: improvement of performance

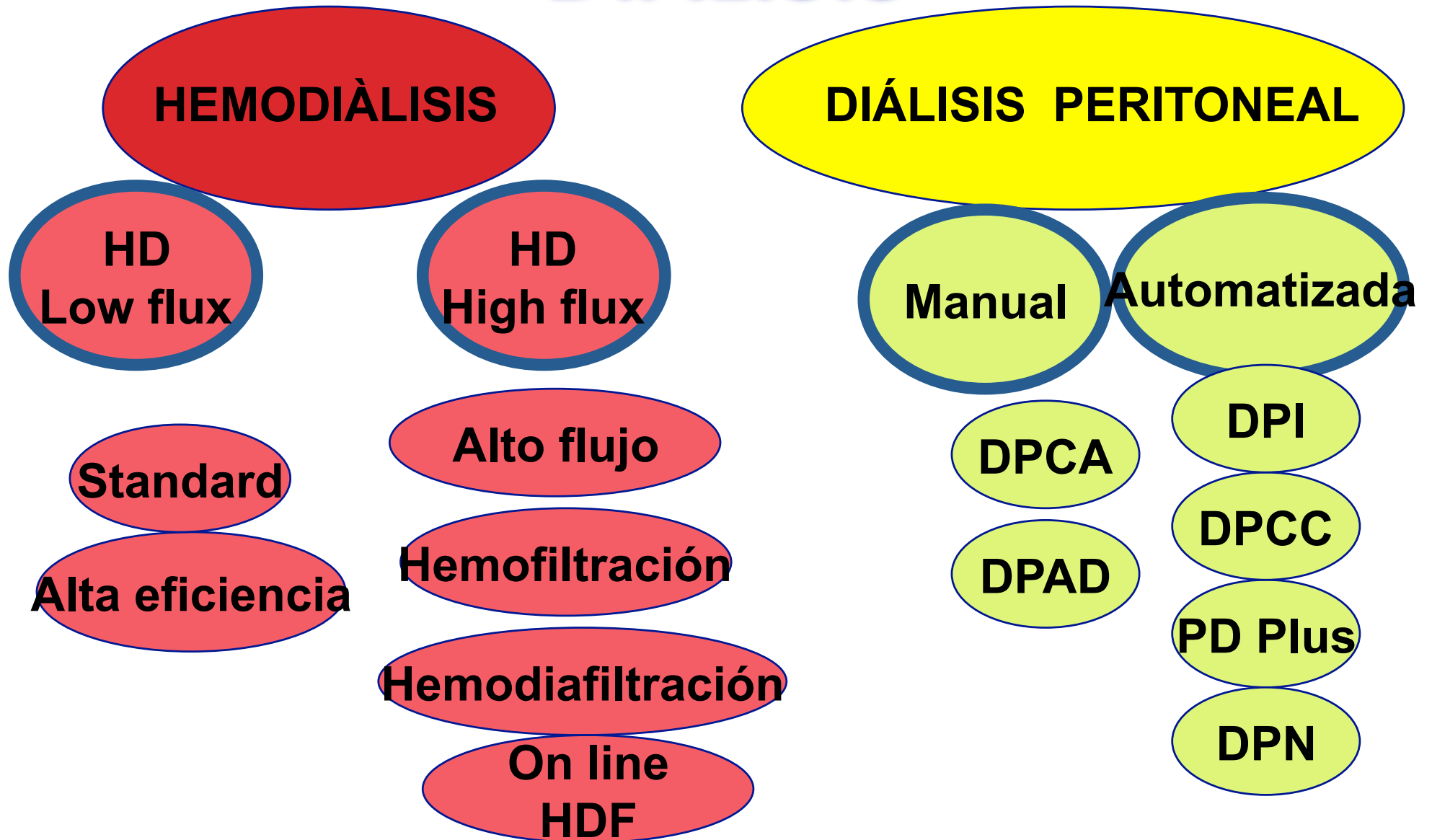


A. Reduced inner lumen:  
Increase in internal filtration

B. Decreased wall thickness:  
Minimised diffusion resistance

Both changes contribute significantly to an increase in diffusive and convective clearances

# DIÁLISIS



# Modalidades de Diálisis

## DIALISIS

```
graph TD; DIALISIS --> Hemo; DIALISIS --> Peritoneal;
```

### “Hemo”

Usando un circuito sanguíneo *extracorpóreo* y una membrana (*artificial*)

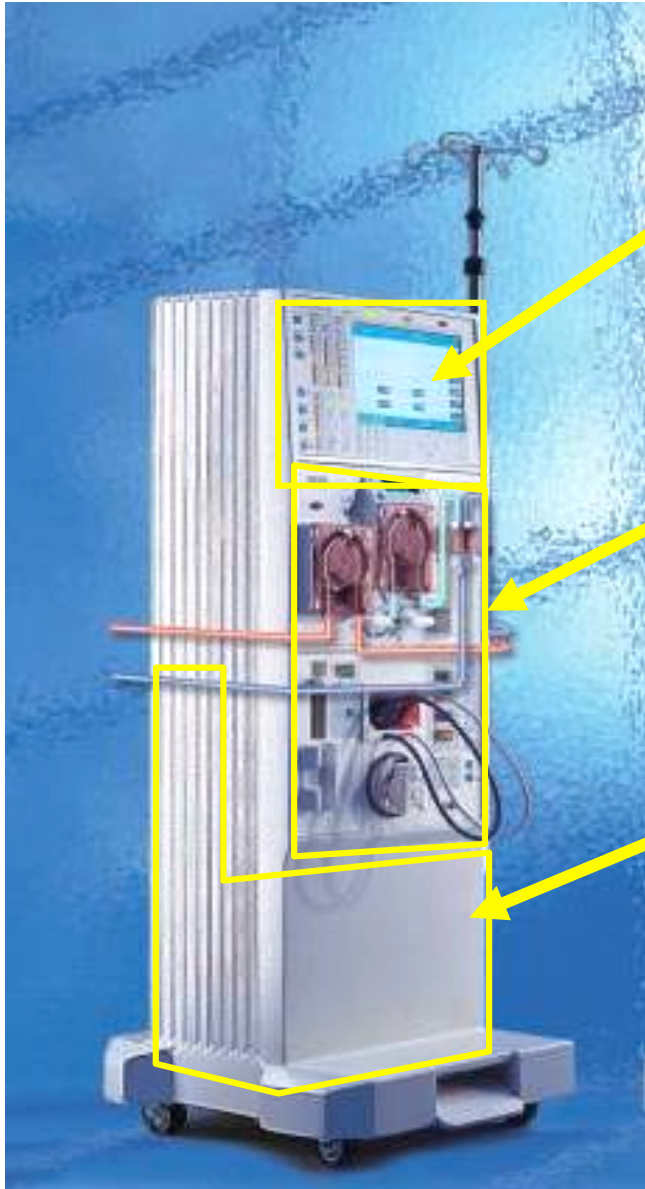
- Remoción de solutos por *difusión* y *convección*
- Administración de solutos por *retrodifusión*
- Remoción de fluidos por ultrafiltración causada por *presión hidrostática*

### “Peritoneal”

Usando una membrana *intracorpórea* (*natural*)

- Remoción de solutos por *difusión*
- Administración de solutos por *retrodifusión*
- Remoción de fluidos por ultrafiltración causada por *dializado hiperosmolar*

# 1 - Máquina de diálisis – sus componentes



- **El Monitor y la electrónica**

- Interfaz ergonómica
- Comandos y Monitoreo

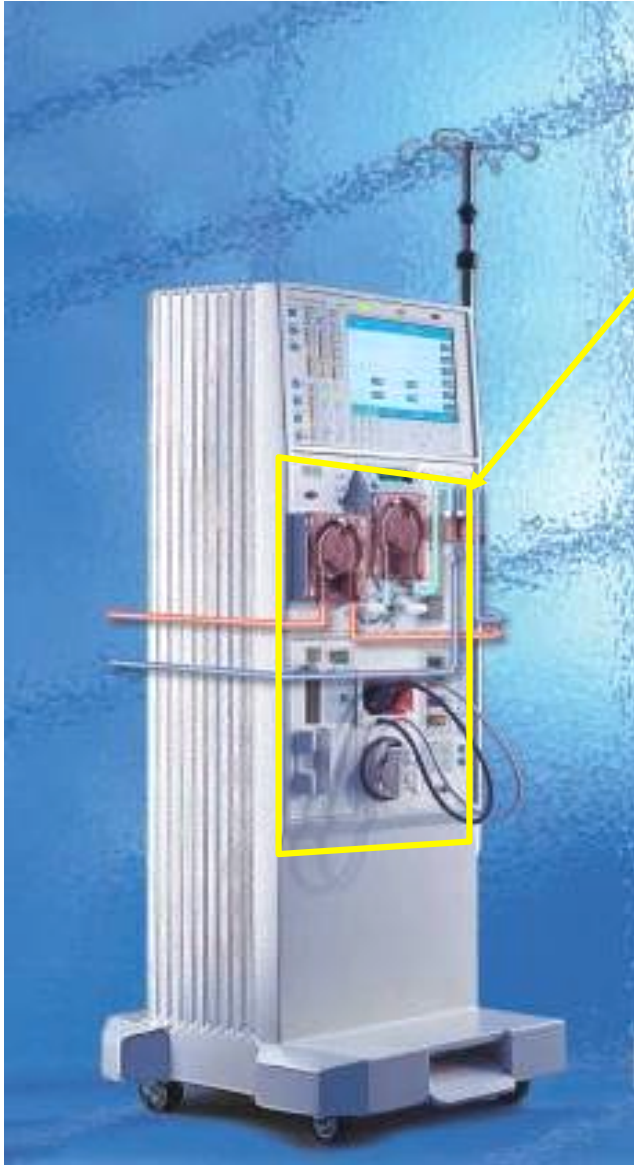
- **El Circuito extracorpóreo**

- Mantener circulación extracorpórea segura de la sangre del paciente

- **Circuito del dializado**

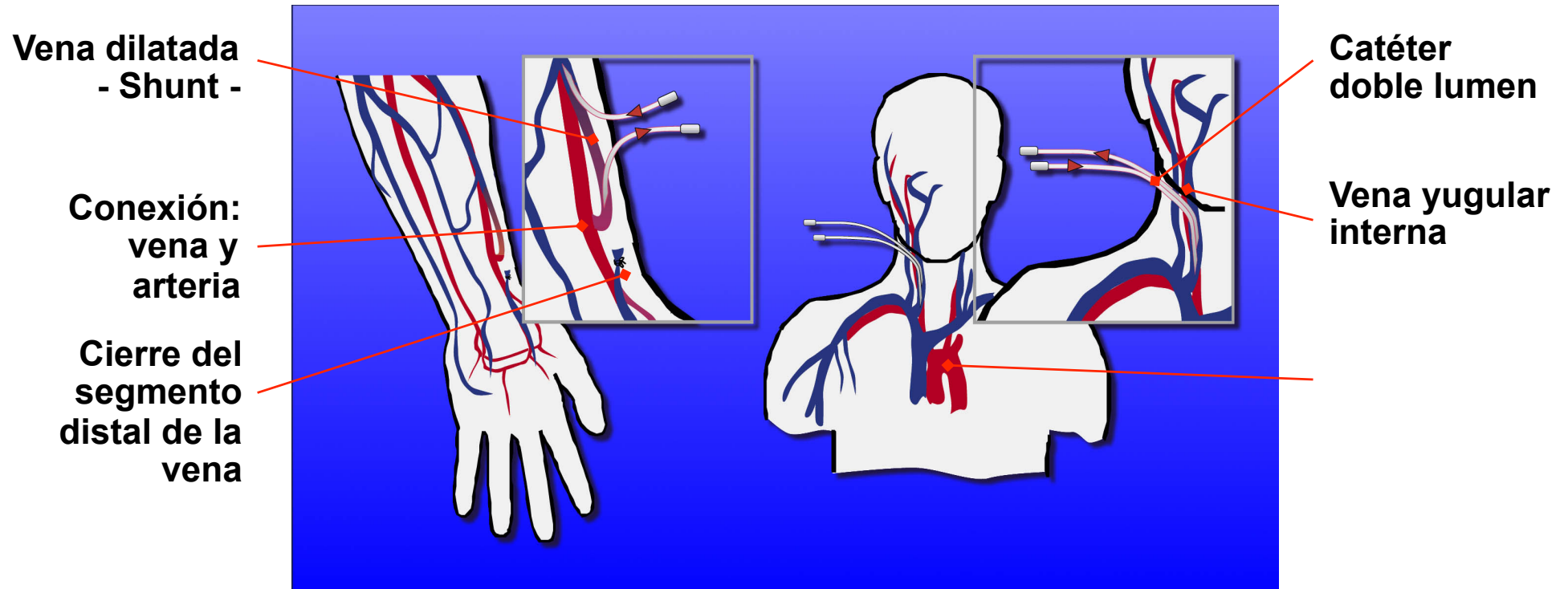
- Preparar un dializado que contenga todos los solutos que no deben ser removidos del paciente.

## Tareas básicas de una máquina de HD



1. Operar y controlar el circuito extracorpóreo
2. Producir dializado fresco y proveer dializado correctamente preparado al dializador
3. Controlar la cantidad de fluido que entra y sale del dializador por un sistema de balance
4. Remover fluido del paciente por ultrafiltración
5. Manejar y monitorear el dializado efluente

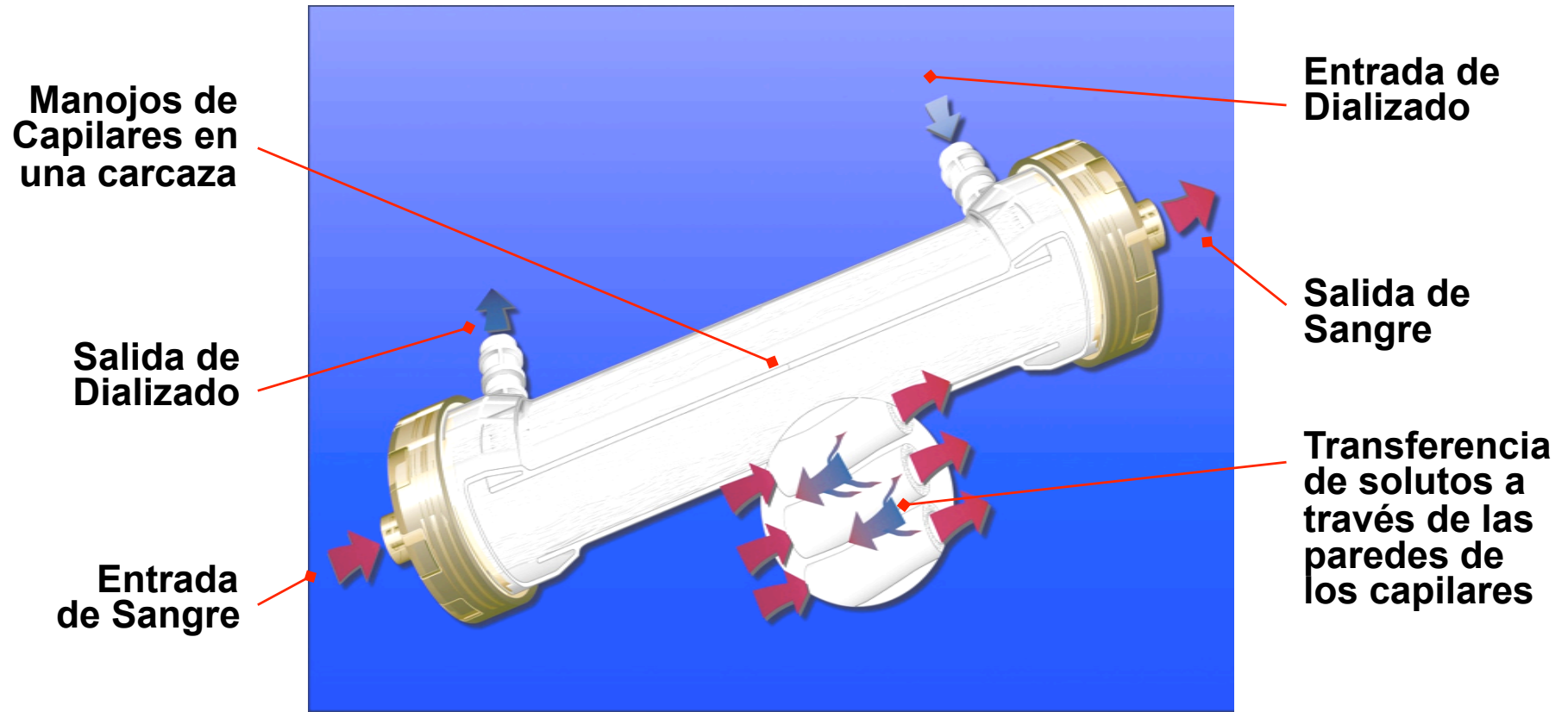
## 2 - Acceso Vascular



El acceso vascular usando las venas periféricas del antebrazo tiene la gran ventaja de que puede ser usado por mucho tiempo, pero necesita de un tiempo de espera de varias semanas luego de la operación antes de poderse usar.

El acceso por un catéter insertado en una vena central puede ser utilizado inmediatamente, pero su tiempo de vida está limitado a unas 3 a 4 semanas.

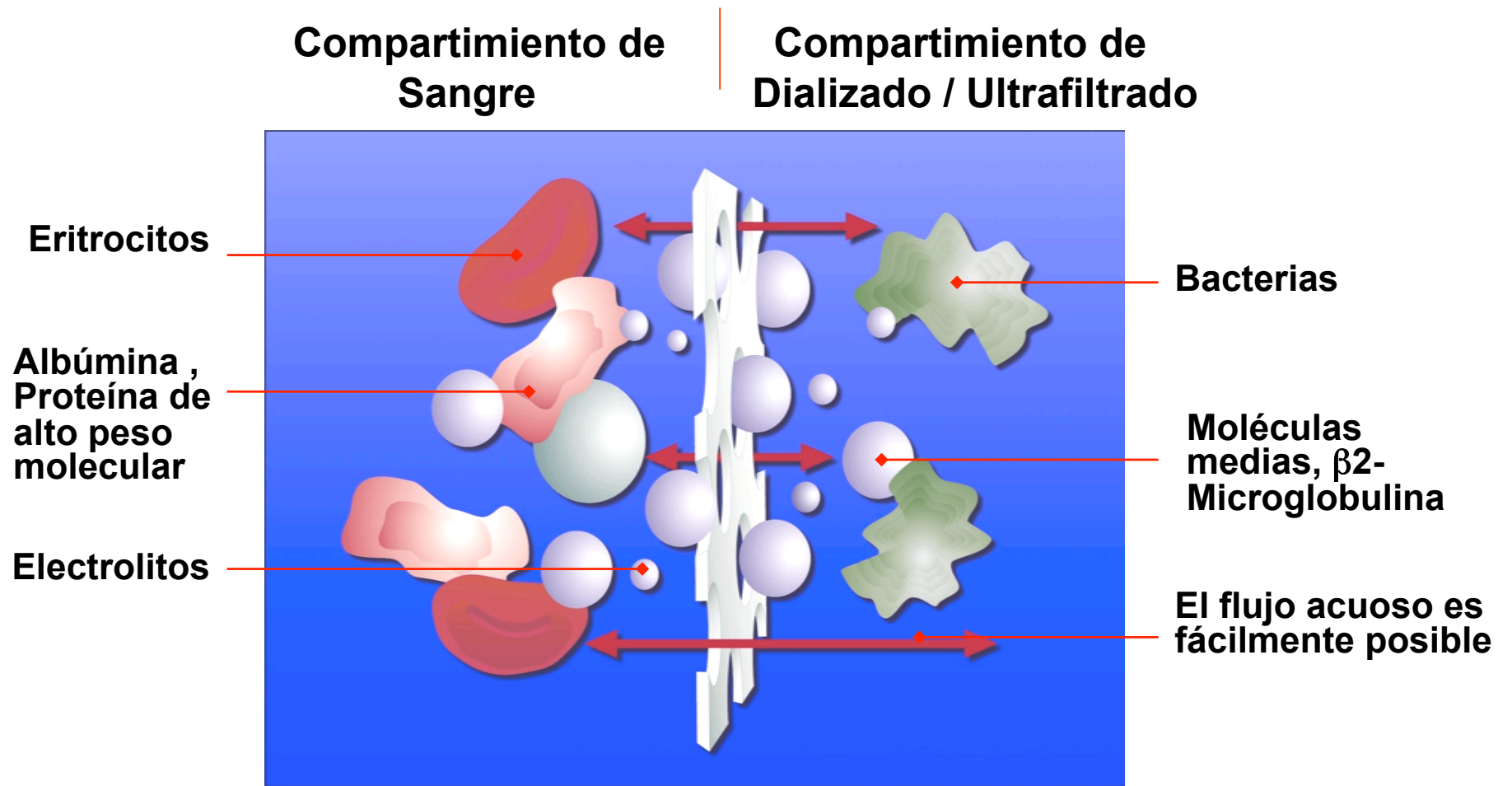
### 3 - Dializador



El dializado fluye por afuera de los capilares y la sangre por adentro de los capilares, en contracorriente.

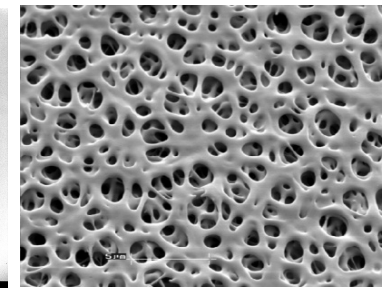
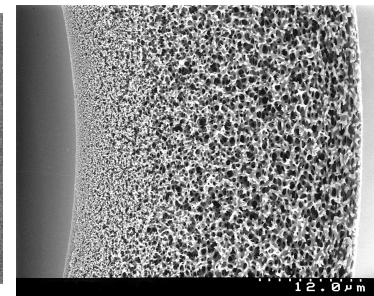
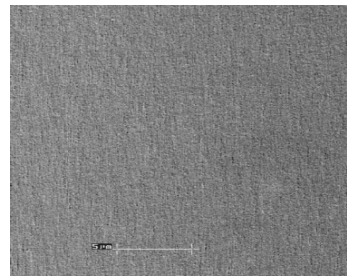
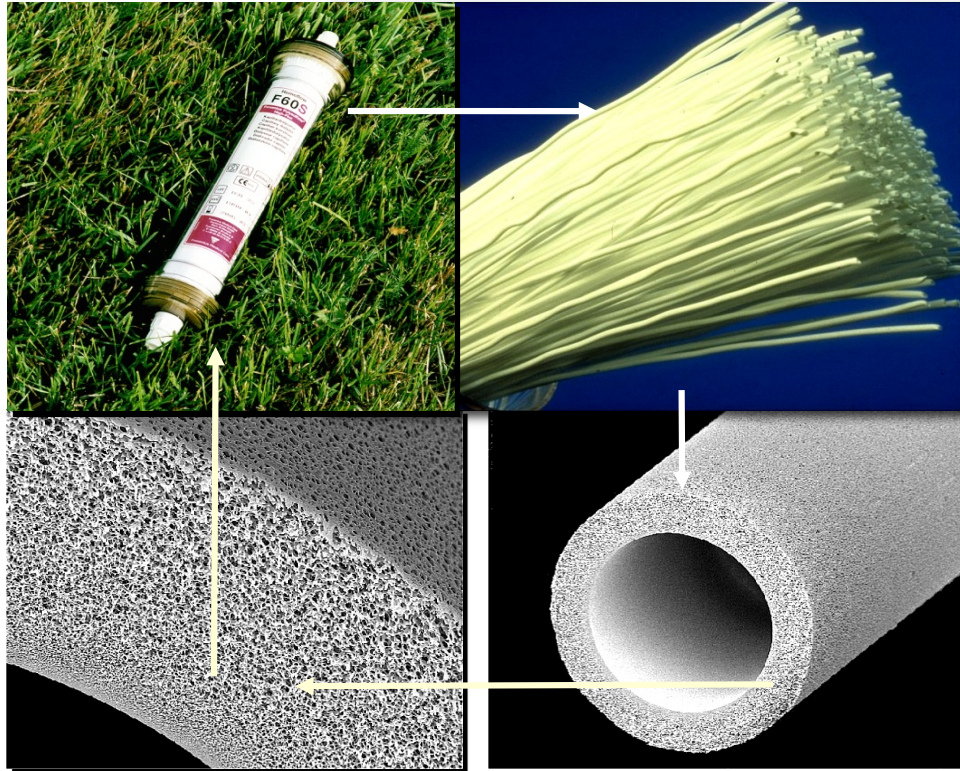


# Membrana Semipermeable



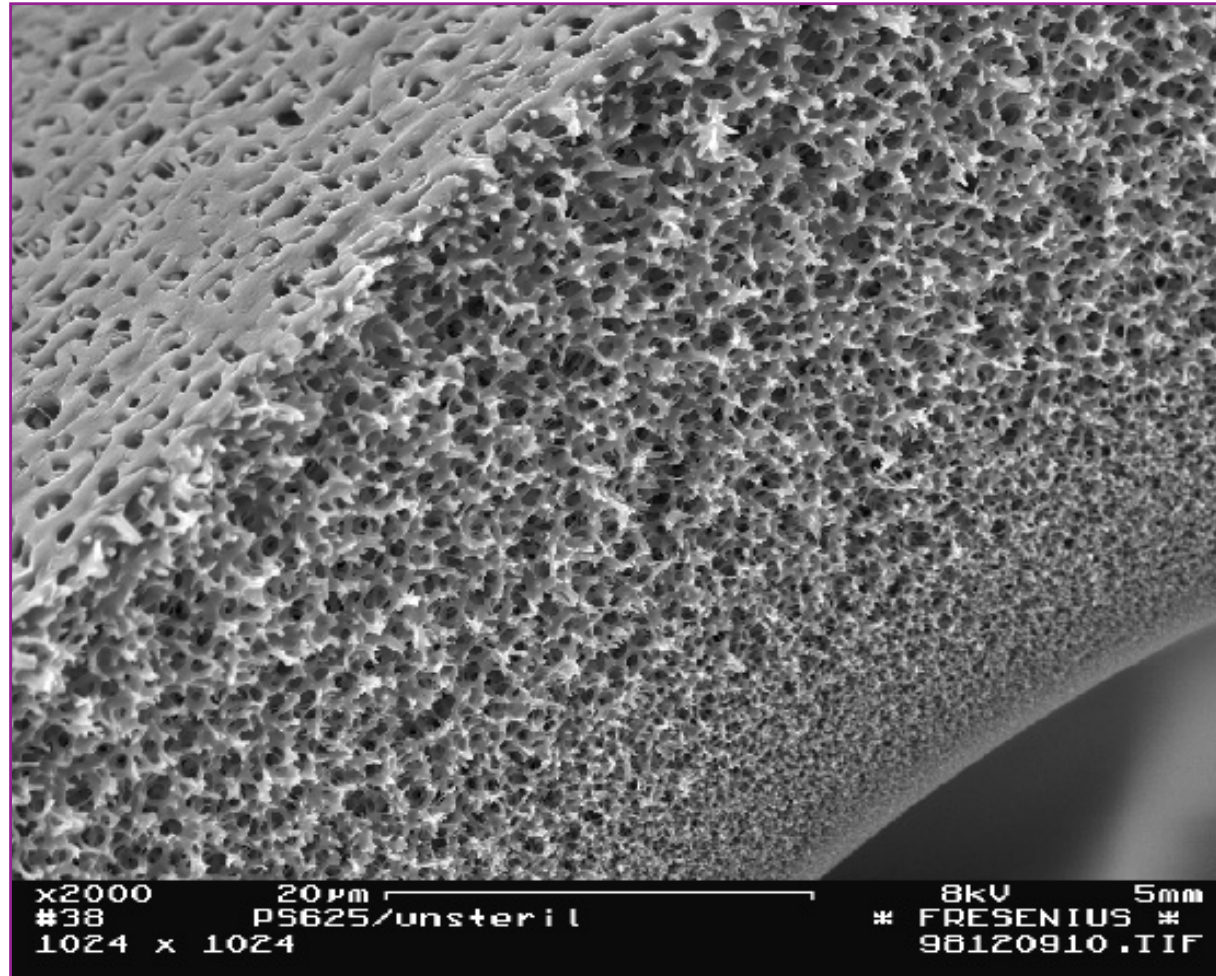
La membrana semipermeable funciona en forma similar a un fino tamiz, solamente moléculas suficientemente pequeñas pueden pasar.

# El dializador y La membrana

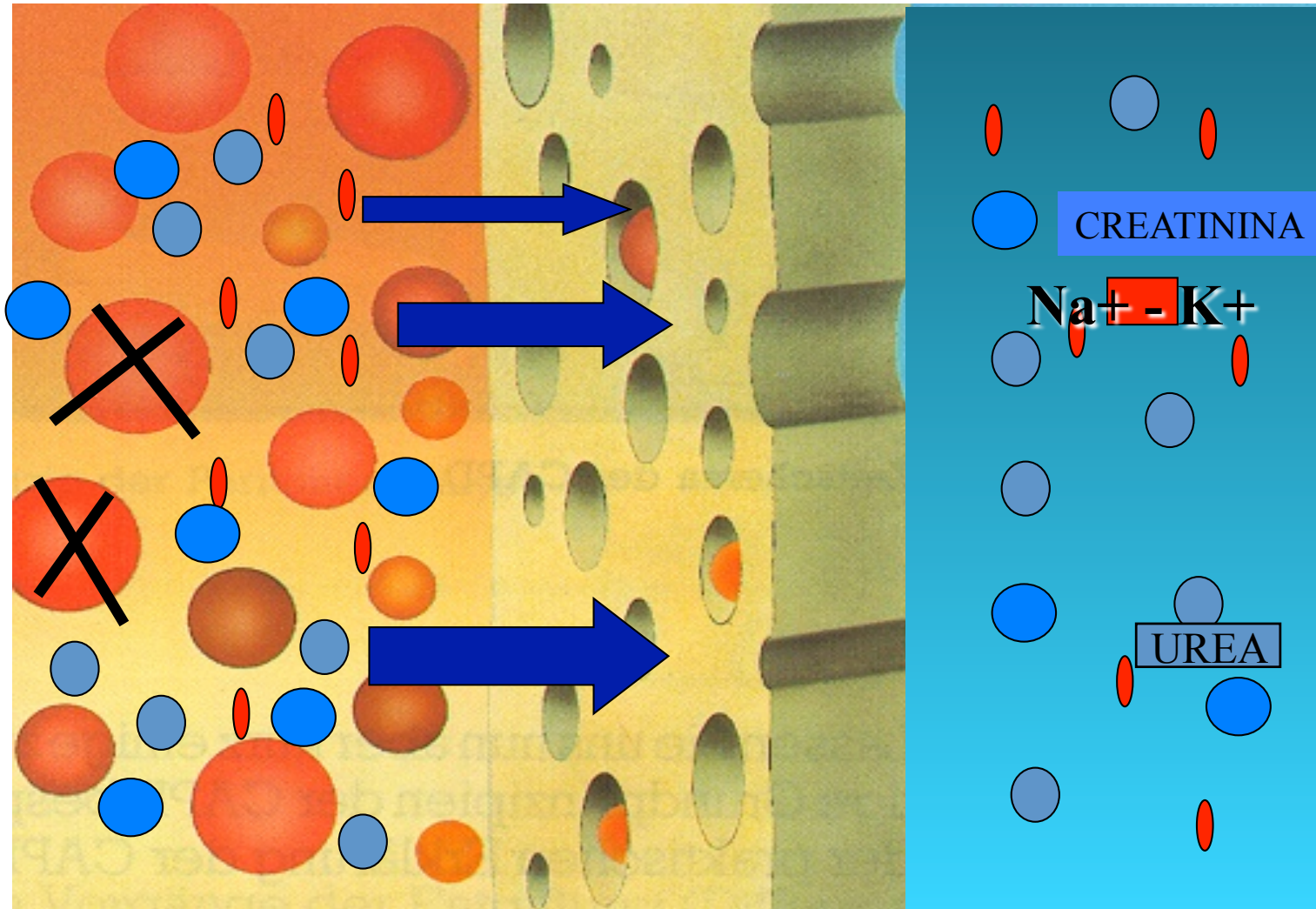


# Dialyser Quality

# Wall Structure



# Qué sucede durante la diálisis ?

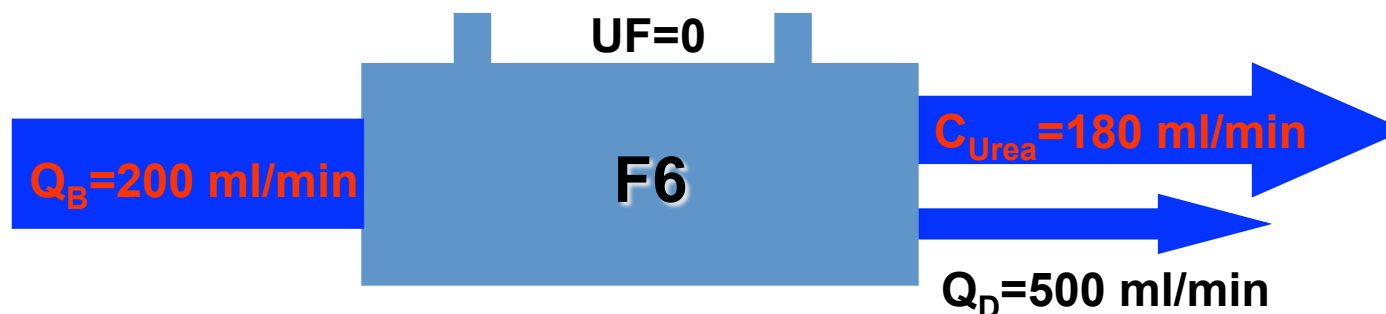


# Clearance

Clearance (C) es la capacidad de un dializador de “depurar” un cierto volumen de sangre en forma completa de determinado soluto por unidad de tiempo (min)

Se expresa en [ml/min].

e.j. Clearance de Urea para un F6:



# Clearance

## Factores que influyen sobre el clearance:

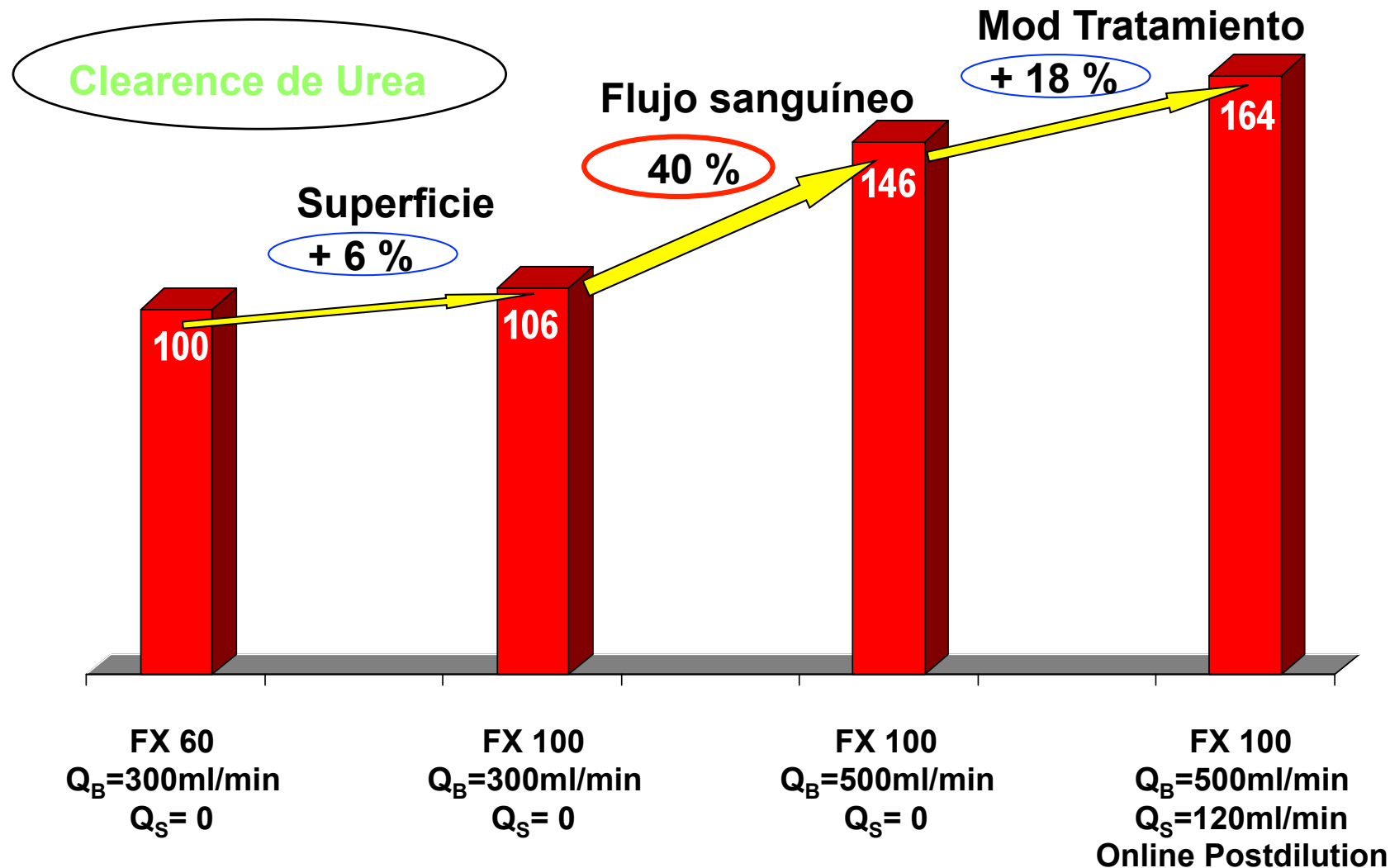
- Tamaño del soluto
- Ultrafiltración
- Permeabilidad de la membrana
- Capacidad de adsorción
- Superficie de la membrana
- Flujo de sangre y de dializado
- Características del flujo en el dializador
- Parámetros sanguíneos

• *Los datos del fabricante se miden in-vitro con 'moléculas marcadas' para determinar las características de los clearances del dializador.*

• *Las condiciones en las que se efectúa la medición son importantes ( $Q_B$ ,  $Q_D$ , UF).*

• *Los Clearances In-vivo son generalmente un 10-20% menores debido a la capa de proteínas, viscosidad de la sangre y otros datos específicos del paciente*

