

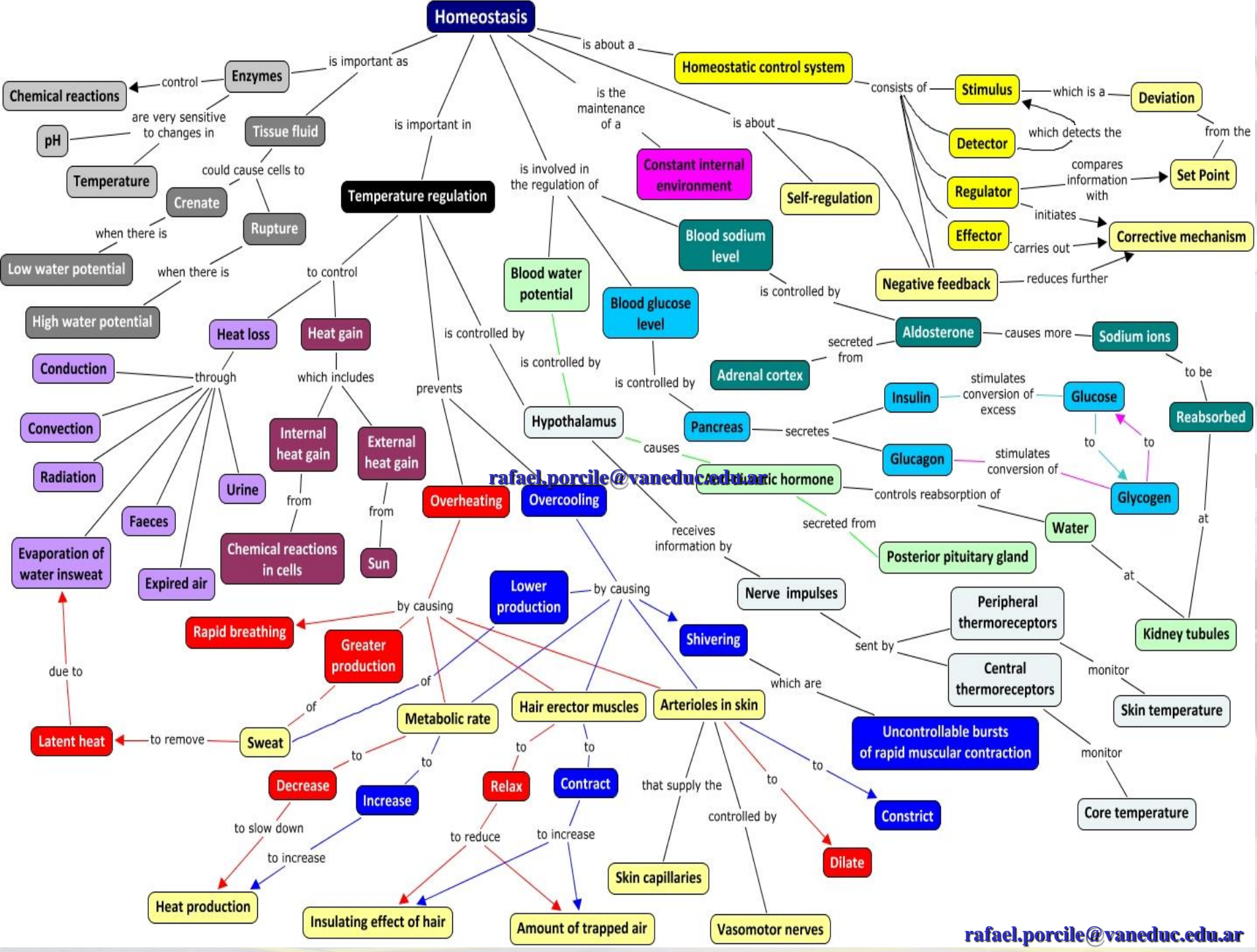
Fisiología Filtrado Glomerular

Rafael Porcile

rafael.porcile@vaneduc.edu.ar

DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA
CATEDRA DE FISILOGÍA

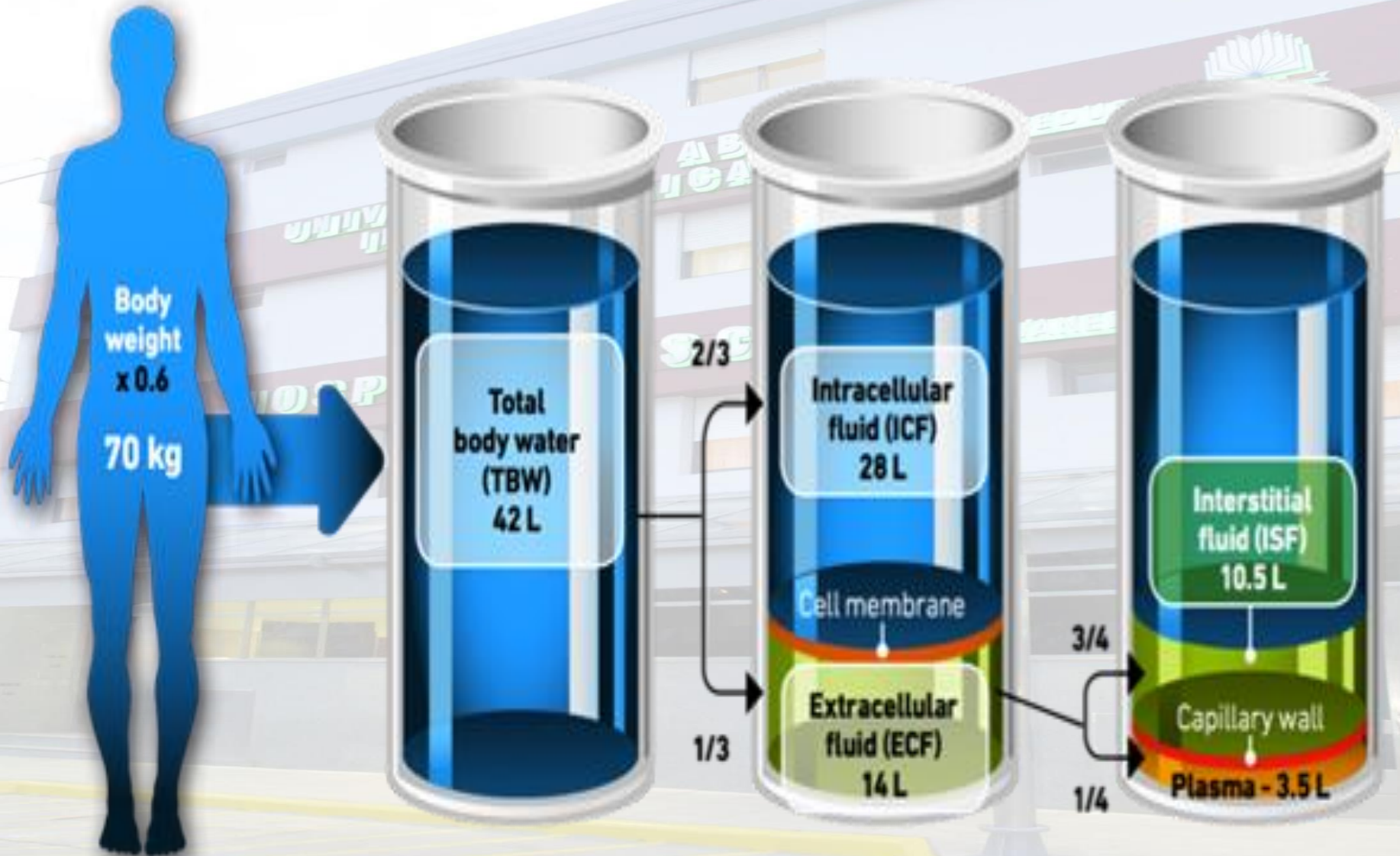
Universidad Abierta Interamericana



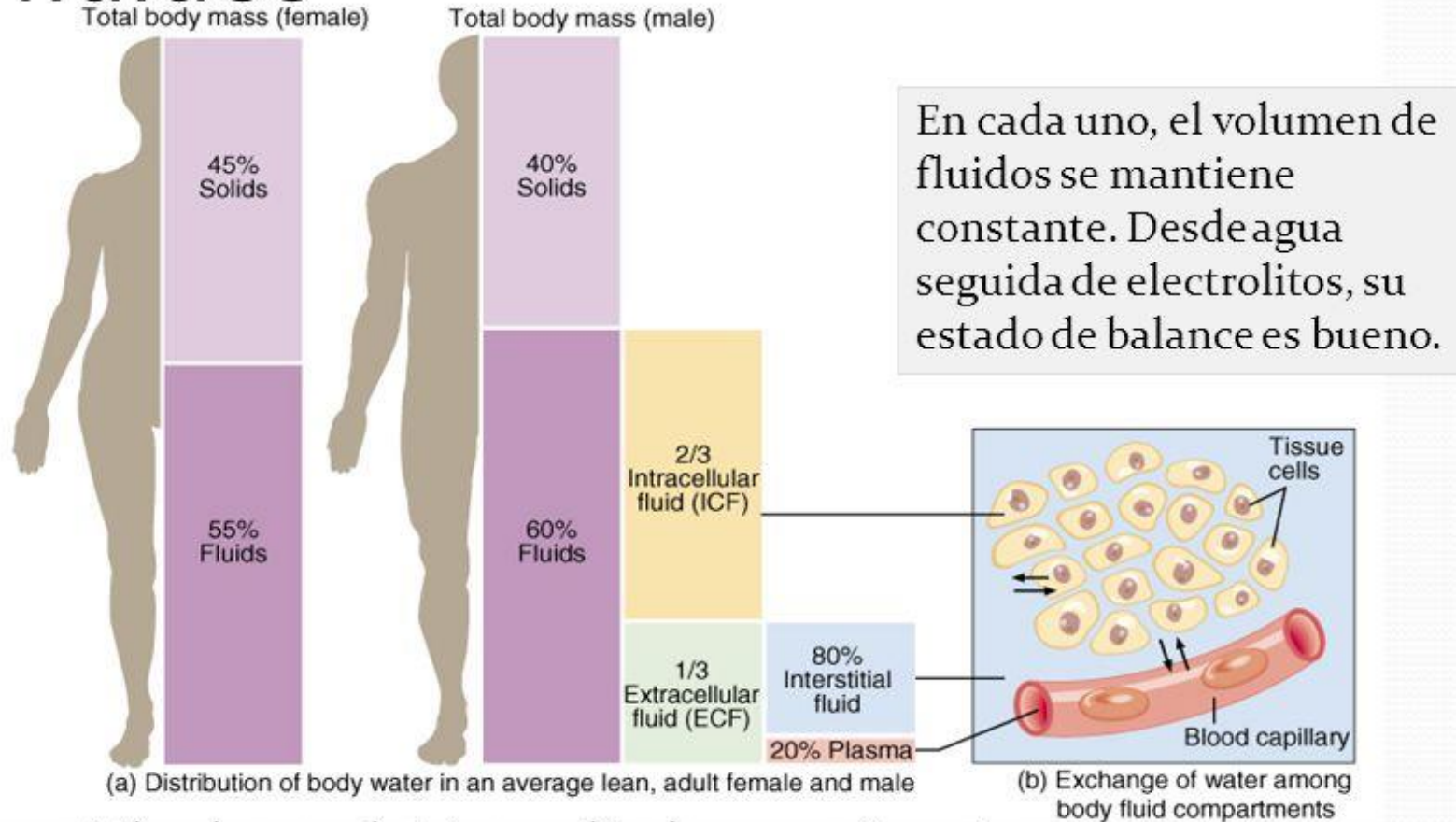
rafael.porcile@vandeduc.edu.ar

rafael.porcile@vandeduc.edu.ar

BODY WATER COMPARTMENTS



Balance entre comportamiento de fluidos

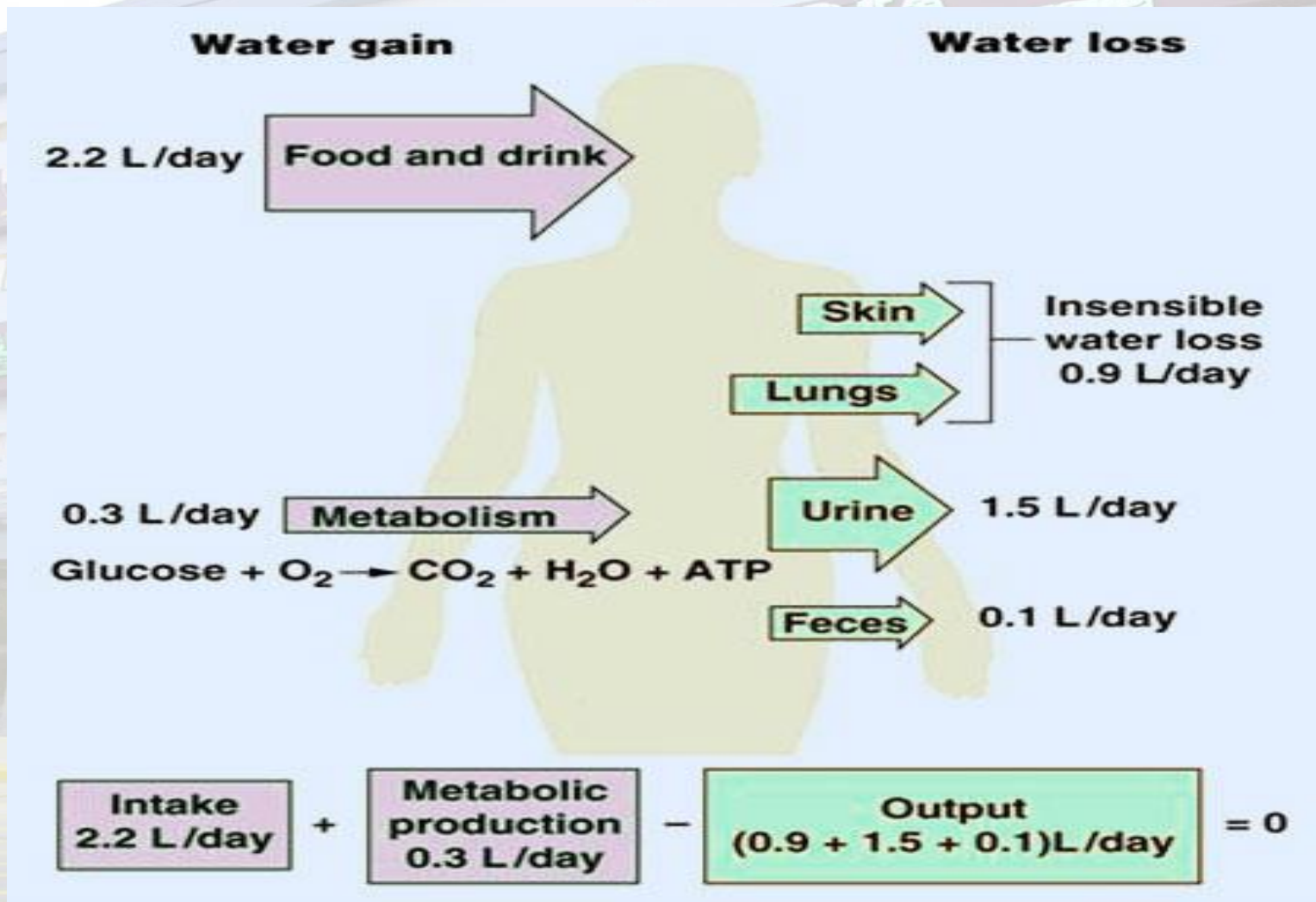


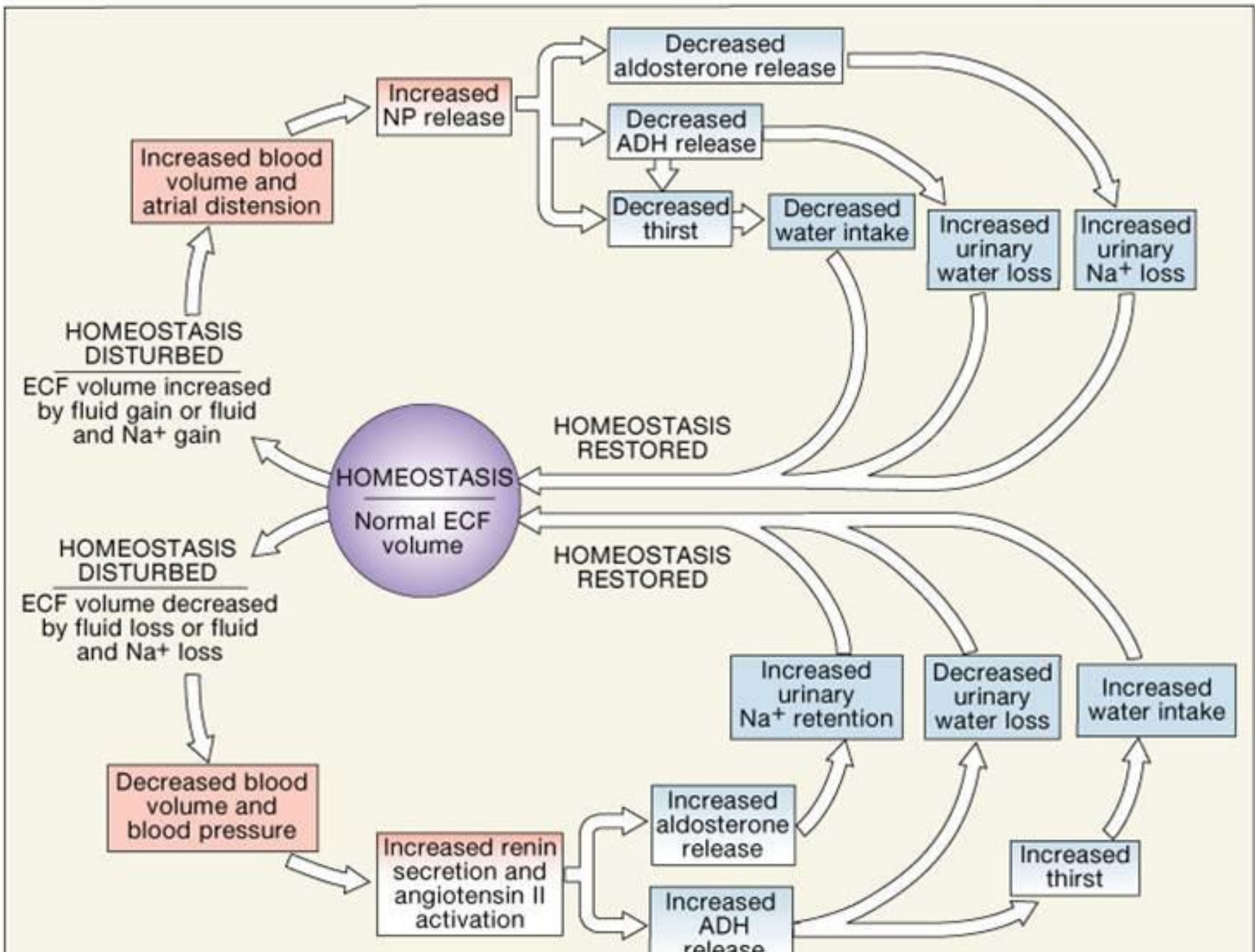
En cada uno, el volumen de fluidos se mantiene constante. Desde agua seguida de electrolitos, su estado de balance es bueno.

