

# Fisiología Filtrado Glomerular

**Rafael Porcile**

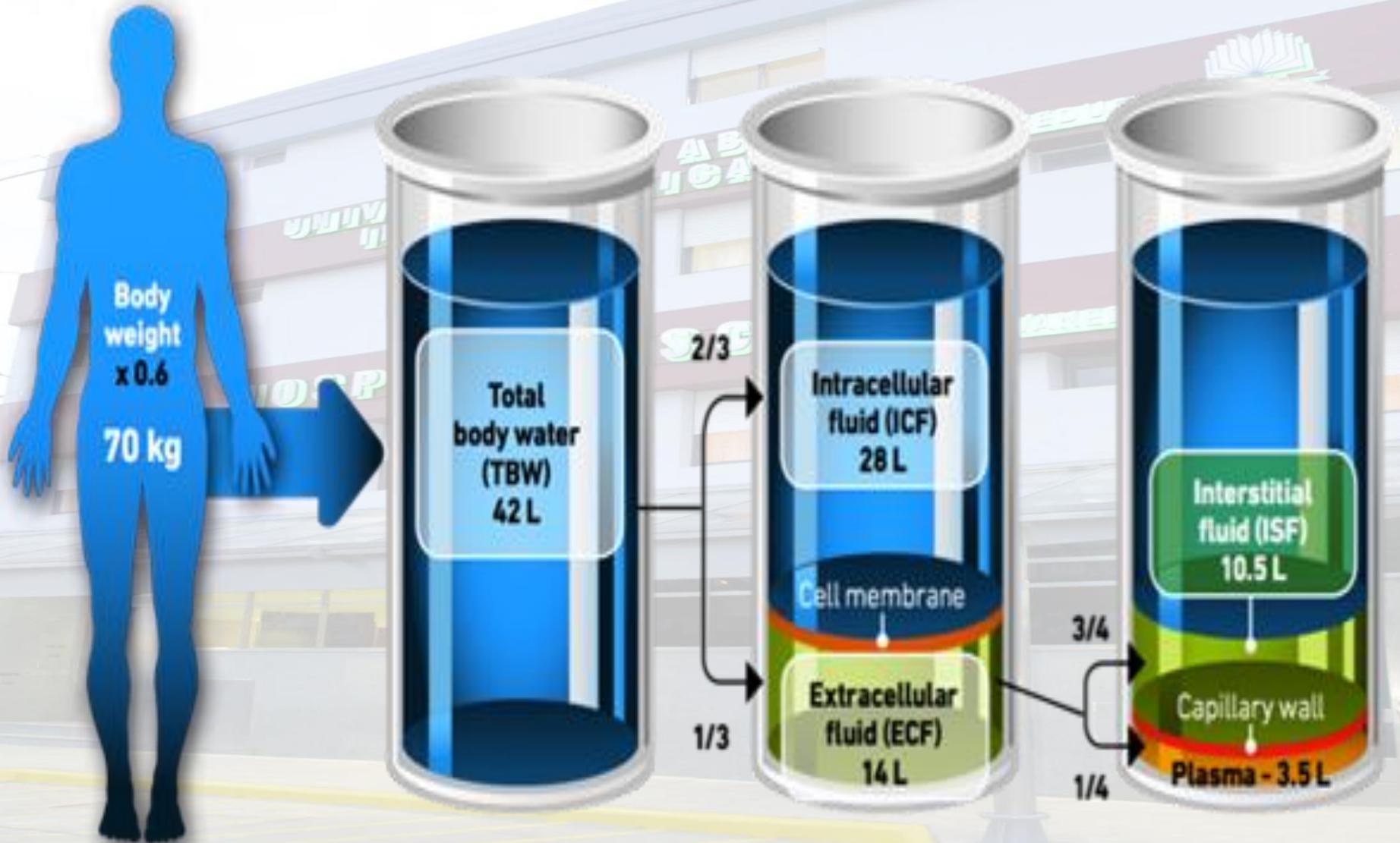
[rafael.porcile@vaneduc.edu.ar](mailto:rafael.porcile@vaneduc.edu.ar)

**DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA**  
**CATEDRA DE FISILOGÍA**

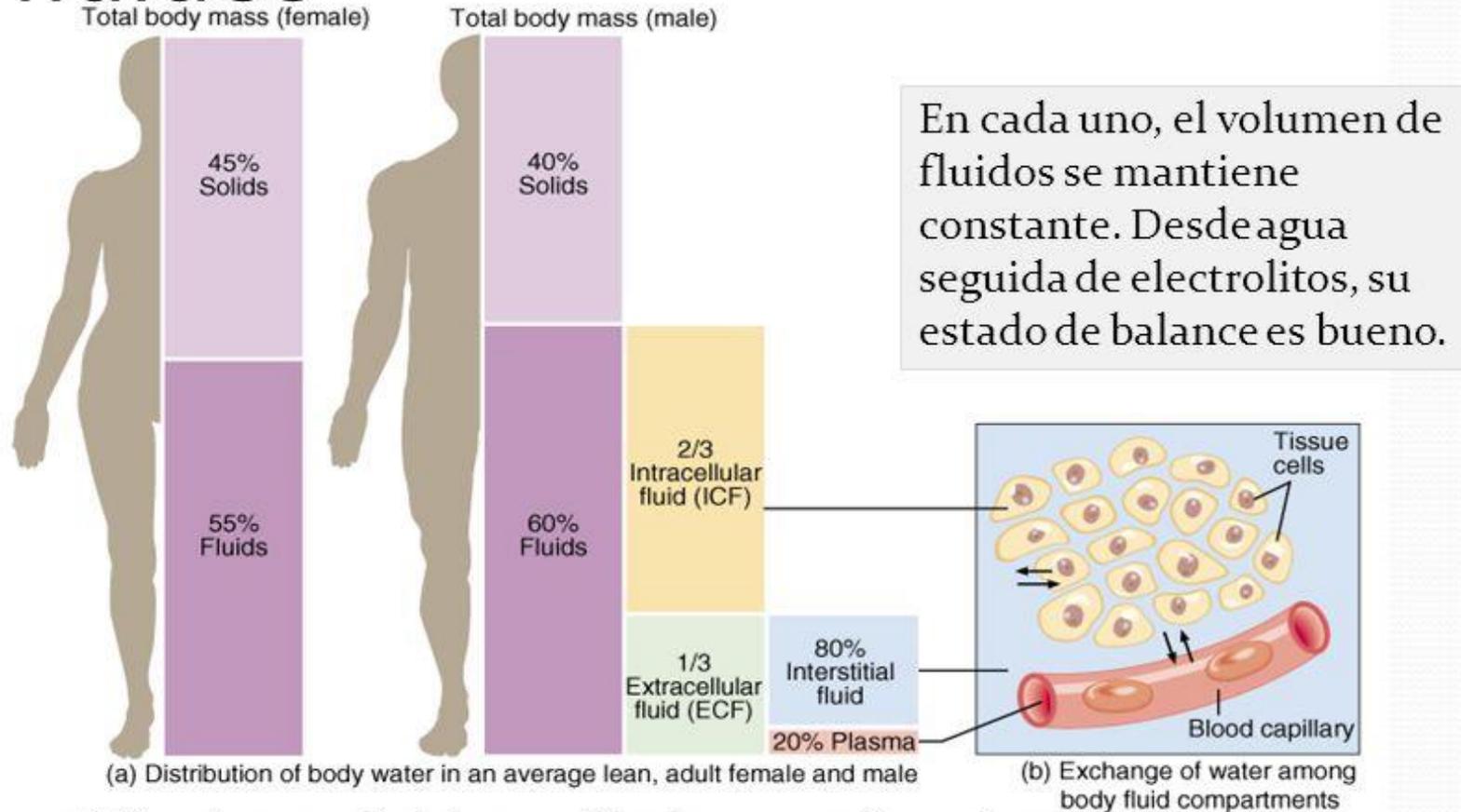
**Universidad Abierta Interamericana**



# BODY WATER COMPARTMENTS



# Balance entre comportamiento de fluidos

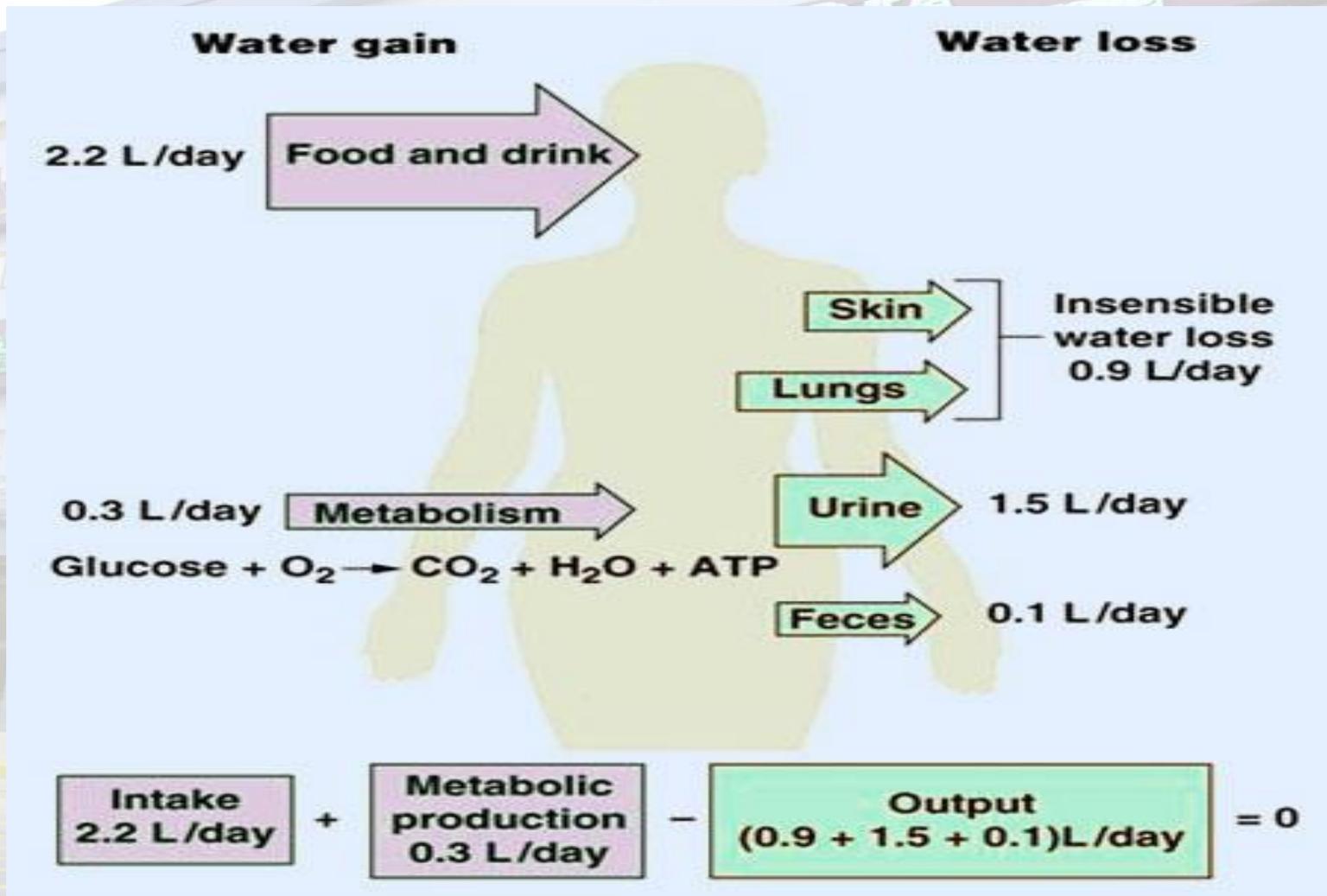


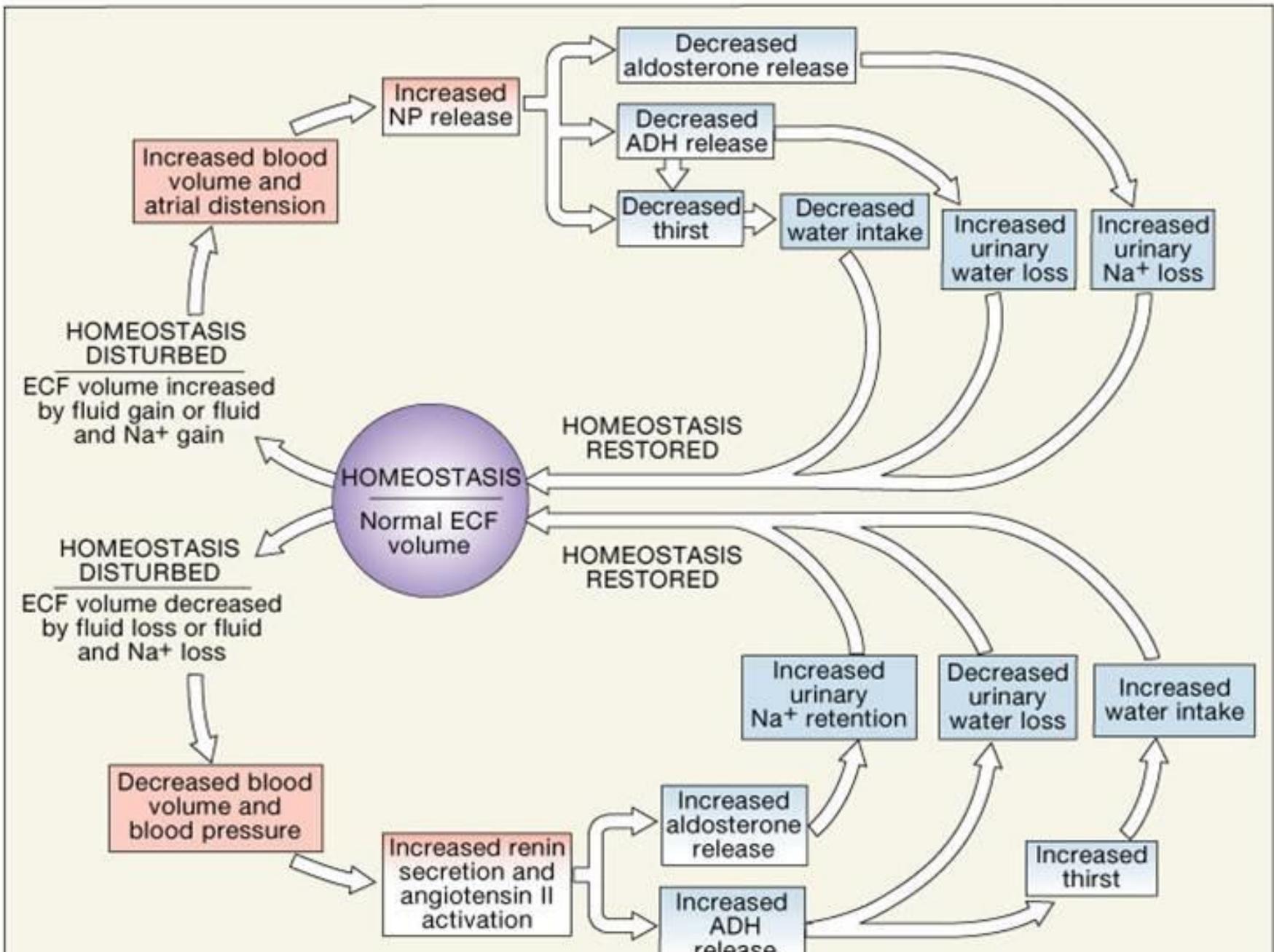
En cada uno, el volumen de fluidos se mantiene constante. Desde agua seguida de electrolitos, su estado de balance es bueno.

Sólo 2 lugares de intercambio de compartimentos:

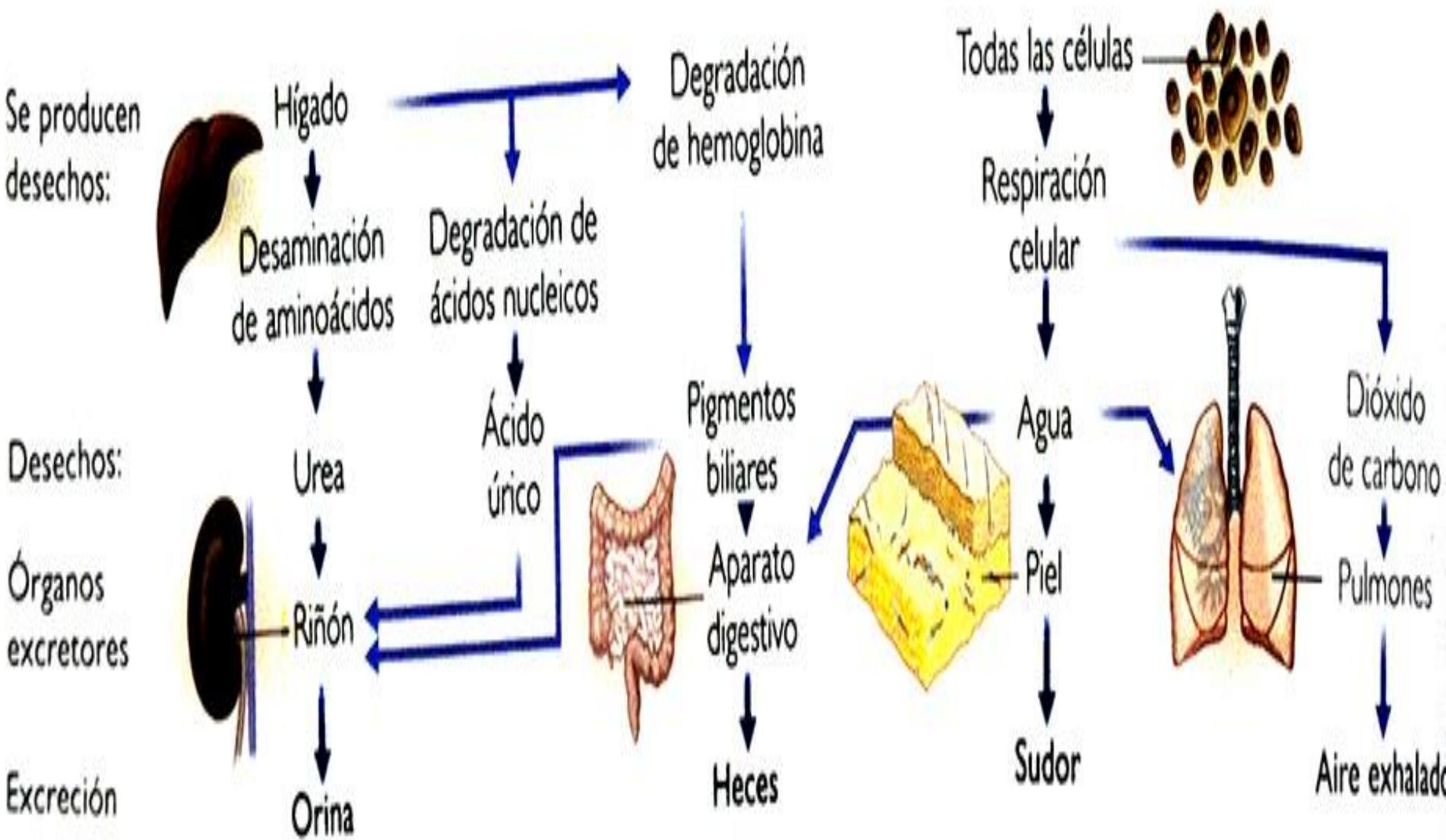
- Las membranas celulares separan lo intracelular del tejido intersticial
- Sólo en los capilares existen paredes suficientemente finas para el intercambio entre el plasma y el líquido intersticial.

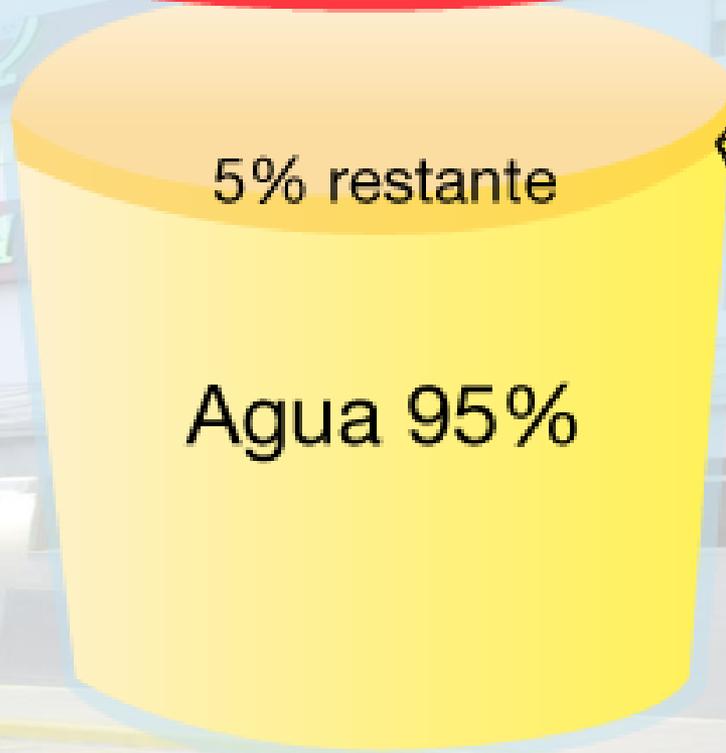
# Homeostasis Hidrica





# Órganos que intervienen en la homeostasis





5% restante

Agua 95%

Urea 2,5%

Sales disueltas 1,5%

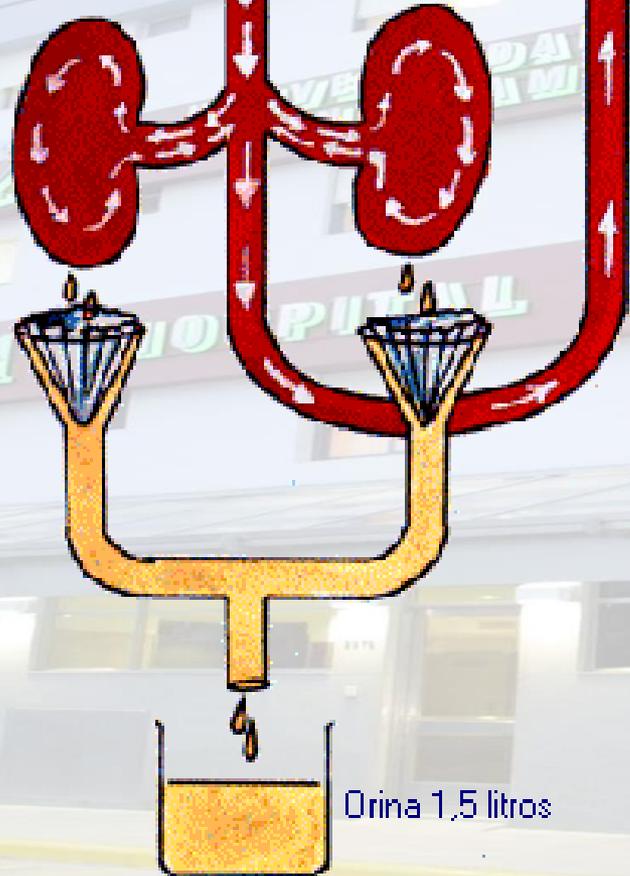
Pigmentos 0,95%

Ácido úrico 0,05%

- Fosfatos
- Carbonatos
- Cloruros

- Urocromo
- Urbilina

**Sangre filtrada  
500 litros  
diarios**



## La producción de orina

Los riñones son los encargados de filtrar la sangre y separar los productos de desecho para expulsarlos al exterior mediante la producción de orina.

La cantidad de orina producida varía de un individuo a otro y de acuerdo al clima, a la cantidad de agua y líquidos ingeridos, a la actividad, etc. Normalmente se produce alrededor de un litro y medio al día, la composición de la orina es la siguiente:



Agua 95%

Sales disueltas:

- Fosfatos.
- Carbonatos 1,5%
- Cloruros.

Urea 2,5%

Acido úrico 0,05%

Pigmentos:

- Urocromo
- Urobilina

# Anuria

---

- Diuresis normal: 1 a 5 cc/ kg/h
- Oliguria : diuresis de 0,5 a 1 cc/kg/h

# PERFIL BÁSICO DE ORINA

**pH 4,5-7,5**

**Densidad 1,003-1,030**

**Proteínas Negativo**

**Hematíes Hasta 20**

**células/ml**

**Leucocitos Hasta 50**

**células/ml**

**Bilirrubina Negativo**

**Urobilinógeno Negativo**

**Glucosa Negativo**

**Cetonas Negativo**

**Nitritos Negativo**

*Sedimento*

**Hematíes 0-5 células/campo**

**Leucocitos 0-10**

**células/campo**

**Sodio (varía con la dieta) 40-220 mEq/l**

**Hematíes en sedimento/min**

**< 690/min**

**Leucocitos en**

**sedimento/min < 1.200/min**

# análisis de orina



	normal valores orientativos	elevado posibles causas	disminuido posibles causas
<b>Color</b>		deshidratación, hepatopatía	poliuria, diabetes insípida
<b>pH</b>	<b>4,6 - 8</b> equilibrio ácido-alcalino del organismo	alcalosis, dieta vegetariana, infec. orina, diuréticos, insuficiencia renal, cálculos	acidosis, diabetes, diarrea, ayuno, fiebre, dieta rica en carne, fármacos, cálculos
<b>Densidad</b>	<b>1.005 - 1.035</b> concentración de partículas, disminuye con la edad	deshidratación, diarrea, vómitos, fármacos, restos de contrastes radiológicos	hiperhidratación, aumento de la micción, insuficiencia renal, hipotermia
<b>Proteínas</b>	<b>0 - 85 mg/dl</b> la orina no debe contener proteínas	"proteinuria" diabetes, enfermedad renal, lupus, intoxicación metal	
<b>Glucosa</b>	<b>0 - 90 mg/dl</b> la orina no debe contener glucosa (azúcar)	diabetes mellitus, síndrome de Cushing (cortisol-estrés), embarazo, problemas renales	.....
<b>Hematíes glóbulos rojos</b>	<b>0 - 2 hematíes</b> la orina no debe contener sangre (hemoglobina)	"hematuria" daño en sist. urinario, cálculos, tumores, cistitis, hemofilia	
<b>Leucocitos glóbulos blancos</b>	<b>0 - 5 leucocitos</b> la orina no debe contener leucocitos (glóbulos blancos)	infección en las vías urinarias, cistitis	.....
<b>Cristales</b>	<b>0 - 10 mg/ml</b> no es relevante la presencia de sales (cristales)	cálculos renales (aumento de cristales de calcio)	
<b>Cilindros células epiteliales</b>	<b>0 - 10 mg/ml</b> la orina no debe contener cilindros (varios tipos)	enfermedad renal	.....
<b>Creatinina</b>	<b>500 - 2.000 mg/día</b> residuo derivado de la creatina muscular	exceso de carne en la dieta, degradación muscular, insuficiencia renal	desnutrición, poca masa muscular (habitual a partir de 70 años)
<b>Urobilinógeno y Bilirrubina</b>	<b>0 - 1,5 mg/dl</b> la orina no debe contener restos de estos pigmentos	enfermedad hepática, hemólisis (destrucción anormal de hematíes)	.....
<b>Nitritos</b>	<b>negativo</b> las bacterias transforman los nitratos de la orina en nitritos	"Griess positivo" infección en las vías urinarias	
<b>Cetonas</b>	<b>negativo</b> deriva de la descomposición de grasas como recurso energético	ayuno, diabetes mellitus, vómitos, diarrea, ausencia de carbohidratos en la dietas	.....
<b>GCH hormona gonadotropina coriónica</b>	<b>0 - 5 mUI/ml</b> hormona encargada del desarrollo del embarazo	más de 3 semanas de gestación	



# La micción



# Reflejo de micción

Se integra en la médula

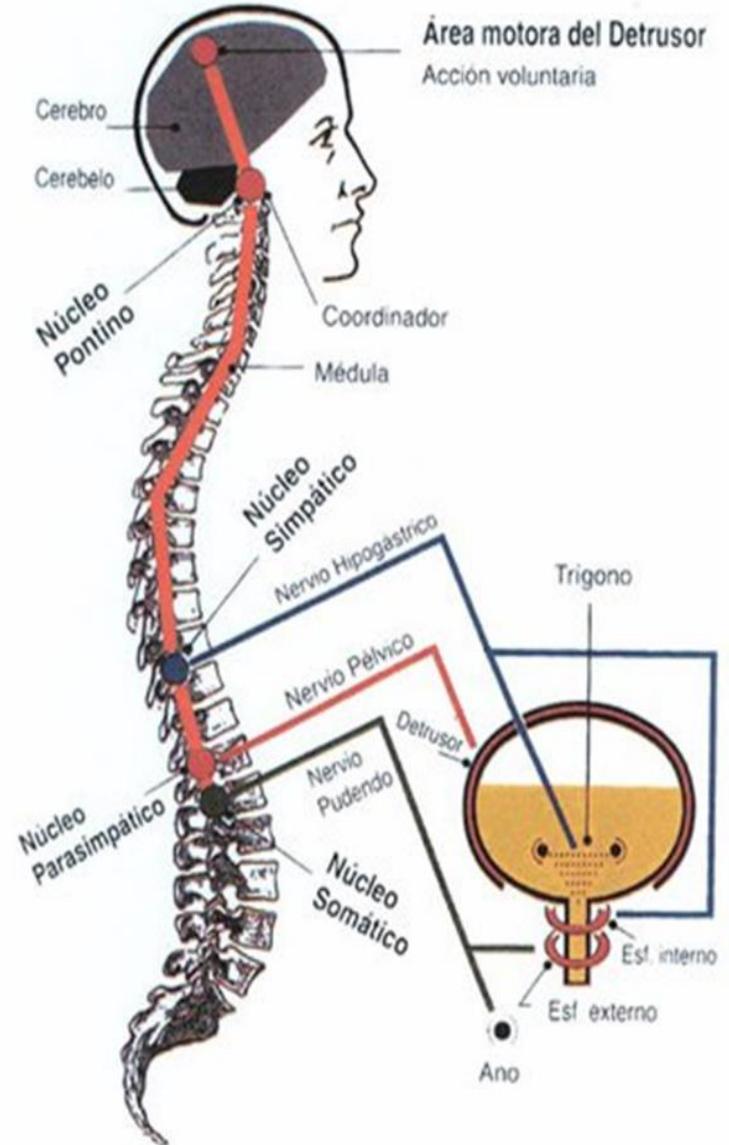
Y se envía información a la corteza cerebral

Ya que la relajación del esfínter externo es voluntaria

Recibe inervación del nervio pudendo

Su relajación permite el paso del flujo de orina al exterior

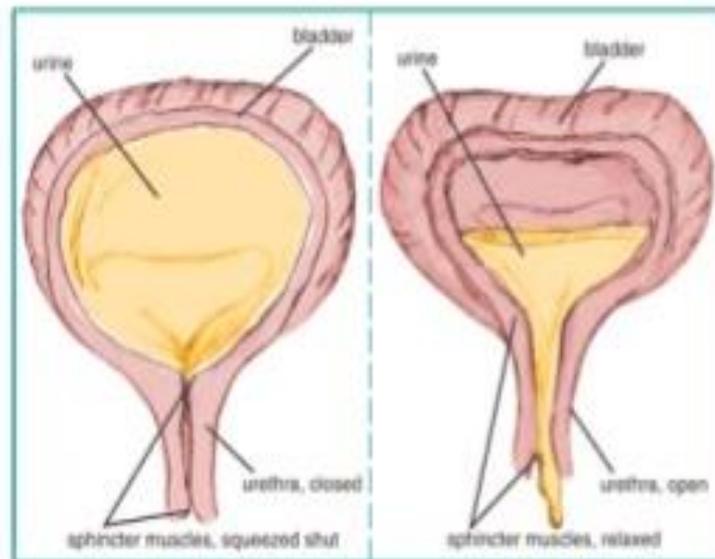
Por medio de la contracción del músculo detrusor



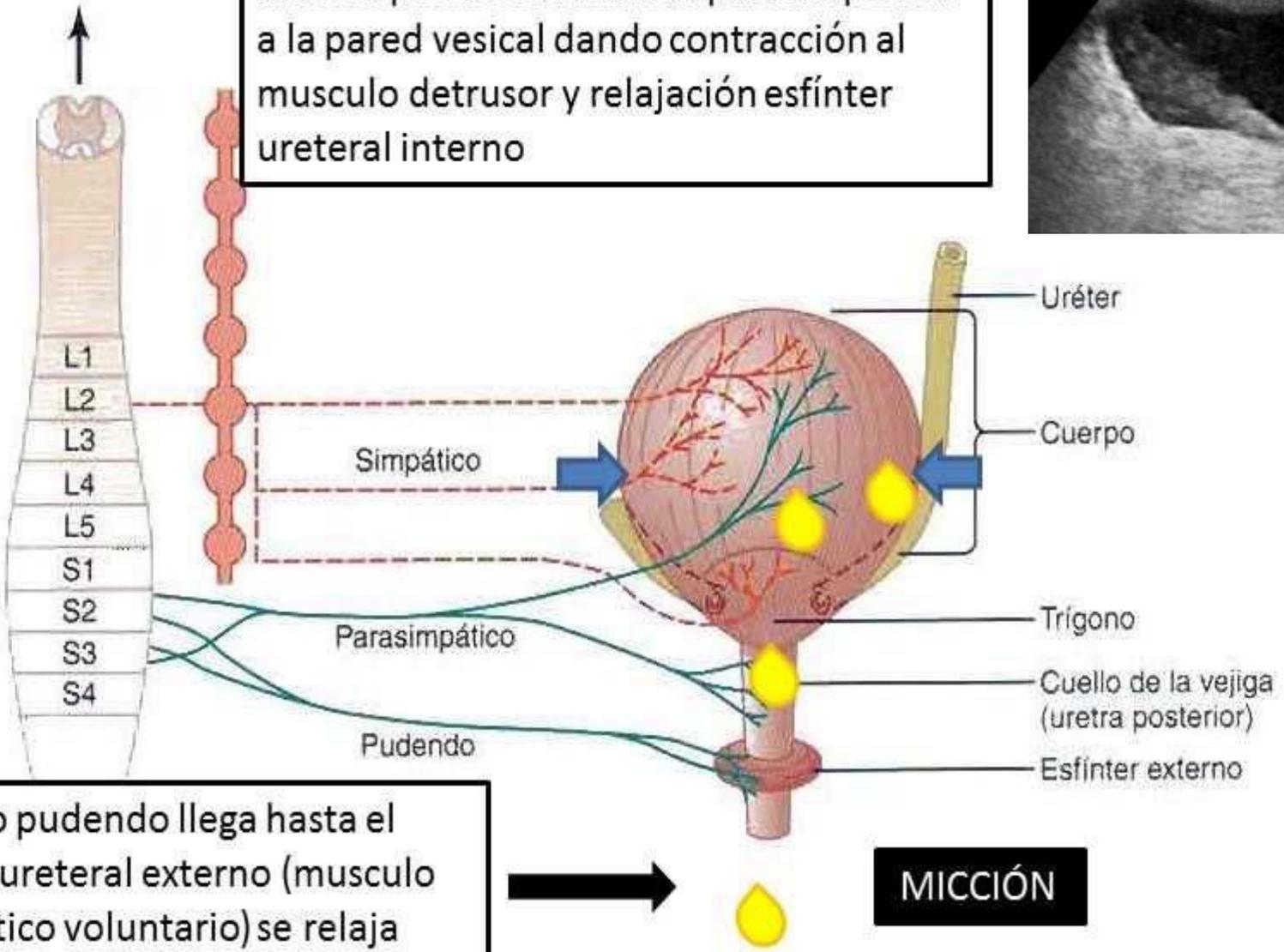
# Fisiología de la micción

<b>CONTINENCIA</b>	<b>MICCIÓN</b>
<b>FASE DE LLENADO</b>	<b>FASE DE VACIADO</b>
<b>SIMPÁTICO</b>	<b>PARASIMPÁTICO</b>

Son tiempos sucesivos



Los nervios motores transmitidos por los nervios pélvicos son fibras parasimpáticas a la pared vesical dando contracción al musculo detrusor y relajación esfínter ureteral interno



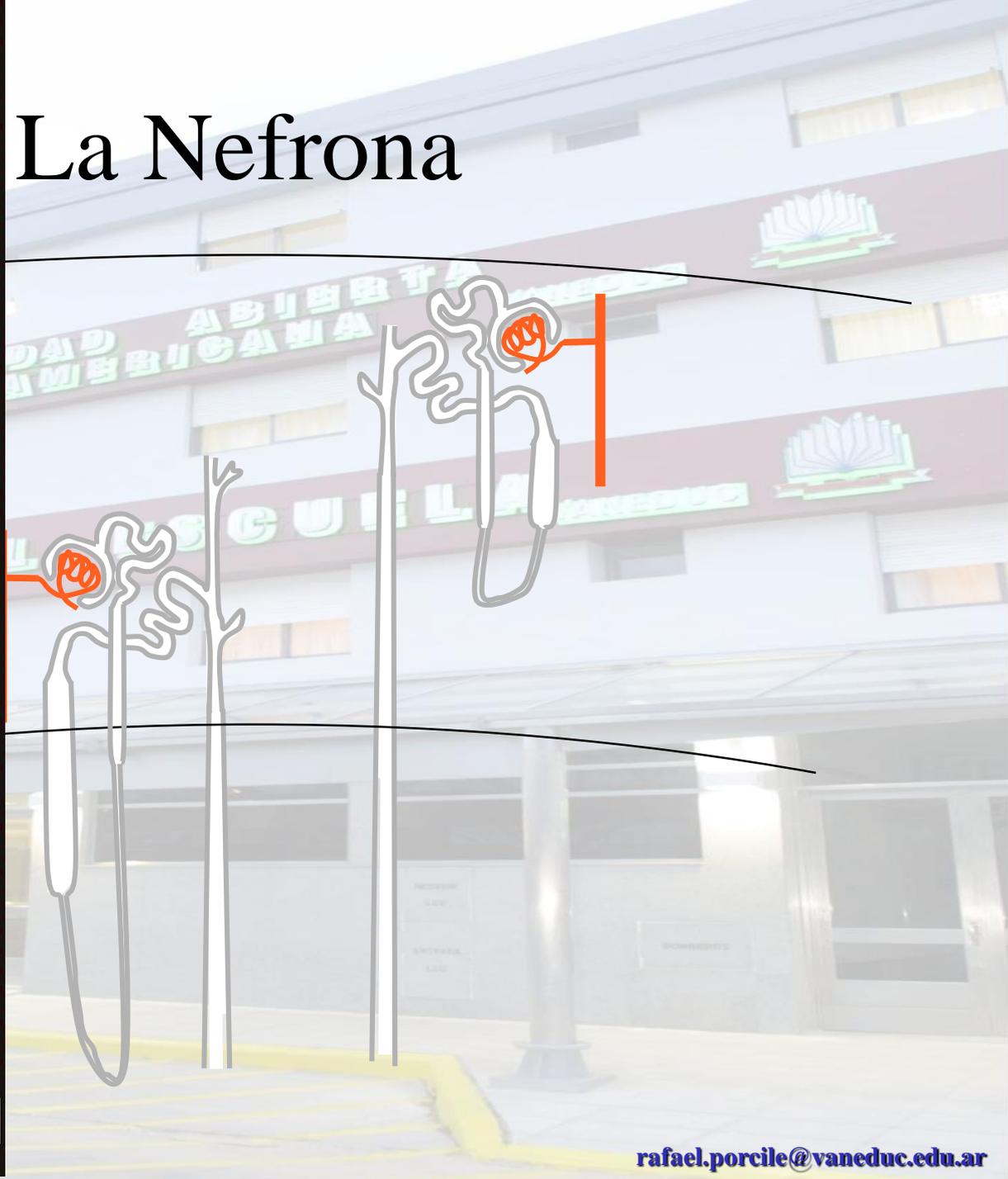
El nervio pudendo llega hasta el esfínter ureteral externo (musculo esqueletico voluntario) se relaja