# Los Clearances de las moléculas pequeñas se aumentan principalmente incrementando el Qb



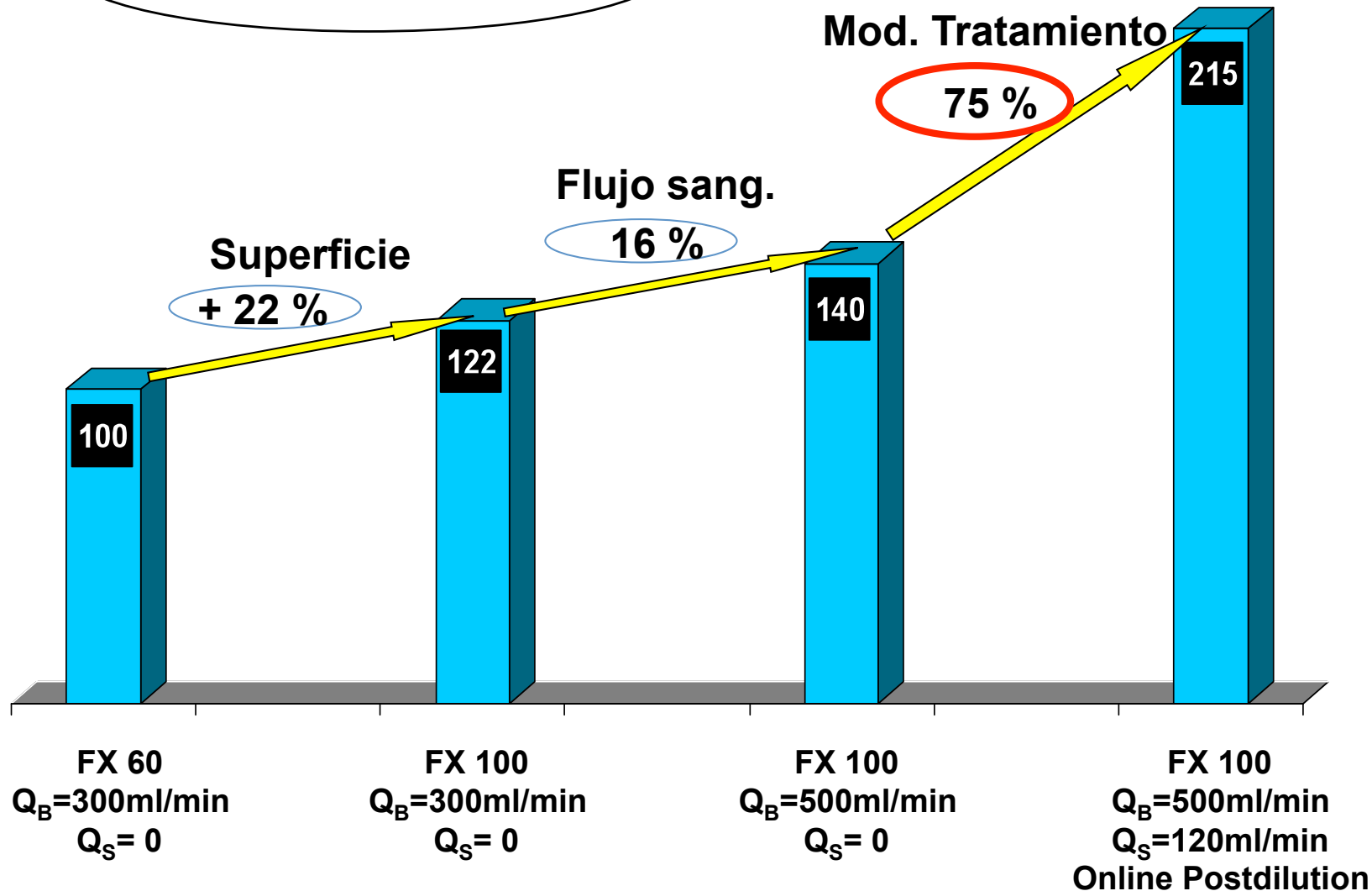
Increase relativ to 100 %

Basis 32 (24) treatment conditions in the range of  $Q_B=300-500$  ml/min,  $Q_S=0-240$  ml/min

Wizemann et al, NDT (2001) 16 (Suppl 4) 27-30

# El arrastre convectivo incrementa el Clearance de la mediana molécula

Clearance de Beta-2-M



Increase relativ to 100 %

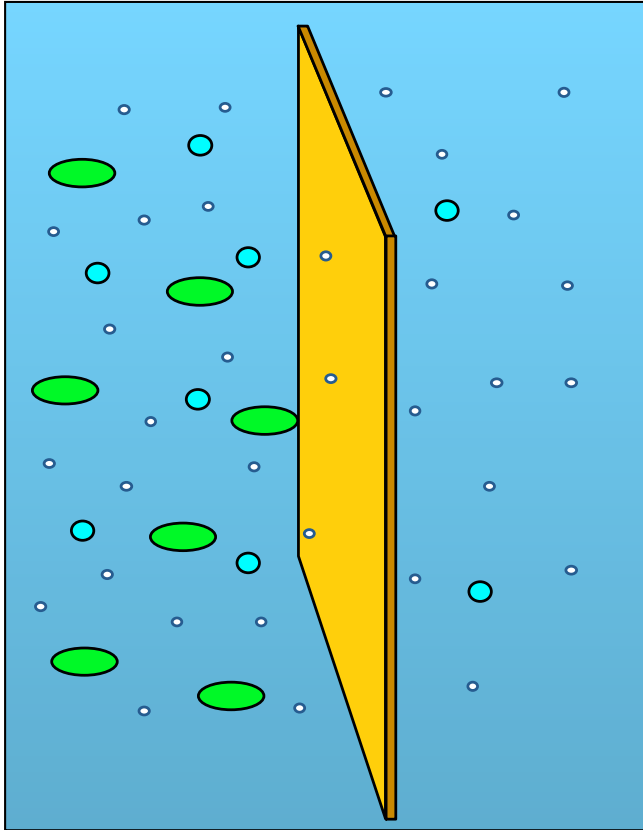
Basis 32 (24) treatment conditions in the range of  $Q_B=300-500$  ml/min,  $Q_S=0-240$  ml/min

Wizemann et al, NDT (2001) 16 (Suppl 4) 27-30



## Mecanismos de remoción de solutos:

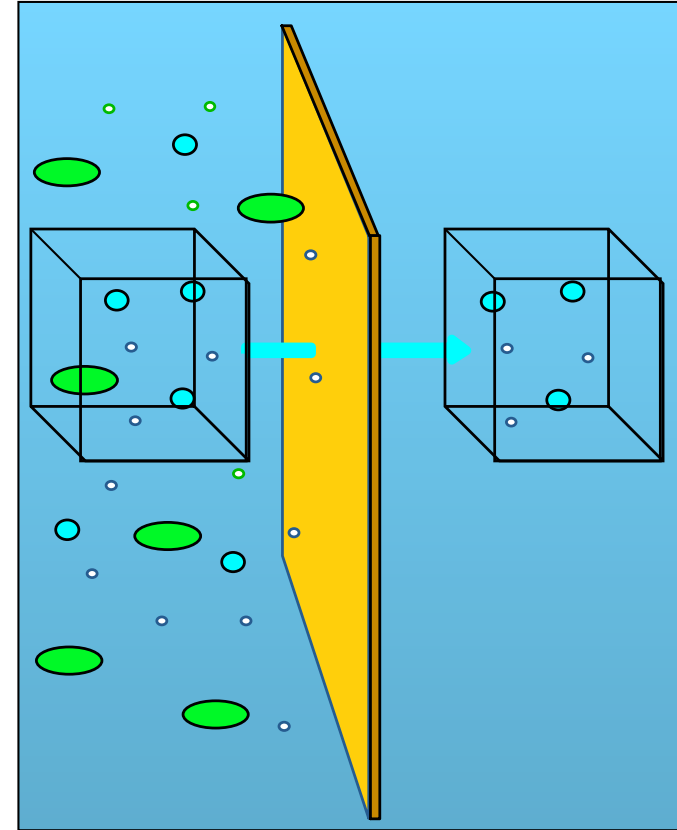
### *DIFUSION*



**Movimiento de solutos** basado en su **Gradiente de Concentración** a ambos lados de la membrana

Substancias de **Bajo Peso Molecular** son removidas mas rápidamente

### *CONVECCIÓN*



**Movimiento de agua** basado en un **Gradiente de Presión Hidrostática** a ambos lados de la membrana, acarrea solutos a través de la membrana

Substancias de **Peso Molecular Medio** son removidas mas eficientemente

# Difusión

Inicio:

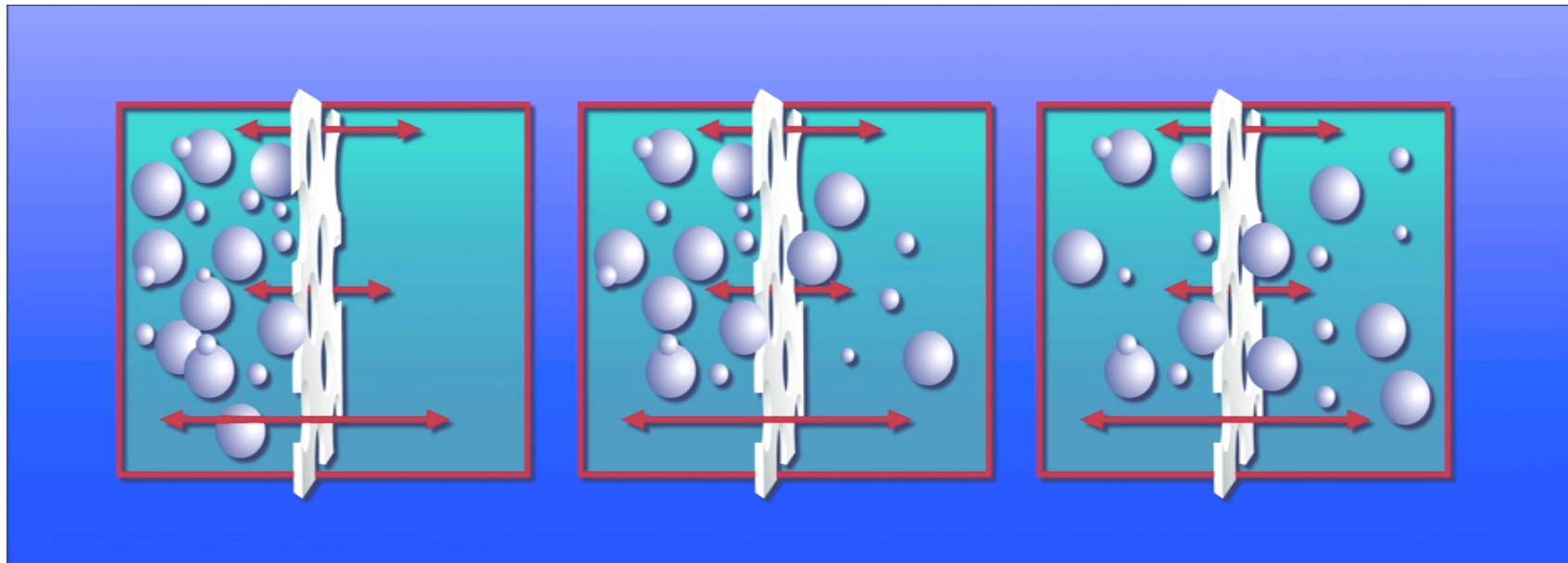
Diferentes  
Concentraciones

**Tiempo**



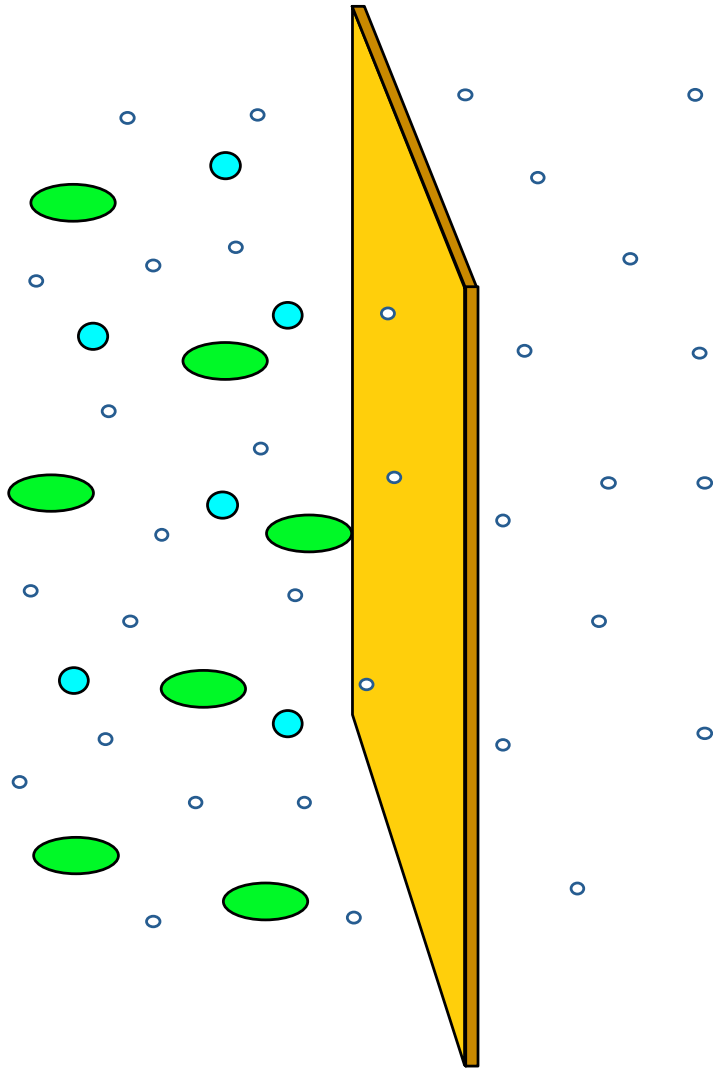
Final:

Iguals  
Concentraciones



**La Difusión es una consecuencia de el movimiento aleatorio de todas las moléculas (Movimiento Browniano).**

# DIFUSIÓN



$$J_d = D \cdot T \cdot A \cdot (\delta c / \delta x)$$

Coeficiente de difusión

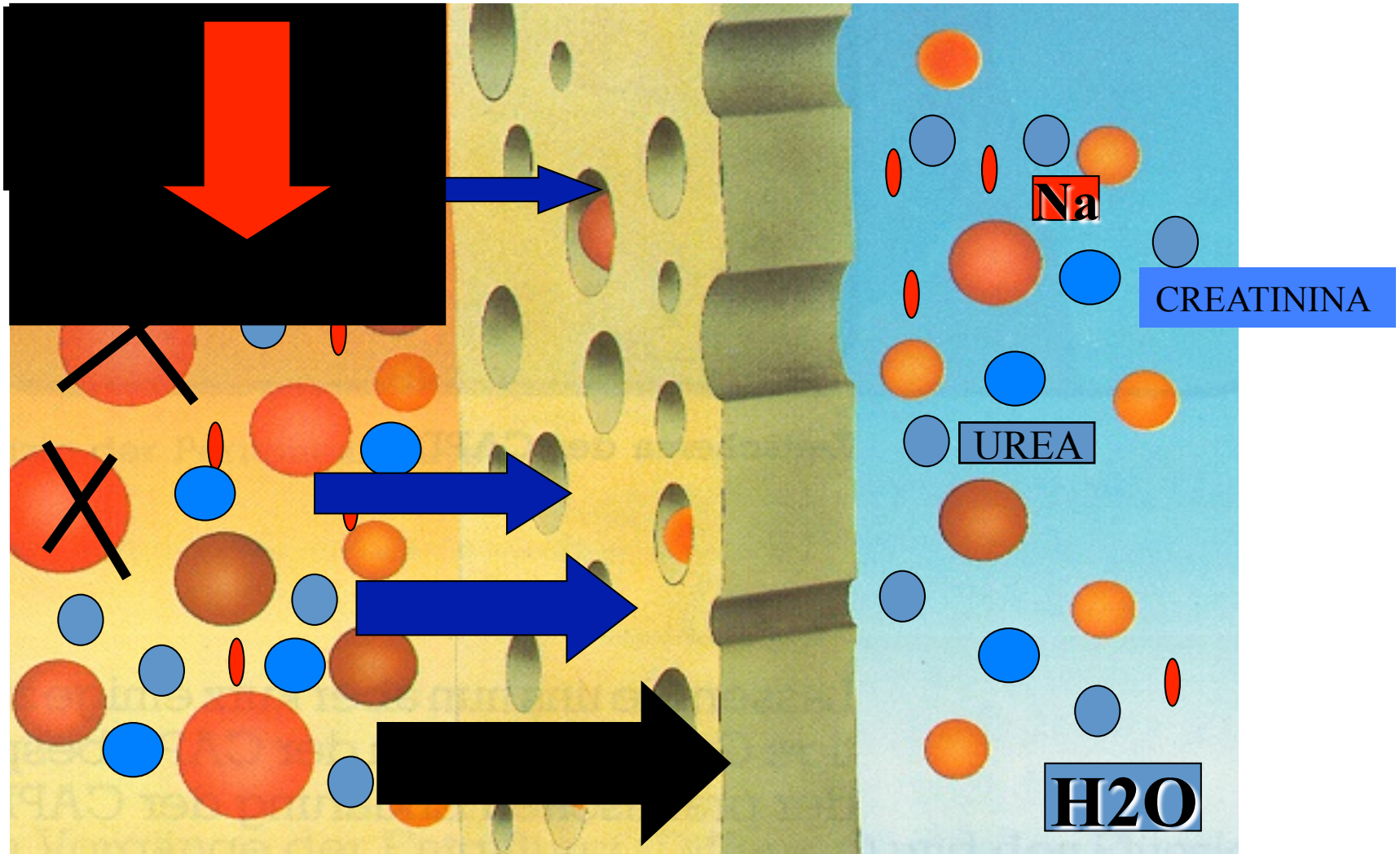
Temperatura

Superficie

Grad. Concentr.

Distancia

# Cómo se extrae el exceso de agua ?

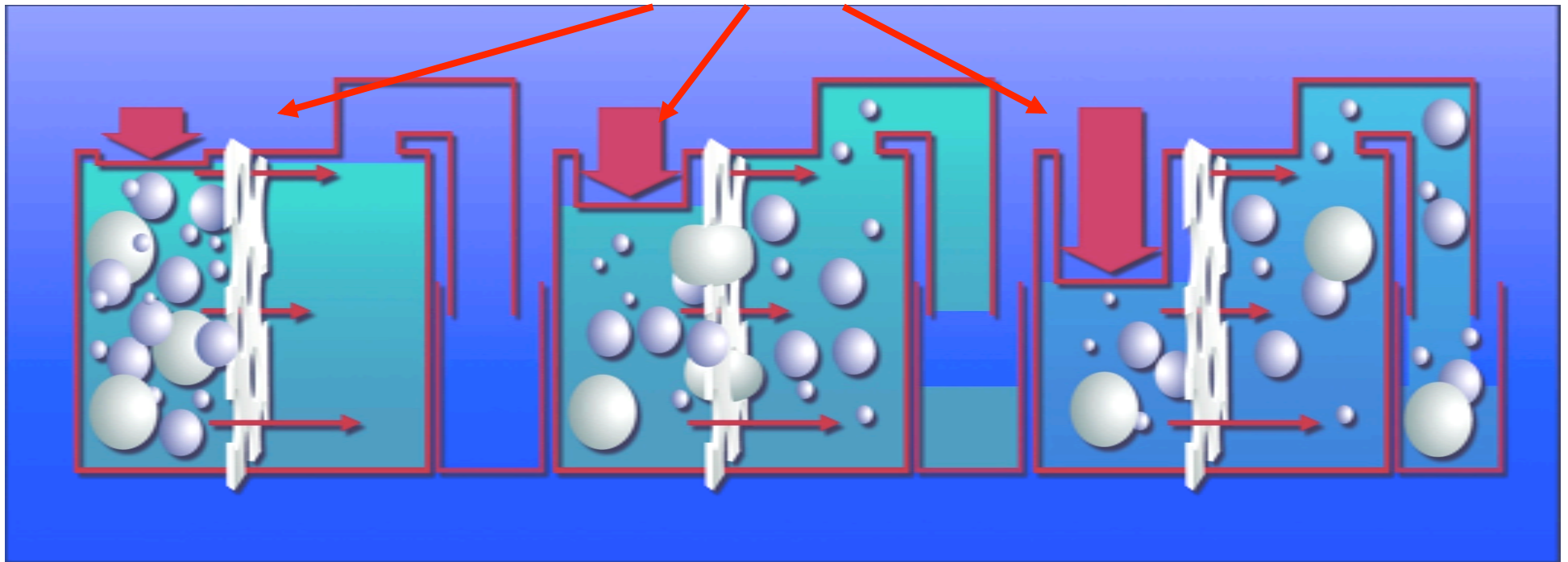


# Ultrafiltración / Convección

Tiempo

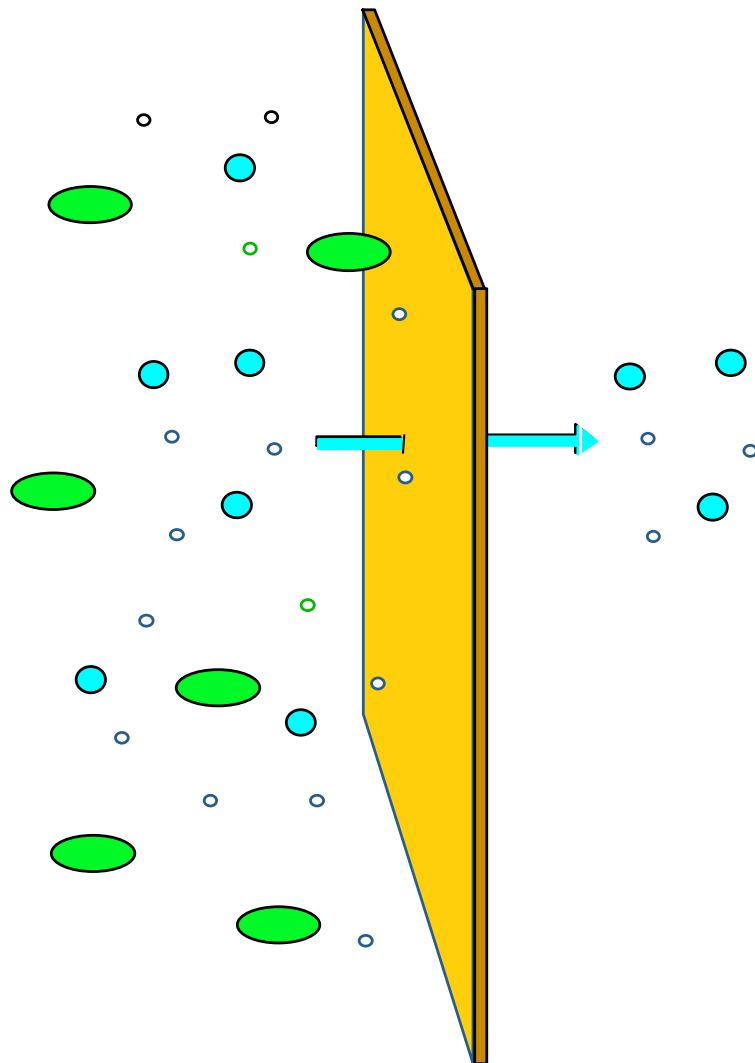


Presión Hidrostática



Al ejercer presión en un lado de la membrana se produce filtración de agua con solutos, en la medida en que estos puedan atravesar la membrana.

# Convección: Flujo acuoso (UF)



$$J_f = K_f \times PTM$$

$$PTM = P_s - P_d - P_o$$

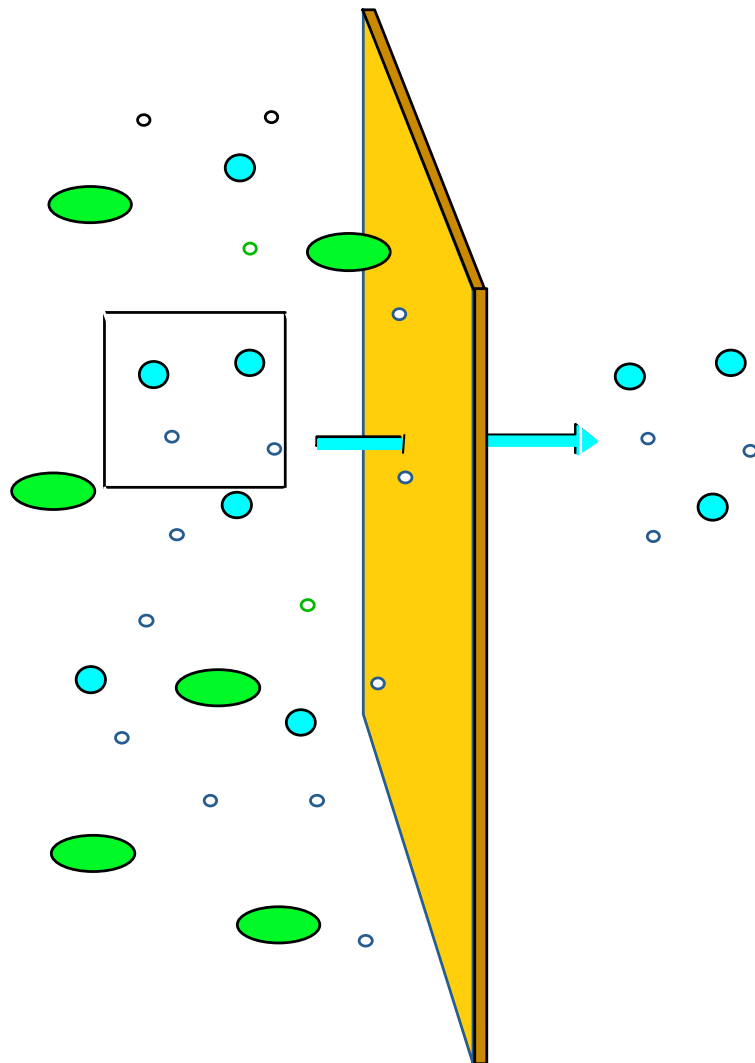
Coeficiente de UF

sangre

dializado

Presión  
oncótica

# Flujo convectivo



$$J_x = J_f \cdot C_s \cdot S$$

Flujo acuoso

Concentración  
Plasmática

Sieving Coef.

# Transporte de solutos

- **DIFUSIVO**
  - Requiere de gradiente de concentración.
  - Depende del tamaño del soluto.
- **CONVECTIVO**
  - Es independiente del gradiente de concentración.
  - Es independiente del tamaño del soluto.



# Coeficiente de Ultrafiltración

- Permeabilidad de la membrana al agua
- Variable según el dializador, dependiente de:
  1. Espesor de la membrana
  2. Tamaño de los poros
  3. Densidad de poros
- Kuf: Mililitros de fluido que se transfieren a través de la membrana durante una hora, cuando se aplica una presión (PTM) de 1 mmHg (Kuf = ml/hr x mmHg)
- Membranas sintéticas: 40/60ml/h/mmHg
- Cuprofan: 2-8 ml/h/mmHg

# Coeficiente de Ultrafiltración

- In vivo, el Coeficiente de ultrafiltración se ve modificado por diversos factores:
  1. Viscosidad de la sangre
  2. Hematocrito
  3. Concentración proteica
  4. Coagulación de la fibras
- Para las membranas Low flux, el Kuf es un valor constante, la UF es una función lineal de la Presión Transmembrana (PTM)
- Para las membranas High-flux, la UF no es una función lineal de la PTM por lo que no puede ser calculada exactamente, haciendo imprescindible su uso con equipos de control volumétrico de la UF

## ***Coeficiente de Ultrafiltración (Kuf)***

(inherente al dializador)

$K_{uf} = \text{Permeabilidad hidr\u00e1ulica} \times \text{Superficie de la membrana}$

## ***Vol. ultrafiltrado o Flujo de filtraci\u00f3n (QF)***

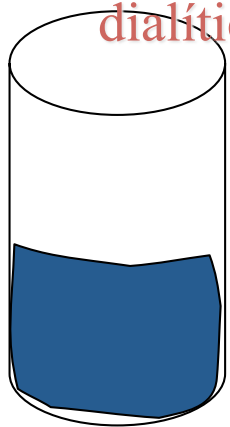
(inherente al tratamiento dial\u00edtico)

$$QF = K_{uf} \times TMP$$

TMP= Gradiente de presi\u00f3n transmembrana aplicado directamente o como resultado del control autom\u00e1tico de la UF

$Q_f$

Flujo de Filtración  
(inherente al tratamiento  
dialítico)



$K_{uf}$

Coeficiente  
de UF  
(inherente al  
dializador)



# Hemo: Técnicas Mayores

## Hemo... (H...)

### HD

(Hemodiálisis)

- proceso de **intercambio** predominantemente **difusivo** a través de una membrana artificial ( de alto o bajo flujo)
- terapia **standard**
- **varios** regímenes (típico 3 x semana x 4h)
- requiere **dializado**
- efectivo para **solutos** de **bajo peso molecular**

### HF

(Hemofiltración)

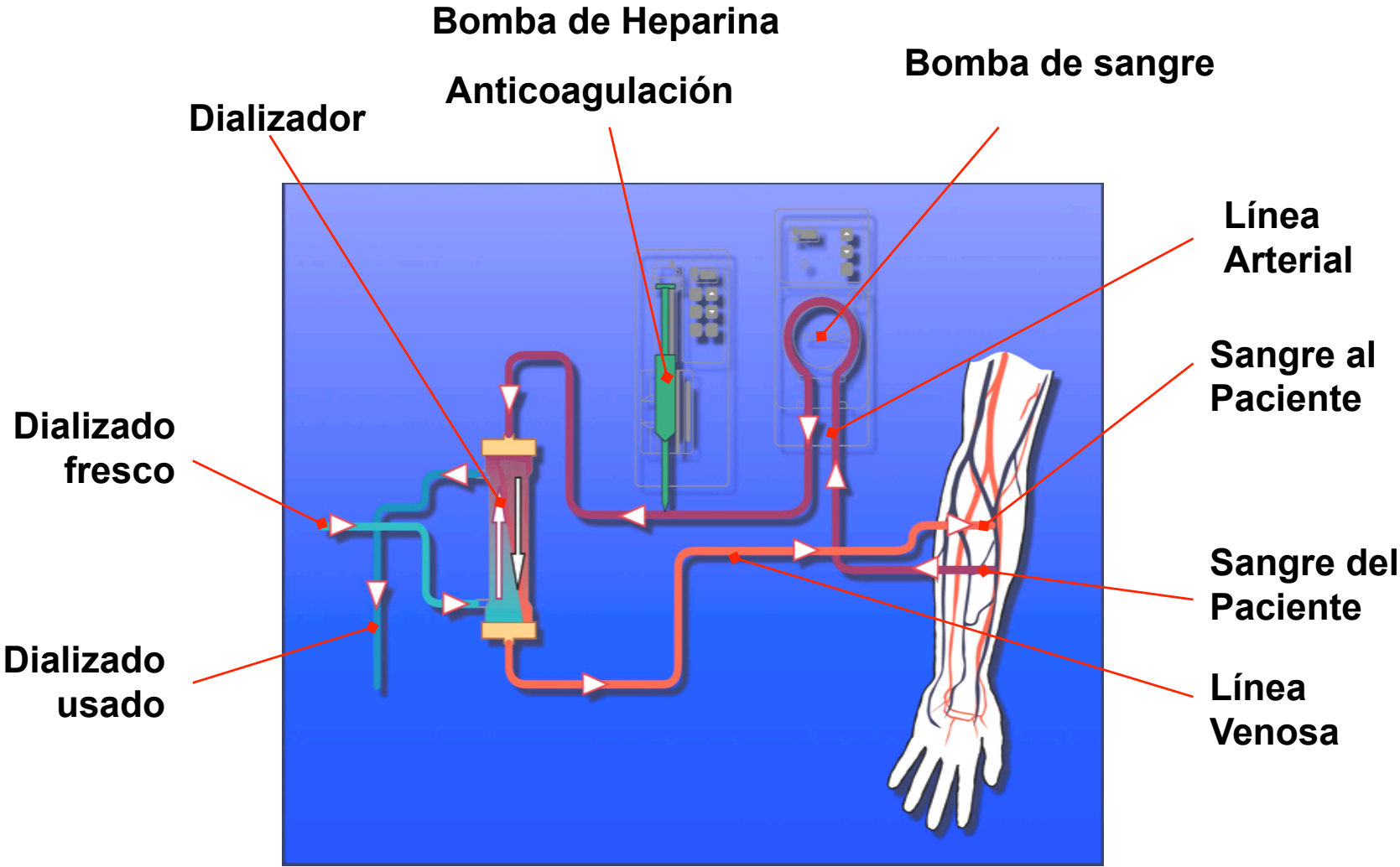
- **intercambio** exclusivamente **convectivo** a través de una membrana artificial ( de alto flujo)
- usada en **IRA**
- **varios** regímenes
- requiere **reposición de volumen** ( liquido de sustitución)
- efectivo para **solutos** de **mediano y alto peso molecular**

### HDF

(Hemodiafiltración)

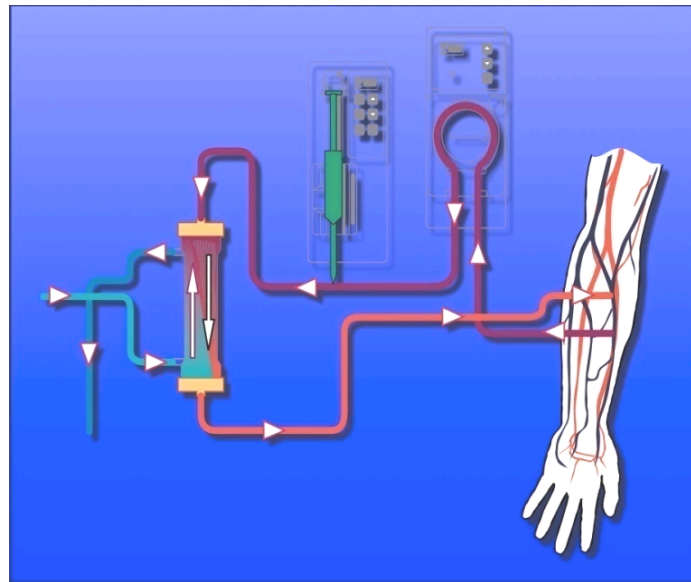
- combinación de HD and HF (requiere alto flujo)
- Terapia de avanzada
- **varios** regímenes
- requiere **dializado** y **reposición de volumen** ( liquido de sustitución)
- Maxima eficiencia para **solutos** de **bajo, mediano y alto peso molecular**

# Esquema de flujo de la Hemodiálisis

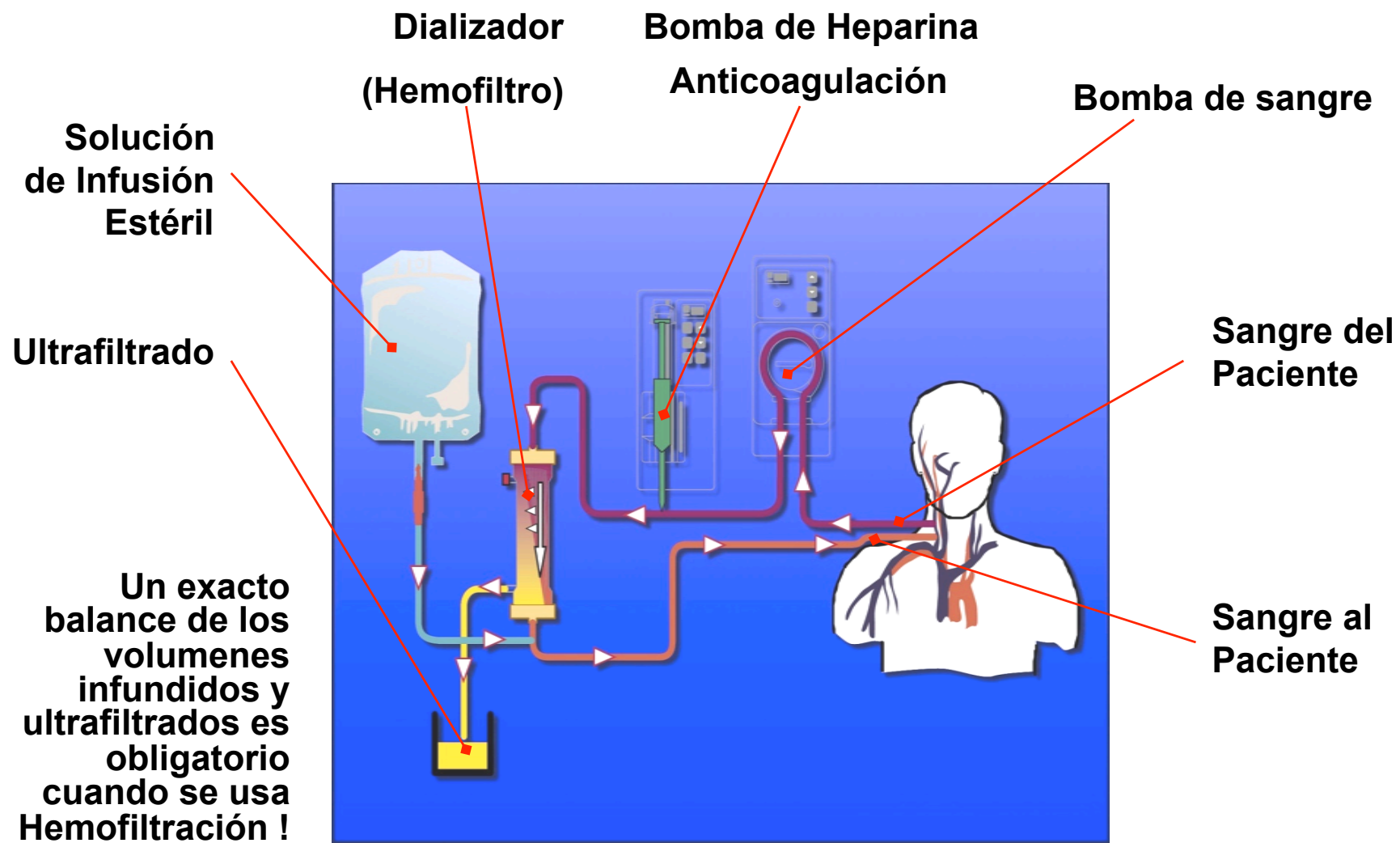


# Hemodiálisis

- **Principal modo de tratamiento**
- **Eliminación de Toxinas principalmente causada por Difusión**
- **Excelente eliminación de sustancias de bajo peso molecular hasta 6.000 Dalton**