Sólo 2 lugares de intercambio de compartimentos:

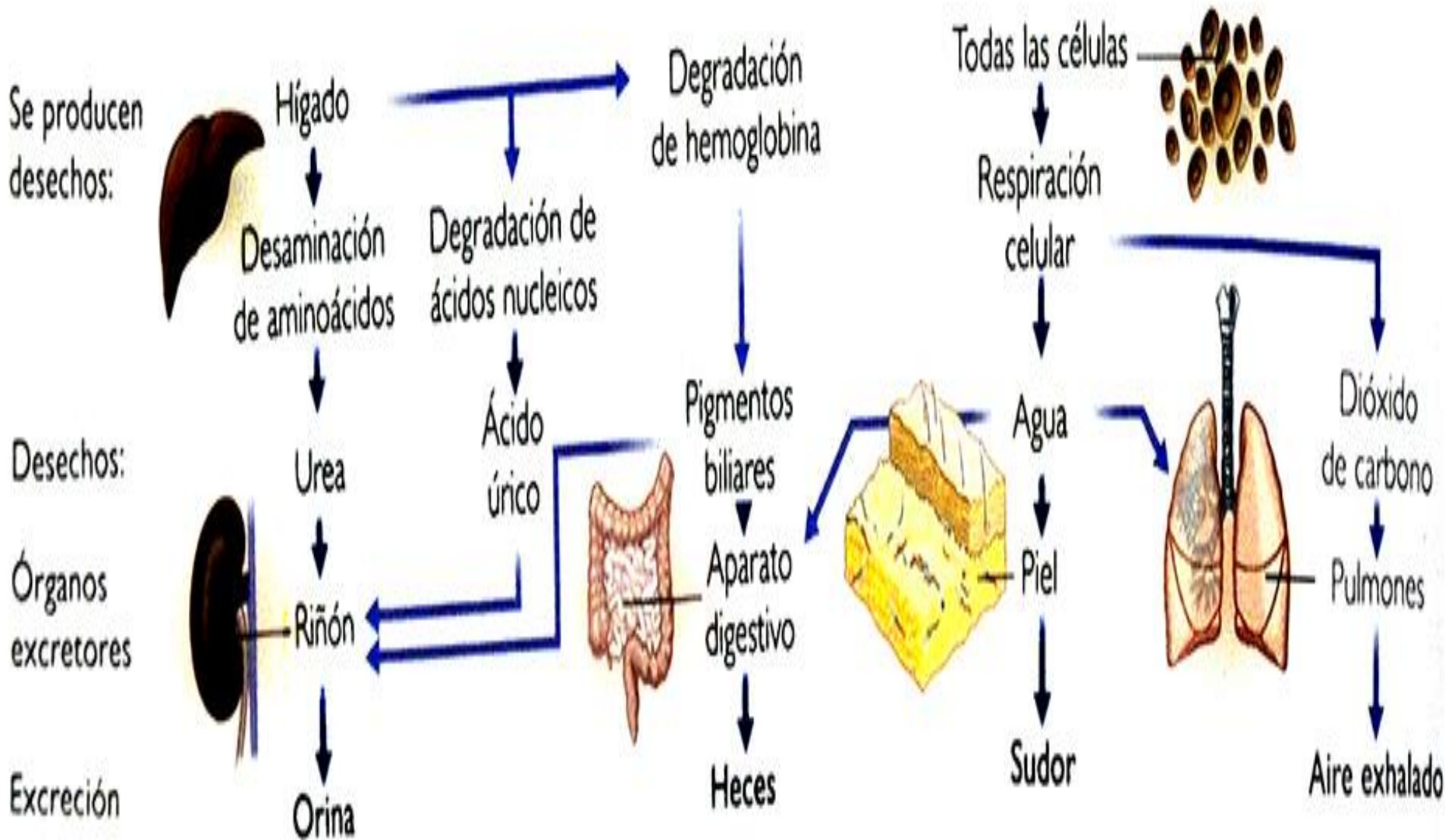
- Las membranas celulares separan lo intracelular del tejido intersticial
- Sólo en los capilares existen paredes suficientemente finas para el intercambio entre el plasma y el líquido intersticial.

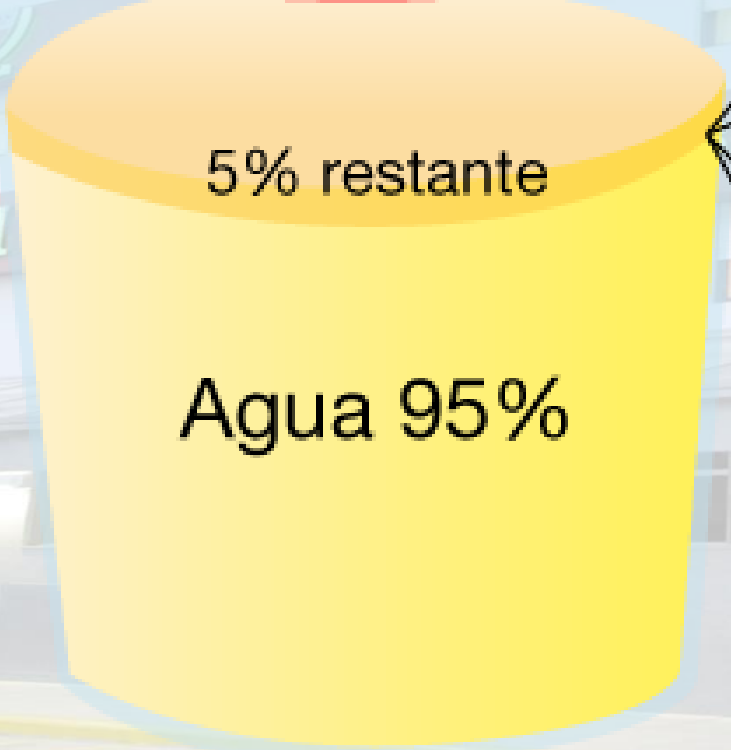
Homeostasis Hidrica





Órganos que intervienen en la homeostasis





5% restante

Agua 95%

Urea 2,5%

Sales disueltas 1,5%

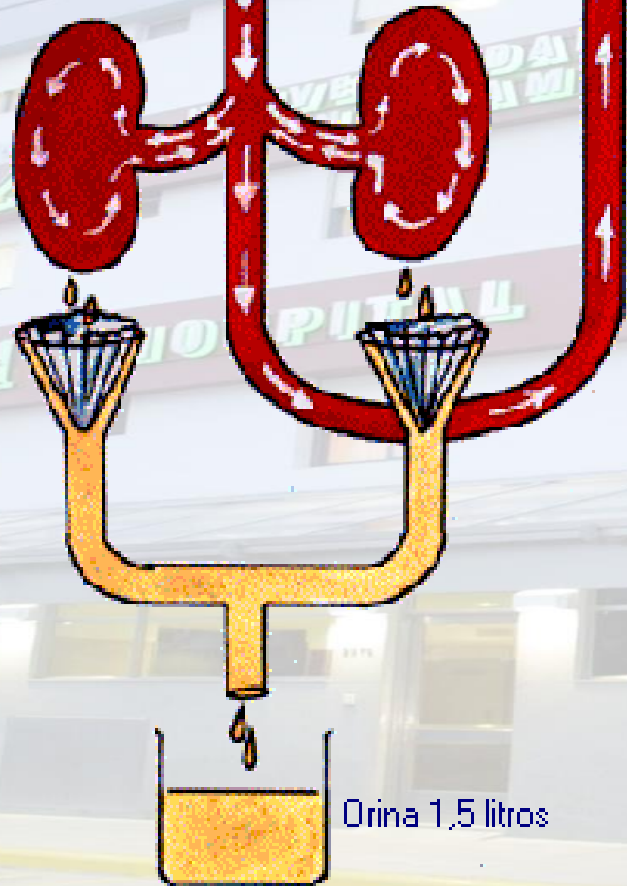
Pigmentos 0,95%

Ácido úrico 0,05%

- Fosfatos
- Carbonatos
- Cloruros

- Urocromo
- Urbilina

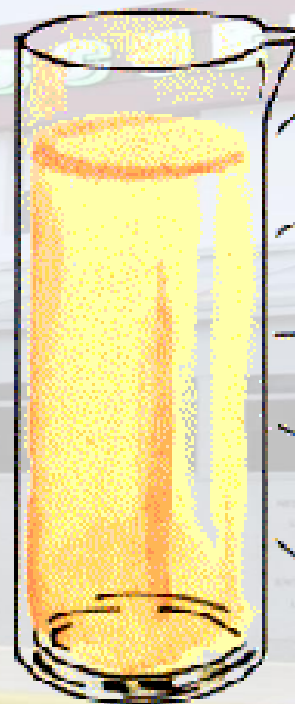
**Sangre filtrada
500 litros
diarios**



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



La micción



Reflejo de micción

Se integra en la médula

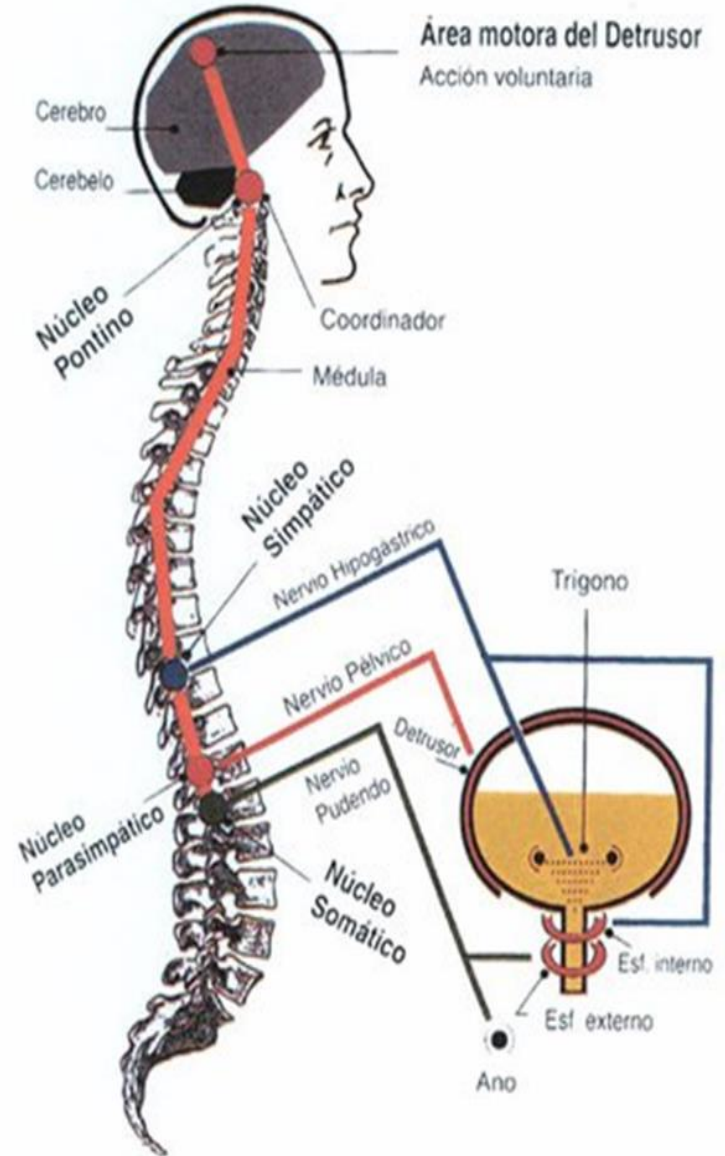
Y se envía información a la corteza cerebral

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

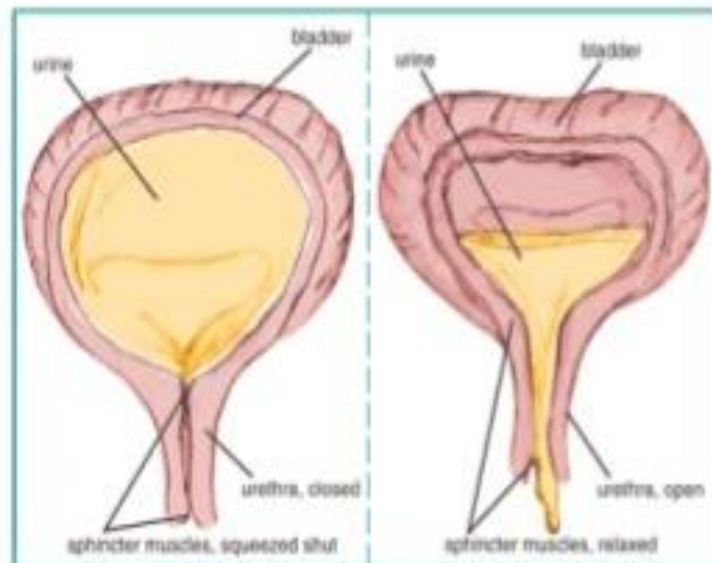
Por medio de la contracción del músculo detrusor