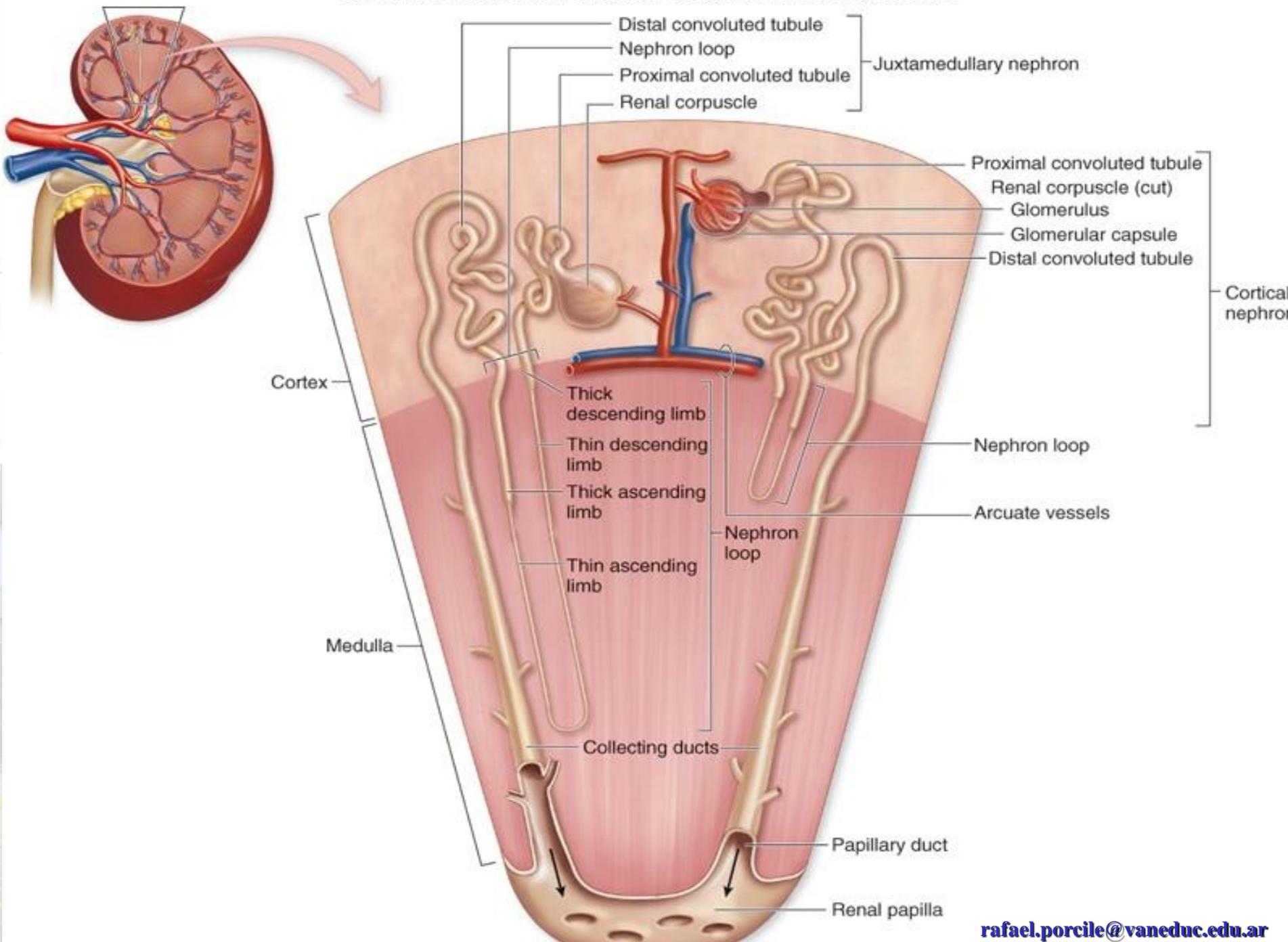
**MICCIÓN**

# La Nefrona



MAKE GIFS AT GIFSOUP.COM





# La Nefrona



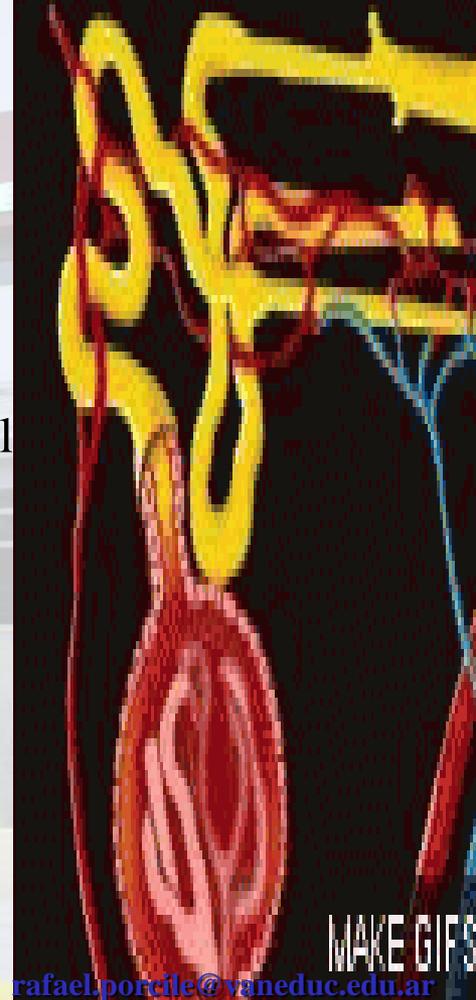
## □ Estructura:

### ■ Corpúsculo

- Glomérulo
- Cápsula de Bowman

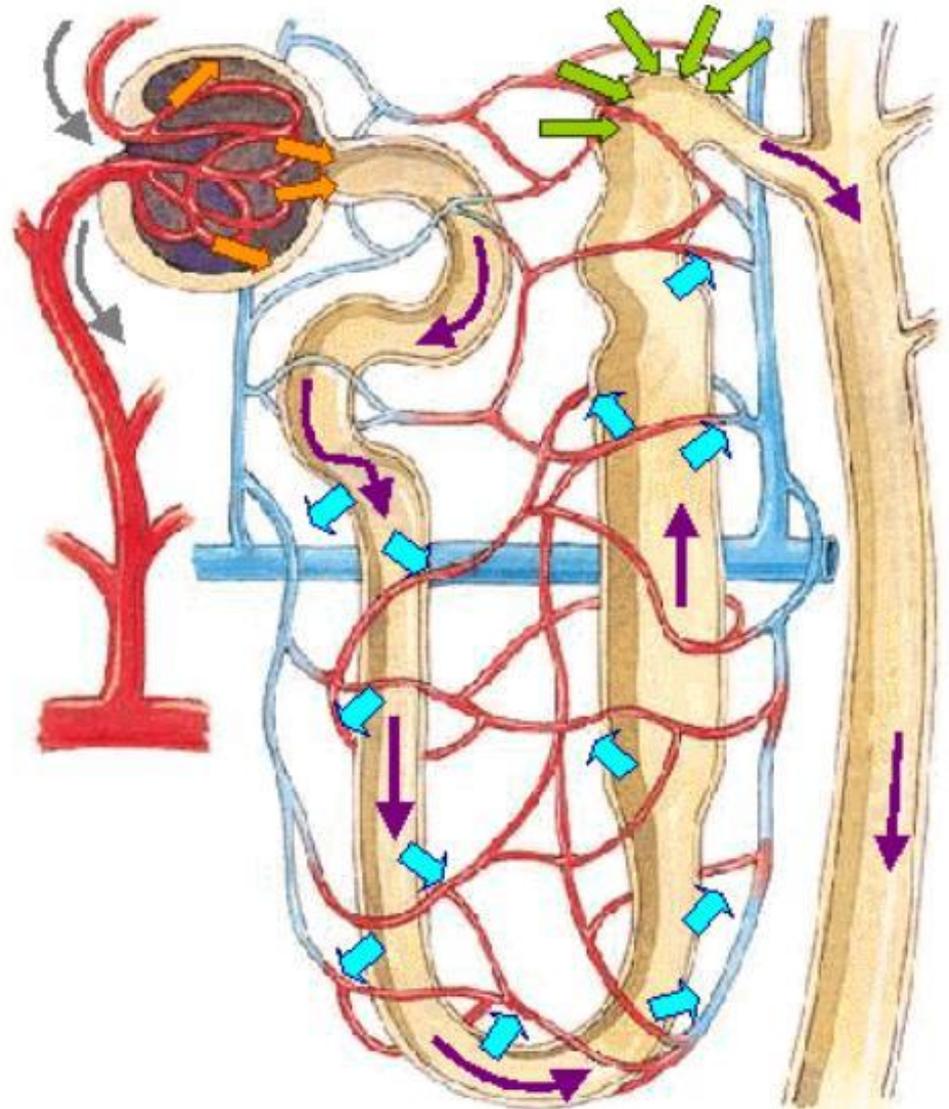
### ■ Túbulo

- T. Contorneado Proximal
- Asa de Henle
- T. Contorneado Distal
- T. Colector



## FORMACIÓN DE LA ORINA

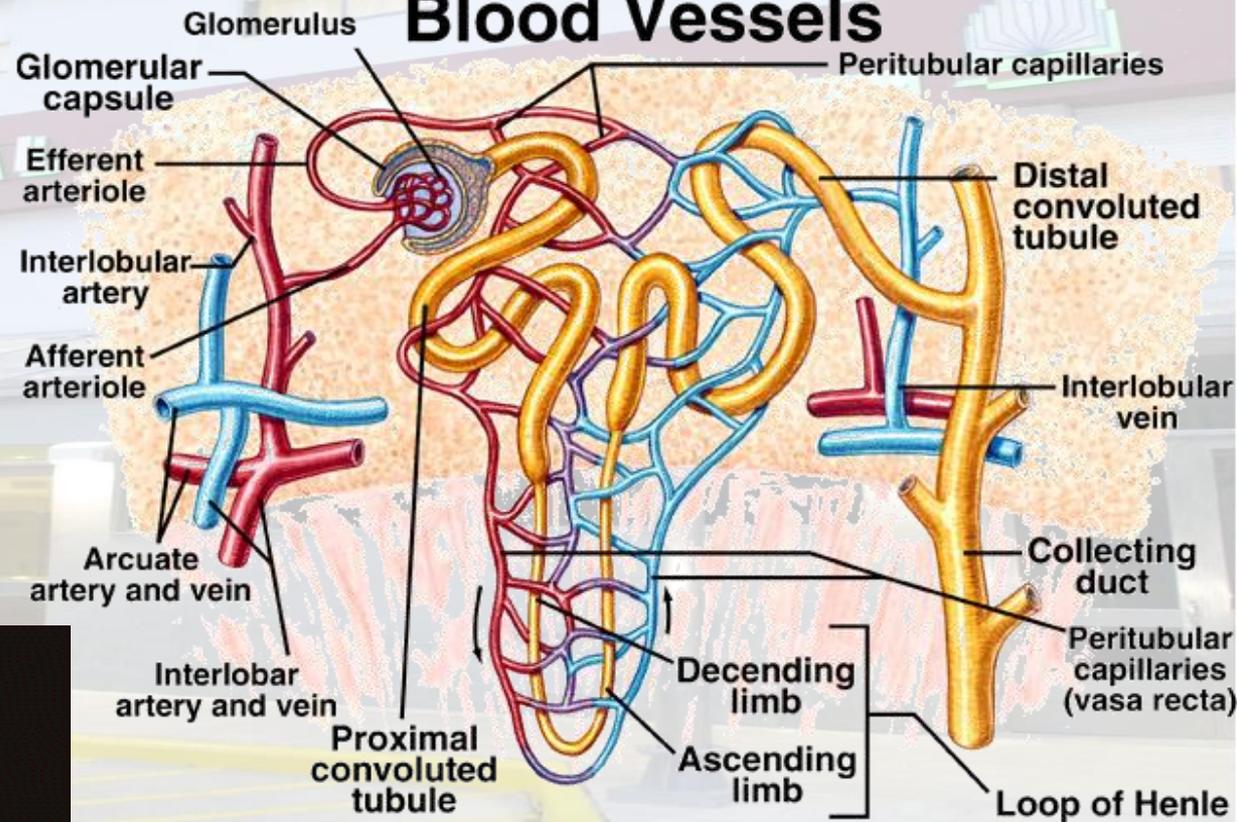
- A La sangre llega a la nefrona
- B Filtración en los capilares del glomérulo
- C Paso del líquido filtrado
- D Reabsorción de sustancias útiles
- E Secreción de sustancias de la sangre hacia el líquido filtrado



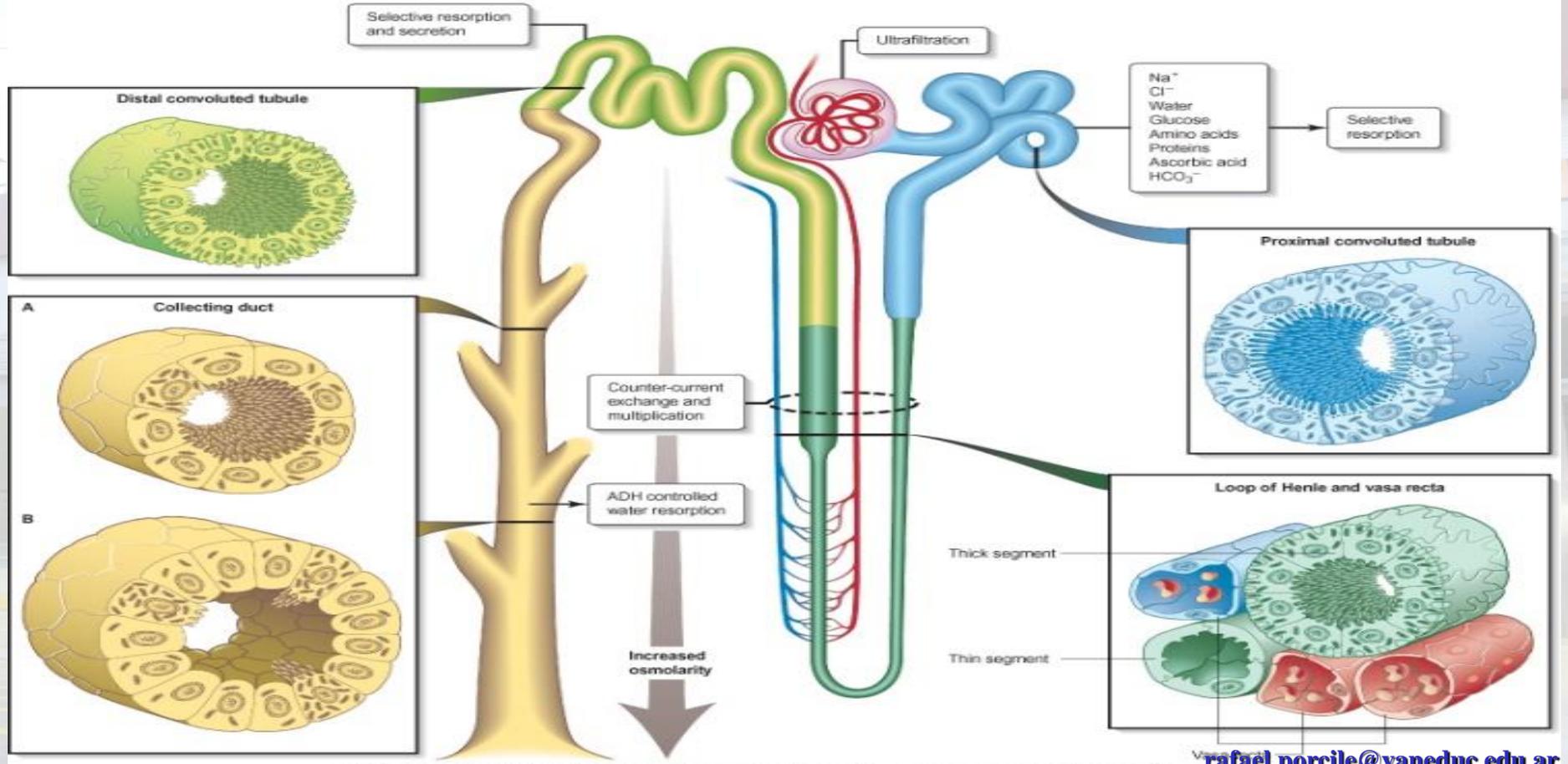
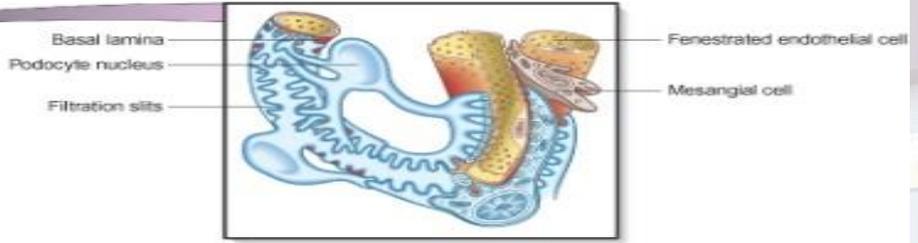
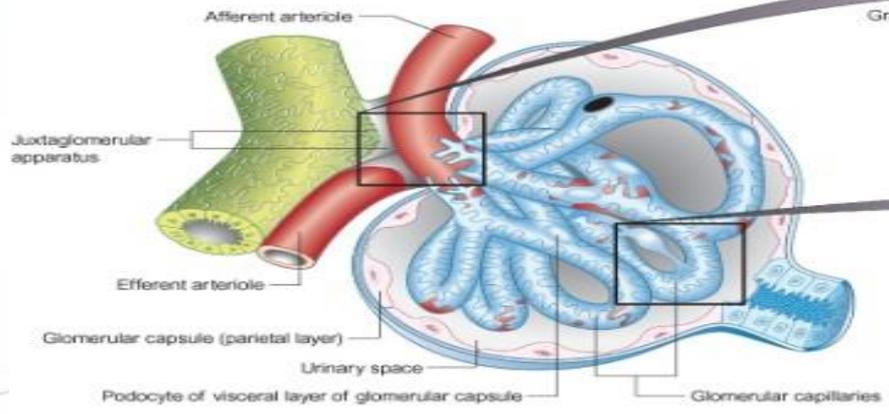
# Vasos sanguíneos renales

- Capilares peritubulares:
- Llevan sangre a los vasos rectos.
  - Nefronas yuxtamedulares.
- Llevan sangre a las venas .
  - Nefronas corticales.

## Nephron Tubules and Associated Blood Vessels



**RENAL CORPUSCLE**

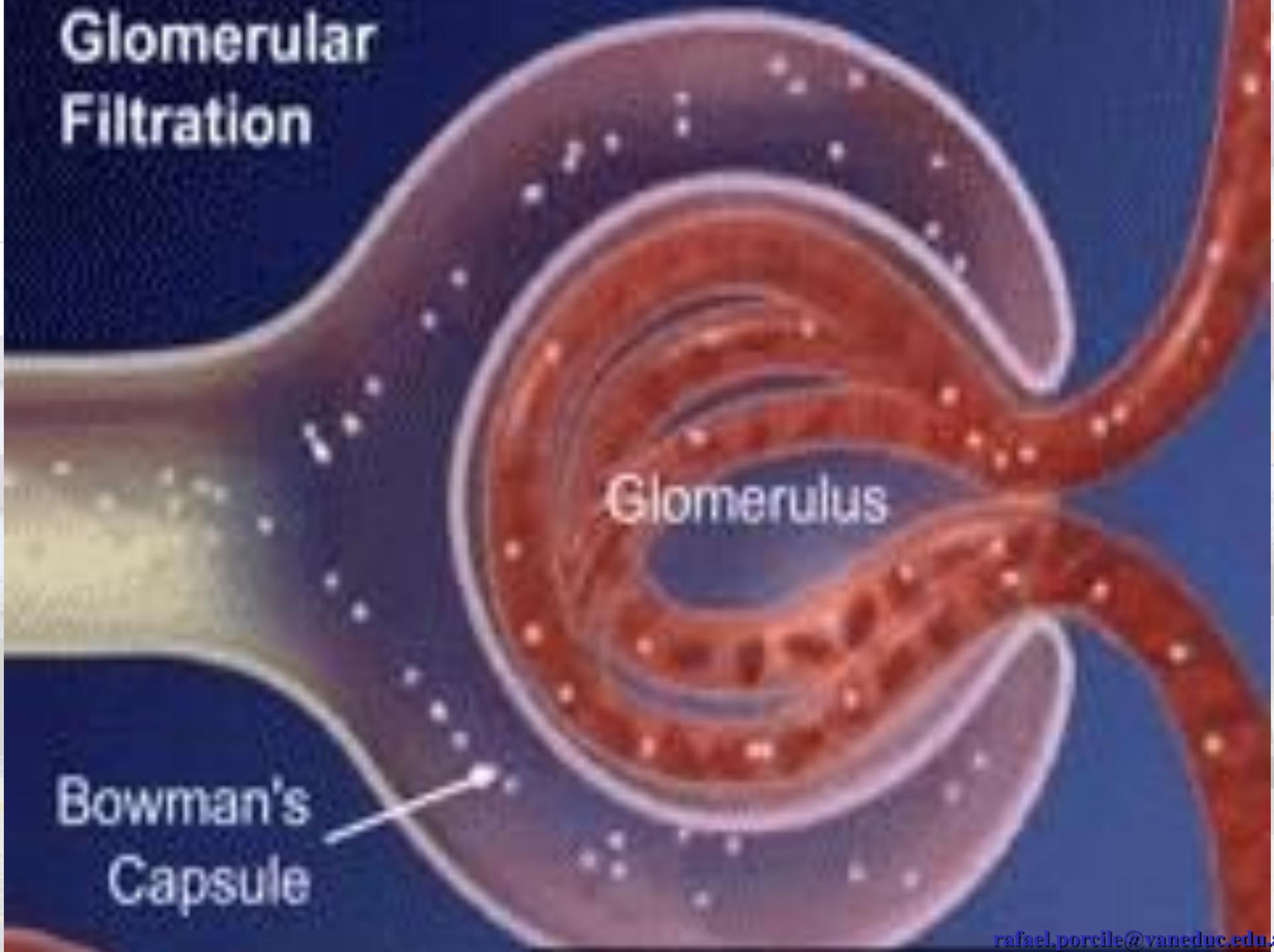


# El filtrado glomerular





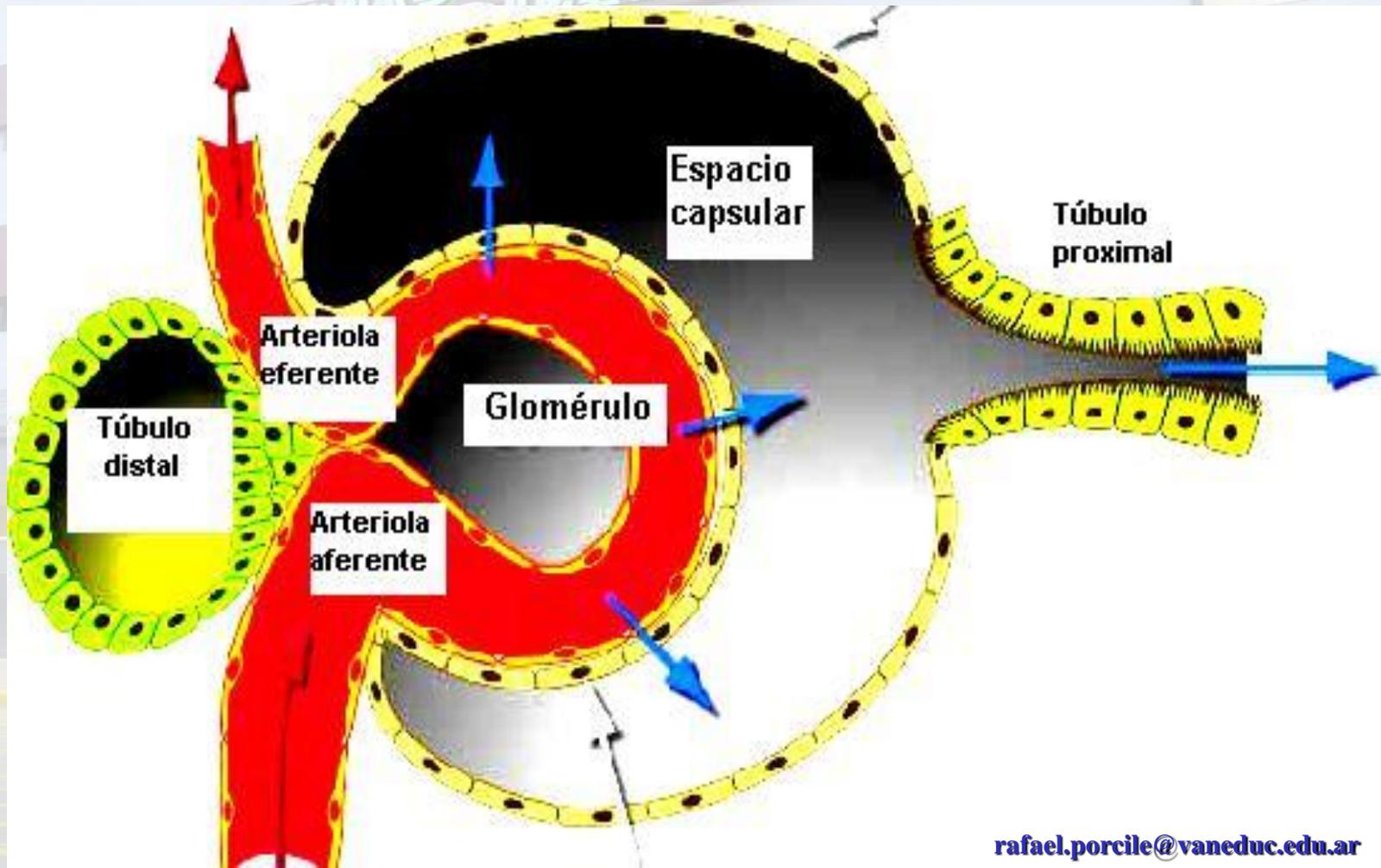
# Glomerular Filtration



Glomerulus

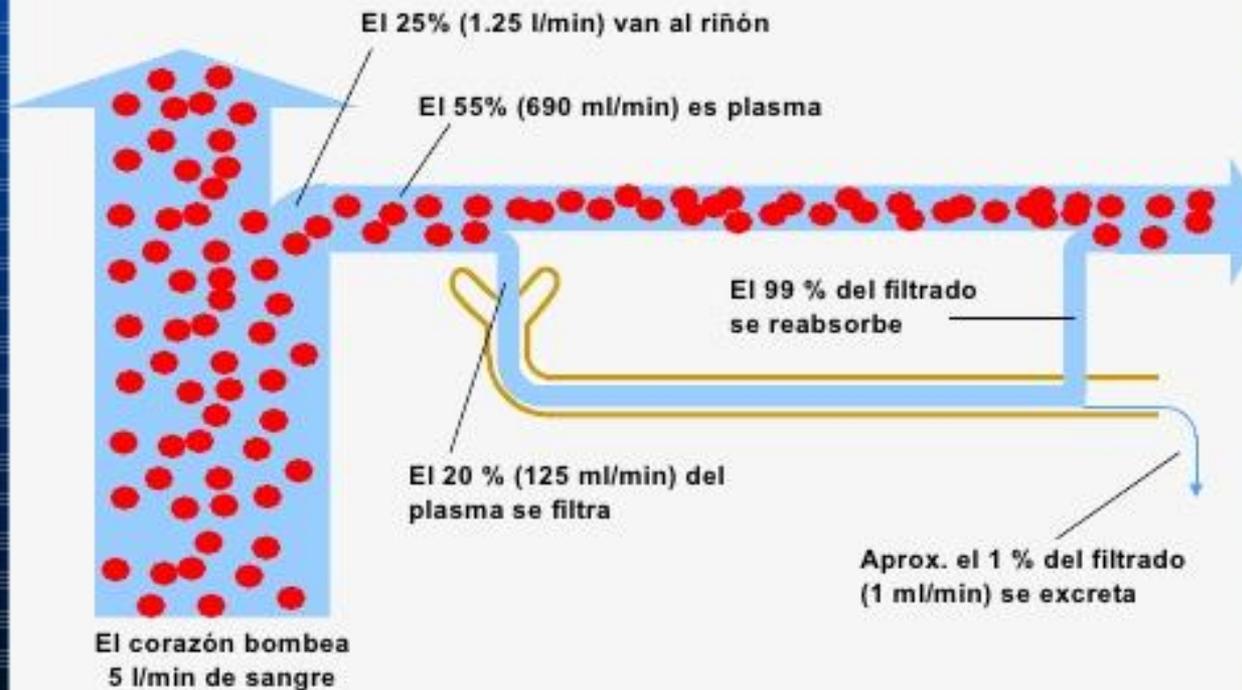
Bowman's Capsule

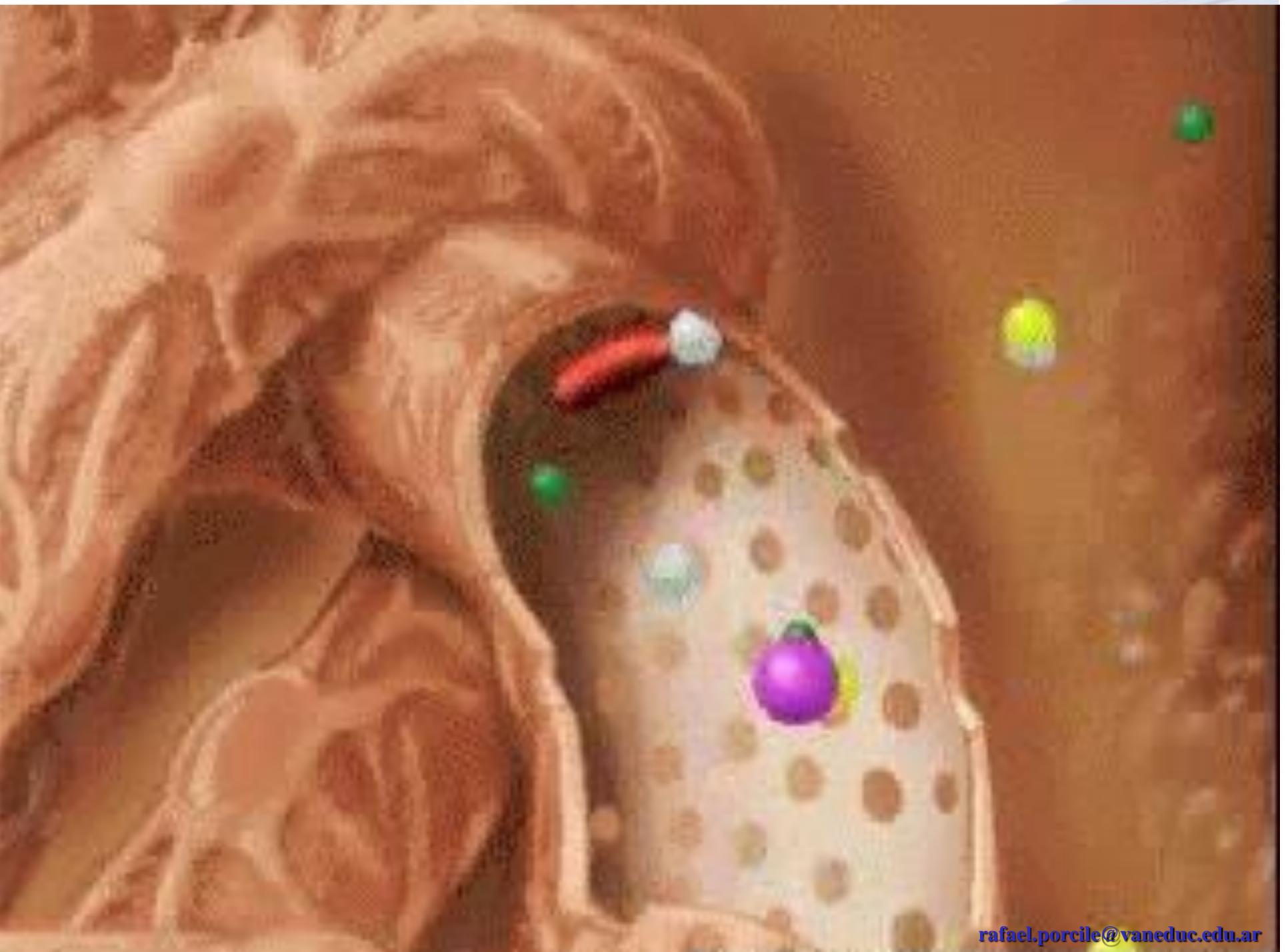




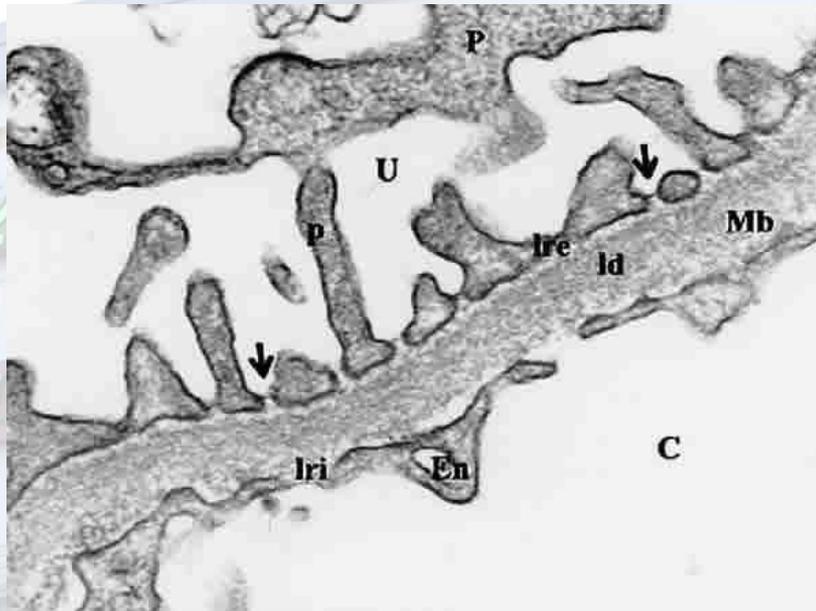
# Filtración glomerular

En el glomérulo renal se filtran 125 ml de líquido por minuto. Esto se denomina filtrado glomerular





# Barrera Hemato-Urinaria

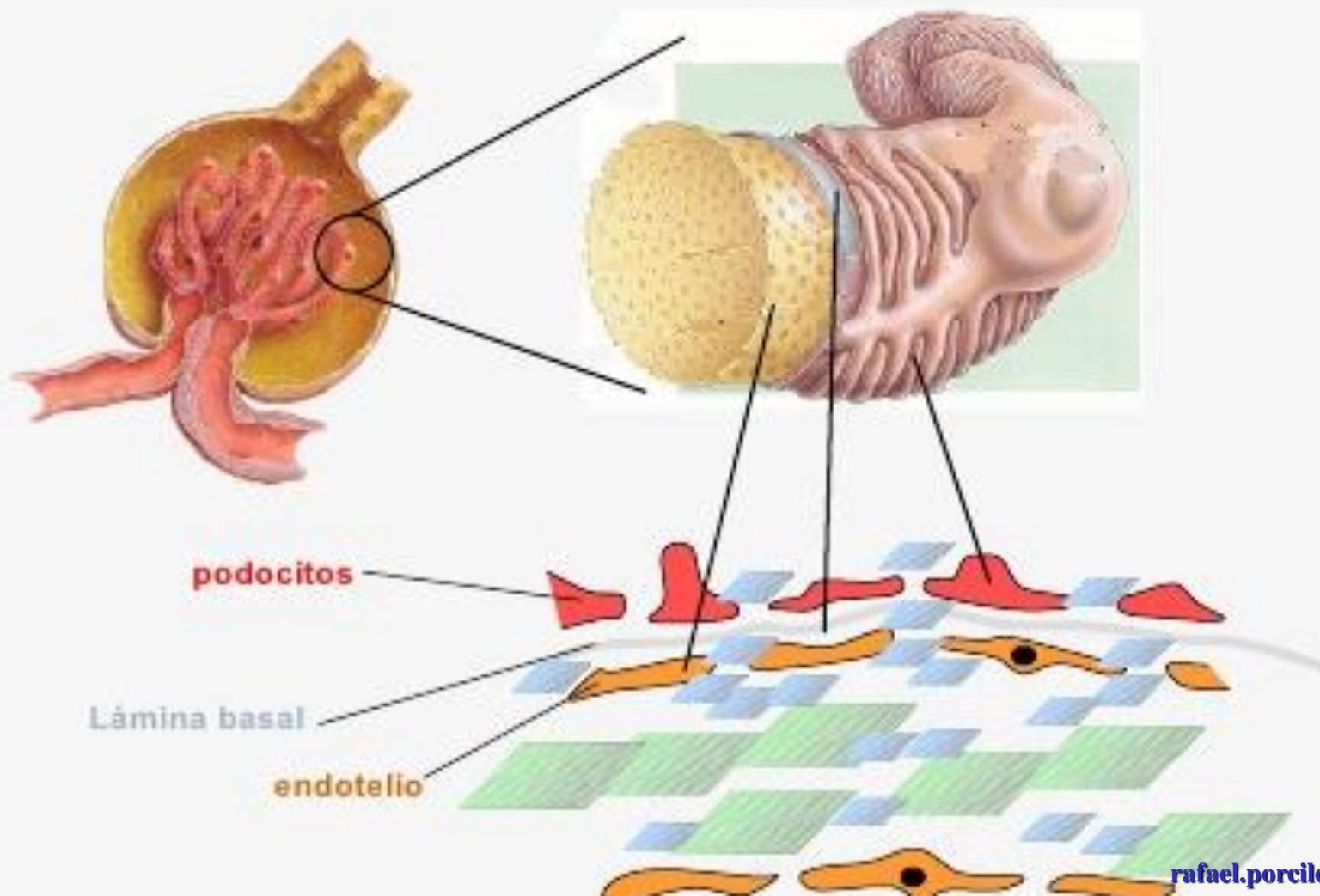


Capilar glomerular

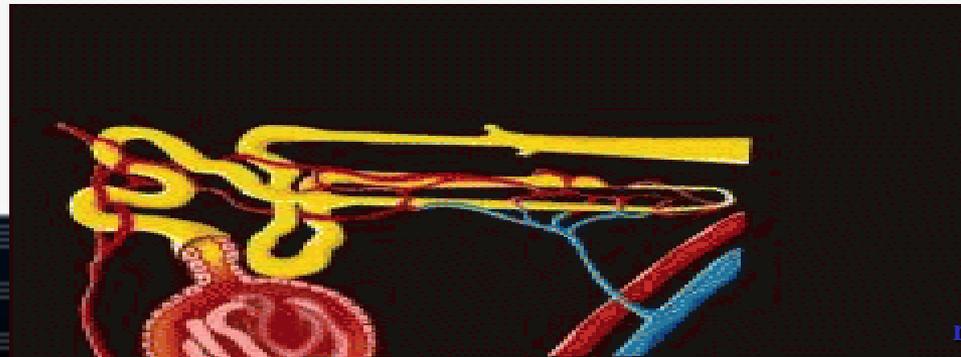
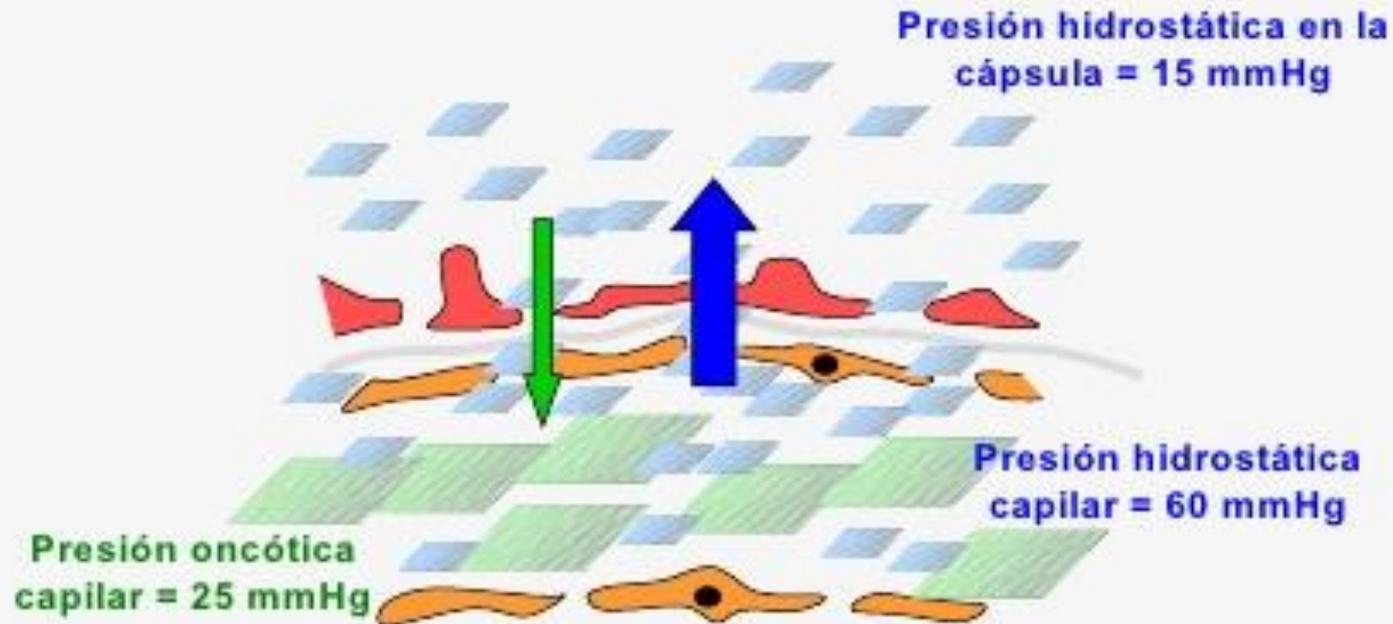
En endotelio, Mb  
membrana basa  
(ld lámina densa,  
Ire lámina rara  
externa, Iri lámina  
rara interna) P  
Podocito, p  
pedicelos, flechas  
diafragmas de las  
hendiduras de  
filtración, U  
espacio urinario.