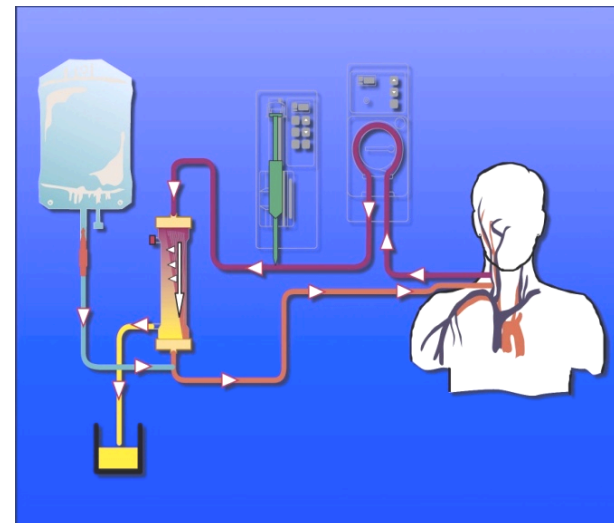
# Esquema de flujo de la Hemofiltración



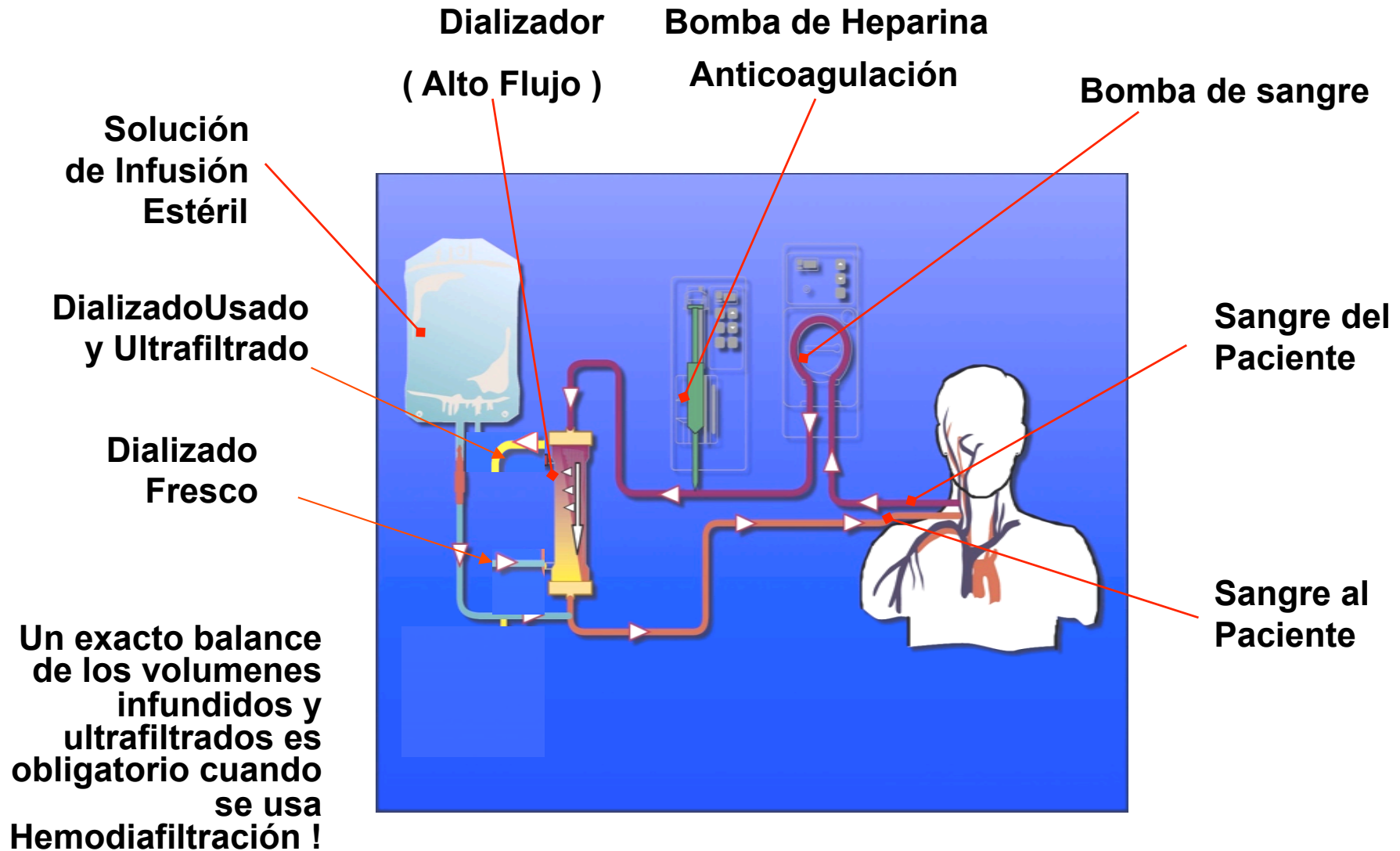


# Hemofiltración

- Remoción de ultrafiltrado plasmático ( transporte convectivo )
- Eliminación de sustancias de peso molecular hasta 50.000 Dalton
- El volumen plasmático debe ser restituido con una solución de sustitución fisiológica ( aprox. 20 l por tratamiento)
- La solución de sustitución puede ser adicionada después del filtro (Postdilucional) o antes del filtro (Predilucional)
- Excelente remoción de sustancias de peso molecular medio

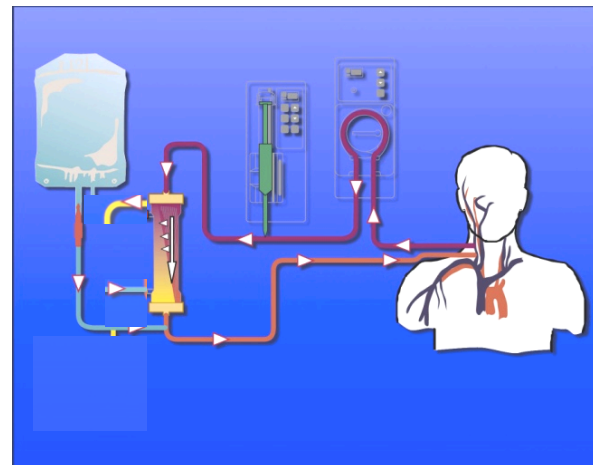


# Esquema de flujo de la Hemodiafiltración

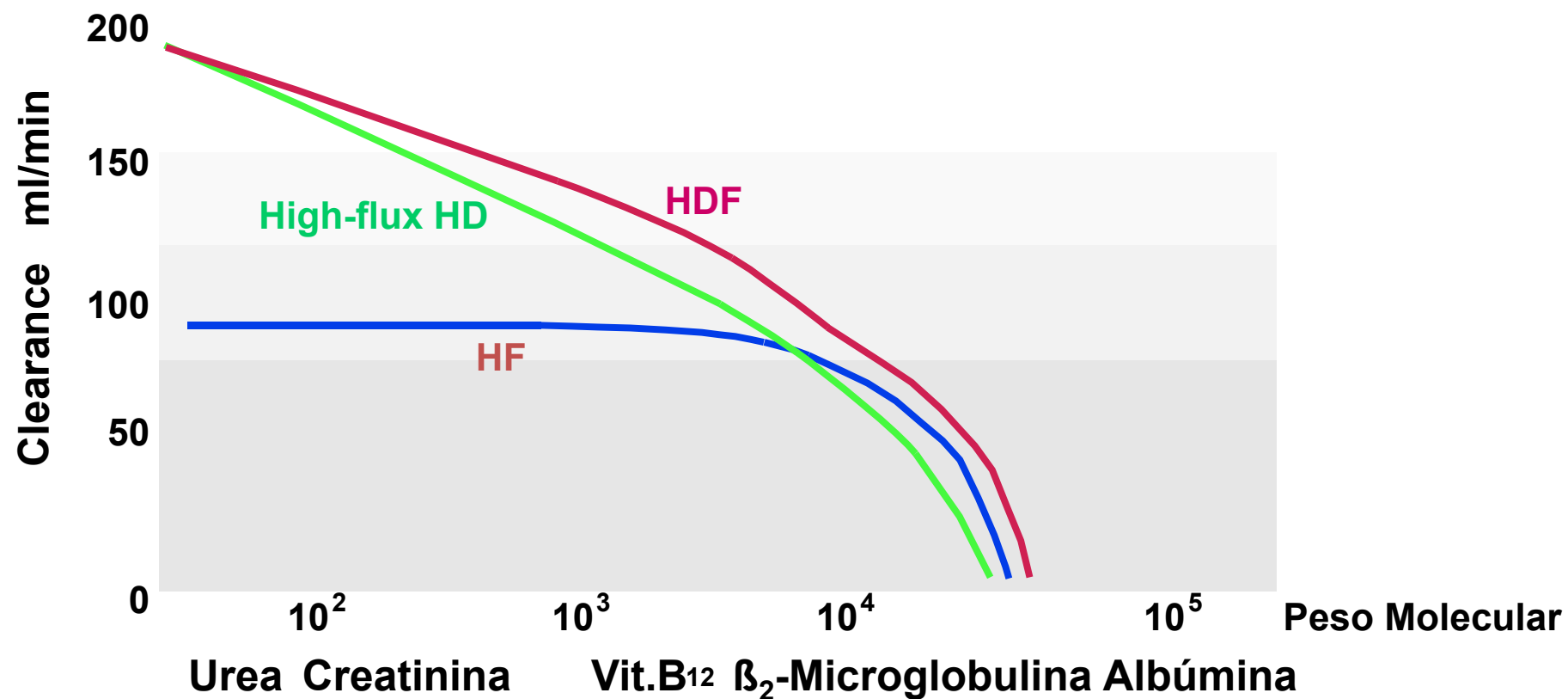


# Hemodiafiltración

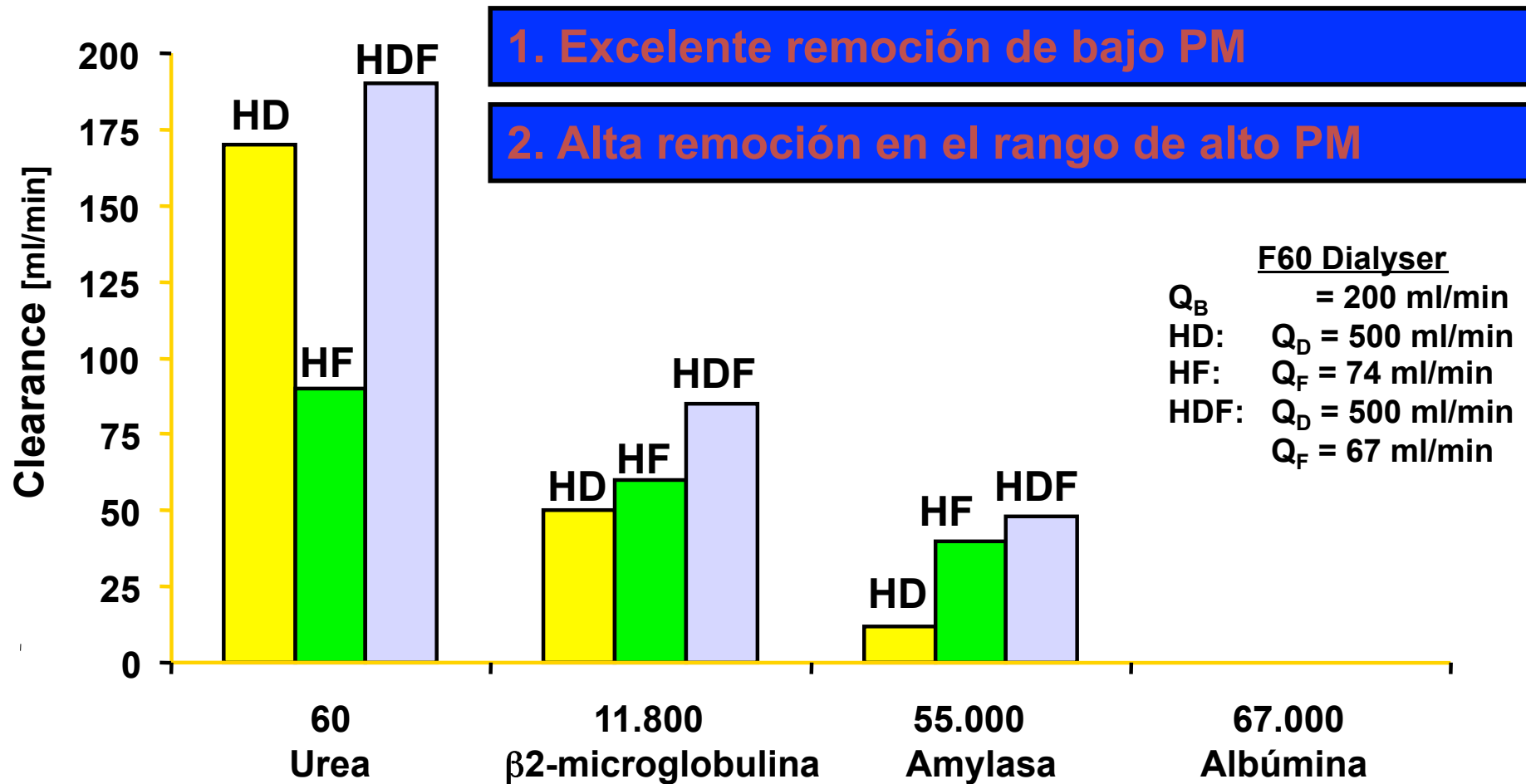
- **Combinación de Hemodiálisis y Hemofiltración**
- **Eliminación a través de difusión y convección ( ultrafiltración )  
(excelente eliminación de sustancias de bajo y mediano peso molecular)**
- **Debido a la alta remoción de fluidos son necesarios dializadores de alto flujo con alta permeabilidad hidráulica**
- **El volumen plasmático debe ser restituido con una solución de sustitución fisiológica ( Online )**



## Clearance de Diferentes Modalidades Dialíticas



# Beneficios de la HDF (Hemodiafiltración)



Wizemann, Contr Nephrol 44:49-56, 1985

# Indicaciones:

- **Situaciones clínicas preventivas :**
  - Pacientes jóvenes incidentes en HD con escasas posibilidades de TX
- **Situaciones clínicas potencialmente reversibles:**
  - Síndrome de malnutrición, inflamación y AEC (MIA Syndrome)
  - Hiperfosfatemia de difícil control.
  - Anemia con altos requerimientos de EPO
  - Inestabilidad hemodinámica
  - Ingreso en HD por falla de trasplante renal (ptes Inflamados).
- **Situaciones clínicas que conllevan mala calidad de vida, dolor y otros problemas físicos (paliativas)**
  - Polineuropatía (túnel carpiano, piernas inquietas).
  - Amiloidosis secundaria
  - Calcificaciones metastásicas
  - Pac. Cardiovasculares severos
  - Antigüedad en diálisis > 5 años

# Características de la Hemodiálisis

## Ventajas

- Baja participación de paciente durante la diálisis
- Estrecho monitoreo durante la diálisis (HD en el centro)
- Flexibilidad de dosificación (dializador, tiempo de tratamiento, etc)

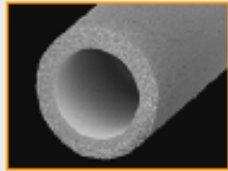
## Desventajas

- Procedimiento intermitente : rápidos cambios en el volumen sanguíneo y composición de los fluidos corporales
- Frecuentes complicaciones intradialíticas (hipotensión arterial, fatiga postdialítica)
- Es necesario Acceso Vascular
- Equipamiento Técnico (maquinas, tratamiento de agua, etc.)
- Es necesaria Anticoagulación
- Contacto sanguíneo con materiales extraños

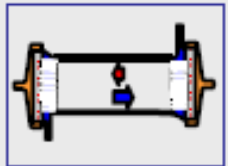




# New Focus on Dialysis Fluids?!



Membrane transport to be revisited?



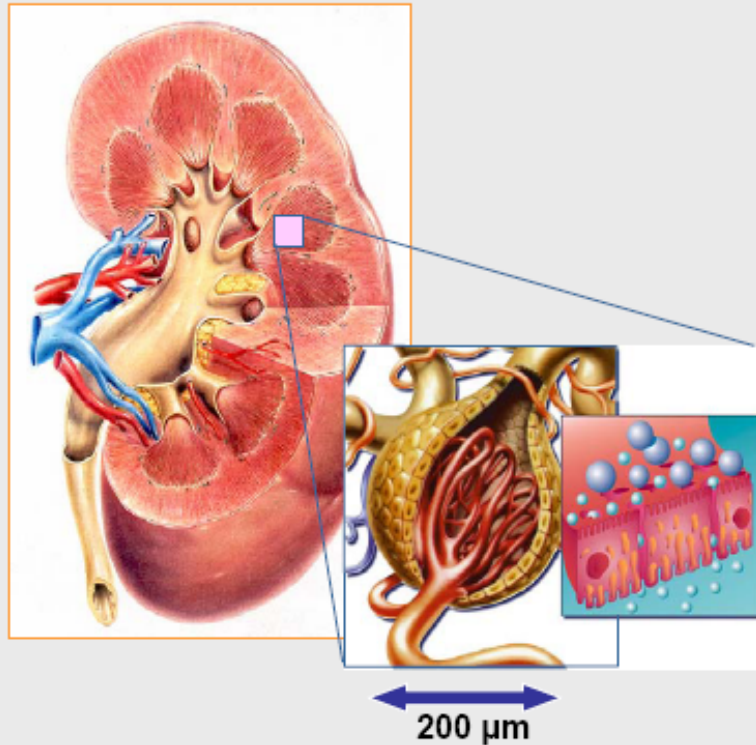
The Dialysis-fluid, an innocent bystander?

- Buffer
- Electrolytes and their loading capacity
- Microbiological contaminants

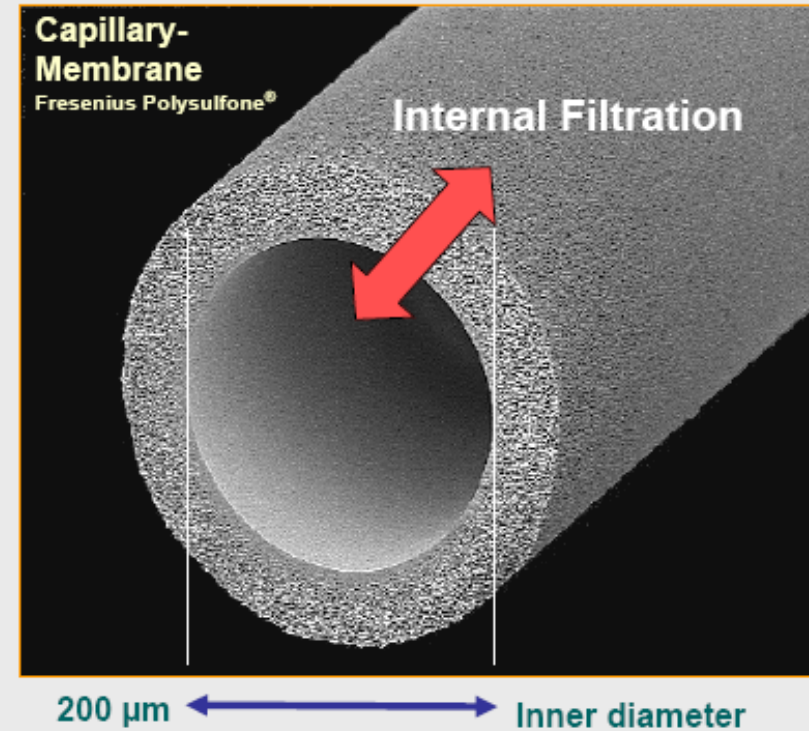


Summary and future aspects

# Filtration in Human & Artificial Kidneys



1 Million Nephrons / kidney  
**180 L Filtrate/day**  
Active surface area: ~ 1.5 m<sup>2</sup>

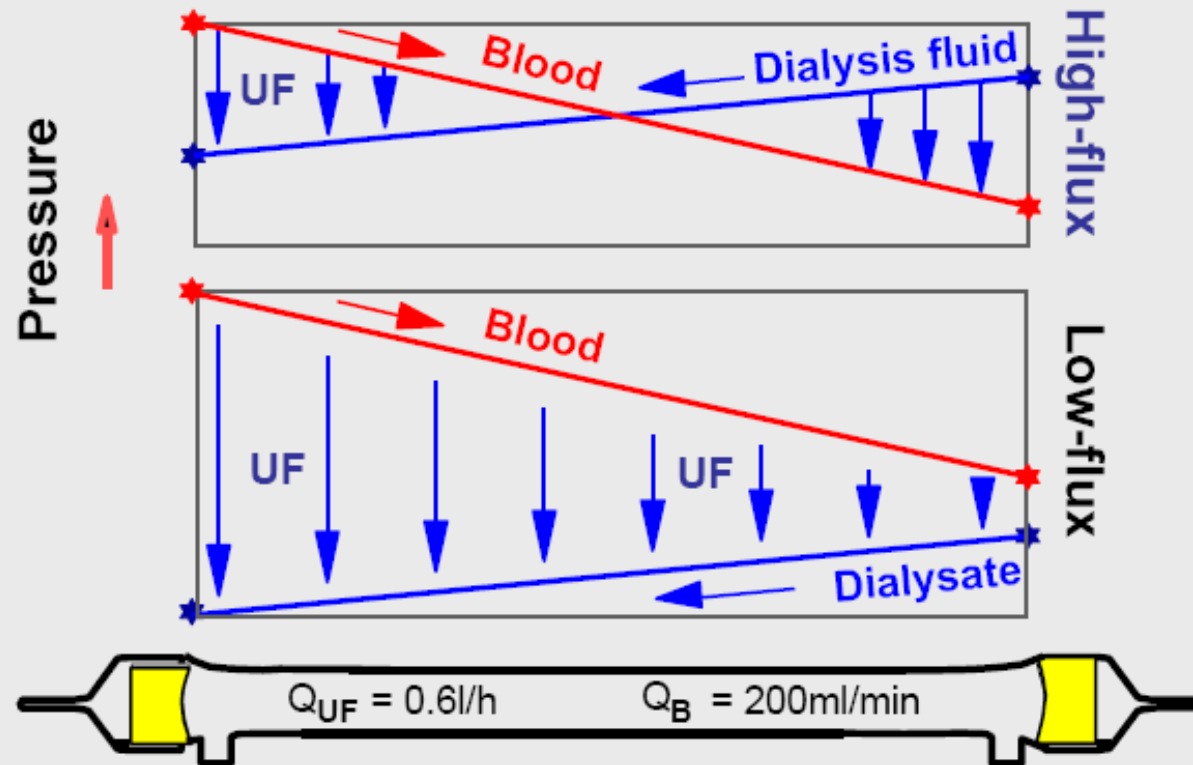


> 10.000 Capillary - membranes / dialyser  
**2 - 5 L Ultrafiltrate/4 h**  
Active surface area: ~ 1.5 m<sup>2</sup>

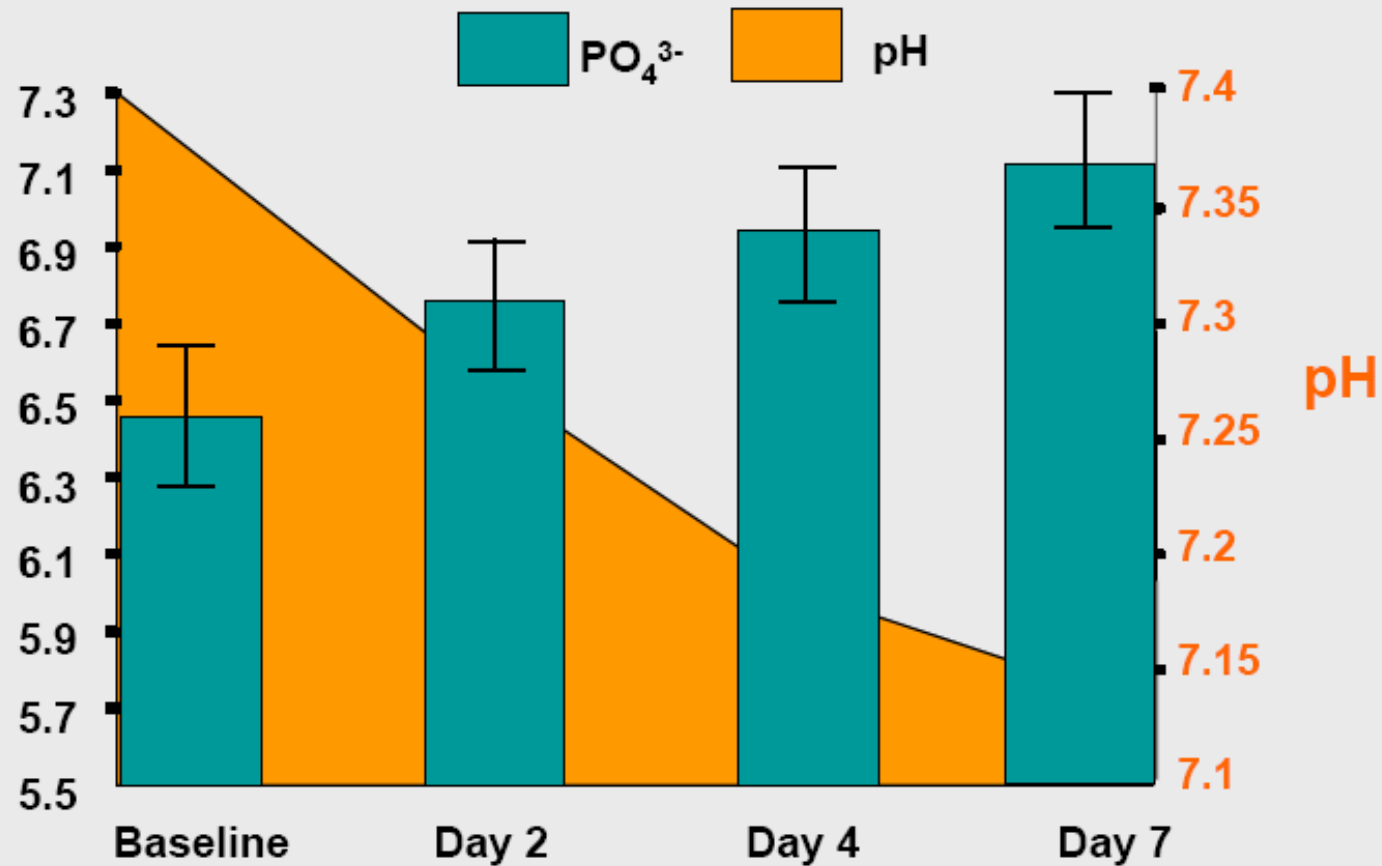
# Backtransport in Dialyzers

Blood<sub>in</sub> → **Backtransport (  $\Delta$ Concentration )** → Blood<sub>out</sub>

**Backfiltration (  $\Delta$ P )**



# Metabolic Acidosis and Hyperphosphatemia



# The Impact of Dialysis

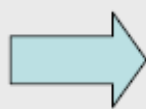
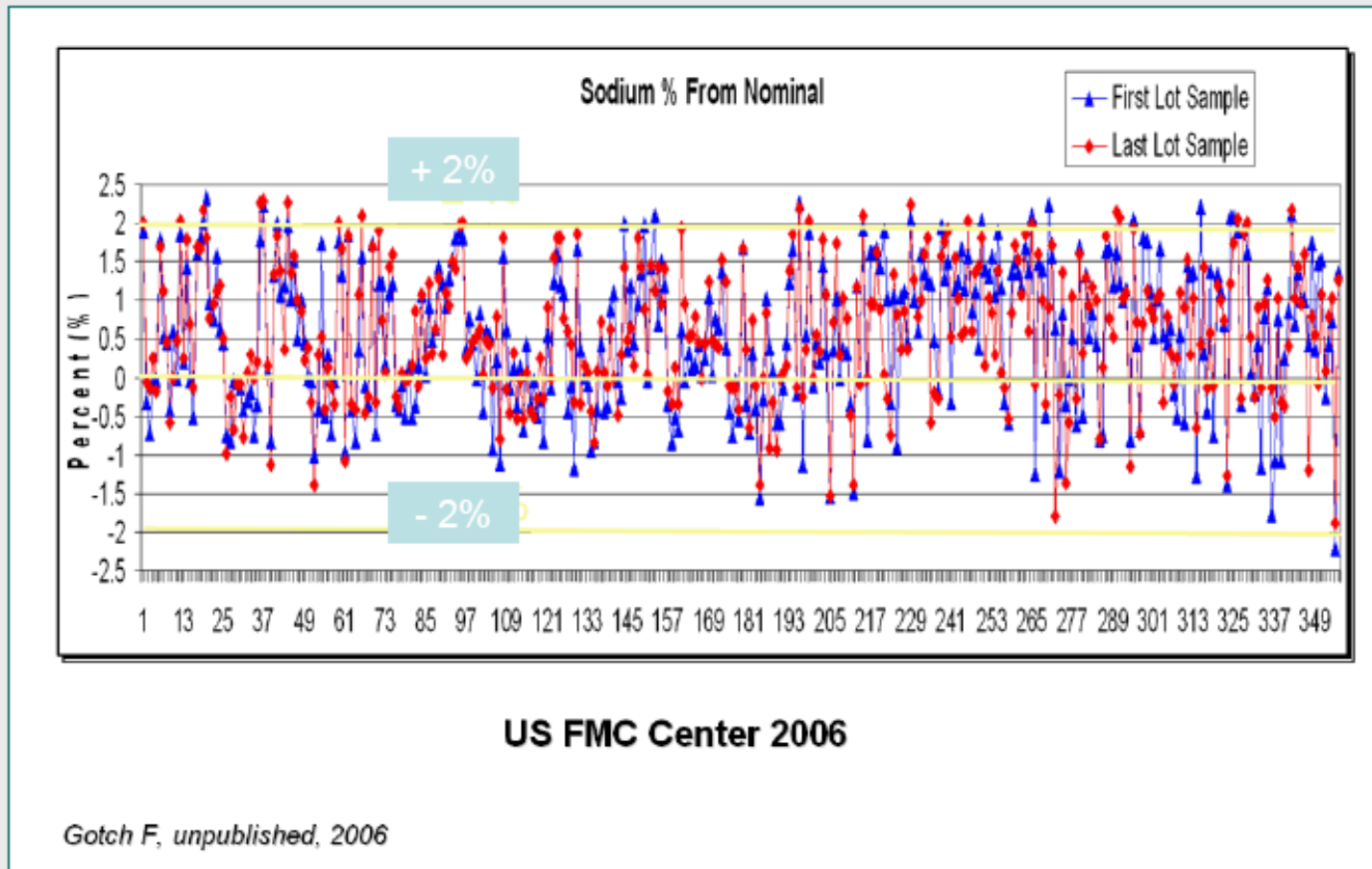
## Sodium in Liquid HD - Concentrates

### Liquid Acid Concentrates in Canisters (1 + 34 SK-F)

Composition of ready-to-use dialysis fluid (after mixture with bicarbonate concentrate 8.4% and pur

Type	Na <sup>+</sup> mmol/L	K <sup>+</sup> mmol/L	Ca <sup>++</sup> mmol/L	Mg <sup>++</sup> mmol/L	Cl <sup>-</sup> mmol/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol/L	Acetat <sup>-</sup> mmol/L	Gluc. g/L
SK-F 119/4	138.00	1.00	1.000	0.50	107.00	32.00	3.00	1.00
SK-F 119/5	138.00	1.00	1.250	0.50	107.50	32.00	3.00	1.00
SK-F 113/1	138.00	1.00	1.500	0.50	108.00	32.00	3.00	1.00
SK-F 113	138.00	1.00	1.750	0.50	108.50	32.00	3.00	1.00
SK-F 219/0	138.00	2.00	0.000	0.50	106.00	33.00	2.00	1.00
SK-F 219/3	138.00	2.00	1.000	0.50	108.00	32.00	3.00	1.00
SK-F 219/1	138.00	2.00	1.250	0.50	108.50	32.00	3.00	1.00
SK-F 213/4	138.00	2.00	1.500	0.50	109.00	32.00	3.00	1.00

# [Na<sup>+</sup>]-Deviations of Concentrates for Hemodialysis



Manufacturing-related deviations in HD-concentrates still a major source of error regarding sodium kinetics.

## The long forgotten salt factor and the benefits of using a 5-g-salt-restricted diet in all ESRD patients

Stanley Shaldon<sup>1</sup> and Joerg Vienken<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Monaco 98000 and <sup>2</sup>Bioscience Department, Fresenius Medical Care, Bad Homburg, FRG D-61346, Germany

**Keywords:** inflammation; lag phenomenon;  
non-osmotically active sodium; salt

---

Writing about older concepts of therapy in medicine often provoke an automatic negative response based on assumptions that they are dinosaurian and empirical and consequently unlikely to impact upon modern therapeutic paradigms unless supported by randomized controlled studies. However, occasionally, new ideas resuscitate these forgotten paradigms and allow one to make progress from observational studies without the benefit of evidence-based medicine [1].

Such is the case with the long abandoned use of a salt-restricted diet in the routine management of patients with

end-stage renal disease (ESRD). The reason for this change of attitude is best exemplified by examining two recent learned proclamations. The first published in 2004 and entitled Dialysis Outcomes Quality Initiatives Guidelines on the problem of cardiovascular disease in ESRD patients (K/DOQI) devoted a miniscule paragraph in the lifestyle changes section to salt restriction, unconvincingly recommended in the very early stages of chronic kidney disease and positively contraindicated in later stages [1]. The second document, published 2 years later by the same learned body [2], devotes eight pages and over 60 references to the use of a salt-restricted diet in the treatment of ESRD patients on haemodialysis.

The reason for this significant change of policy may be traced to a potentially plausible and acceptable scientific explanation of a hitherto empirical observation that we published over 40 years ago [3]. When we described our initial dramatic results obtained with a 5-g-salt-restricted diet in severely hypertensive ESRD patients maintained on

---

*Correspondence and offprint requests to:* Stanley Shaldon, Monaco 98000.  
E-mail: stanley.shaldon@libello.com

*Original Article*

**Dialysate sodium and sodium gradient in maintenance hemodialysis:  
a neglected sodium restriction approach?**

Jair Munoz Mendoza<sup>1,2</sup>, Sumi Sun<sup>2</sup>, Glenn M. Chertow<sup>1</sup>, John Moran<sup>1,2</sup>, Sheila Doss<sup>2</sup> and  
Brigitte Schiller<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Division of Nephrology, Department of Medicine, Stanford University School of Medicine Stanford, CA, USA and <sup>2</sup>Satellite  
Healthcare, Inc., San Jose, CA, USA

*Correspondence and offprint requests to:* Brigitte Schiller; E-mail: schillerb@satellitehealth.com

**N = 1.084 patients**

**Abstract**

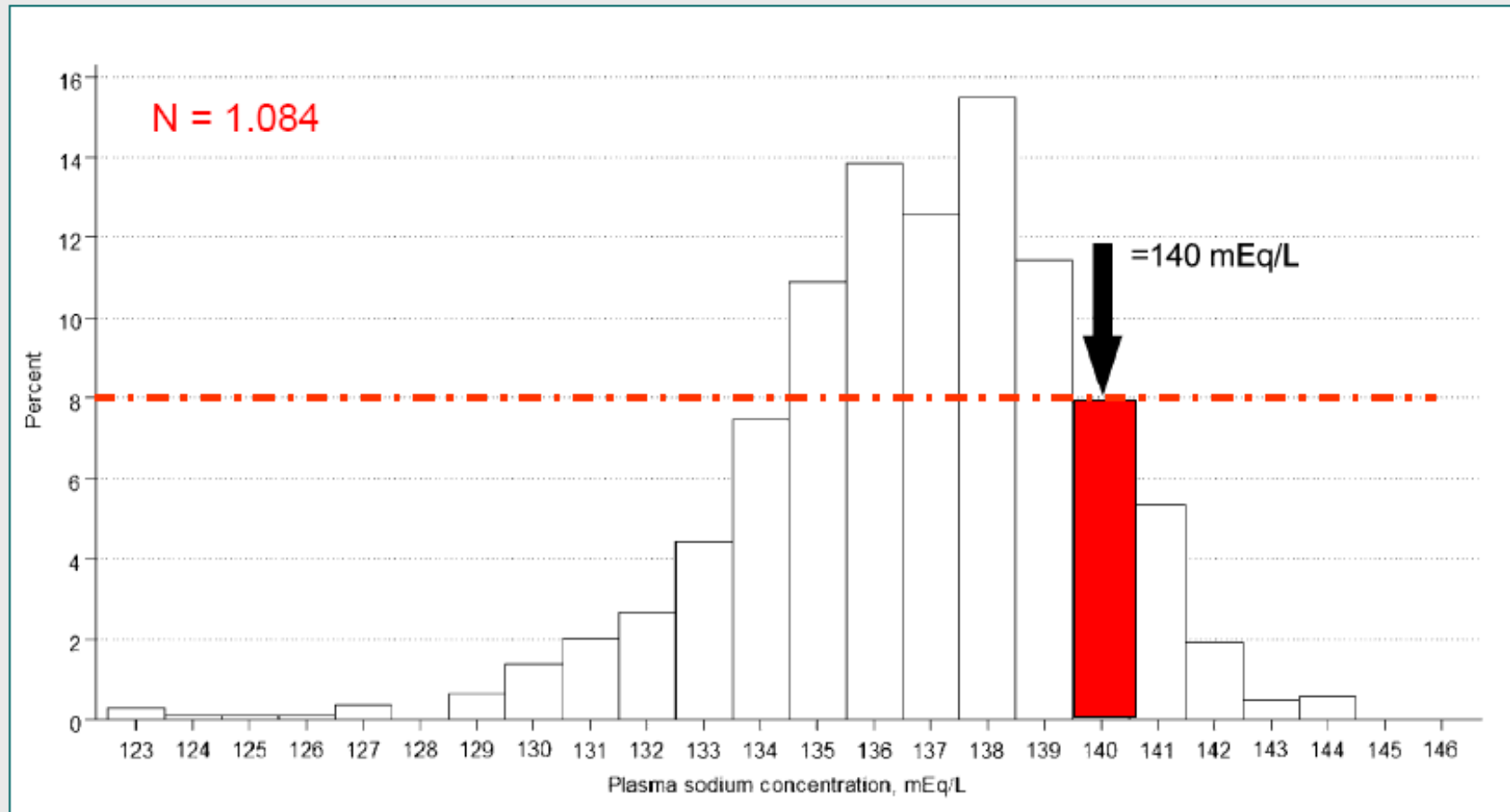
**Background.** A higher sodium gradient (dialysate sodium minus pre-dialysis plasma sodium) during hemodialysis (HD) has been associated with sodium loading; however, its role is not well studied. We hypothesized that a sodium dialysate prescription resulting in a higher sodium gradient is associated with increases in interdialytic weight gain (IDWG), blood pressure (BP) and thirst.

**Methods.** We conducted a cross-sectional study on 1084 clinically stable patients on HD. A descriptive analysis of the sodium prescription was performed and clinical associations with sodium gradient were analyzed.