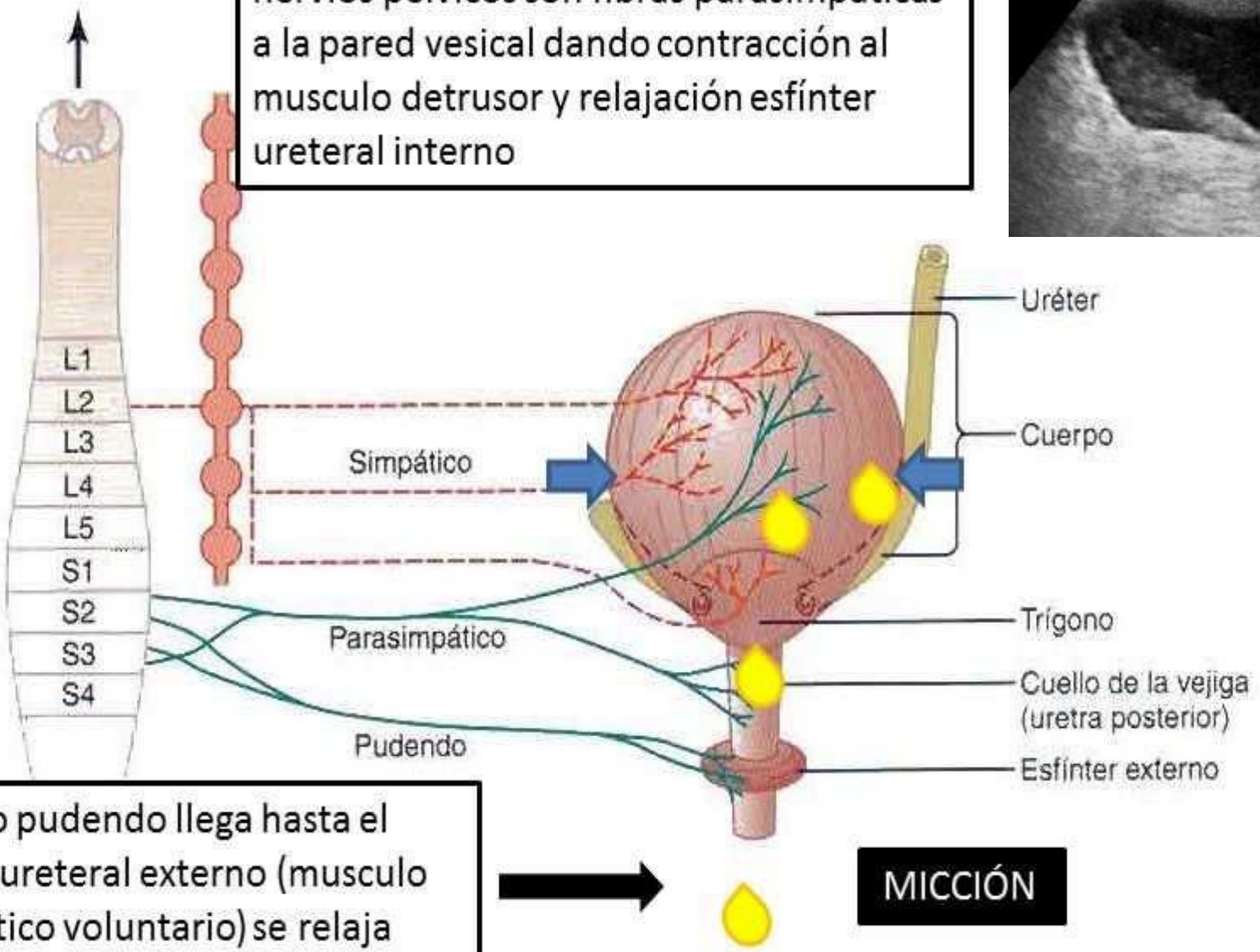
Fisiología de la micción

CONTINENCIA	MICCIÓN
FASE DE LLENADO	FASE DE VACIADO
SIMPÁTICO	PARASIMPÁTICO

Son tiempos sucesivos



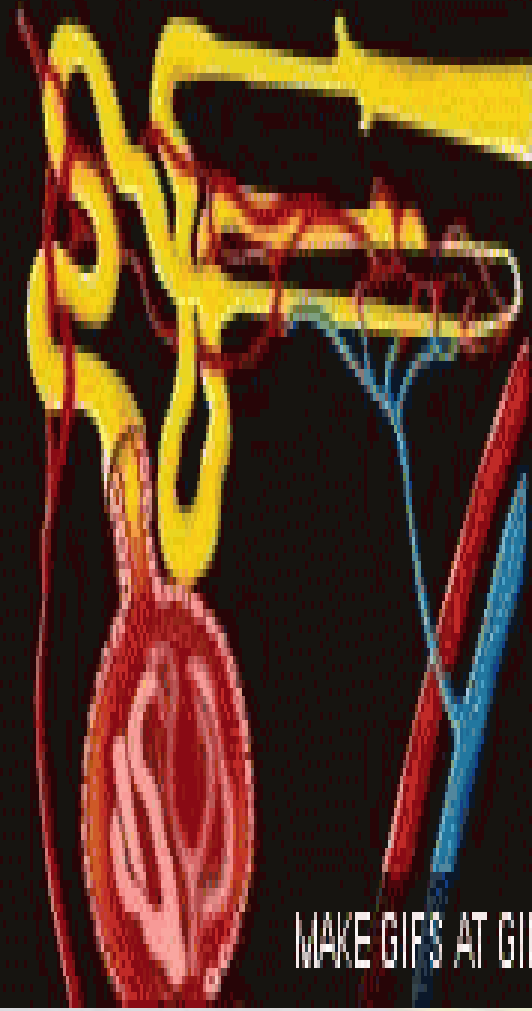
Los nervios motores transmitidos por los nervios pélvicos son fibras parasimpáticas a la pared vesical dando contracción al musculo detrusor y relajación esfínter ureteral interno



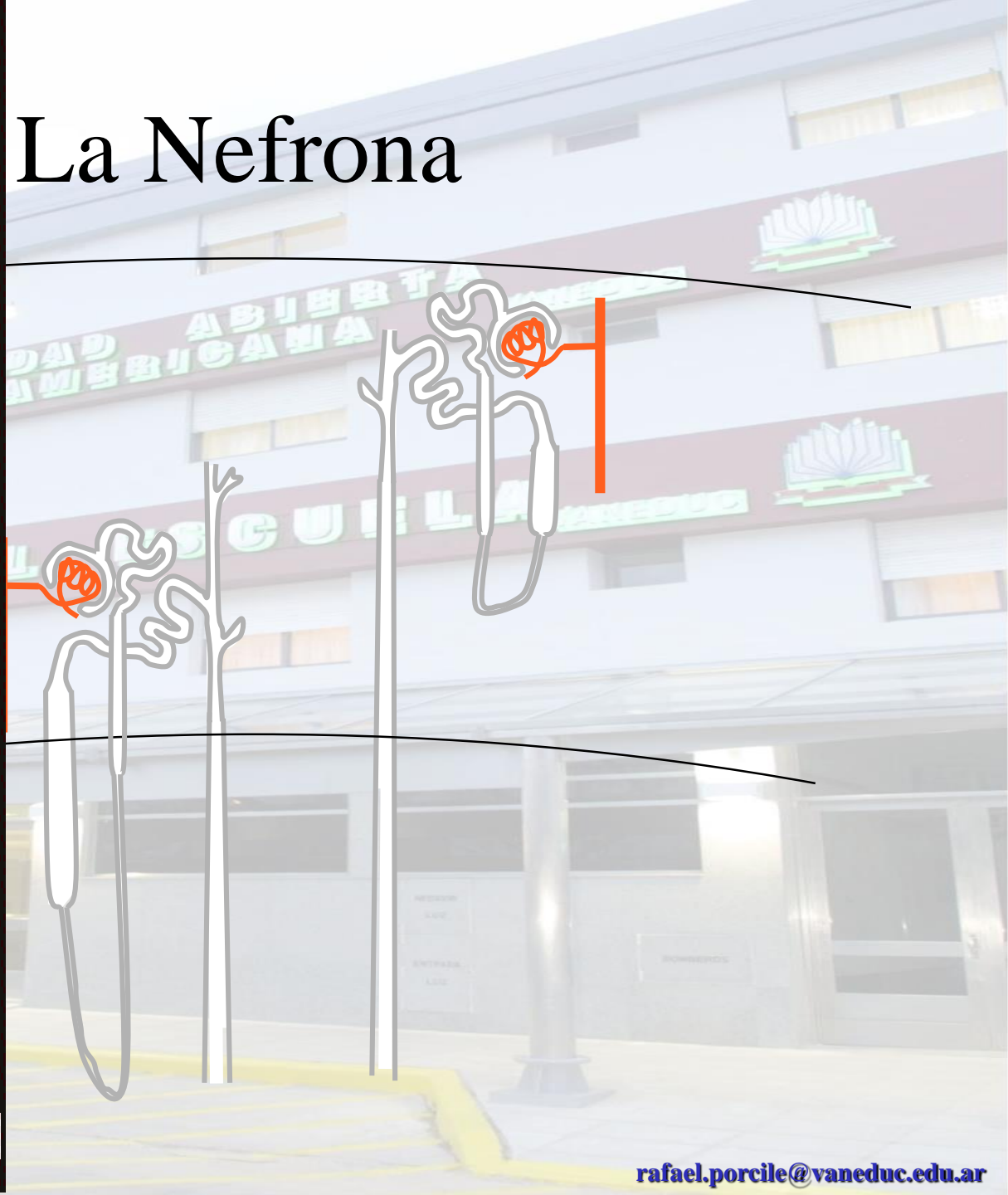
El nervio pudendo llega hasta el esfínter ureteral externo (musculo esqueletico voluntario) se relaja

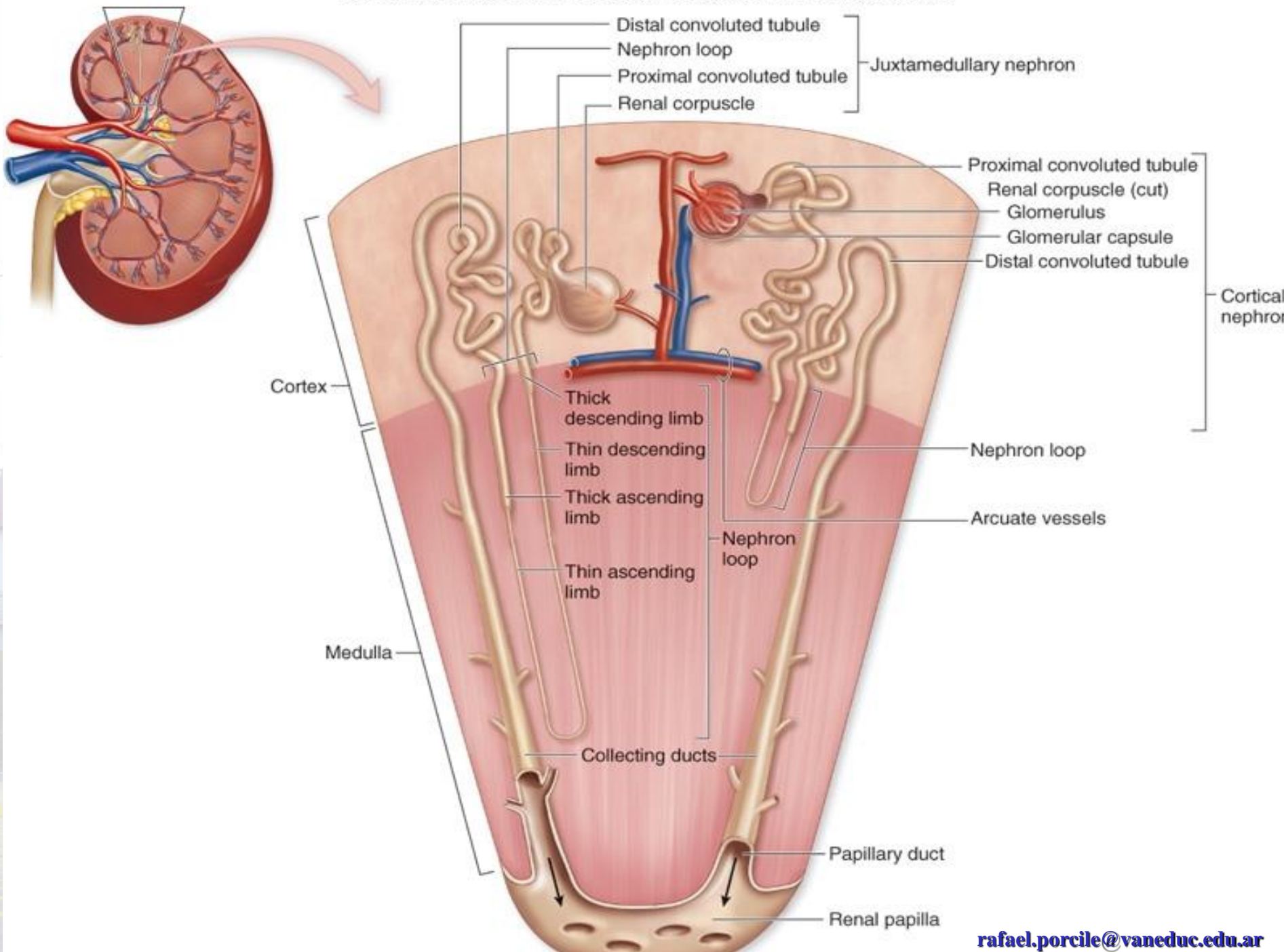
MICCIÓN

La Nefrona



MAKE GIFS AT GIFSOUP.COM





La Nefrona



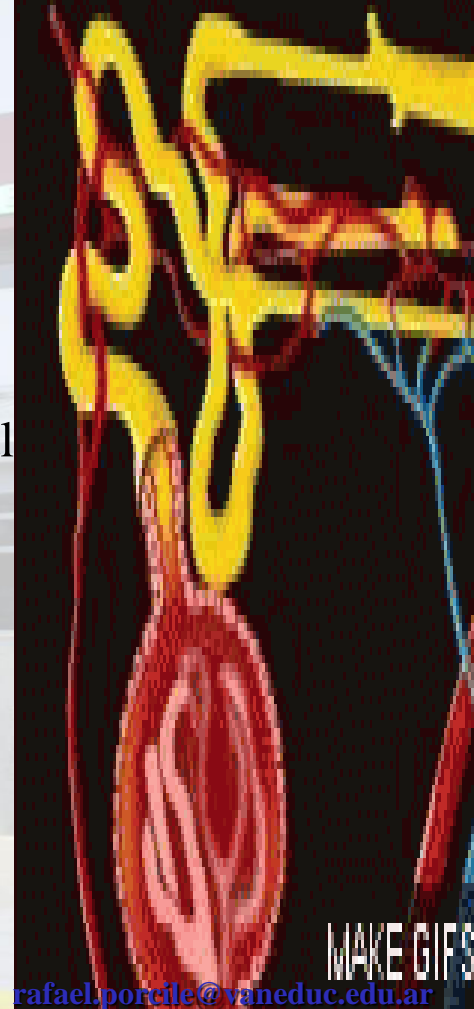
□ Estructura:

■ Corpúsculo

- Glomérulo
- Cápsula de Bowman

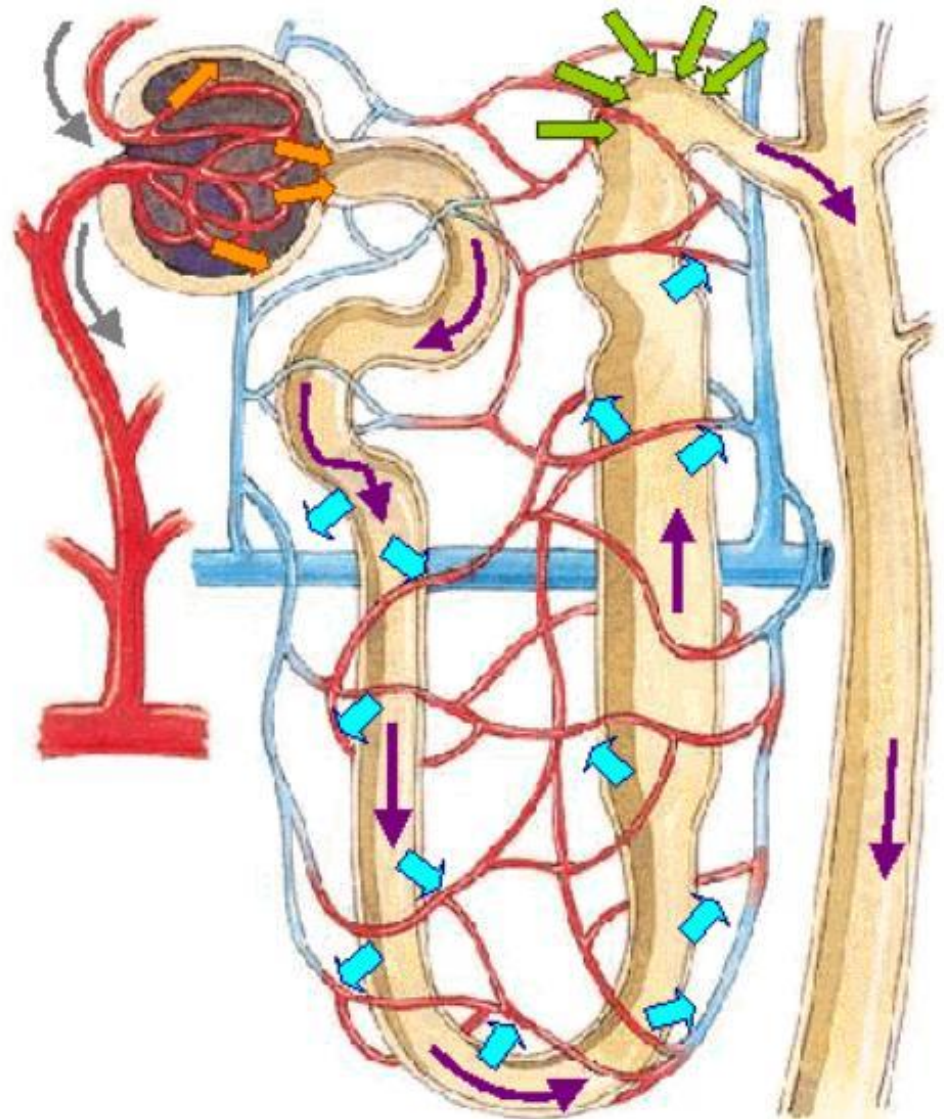
■ Túbulo

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



FORMACIÓN DE LA ORINA

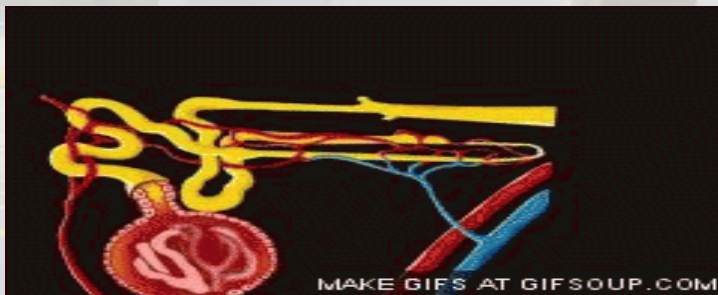
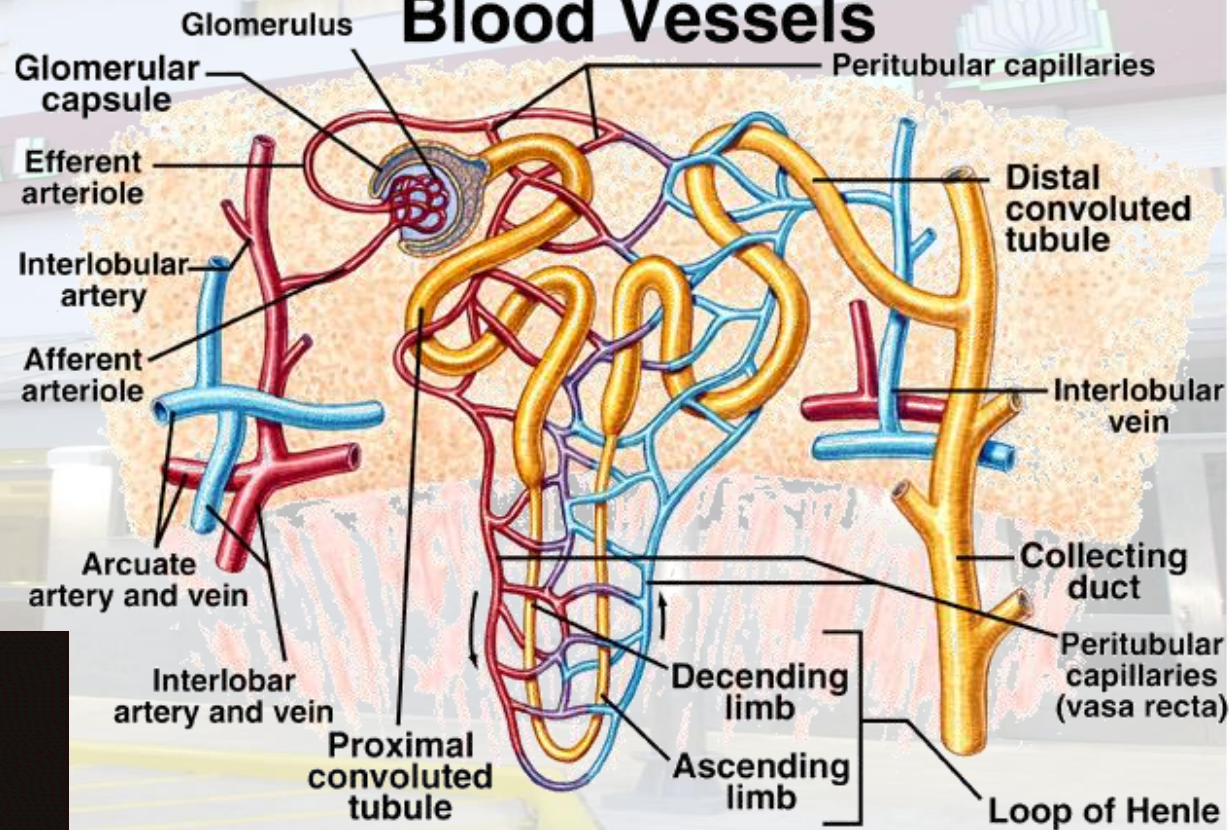
- A La sangre llega a la nefrona
- B Filtración en los capilares del glomérulo
- C Paso del líquido filtrado
- D Reabsorción de sustancias útiles
- E Secreción de sustancias de la sangre hacia el líquido filtrado



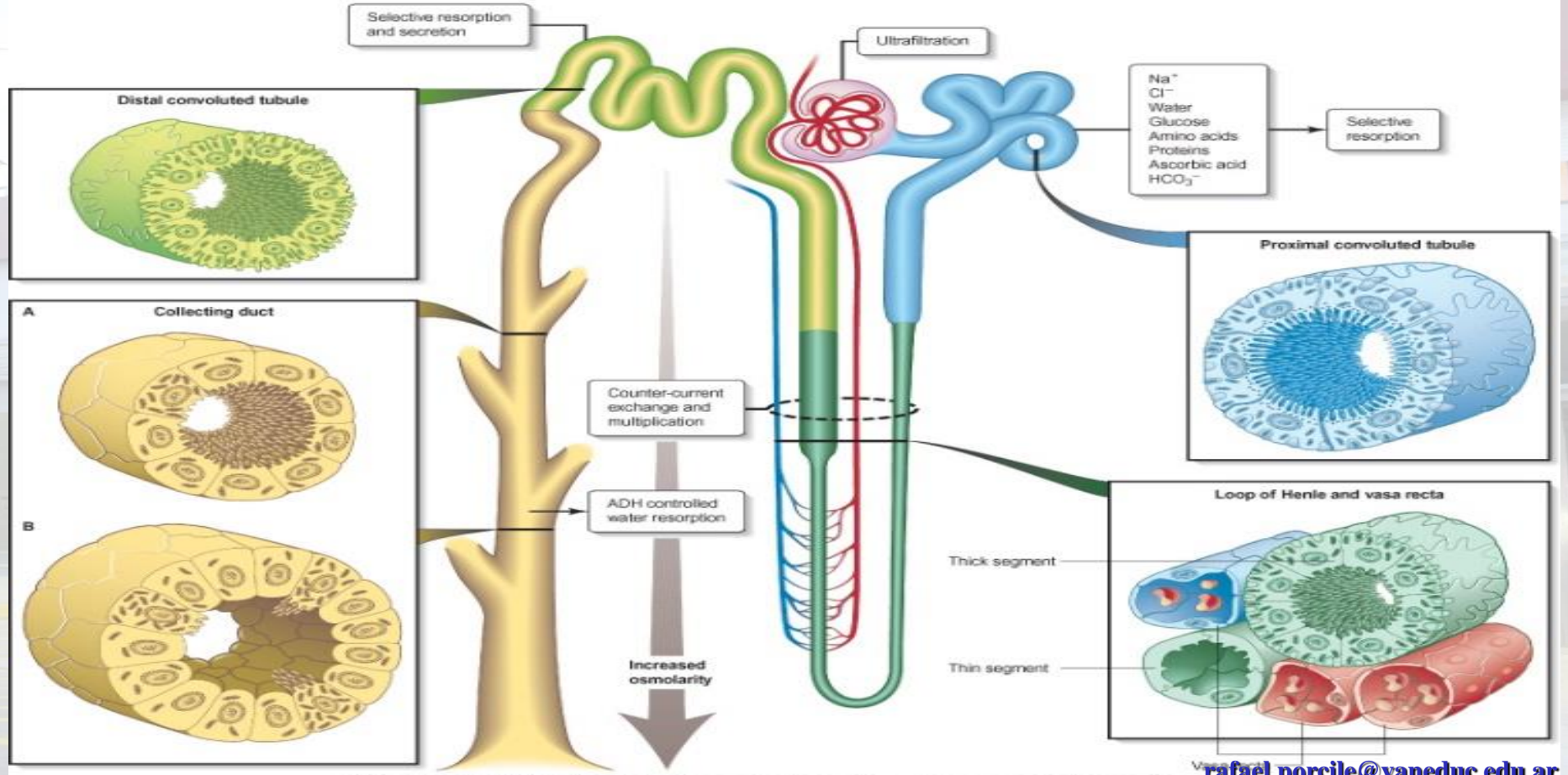
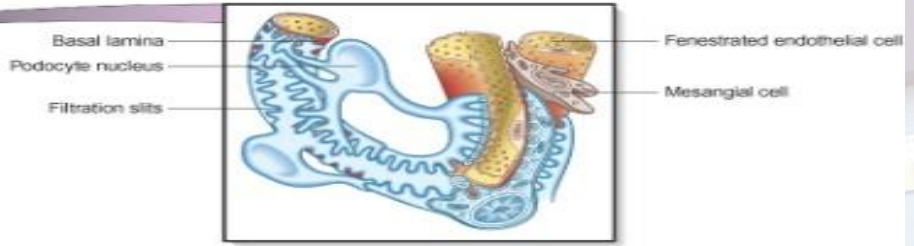
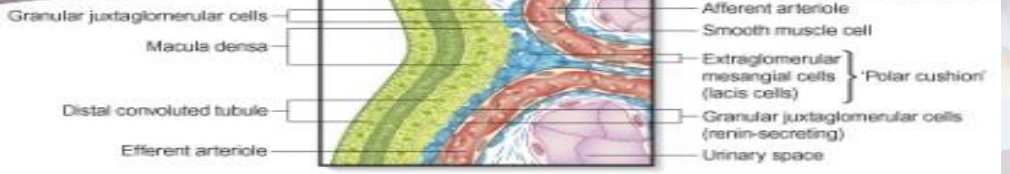
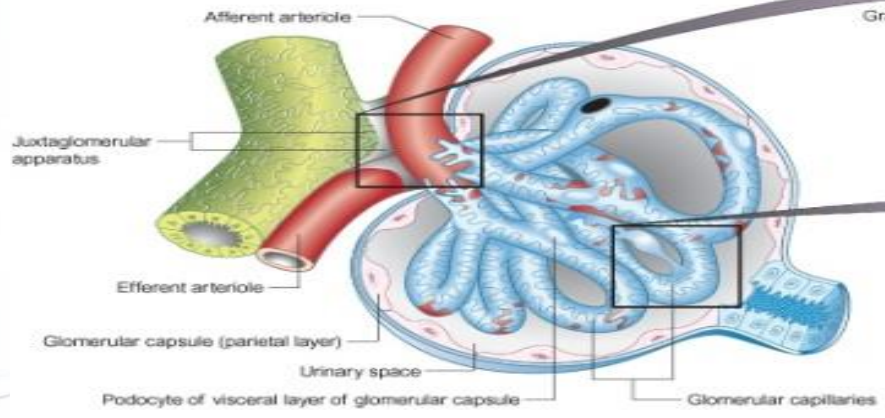
Vasos sanguíneos renales