La pared de los capilares glomerulares es muy permeable



La presión hidrostática capilar favorece la filtración, y la presión oncótica capilar la dificulta.



### PROXIMAL CONVOLUTED TUBULE

**Reabsorption** (into blood) of filtered:

Water	65% (osmosis)
Na <sup>+</sup>	65% (sodium-potassium pumps, symporters, antiporters)
K <sup>+</sup>	65% (diffusion)
Glucose	100% (symporters and facilitated diffusion)
Amino acids	100% (symporters and facilitated diffusion)
Cl <sup>-</sup>	50% (diffusion)
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	80–90% (facilitated diffusion)
Urea	50% (diffusion)
Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	variable (diffusion)

**Secretion** (into urine) of:

H <sup>+</sup>	variable (antiporters)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	variable, increases in acidosis (antiporters)
Urea	variable (diffusion)
Creatinine	small amount

At end of PCT, tubular fluid is still isotonic to blood (300 mOsm/liter).

### LOOP OF HENLE

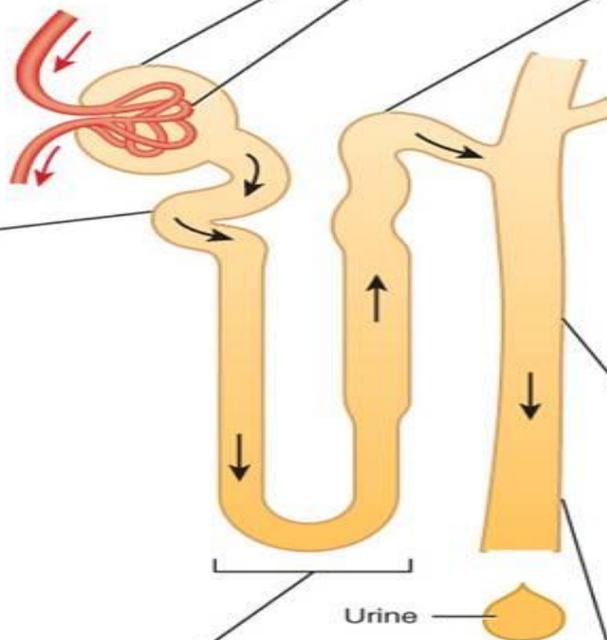
**Reabsorption** (into blood) of:

Water	15% (osmosis in descending limb)
Na <sup>+</sup>	20–30% (symporters in ascending limb)
K <sup>+</sup>	20–30% (symporters in ascending limb)
Cl <sup>-</sup>	35% (symporters in ascending limb)
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10–20% (facilitated diffusion)
Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	variable (diffusion)

**Secretion** (into urine) of:

Urea	variable (recycling from collecting duct)
------	---

At end of loop of Henle, tubular fluid is hypotonic (100–150 mOsm/liter).



### RENAL CORPUSCLE

**Glomerular filtration rate:**

105–125 mL/min of fluid that is isotonic to blood

**Filtered substances:** water and all solutes present in blood (except proteins) including ions, glucose, amino acids, creatinine, uric acid

### DISTAL CONVOLUTED TUBULE

**Reabsorption** (into blood) of:

Water	10–15% (osmosis)
Na <sup>+</sup>	5% (symporters)
Cl <sup>-</sup>	5% (symporters)
Ca <sup>2+</sup>	variable (stimulated by parathyroid hormone)

### PRINCIPAL CELLS IN LATE DISTAL TUBULE AND COLLECTING DUCT

**Reabsorption** (into blood) of:

Water	5–9% (insertion of water channels stimulated by ADH)
Na <sup>+</sup>	1–4% (sodium-potassium pumps)
Urea	variable (recycling to loop of Henle)

**Secretion** (into urine) of:

K <sup>+</sup>	variable amount to adjust for dietary intake (leakage channels)
----------------	---

Tubular fluid leaving the collecting duct is dilute when ADH level is low and concentrated when ADH level is high.

### INTERCALATED CELLS IN LATE DISTAL TUBULE AND COLLECTING DUCT

**Reabsorption** (into blood) of:

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (new)	variable amount, depends on H <sup>+</sup> secretion (antiporters)
Urea	variable (recycling to loop of Henle)

**Secretion** (into urine) of:

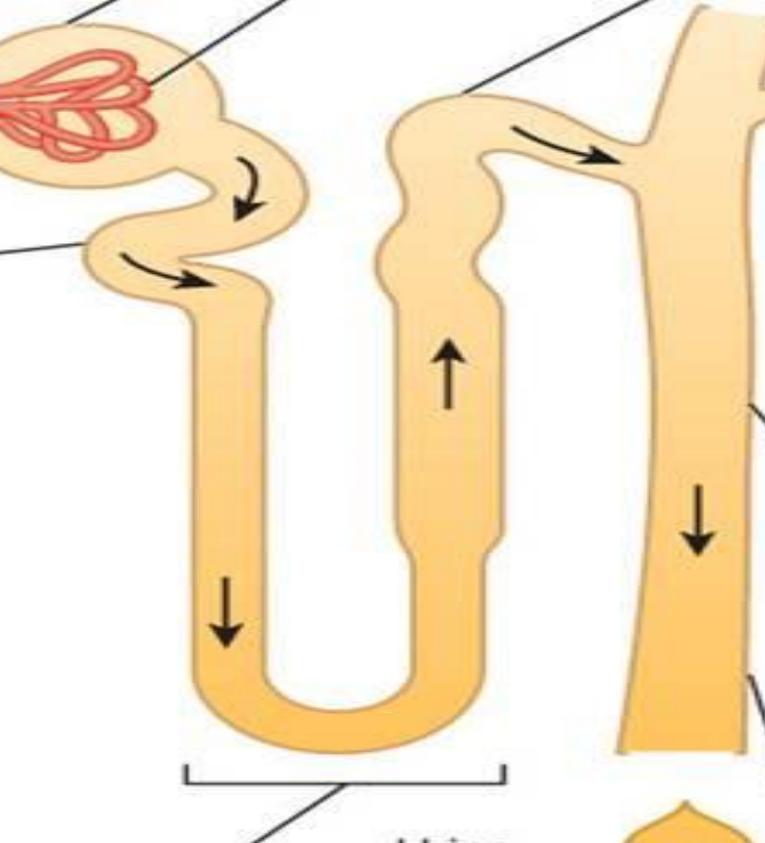
H <sup>+</sup>	variable amounts to maintain acid-base homeostasis (H <sup>+</sup> pumps)
----------------	---

## RENAL CORPUSCLE

### Glomerular filtration rate:

105–125 mL/min of fluid that is isotonic to blood

**Filtered substances:** water and all solutes present in blood (except proteins) including ions, glucose, amino acids, creatinine, uric acid



# Osmolaridad

---

- ◆ Es la concentración de solutos en una solución.
- ◆ Los principales solutos del líquido extracelular son: **sodio y aniones acompañantes ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ )**.
- ◆ Los principales solutos del líquido intracelular son: **potasio y ésteres de fosfato orgánico**.
- ◆ Estos solutos son los que proporcionan la osmolaridad efectiva en cada compartimiento.
- ◆ Se expresa en miliosmoles por litro de agua (mosm/L).

# Osmolaridad

- Osmoles efectivos:

- Sodio
- Cloro
- Potasio
- Glucosa

- No efectivos
- BUN

- Osmolaridad plasmática =  $2 (\text{sodio}) + (\text{glucosa}/18) + \text{BUN}/2.8$

- Osmolaridad eficaz =  $2 (\text{sodio}) + (\text{glucosa} / 18)$

- Osmolaridad = 280-290 mOsm

- Estado hiperosmolar  $>320$

Isotónico

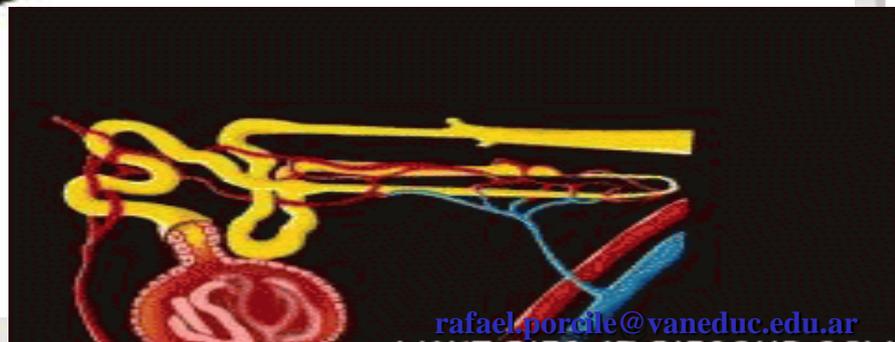
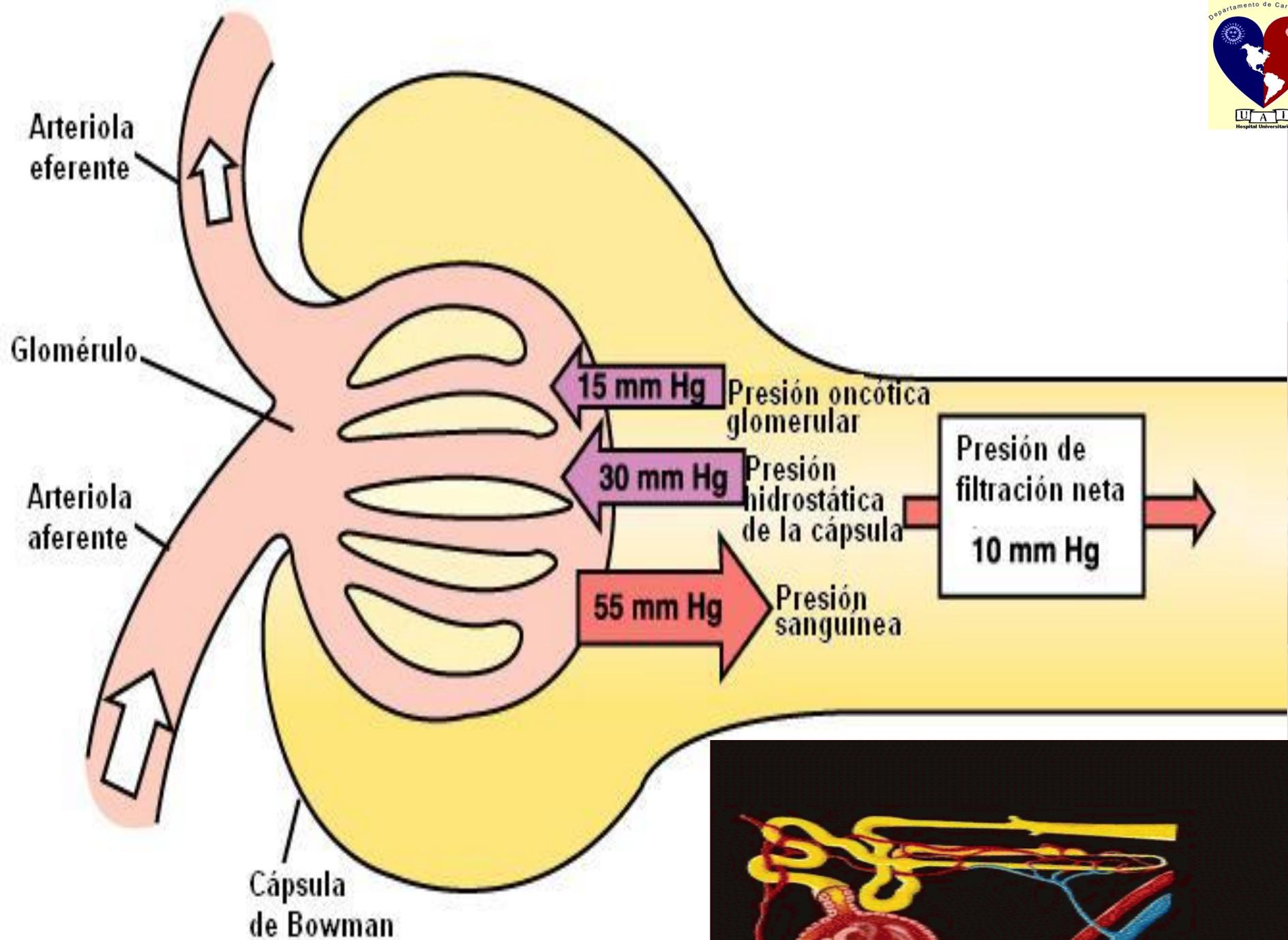
Presión  
osmótica  
igual que el  
plasma

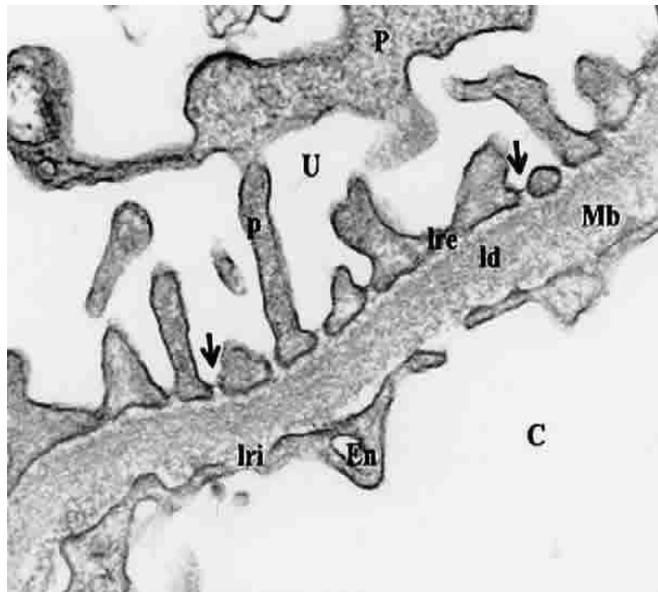
Hipertónico

Presión  
osmótica  
mayor que  
el plasma

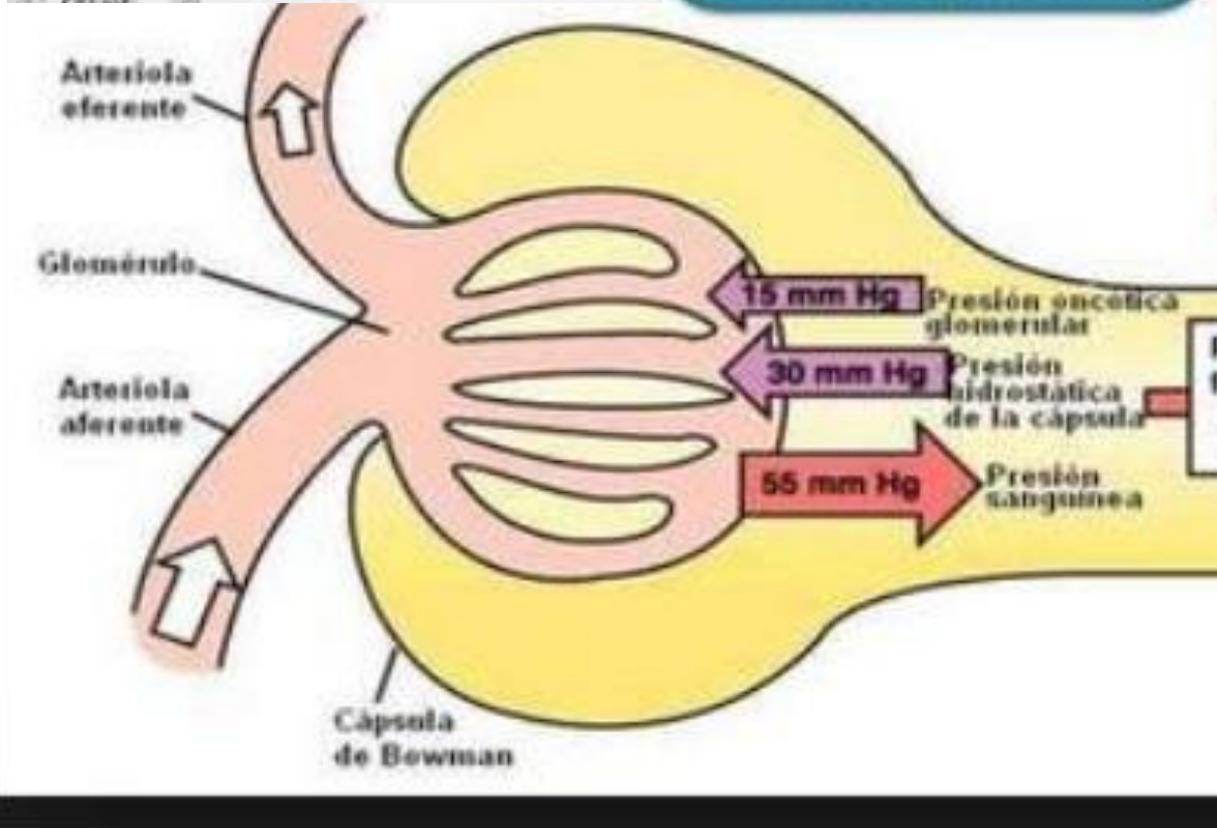
Hipotónico

Presión  
osmótica  
menor que  
el plasma





La concentración de proteína del líquido tubular es baja (menor de 2-5 mg X 100 ml) comparada a la del plasma (6-6 gr X 100 ml)



## DEFINICION

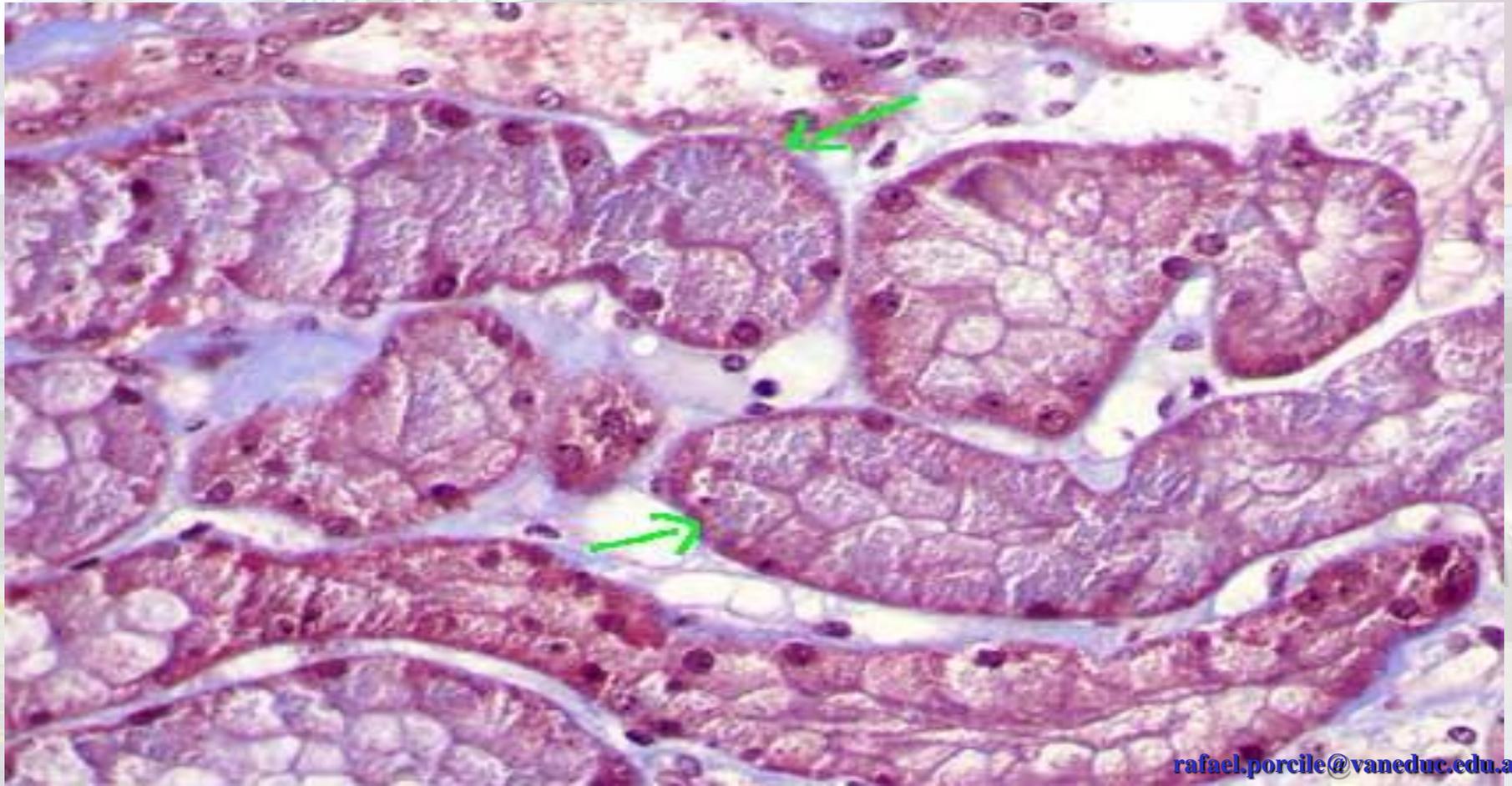
□ PROTEINURIA ES LA PRESENCIA DE PROTEINAS EN LA ORINA, YA SEA POR CAUSAS FISIOLÓGICAS O PATOLÓGICAS

□ VALOR NORMAL

□ ADULTOS 150mg/ día

□ NIÑOS 140mg/ m<sup>2</sup>/ día  
4 mg/m<sup>2</sup> /h

# Proteinuria





# REGULACIÓN DE FLUJO PLASMÁTICO RENAL

SENORGIF.COM



## Mecanismo locales :regulación intrínseca

### Factores metabólicos:

#### feedback túbulo-glomerular

El aumento de la concentración de Cloruro (posiblemente también de sodio) en el túbulo distal genera una señal que produce vasoconstricción arteriolar aferente. La reducción de la concentración de cloruro genera una señal en sentido opuesto.

#### Endotelio óxido nítrico y endotelina

Autorregulación (respuesta miógena) una vasodilatación arteriola aferente frente a la reducción de la presión y una vasoconstricción frente al aumento de la presión de perfusión.

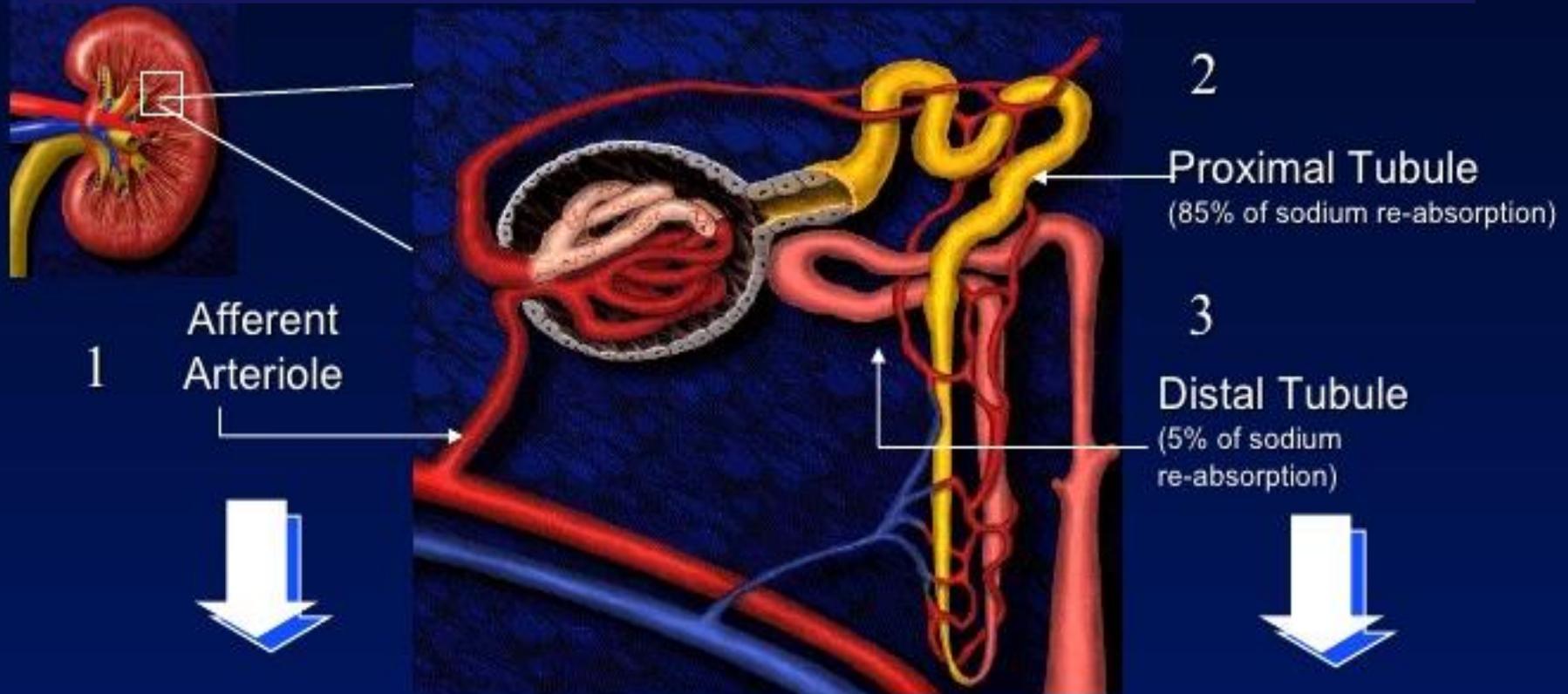
## Mecanismos sistémicos:regulación extrínseca

Nerviosos El tono basal simpático es mínimo, por lo que dichos vasos se encuentran dilatados en reposo. El incremento de la actividad simpática supone incremento del tono y disminución del FPR

Humorales Vasoconstricción renal:, AII ADH , Adr, NAdr, TxA2. Adenosina

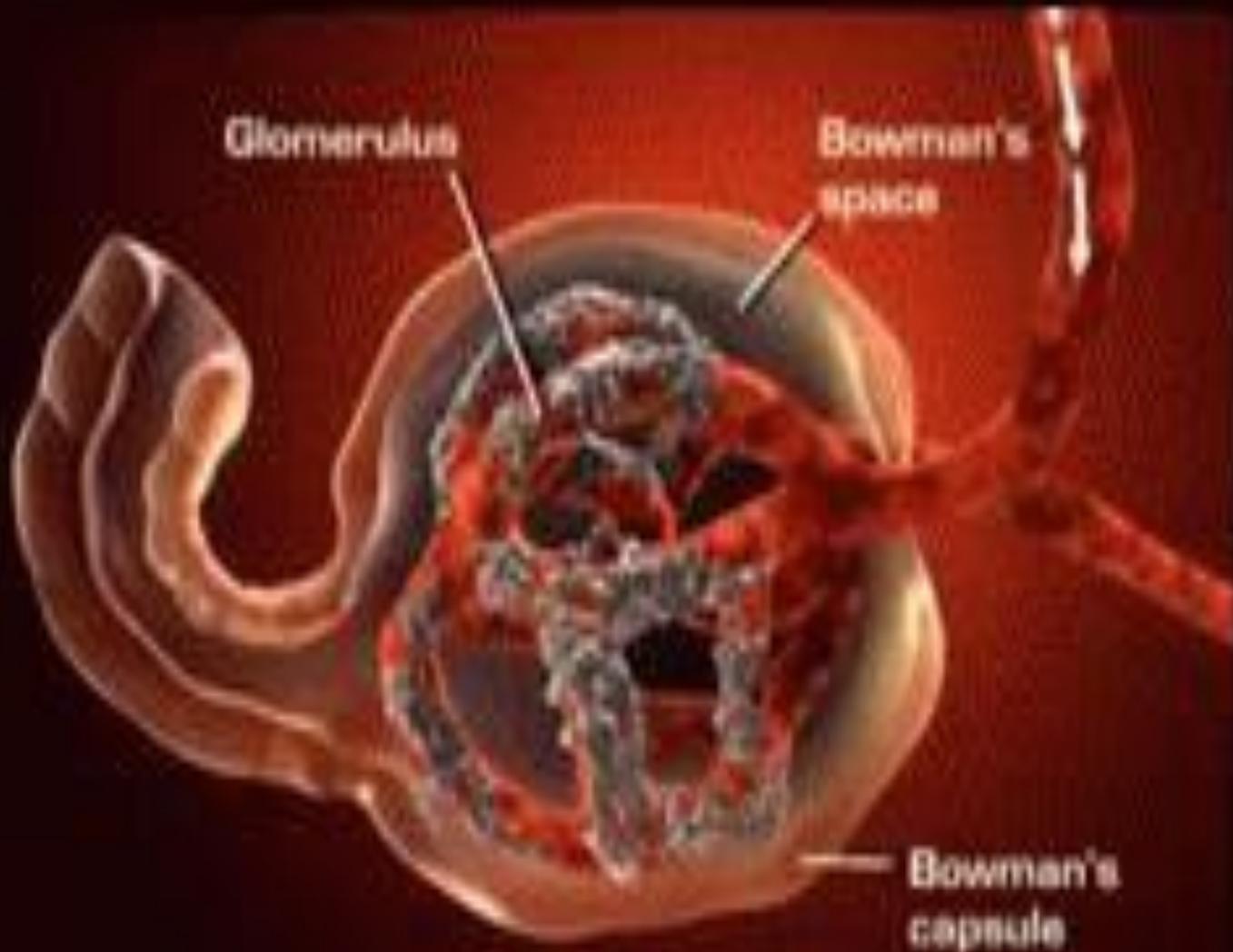
# Mechanism of Action: Adenosine A<sub>1</sub> Receptor Blocker

La adenosina condiciona la vasodilatación de la arteriola aferente modificando el flujo plasmático renal

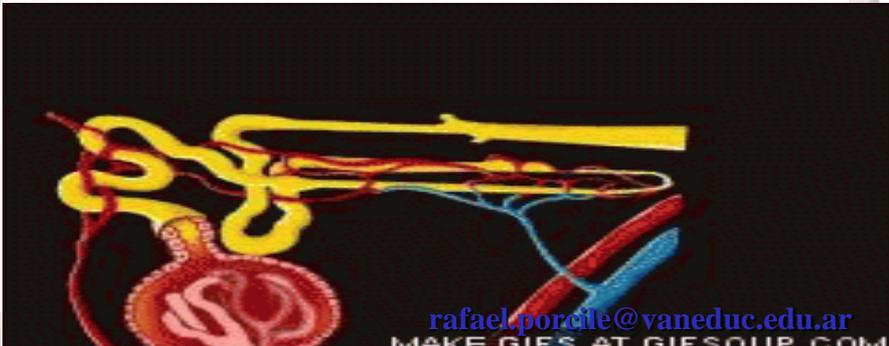
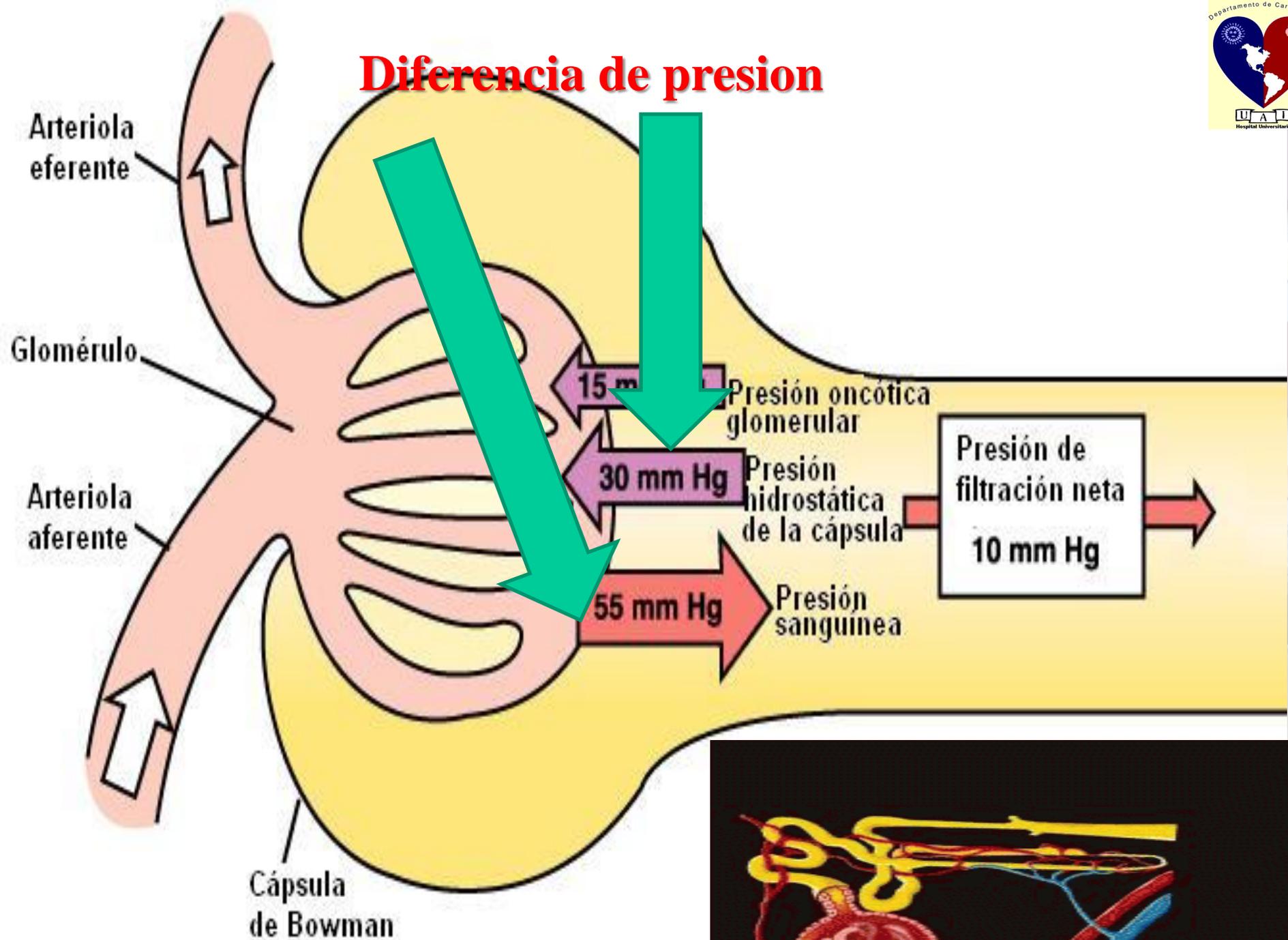