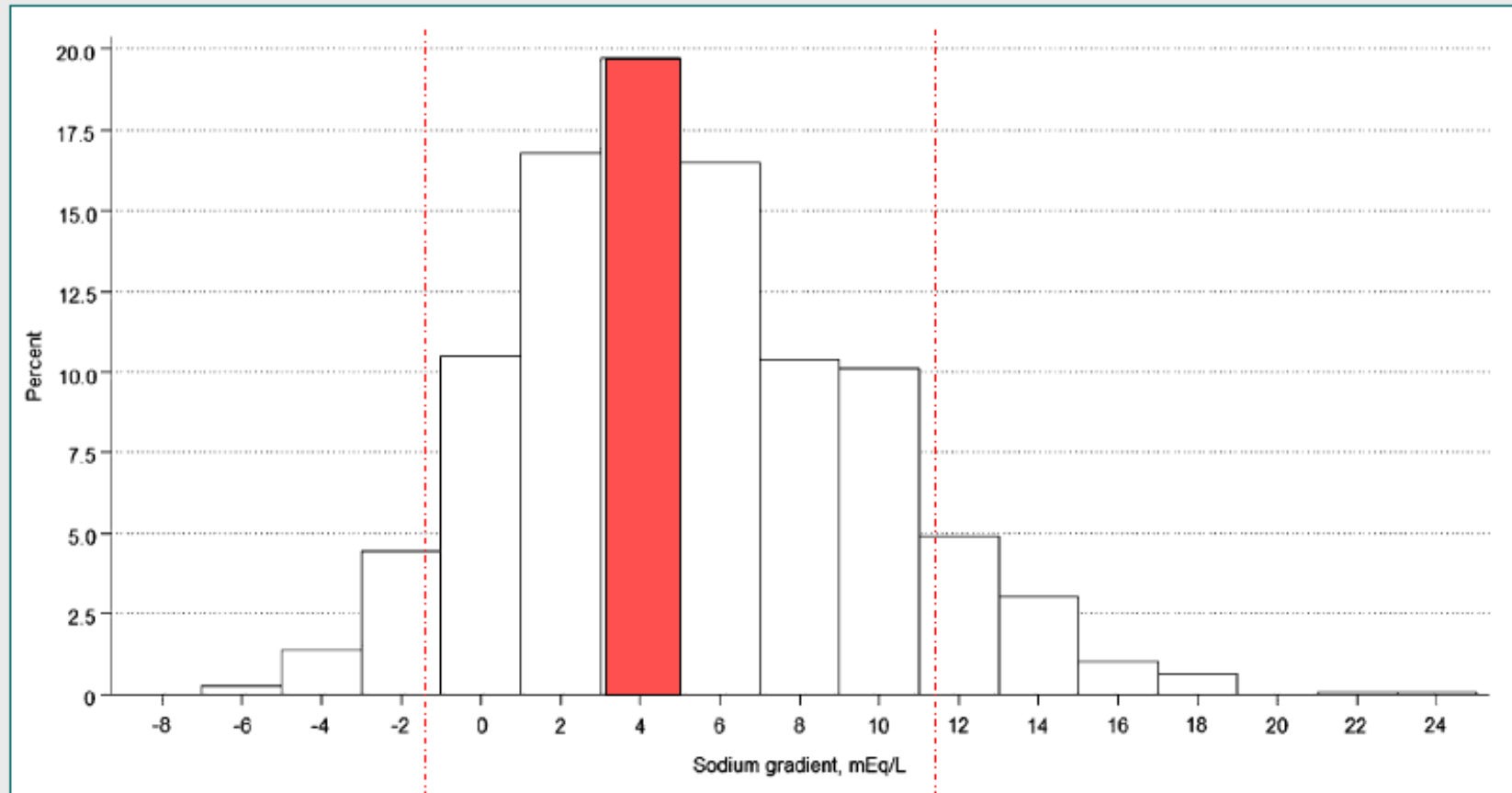
cular mortality and morbidity [1]. Important risk factors include hypertension (HTN) [2, 3] and fluid retention, measured as interdialytic weight gain (IDWG) [4, 5]. The normal renal regulatory mechanisms to control extracellular fluid volume and osmolality are no longer effective in patients with ESRD. In the absence of kidney function and urine output, the burden of maintaining volume homeostasis, electrolyte and acid–base balance falls solely on the HD procedure [6, 7]. A large percentage of patients on HD require multiple antihypertensive agents, yet fail to achieve satisfactory control of HTN. The degree to which the dialysate prescription, and in particular the dialysate sodium



# Frequency distribution of pre-Hemodialysis Plasma Na-Concentration




# Frequency distribution of Na-Gradient In 1084 HD - Patients



Original Article

**Dialysate sodium and sodium gradient in maintenance hemodialysis:  
a neglected sodium restriction approach?**

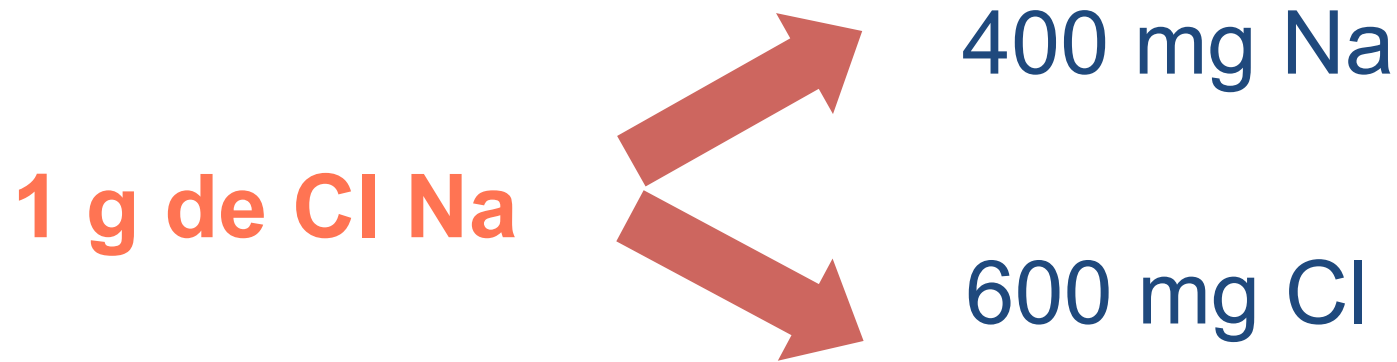
Jair Munoz Mendoza<sup>1,2</sup>, Sumi Sun<sup>2</sup>, Glenn M. Chertow<sup>1</sup>, John Moran<sup>1,2</sup>, Sheila Doss<sup>2</sup> and  
Brigitte Schiller<sup>1,2</sup>



**Results.** The dialysate sodium prescription varied widely across dialysis facilities, ranging from 136 to 149 mEq/L, with a median of 140 mEq/L. The mean pre-HD plasma sodium was  $136.7 \pm 2.9$  mEq/L, resulting in the majority of subjects ( $n = 904$ , 83%) being dialyzed against a positive sodium gradient, while the mean sodium gradient was  $4.6 \pm 4.4$  mEq/L. After HD, the plasma sodium increased in nearly all patients (91%), reaching a mean post-HD plasma sodium of  $141.3 \pm 2.5$  mEq/L. We found a direct correlation between IDWG and sodium gradient ( $r = 0.21$ ,  $P < 0.0001$ ). After adjustment for confounders and clustering by facilities, the sodium gradient was independently associated with IDWG (70 g/mEq/L,  $P < 0.0001$ ). There were no significant associations among sodium gradient and BP, whether measured as pre-HD systolic ( $r = -0.02$ ), diastolic ( $r = -0.06$ ) or mean arterial pressure ( $r = -0.04$ ). Post-HD thirst was directly correlated with sodium gradient ( $r = 0.11$ ,  $P = 0.02$ ).

**Conclusion.** Sodium gradient is associated with statistically significant and clinically meaningful differences in IDWG in stable patients on HD.

# Equivalencias del Sodio



1 g de Na = 1 mmol Na = 23 mg Na  
1g de Cl Na = 400 mg Na = 17 mEq Na  
10 g de Cl Na = 4000 mg = 170 mEq Na

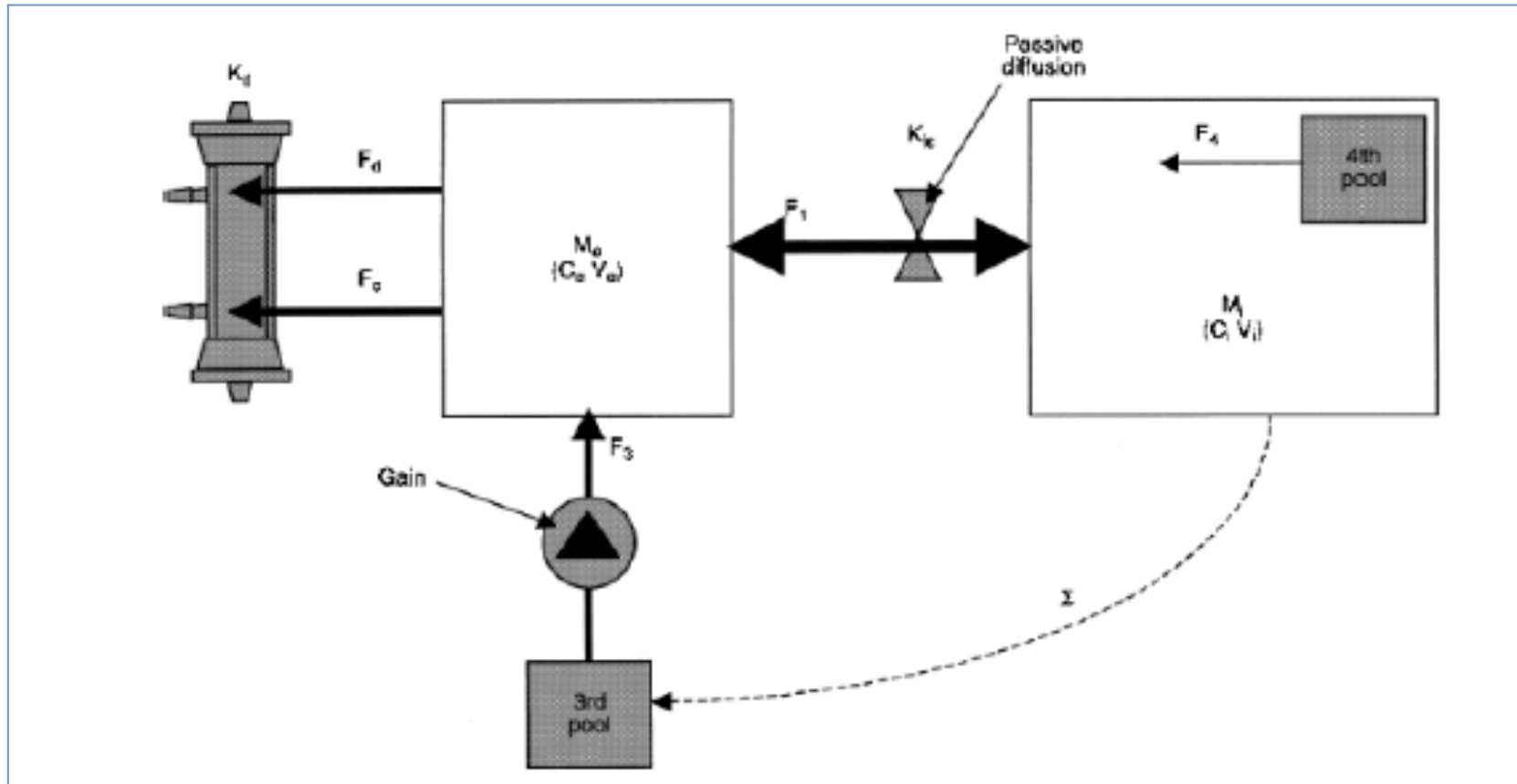
## Solución Fisiológica 0,9% Cl Na

1Litro SF = 9 g Cl Na =

3600 mg Na = 150 mEq Na

Es el Total de Na que se debería  
agregar a la comida en cuatro días

# Teoría de los 4 compartimientos



De todos los electrolitos plasmáticos, el sodio es el más abundante (concentración plasmática normal: 138 mEq/L, y se acompaña de un número correspondiente equivalente de aniones).

Consecuentemente, la osmolaridad plasmática normal de 287 mmol/kg, está íntimamente ajustada al sodio plasmático.

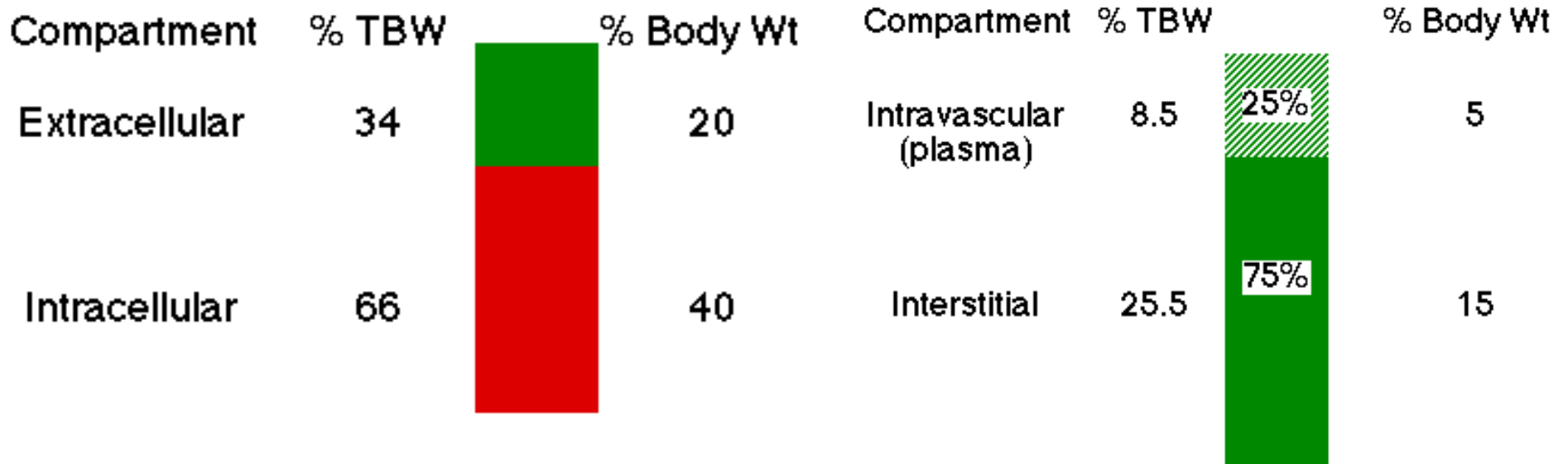
**Table 3.** Comparative composition of dialysis fluid and plasma

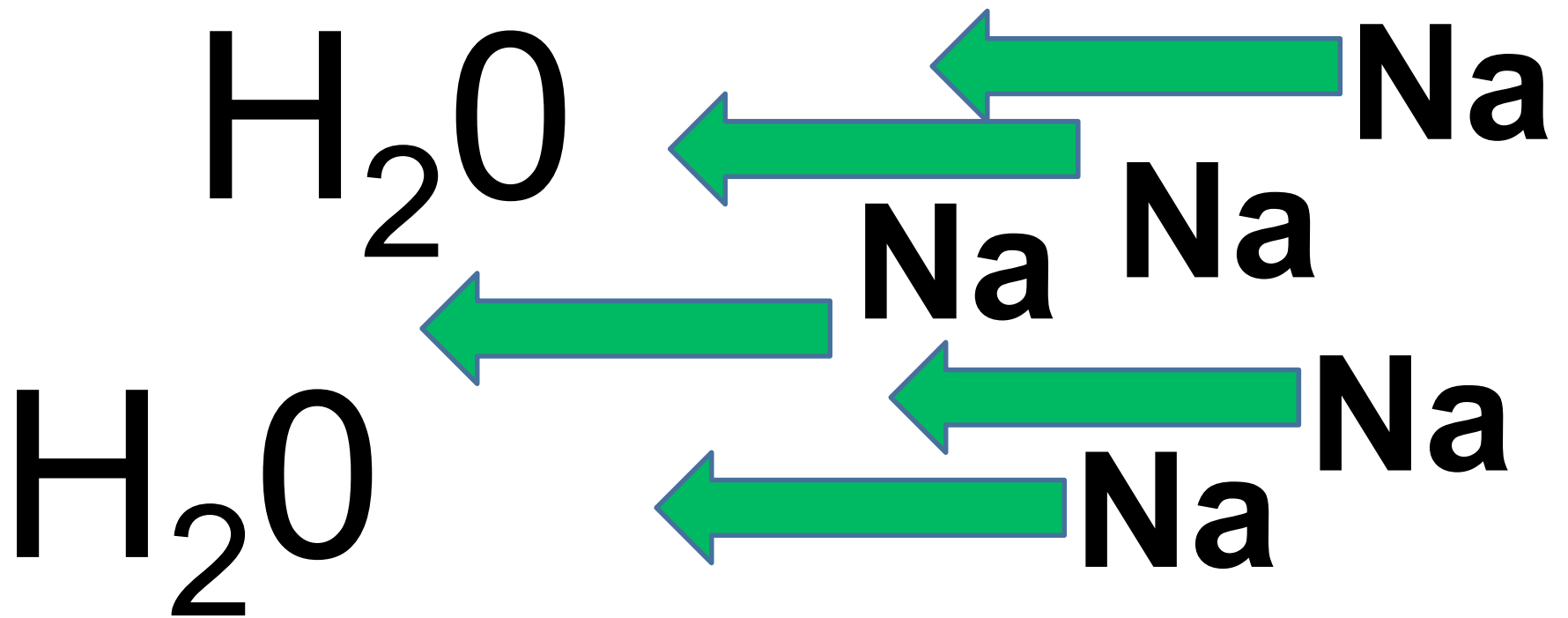
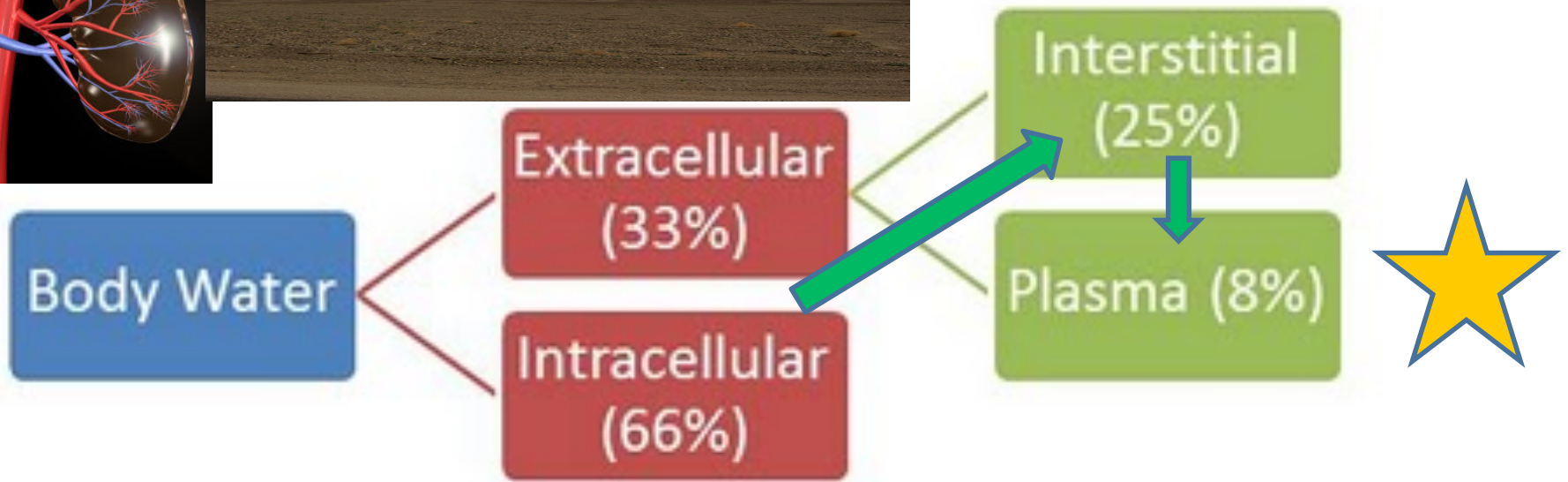
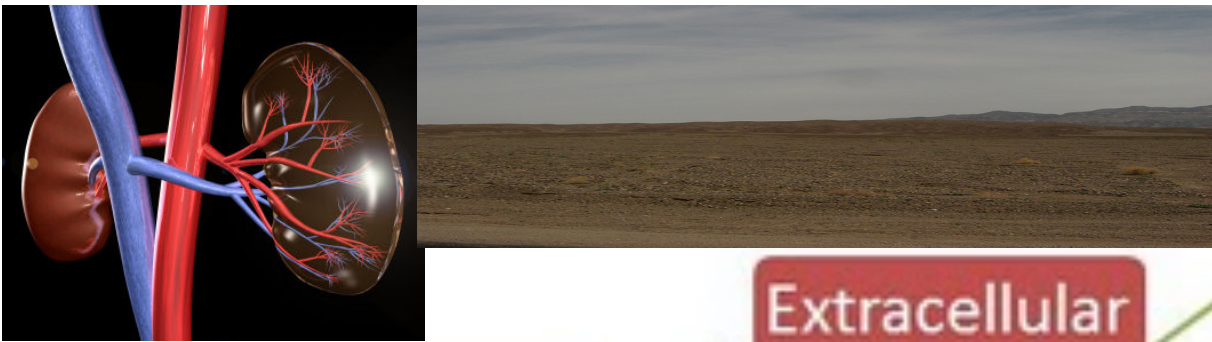
		Dialysis fluid mEq/l	Plasma mEq/l
Electrolytes	Na	136–140	136–145
	Cl	99–110	98–106
	K	0–3.0	3.5–5
	Ca	1.5	2.0–2.6
	Mg	0.5–1.0	0.8–1.2
Buffer	Acetate	2.5–5.0	
	HCO <sub>3</sub>	27–39	21–28
Glucose		2.0	0.8–1.2

El nivel de sodio del dializado determina no sólo

(a) Los intercambios de sodio entre el dializado y el plasma, y luego entre el plasma y el líquido extracelular, sino que también

(b) Los intercambios de agua entre el dializado y el plasma, entre el plasma y el líquido extracelular, y entre el extracelular y el intracelular.







Además de los productos de desecho, un importante objetivo de la diálisis es el de remover las ganancias de sodio y agua que ocurrieron durante el intervalo interdialítico sin causar cambios significativos en la concentración plasmática de sodio.

El volumen a ultrafiltrar que equipare la cantidad de agua y sodio acumuladas es lo que se requiere en una diálisis.

Además de la ultrafiltración adecuada, se deben emplear líquidos de diálisis con concentraciones adecuadas de sodio.

Con la ultrafiltración hidrostática, el sodio es removido a una tasa similar a la del agua, permitiendo que la natremia permanezca relativamente constante.

La mayor parte del agua y sodio se remueven más por ultrafiltración que por difusión.

Por ejemplo, cada litro de ultrafiltrado quitará una cantidad de sodio que se aproxima a la presente en el litro correspondiente de plasma. En 2 L de ultrafiltrado habrá 270 mEq de sodio removidos.

Hay muchos factores a considerar para determinar qué nivel de sodio del dializado debe emplearse:

- a. La actividad iónica del sodio en el plasma (hay sodio unido a aniones)
- b. El fenómeno Gibbs–Donnan
- c. La entrada de agua desde el ECF a las células mientras sucede la diálisis.

a. Por la unión del sodio a aniones, no todo el sodio plasmático es difusible. Así, debe existir una actividad de gradiente de sodio de al menos 4 mEq/L entre el plasma y el dializado para que haya pérdidas por difusión.

b. Debido a que la albúmina está cargada negativamente y no pasa por la membrana del filtro, produce una fuerza que atrae cationes (sodio) para que permanezca en el plasma, promoviendo una tendencia a que exista un nivel de sodio en el plasma mayor al del dializado (Gibbs–Donnan).

c. Durante la diálisis, las osmolaridades plasmática e intersticial caen por la remoción de urea, potasio y otros productos osmóticamente activos.

La caída de las osmolaridades del plasma y del líquido intersticial llevarán a la entrada de agua a las células, dejando al sodio en el espacio extracelular. La pérdida de agua sin la correspondiente de sodio del ECF provocará el aumento del sodio del ECF.

Con tantos factores en juego, se cree que un sodio entre 135 y 145 mEq/L satisfacen en general las expectativas.

El uso de soluciones de diálisis bajas en sodio (130–135 mEq/L) ha declinado y debe evitarse ya que a la pérdida de sodio por la diálisis, hay una caída de la osmolaridad plasmática que resulta en una sobrehidratación celular que llevará a un síndrome de desequilibrio (fatiga, calambres, cefalea, etc), e hipotensión intradialítica.

Con la práctica inuversal de hacer diálisis tres veces por semana 4 horas, el control del volumen ECF y de la presión arterial se tornó más difícil.

La existencia de hipotensión durante la diálisis es frecuente.

La hipotensión causada por la hipovolemia inducida por una ultrafiltración excesiva (mucho ultrafiltración en poco tiempo) que supera el relleno vascular por agua desde el espacio intersticial al vascular.

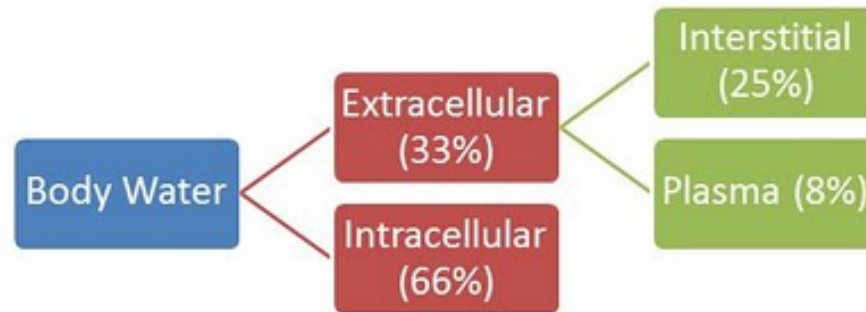
Uno puede aumentar la concentración de sodio del dializado de, por ejemplo, 135 mEq/L a 145 mEq/L para aumentar el sodio plasmático.

Un nivel de sodio plasmático no sólo ayudará a retener agua en el espacio vascular, sino que además atraerá agua del espacio intersticial e intracelular para asegurar un mejor volumen plasmático y mayor presión.

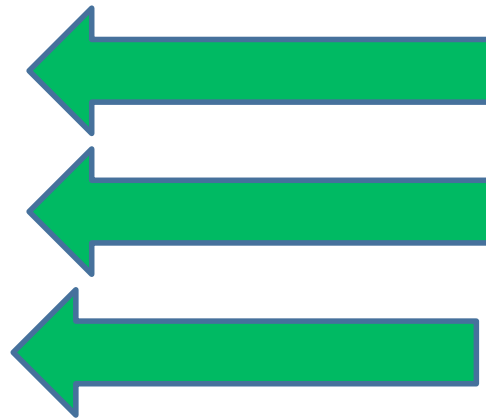
Sin embargo, al mismo tiempo, la caída intradialítica en la urea y en la osmolaridad plasmática tenderá a mover el agua en sentido opuesto.

Los efectos de aumentar el nivel de sodio del dializado ha sido analizado en muchos estudios. La conclusión es la misma:

Aumentar la concentración de sodio del dializado reduce la morbilidad intradialítica y la fatiga temprana postdialísis, pero aumenta la sed, la ganancia de peso interdialítico y la prevalencia de hipertensión arterial.

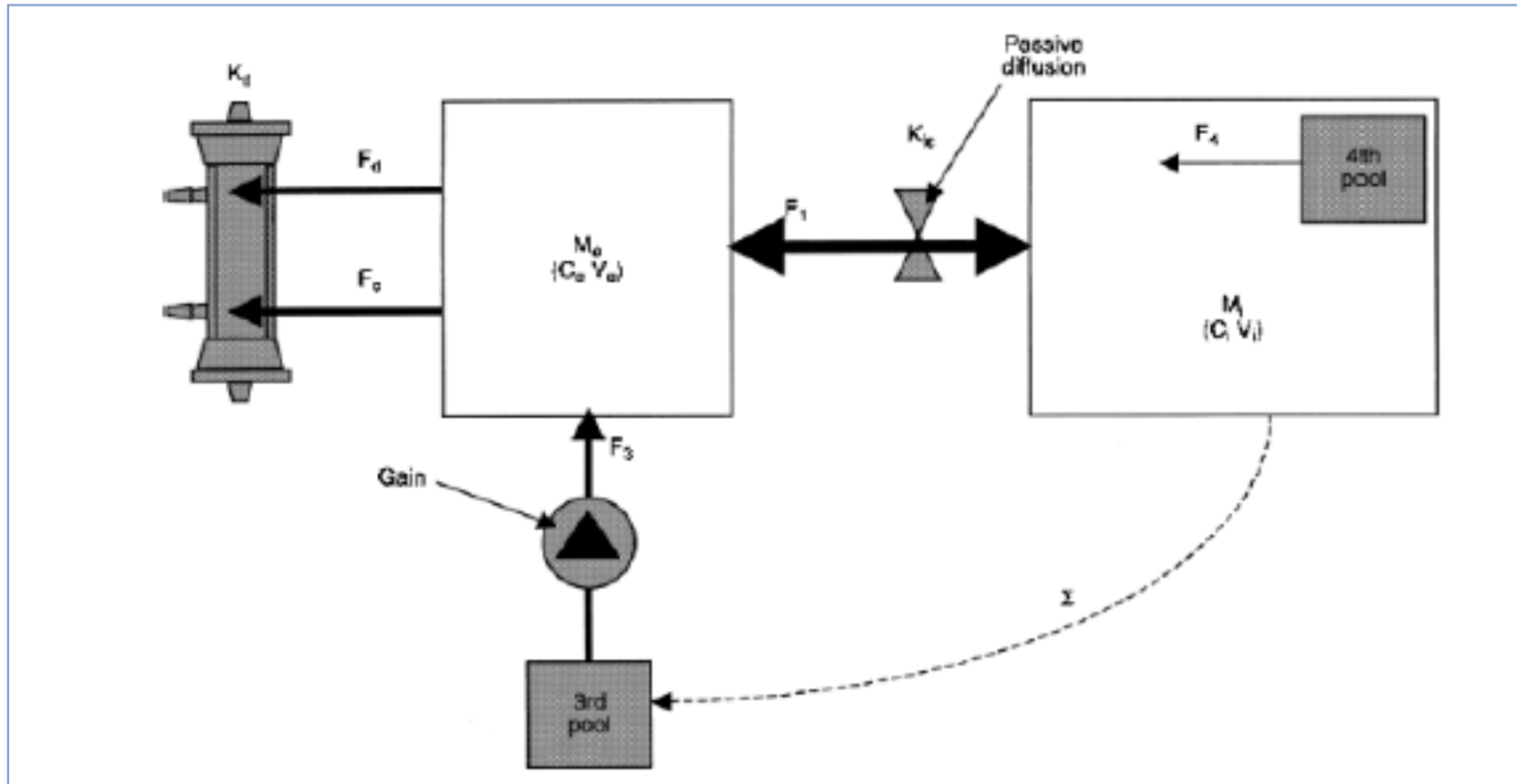


H<sub>2</sub>O



Na Na Na  
Na Na

# Teoría de los 4 compartimientos





# Razones para adecuar el sodio en hemodiálisis

---

- Disminuir los síntomas intradiálisis
  - Disminuir los síntomas de desequilibrio dialítico
  - Lograr una mayor tasa de ultrafiltración
  - Acortar los tiempos de las sesiones de HD
  - Disminuir la sed
  - Controlar la hipertensión arterial
  - Controlar la hipotensión arterial crónica
-



# Adecuación dialítica del sodio

---

## Síntomas intradiálisis

---

- Hipotensión
  - Calambres musculares
  - Náuseas – vómitos
  - Fatiga
-

# Adecuación dialítica del sodio

---

## Consecuencias

---

- Mala calidad de vida del paciente
  - Menor aceptación del tratamiento
  - Menor dosis de diálisis
  - Sobrestimación del Peso Seco
-

# Adecuación dialítica del sodio

## Perfil de sodio ideal

---

- Reducir a cero los episodios de hipotensión y/o calambres
  - Permitir tasas de ultrafiltración sin producir hipovolemia
  - Permitir acortar los tiempos de HD (?)
  - Permitir un Tto adecuado de la HTA volumen dependiente
  - No alterar la dosis de diálisis ( $Kt/V$  o  $Kt$ )
  - No generar sed o excesiva sobrecarga de peso interdiálisis
  - No generar balance positivo de sodio
  - No generar hipertensión arterial a corto o a largo plazo
-

## Adecuación dialítica del sodio

### Evolución de la composición del dializado y el tiempo de HD

#### Antes ....

- Sodio bajo ( 128 – 135 meq/l)
- Bicarbonato como buffer
- Calcio elevado (3.5 mmol/l)
- Glucosa 500 mg/dl
- Sesiones largas (8hs)
- 90 % de pacientes normotensos sin medicación
- Adecuación en base a la TA?

#### Ahora ....

PERSONALIZADO

?

- Sodio alto (138 – 142 meq/l)
- Bicarbonato como buffer
- Calcio bajo – moderado (2.5 – 3.0 mmol/l)
- Glucosa 90 – 120 mg/dl
- Sesiones “cortas” ( 3 – 4 hs)
- 50 – 80% de los pacientes hipertensos y medicados
- Adecuación en base a la cinética de la urea

# Distribución de volúmenes corporales

## Evolución de la tensión arterial

# Indicaciones y contraindicaciones para el perfil de sodio

---

## Indicaciones

- Hipotensión intradialítica
- Calambres
- Iniciación de diálisis con uremia severa
- Paciente hemodinámicamente inestable (crítico)

## Contraindicaciones

- Desarrollo de hipertensión intradiálisis
- Altos pesos interdiálisis con dializados con alto sodio
- Hipernatremia

# Adecuación dialítica del sodio

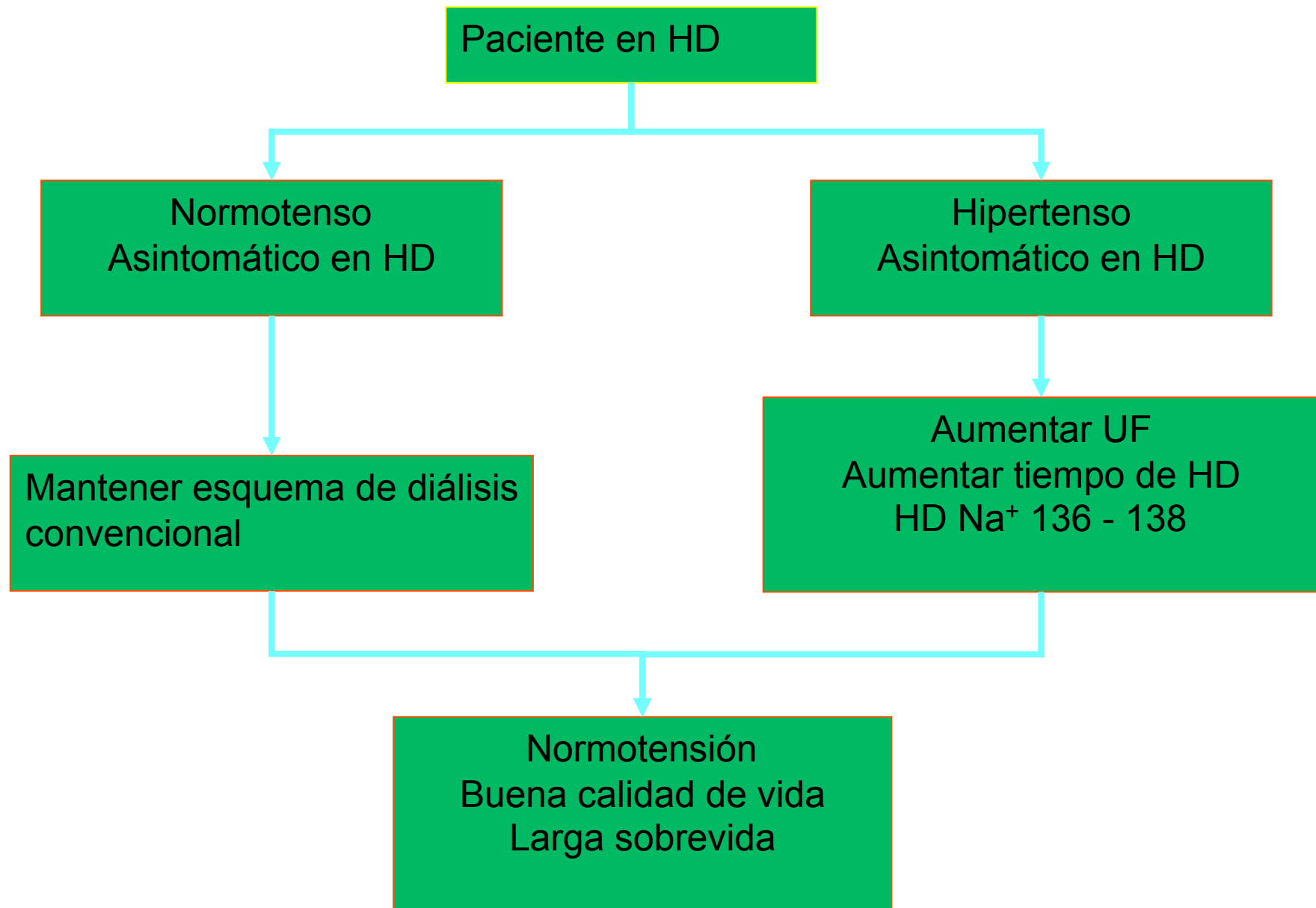
## Concepto de peso seco estimado

---

### Concepto moderno

El menor peso posible en un paciente sin que experimente síntomas de hipovolemia y *que lo mantenga normotenso sin drogas hipotensoras hasta la sesión siguiente de HD.*

# Adecuación dialítica del sodio





# Adecuación dialítica del sodio

Pte Hipo/Normotenso  
Sintomático en HD

Bajos sobrepesos  
interdiálisis

HD "hipertónica"  
Na<sup>+</sup> 140 - 142

Mejor tolerancia  
Sin desarrollo HTA o ICC

Altos sobrepesos  
interdiálisis

Diálisis c/ perfil de Na<sup>+</sup> y UF  
Diálisis prolongada  
Diálisis corta y diaria

Mejor tolerancia

Normotensión  
Buena calidad de vida  
Larga sobrevida

# Adecuación dialítica del sodio

## Consideraciones finales

---

Los perfiles de sodio no parecen tener mucha utilidad en el corto ni en el largo plazo.

El perfil más adecuado parece ser el de mayor osmolaridad en baño y UF durante la primera mitad de la sesión, con parámetros menores en la segunda mitad.