- 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

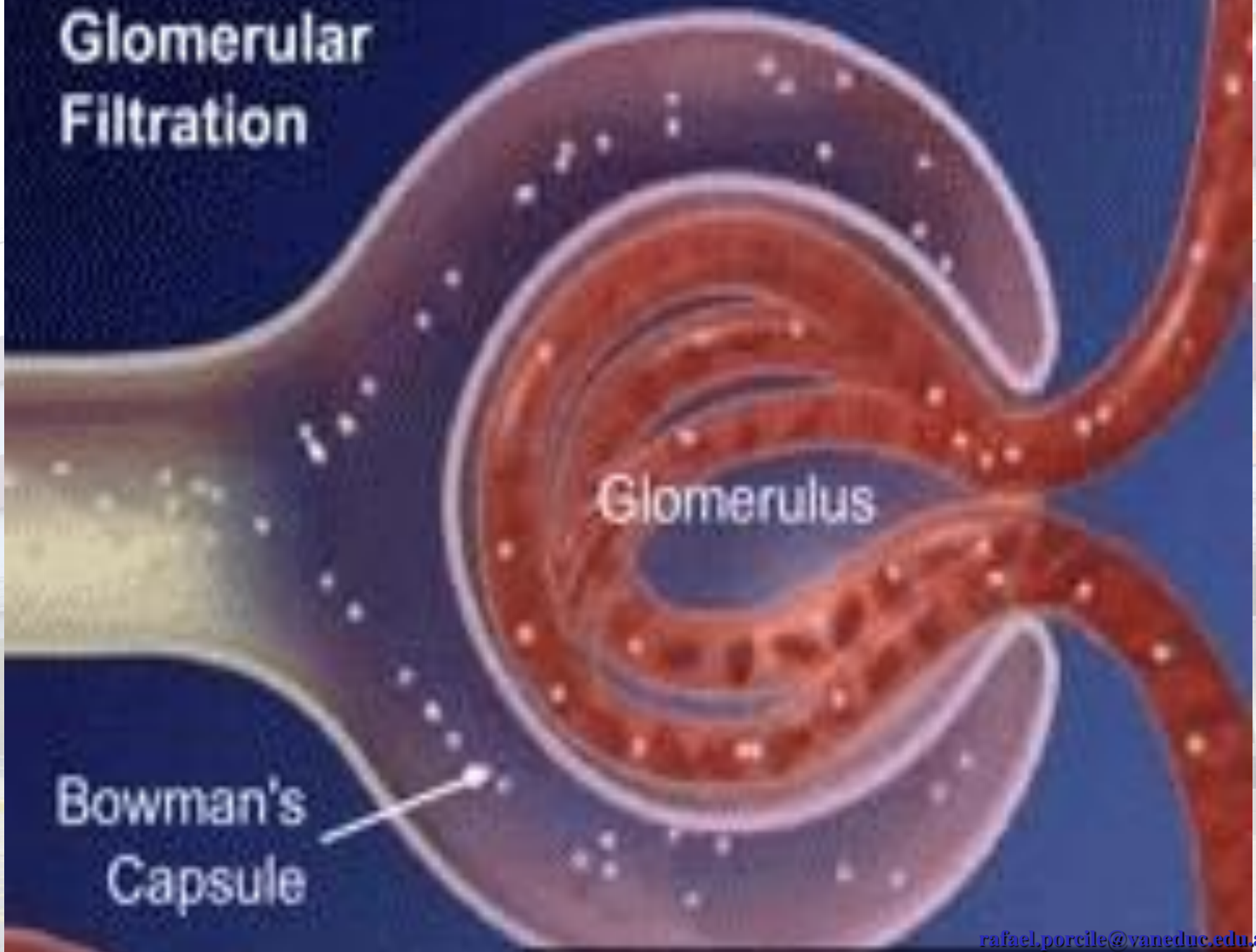


El filtrado glomerular





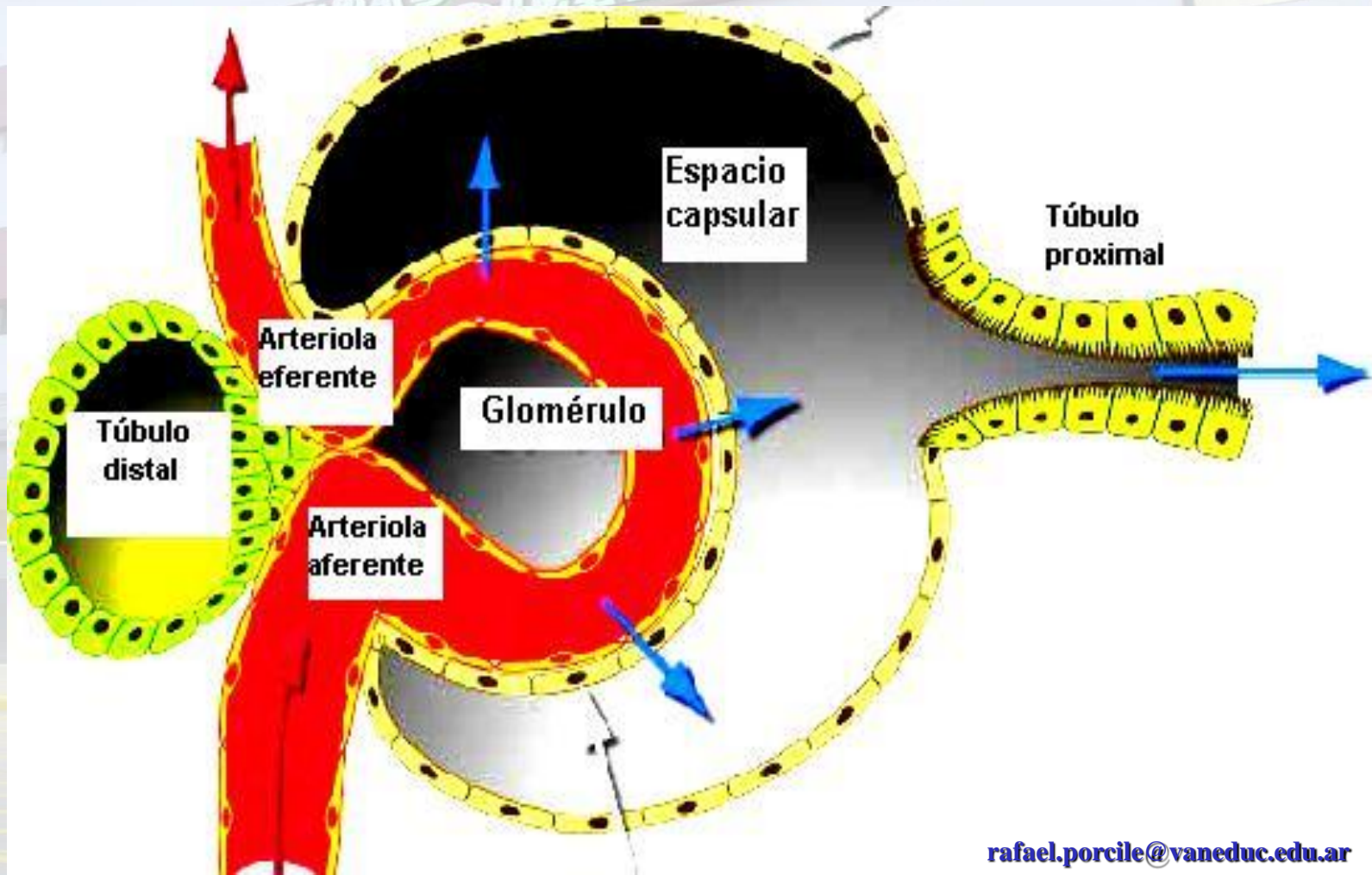
Glomerular Filtration



Glomerulus

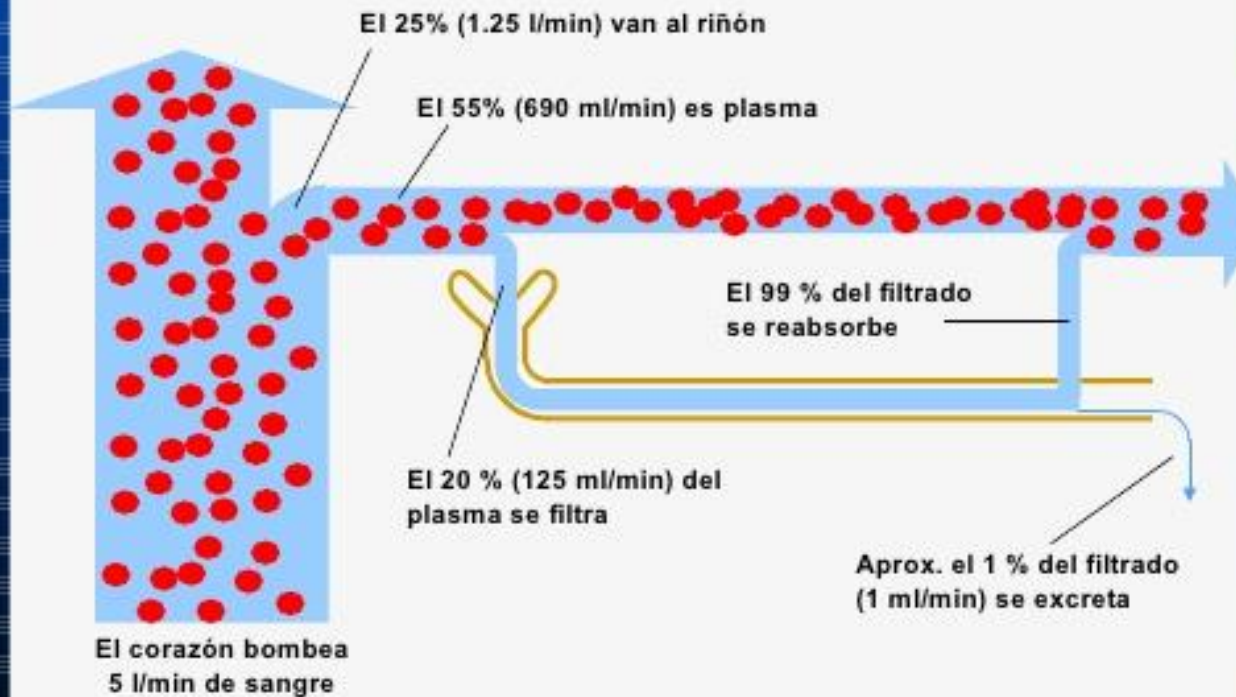
Bowman's Capsule

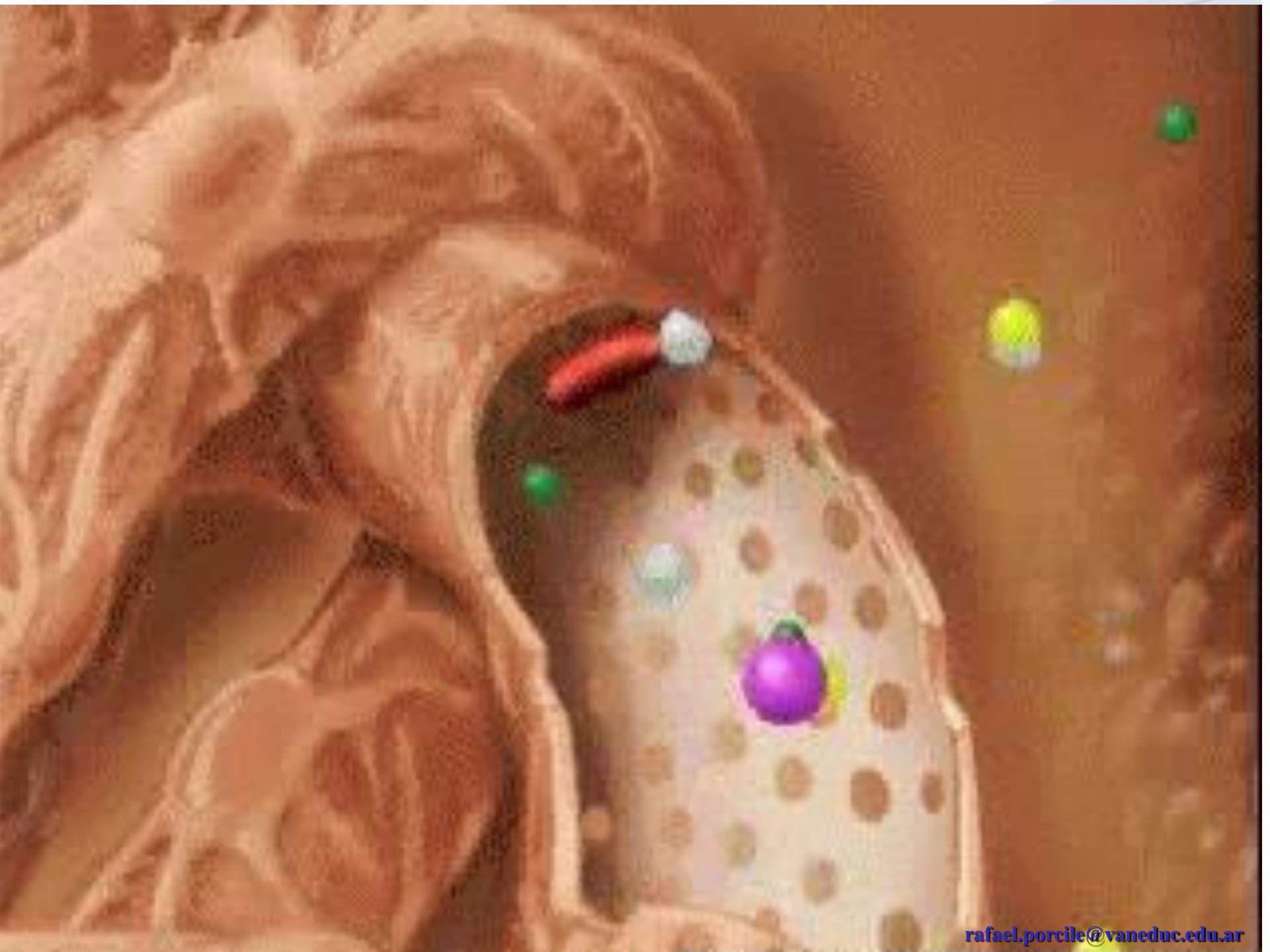




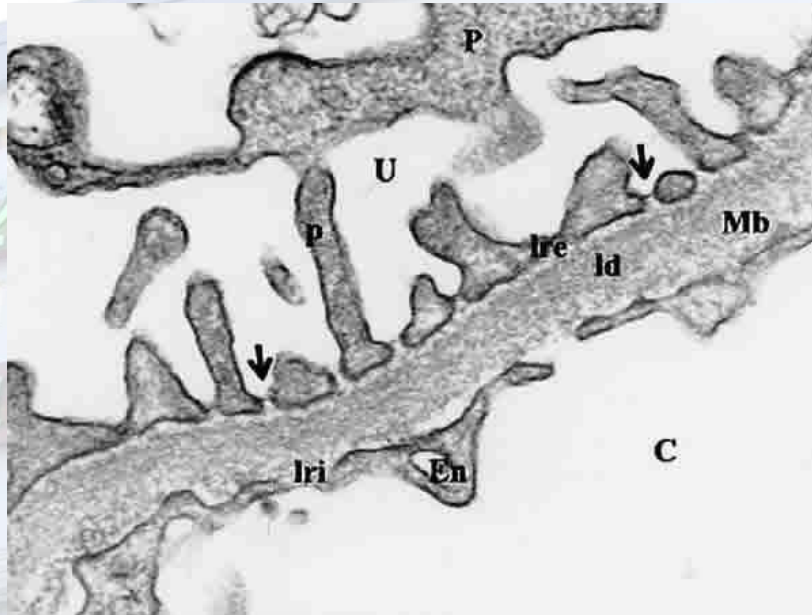
Filtración glomerular

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





Barrera Hemato-Urinaria

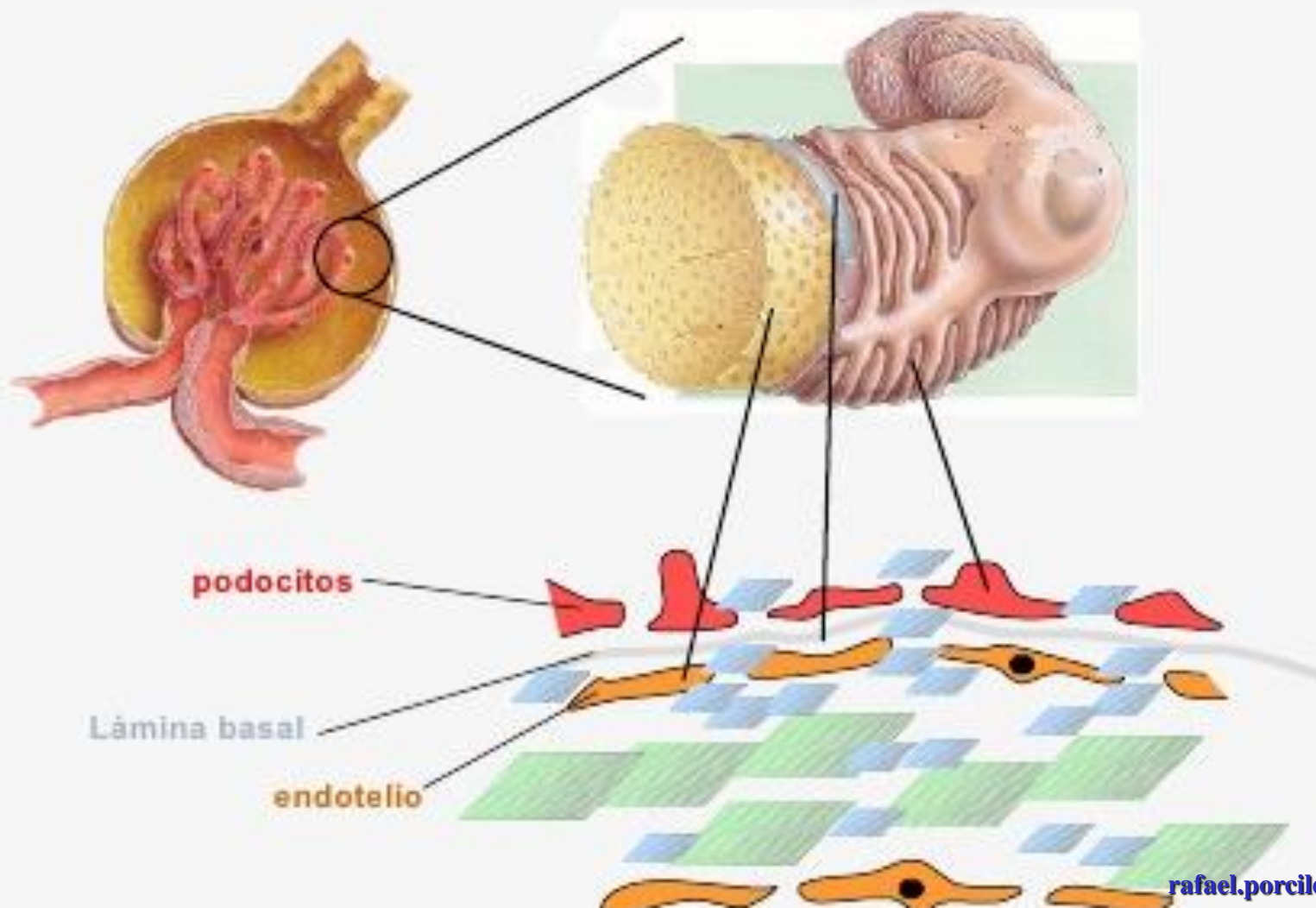


Capilar glomerular

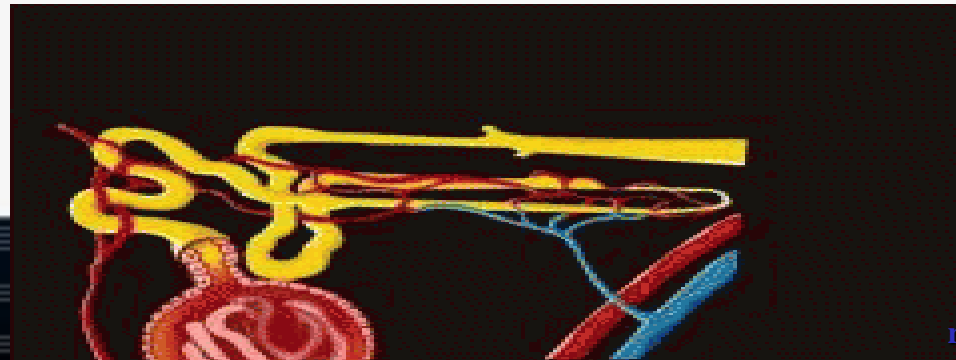
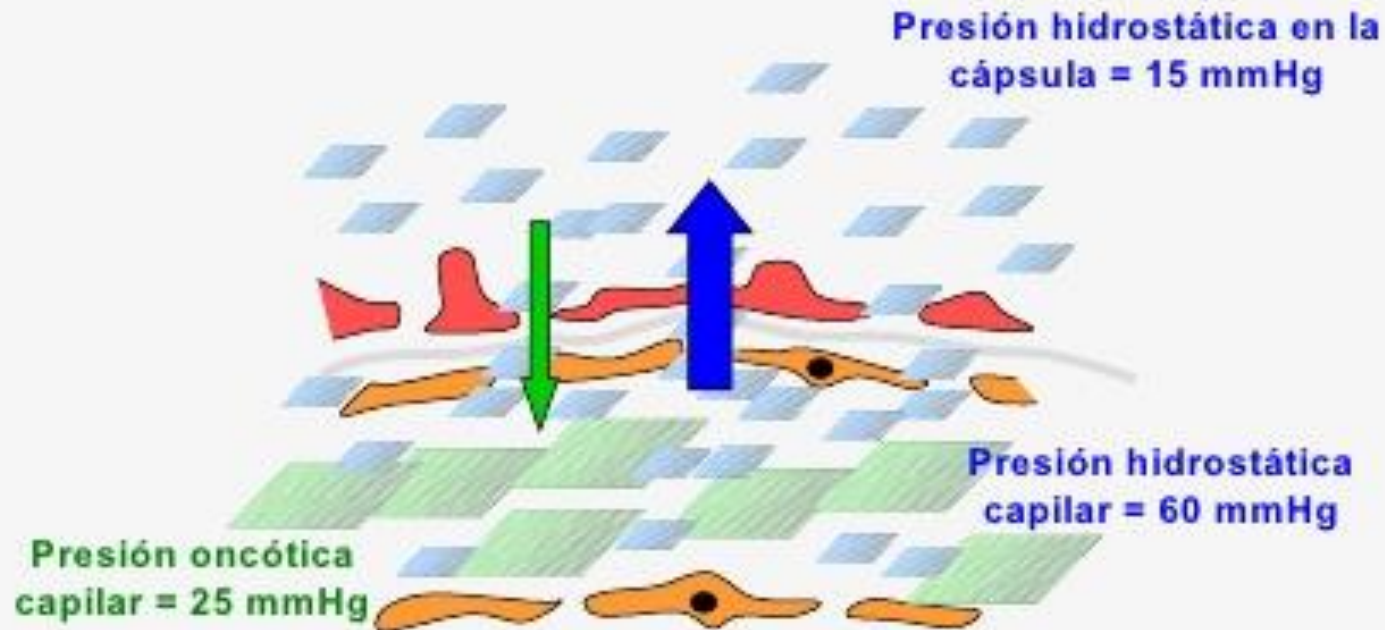
En endotelio, Mb
membrana basa
(ld lámina densa,
Ire lámina rara
externa, Iri lámina
rara interna) P
Podocito, p
pedicelos, flechas
diafragmas de las
hendiduras de
filtración, U
espacio urinario.