*Improves renal function*

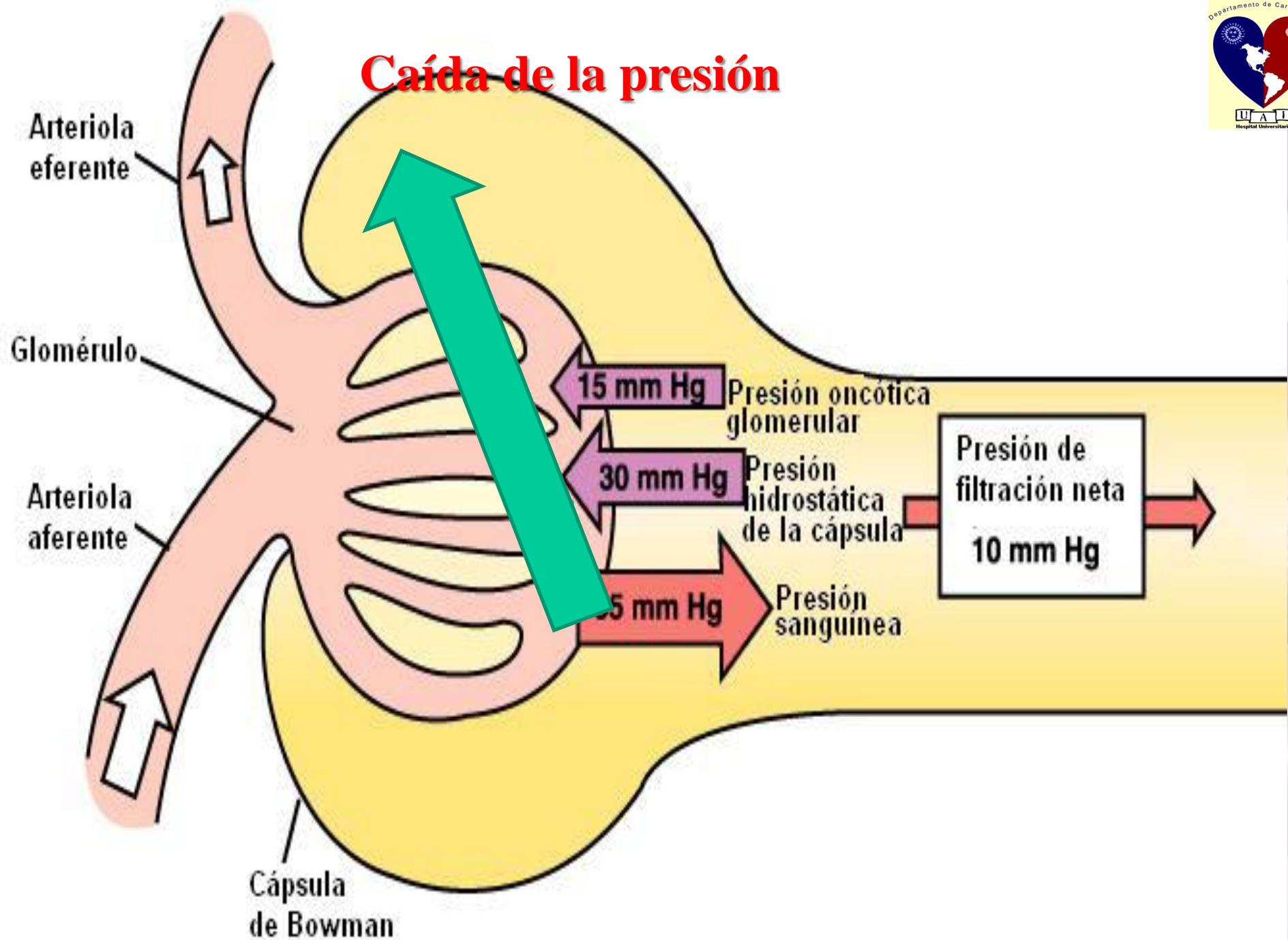
*Promotes K<sup>+</sup> neutral natriuresis*



# Diferencia de presión

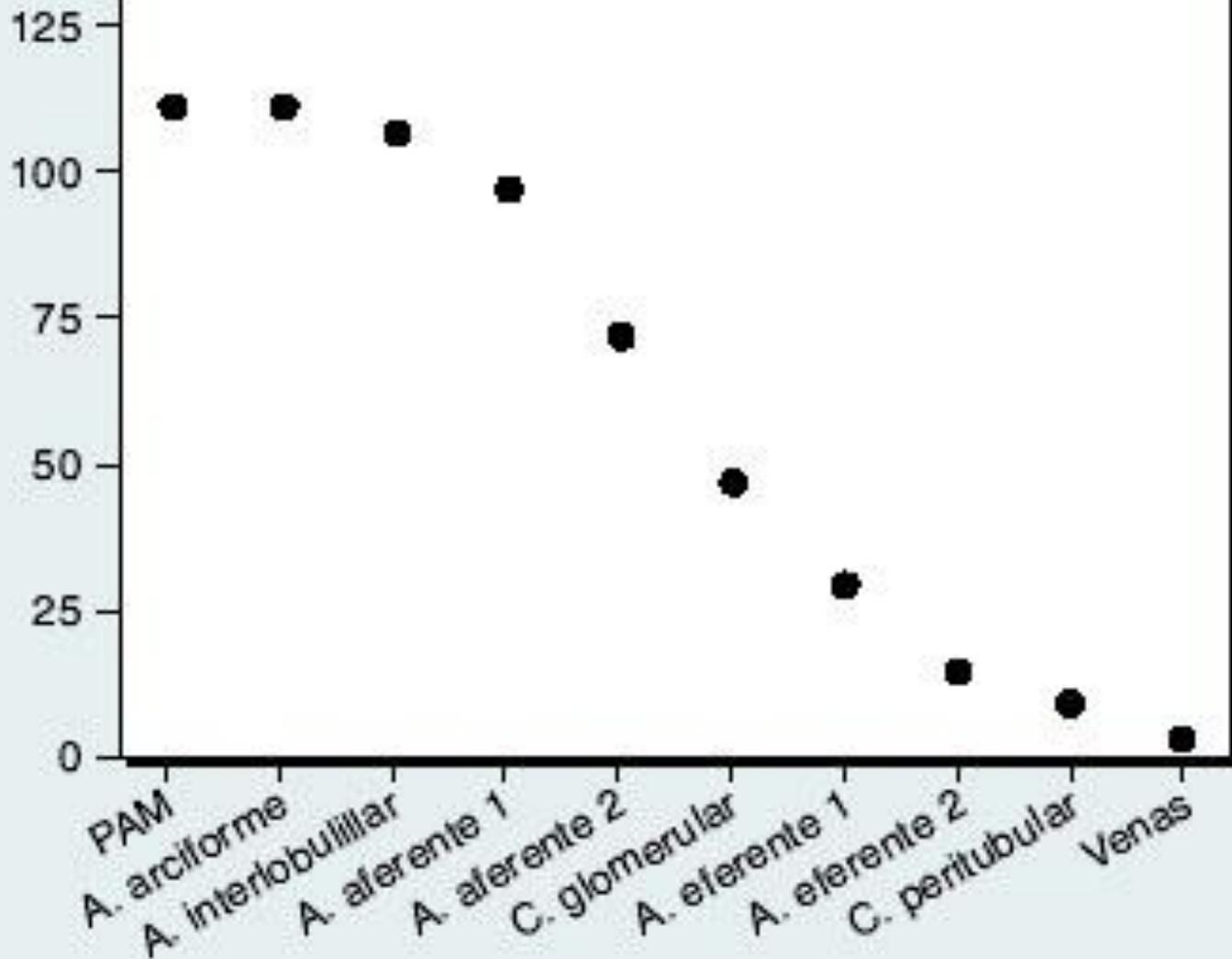


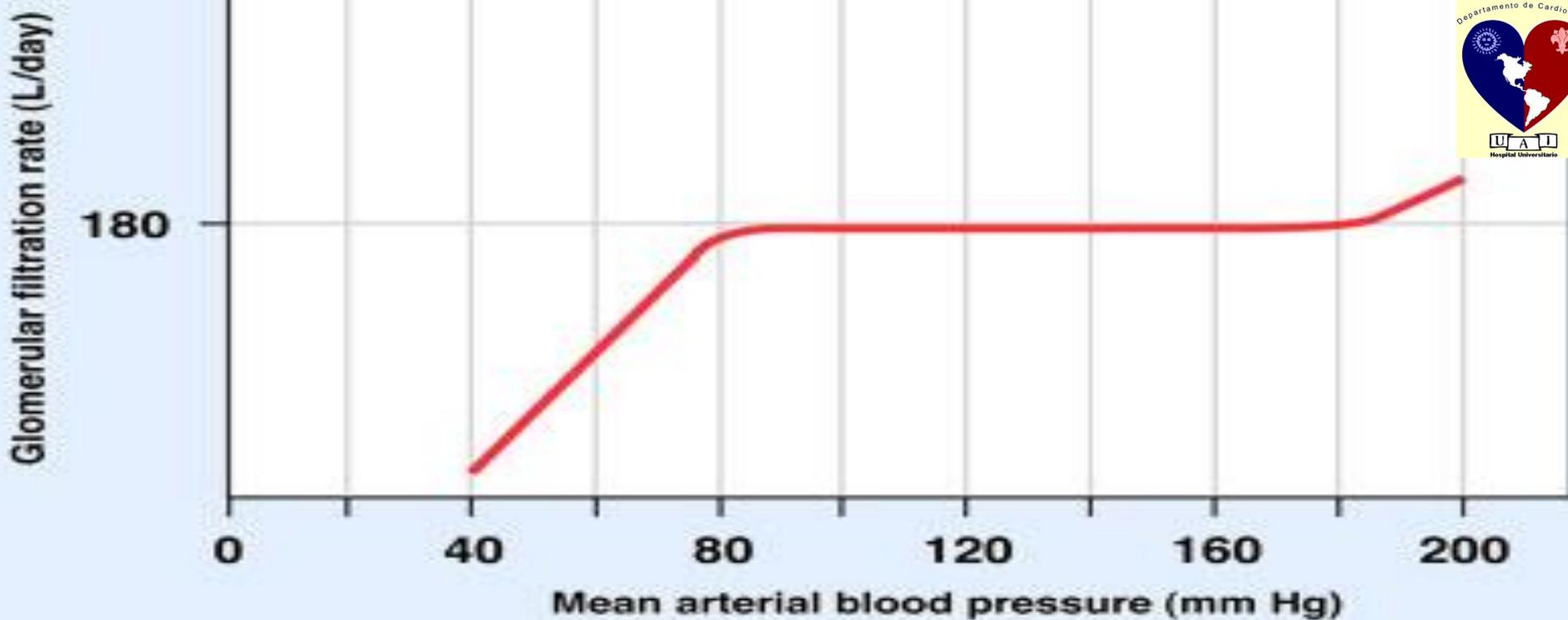
# Caída de la presión



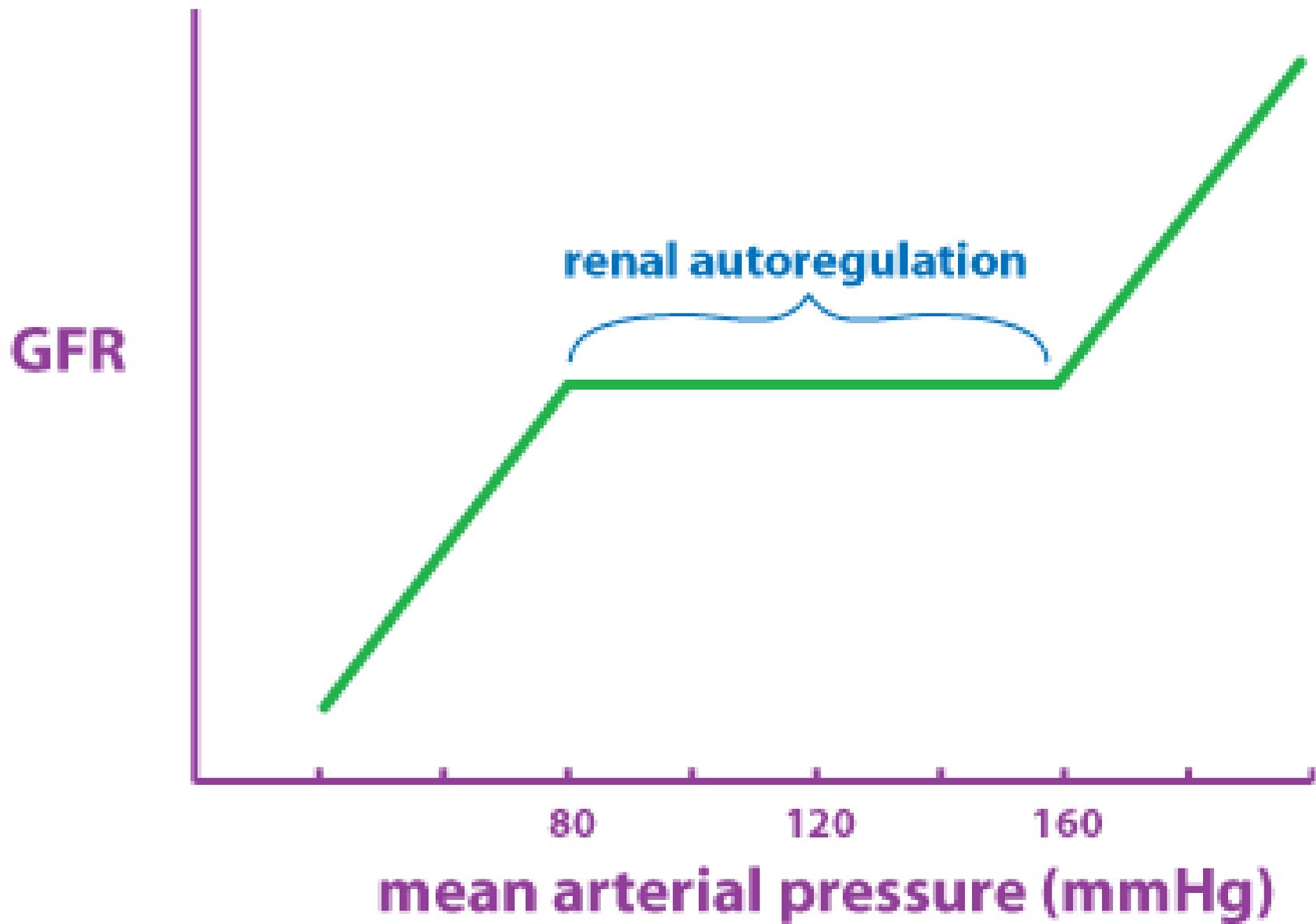
PRESIÓN  
mm Hg

## PRESIÓN EN LA VASCULATURA RENAL





**CUALQUIER INTERVENCIÓN TERAPEUTICA QUE LLEVE LA TAM POR DEBAJO DE 80 O POR ENCIMA DE 180 CONDICIONA EL FILTRADO GLOMERULAR . TAM INFERIOR A 50 INTERRUMPE EL FILTRADO GLOMERULAR**





# Factores condicionantes filtrado glomerular

**Un fluido se desplaza  
de una zona de mayor  
presión a una de  
menor presión**

**¿Es el volumen  
minuto  
cardíaco la  
única variable?**

# Jean Léonard Marie Poiseuille



# La ley de Poiseuille

$\Delta P$  es la caída de presión

$L$  es la longitud del tubo

$\mu$  es la viscosidad dinámica

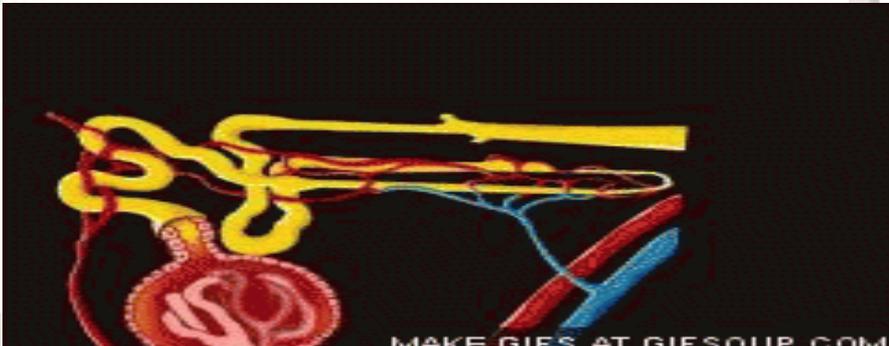
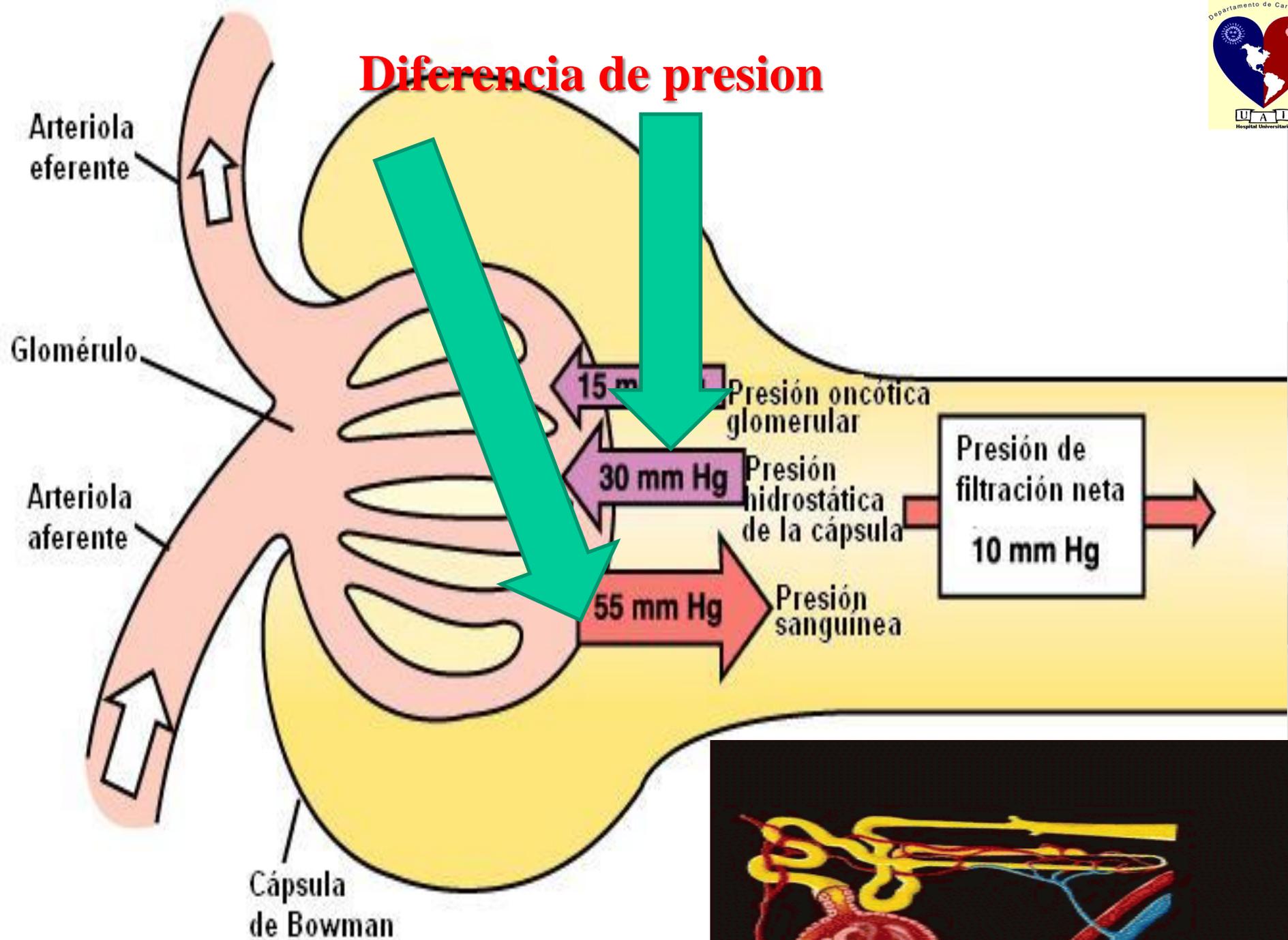
$Q$  es la tasa volumétrica de flujo

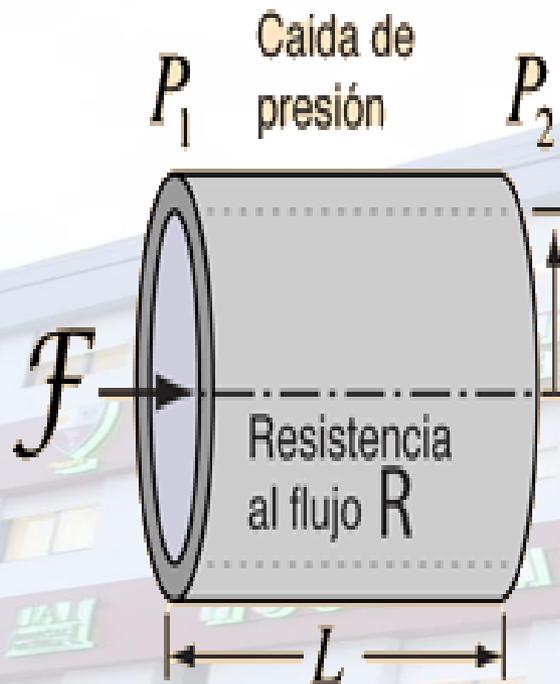
$r$  es el radio

$\pi$  es pi

$$\Delta P = \frac{8\mu L Q}{\pi r^4}$$

# Diferencia de presión





Supóngase que el caudal original es de  $100^3 \text{ cm}^3/\text{seg}$ .  
 Los efectos del cambio en los parámetros son como sigue:

- \* Doble longitud  $\Rightarrow$  50  $\text{ cm}^3/\text{seg}$
- Doble viscosidad  $\Rightarrow$  50  $\text{ cm}^3/\text{seg}$
- Doble presión  $\Rightarrow$  200  $\text{ cm}^3/\text{seg}$
- Doble radio  $\Rightarrow$  1600  $\text{ cm}^3/\text{seg}$**

$$\mathcal{R} = \frac{8\eta L}{\pi r^4} \text{ donde } \eta = \text{viscosidad}$$

\* Con los otros parámetros mantenidos en sus valores originales

$$\text{Caudal} = \mathcal{F} = \frac{P_1 - P_2}{\mathcal{R}} = \frac{\pi(\text{Diferencia de presión})(\text{radio}^4)}{8(\text{viscosidad})(\text{longitud})}$$

**¡Con un 19% de aumento en el radio, se doblará el caudal!**

$$\Delta P = \frac{8\mu LQ}{\pi r^4}$$

Q es solo

un factor mas



# No alcanza con la hipótesis del volumen minuto

Volumen minuto  
10000 L/min

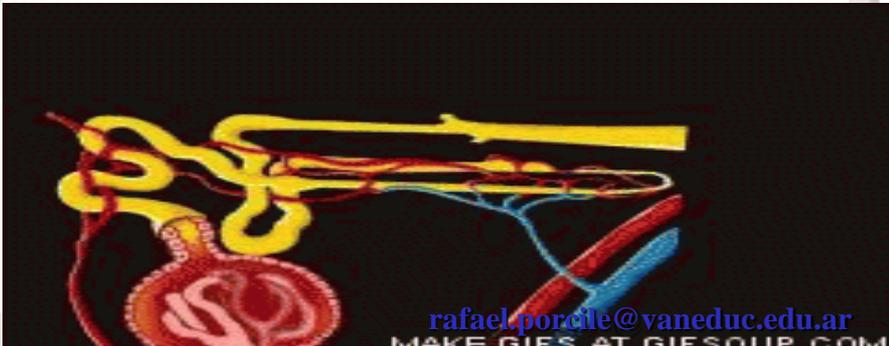
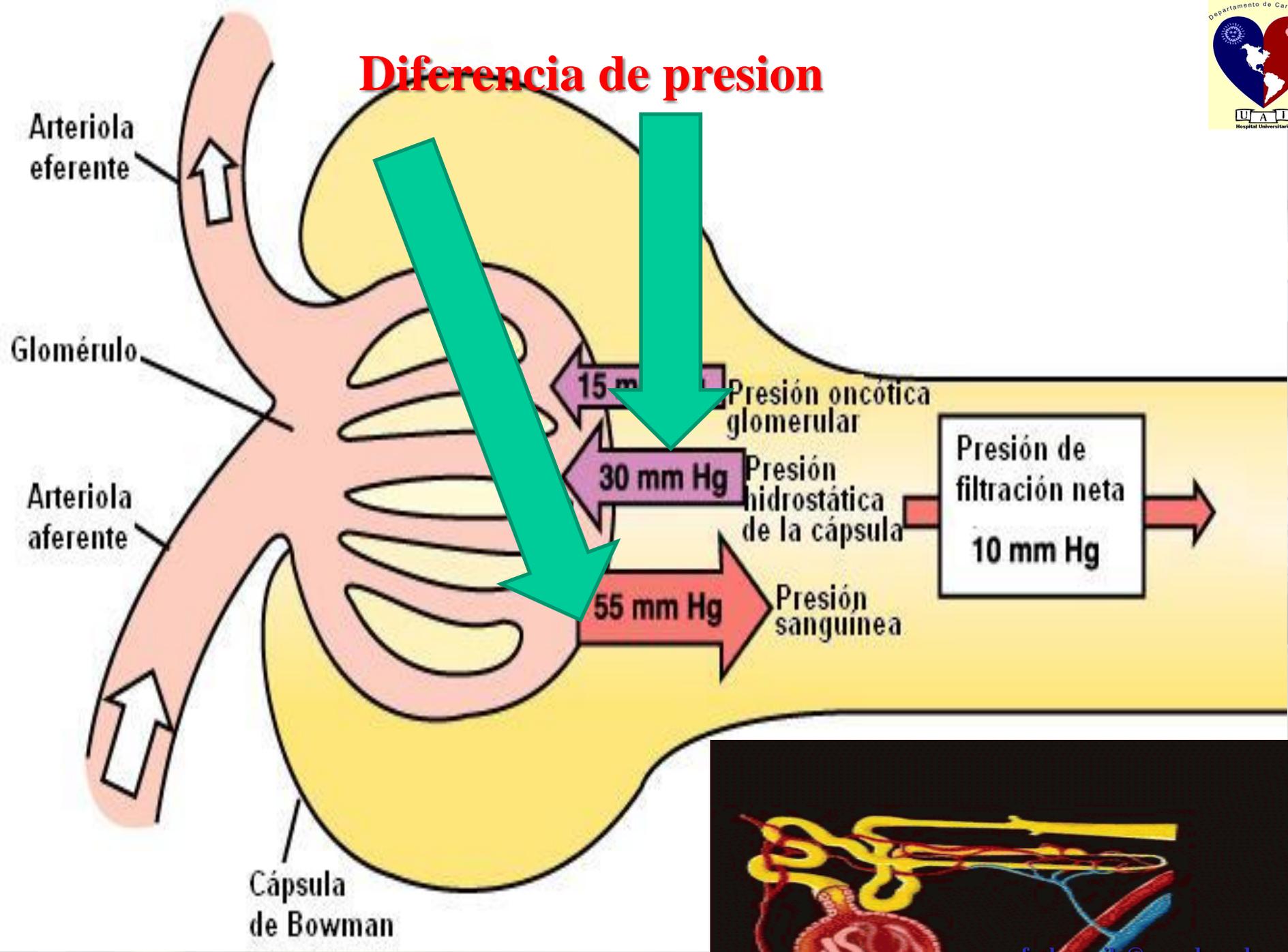
**Un fluido se desplaza**

**Por diferencia  
de presiones**

**Y la diferencia de presión no  
solo depende del volumen  
minuto**



# Diferencia de presión

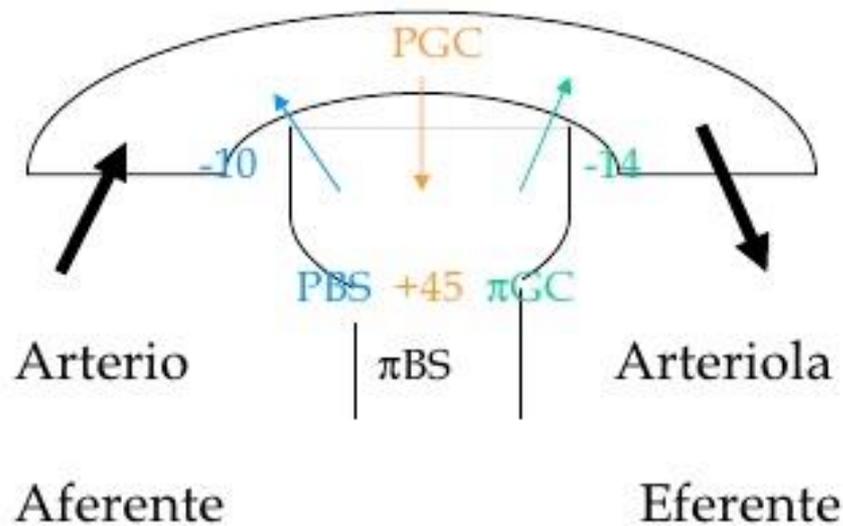


# PRESIONES DE STARLING

$$TFG = K[(PGC + \pi BS) - (PBS + \pi GC)]$$

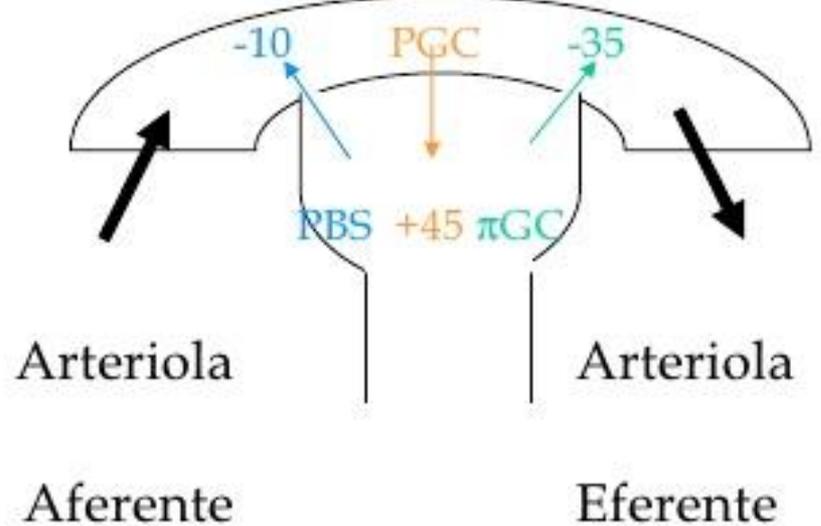
Filtración Neta

Pr. Neta = 15-16 mmHg



Equilibrio de Filtración

Pr. Neta = 0 mmHg

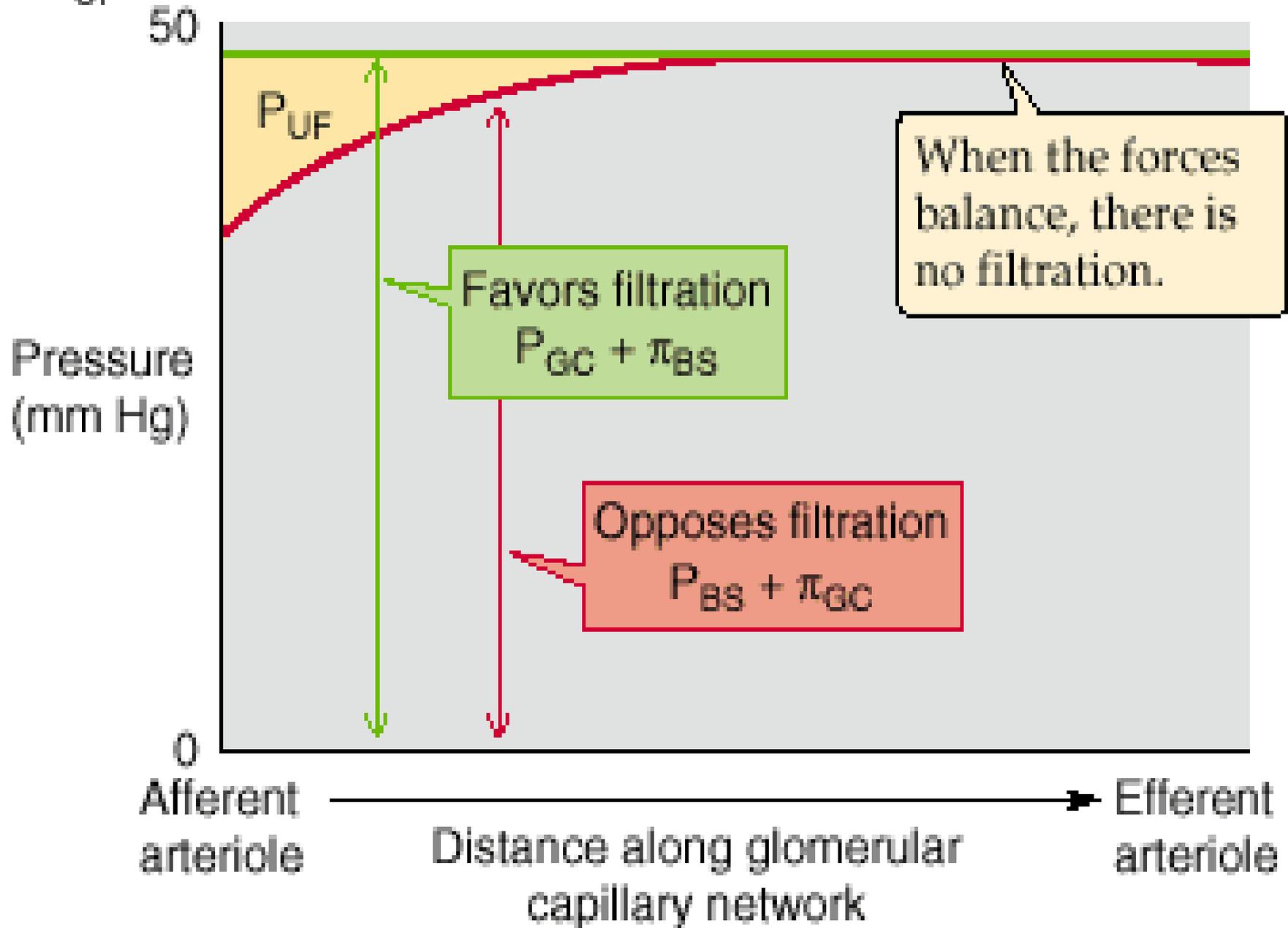


**PGC** = Presión Hidrostática de los capilares glomerulares

**PBS** = Presión Hidrostática de la Cápsula de Bowman

**πGC** = Presión Oncótica de los capilares glomerulares

# C $P_{UF}$ ALONG THE GLOMERULAR CAPILLARIES

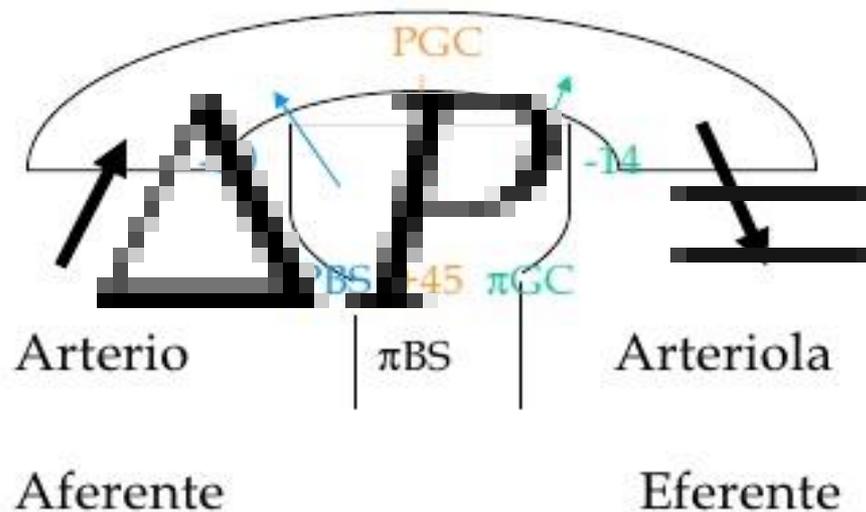


# PRESIONES DE STARLING

$$TFG = K[(PGC + \pi BS) - (PBS + \pi GC)]$$

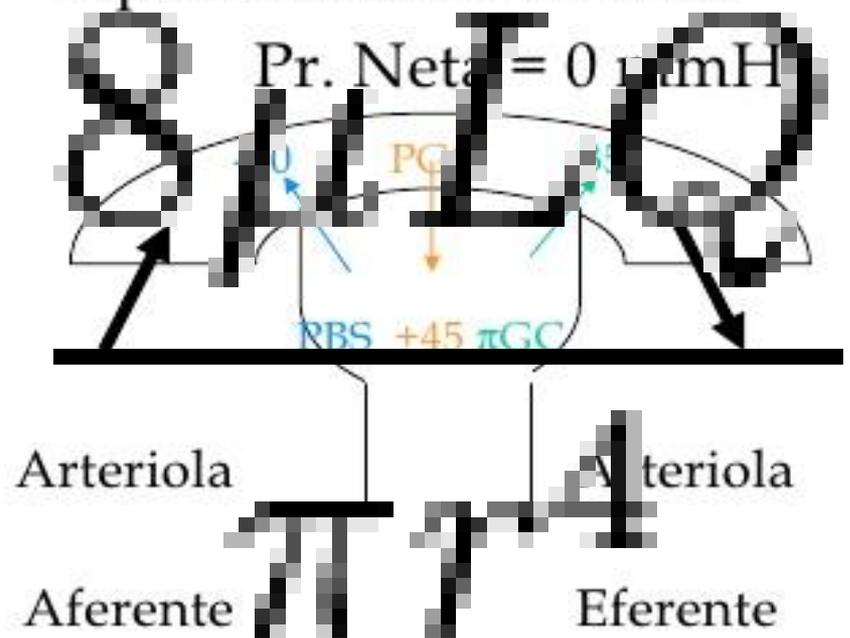
Filtración Neta

Pr. Neta = 15-16 mmHg



Equilibrio de Filtración

Pr. Neta = 0 mmHg



**PGC** = Presión Hidrostática de los capilares glomerulares

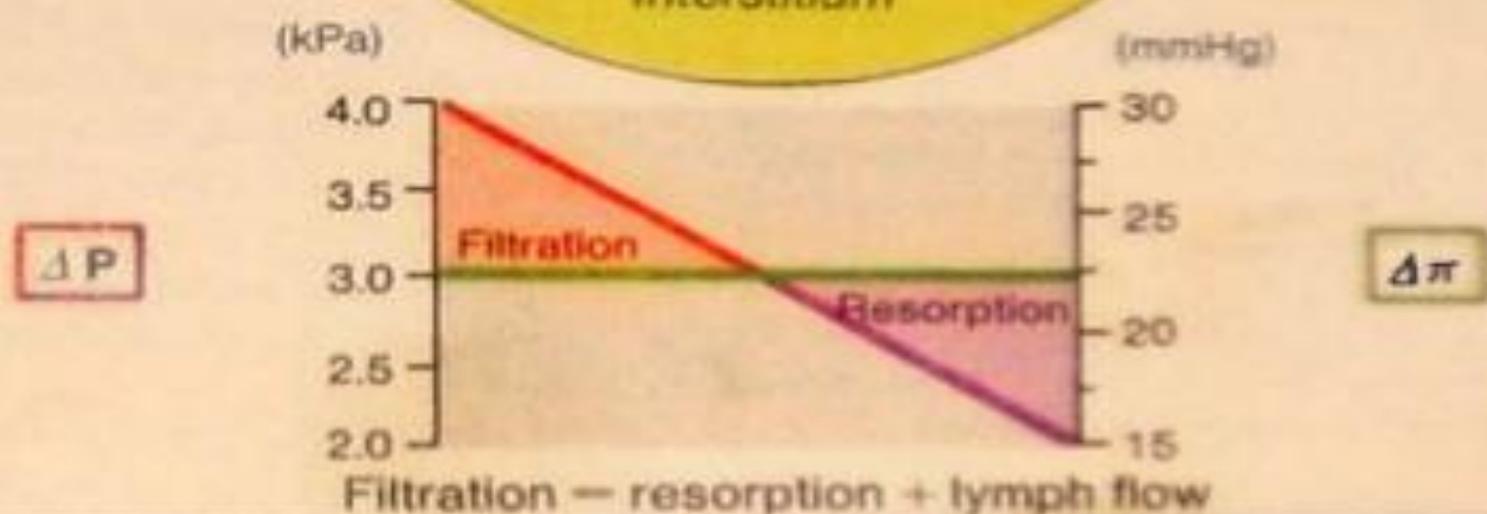
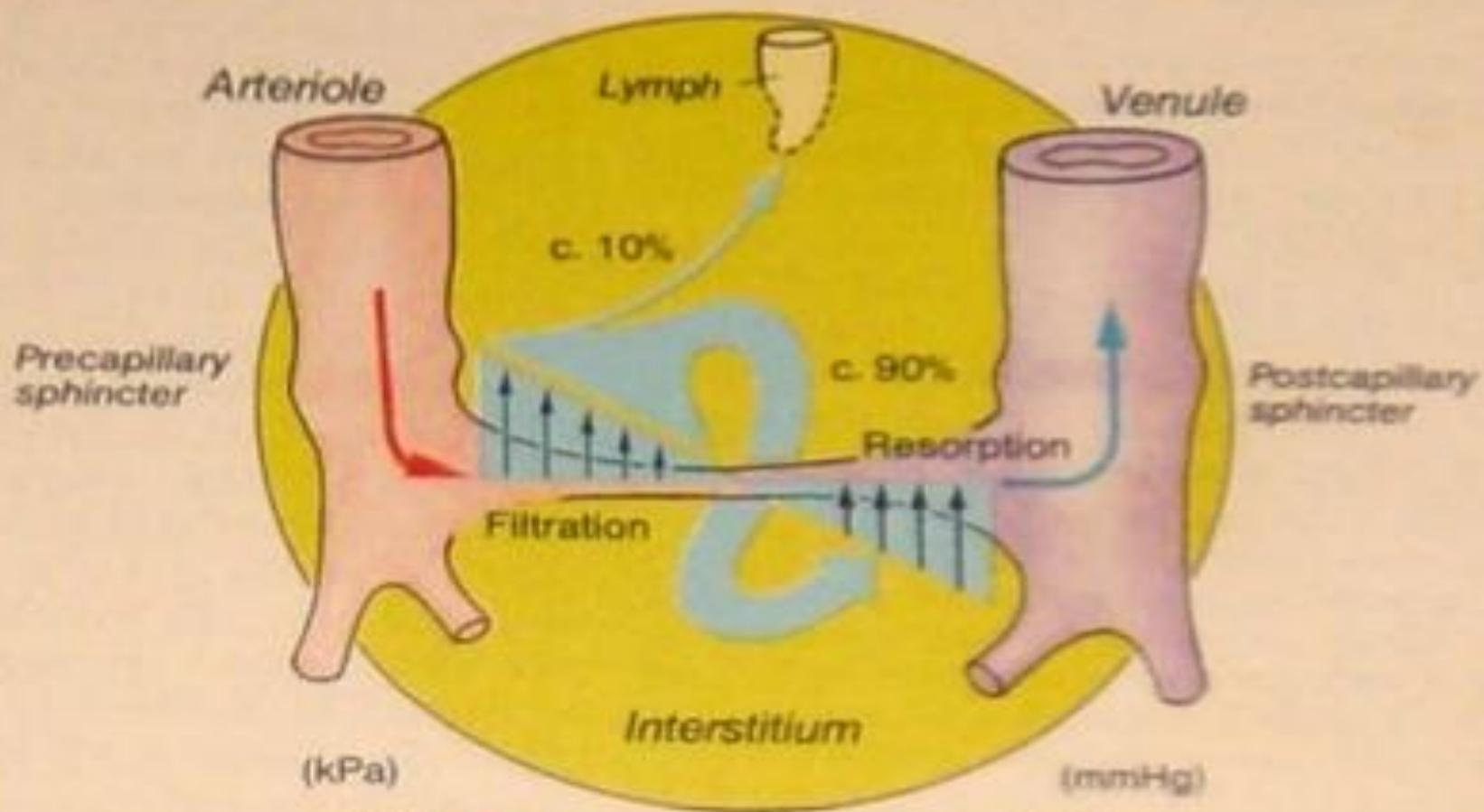
**PBS** = Presión Hidrostática de la Cápsula de Bowman