La tasa de UF es el principal determinante de los síntomas intradiálisis

---



*Roof at Apple, Saville Row, London, 30 Jan 69*

# Baño de diálisis convencional

• Sodio	139	mEq/l
• <b>Potasio</b>	<b>2.2</b>	<b>mEq/l</b>
• Calcio	3	mEq/l
• Bicarbonato	34	mEq/l
• Magnesio	1	mEq/l
• Acetato(CO <sub>3</sub> H)	3	mEq/l
• Osmolaridad	288,9	mOsm/l
• Conductividad	17	mS/seg

# Potasio

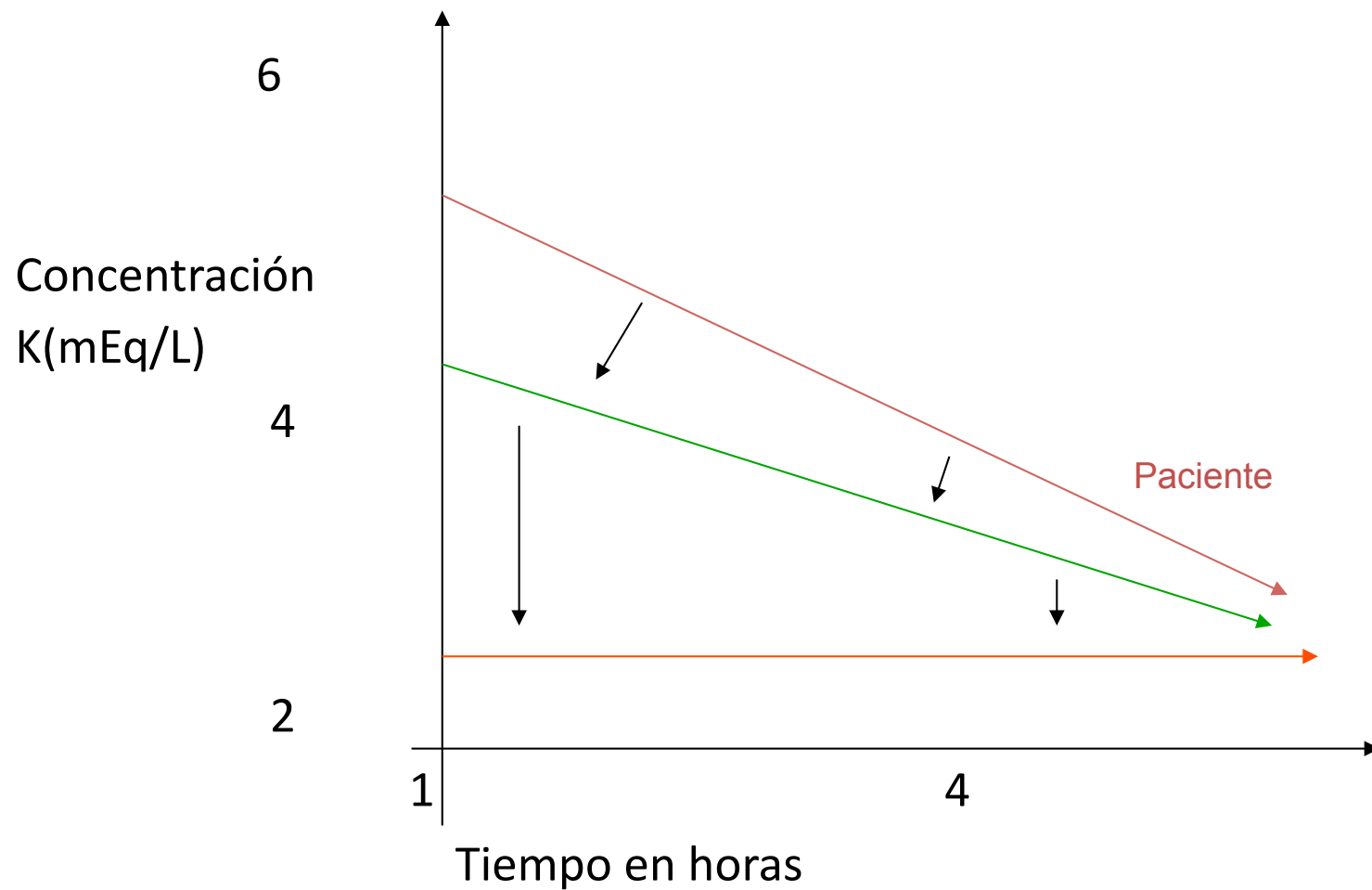
- 0-4 Meq/l (generalmente 2 Meq/l).
- Aquel que permita niveles de potasemia menores a 5.5-6 Meq/l prediálisis y evite niveles menores a 3.3 Meq/l postdiálisis.
- Considerar los factores relacionados al paciente y a la hemodiálisis.
- Paciente: Ingesta oral, estado ácido base, diabetes, insuficiencia suprarrenal, nutrición, ritmo evacuatorio, medicación.
- Diálisis: factores que influyen su eficiencia (dosis de diálisis).

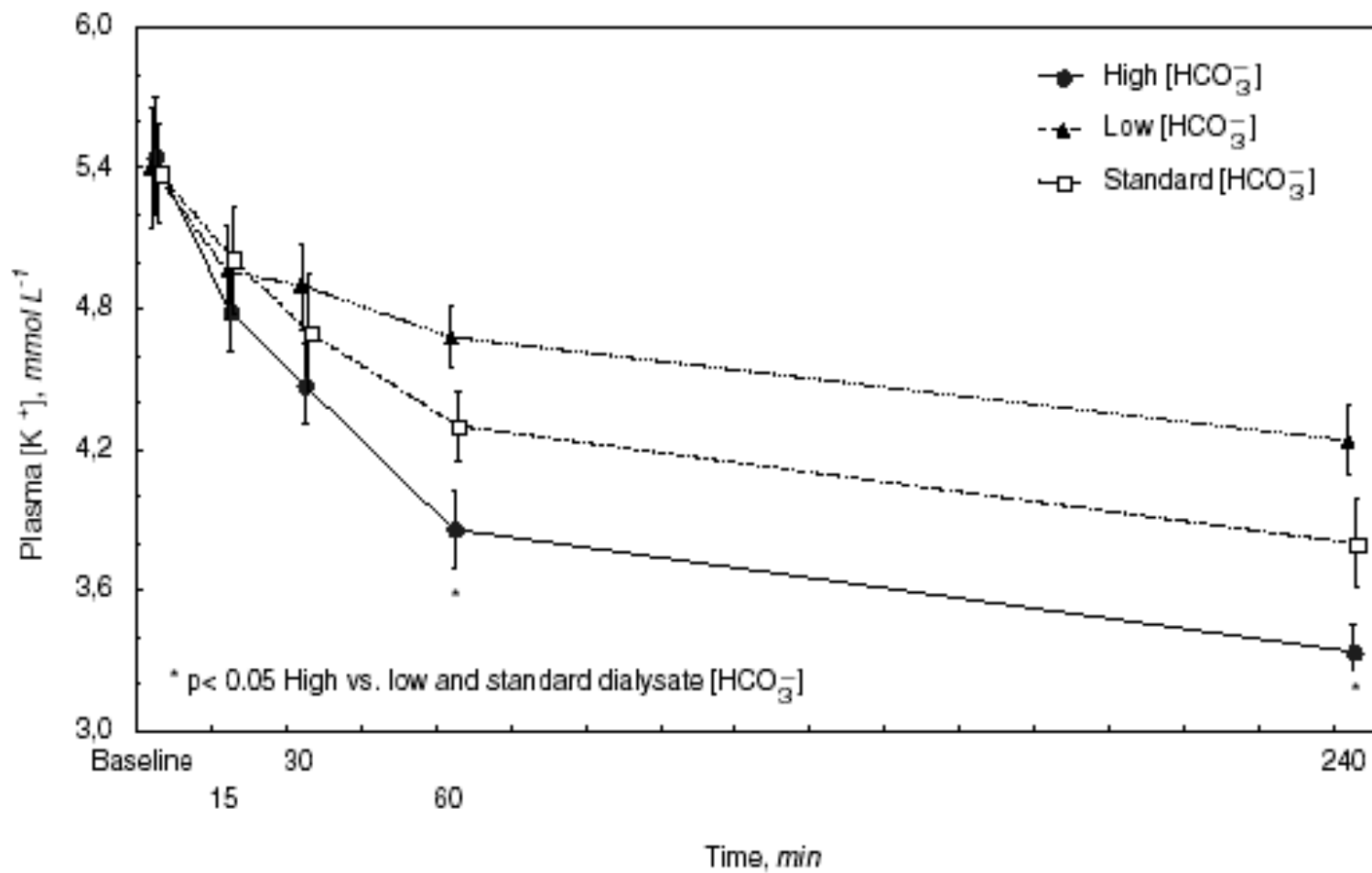
## Potasio “Fijo”

- El potasio standard tiene particularmente un mayor riesgo en pacientes con terapia digitalica, cardiopatas con tendencia a la arritmia, y no estaría dado por la concentración en sí sino por el gradiente sangre/dializado durante el procedimiento.
- Se ha visto alteración del intervalo QTc aún en pacientes sin enfermedad cardíaca evidente (*Cupisti et al. Potassium removal increases the QTc interval dispersion during hemodialysis. Nephron 82:122-126, 1999*).
- Podría ser una causa de hipertensión durante la diálisis

(*Biff F. Palmer Seminars in Dialysis. 2001, Vol 14, No.1, 41-49*)

# Potasio “Fijo” y “Variable”





The faster potassium-lowering effect of high dialysate bicarbonate concentrations in chronic Haemodialysis patients. Ricardo M. Heguilen, Claudia Sciurano, Angel D. Bellusci, Paula Fried, Graciela Mittelman, Guillermo Rosa Diez and Amelia R. Bernasconi. *Nephrol Dial Transplant* (2005) 20: 591–597





The faster potassium-lowering effect of high dialysate bicarbonate concentrations in chronic Haemodialysis patients. Ricardo M. Heguilen, Claudia Sciurano, Angel D. Bellusci, Paula Fried, Graciela Mittelman, Guillermo Rosa Diez and Amelia R. Bernasconi.  
Nephrol Dial Transplant (2005) 20: 591–597



# Baño de diálisis convencional

- Sodio 139 mEq/l
- Potasio 2.2 mEq/l
- Calcio 3 mEq/l
- Bicarbonato 34 mEq/l
- **Magnesio 1 mEq/l**
- Acetato(CO<sub>3</sub>H) 3 mEq/l
- Osmolaridad 288,9 mOsm/l
- Conductividad 17 mS/seg

# Magnesio

## Efectos Beneficiosos

**Bajo Magnesio**  
(menor 0.26 mmol/l)

**Alto Magnesio**  
(mayor 0.74 mmol/l)

Mejoría de la mineralización ósea.  
Resolución del dolor óseo y mejoría de las fracturas osteomaláticas

Supresión intradialítica de la secreción de PTH.  
Evita las calcificaciones arteriales

**Uso de quelantes Mg.**

# Magnesio

## Efectos perjudiciales

**Bajo Magnesio**  
(menor 0.26 mmol/l)

Calambres musculares

Incremento de los niveles de PTH.

**Alto Magnesio**  
(mayor 0.74 mmol/l)

Alteración de la conducción nerviosa?

Incremento del prurito

Contribuye a la osteodistrofia Renal.



# Baño de diálisis convencional

- Sodio 139 mEq/l
- Potasio 2.2 mEq/l
- **Calcio 3 mEq/l**
- Bicarbonato 34 mEq/l
- Magnesio 1 mEq/l
- Acetato(CO<sub>3</sub>H) 3 mEq/l
- Osmolaridad 288,9 mOsm/l
- Conductividad 17 mS/seg

# Calcio

## Efectos Agudos

### Bajo Calcio

(menor 1.26 mmol/l)

Hipotensión

Inotropismo negativo

Bradycardia?

Disminución de los latidos  
prematuros

Disminución de la N.A.

Aumento función diastólica

### Alto Calcio

(mayor 1.74 mmol/l)

Normotensión

Inotropismo positivo

Aumento de los latidos prematuros

Aumento de la N.A

Disminución de la función diastólica



# Calcio

## Efectos a largo plazo

### Bajo Calcio

(menor 1.26 mmol/l)

Balance de calcio



Reducción de la masa ósea

Aumento de la PTH

Aumento del turn over óseo

### Alto Calcio

(mayor 1.74 mmol/l)

Balance de calcio



Calcificaciones metastásicas

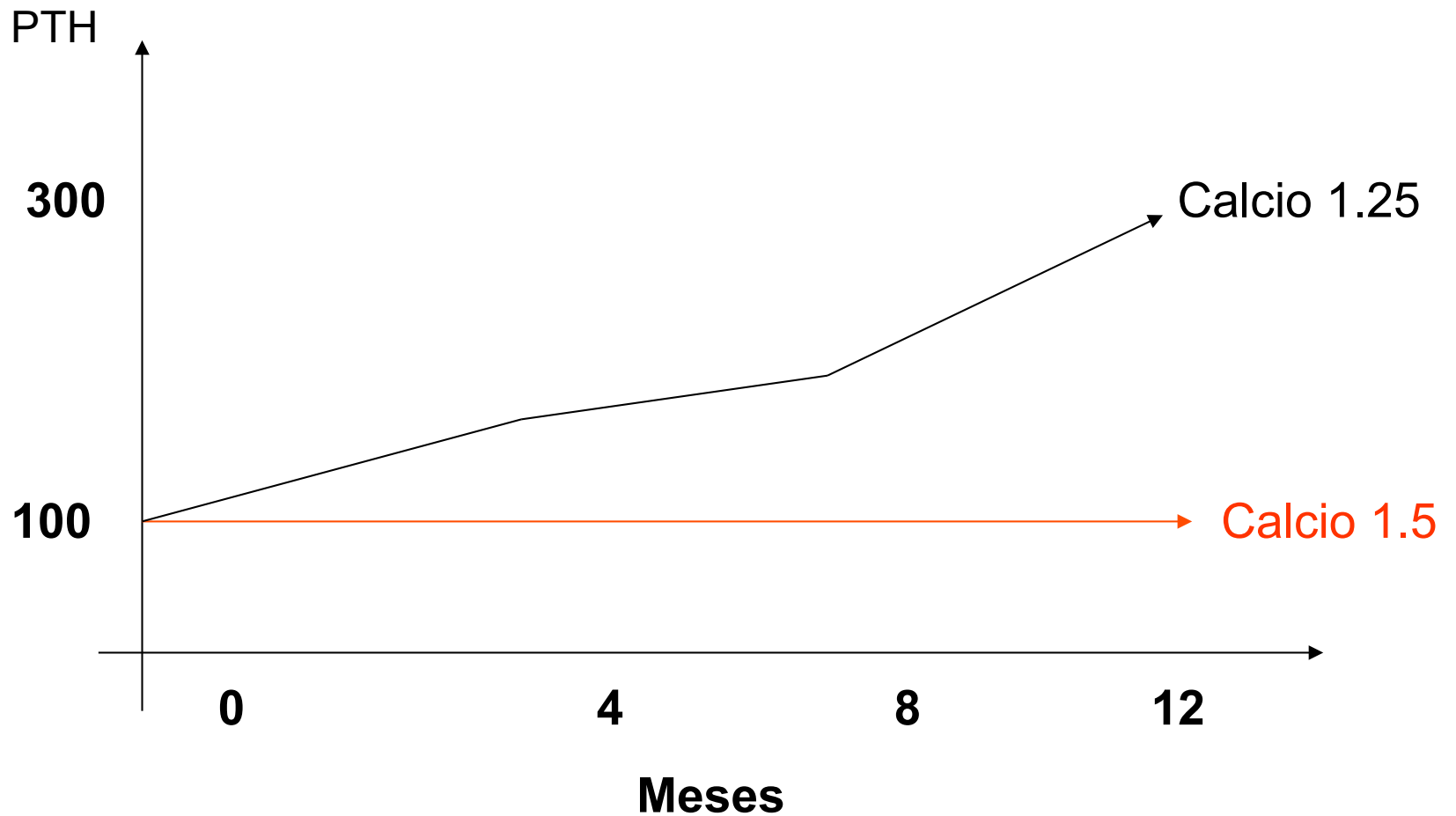
Calcificaciones valvulares

*Grassmann A et. Al. Composition and Management of Hemodialysis Fluids. Pabst Science Publishers, 2000.*

# Calcio

## Efectos a largo plazo

(Argiles et al. Calcium kinetics and the long-term effects of lowering dialysate calcium concentration. *Kidney Int* 43:630-640,1993).



## Recomendaciones (Consenso)

- En caso de bajo recambio óseo y normocalcemia donde se debe utilizar de preferencia dializado con Ca 2.5 mEq/L con control estricto de la PTHi; o en caso de hipercalcemia, donde siempre debe utilizarse la menor concentración de calcio (Ca 2.5 mEq/L), independientemente de los niveles de PTHi.
- La concentración de 3.5 mEq/L debe limitarse sólo a aquellos pacientes que requieran un balance positivo rápido como en el caso del hueso hambriento post paratiroidectomía.
- No se recomienda el uso de una concentración de Calcio mayor o igual a 3 mEq/L con el uso concomitante de vitamina D y análogos.



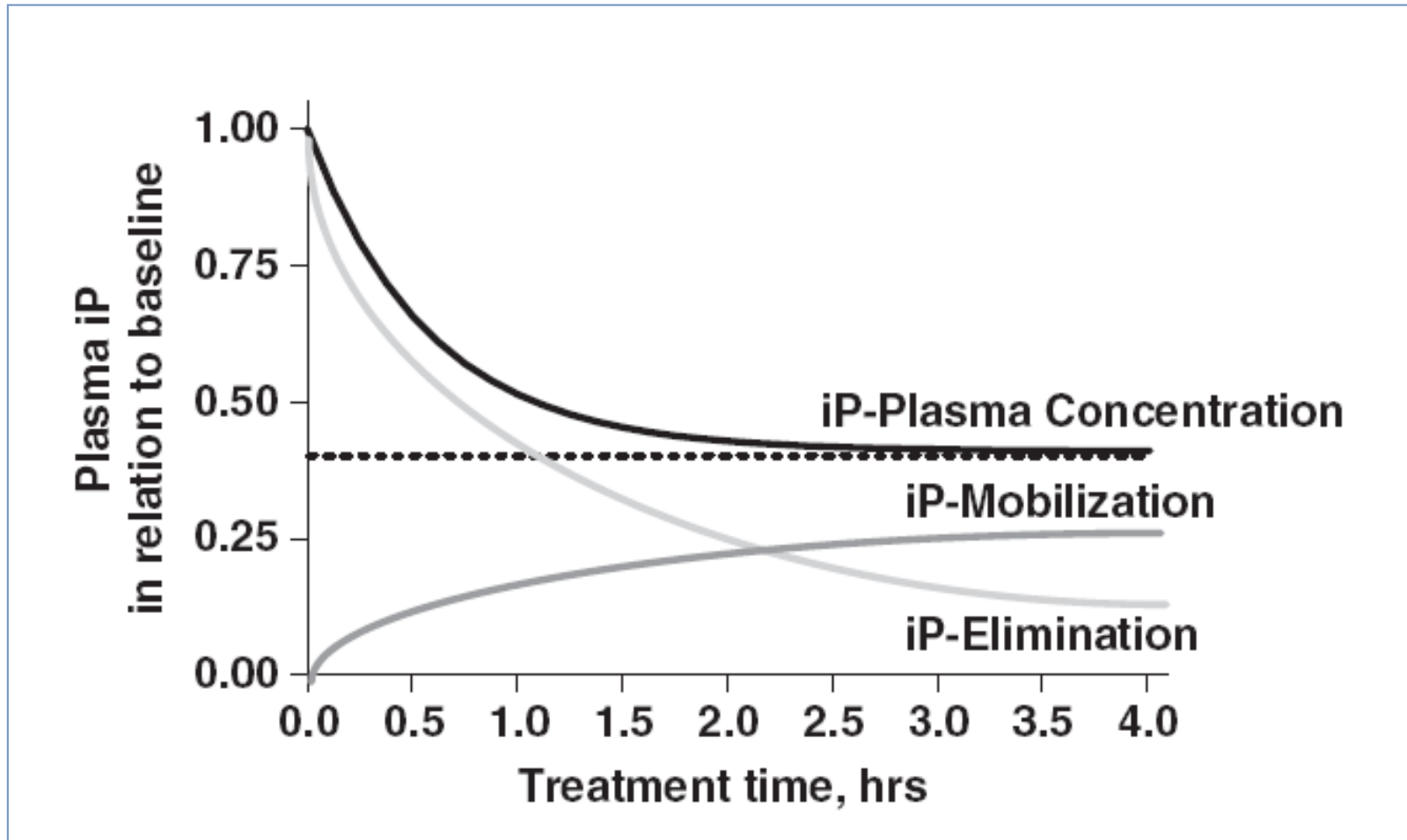
## Balance del Fósforo en IRCT

<b>Ingesta mg/día</b>	<b>900</b>	<b>1200</b>	<b>1500</b>
<b>Absorción 60%</b>	<b>540</b>	<b>720</b>	<b>900</b>
<b>Remoción por HD 700 mg/4hs x 3</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
<b>Balance (mg/d)</b>	<b>+240</b>	<b>+420</b>	<b>+600</b>
<b>Quelantes (acetato de Ca)</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>20</b>

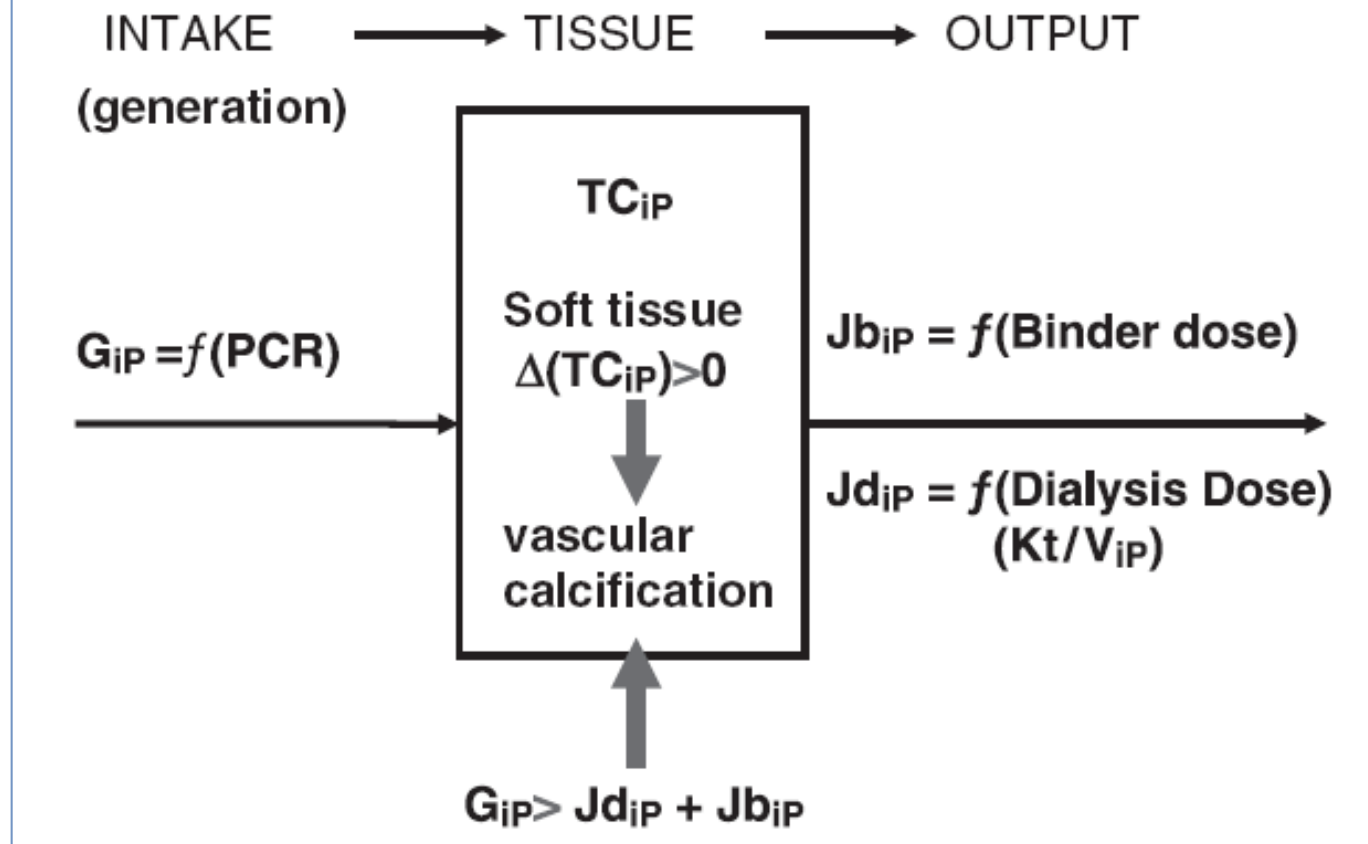
## Factores involucrados en la eliminación del Fósforo por diálisis

- Superficie de Membrana del dializador
- Flujo sanguíneo de Bomba y de baño de diálisis
- Tiempo de Tratamiento
- Frecuencia de Tratamiento
- Hematocrito
- Actividad Física
- Convección
- Modalidad

# Cinética en el tiempo

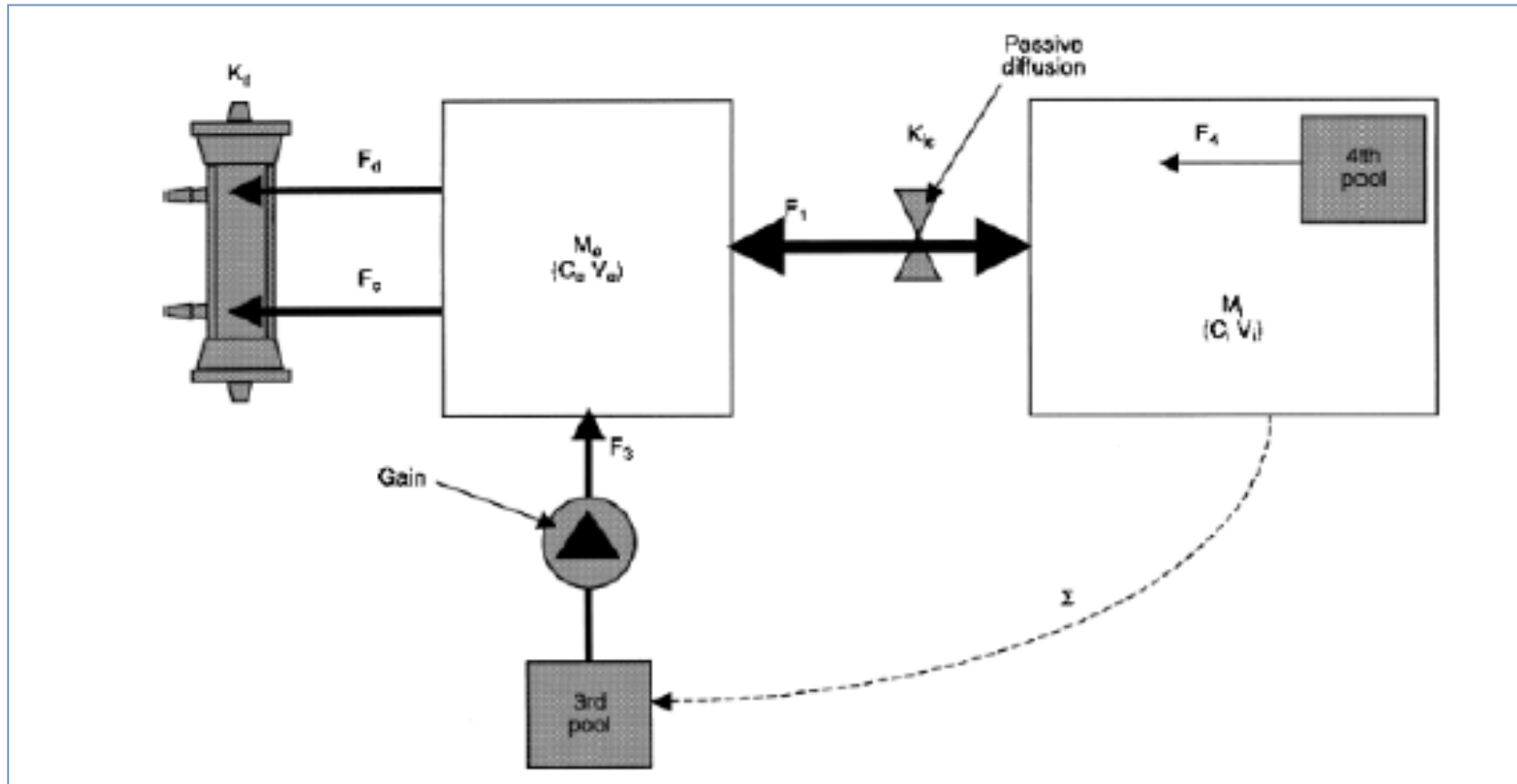


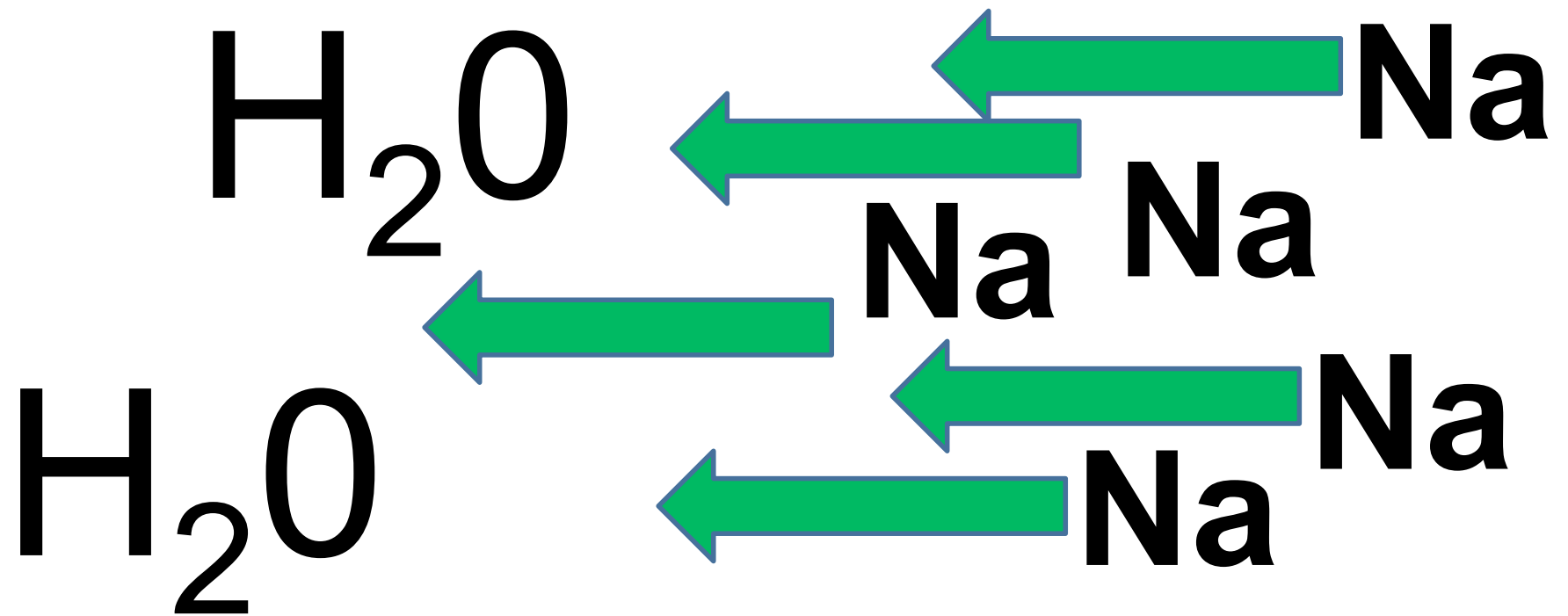
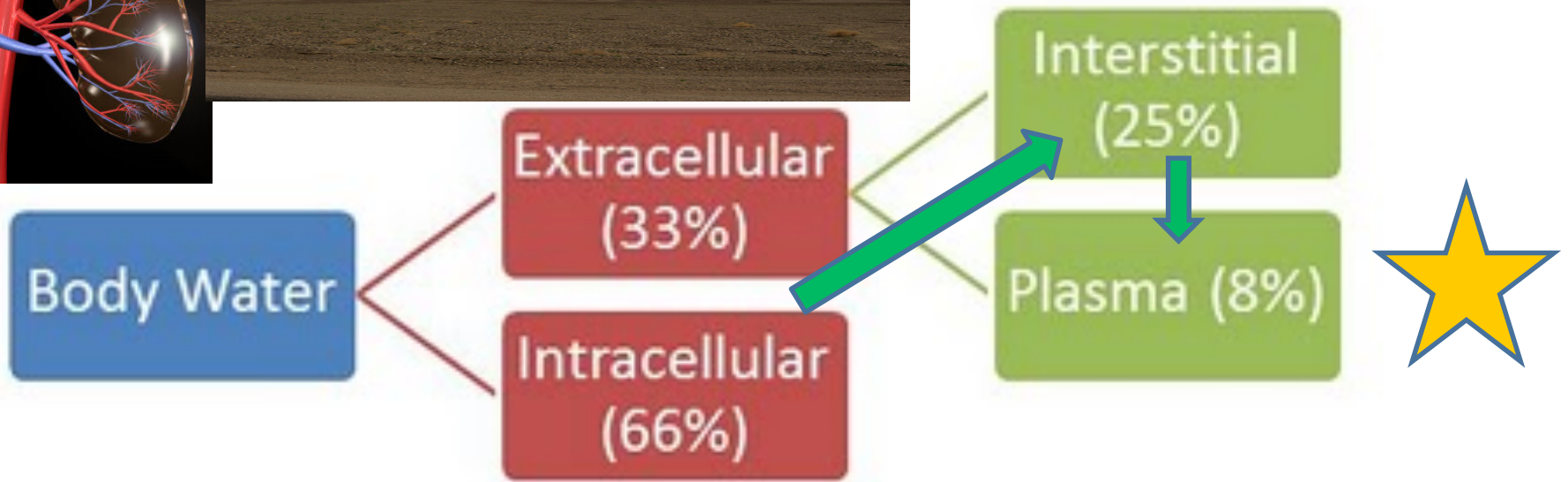
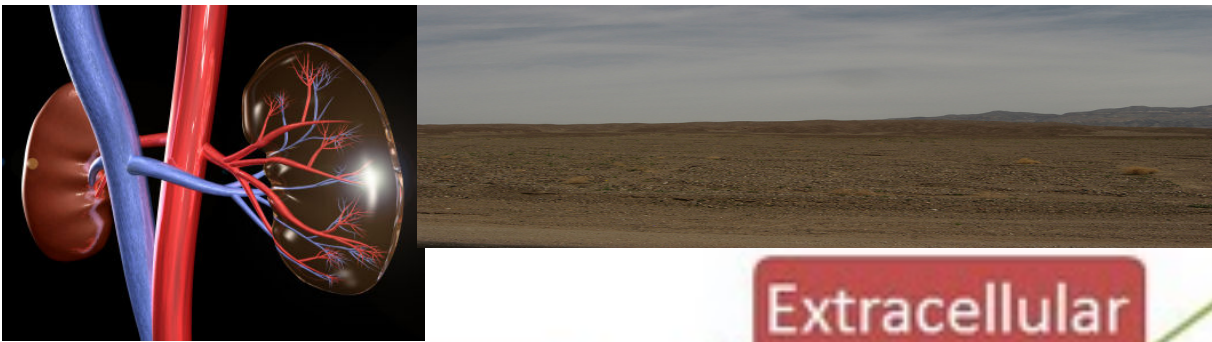
## The Model of iP Mass Balance