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 ⁺	65% (sodium-potassium pumps, symporters, antiporters)
K ⁺	65% (diffusion)
Glucose	100% (symporters and facilitated diffusion)
Amino acids	100% (symporters and facilitated diffusion)
Cl ⁻	50% (diffusion)
HCO ₃ ⁻	80–90% (facilitated diffusion)
Urea	50% (diffusion)
Ca ²⁺ , Mg ²⁺	variable (diffusion)

Secretion (into urine) of:

H ⁺	variable (antiporters)
NH ₄ ⁺	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

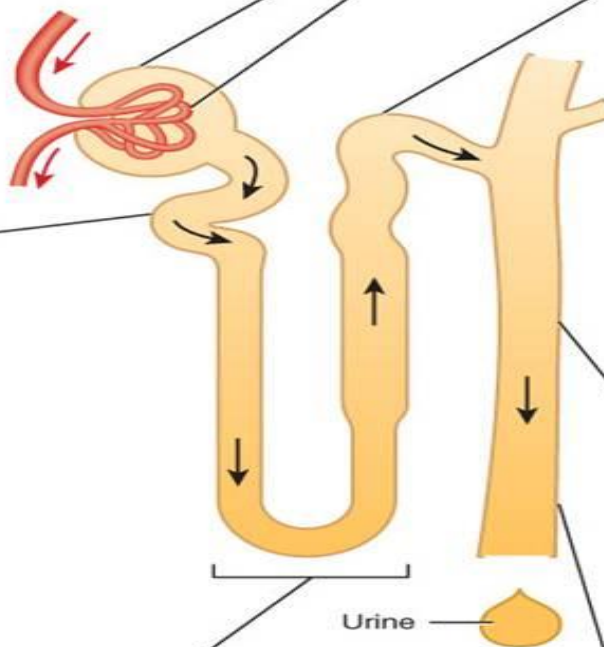
Reabsorption (into blood) of:

Water	15% (osmosis in descending limb)
Na ⁺	20–30% (symporters in ascending limb)
K ⁺	20–30% (symporters in ascending limb)
Cl ⁻	35% (symporters in ascending limb)
HCO ₃ ⁻	10–20% (facilitated diffusion)
Ca ²⁺ , Mg ²⁺	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 ⁺	5% (symporters)
Cl ⁻	5% (symporters)
Ca ²⁺	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 ⁺	1–4% (sodium-potassium pumps)
Urea	variable (recycling to loop of Henle)

Secretion (into urine) of:

K ⁺	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 ₃ ⁻ (new)	variable amount, depends on H ⁺ secretion (antiporters)
Urea	variable (recycling to loop of Henle)

Secretion (into urine) of:

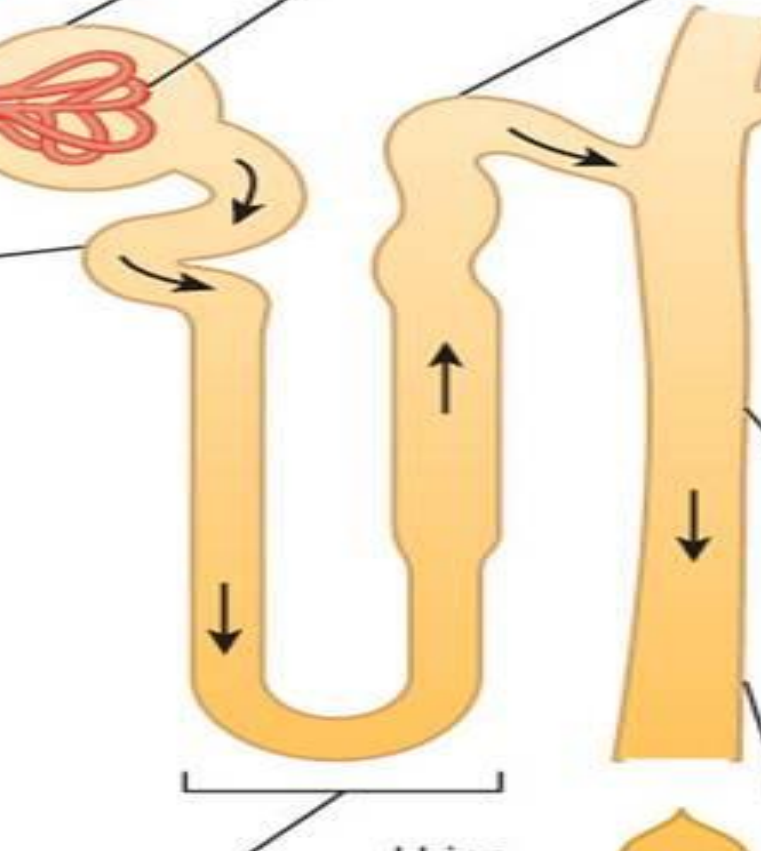
H ⁺	variable amounts to maintain acid-base homeostasis (H ⁺ pumps)
----------------	---------------------------------------------------------------------------

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 (HCO_3^- , 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

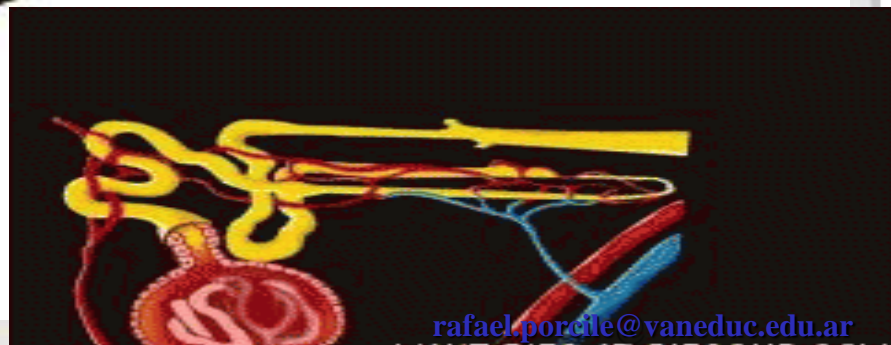
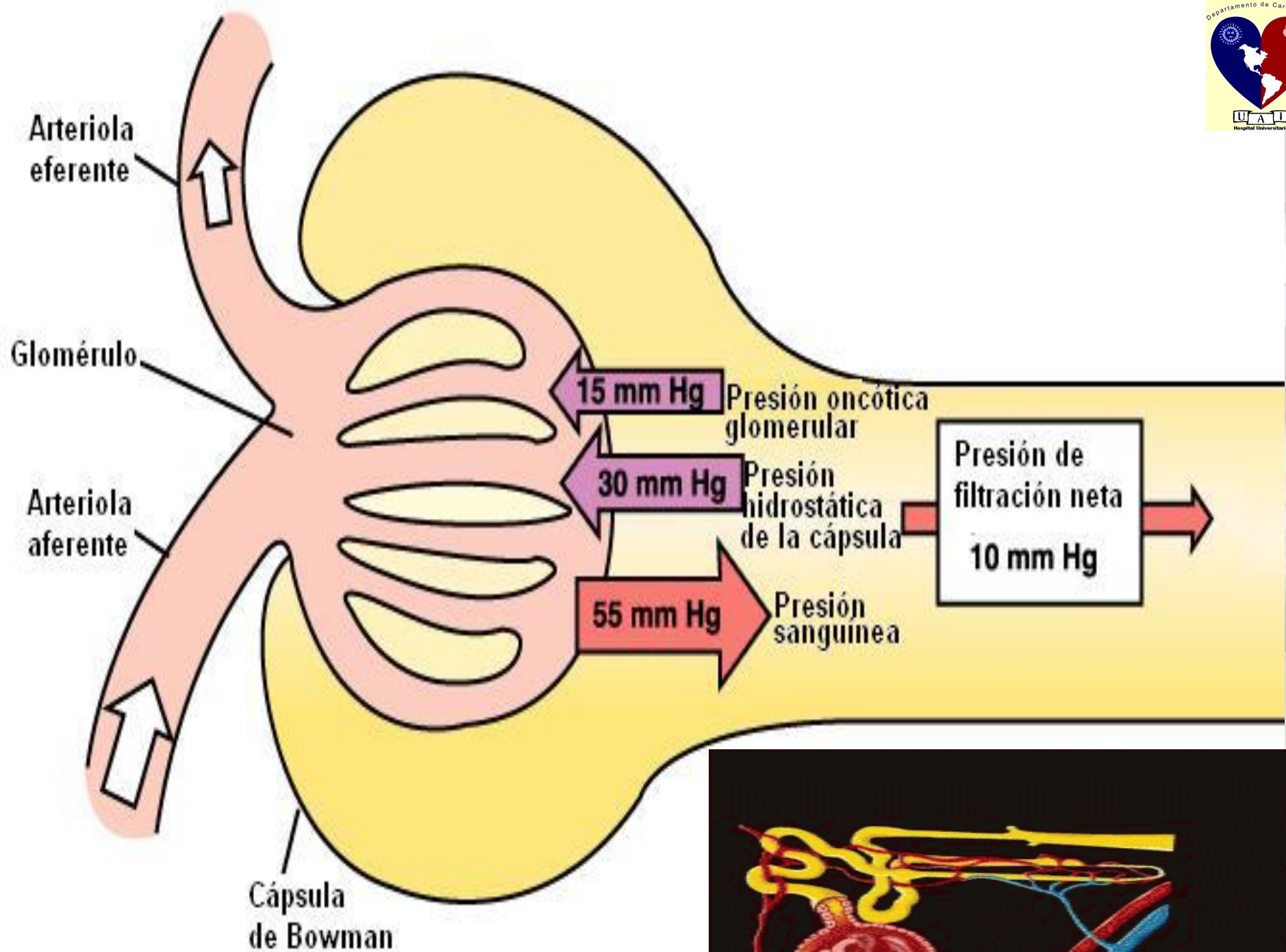
Presión
osmótica
igual que el
plasma

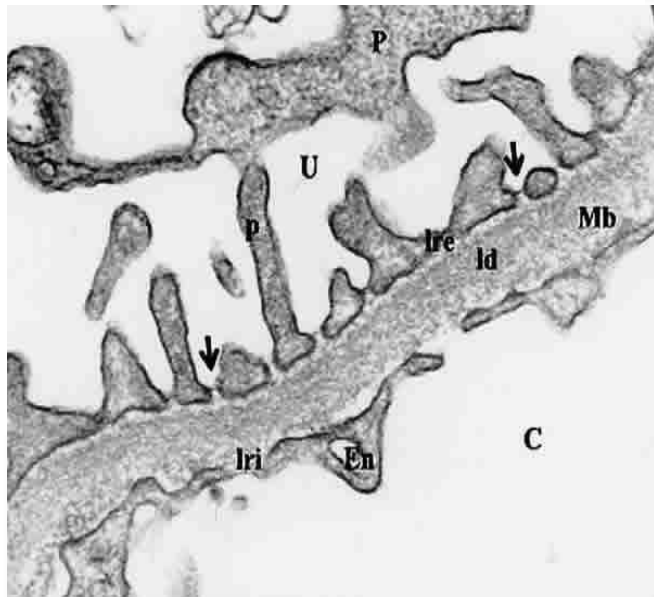
Hipertónico

Presión
osmótica
mayor que
el plasma

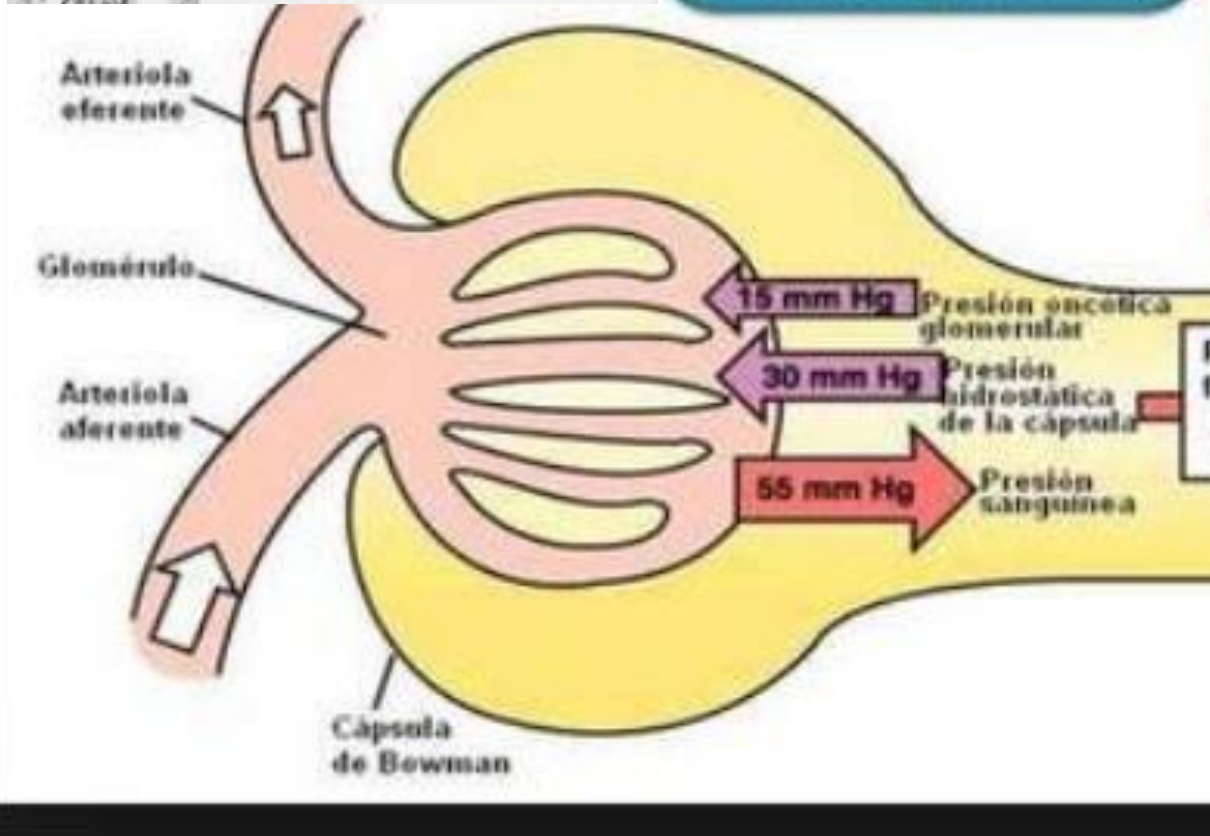
Hipotónico

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

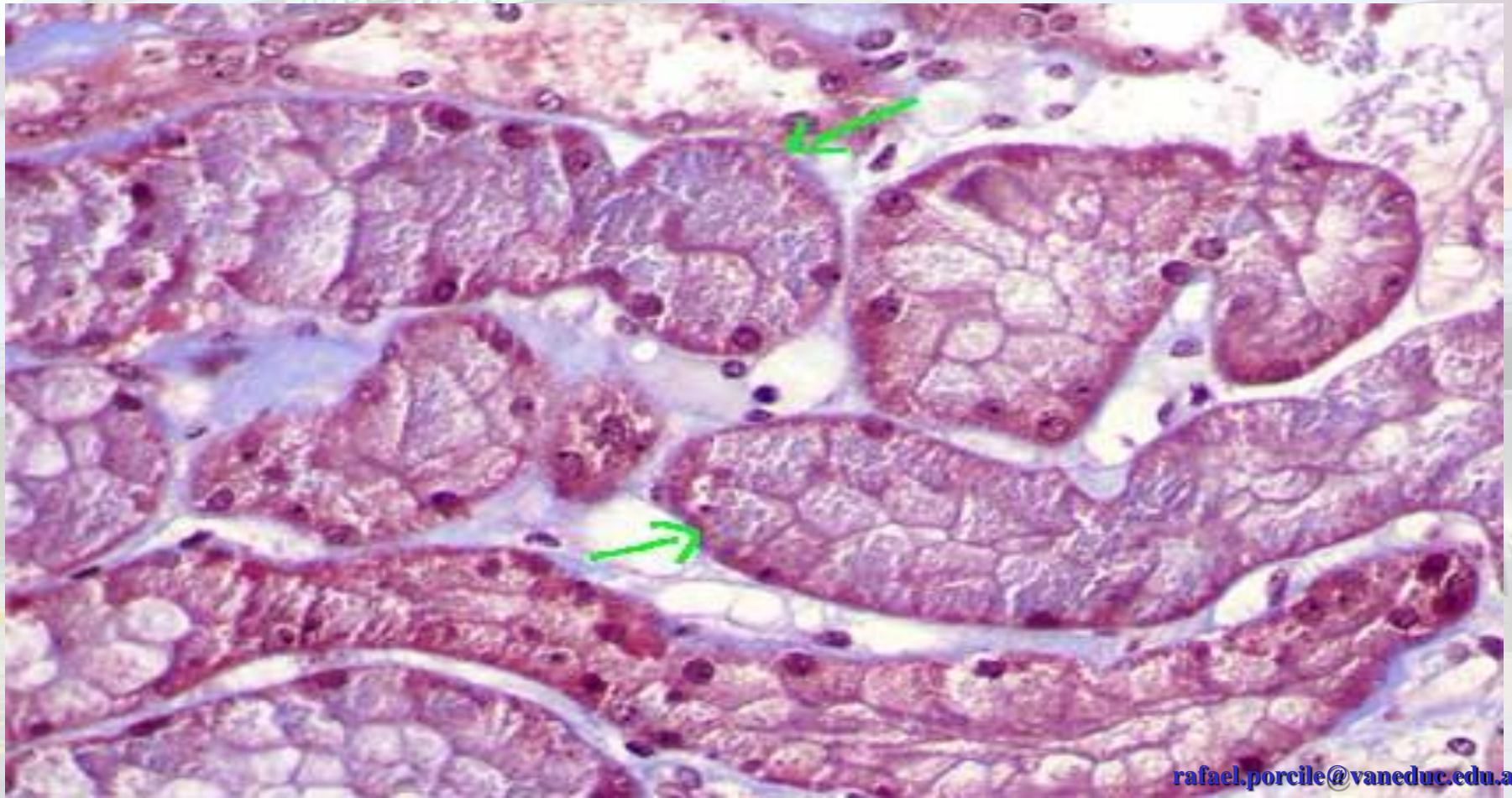
□ PROTEINURIA ES LA PRESENCIA DE PROTEINAS EN LA ORINA, YA SEA POR CAUSAS FISIOLÓGICAS O PATOLÓGICAS

□ VALOR NORMAL

□ ADULTOS 150mg/ día

□ NIÑOS 140mg/ m²/ día
4 mg/m² /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.