**πGC** = Presión Oncótica de los capilares glomerulares

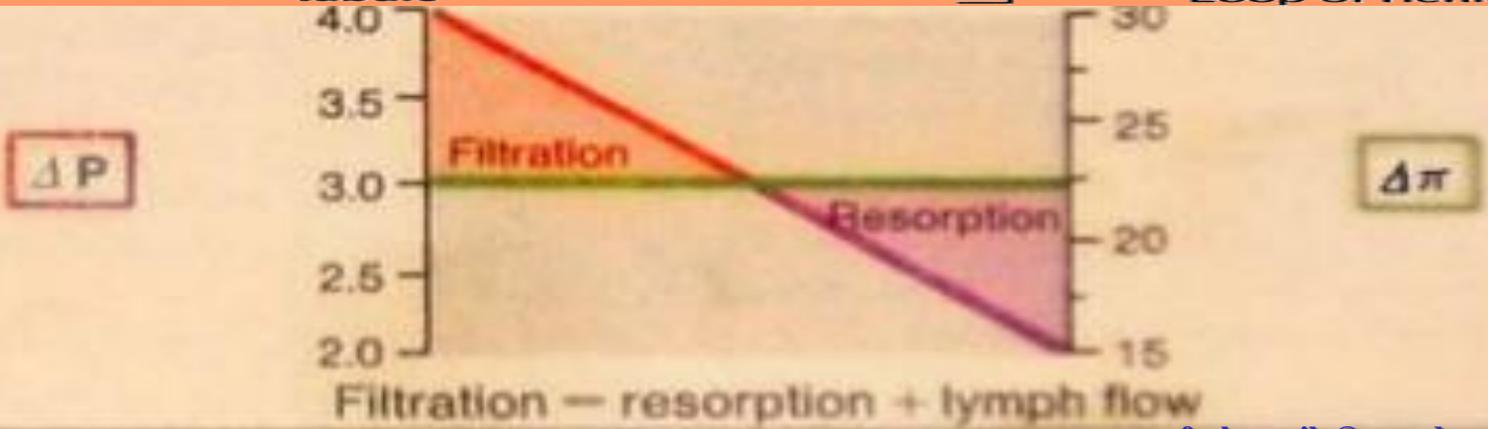
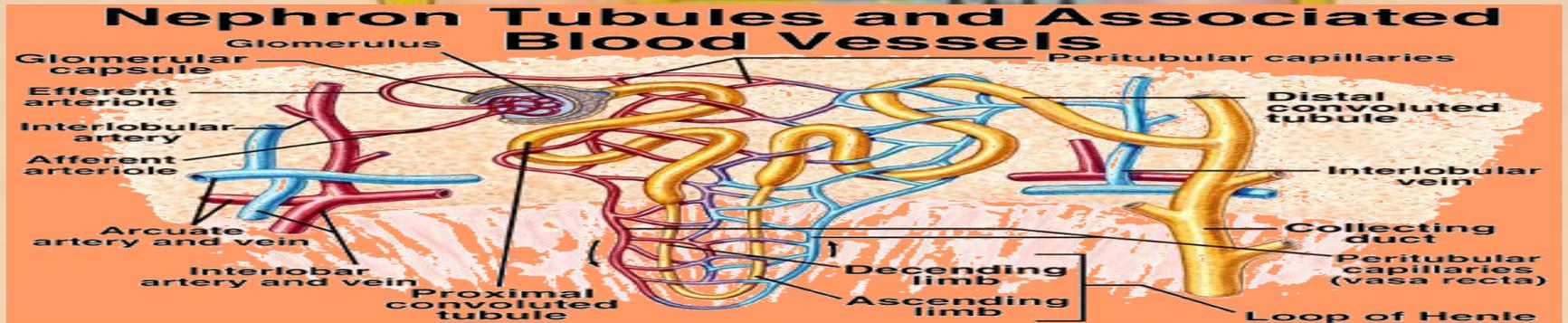
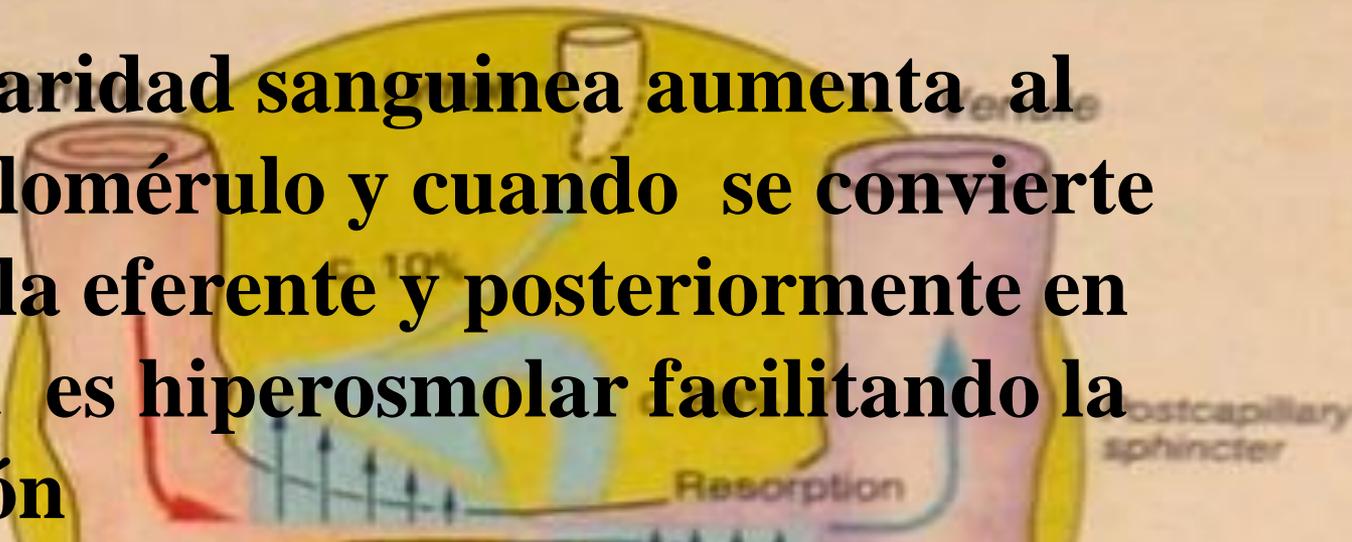
$$\Delta P = \frac{8\mu LQ}{\pi r^4}$$

## EFFECTO DE LOS CAMBIOS EN LAS FUERZAS DE STARLING

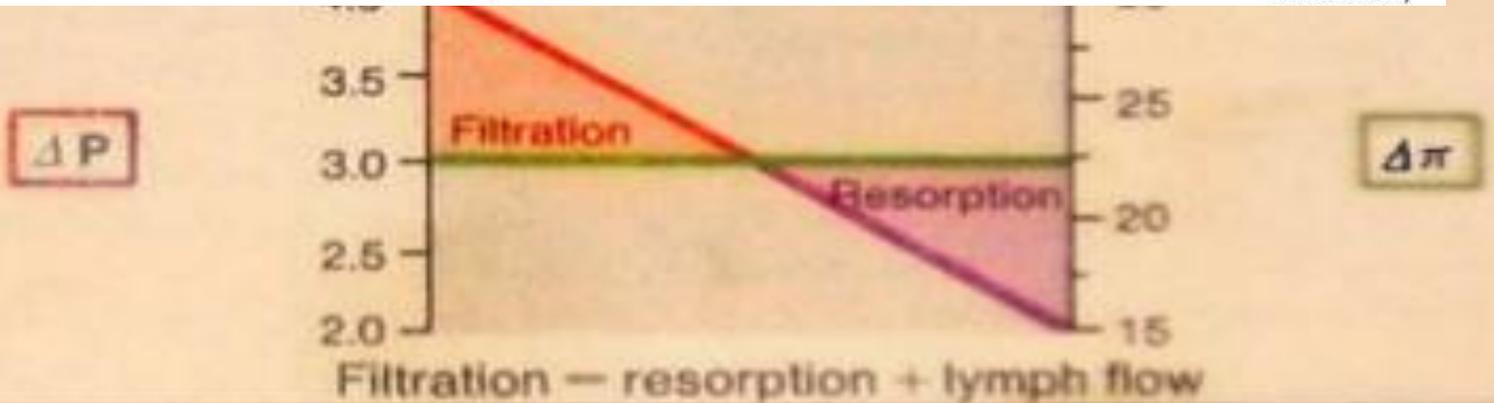
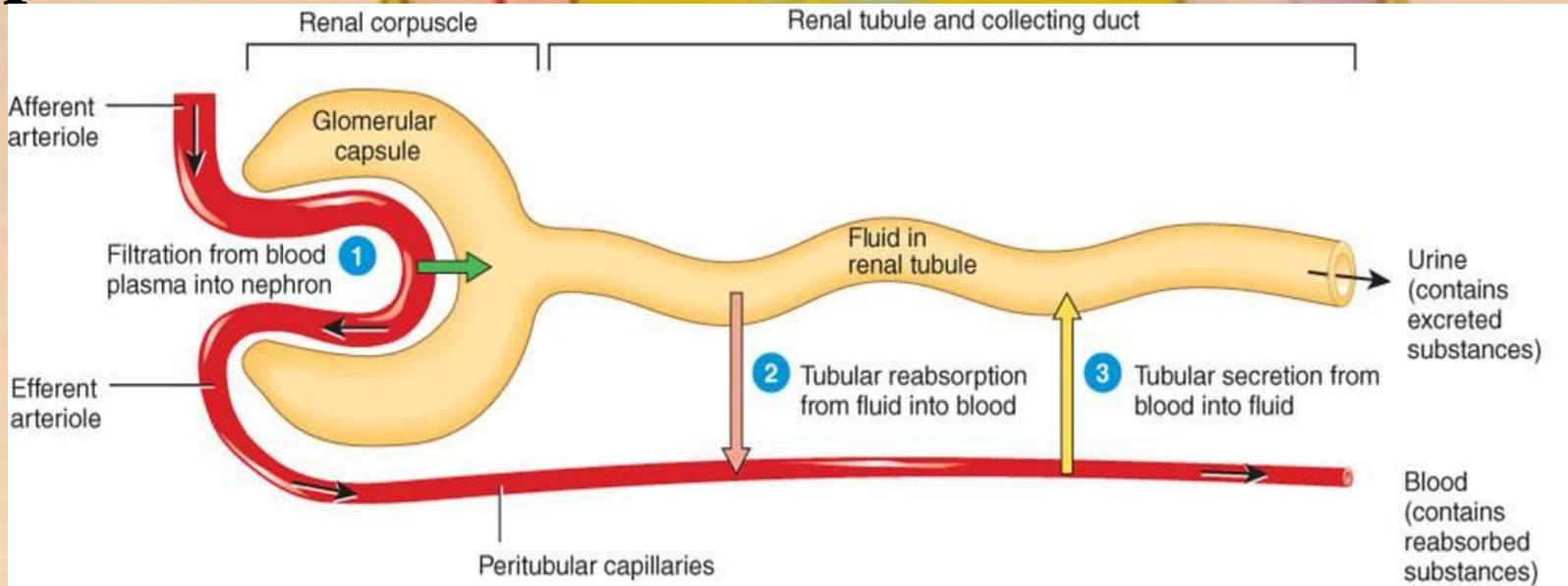
Efecto	FPR	TFG	TFG/FPR (Fr. Filtrada)
1. Constricción de Arteriola Aferente	↓	↓	SC
2. Constricción de Arteriola Eferente	↓	↑	↑
3. ↑ de la [Pp] en plasma	SC	↓	↓
4. ↓ de la [Pp] en plasma	SC	↑	↑
5. Constricción del ureter	SC	↓	↓



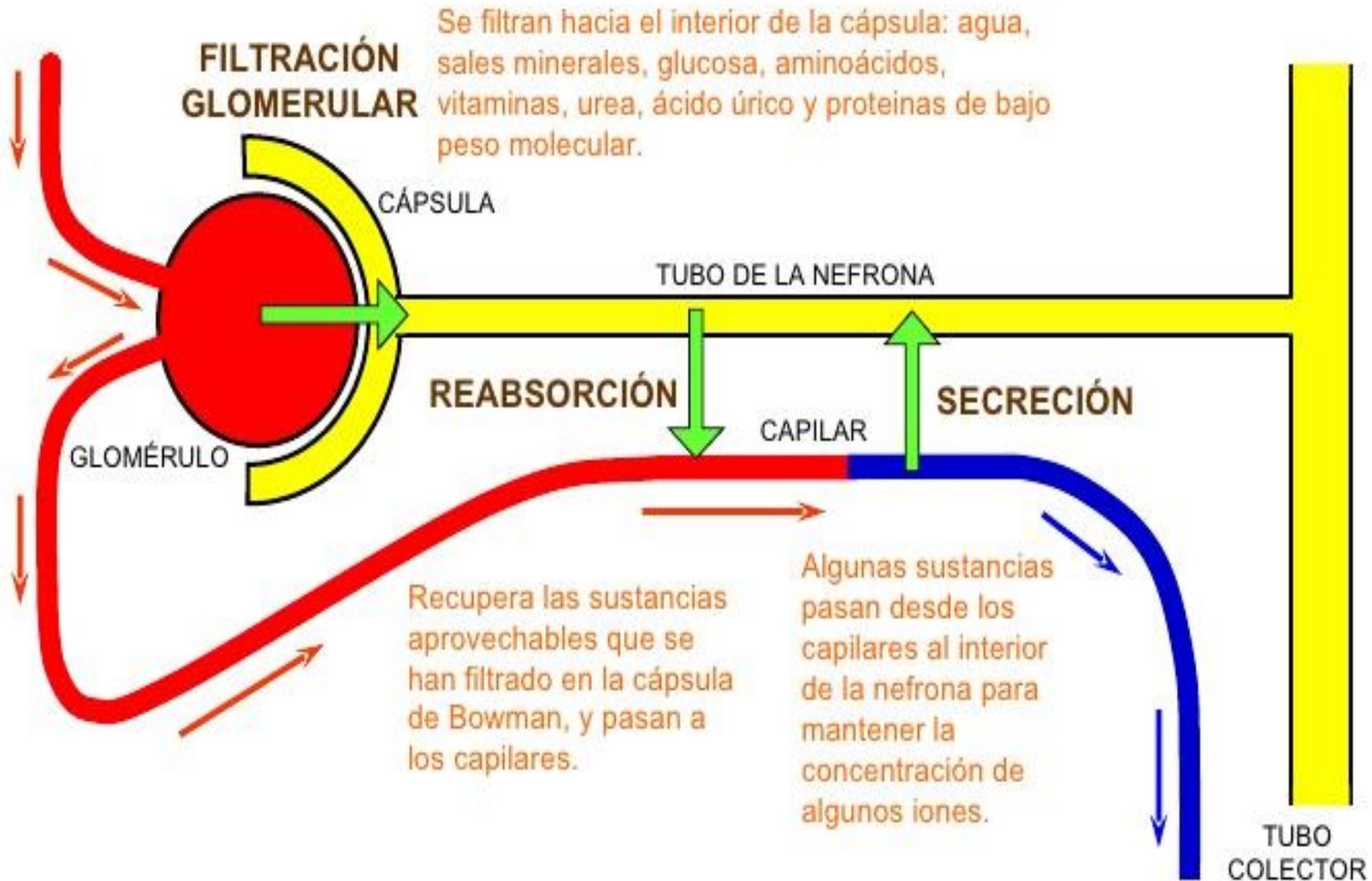
La osmolaridad sanguínea aumenta al final del glomérulo y cuando se convierte en arteriola eferente y posteriormente en vasa recta es hiperosmolar facilitando la reabsorción



Al ponerse en contacto con el túbulo conterneado proximal es hiperosmoral y se produce reabsorción



El proceso de formación de la orina se desarrolla en tres etapas:



$$\Delta P = \frac{8\mu L Q}{\pi r^4}$$

Es vital la diferencia de presión hidrostática sanguínea y urinaria

Dicho de otra manera

El flujo de sangre hacia los  
órganos depende del gradiente  
de presiones

Y el flujo urinario también

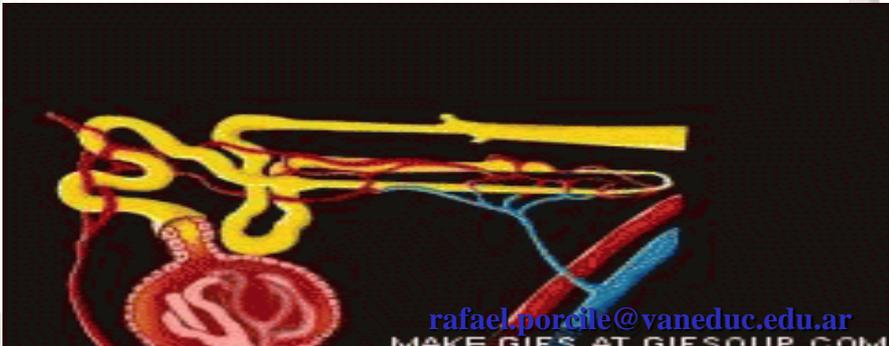
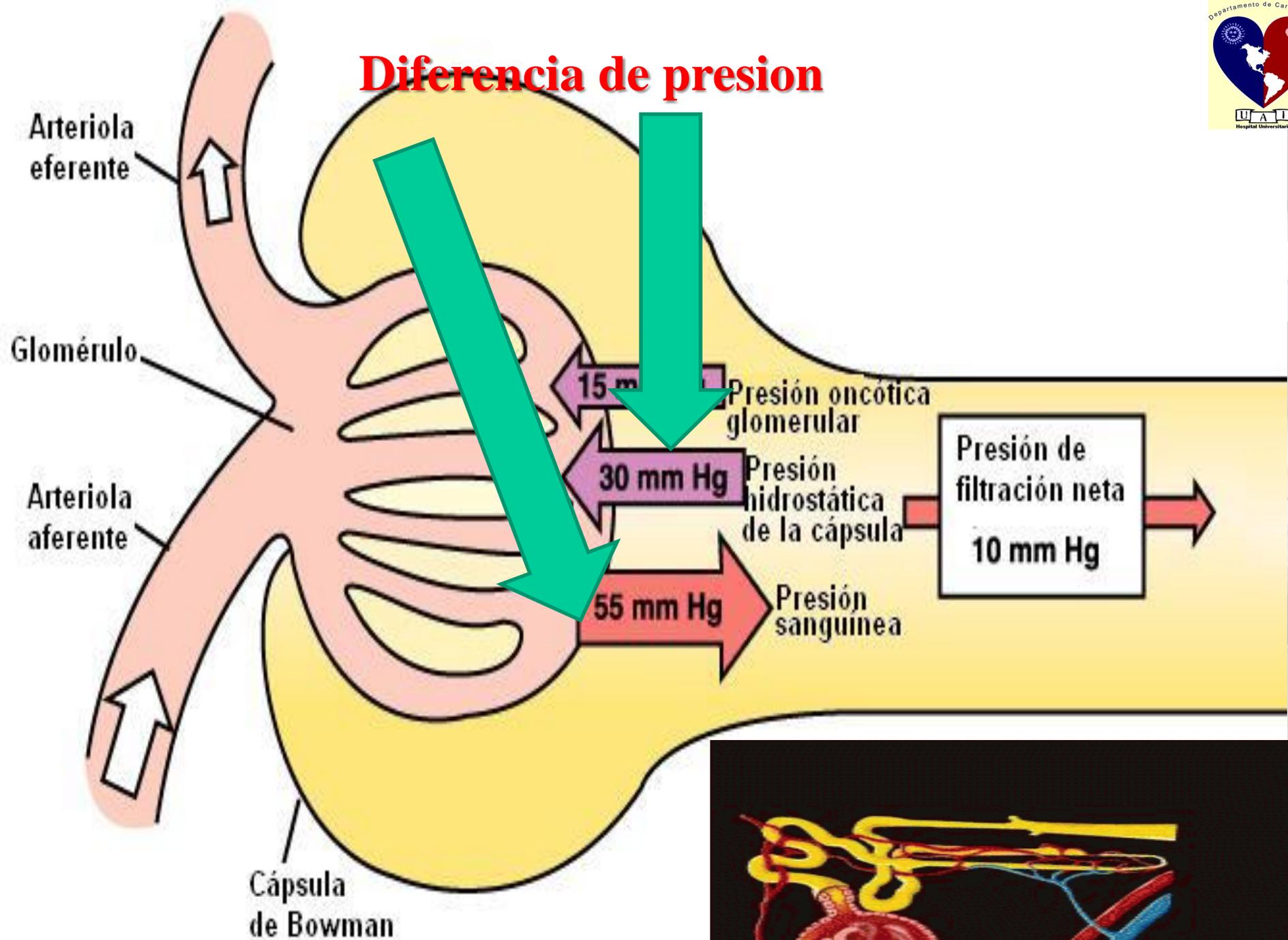
# HIPOTESIS DE LA PRESION INTRA ABDOMINAL

# Aumento de la presión del lado urinario

**Se reduce la  
diferencia de  
presiones**



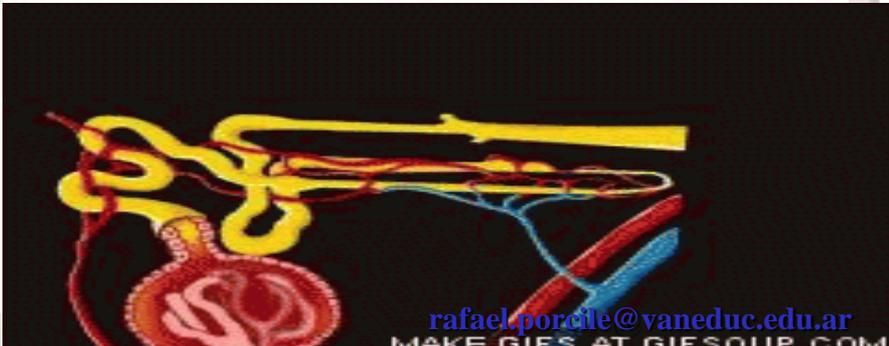
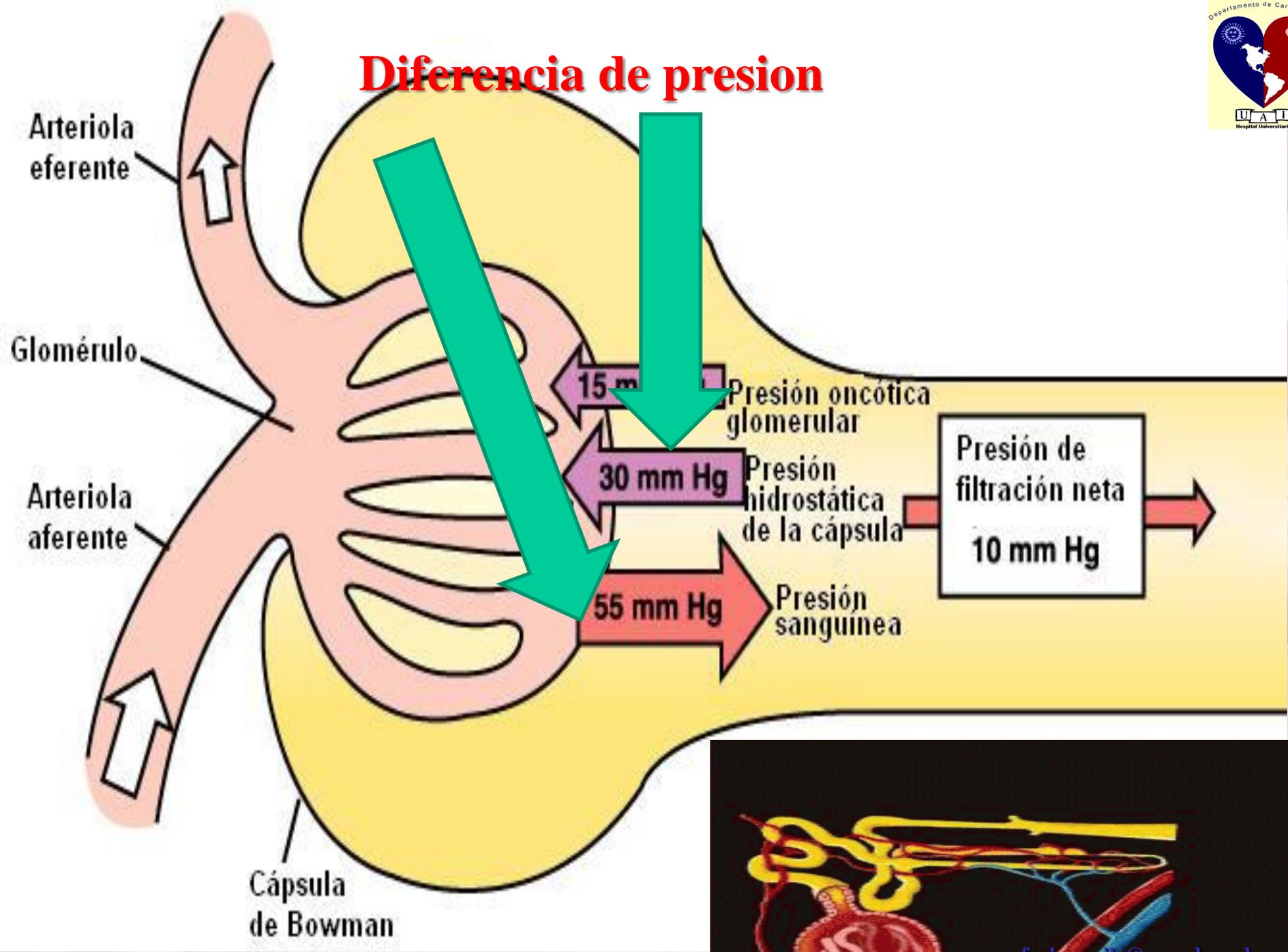
# Diferencia de presión



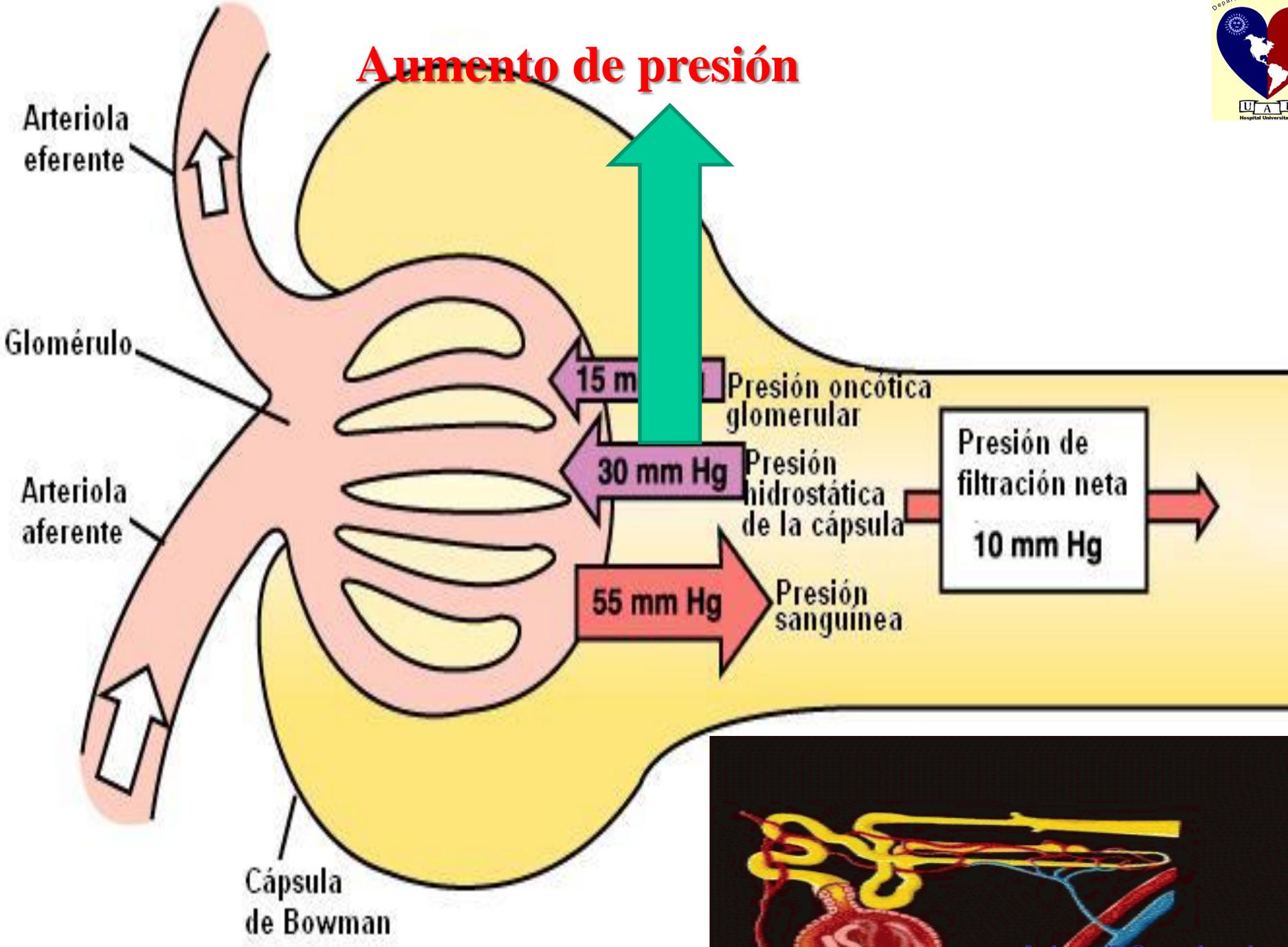
**Por aumento  
de la presión  
en la luz  
urinaria**

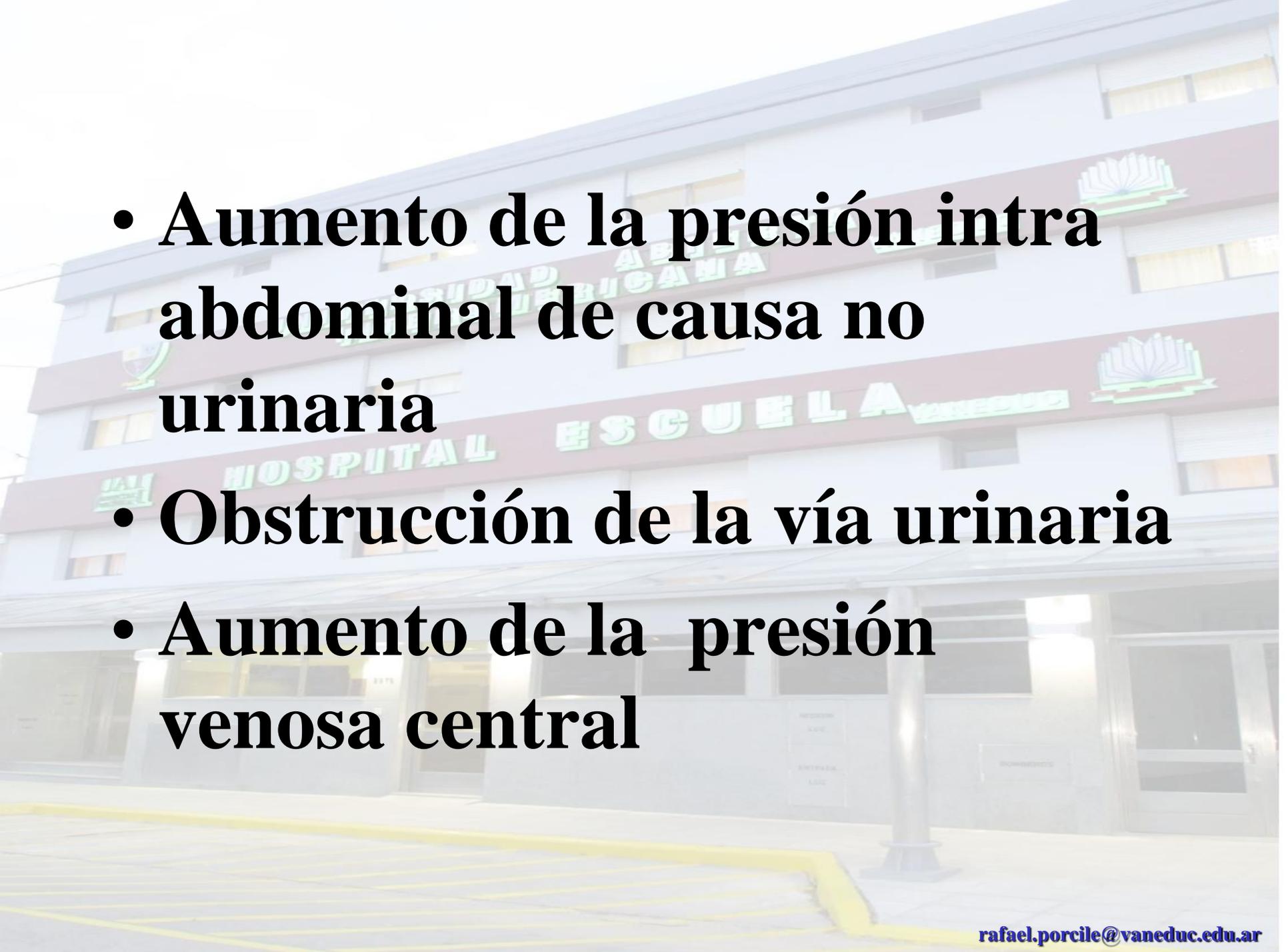
**Se dificulta  
la descarga  
de la orina**

# Diferencia de presión



# Aumento de presión



- 
- **Aumento de la presión intra abdominal de causa no urinaria**
  - **Obstrucción de la vía urinaria**
  - **Aumento de la presión venosa central**