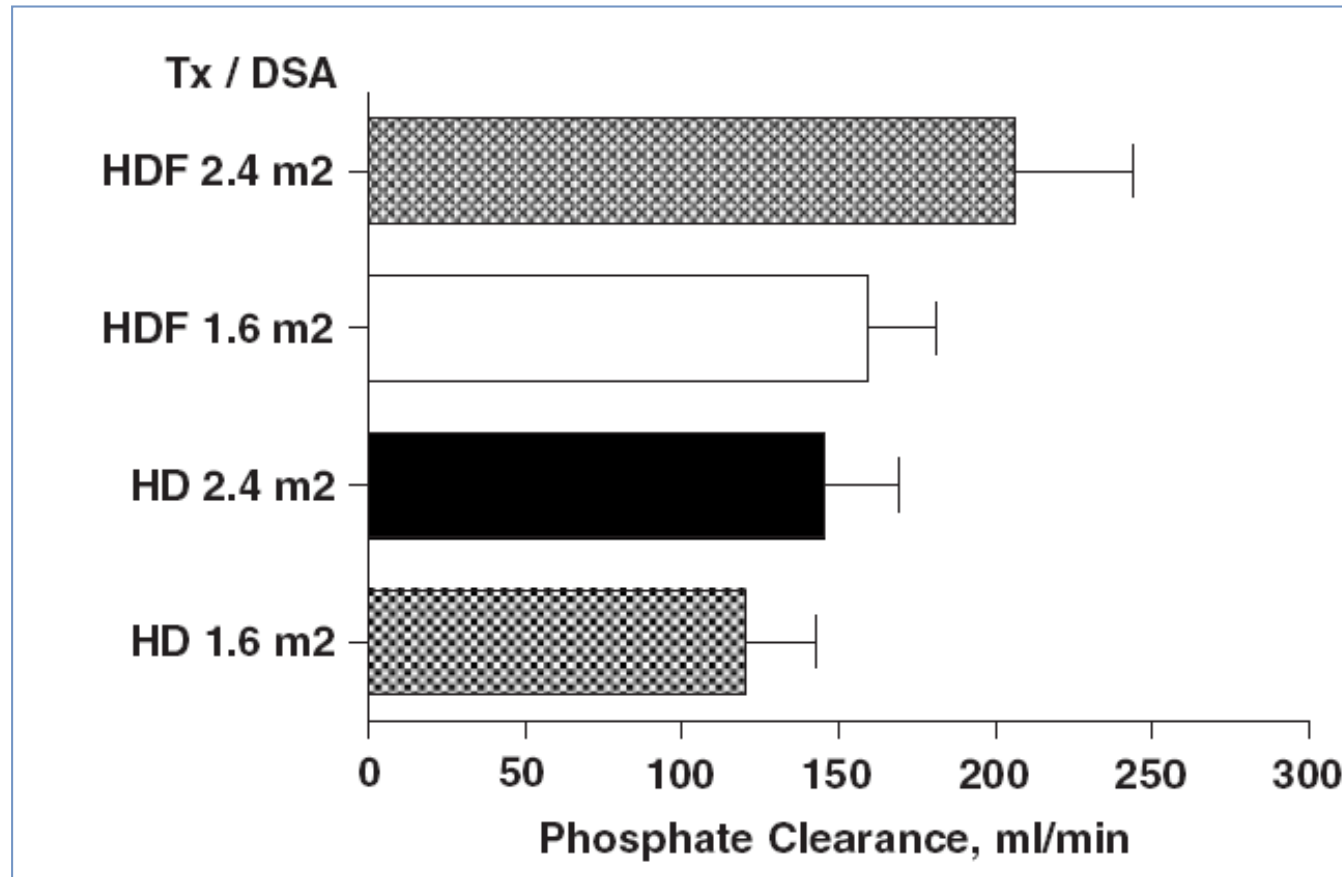
# Teoría de los 4 compartimientos



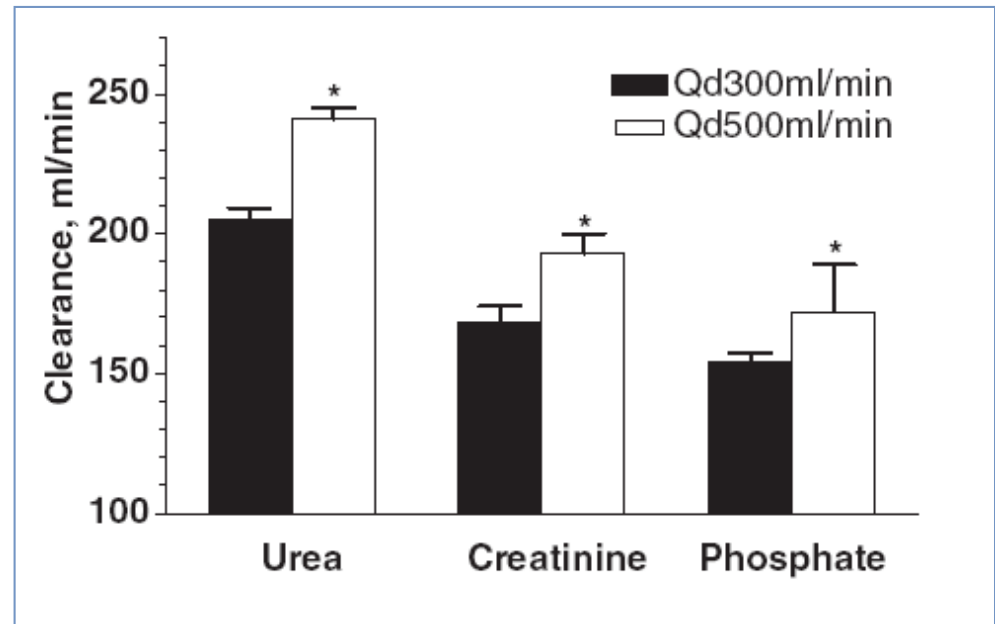
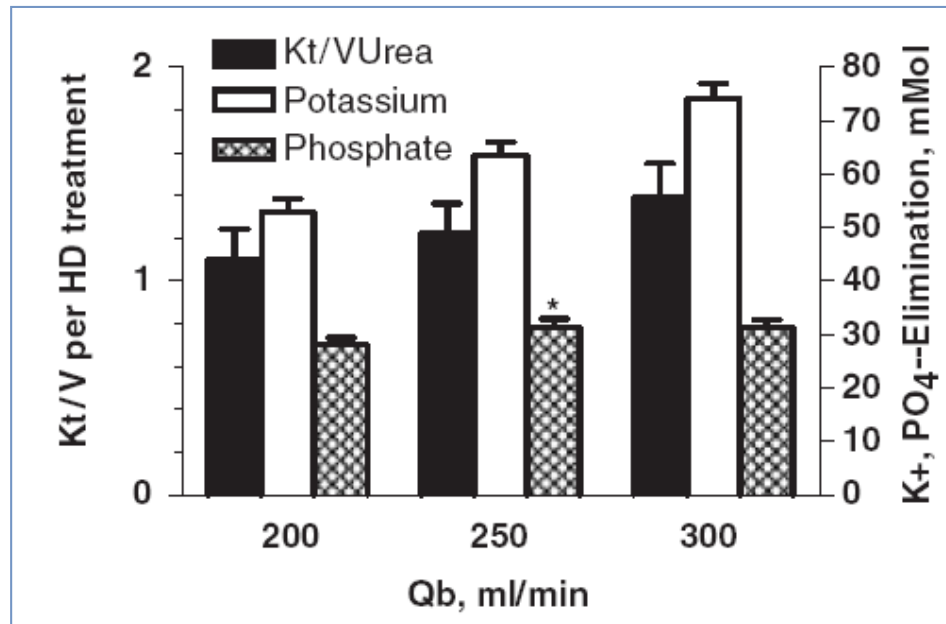




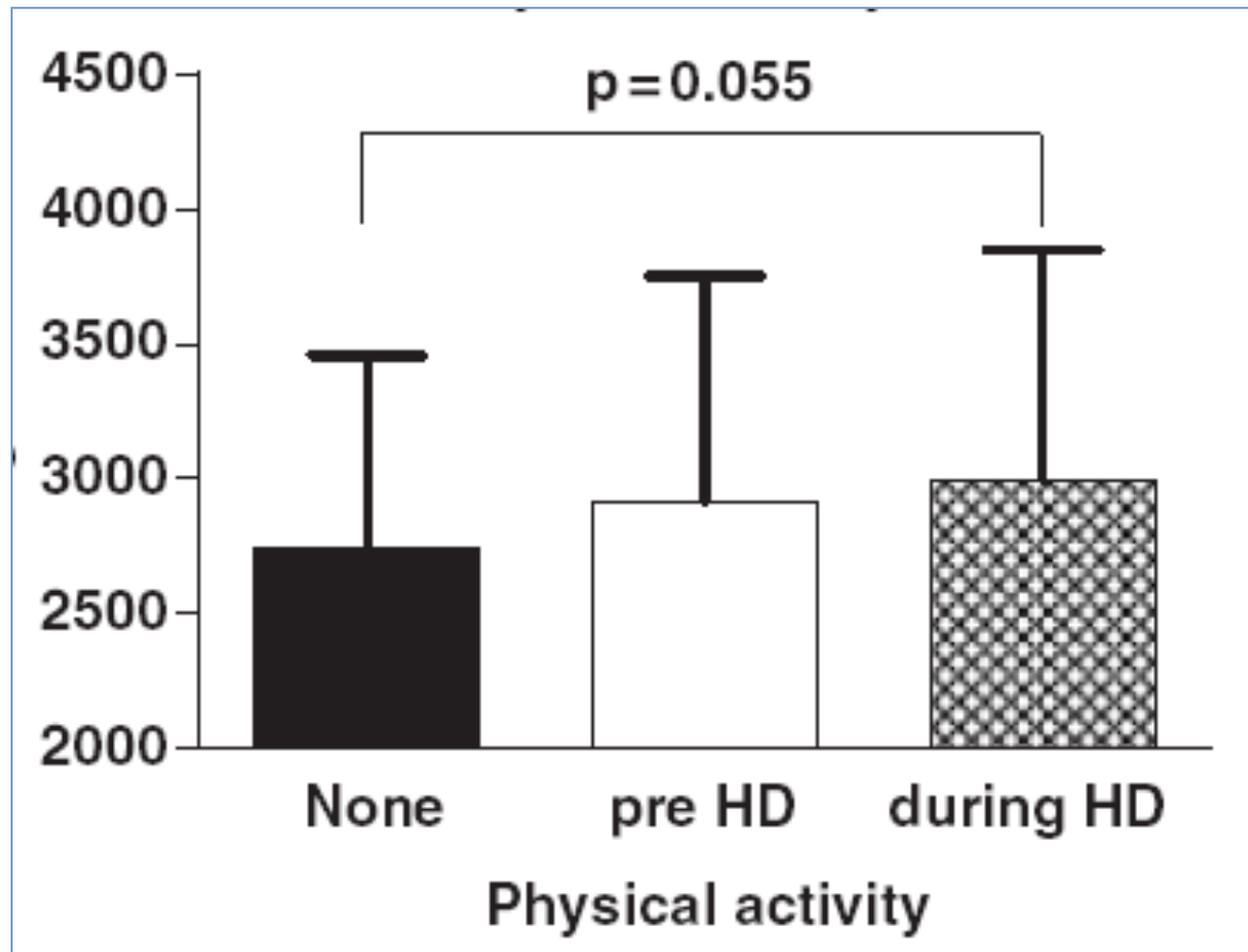
# Superficie de la membrana del dializador



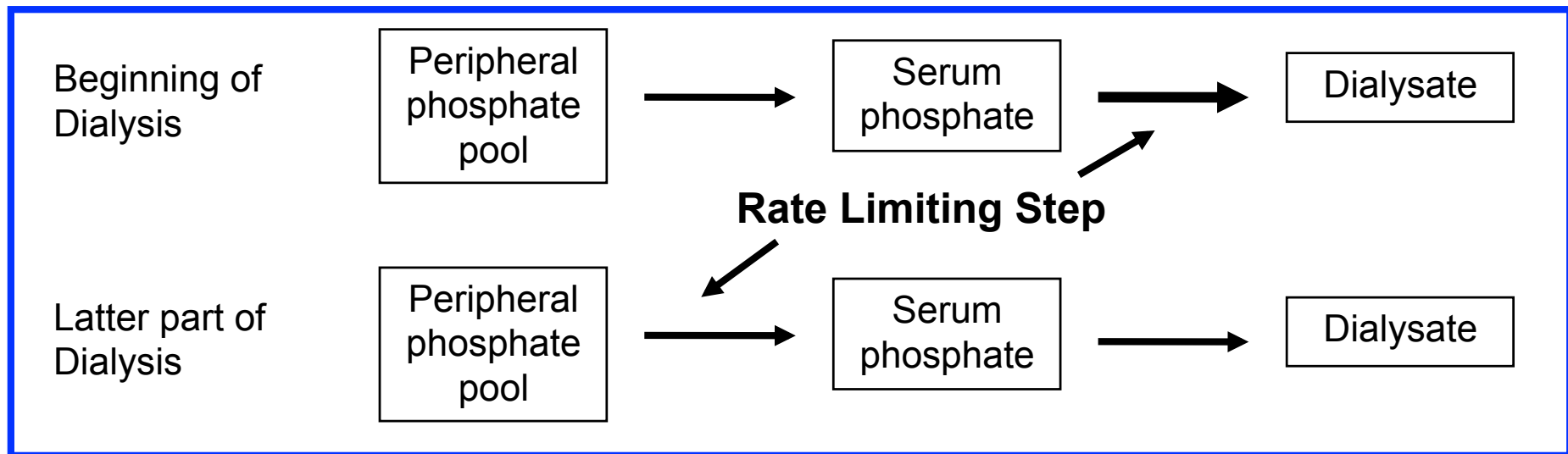
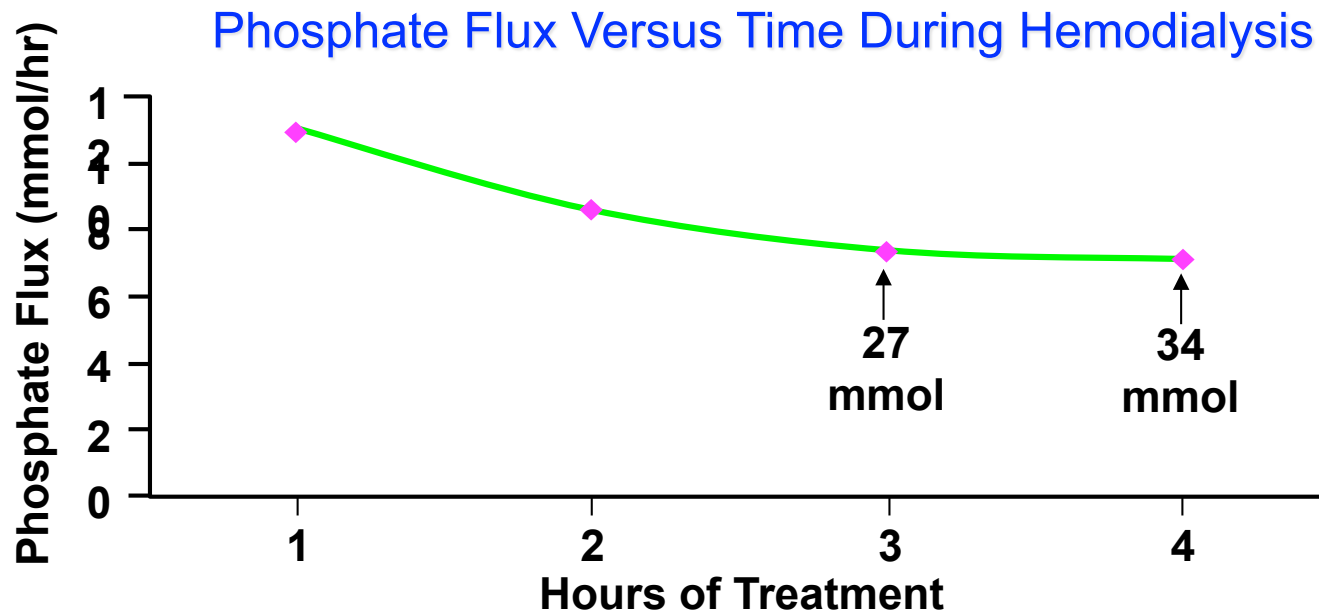
# Flujo de Bomba de Sangre y Baño de diálisis



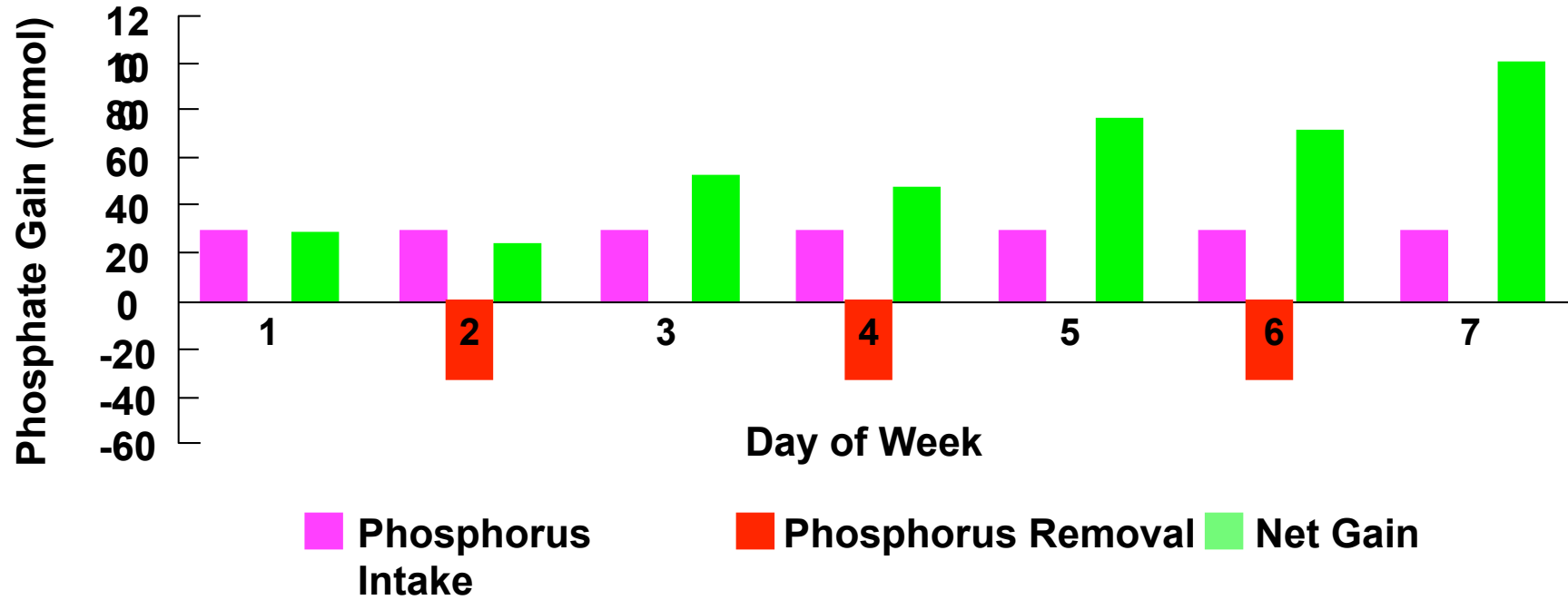
# Actividad Física



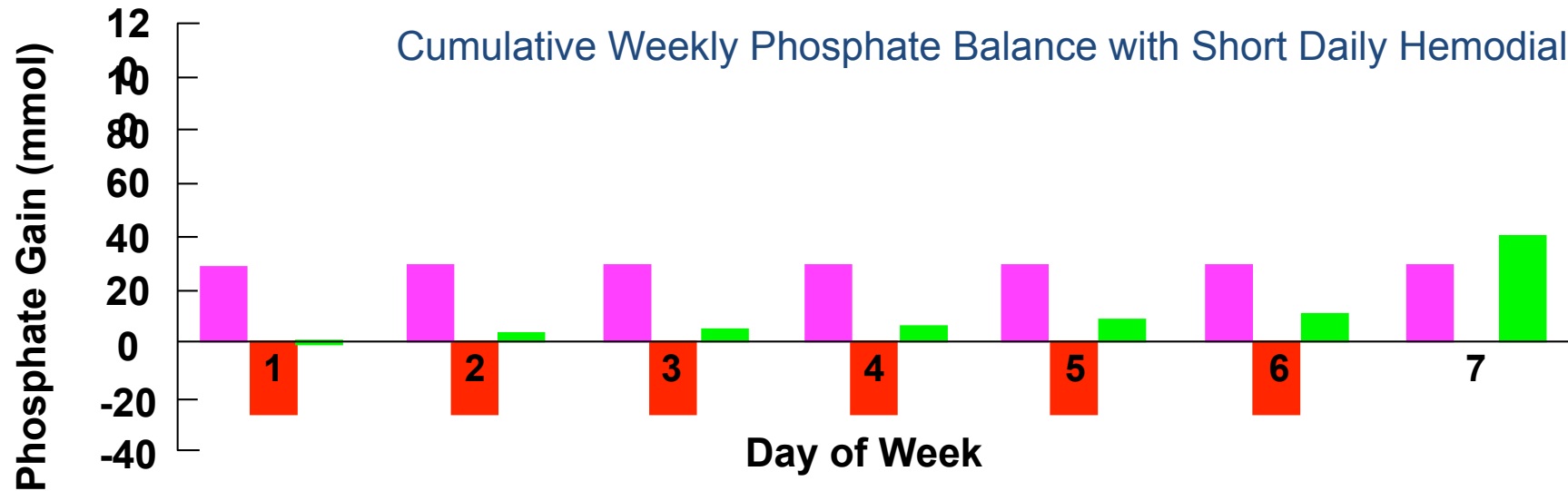
# Incremento del tiempo o la frecuencia de diálisis



Cumulative Weekly Phosphate Balance with Conventional Hemodialysis

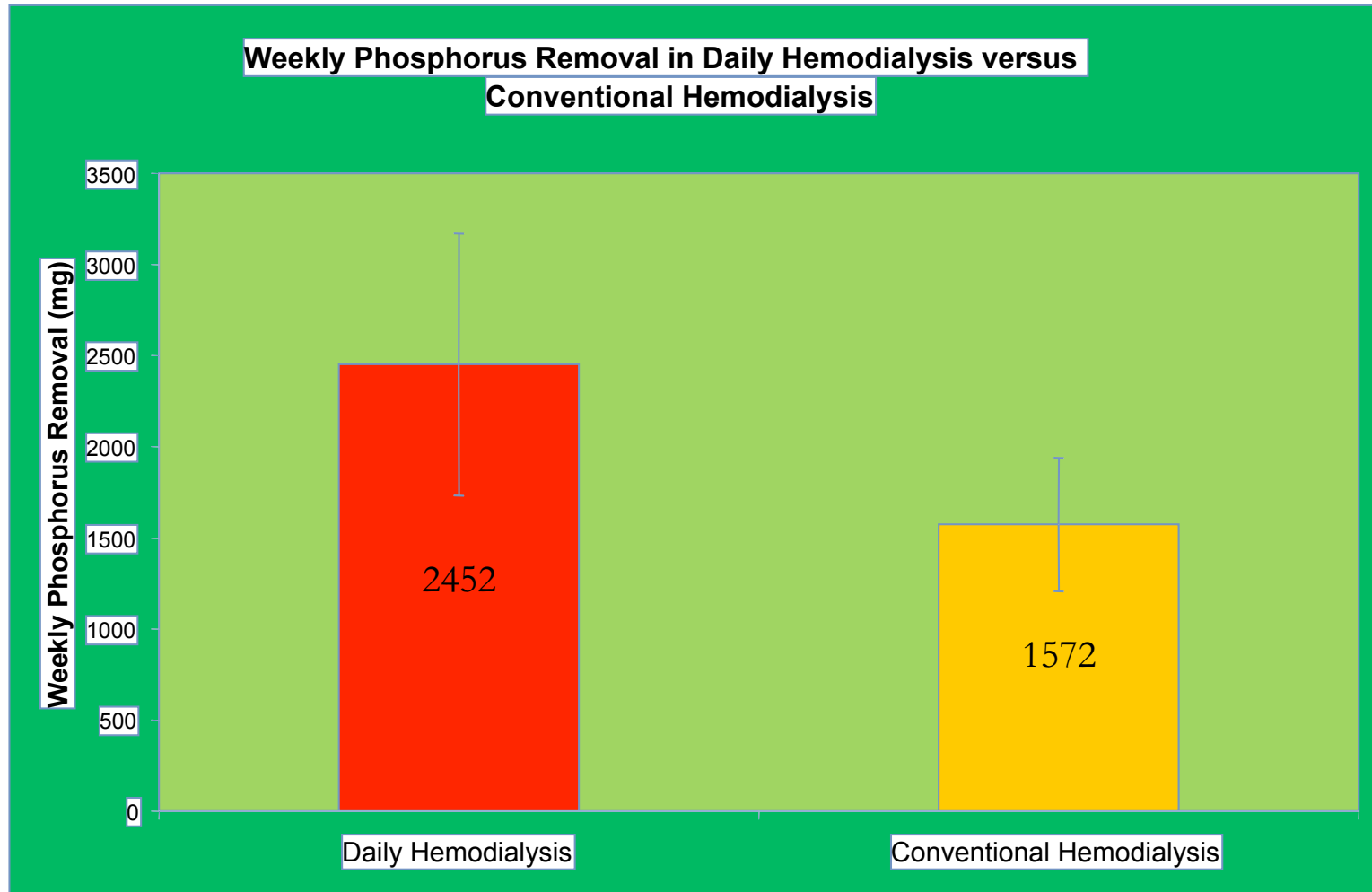


Cumulative Weekly Phosphate Balance with Short Daily Hemodialysis

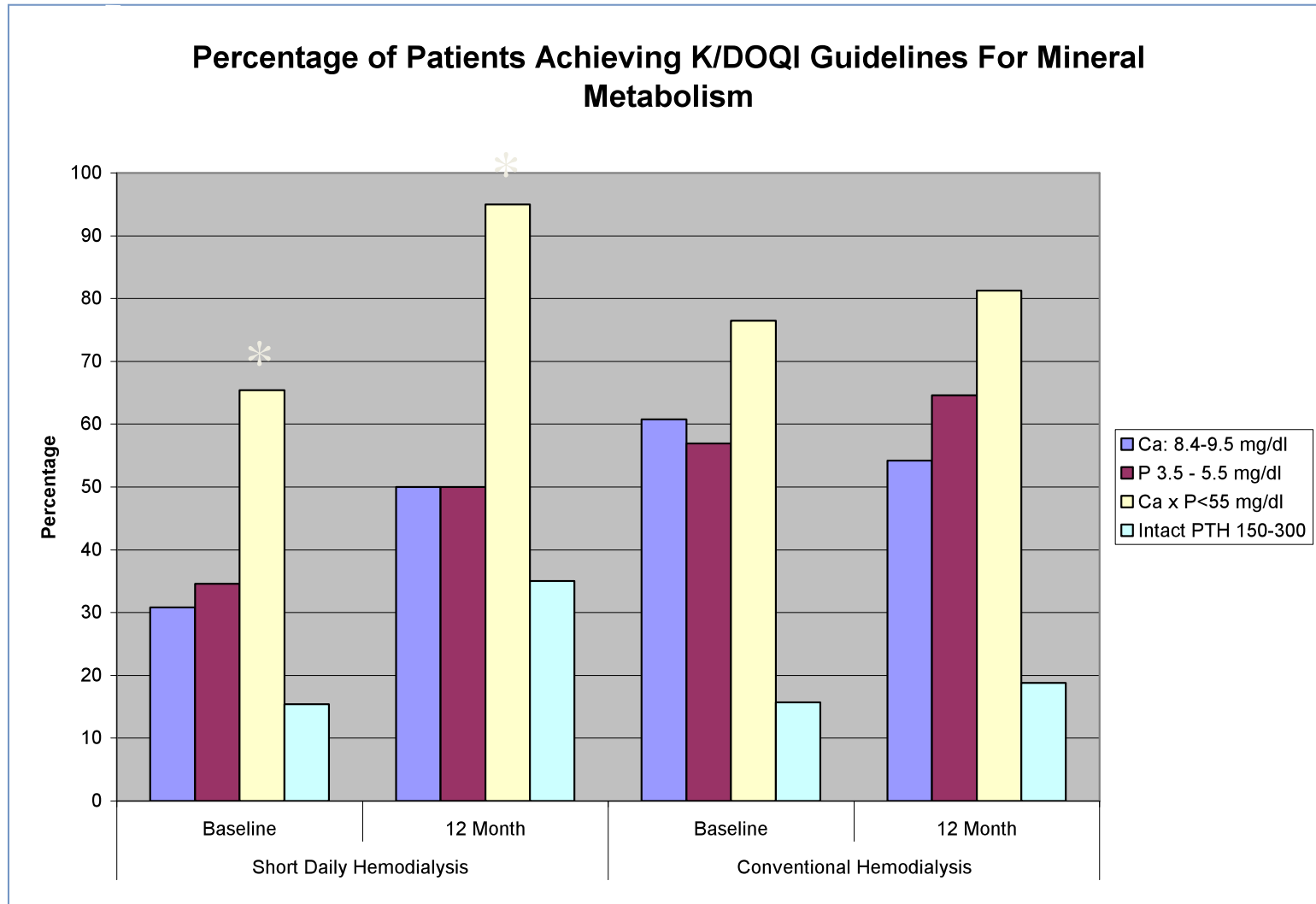




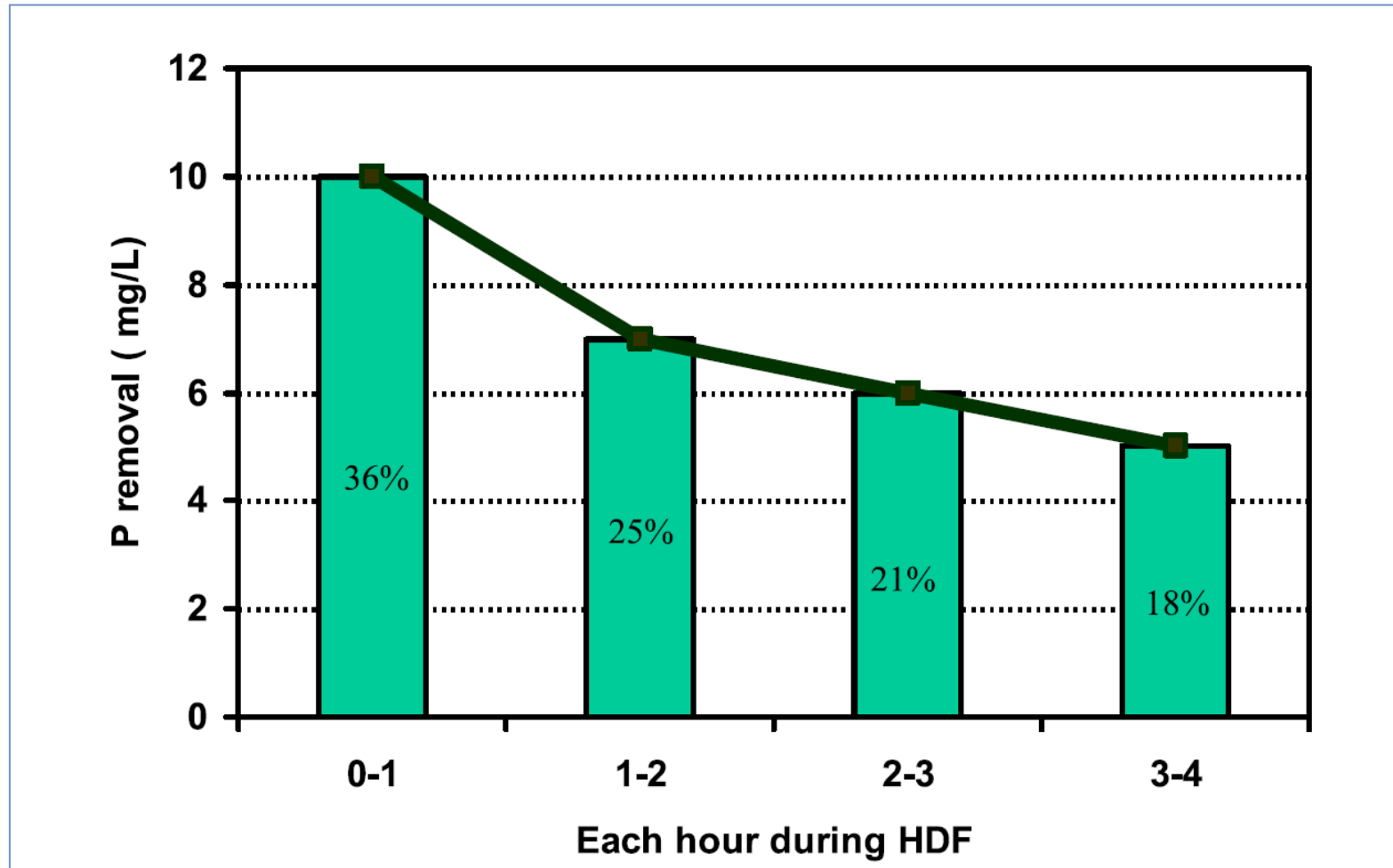
# Remoción de Fósforo: HD diaria vs. convencional



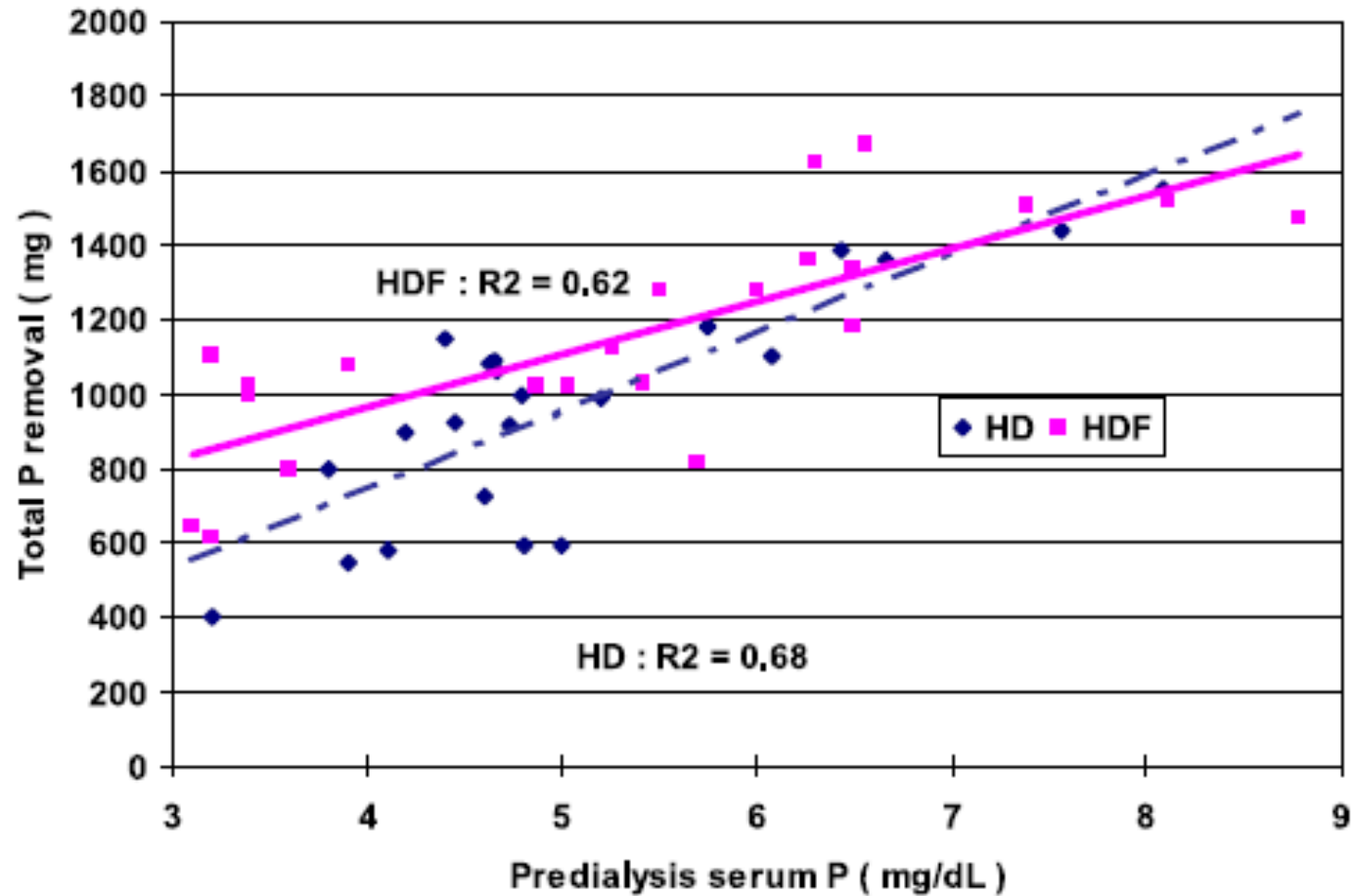
# Tipo de diálisis y objetivos K/DOQI



# Convección : Hemodiafiltración



# Convección : Hemodiafiltración



## ¿Puede controlarse la hiperP sólo con diálisis?

Ingesta mg/día	900	1200	1500
Absorción 60%	540	720	900
Remoción por HD 700 mg 4hs x 3	300	300	300
Balance (mg/d)	+240	+420	+600
Quelantes (acetato de Ca)	8	14	20

## ¿Puede controlarse la hiperP sólo con 4 sesiones de diálisis por semana?

Ingesta de Fósforo mg/día	900	1200	1500
Absorción 60%	540	720	900
Remoción por HD 700 mg 4hs x 4	400	400	400
Balance (mg/d)	+140	+320	+500
Quelantes (acetato de Ca)	6	12	18

## Hiperfosfatemia

- El clearance del fósforo es limitado (250-325 mg/día).
- Es una cuestión de frecuencia y tiempo de tratamiento . (Pierratos et al. Nocturnal hemodialysis. J Am Soc Nephrol 9:859-868,1998)
- **La hiperP podría controlarse sin quelantes sólo con diálisis nocturna prolongada**

# Hipofosfatemia

- Disminución en la ingesta
- Como complicación de la alimentación parenteral y de la hiperalimentación
- Postparatiroidectomía (síndrome de hueso hambriento)
- Síndrome de mala absorción
- Esteatorrea y diarrea crónica
- Excesiva dosis de quelantes.
- En hemodiálisis extendidas se requiere adicionar fósforo al dializado (Kaye et al. Correction of hypophosphatemia in patients on hemodialysis using a calcium-free dialysate with added phosphate. Clin Nephrol 35:130-133,1991).

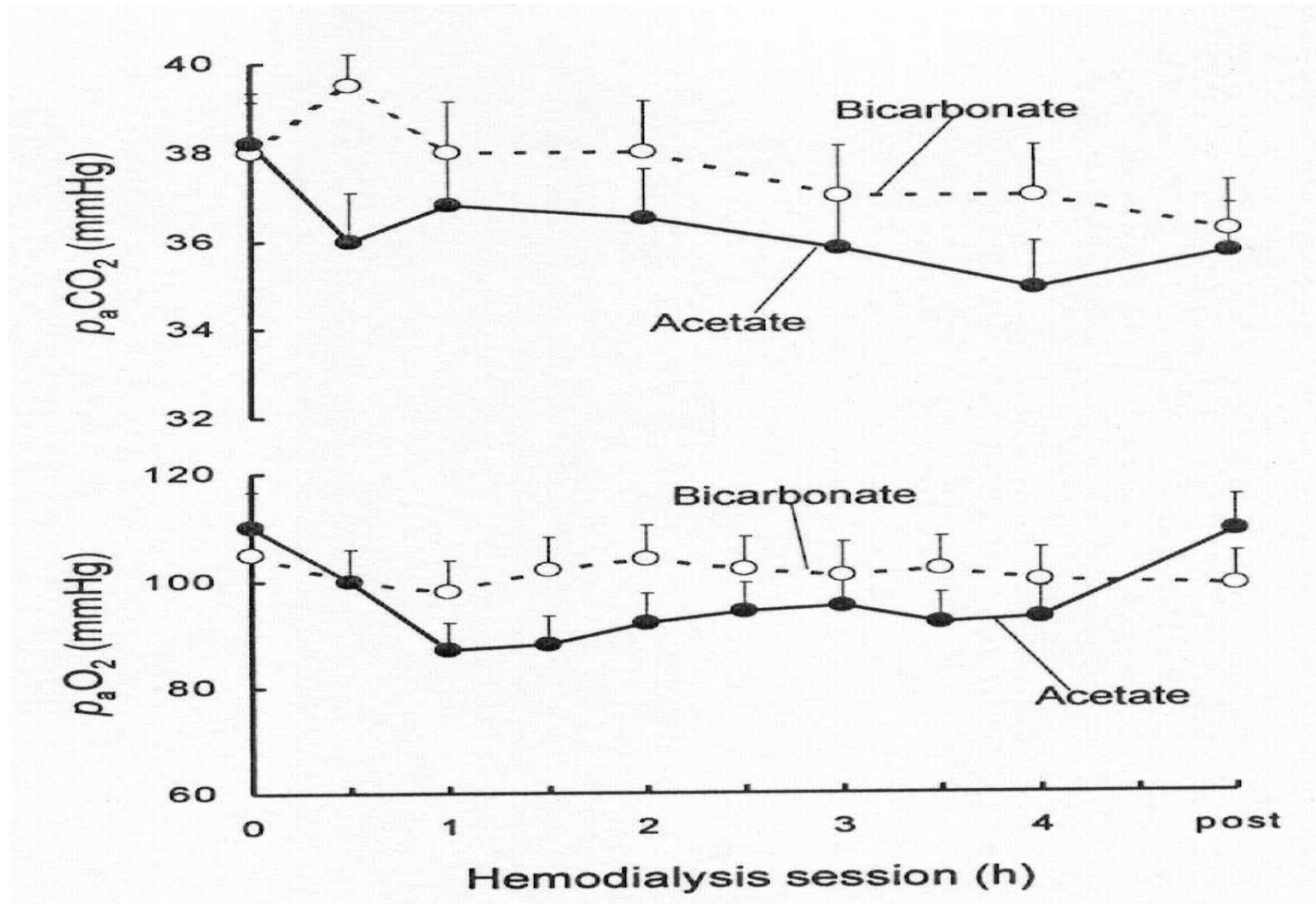




# Baño de diálisis convencional

- Sodio 139 mEq/l
- Potasio 2.2 mEq/l
- Calcio 3 mEq/l
- Bicarbonato 34 mEq/l
- Magnesio 1 mEq/l
- **Acetato(CO<sub>3</sub>H) 3 mEq/l**
- Osmolaridad 288,9 mOsm/l
- Conductividad 17 mS/seg

# Hemodiálisis sin Acetato

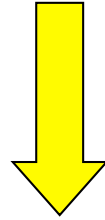


HAMPL H et al. Pathophysiological aspects in diabetic patients during treatment with acetate and bicarbonate dialysis. Biomed Technik 29:156-161,1984.