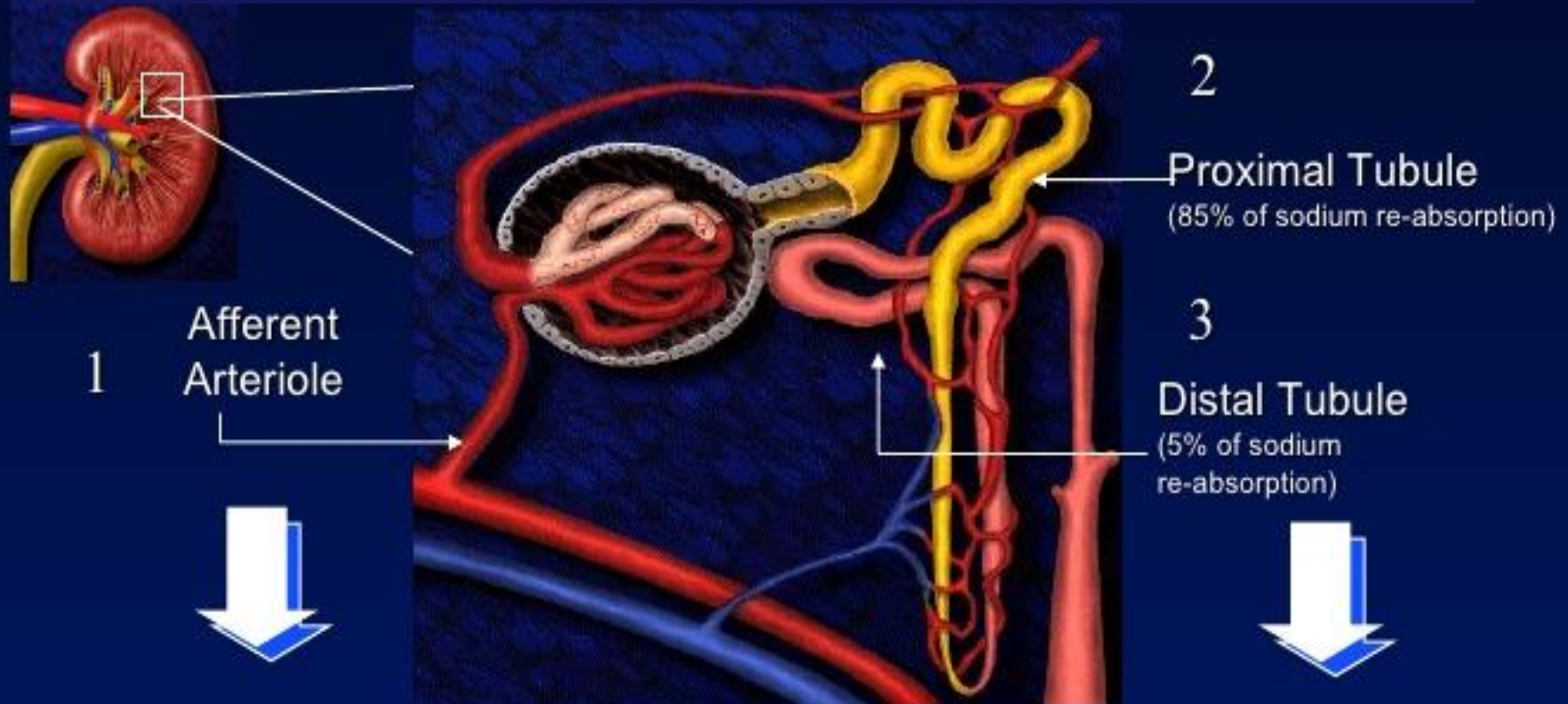
Mecanismos sistémicos:regulación extrínseca

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

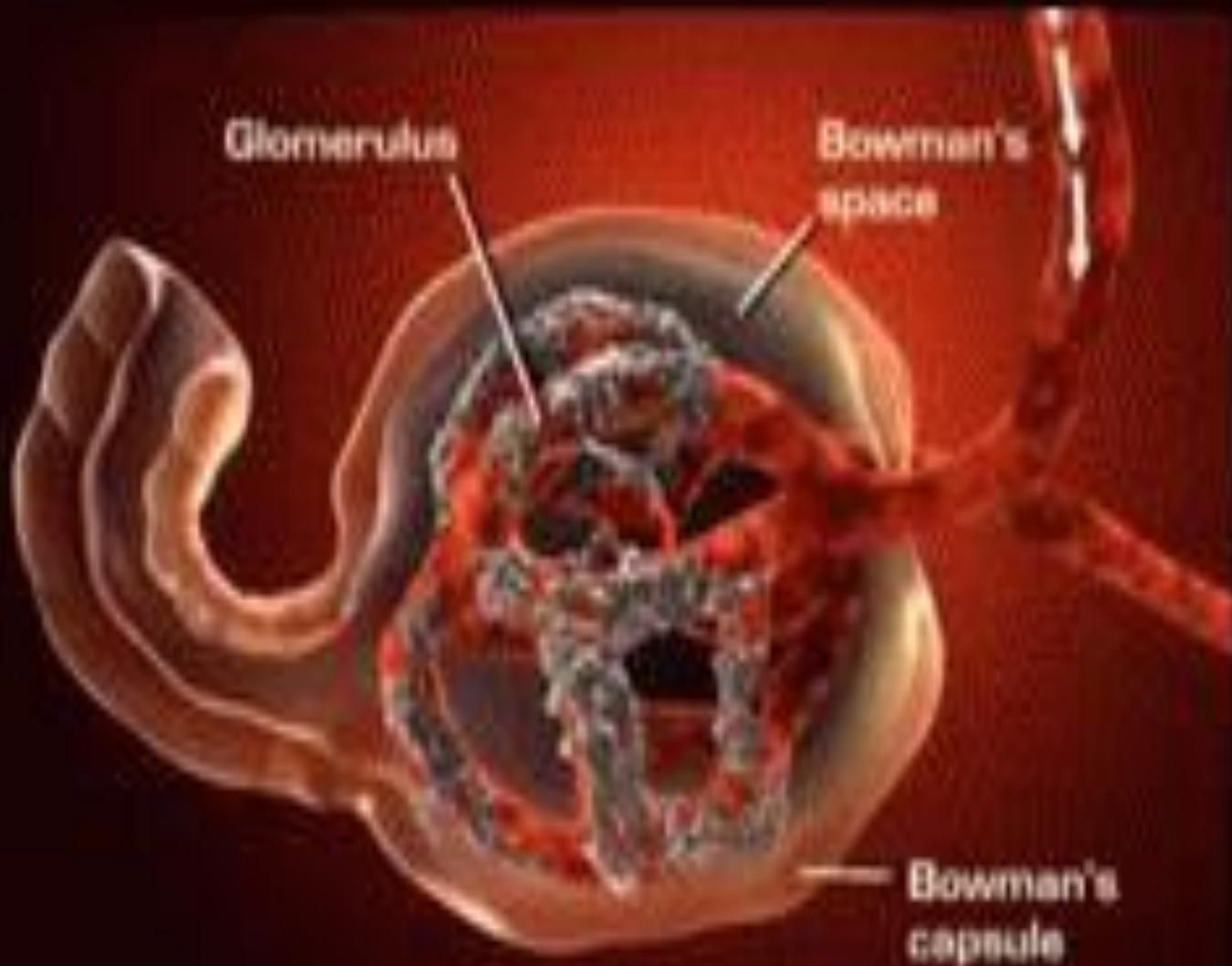
Mechanism of Action: Adenosine A₁ Receptor Blocker

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

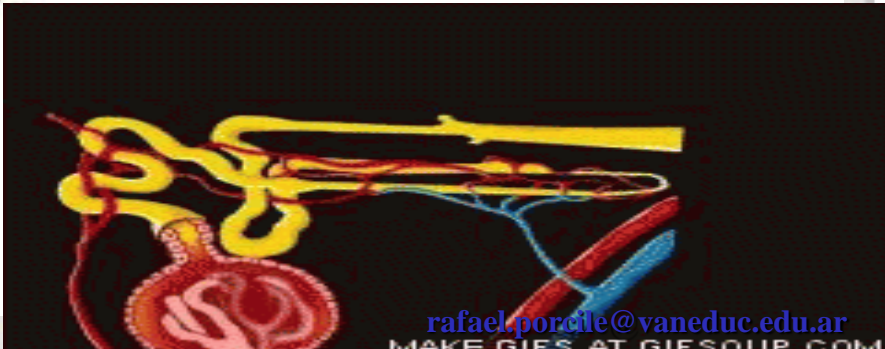
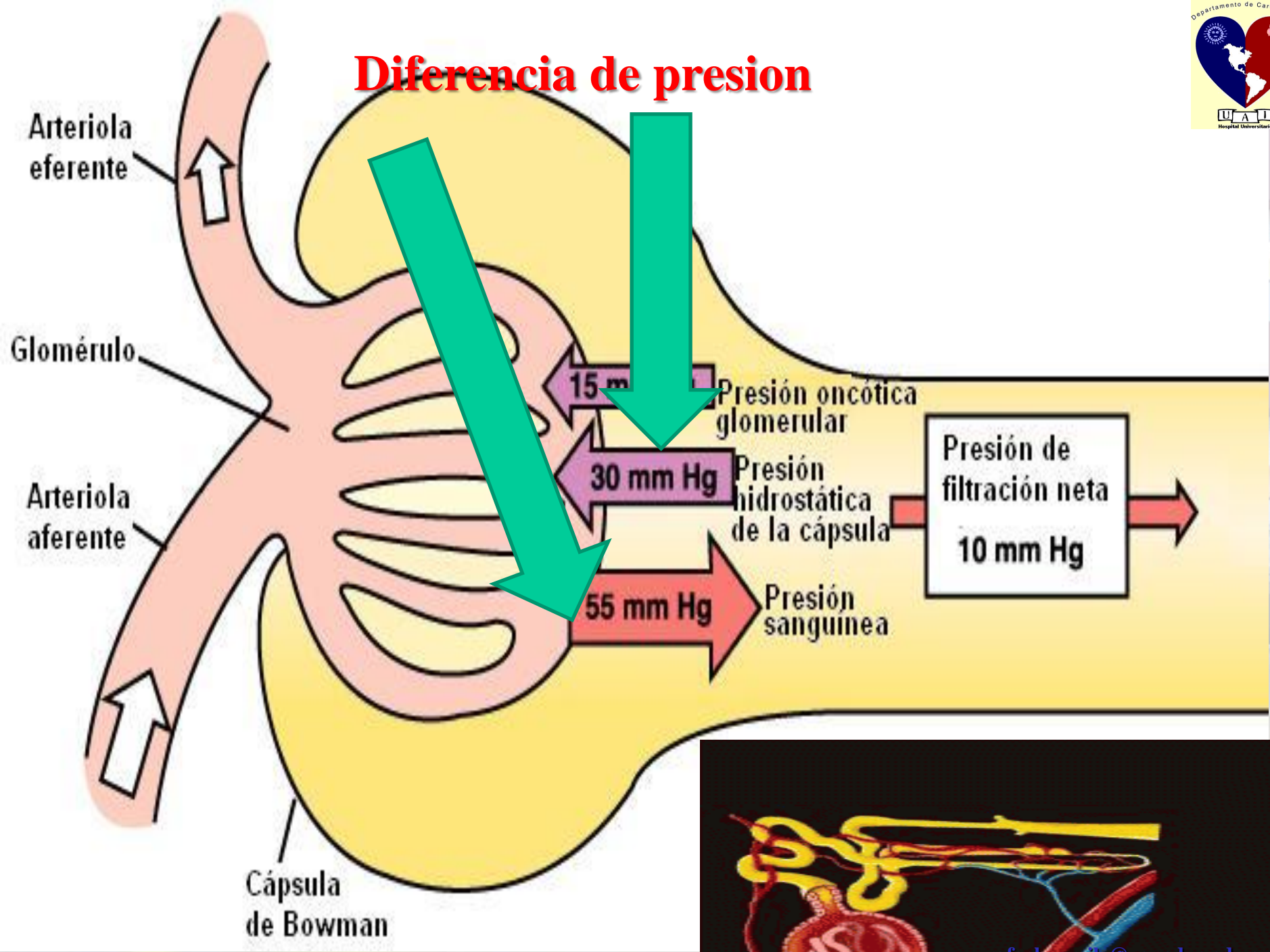