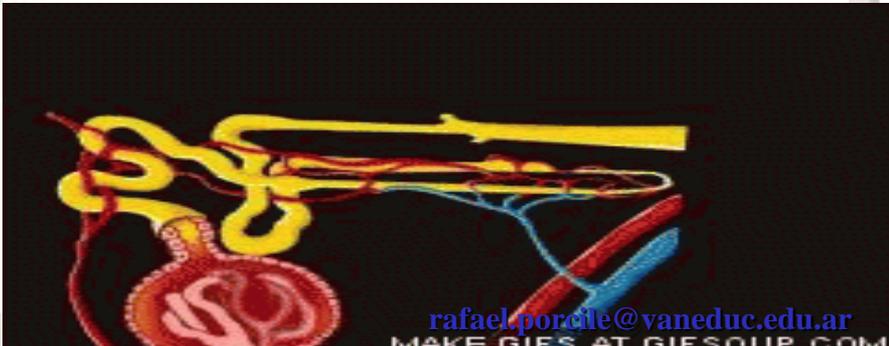
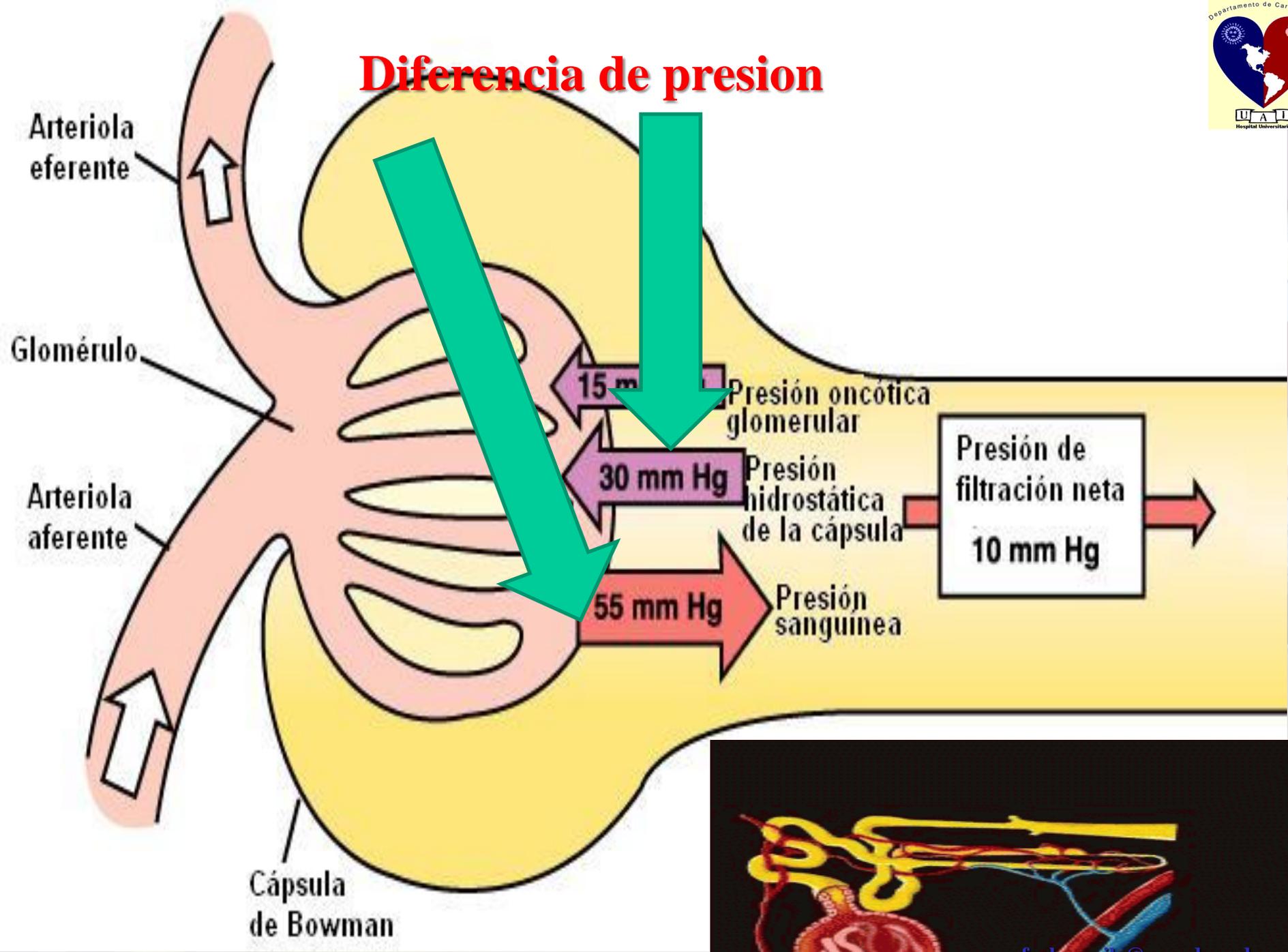


# Aumento de la presión intra abdominal

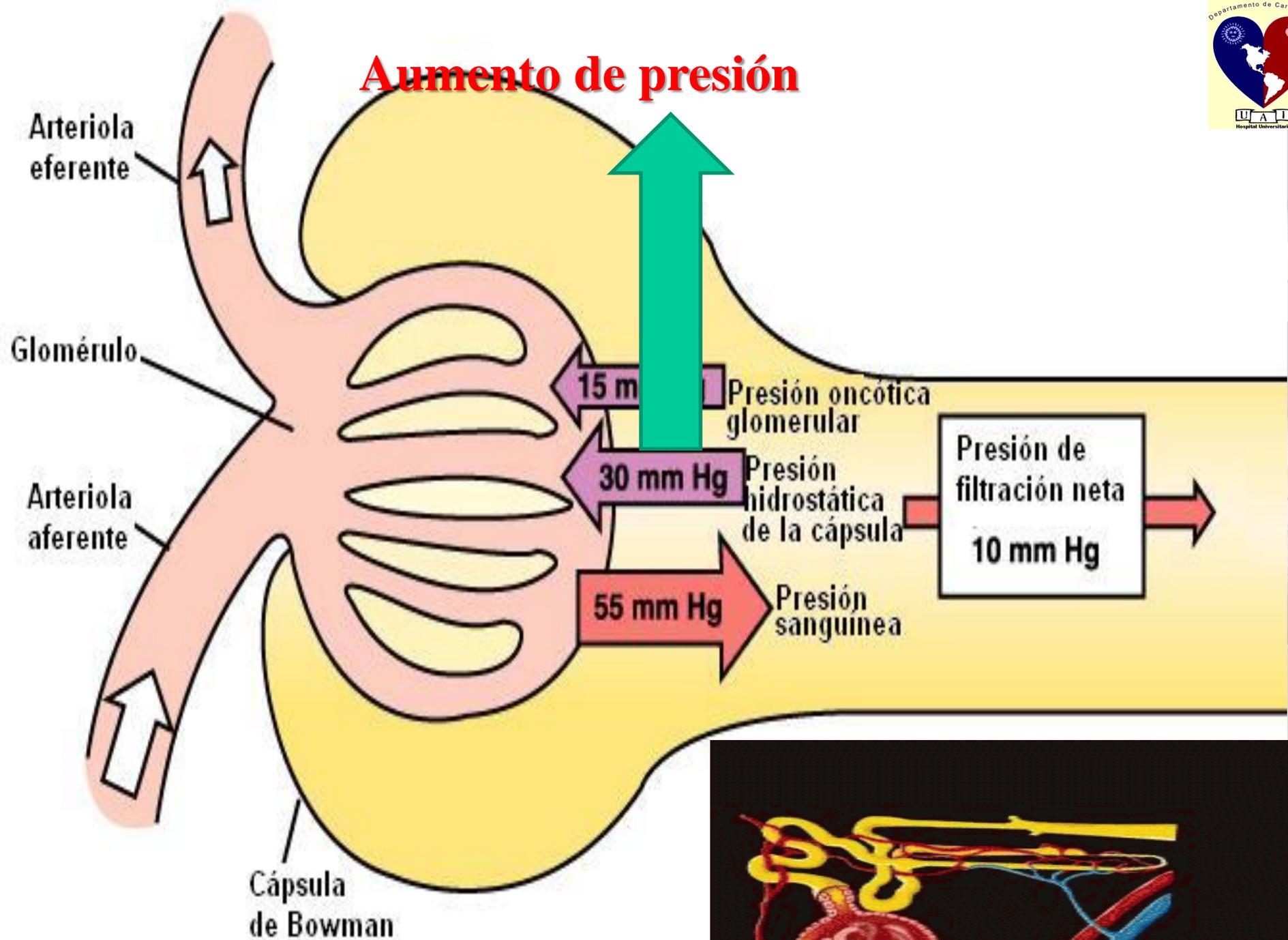
# Dos efectos fisiológicos

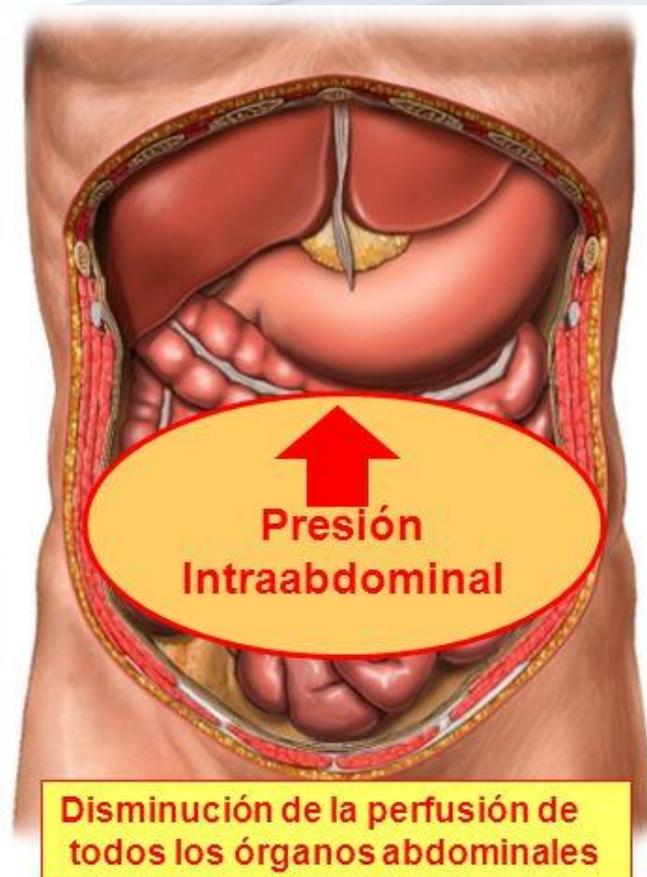
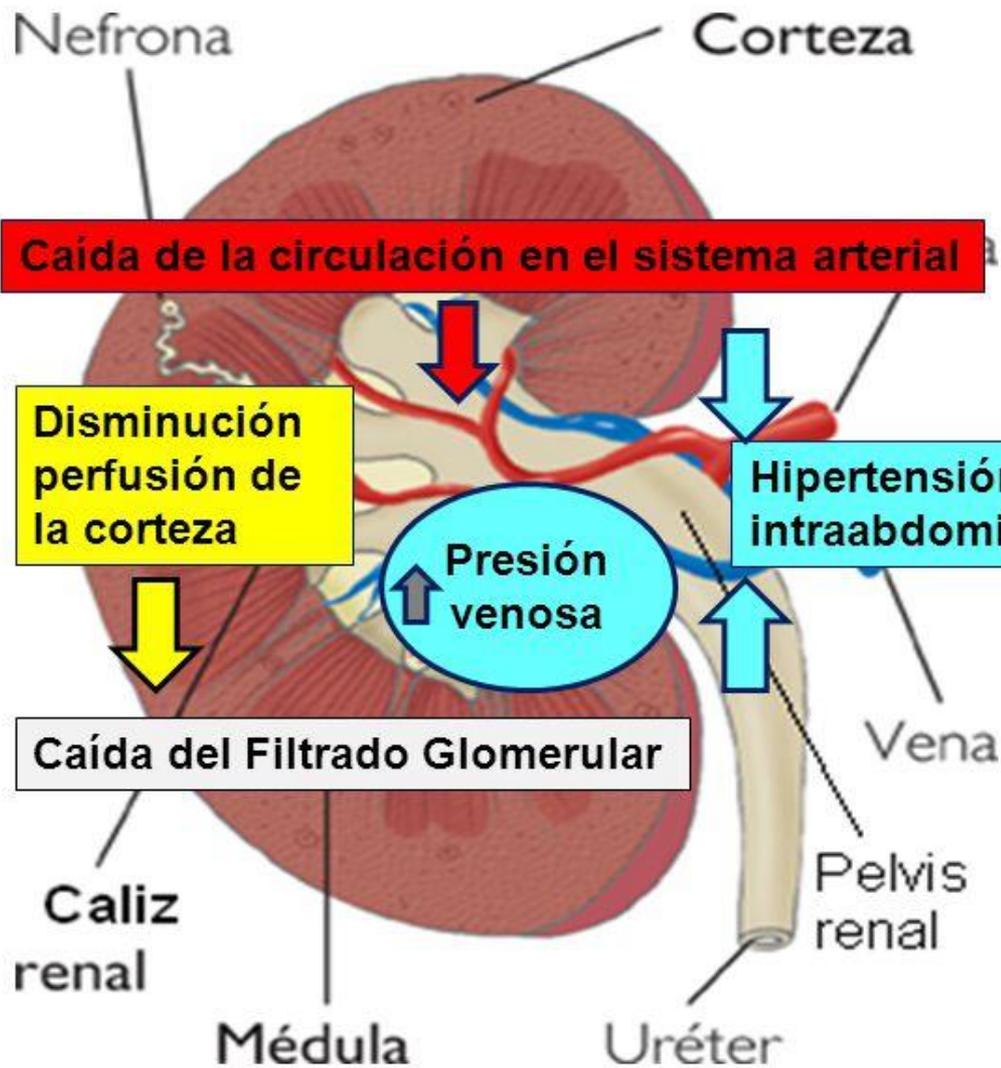
- Caída de la perfusión arterial
- Aumento de la presión venosa renal

# Diferencia de presión



# Aumento de presión





$$PPR = TAM - PIA$$

↑ PPR

↑ TAM

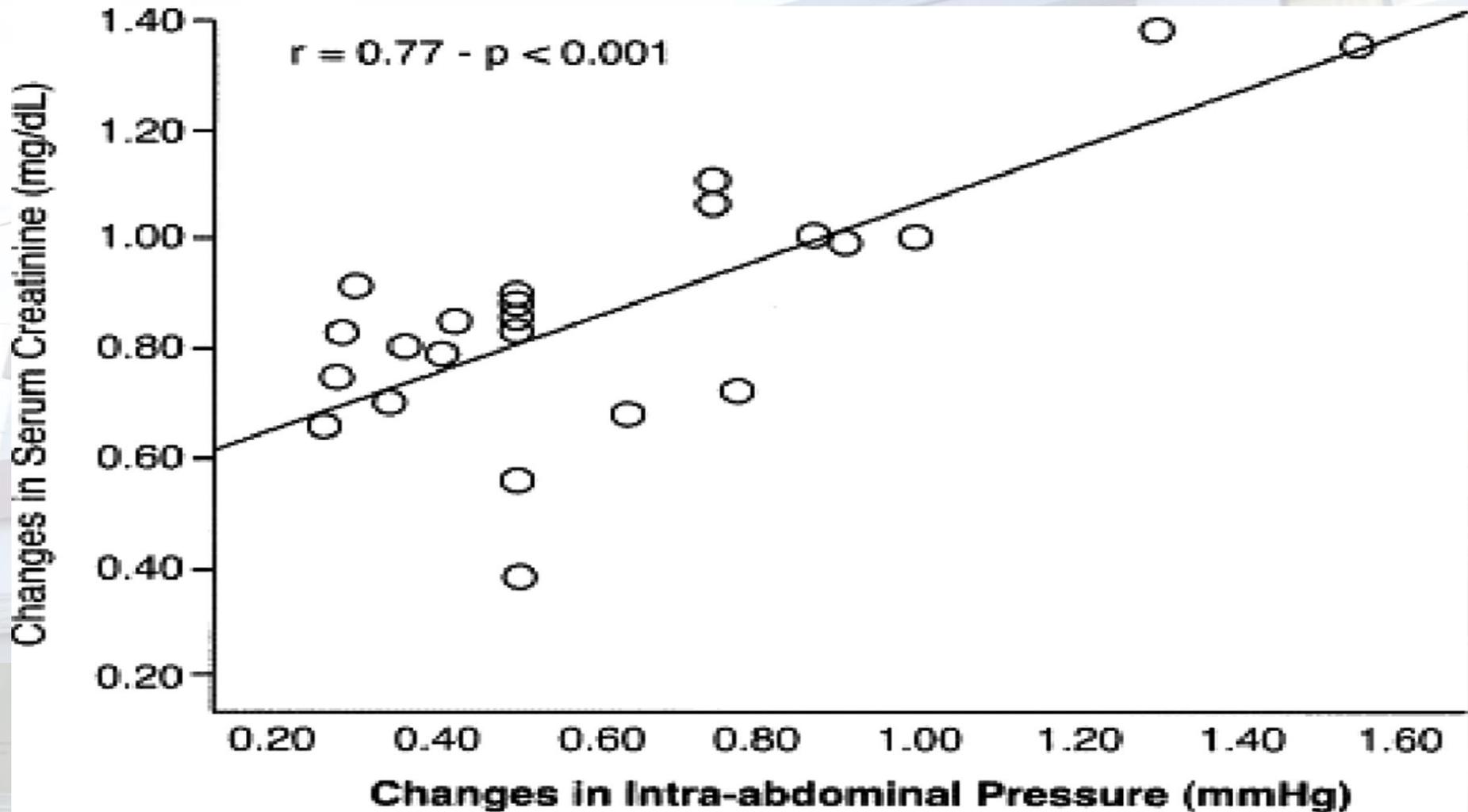
↓ PIA

*Bradley SE, Bradley GP. The effect of increased intra-abdominal pressure on renal function in man.*

*J Clin Invest.* **1947**; 26: 1010–1015.

Abdominal compression to produce IAP of 20 mm Hg in normal individuals markedly reduced GFR and renal plasma flow

Figur The relationship between changes in IAP with diuresis and the change in serum creatinine.



Jeremy S. Bock, and Stephen S. Gottlieb *Circulation*.  
2010;121:2592-2600

Vía vesical debido a su fácil implantación y bajo costo.

La presión intraabdominal debe medirse al final de la espiración en posición

Asegurarse que la contracción de los músculos abdominales esté ausente

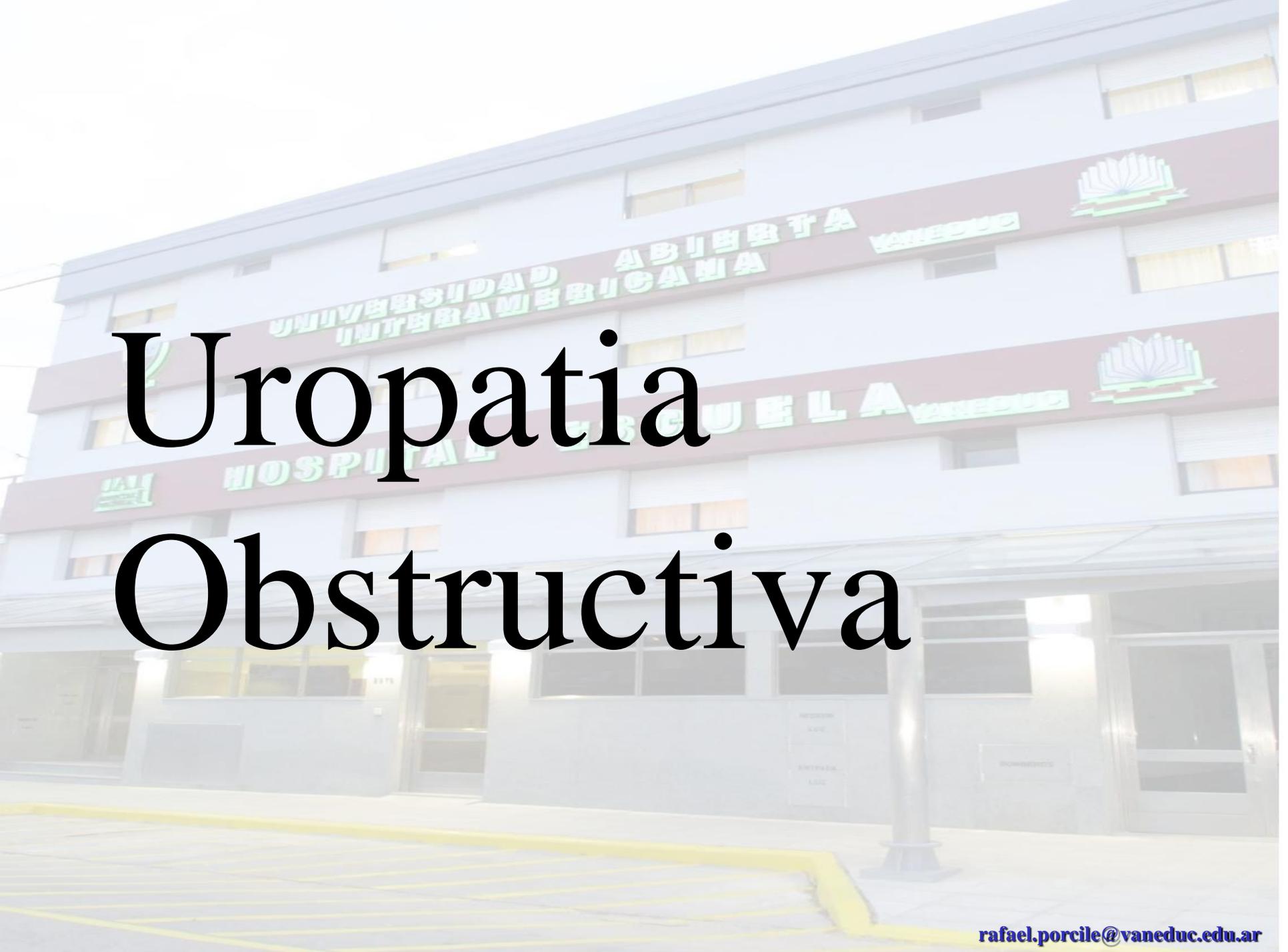
Después de la aplicación de un volumen máximo de 20 a 25 mL de solución salina



Fig. 1 Sonda de Foley, utilizada en la medición transvesical de la PIA...

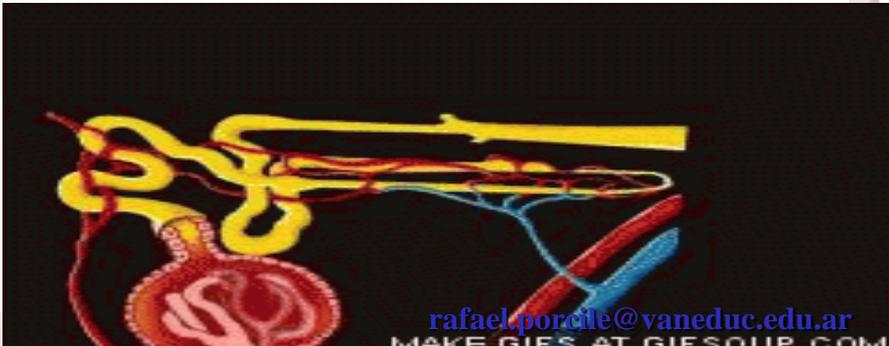
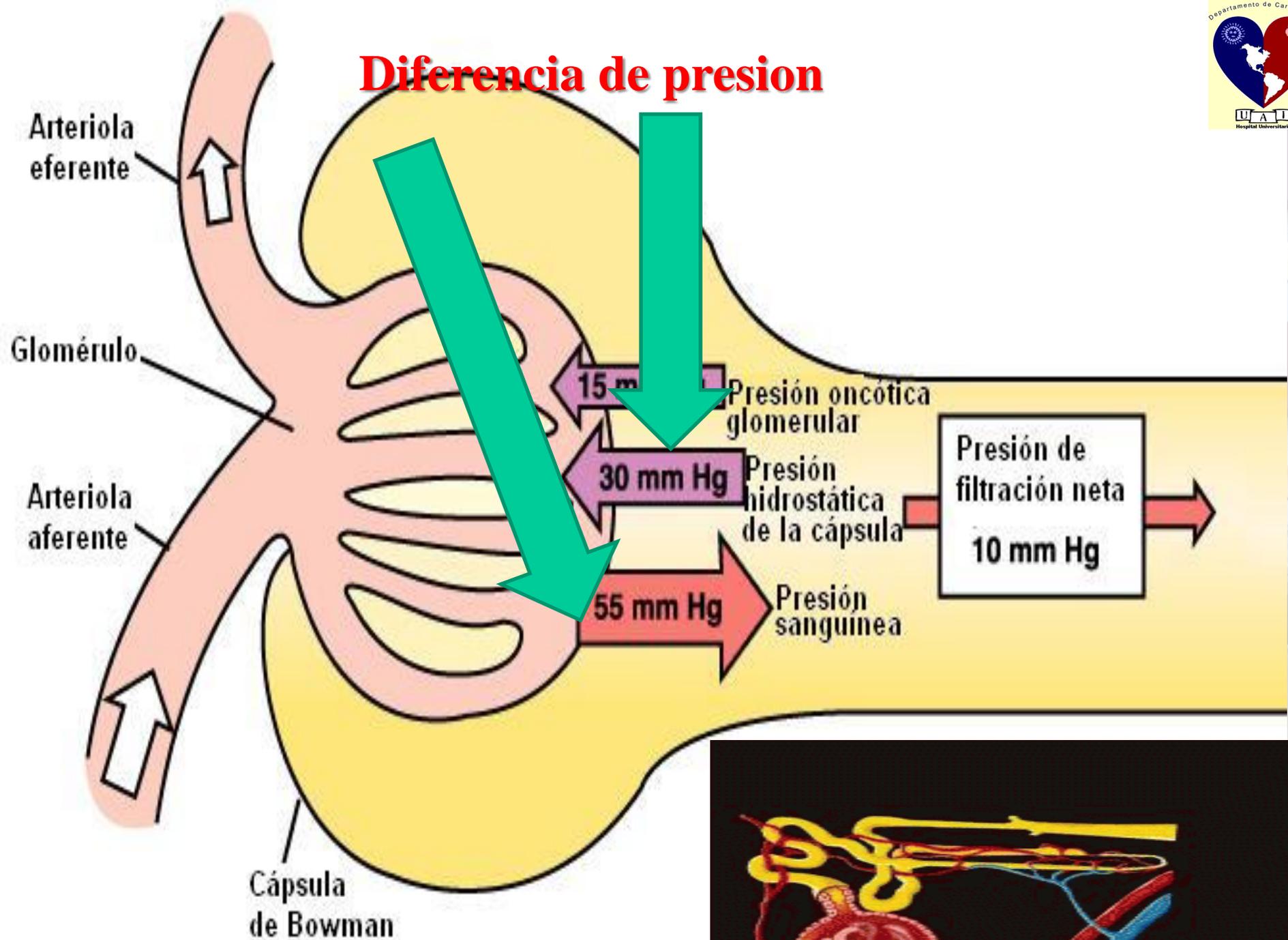
**Presión intraabdominal elevada  $\geq 8$   
mm Hg**

**Hipertensión intraabdominal  
Severamente elevada  
 $\geq 12$  mm Hg**

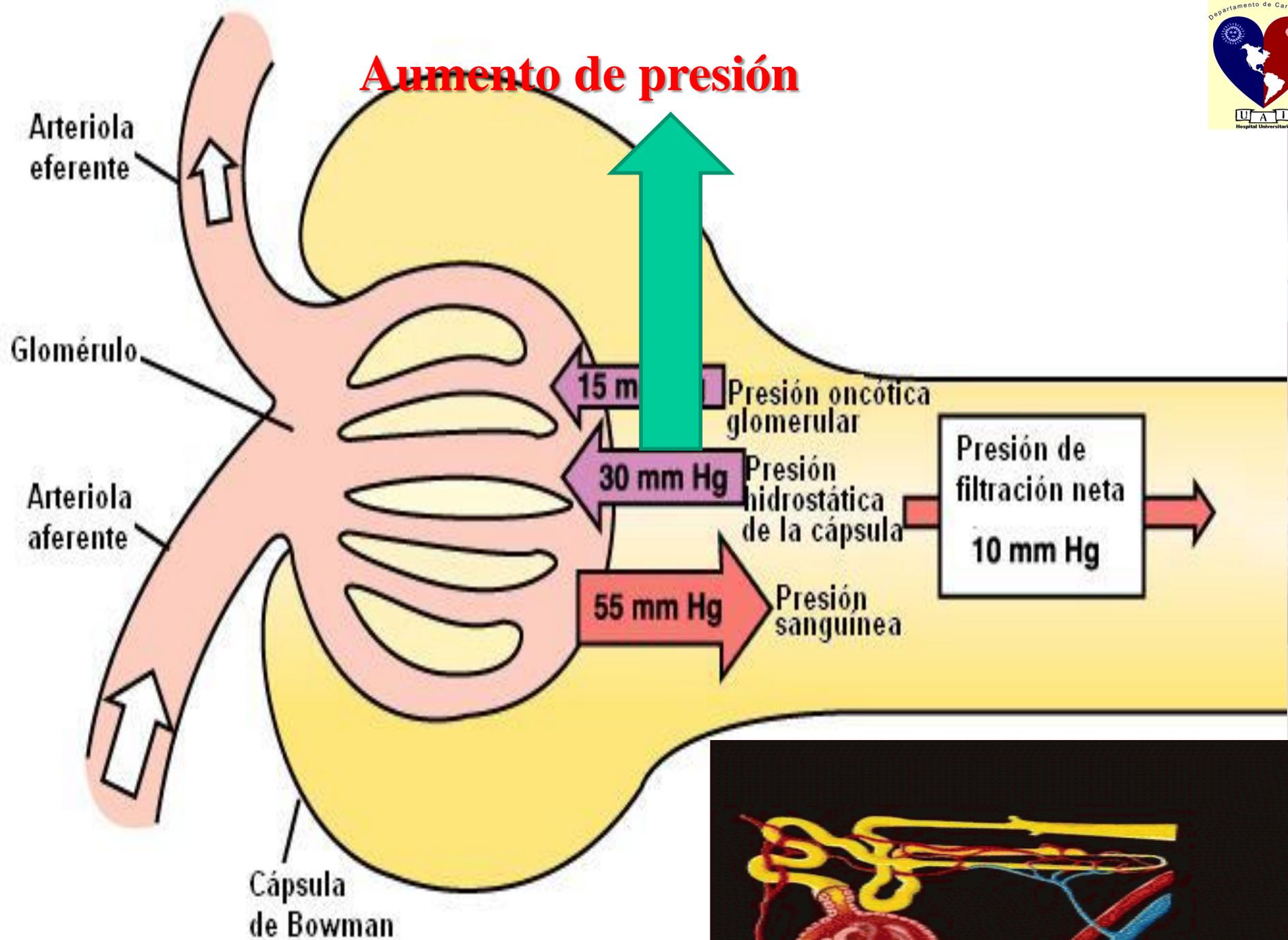
The background image shows the exterior of a multi-story building, identified as the Hospital de la Universidad Americana. The building has a light-colored facade with a prominent red horizontal band. On this band, the text 'UNIVERSIDAD AMERICANA' is written in large, green, stylized letters. Below this, the word 'HOSPITAL' is also visible in green. To the right of the text, there is a logo consisting of a stylized green and blue flower or leaf design. The building has several windows with white frames and a covered entrance area at the ground level. The overall scene is brightly lit, suggesting daytime.

# Uropatía Obstruccion

# Diferencia de presión



# Aumento de presión

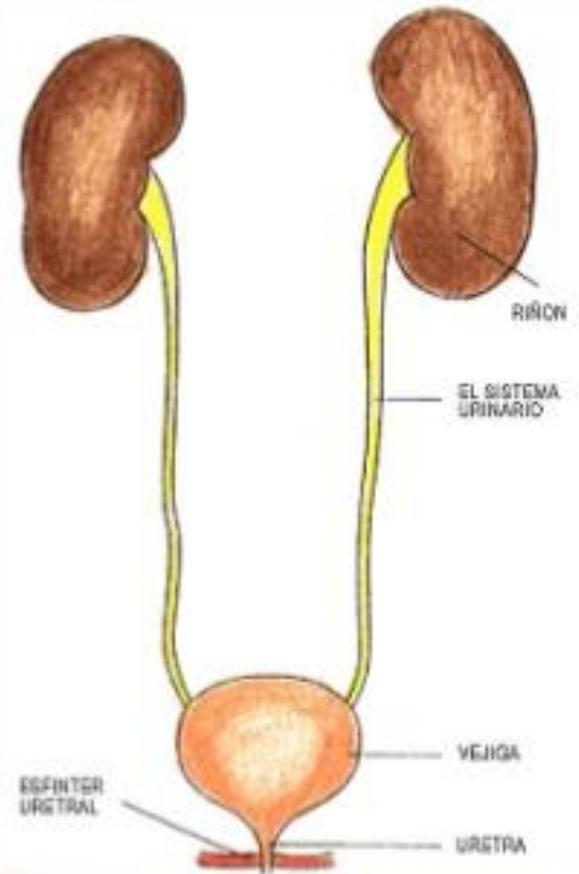
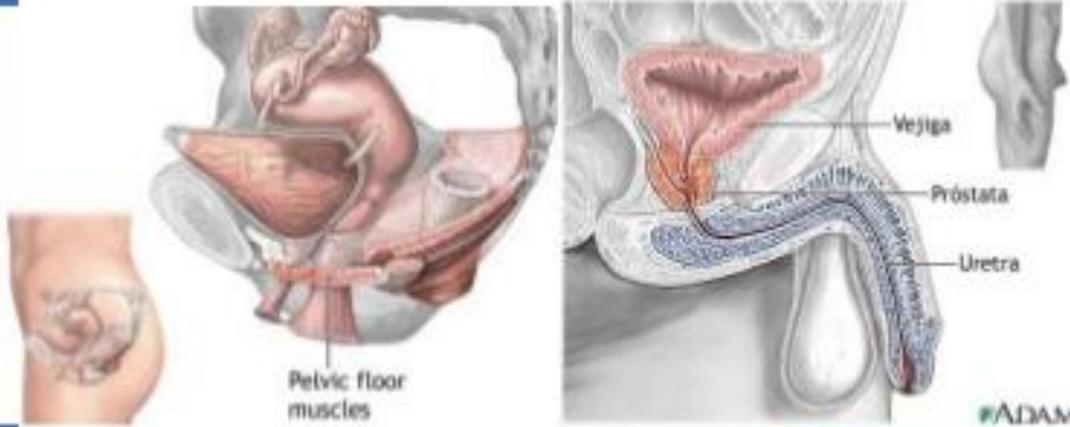


# Concepto

- Abarca cualquier situación que produzca un impedimento en el trayecto de la orina desde las papilas hasta el meato uretral
- Tipos
  - **Aguda** : reversible, alteraciones funcionales transitorias
  - **Crónica** : silente que produce grandes daños funcionales renales (tumores, malformaciones congénitas)