# Concentrado sin Acetato

- Las soluciones ácidas actuales contienen una pequeña cantidad de Acetato
- El acetato está asociado a intolerancia hemodinámica durante la hemodiálisis
- Los pacientes con IRA en UCO son pacientes hemodinámicamente inestables

# Concentrado sin Acetato



## Buffer Citrato

Asegura mayor tolerancia  
hemodinámica en pacientes críticos

Reduce los requerimientos de  
anticoagulación

# Diálisis sin Acetato

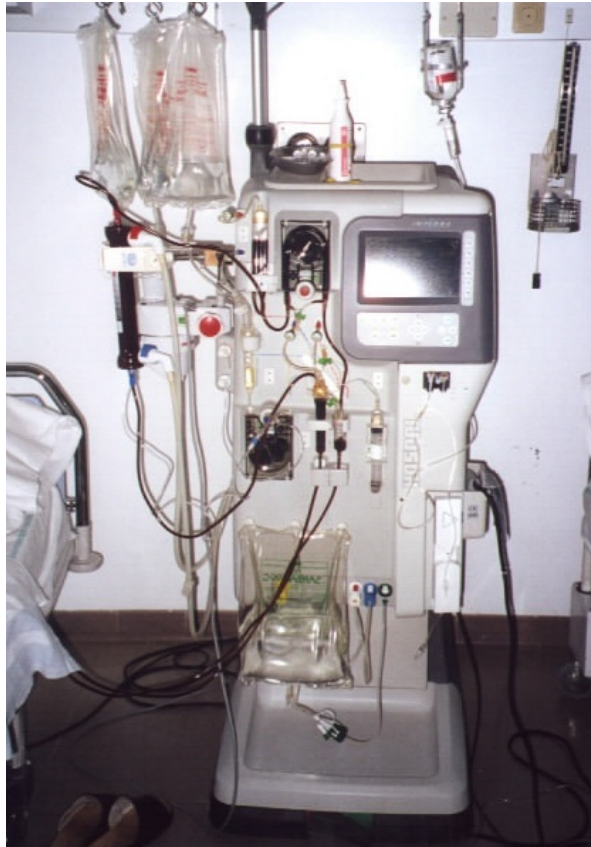
Acetate Free Biofiltration

Genius Therapy System

Concentrado SAC40

Concentrado SAC44

# Diálisis sin Acetato



Acetate Free Biofiltration



Genius Therapy System





# Concentrado con Citrato

## (Acetate Free dialysis)

### Concentrado SAC40

- Sodio 139 meq/l
- Potasio 2 meq/l
- Calcio 2.5 meq/l
- Magnesio 1 meql
- Cloro 108 meq/l
- Citrato 0.52 meq/l
- Bicarbonato 35.4 meql

### Concentrado SAC44

- Sodio 139 meq/l
- Potasio 3 meq/l
- Calcio 2.5 meq/l
- Magnesio 1 meql
- Cloro 108 meq/l
- Citrato 0.52 meq/l
- Bicarbonato 35.4 meql



Se pueden utilizar en máquinas convencionales

- Glucosa
- Aminoácidos
- Temperatura

# Causas de hipoglucemia en IRCT

- Enfermedad hepática
- Enfermedad tiroidea y suprarrenal
- Neoplasias
- Ayuno prolongado
- Insulina e hipoglucemiantes orales
- Sepsis
- Drogas: B bloqueantes, Alcohol, acetaminofeno, salicilatos, propoxifeno, fenilbutazona, sulfonamidas, TMS, warfarina, quinidina, quinina, pentamidina.

*Rodriguez VO, Arem R, Adrogué J. Hypoglycemia in dialysis patients.*

*Seminars in Dialysis 8(2):95-101, 1995.*

# El uso de Glucosa en el baño

## Ventajas

- Prevención de la pérdida de glucosa durante la diálisis.
- Reducción del riesgo de hipoglucemia, especialmente en diabéticos y población de riesgo.
- Aporte de calorías(únicamente con concentraciones mayores a 1.5 g/l).
- Prevención/reducción de la deplección de nutrientes durante la diálisis(ácidos grasos, aminoácidos) y por lo tanto reduciendo la desnutrición (concent.2g/l)
- Reducción de la incidencia de cefaleas.
- Reducción de la fatiga postdiálisis.
- Prevención de la reducción del cociente respiratorio durante la ventilacion mecánica.

Grassmann A et. Al. Composition and Management of Hemodialysis Fluids.Pabst Science Publishers, 2000.

# El uso de Glucosa en el baño

## Desventajas

- Aumento del crecimiento bacteriano en baño de diálisis con bicarbonato.
- Reducción de la eliminación de potasio, si la concentración de potasio no es reducida acorde con el aumento de glucosa
- Incremento de los costos.

Grassmann A et. Al. Composition and Management of Hemodialysis Fluids. Pabst Science Publishers, 2000.

# Aminoácidos

- 5-8 g de aminoácidos libres y 4-5 g de aminoácidos unidos a proteínas se pierden por tratamiento con membranas de alto flujo.
- Una concentración de aminoácidos 3 veces el valor plasmático incrementa en 45% los niveles de aminoácidos postdiálisis.

**Chazot C, Shamir E, Matías B, Laidlaw S, Kopple JD: Dialytic nutrition**

**Provision of amino acids in dialysate during hemodialysis. *Kidney Int* 52(6):**

**1663-1670.1997**

# Temperatura del baño de diálisis

- El uso de temperaturas bajas (34-36 ° C), se asocia a mayor estabilidad hemodinámica (incremento de la reactividad vascular y contractilidad cardíaca).
- Pero disminuiría la remoción de urea, reduciendo su difusividad e incrementando el rebote de urea post diálisis.
- La propuesta es reducir la temperatura en pasos a valores de 0.25 a 0.5 ° C por sesión a niveles tolerables .
- Un perfil de temperatura on line lograría cumplir estos objetivos.

Kaufman AM, Morris AT, Glabman MB, Yusuff S, LeVoci AL, Gotch F, Polaschegg HD, Levin NW: Effect of dialysate cooling on blood pressure and effective dialysis dose(Abstract) J Am Soc Nephrol 5:517,1994





# Concentrado Ácido

- 1. Distribución por uso de Concentrado en la Red.*
- 2. Diferentes composiciones de Concentrado.*
- 3. Agregado de Glucosa.*
- 4. Preparación de Concentrado Ácido. Su Composición.*
- 5. Análisis de Costo*

# SOLUCIONES ACIDAS "A"

Esta familia se identifica, en la etiqueta, con la letra

**Z** 35.00 x

Concentración electrolítica en mg/l en el BUCLEADO

Clase	AMMO	CLOROX	AMMONIO	AMMONIO
21	100	3	2	1
22	100	3	1	1
23	100	3.5	2	1
24	100	3	1	1
25	100	3	2	1
26	100	3	2	1
27	100	3	2	1
28	100	3.5	2	1
29	100	3.5	2	1
30	100	3	2	1
31	100	3.5	1	1
32	100	3	2	1
33	100	3.5	2	1

35.00 x

Esta familia se identifica, en la etiqueta, con la letra

**R** 35 x

Concentración electrolítica en mg/l en el BUCLEADO

Clase	AMMO	CLOROX	AMMONIO	AMMONIO
41	100	3	2	1
42	100	3.5	2	1
43	100	3	2	1
44	100	3.5	1	1
45	100	3	1	1.2
46	100	3.5	1	1.2
47	100	3.5	2	1
48	100	3	1	1
49	100	3.5	2	1
50	100	3	2	1
51	100	3.5	1	1
52	100	3	2	1
53	100	3	3	1

35 x

Esta familia se identifica, en la etiqueta, con la letra

**X** 35 x

Concentración electrolítica en mg/l en el BUCLEADO

Clase	AMMO	CLOROX	AMMONIO	AMMONIO
61	100	3	2	1
62	100	3	1	1
63	100	3.5	2	1
64	100	3.5	1	1
65	100	3	3.5	1
66	100	3.5	1.8	1.8
67	100	3	1.8	1.8
68	100	3.5	1	1
69	100	3.5	2	1
70	100	3	2	1
71	100	3.5	1	1
72	100	3	2	1
73	100	3.5	2	1
74	100	3.5	2	1
75	100	3.5	2.2	1.2
76	100	3	2	1
77	100	3.5	3.5	1
78	100	3	2	1
79	100	3	2	1
80	100	3.5	2	1
81	100	3.5	3.5	1
82	100	3	2	1
83	100	3.5	2	1
84	100	3.5	2	1
85	100	3.5	1	1
86	100	3	2	1
87	100	3.5	2	1
88	100	3.5	1	1
89	100	3.5	1	1
90	100	3.5	1	1
91	100	3.5	1	1
92	100	3.5	1	1
93	100	3.5	1	1
94	100	3.5	1	1
95	100	3.5	1	1
96	100	3.5	1	1
97	100	3.5	1	1
98	100	3.5	1	1
99	100	3.5	1	1
100	100	3.5	1	1
101	100	3.5	1	1
102	100	3.5	1	1
103	100	3.5	1	1
104	100	3.5	1	1
105	100	3.5	1	1
106	100	3.5	1	1
107	100	3.5	1	1
108	100	3.5	1	1
109	100	3.5	1	1
110	100	3.5	1	1
111	100	3.5	1	1
112	100	3.5	1	1
113	100	3.5	1	1
114	100	3.5	1	1
115	100	3.5	1	1
116	100	3.5	1	1
117	100	3.5	1	1
118	100	3.5	1	1
119	100	3.5	1	1
120	100	3.5	1	1
121	100	3.5	1	1
122	100	3.5	1	1
123	100	3.5	1	1
124	100	3.5	1	1
125	100	3.5	1	1
126	100	3.5	1	1
127	100	3.5	1	1
128	100	3.5	1	1
129	100	3.5	1	1
130	100	3.5	1	1
131	100	3.5	1	1
132	100	3.5	1	1
133	100	3.5	1	1
134	100	3.5	1	1
135	100	3.5	1	1
136	100	3.5	1	1
137	100	3.5	1	1
138	100	3.5	1	1
139	100	3.5	1	1
140	100	3.5	1	1
141	100	3.5	1	1
142	100	3.5	1	1
143	100	3.5	1	1
144	100	3.5	1	1
145	100	3.5	1	1
146	100	3.5	1	1
147	100	3.5	1	1
148	100	3.5	1	1
149	100	3.5	1	1
150	100	3.5	1	1
151	100	3.5	1	1
152	100	3.5	1	1
153	100	3.5	1	1
154	100	3.5	1	1
155	100	3.5	1	1
156	100	3.5	1	1
157	100	3.5	1	1
158	100	3.5	1	1
159	100	3.5	1	1
160	100	3.5	1	1
161	100	3.5	1	1
162	100	3.5	1	1
163	100	3.5	1	1
164	100	3.5	1	1
165	100	3.5	1	1
166	100	3.5	1	1
167	100	3.5	1	1
168	100	3.5	1	1
169	100	3.5	1	1
170	100	3.5	1	1
171	100	3.5	1	1
172	100	3.5	1	1
173	100	3.5	1	1
174	100	3.5	1	1
175	100	3.5	1	1
176	100	3.5	1	1
177	100	3.5	1	1
178	100	3.5	1	1
179	100	3.5	1	1
180	100	3.5	1	1
181	100	3.5	1	1
182	100	3.5	1	1
183	100	3.5	1	1
184	100	3.5	1	1
185	100	3.5	1	1
186	100	3.5	1	1
187	100	3.5	1	1
188	100	3.5	1	1
189	100	3.5	1	1
190	100	3.5	1	1
191	100	3.5	1	1
192	100	3.5	1	1
193	100	3.5	1	1
194	100	3.5	1	1
195	100	3.5	1	1
196	100	3.5	1	1
197	100	3.5	1	1
198	100	3.5	1	1
199	100	3.5	1	1
200	100	3.5	1	1

35 x

Las fórmulas de solución "A" se pueden usar con Bicarbonato líquido o podemos proveer botellas, con el Bicarbonato en polvo, para diluir inmediatamente antes de la dilución.

# SOLUCIONES DE BICARBONATO "B"

Esta familia se identifica, en la etiqueta, con la letra

**Z R X**

Concentración electrolítica en mg/l en el BUCLEADO

Clase	AMMO	CLOROX	AMMONIO	AMMONIO
1	100	3	2	1
2	100	3	2	1
3	100	3	2	1
4	100	3	2	1

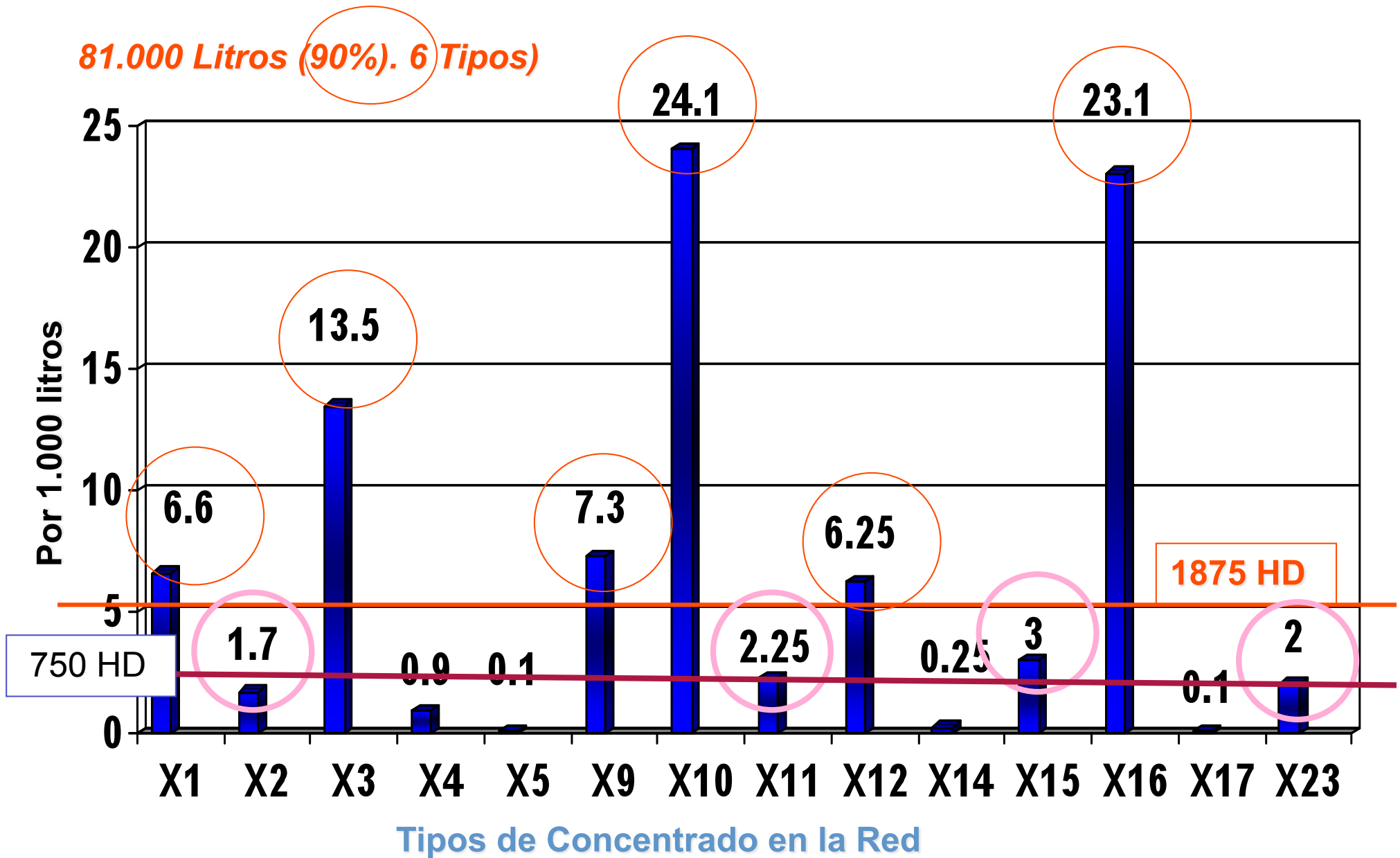


Dial S.A. S.R.L.  
 Calle 10 de Agosto, 100 - P.O. Box 1000, La Habana, Cuba  
 Tel. 8128-888888 / 8128-1000 / 8128-1001  
 Fax 8128-888888 / 8128-1000 / 8128-1001

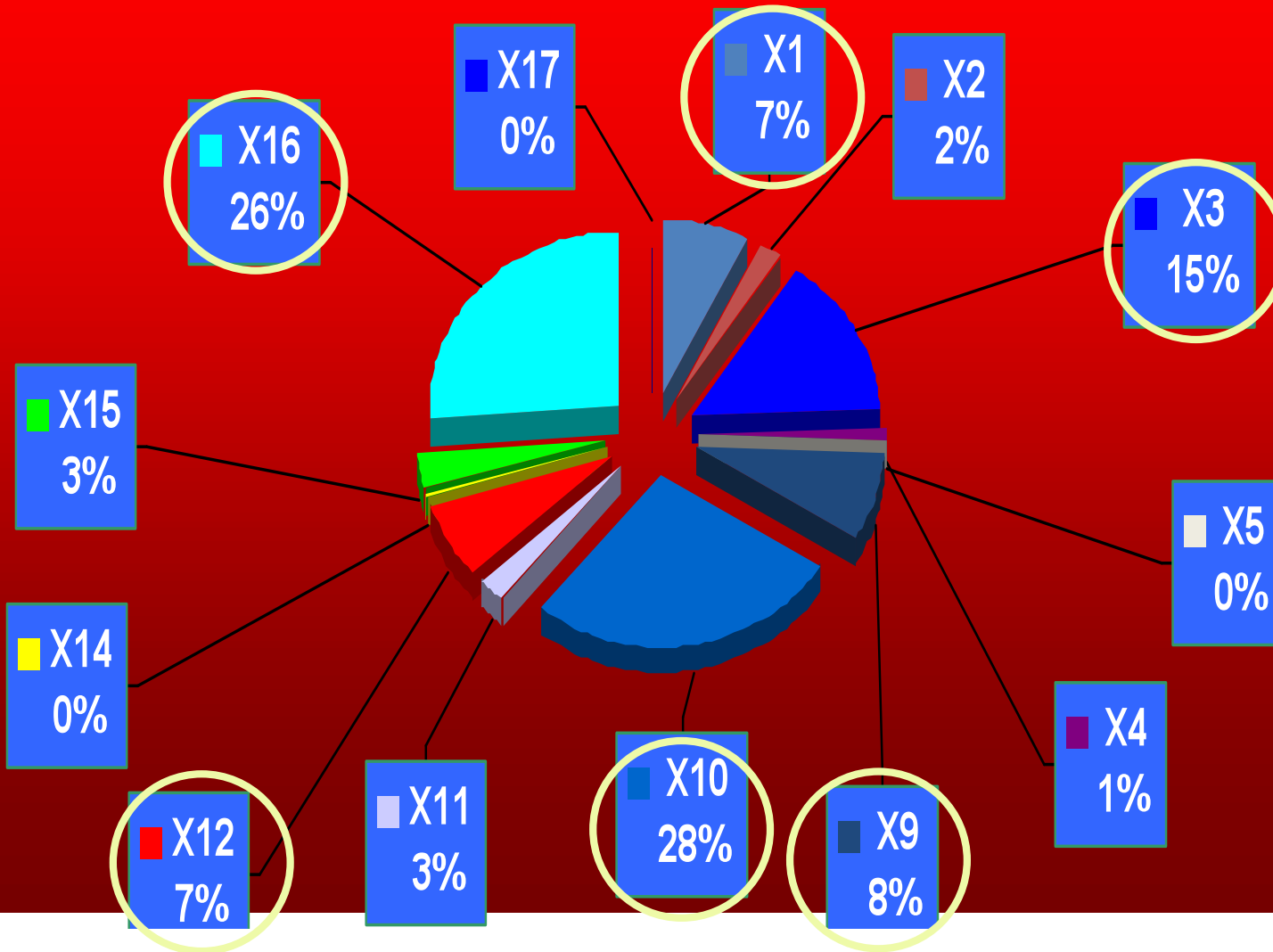
25 diferentes preparaciones de concentrado

**TOTAL: 91.150 Litros (14 Tipos) Pedido Mensual**

**81.000 Litros (90%). 6 Tipos**

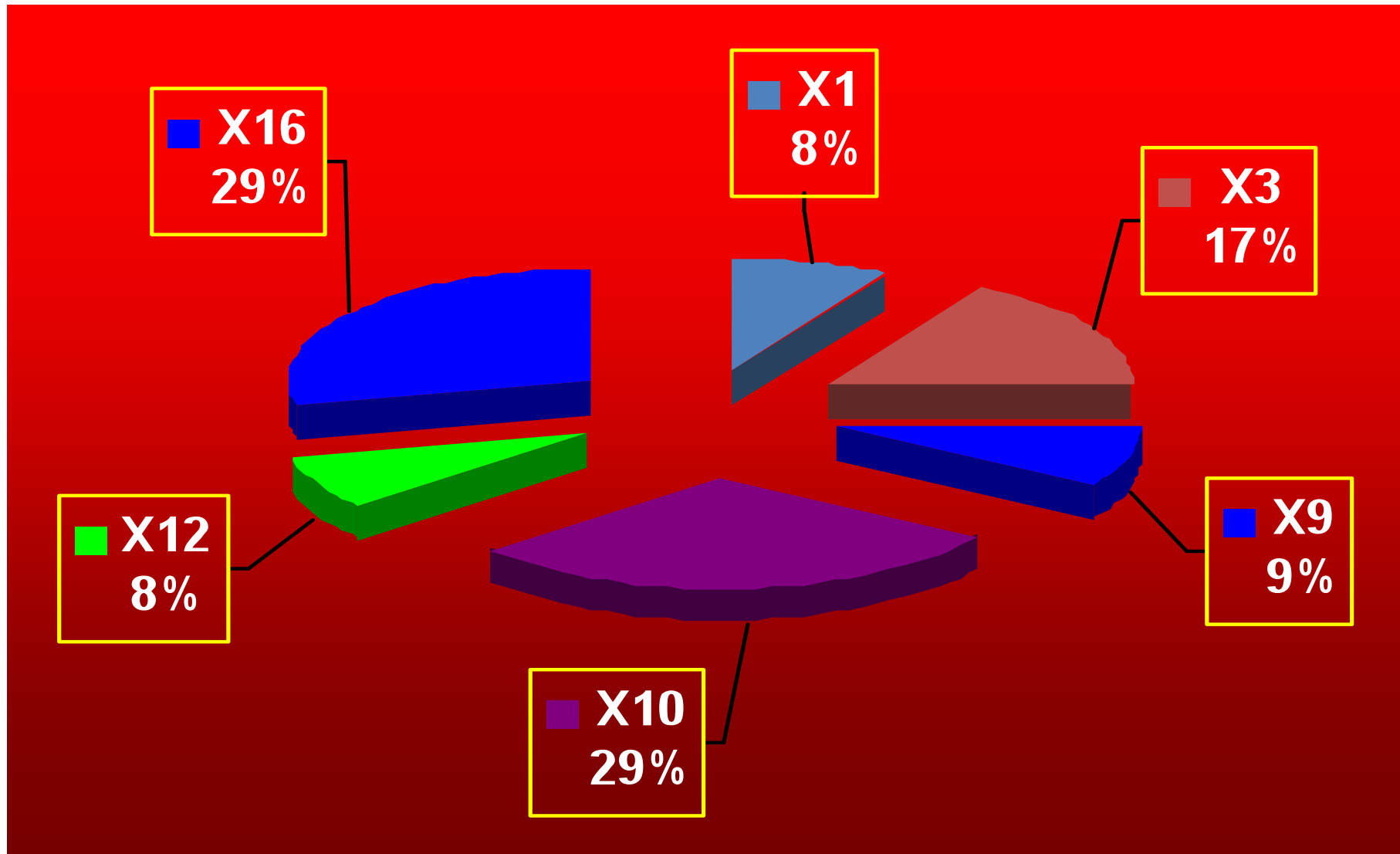


## Distribución de Tipos de Concentrados en la Red



(sobre 81.000 litros)

## Seis tipos de concentrado mas usados



## Concentrados más utilizados

	<b>Na</b>	<b>Calcio</b>	<b>Potasio</b>	<b>Mg</b>	<b>Glucosa</b>
<b>X1 (8%)</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>X3 (17%)</b>	<b>139</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>X9 (9%)</b>	<b>139</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.9</b>
<b>X10 (29%)</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.9</b>
<b>X12 (8%)</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>X16 (29%)</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1.2</b>

**X 23**

**2**

*Retirando las sales en común.*

## Concentrados más utilizados

	<b>Sodio</b>	<b>Calcio</b>	<b>Potasio</b>	<b>Mg</b>	<b>Glucosa</b>
<b>X1</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>X3</b>	<b>139</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>X9</b>	<b>139</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.9</b>
<b>X10</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.9</b>
<b>X12</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>X16</b>	<b>138</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1.2</b>

**X 23**

**2**

**(SOBRE EL 90% DE LOS CONCENTRADOS)**

**DISTRIBUCION DEL TIPO DE CONCENTRADO EN LA RED**

	<b>%</b>	<b>Calcio</b>			<b>Glucosa</b>
<b>X1</b>	<b>8</b>	<b>3</b>			<b>0</b>
<b>X3</b>	<b>17</b>	<b>2.5</b>			<b>0</b>
<b>X9</b>	<b>9</b>	<b>2.5</b>	} <b>+75%</b>		<b>0.9</b>
<b>X10</b>	<b>29</b>	<b>3</b>			<b>0.9</b>
<b>X12</b>	<b>8</b>	<b>3</b>			<b>1</b>
<b>X16</b>	<b>29</b>	<b>3</b>			<b>1.2</b>

**X 23**



75%



25%

**2**



# *Tipos de Concentrado Ácido*

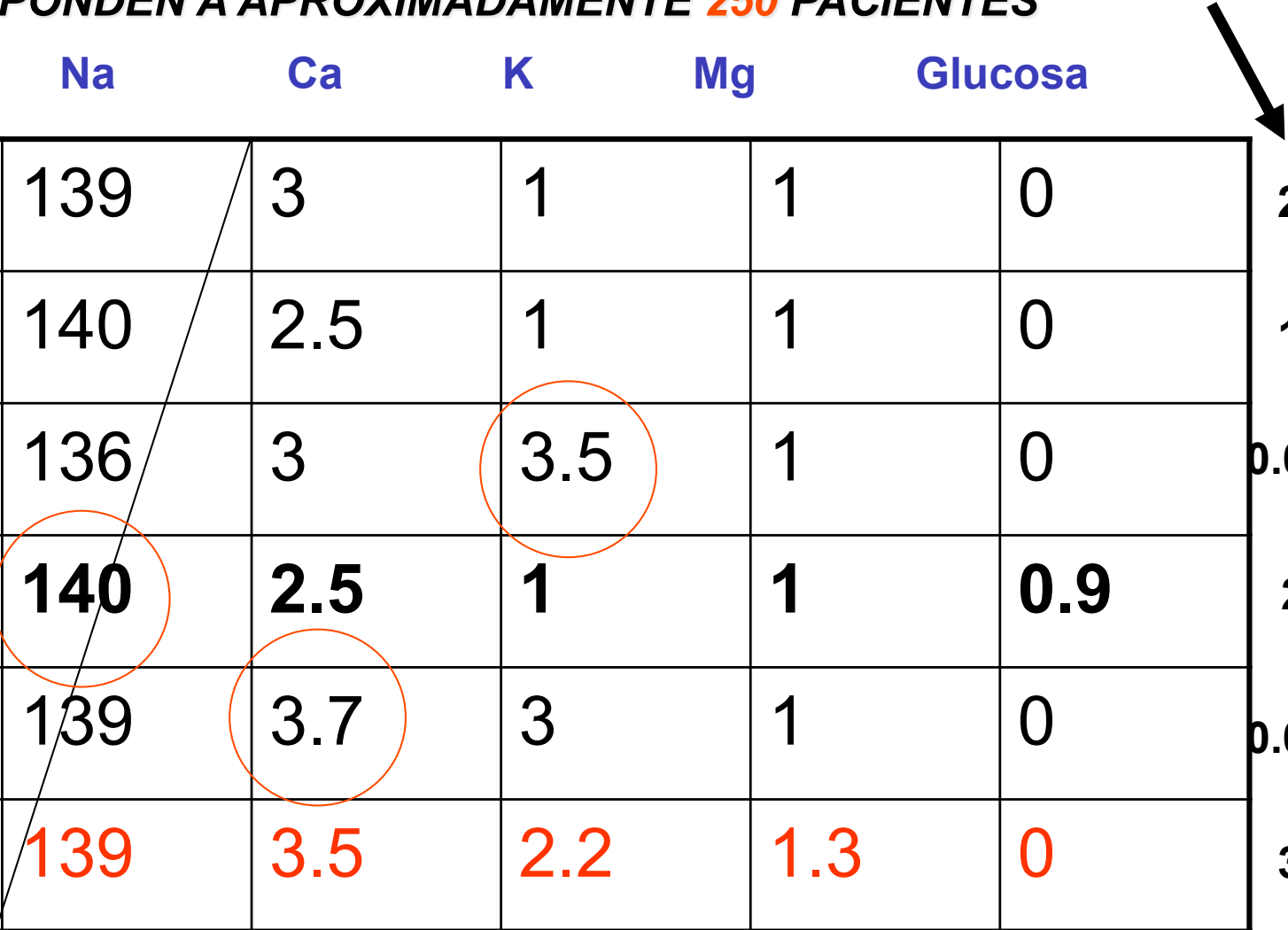
- 1. Calcio 2.5 con Glucosa y sin Glucosa*
- 2. Calcio 3 con Glucosa y sin Glucosa*

*Estos corresponderían al 90% de los requerimientos de la red*

## Que pasa con el 10% restante?

1% CORRESPONDEN A APROXIMADAMENTE **250** PACIENTES

	Na	Ca	K	Mg	Glucosa	
X2	139	3	1	1	0	2%
X4	140	2.5	1	1	0	1%
X5	136	3	3.5	1	0	0.01%
<b>X11</b>	<b>140</b>	<b>2.5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.9</b>	2%
X14	139	3.7	3	1	0	0.01%
<b>X15</b>	<b>139</b>	<b>3.5</b>	<b>2.2</b>	<b>1.3</b>	<b>0</b>	3%



**Cual es la concentración de Glucosa Optima?, y para quien?**

- **0.9**
- **1**
- **1.2**
- **2**
- **Otra?**

## Efecto hipercatabólico de la diálisis per se

- 1978, las tasas de catabolismo proteico y de generación de urea son más altas el día de HD, y esta pérdida era independiente de la ingesta. *Borah et al. KI 14: 491*
- El gasto energético en reposo es mayor durante la sesión de HD y durante el día que sucede a la misma



***Gasto energético de reposo inapropiadamente elevado, aún mayor durante la sesión de diálisis (por calorimetría indirecta en cámara)***

*Ikizler et al. JASN 7, 2646, 1996*

## *Efecto catabólico de la HD.*

- Estudios con metodologías distintas, y utilizando distintos marcadores
- Ninguno realizado con dializado ultra puro
- *Conclusión:* con diálisis convencional, parece razonable concluir que el procedimiento dialítico per sé tiene efecto hipercatabólico, a lo que hay que sumarle *la pérdida de nutrientes por el dializado*

## *Diálisis y metabolismo*

- Balance nitrogenado negativo el día de diálisis.
- Pérdida AA 9 a 13 gr/sesión
- Pérdida de glucosa 25-30 g (*compensado por glucógeno génesis hepática en eunutrídos o muscular en desnutridos*)

## ***Ventajas del uso de dializado con glucosa***

- **Prevención de la pérdida de glucosa durante la diálisis.**
- **Reducción del riesgo de hipoglucemia, especialmente en diabéticos y población de riesgo.**
- **Aporte de calorías (únicamente con concentraciones mayores a 1.5 g/l) y de efecto limitado.**
- **Prevención/reducción de la depleción de nutrientes durante la diálisis (ácidos grasos, aminoácidos) y por lo tanto reduciendo la desnutrición (concentración mínima.2g/l).Efecto limitado.**
- **Reducción de la incidencia de cefaleas.**
- **Reducción de la fatiga postdiálisis.**
- **Prevención de la reducción del cociente respiratorio durante la ventilación mecánica.**

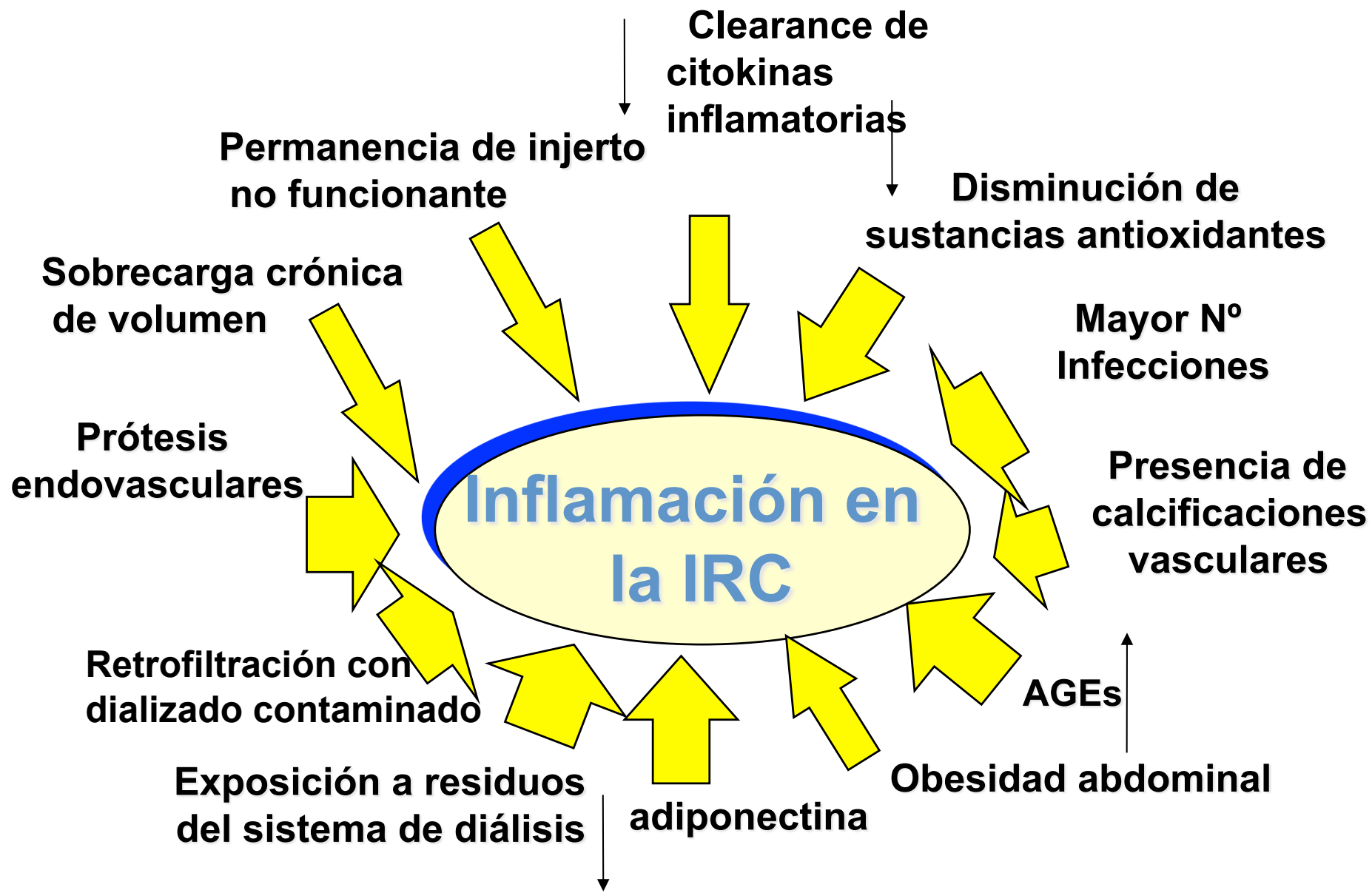
*Grassmann A et. Al. Composition and Management of Hemodialysis Fluids.  
Pabst Science Publishers, 2000.*

## Desventajas

- Aumento del crecimiento bacteriano en baño de diálisis con bicarbonato.
- *Reducción de la eliminación de K, si la concentración de K en el dializado no se reduce acorde con el aumento de glucosa*
- Incremento de los costos.