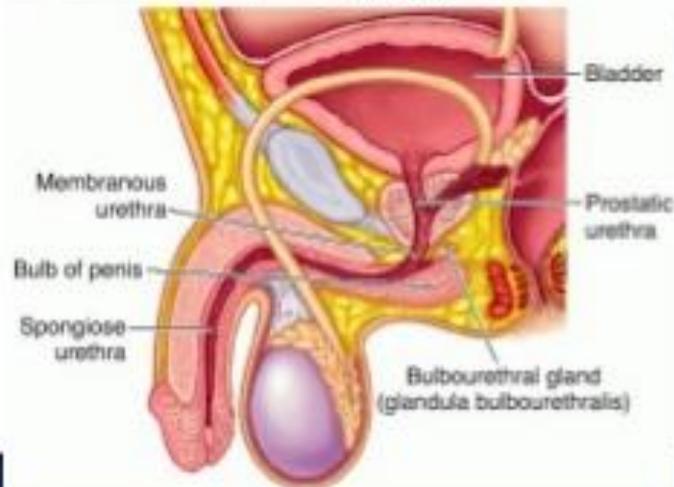
## Tramo urinario superior

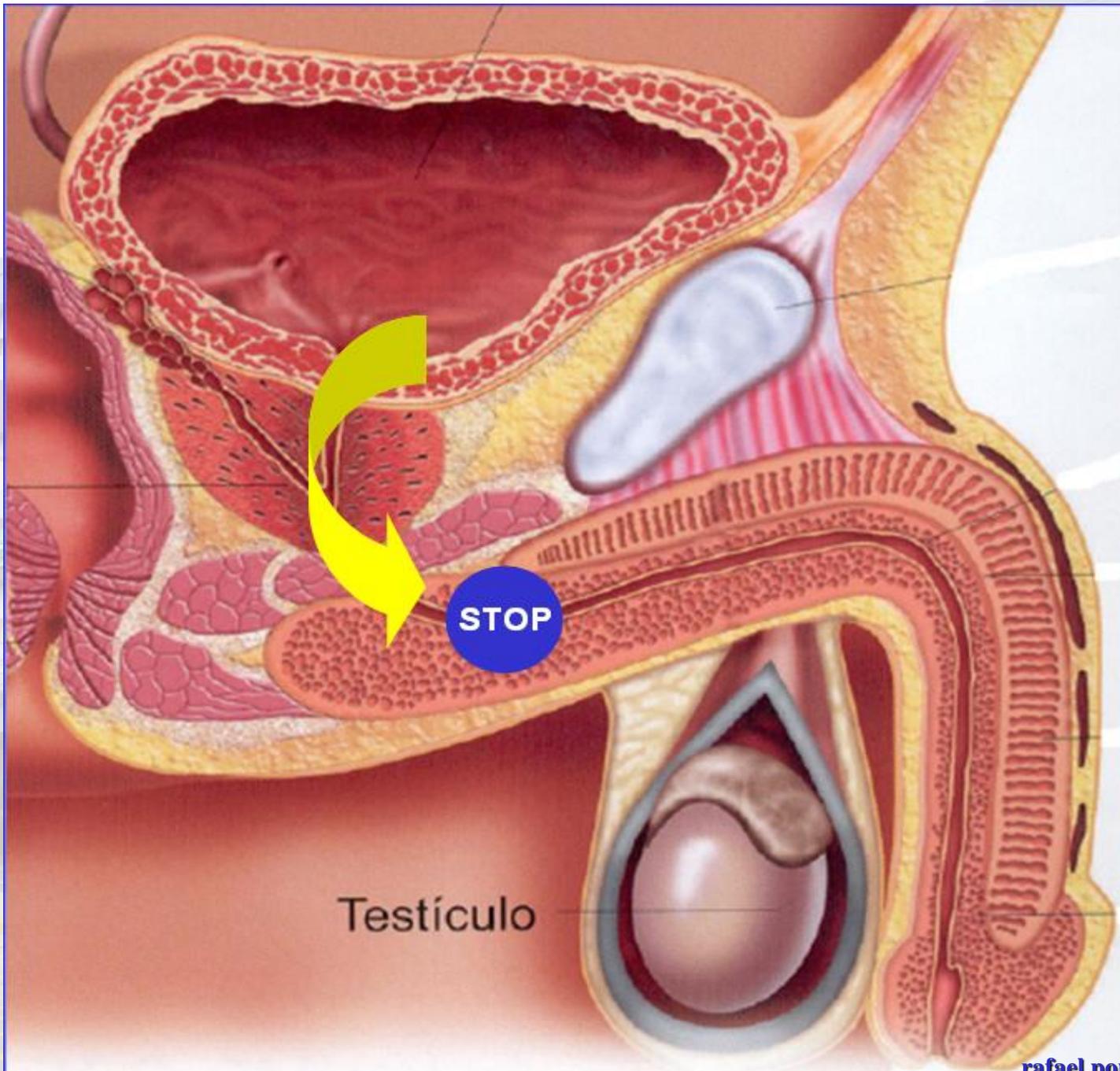
## Tramo urinario inferior



## Uretra posterior

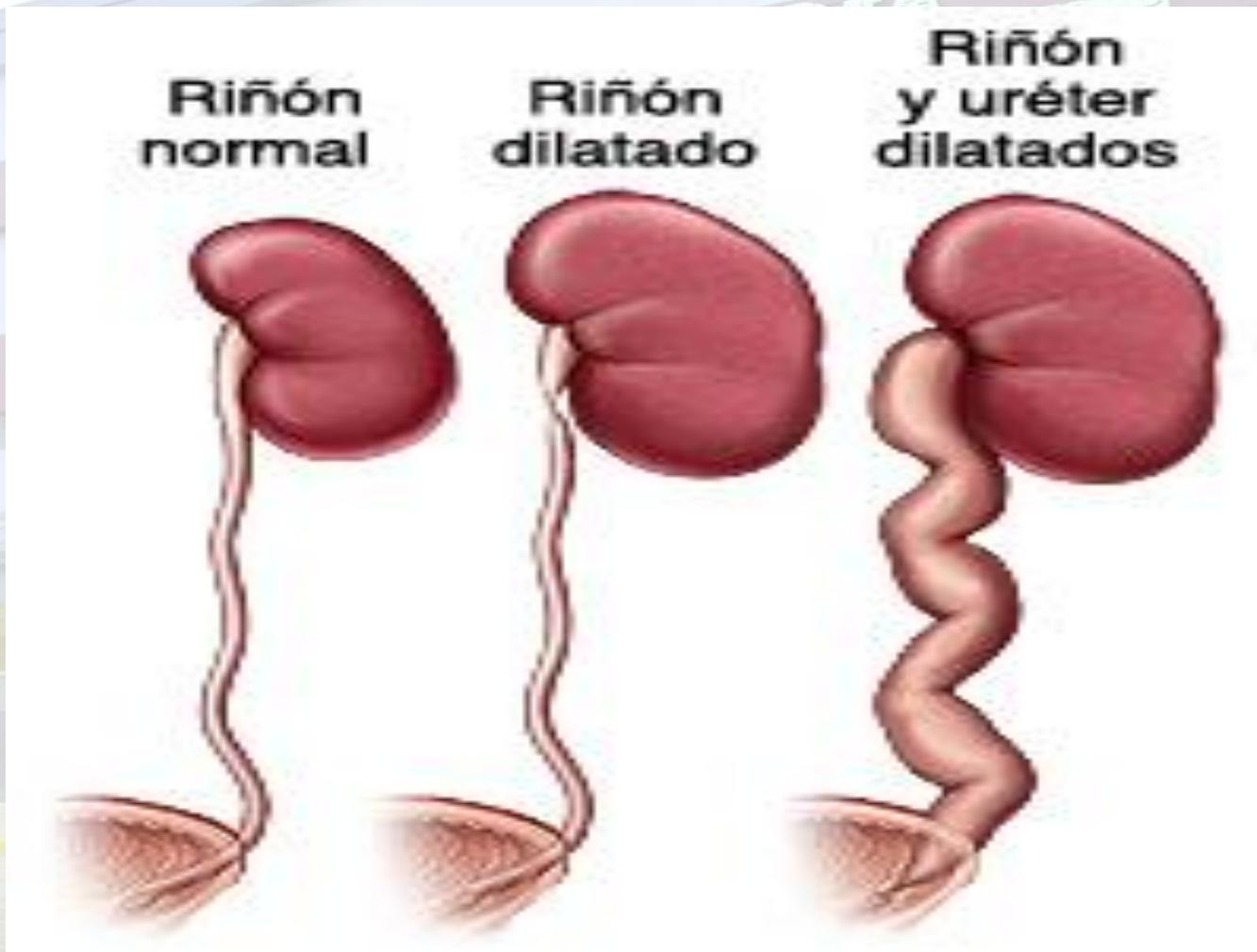
## Uretra anterior



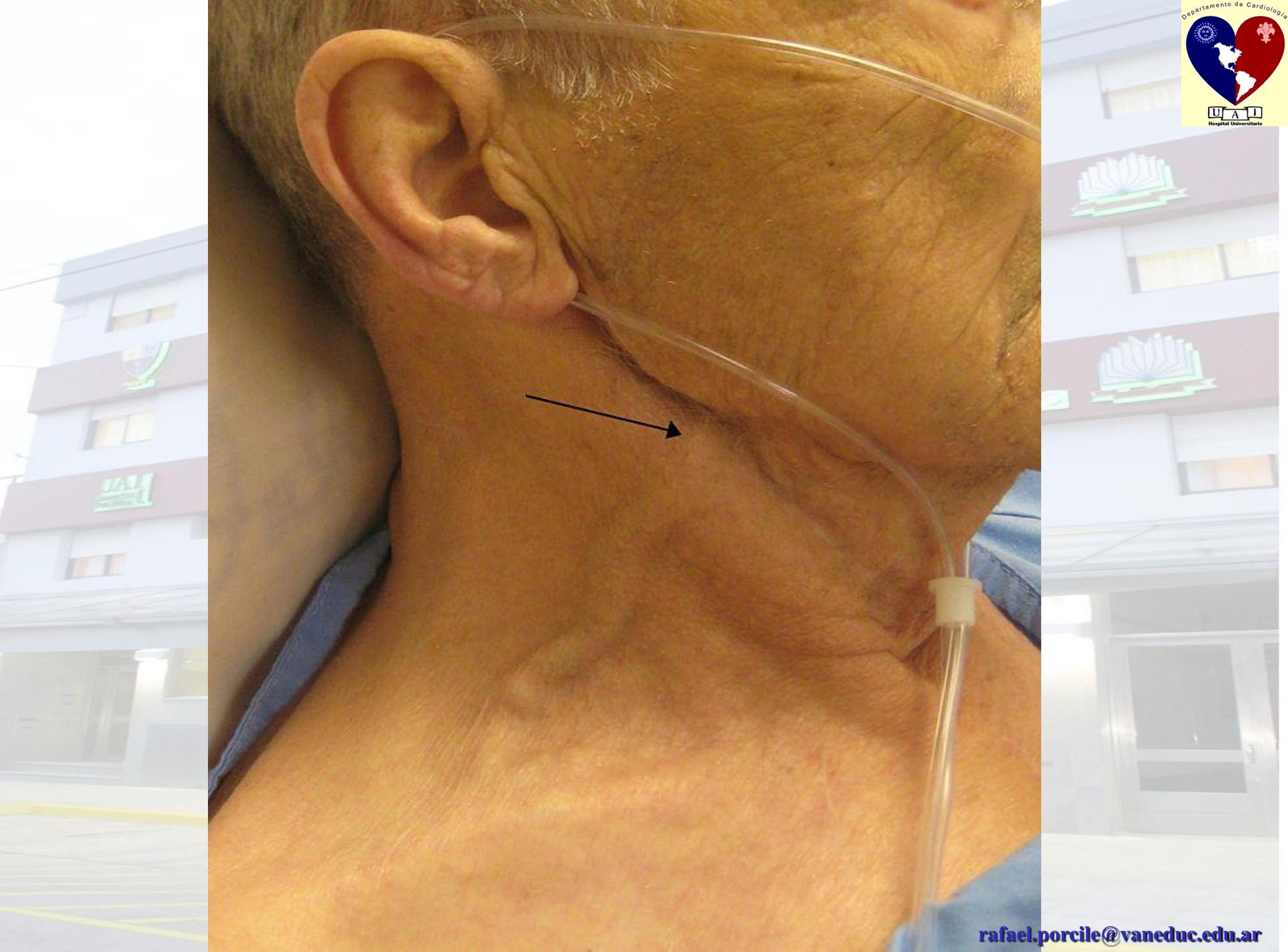


Testículo

# Hidronefrosis



# Aumento de la presión venosa central



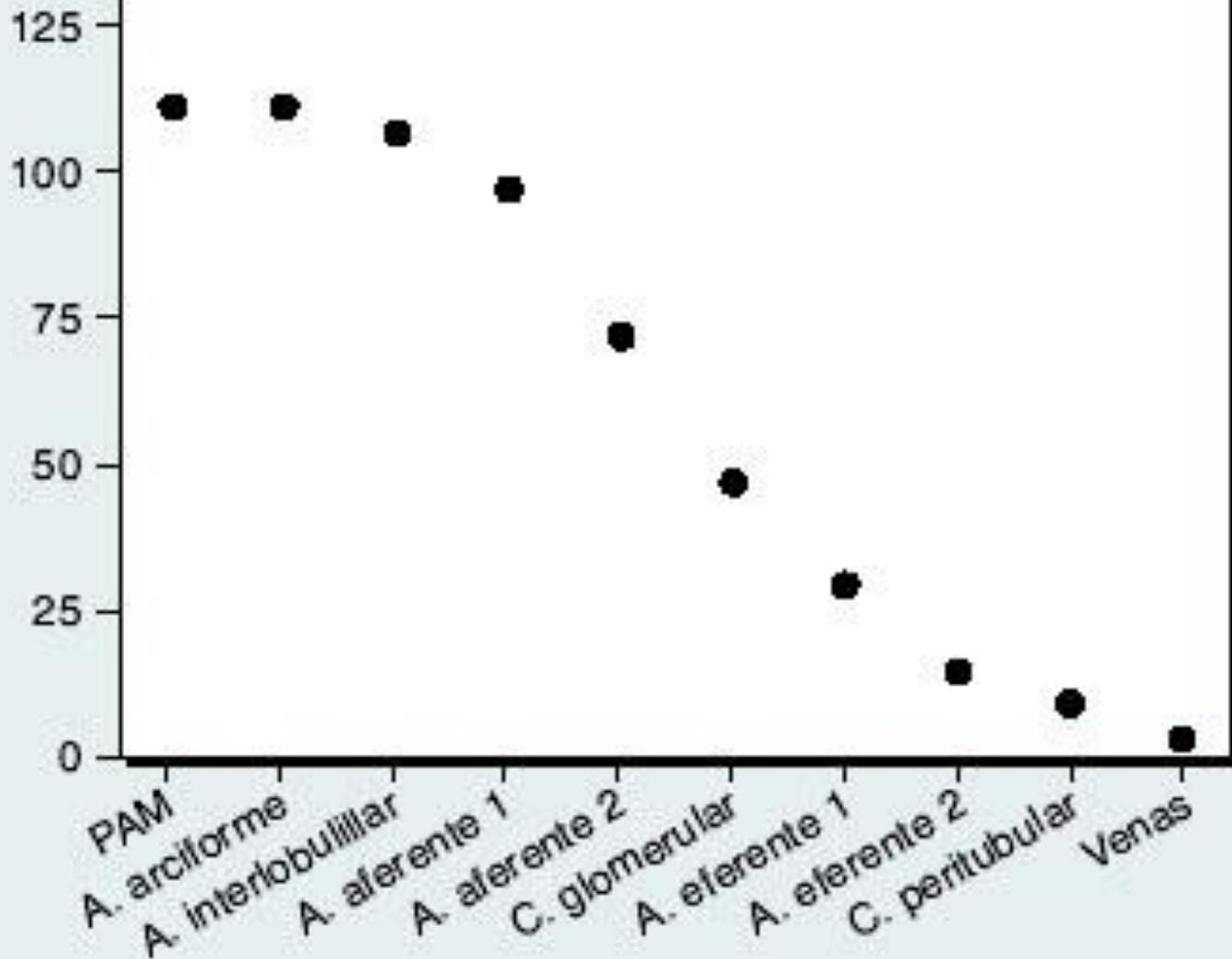


# Insuficiencia cardíaca

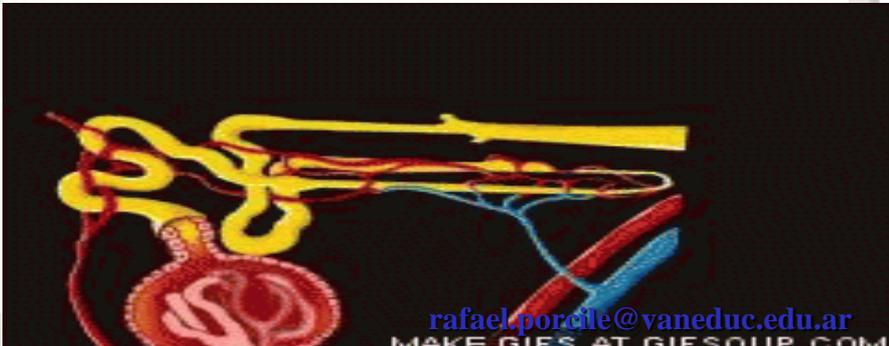
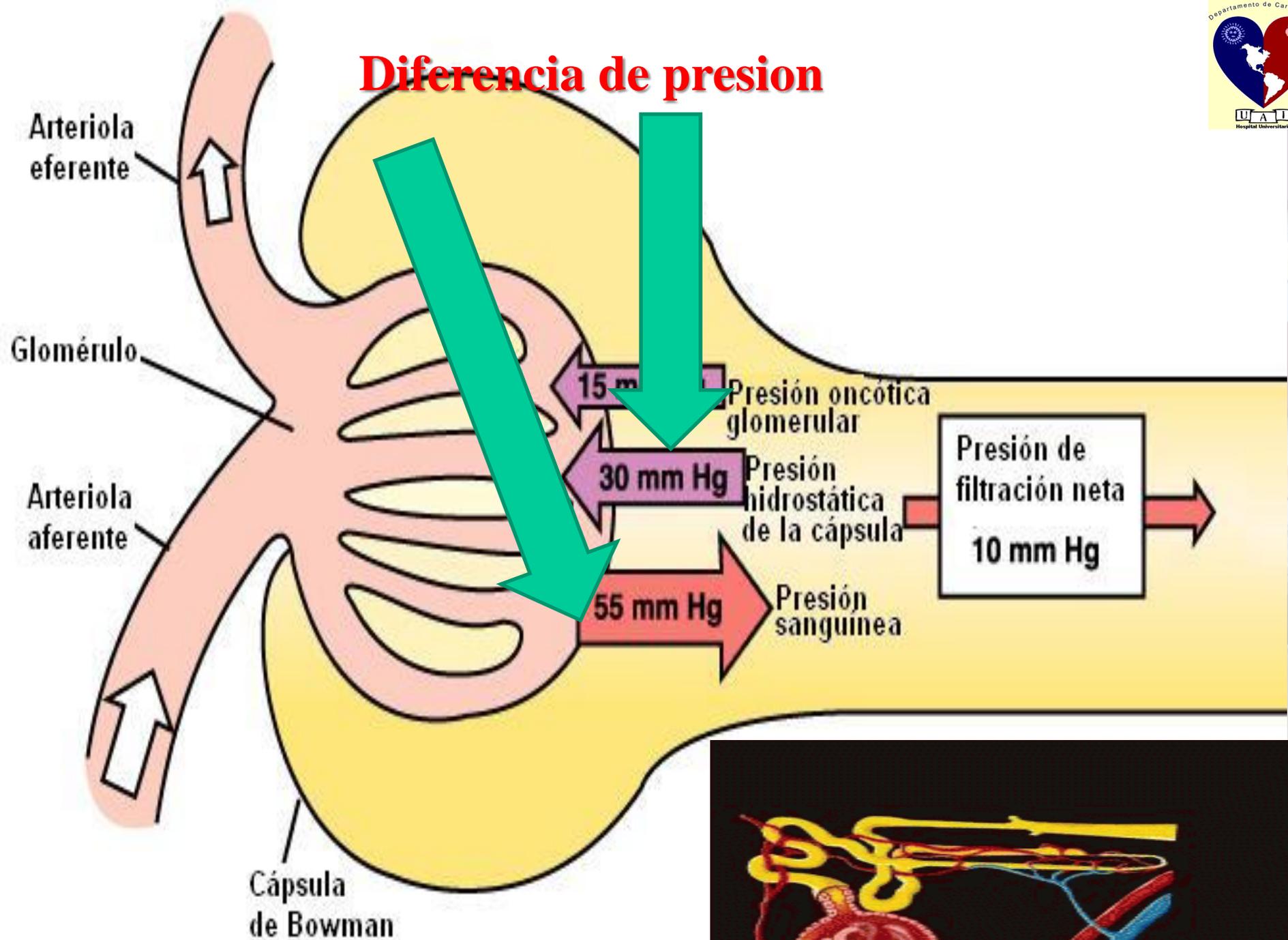
**En la insuficiencia cardíaca hay elevaciones de las presiones venosas ( también de las venas renales ) con caída de los gradientes capilares**

PRESIÓN  
mm Hg

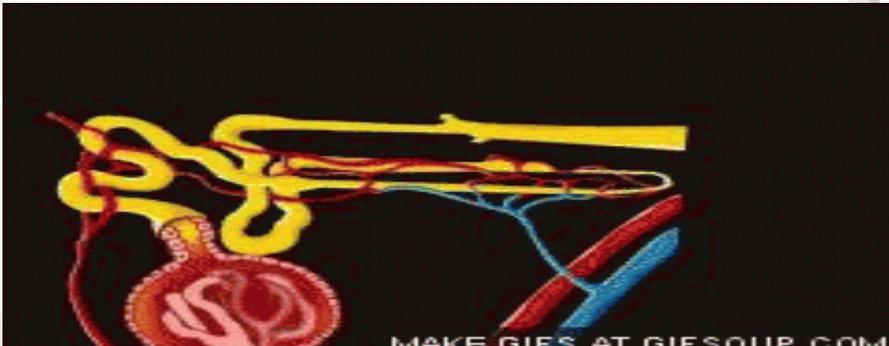
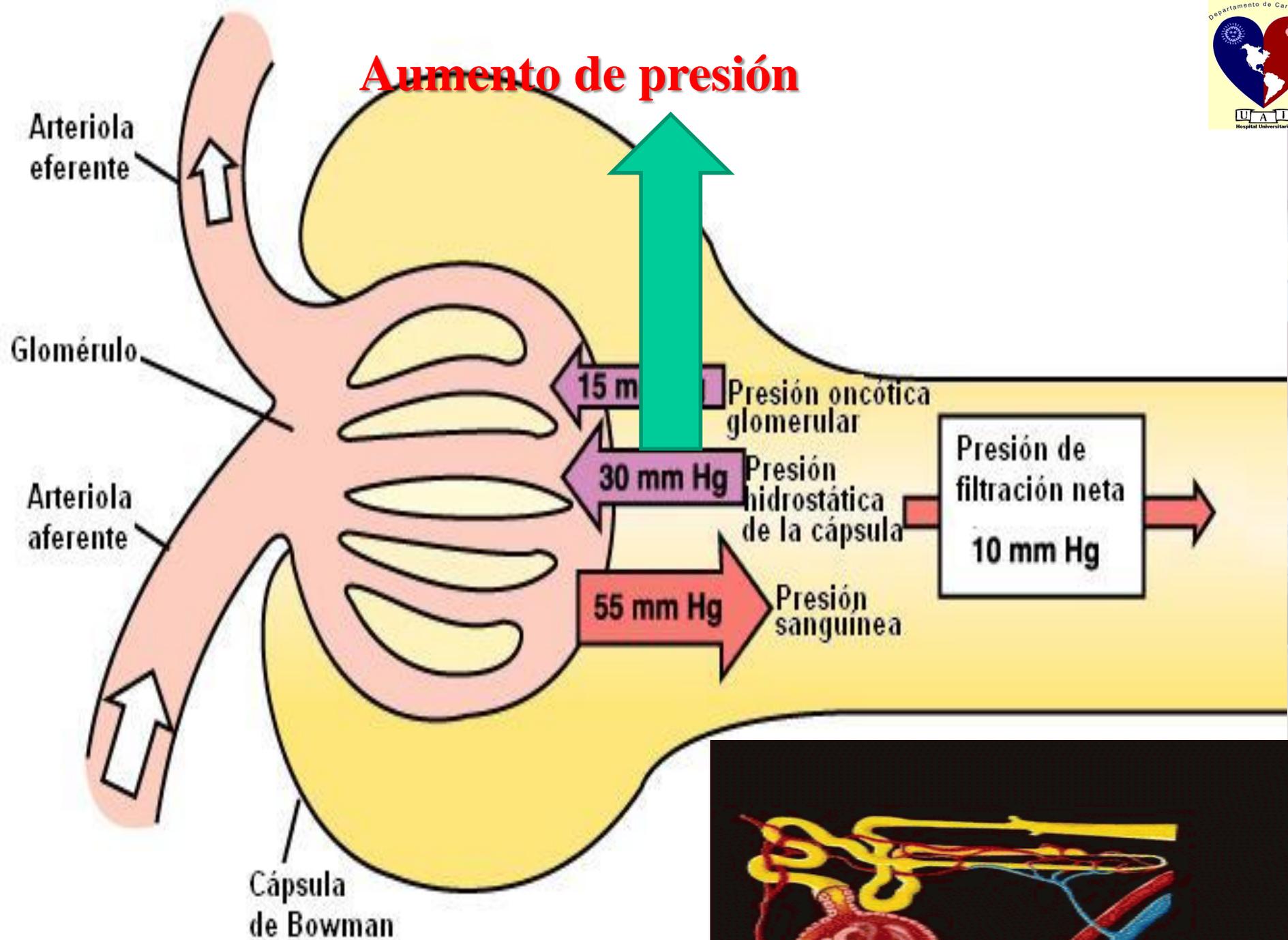
## PRESIÓN EN LA VASCULATURA RENAL



# Diferencia de presión



# Aumento de presión



# *Effect of increased renal venous pressure on renal function.*

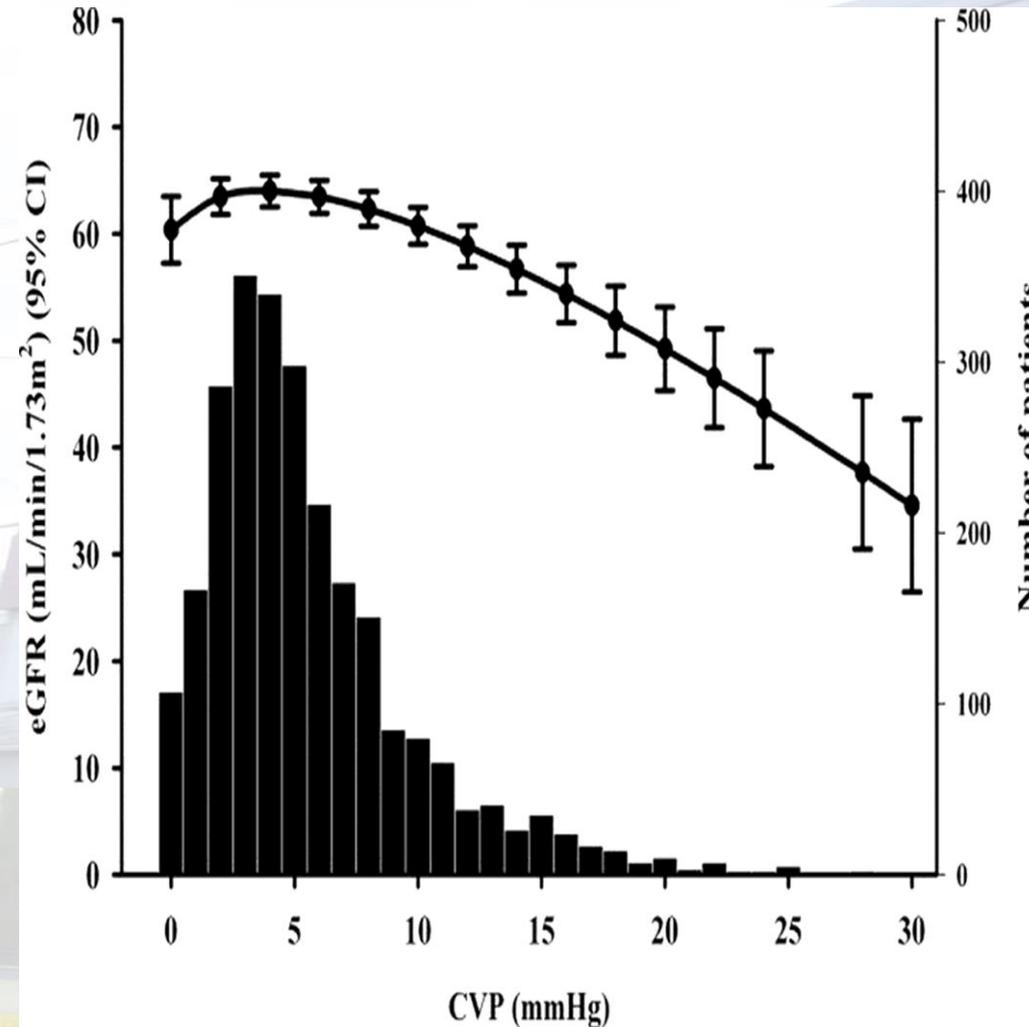
*Am J Physiol.* **1949**; 157: 1–13.

Elevation of renal venous pressure from extrinsic compression of the veins has also been shown to compromise renal function.

Distribution of central venous pressure and the relationship between CVP and estimated GFR in 2557 patients.

CVP has repeatedly been shown to correlate well with renal dysfunction in patients with HF. Reprinted with permission from Damman et al.<sup>27</sup>

A Mayor presión venosa central menor tasa de filtrado glomerular



A mayor  
ingurgitación  
yugular menor tasa  
de filtrado  
glomerular

A mayor  
insuficiencia  
tricuspidea  
Menor tasa de  
filtrado glomerular

Jeremy S. Bock, and Stephen S. Gottlieb. *Circulation*  
2010;121:2592-2600

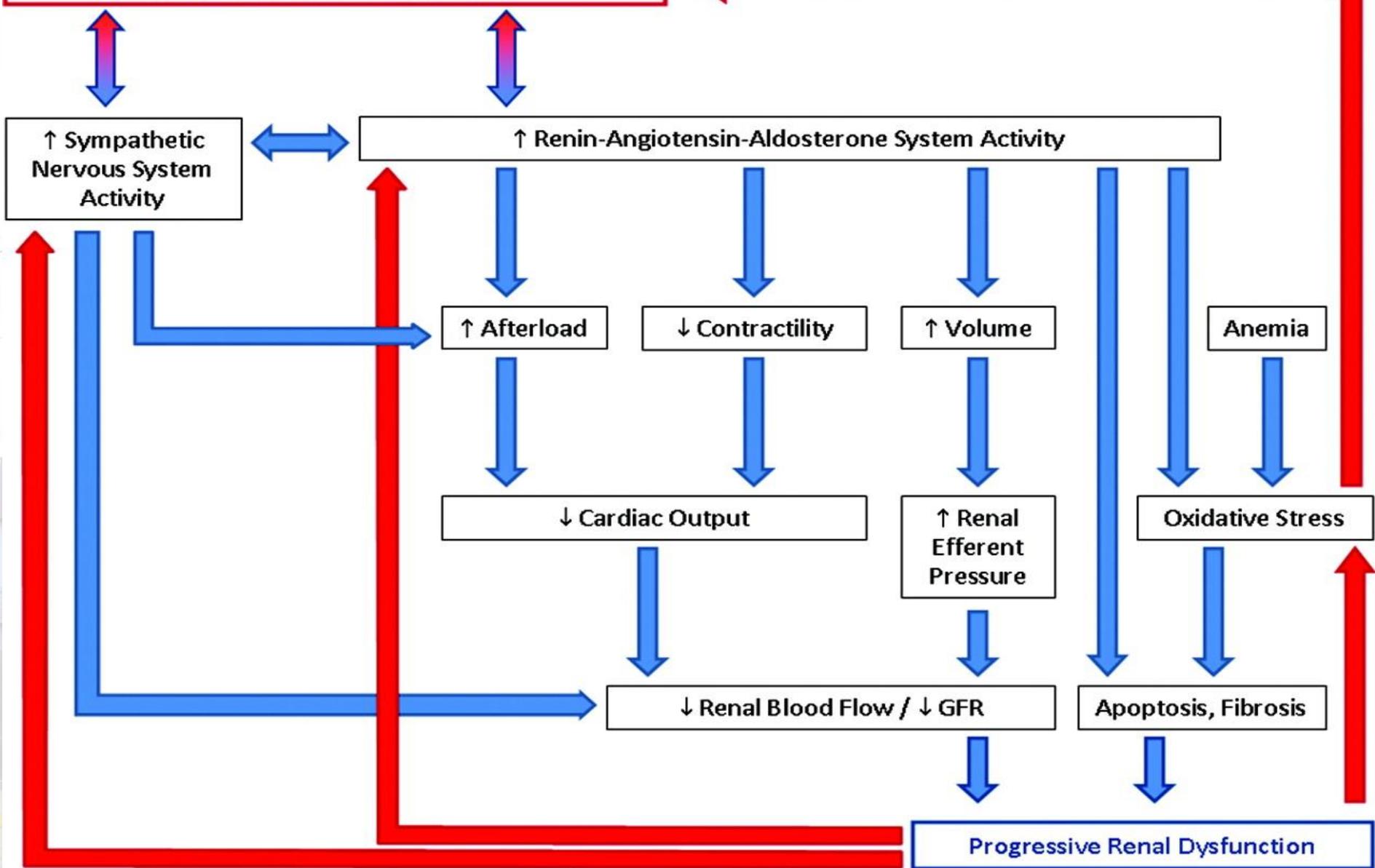
Type	Definition	Example of inciting condition
1	Acute cardiac decompensation is complicated by AKI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acute decompensated heart failure</li> <li>• Cardiac surgery or procedures</li> <li>• Cardiogenic shock</li> <li>• Hypertensive pulmonary edema</li> <li>• Myocardial infarction</li> </ul>
2	Chronic cardiac dysfunction leads to CKD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diastolic heart failure</li> <li>• Systolic heart failure</li> </ul>
3	AKI causes acute cardiac dysfunction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acute tubular necrosis</li> <li>• Glomerulonephritis</li> <li>• Outflow obstruction</li> <li>• Renal artery embolism</li> </ul>
4	CKD causes chronic cardiac disease	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diabetic nephropathy</li> <li>• Focal segmental glomerulosclerosis</li> <li>• Polycystic kidney disease</li> </ul>
5	Cardiac and renal diseases develop in the presence of a systemic disorder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drug toxicity</li> <li>• Multiple myeloma</li> <li>• Sarcoidosis</li> <li>• Sepsis</li> <li>• Sickle cell disease</li> <li>• Systemic lupus erythematosus</li> </ul>

# OTROS FACTORES FISIOLÓGICOS

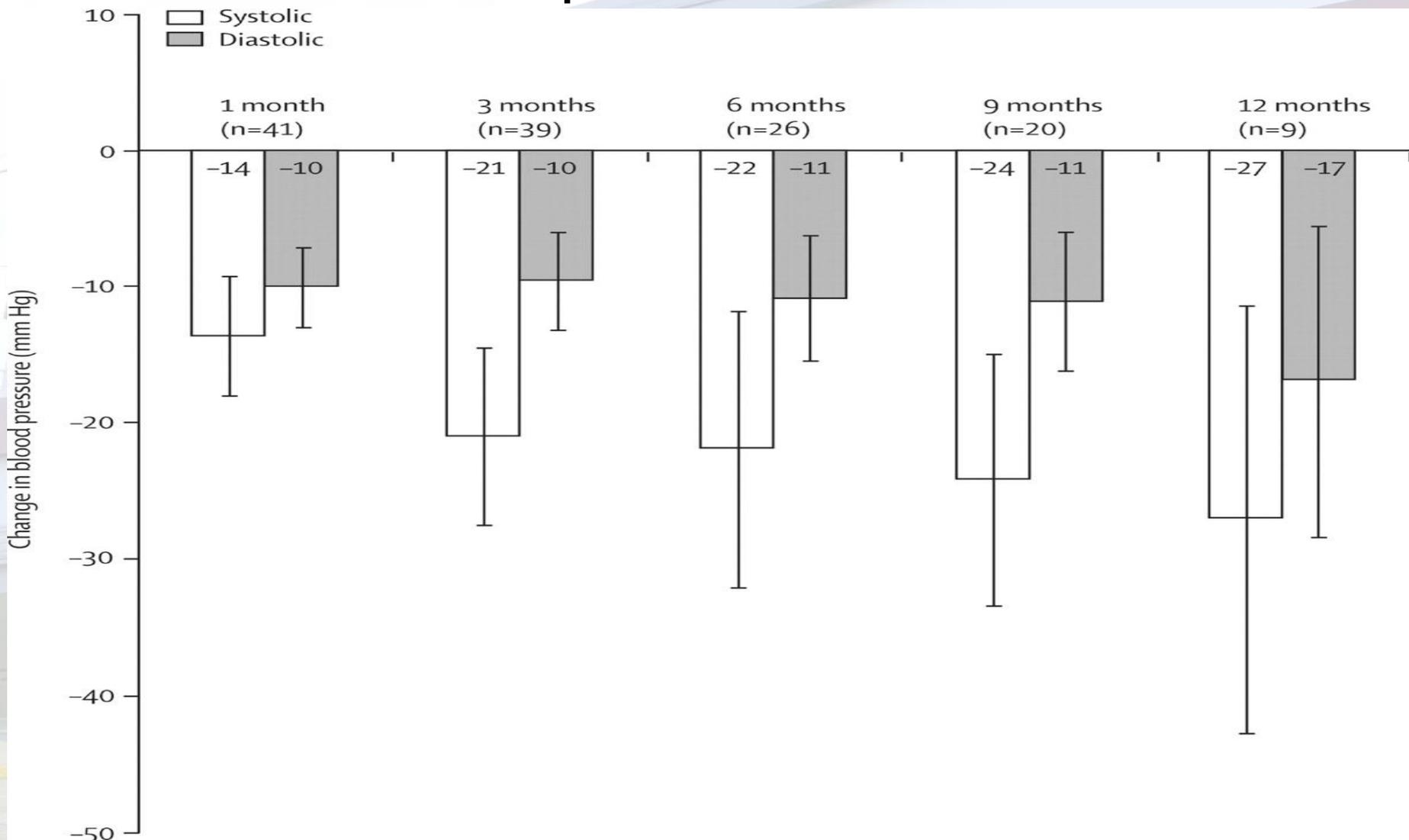
# **TONO SIMPÁTICO**

## **Reduce la tasa de filtrado glomerular**

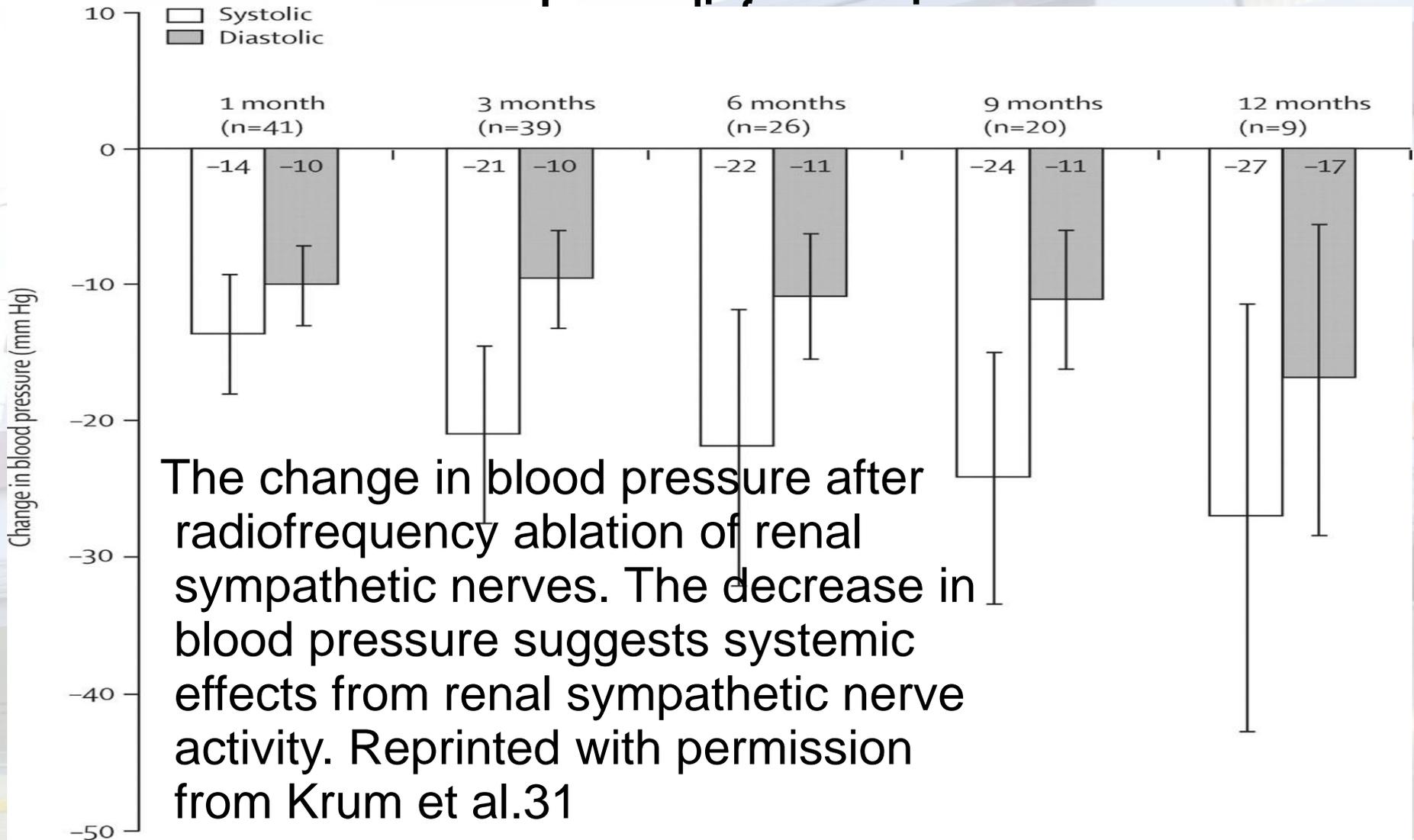
# Progressive Cardiac Dysfunction



# Cambios en la presión renal arterial luego de la ablación simpática renal por radiofrecuencia .



# Cambios en la presión renal arterial luego de la ablación simpática



The background image shows the exterior of a modern, multi-story building with a light blue facade and a prominent red horizontal band. The building features large windows and glass doors at the ground level. The text 'UNIVERSIDAD AMERICANA' is written in green on the upper part of the red band, and 'HOSPITAL ESSENE' is written in white on the lower part. There are also logos of the university on the building. The text 'FACTORES ENDOCRINOS' is overlaid in large, bold, black serif font across the center of the image.