*Grassmann A et. Al. Composition and Management of Hemodialysis Fluids. Pabst Science Publishers, 2000.*





# Conclusiones

*La desnutrición es altamente prevalente en los pacientes en diálisis crónica.*

*Su presencia se asocia a mayor mortalidad y morbilidad.*

*Se debe a factores propios de la uremia y a inflamación crónica, siendo más grave cuando se asocian ambos.*

*El tratamiento de la desnutrición, no debe limitarse al apoyo nutricional; deberían incluirse otras terapéuticas “antiinflamatorias”, si bien a la fecha ninguna ha mostrado cambiar el pronóstico.*

*Debe continuar investigándose los efectos de la corrección de la inflamación sobre la muerte CV.*

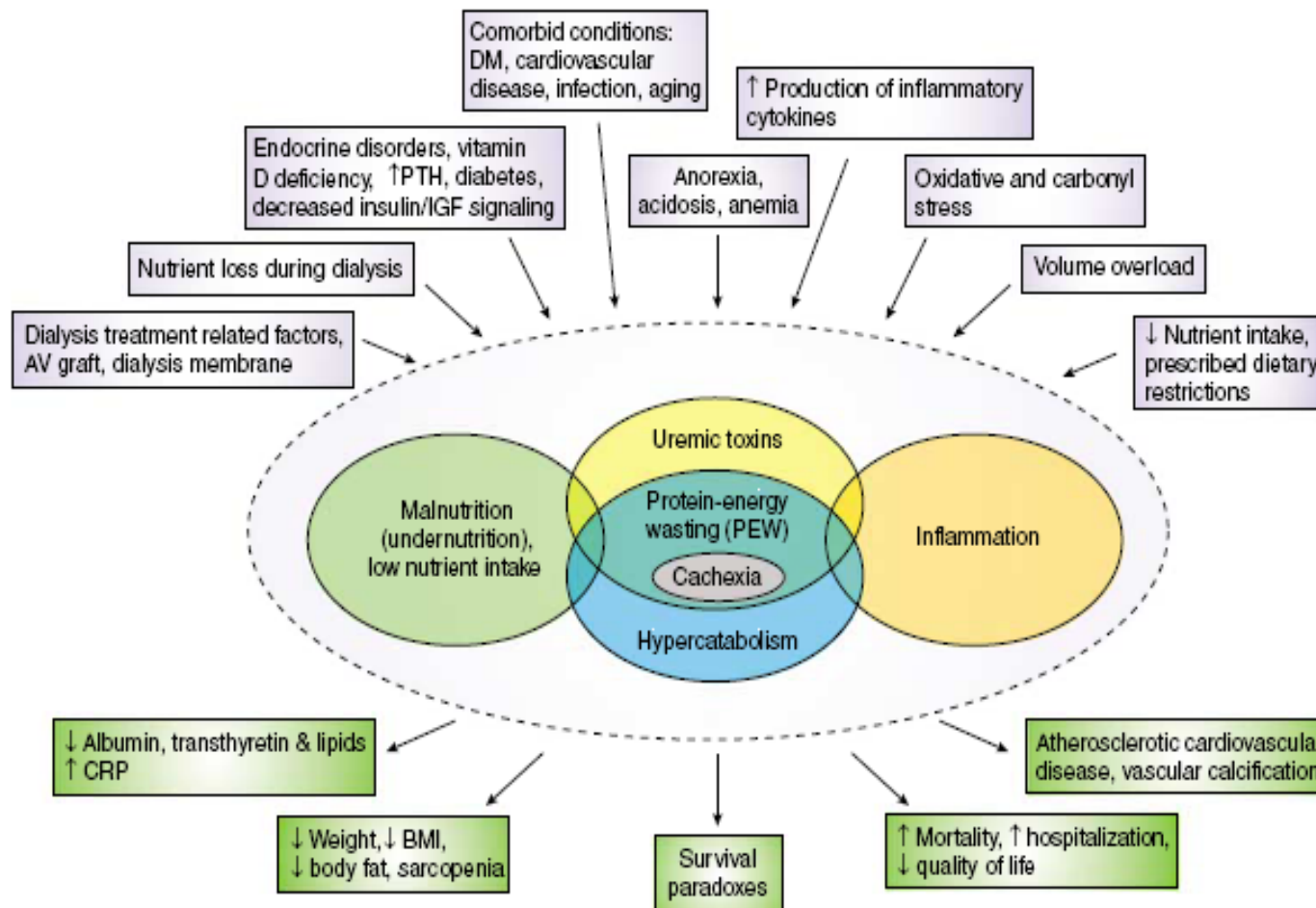


Figure 1 | Schematic representation of the causes and manifestations of the protein-energy wasting syndrome in kidney disease.

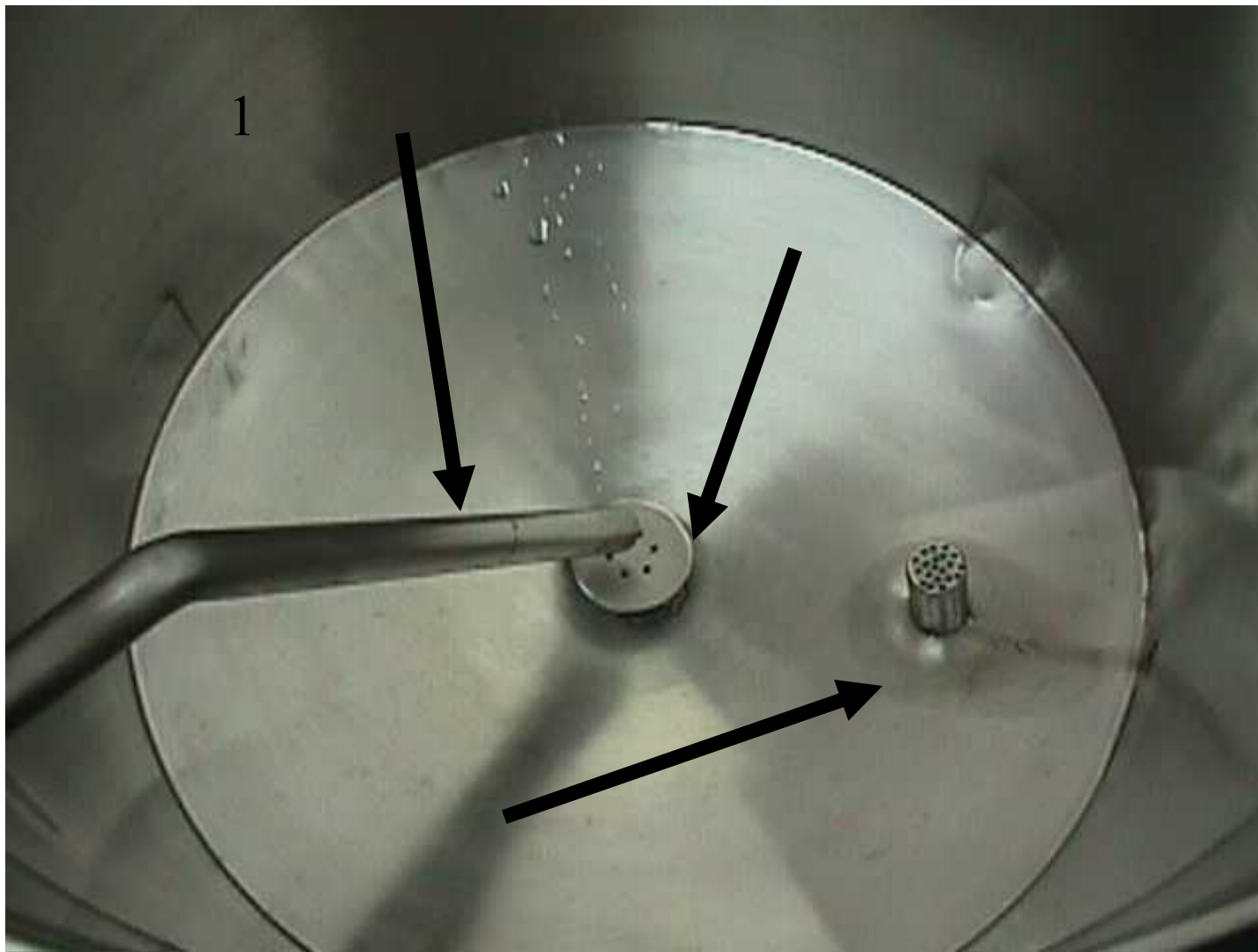
# *Preparación de Concentrado.*

1. *Mezcladora de Sales.*
2. *Sales para Mezclar. (Módulos para 50 litros de Concentrado.)*
3. *Mezclado.*
4. *Envasado.*
  - a) *Bidones.*
  - b) *Tanque de almacenamiento. Para luego trasvasar a bidón plástico.*

## Mezcladora de Sales.



## Mezcladora de Sales.



# 1. Mezcladora de Sales.







# Mezclado.



**A los 20 minutos de Iniciada la preparación:**



***INICIO***



***A LOS 10 MINUTOS***



***A LOS 20 MINUTOS***



***TERMINADO***



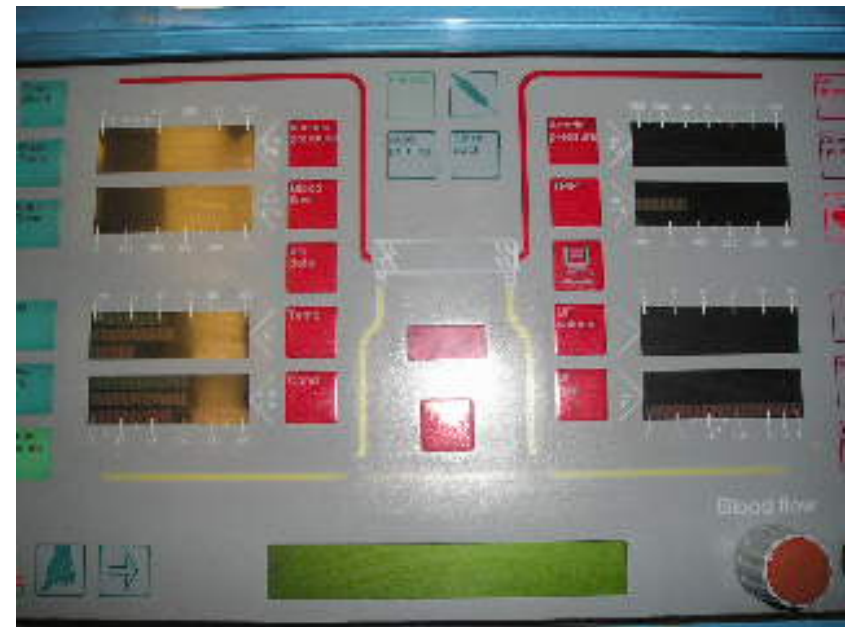
# *Envasado*



# *Trasvasado a tanque de PVC*



**SISTEMA PROBADO.**  
**AÑO 2003. 8 MESES 90 PACIENTES**



# Ventajas de la Preparación

1. *Espacio de almacenamiento. No se trabaja con Líquidos en Stock.*



2. ECONOMICO.

**Peso: 12.5 Kg**

**Peso: 50 Kg**

## *Ejemplo preparación por puestos de diálisis.*

- 1 Litro.....90 minutos.
- 50 Litros.....4.500 minutos..19 HD.
- 10 litros por puesto para tres turnos.
- *10 puestos = 100 litros día.*
- Se puede almacenar en tanque PVC.



## Análisis de costo:

- *1 litro final (sin Glucosa) = \$ 1.08*
- *Con glucosa varia de \$ 1.26 a 1.32.*
- *Gasto de Red: \$ 1.500.000 al año.*
  
- **Ahorro estimado 30%.**
- **\$ 450.000.**

# BEATLES

# ABBEY ROAD N

**Side A**

COME TOGETHER  
LEAVING A TRAIL  
MAYBE I'M A LITTLE BIT DRUNK  
MAYBE I'M A LITTLE BIT HIGH

THE BEATLES  
I WANT TO HOLD YOUR HAND

2.54  
I MEAN TO BE A MESSY MAN

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

**Side B**

THE BEATLES  
I WANNA HOLD YOUR HAND  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

2.54  
I WANNA HOLD YOUR HAND

ALL LIPS: SMOOTING; STRIPS: GEORGE HARRIS; TIGHT: BARRY CLAY; THE BEATLES: PHOTOGRAFIA  
Photographs by Sam Maitland

# INTERNATIONAL STANDARD

# ISO 13959

Second edition  
2009-04-15

New since 2009



Reference number  
ISO 13959:2009(E)

© ISO 2009

---

## Water for haemodialysis and related therapies

*Eau pour hémodialyse et thérapies apparentées*

**Table 1 — Maximum allowable levels of toxic chemicals and dialysis fluid electrolytes in dialysis water <sup>a</sup>**

Contaminant	Maximum concentration mg/l <sup>b</sup>
<b>Contaminants with documented toxicity in haemodialysis</b>	
Aluminium	0,01
Total chlorine	0,1
Copper	0,1
Fluoride	0,2
Lead	0,005
Nitrate (as N)	2
Sulfate	100
Zinc	0,1
<b>Electrolytes normally included in dialysis fluid</b>	
Calcium	2 (0,05 mmol/l)
Magnesium	4 (0,15 mmol/l)
Potassium	8 (0,2 mmol/l)
Sodium	70 (3,0 mmol/l)

<sup>a</sup> The physician has the ultimate responsibility for ensuring the quality of water used for dialysis.

<sup>b</sup> Unless otherwise noted.



Reference number  
ISO 13959-2:2009(3)

© ISO 2009

**Table B.2 — Maximum allowable levels of trace elements in dialysis water**

<b>Contaminant</b>	<b>Maximum concentration (mg/l)</b>
Antimony	0,006
Arsenic	0,005
Barium	0,1
Beryllium	0,0004
Cadmium	0,001
Chromium	0,014
Mercury	0,0002
Selenium	0,09
Silver	0,005
Thallium	0,002

# INTERNATIONAL STANDARD

# ISO 11663

First edition  
2009-04-15

New since 2009



Reference number  
ISO 11663:2009(E)

© ISO 2009

## Quality of dialysis fluid for haemodialysis and related therapies

*Qualité des fluides de dialyse pour hémodialyse et thérapies  
apparentées*

## 4 Requirements

### 4.1 Microbiological contaminants in dialysis fluid

#### 4.1.1 General

The requirements contained in this clause apply to a sample of the dialysis fluid collected at the inlet to the dialyser or the reinfusion point.

#### 4.1.2 Microbiological requirements for standard dialysis fluid

Standard dialysis fluid shall contain a total viable microbial count of less than 100 CFU/ml (when tested in accordance with Clause 5) and an endotoxin concentration of less than 0,5 EU/ml (when tested in accordance with Clause 5).

NOTE 1 The action level for the total viable microbial count in dialysis fluid should be 50 CFU/ml.

NOTE 2 If microbial counts exceeding the action levels are observed in the dialysis fluid, corrective measures, such as disinfection and retesting, should be taken promptly to reduce the levels.

#### 4.1.3 Microbiological requirements for ultrapure dialysis fluid

Ultrapure dialysis fluid shall contain a total viable microbial count of less than 0,1 CFU/ml (when tested in accordance with Clause 5) and an endotoxin concentration less than 0,03 EU/ml (when tested in accordance with Clause 5). If those limits are exceeded in ultrapure dialysis fluid, corrective measures should be taken to reduce the levels to an acceptable range. The user is responsible for monitoring the dialysis fluid bacteriology of the system following installation. It is incumbent on the user to establish a regular monitoring routine.

#### 4.1.4 Microbiological requirements for online prepared substitution fluid

The requirements contained in this clause apply to online prepared fluid intended to be infused into the patient as it enters the patient's blood.

This fluid shall be sterile and non-pyrogenic.

Substitution fluid for convective therapies, such as haemodiafiltration and haemofiltration, may be produced online by a process of ultrafiltration with bacteria and endotoxin retentive filters. This online-process shall be validated to produce fluid that is sterile and non-pyrogenic.



Reference number  
ISO 11663:2009(E)

© ISO 2009





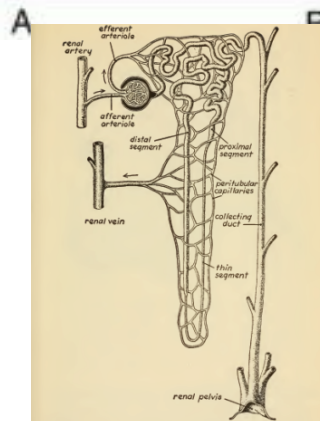
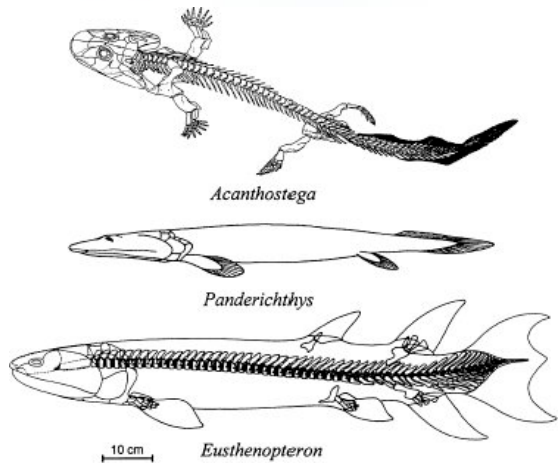
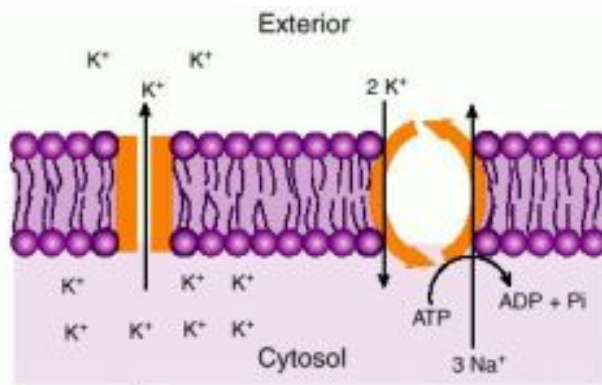
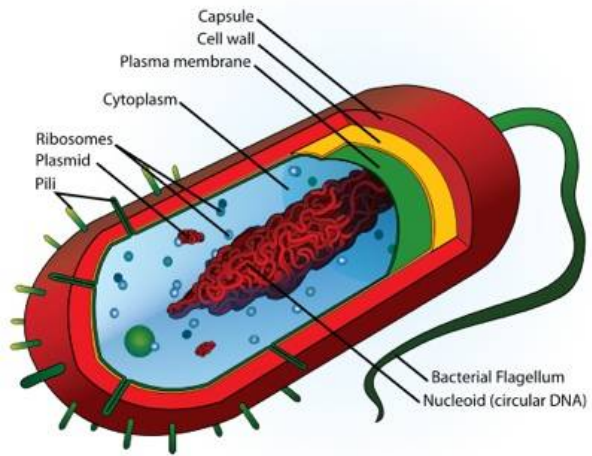
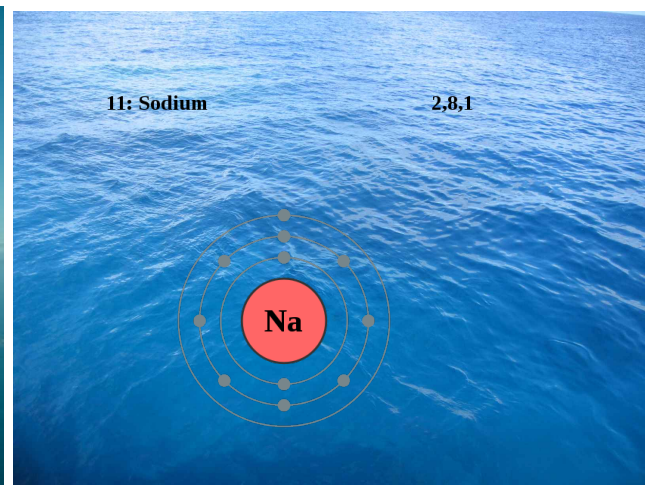
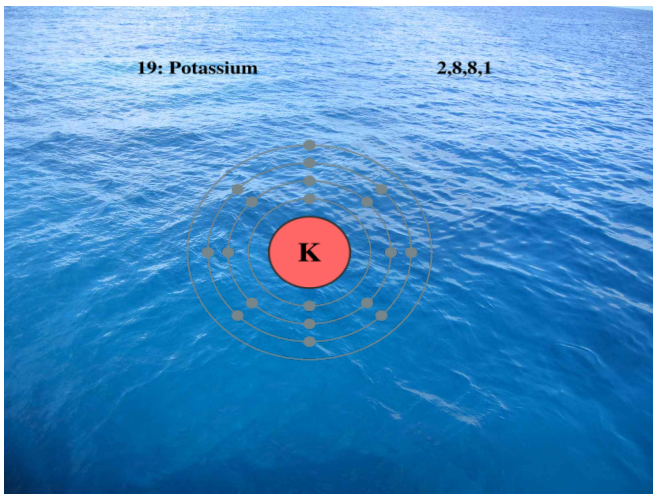
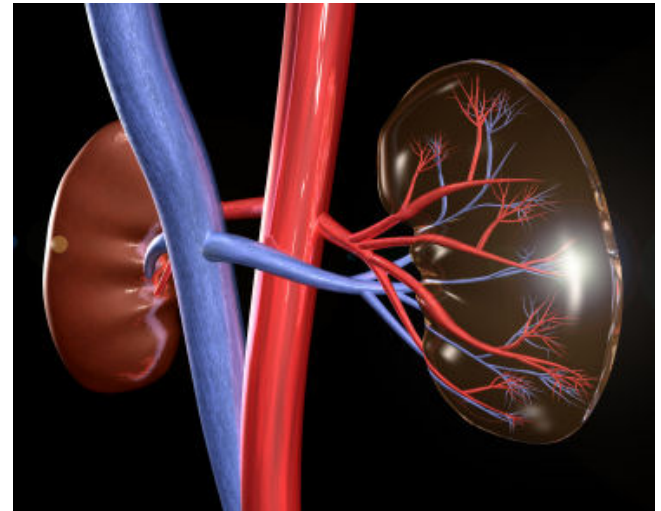
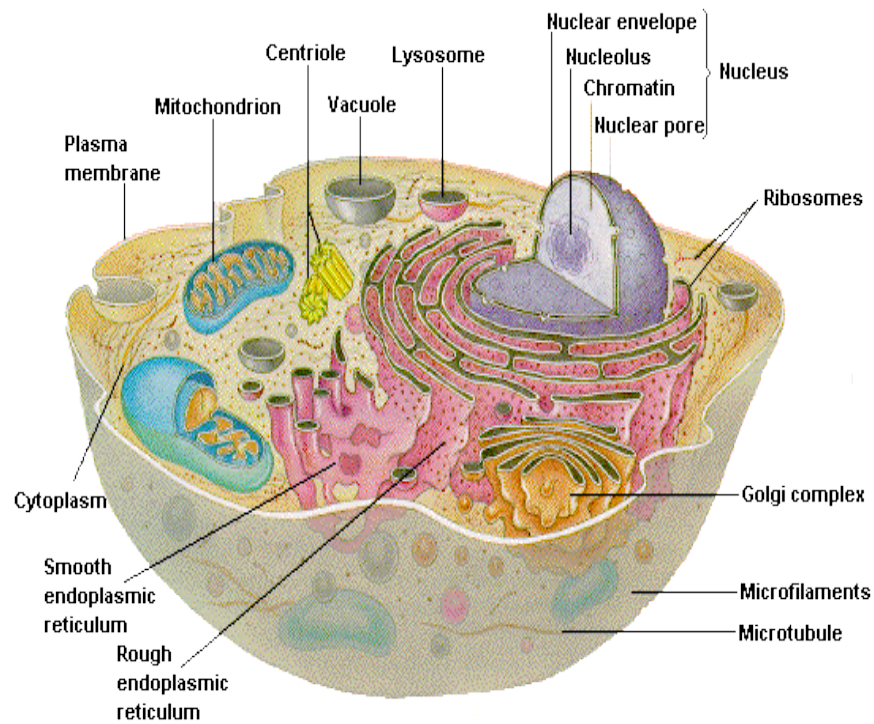
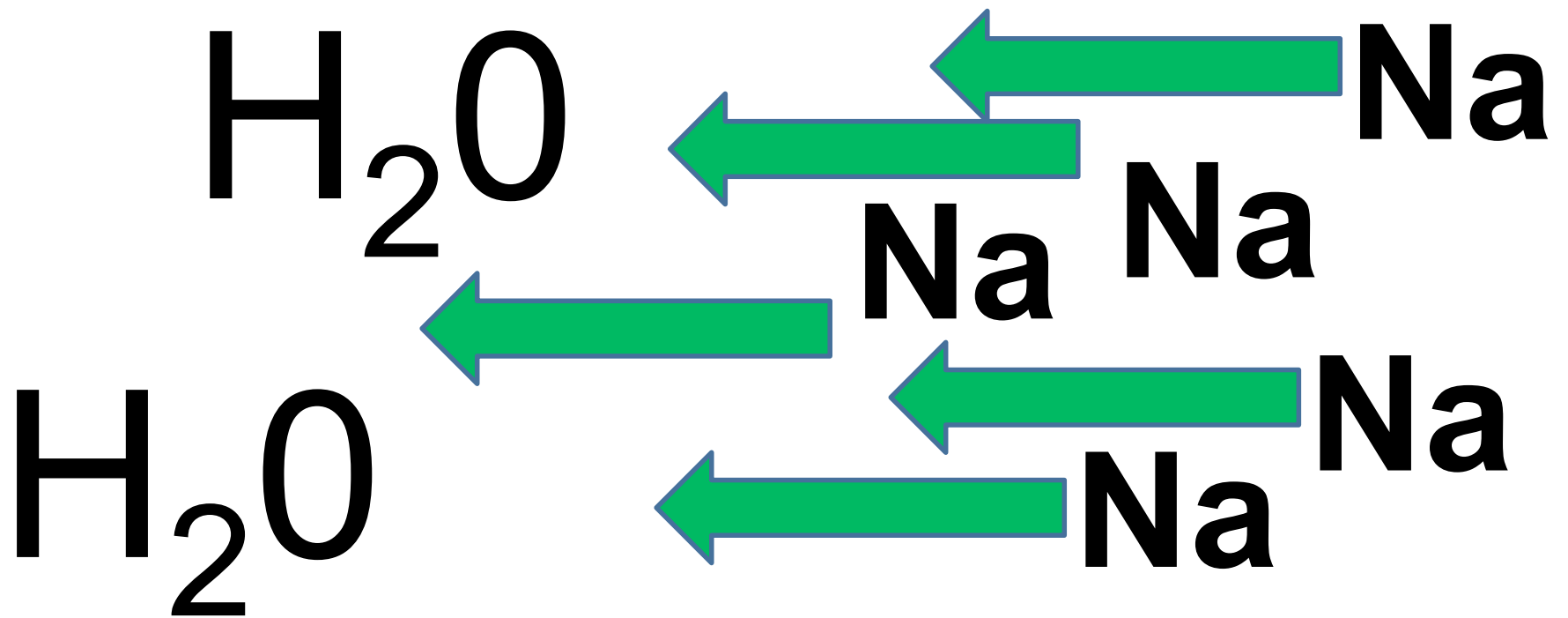
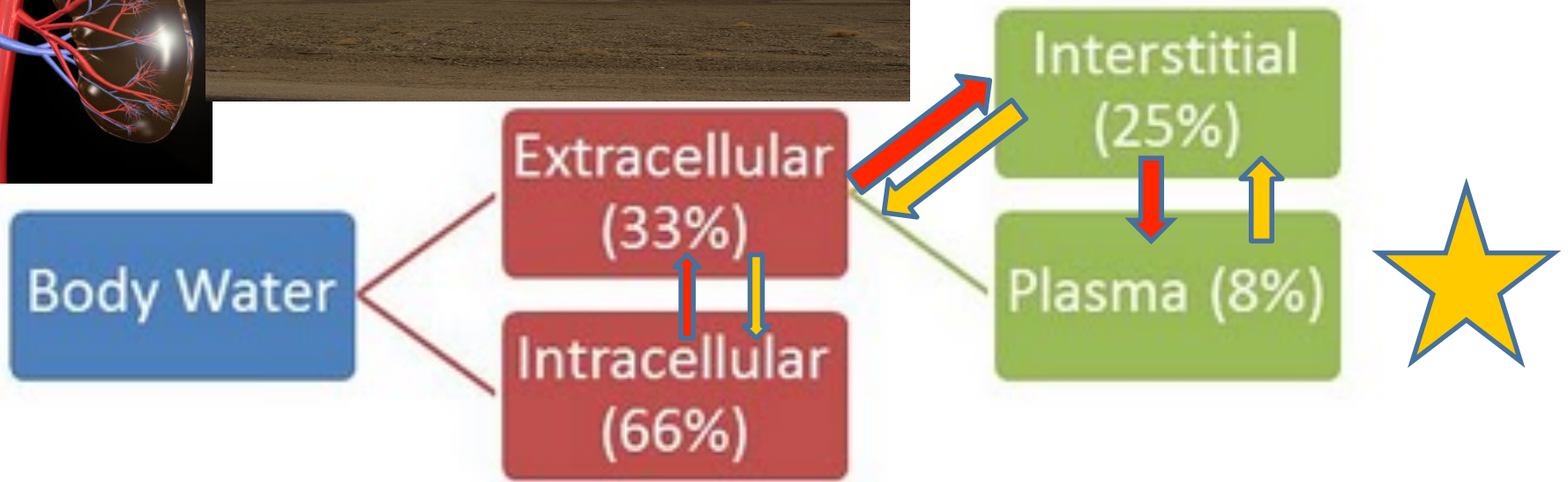
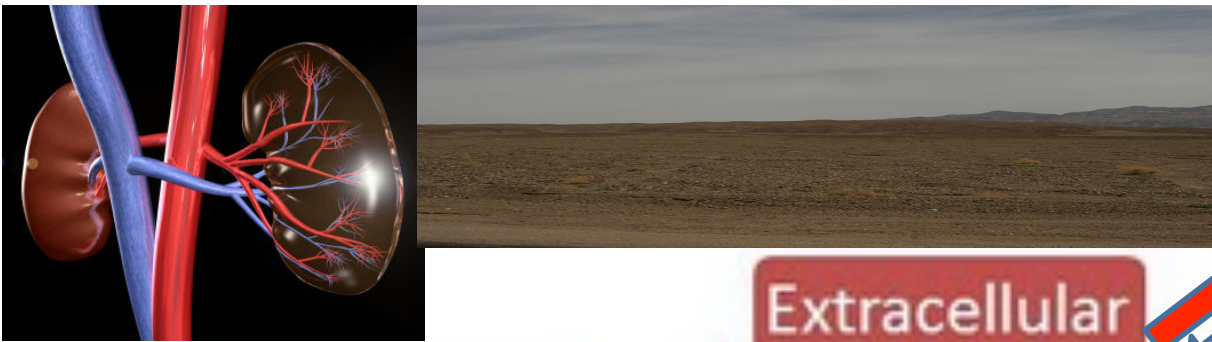


FIGURE 10. Diagrammatic Representation of the Mammalian Nephron. The blood to this nephron is supplied entirely by the renal artery. After passing through the filtering bed of the glomerular capillaries, this blood is distributed to a rich plexus of capillaries intimately applied to the tubules, from which it is collected and returned to the systemic circulation by way of the renal vein. Each human kidney contains nearly one million such nephrons, all of which are similar in structure and function.



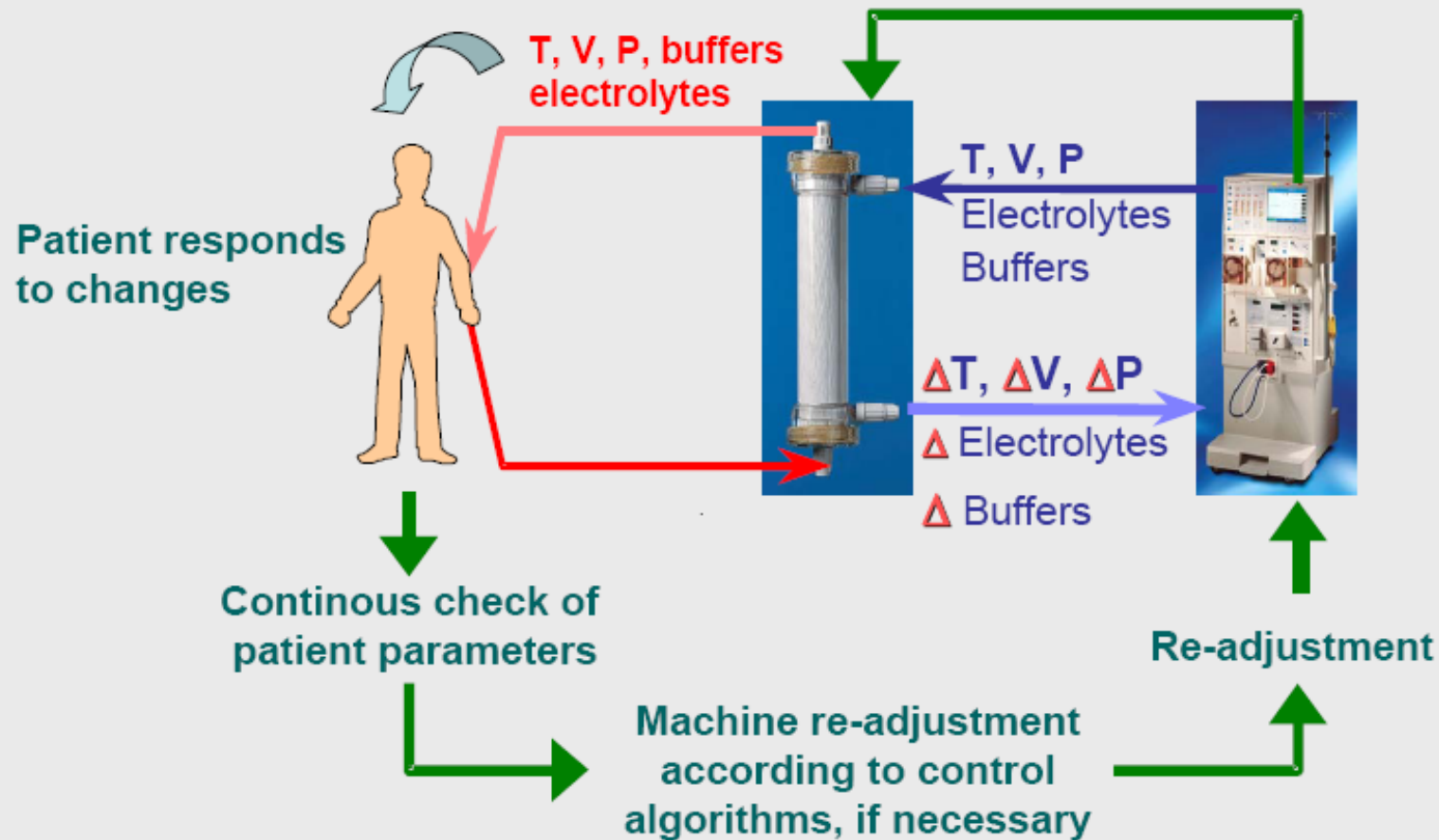


Extracellular Fluid		Intracellular Fluid	
<b>Na<sup>+</sup></b>	142 mEq/L	10 mEq/L	
<b>K<sup>+</sup></b>	4 mEq/L	140 mEq/L	
<b>Ca<sup>++</sup></b>	5 mEq/L	<1 mEq/L	
<b>Mg<sup>++</sup></b>	3 mEq/L	58 mEq/L	
<b>Cl<sup>-</sup></b>	103 mEq/L	4 mEq/L	
<b>HCO<sub>3</sub><sup>+</sup></b>	28 mEq/L	10 mEq/L	
<b>Phosphates</b>	4 mEq/L	75 mEq/L	
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	1 mEq/L	2 mEq/L	
<b>Osmolality</b>	281 mOsm/L	281 mOsm/L	



# Today's Concepts of Closed Loop Control

Exposure of patient to re-adjustable treatment parameters



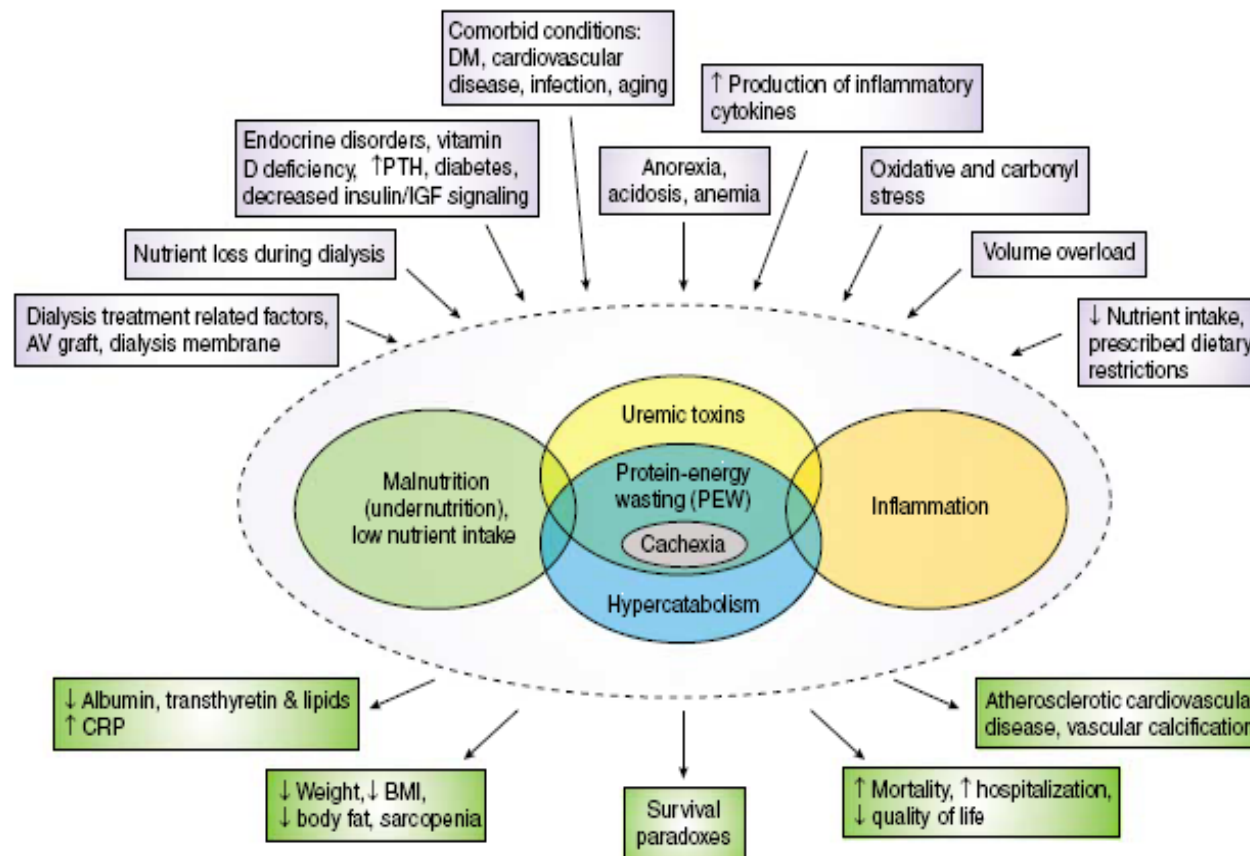


Figure 1 | Schematic representation of the causes and manifestations of the protein-energy wasting syndrome in kidney disease.

*The Beatles / 1962-1966*



*The Beatles / 1967-1970*