# FACTORES ENDOCRINOS

# POORLY FUNCTIONING HEART

**Systolic dysfunction  
 (poor cardiac output)**

**Diastolic dysfunction  
 (fluid overload)**

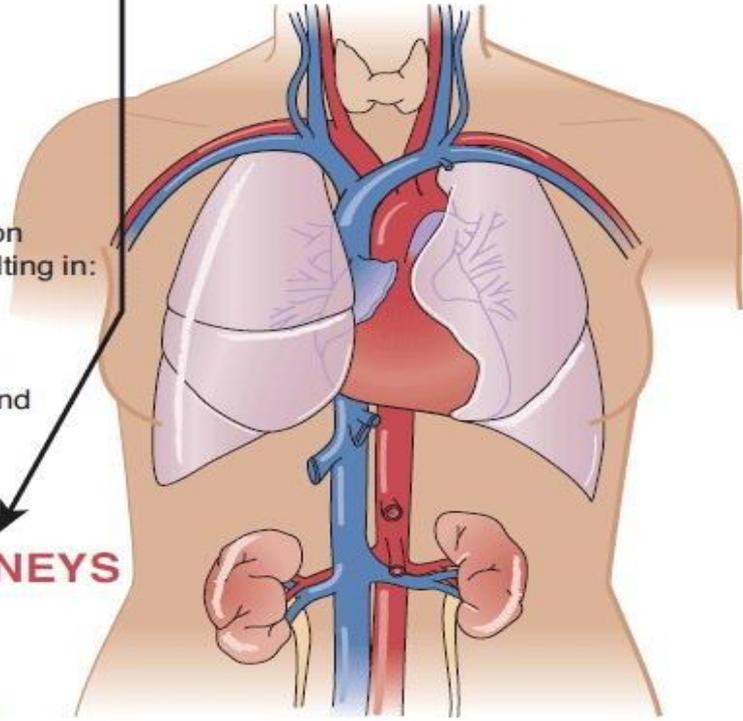
Renal hypoperfusion occurs

Increased central venous pressure resulting in:  
 • renal vascular congestion with poor renal perfusion

Activation of the RAAS

Increased blood volume and vasoconstriction  
 Activates sympathetic nervous system resulting in:

- venous congestion
- vasoconstriction
- hypertrophy, apoptosis, and fibrosis of cardiomyocytes and renal tubular cells



## POORLY FUNCTIONING KIDNEYS

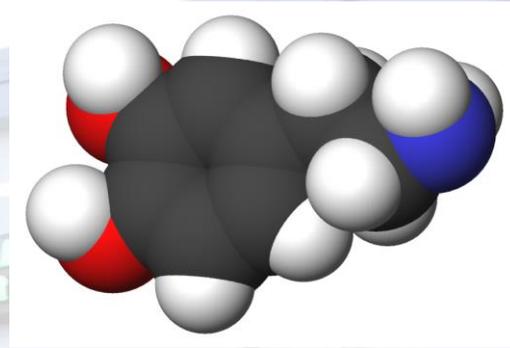
Electrolyte abnormalities resulting in:

- impaired renal potassium excretion (hyperkalemia) → **ventricular tachycardia**
- reduced calcium absorption in GI tract (hypocalcemia) → **fatal dysrhythmia**
- kidneys not producing erythropoietin needed for red blood cell production resulting in anemia and increasing cardiac workload → **heart failure**

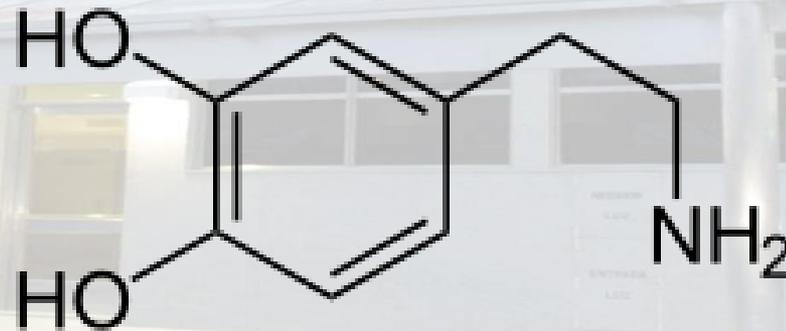
## POORLY FUNCTIONING HEART



# COMO CONDICIONAR TERAPEUTICAMENTE EL FILTRADO GLOMERULAR



# Dopamina

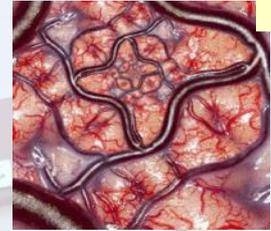


# D1 agonistas D2 antagonistas

	Receptores de grupo D1	Receptores del grupo D2
<b>Radioligandos útiles para su estudio</b>	Skf 38393 Dihidroxicina $[^3\text{H}]$ SCH 23390 $[^{125}\text{I}]$ SCH 23982	Quinpirole N-0437 $[^3\text{H}]$ Nemonapride $[^3\text{H}]$ Raclopride $[^3\text{H}]$ Espiperone
<b>Localización</b>	Núcleo caudado, accumbens, putamen, corteza cerebral, tubérculo olfatorio, sistema cardiovascular.	Se encuentran en las mismas estructuras que los tipo D1, y en los lóbulos anterior y posterior de la pituitaria.
<b>Características bioquímicas</b>	Estimulan la adenilciclasa, aumentando los niveles intracelulares de AMP cíclico.	Disminuyen la actividad de la adenilciclasa
<b>Características genéticas</b>	Los genes que los codifican carecen de intrones	Los genes que los codifican tienen intrones.
<b>Estructura</b>	Cadena carboxi-terminal larga. Asa intracelular corta	Cadena carboxi-terminal corta. Asa intracelular larga

# En Insuficiencia renal aguda

Incrementa el flujo plasmático renal  
Filtración glomerular  
Flujo urinario y promueve la natriuresis.



**Entre 0,5 y 3,0  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$** , se produce vasodilatación intrarrenal por activación de receptores específicos DA1

**En dosis mayores a 3  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$  y hasta 10  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$** , dopamina se une a receptores alfa-adrenérgicos vasculares aumentando la frecuencia y el inotropismo cardíaco, elevando el débito cardíaco y secundariamente la perfusión renal.

**Dosis superiores, con umbral de 5 y hasta 20  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$** , hacen que los efectos beneficiosos tiendan a contrarrestarse por activación de receptores periféricos adrenérgicos alfa-1



# COMO MEDIR EL FILTRADO GLOMERULAR



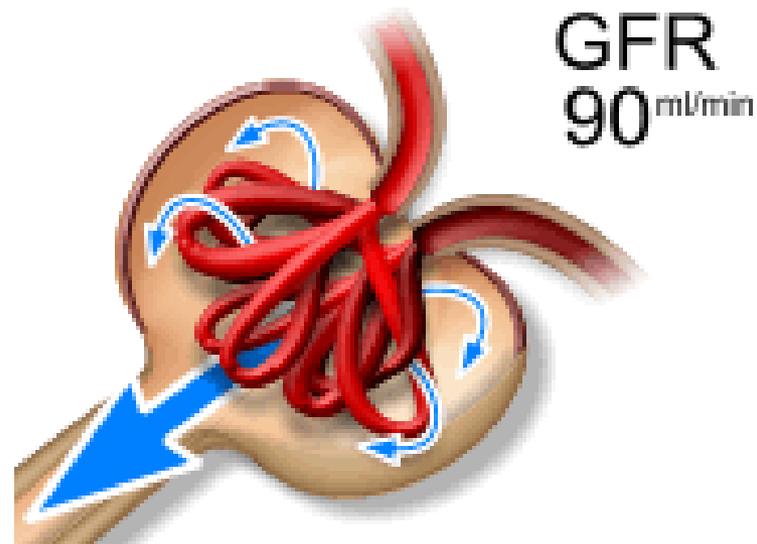
## GFR Decreases with:

- Dehydration
- Low blood pressure
- Use of sedation
- Chronic kidney disease
- Increased age



## GFR increases with:

- Increased dietary protein
- Overhydration

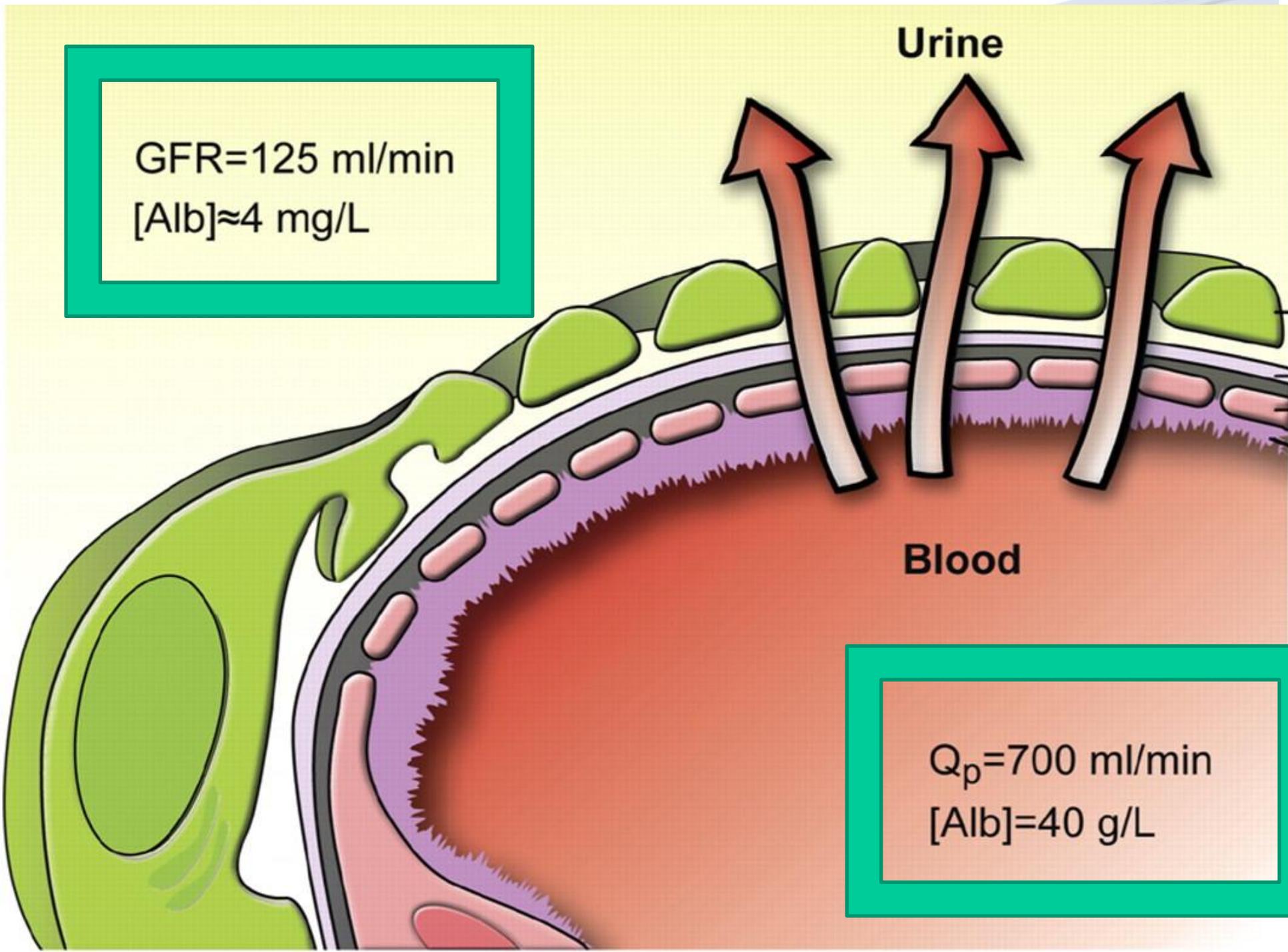


GFR=125 ml/min  
[Alb]≈4 mg/L

Urine

Blood

$Q_p=700$  ml/min  
[Alb]=40 g/L



# Stages of Chronic Kidney Disease

At ↑ risk

Transplant

Dialysis

Stage 1

Stage 2

Stage 3

Stage 4

Stage 5

Kidney damage  
normal function

Kidney damage  
mild ↓ function

Kidney damage  
moderate ↓ function

Severe ↓  
function

Kidney  
failure

130

90

60

30

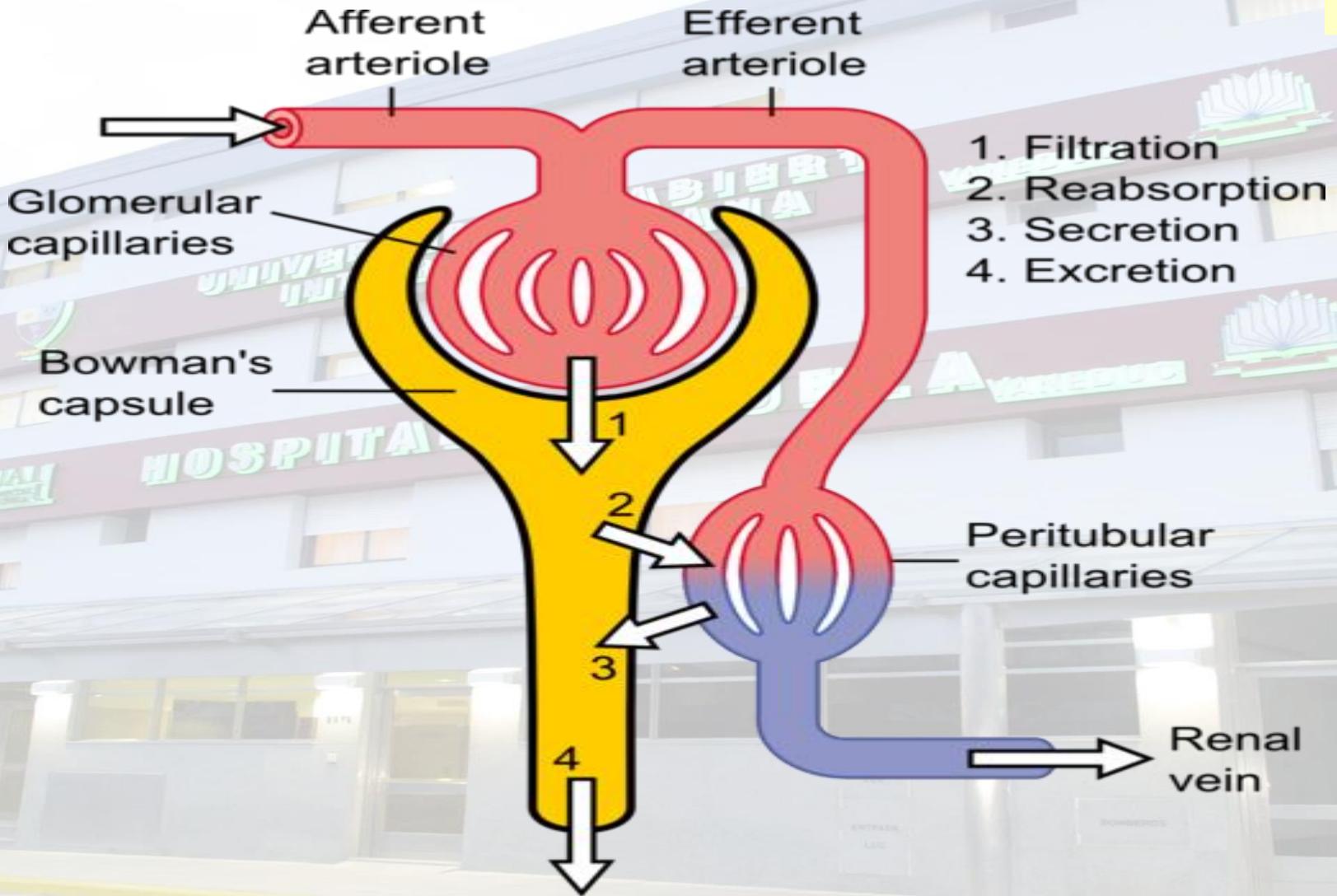
15

0

Glomerular Filtration Rate, mL/min/1.73m<sup>2</sup>

# MÉTODOS DE VALORACIÓN DEL FILTRADO GLOMERULAR

- Clearance de Inulina
- Clearance de marcadores radioactivos :
  - 125 I – Iotalamato
  - 99mTc – DTPA
- Creatininemia
- Clearance de Creatinina
- Predicción del FG por ecuaciones, teniendo en cuenta la creatininemia :
  - Fórmula de Cockcroft – Gault
  - Fórmula de Levey abreviada (MDRD Study)



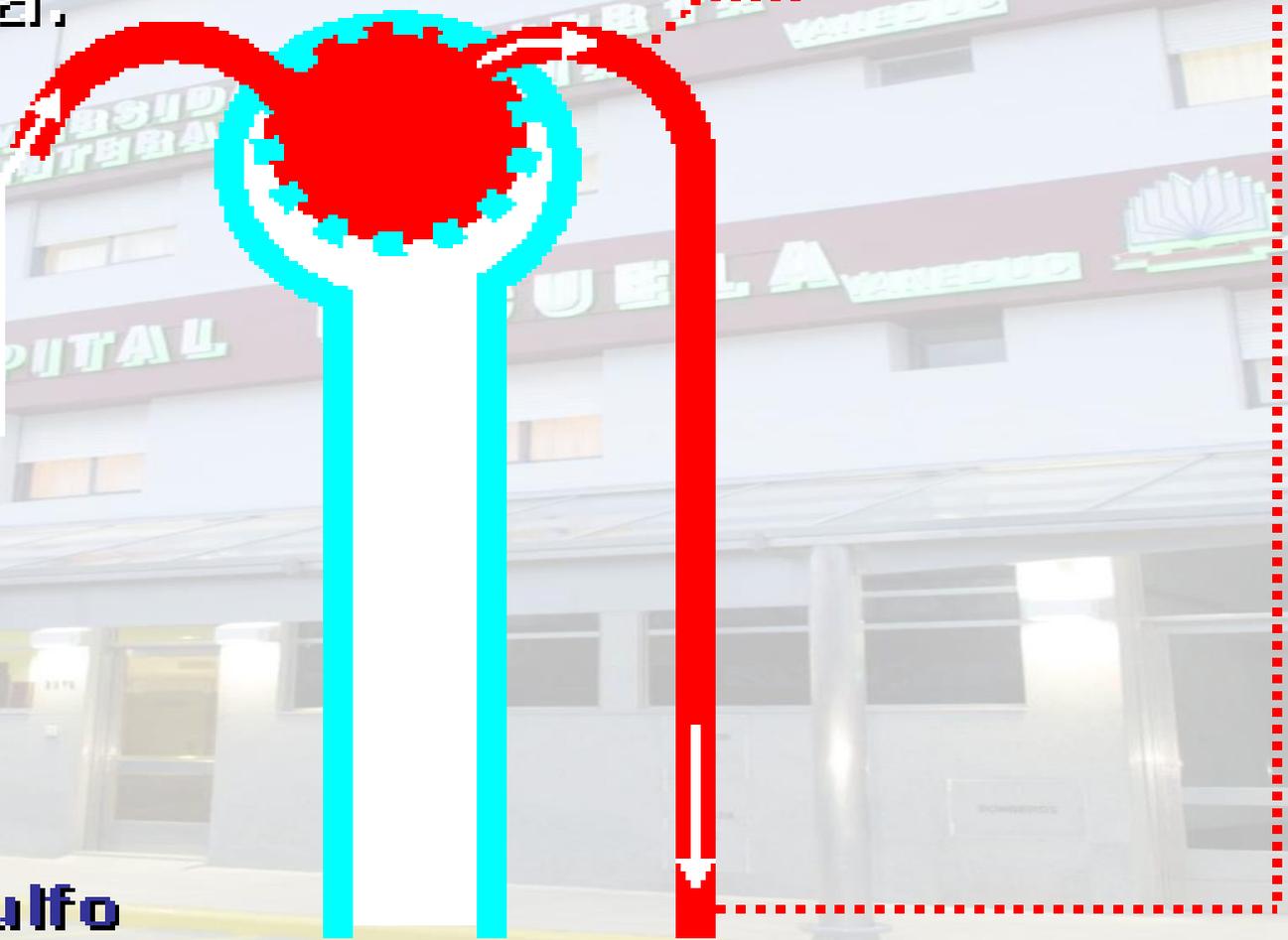
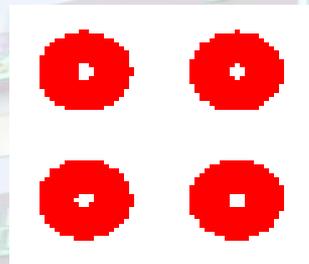
1. Filtration
2. Reabsorption
3. Secretion
4. Excretion

Urinary excretion  
Excretion = Filtration - Reabsorption + Secretion

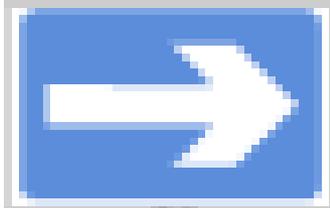
# Clearance renal de uma substância

$\dot{V}_E$

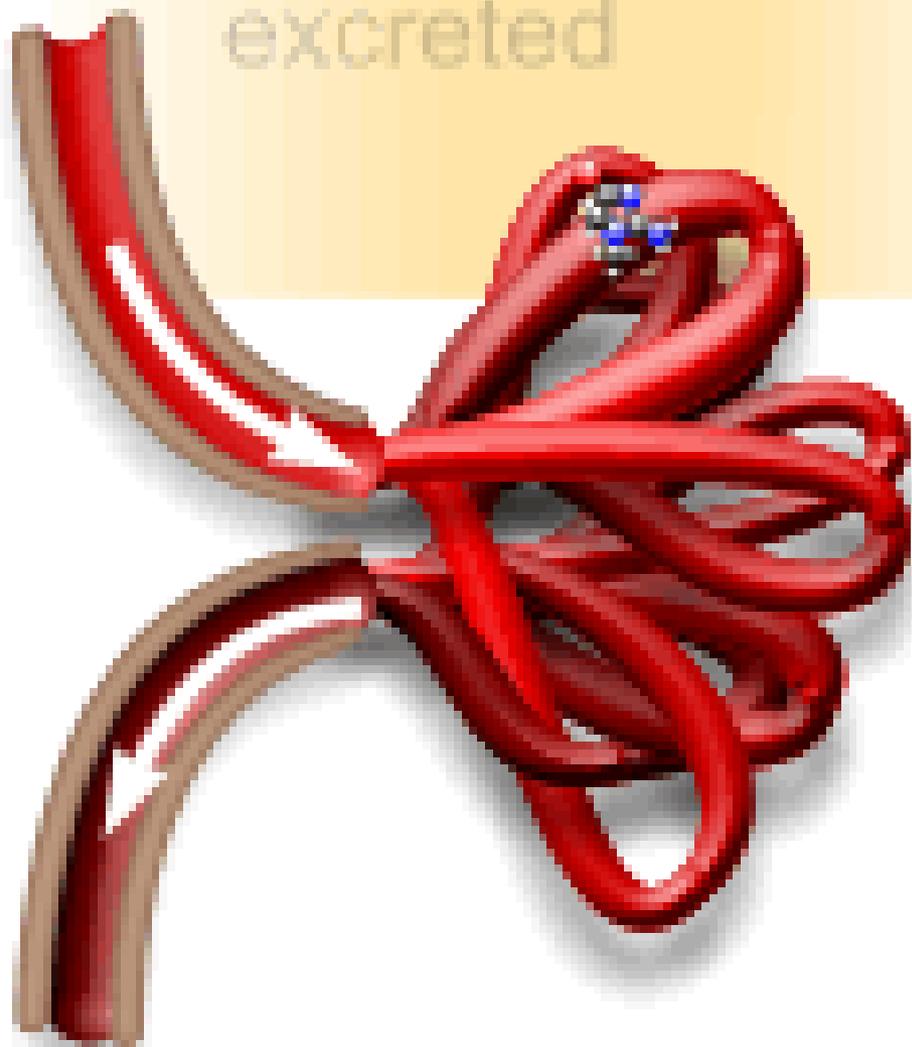
$\dot{V}_E$



**Barsanulfo**



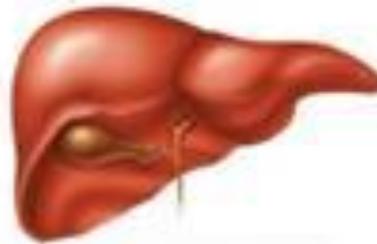
excreted



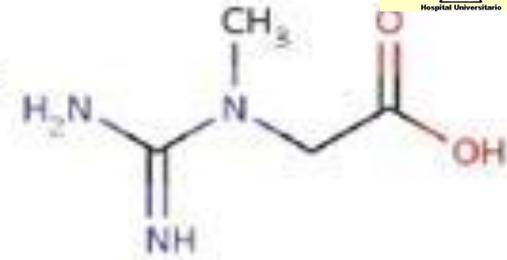
# Síntesis de creatinina



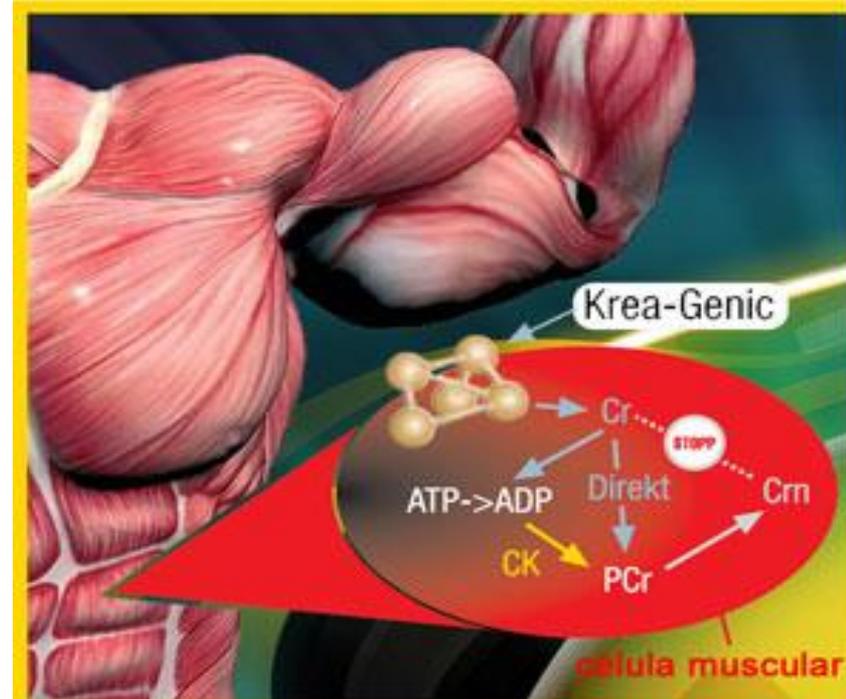
Arginina +  
Glicina  
Metionina



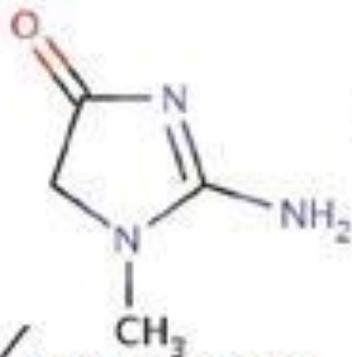
## Creatina



## Fosfato de Creatina



## Creatinina (en sangre)



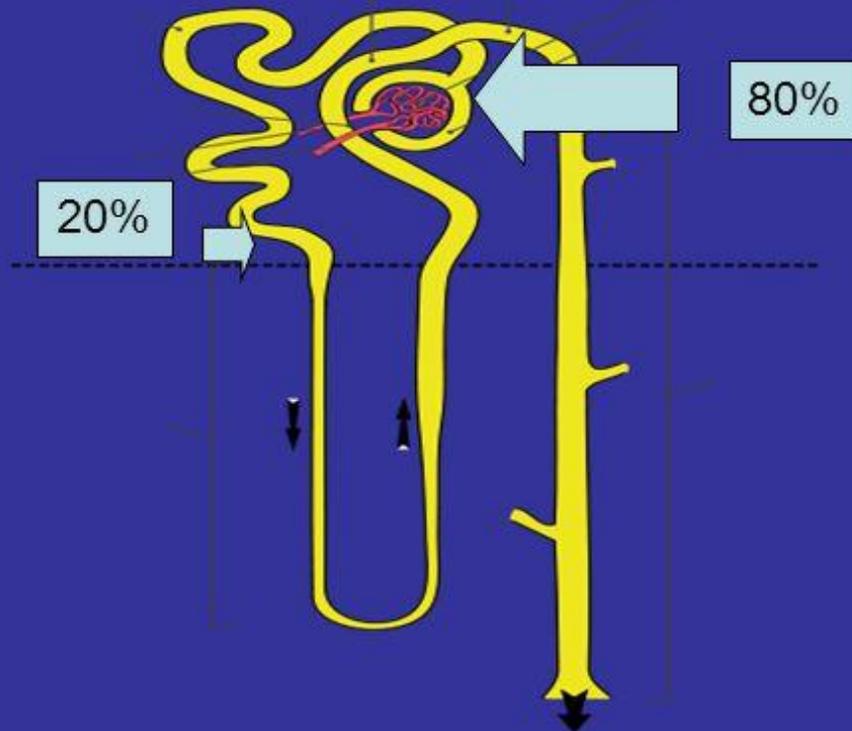
desfosforilación o hidrólisis

Filtración glomerular



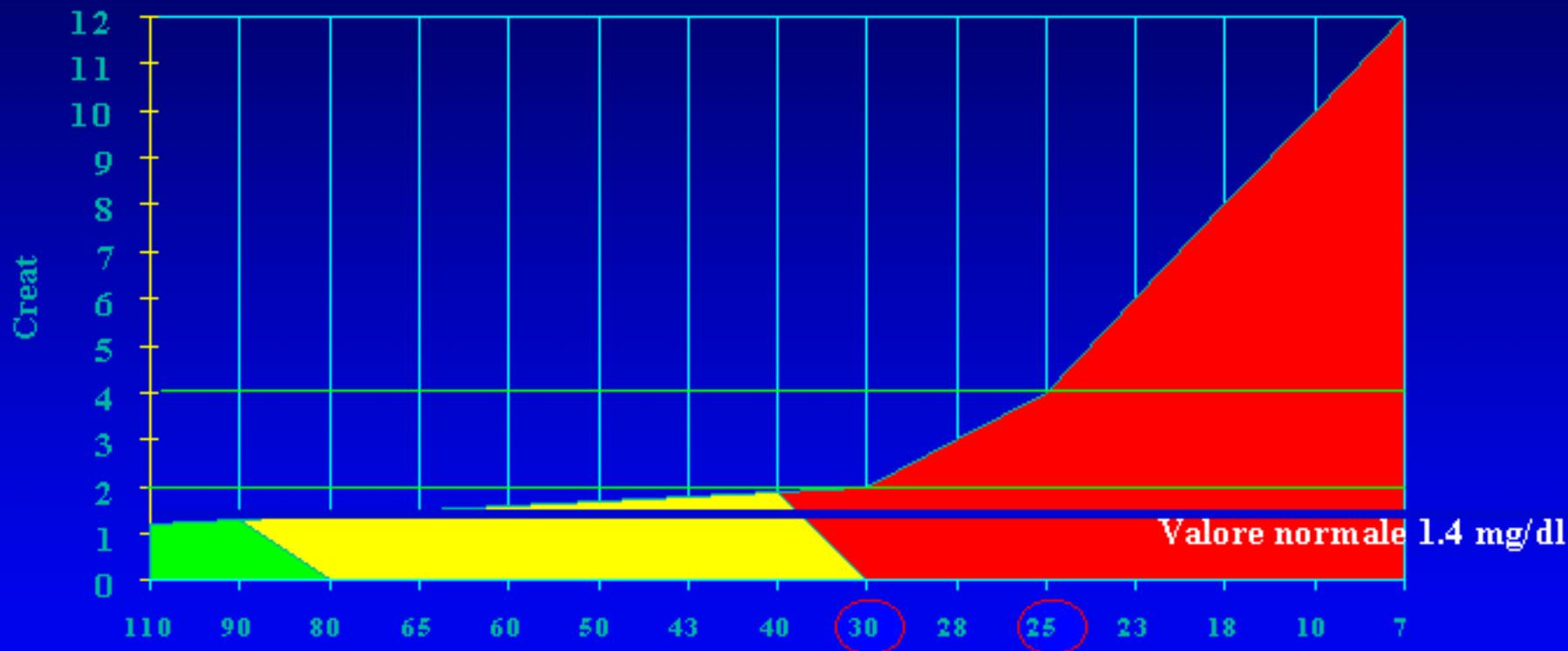
**Normalmente, la secreción tubular de creatinina contribuye con el 20% de la creatinina excretada en orina.**

**El clearance de creatinina es ligeramente mayor que el filtrado glomerular debido a esta secreción tubular.**



# Relazione tra Clearance della Creatinina e Creatinina Plasmatica

V.N. 80 - 120 ml / min

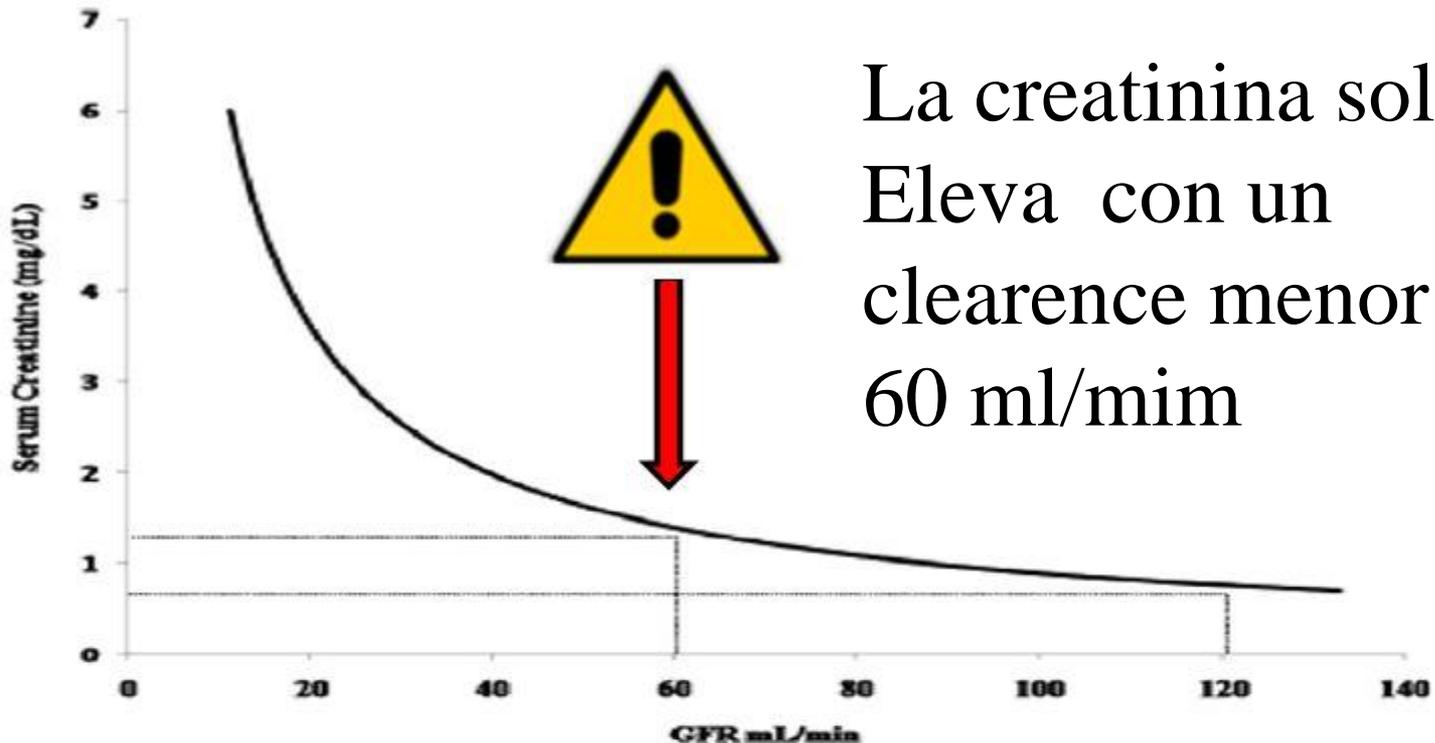


Il 50% dei pazienti con GFR tra 80 e 40 ha Creat. Normale

Shemesh O. Kidney Int 28:830-838, 1985

La urea y creatinina se elevan cuando el daño renal ya se ha establecido.

Por tanto, son necesarios parámetros que de una **forma precoz** alerten sobre la existencia de una disfunción renal



La creatinina solo se Eleva con un clearance menor de 60 ml/min

Figure 1. Relationship between glomerular filtration rate (GFR) and serum creatinine (SCr). Large changes in GFR (e.g., 50% decrease from 120 mL/min to 60 mL/min) are reflected in only small changes in SCr (0.7 mg/dL to 1.2 mg/dL).

**Ucr** = Concentración urinaria de creatinina, mg/dl.

**V** = Volúmen del flujo urinario, ml/min.

**Pcr** = Concentración de creatinina en plasma, mg/dl.

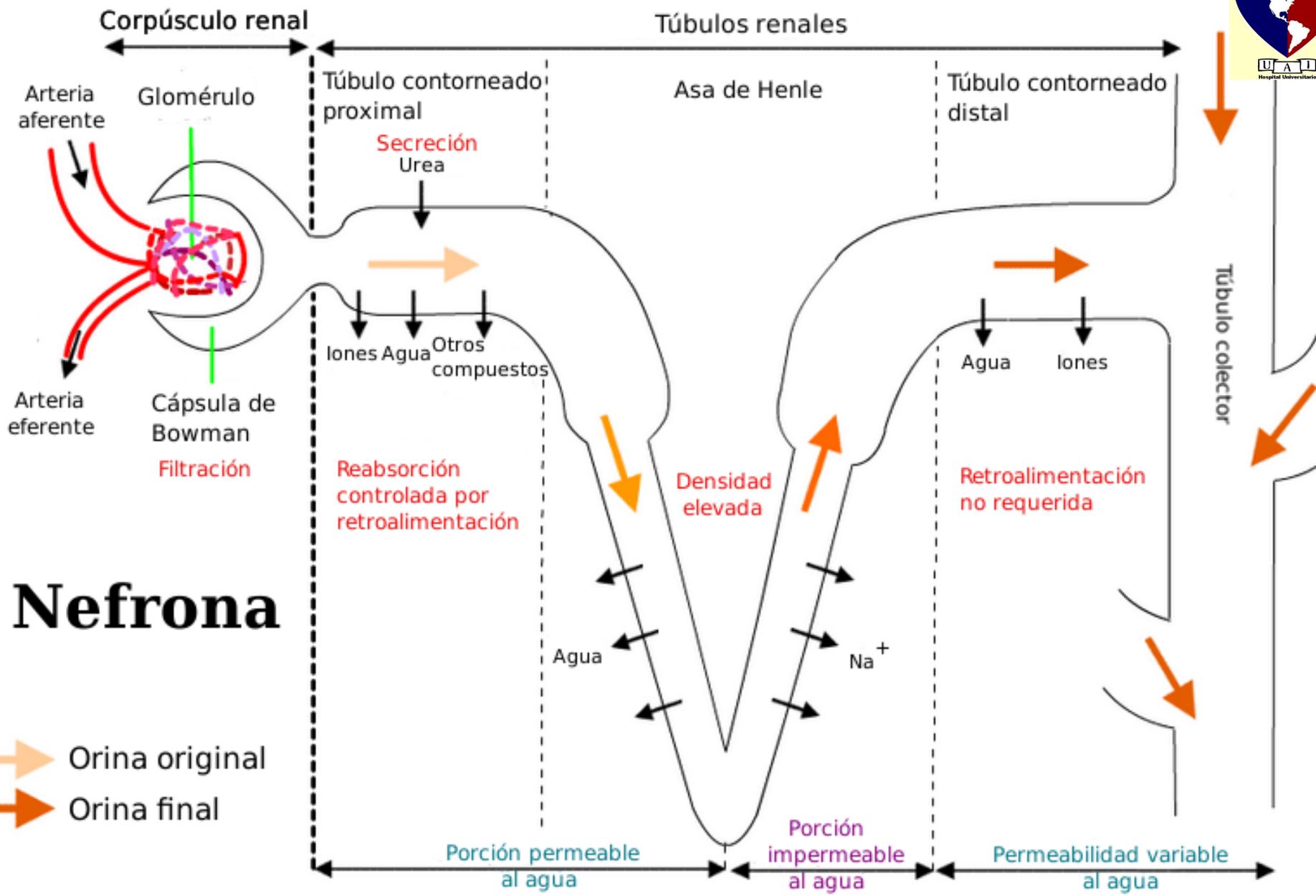
**ASC** = Área de superficie corporal, m<sup>2</sup>.

$$C_{cr} = \frac{U_{cr} \times V \times 1,73}{P_{cr} \times ASC}$$





$$\text{Aclaramiento creatinina} = \frac{(140 - \text{Edad}) \times \text{Peso (en kilogramos)}}{72 \times \text{Creatinina en plasma (en mg/dl)}} \times 0.85 \text{ si es mujer}$$



# Nefrona