Improves renal function

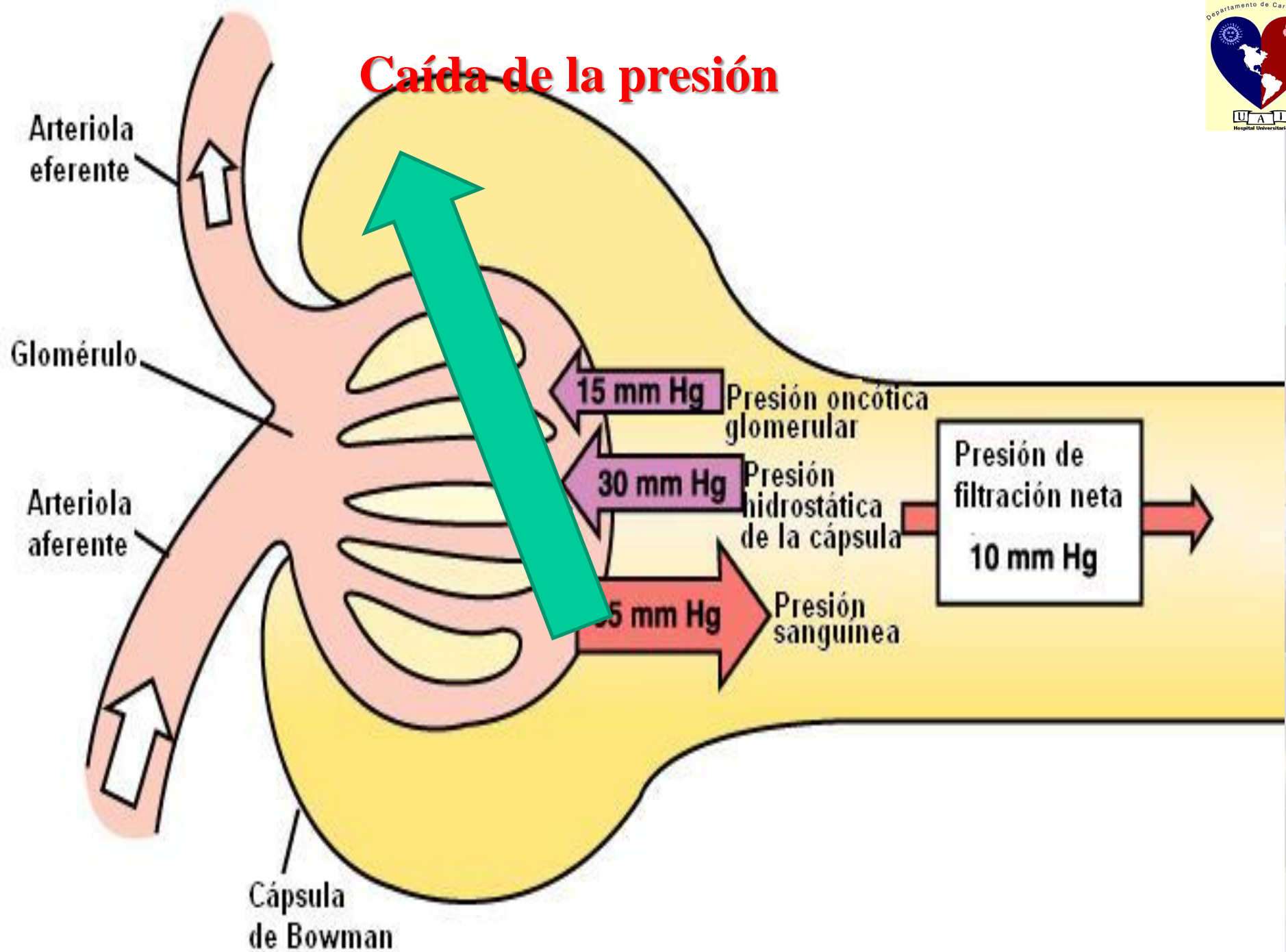
Promotes K⁺ neutral natriuresis



Diferencia de presión

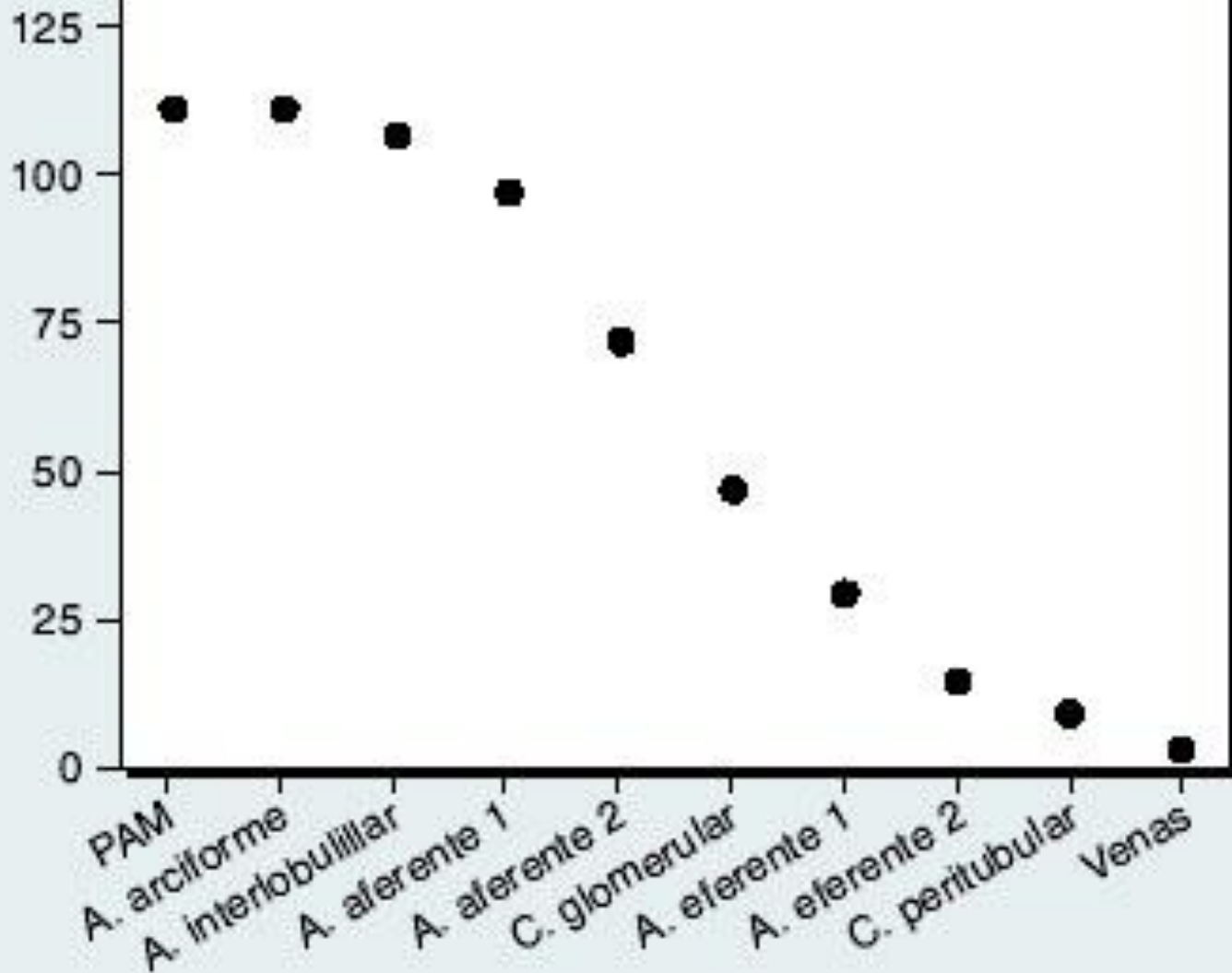


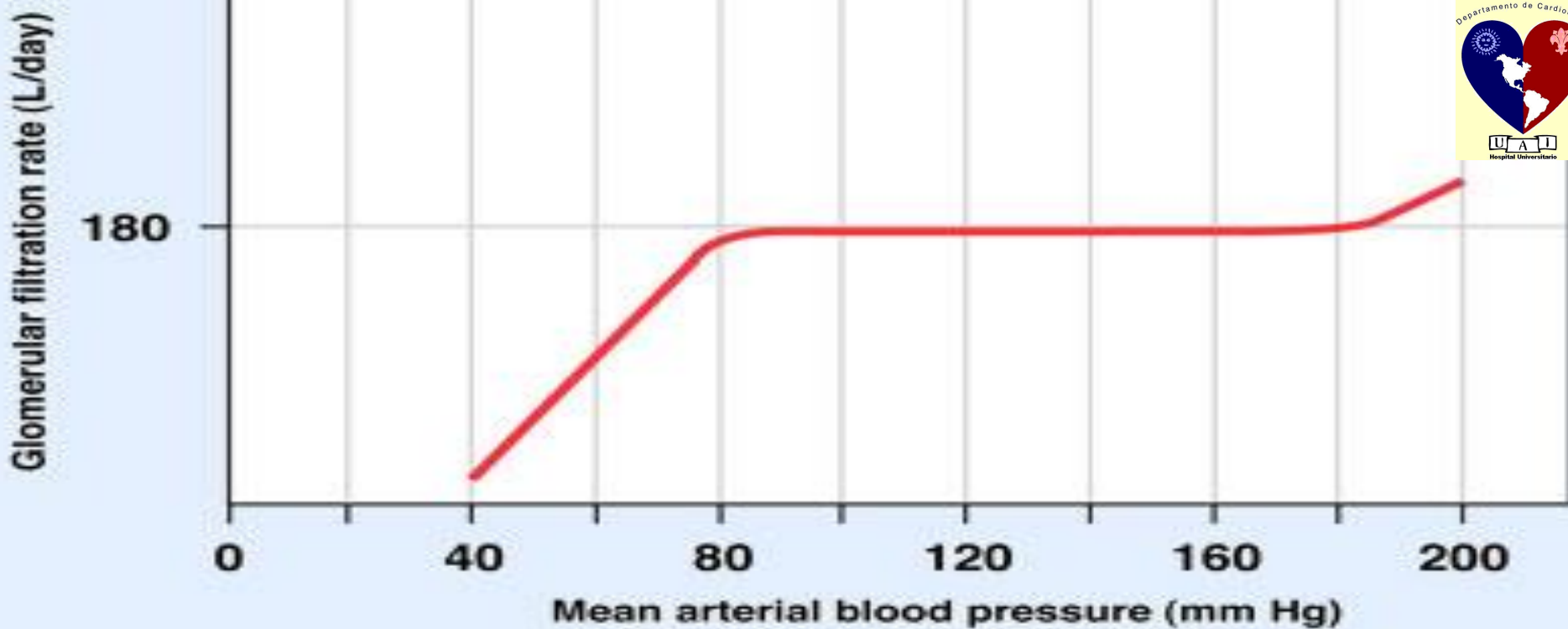
Caída de la presión



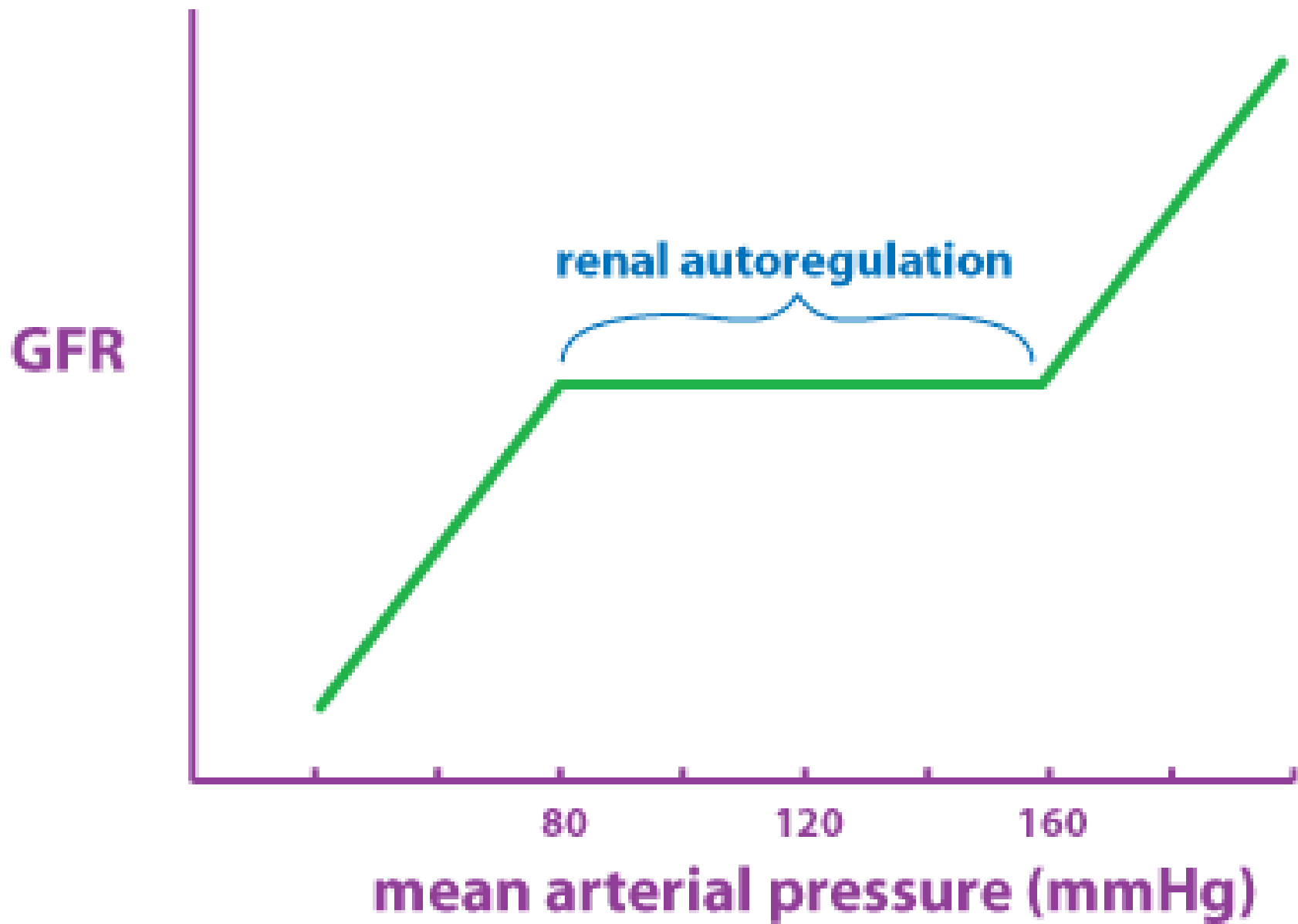
PRESIÓN
mm Hg

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

ΔP es la caída de presión

L es la longitud del tubo

μ es la viscosidad dinámica

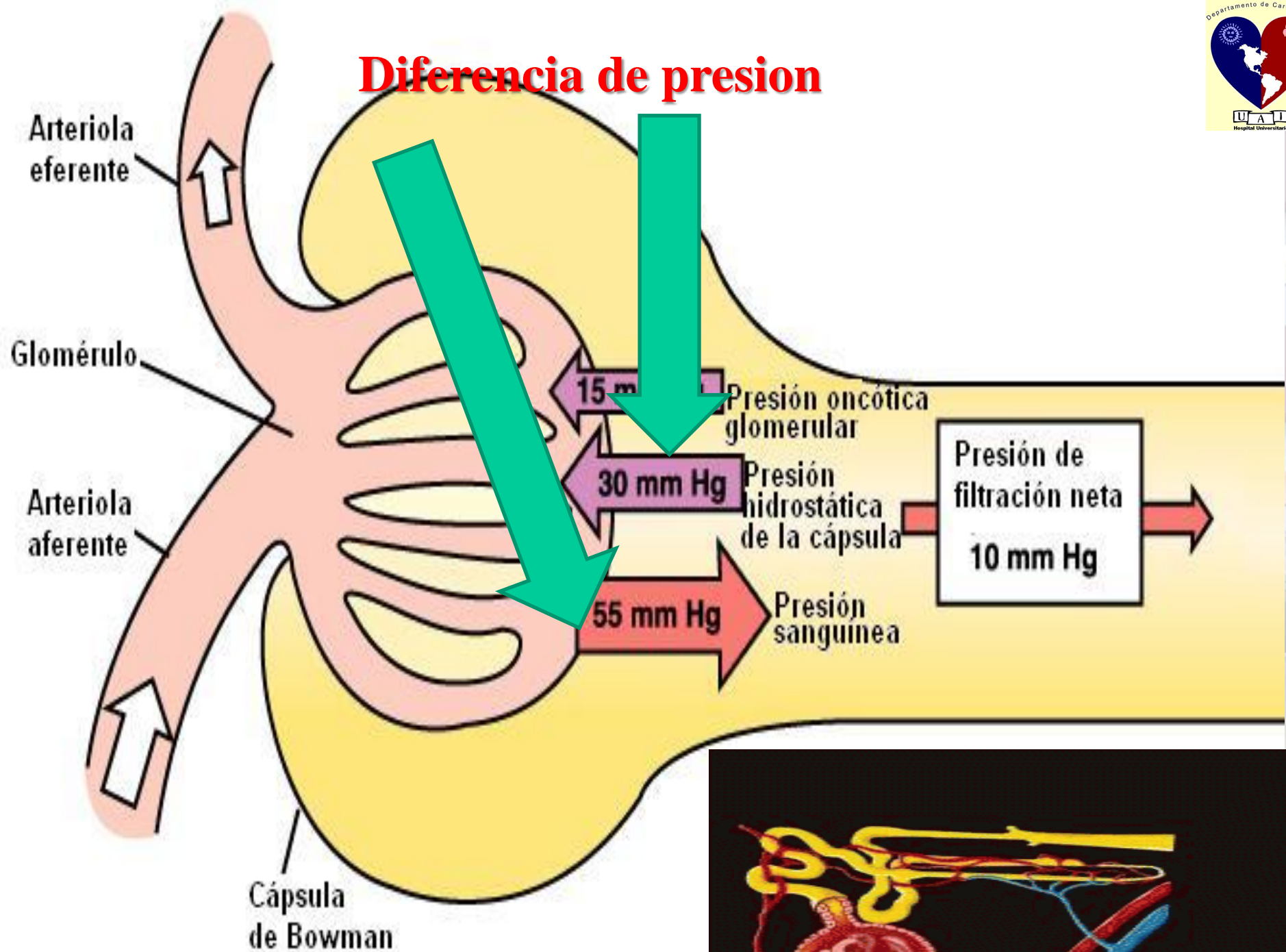
Q es la tasa volumétrica de flujo

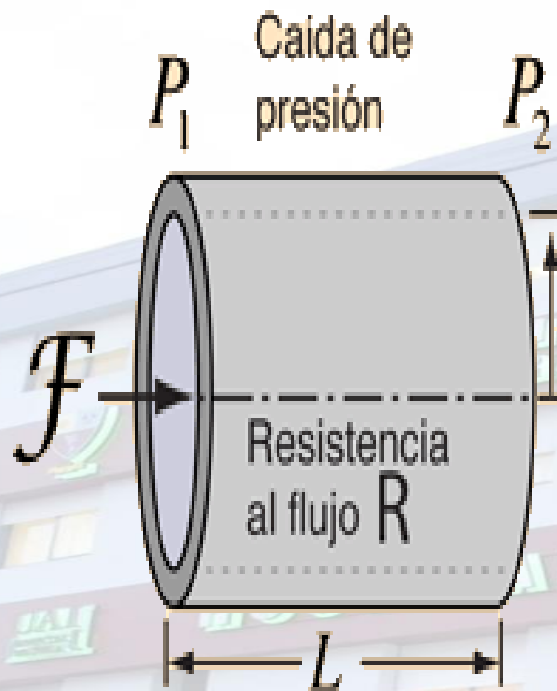
r es el radio

π es pi

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

Diferencia de presión





Caida 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

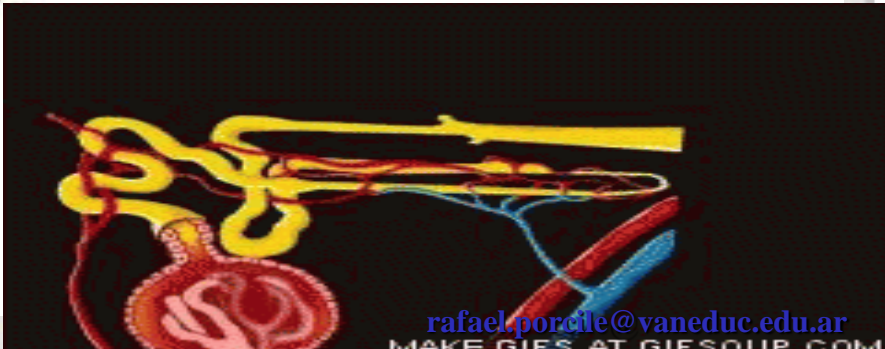
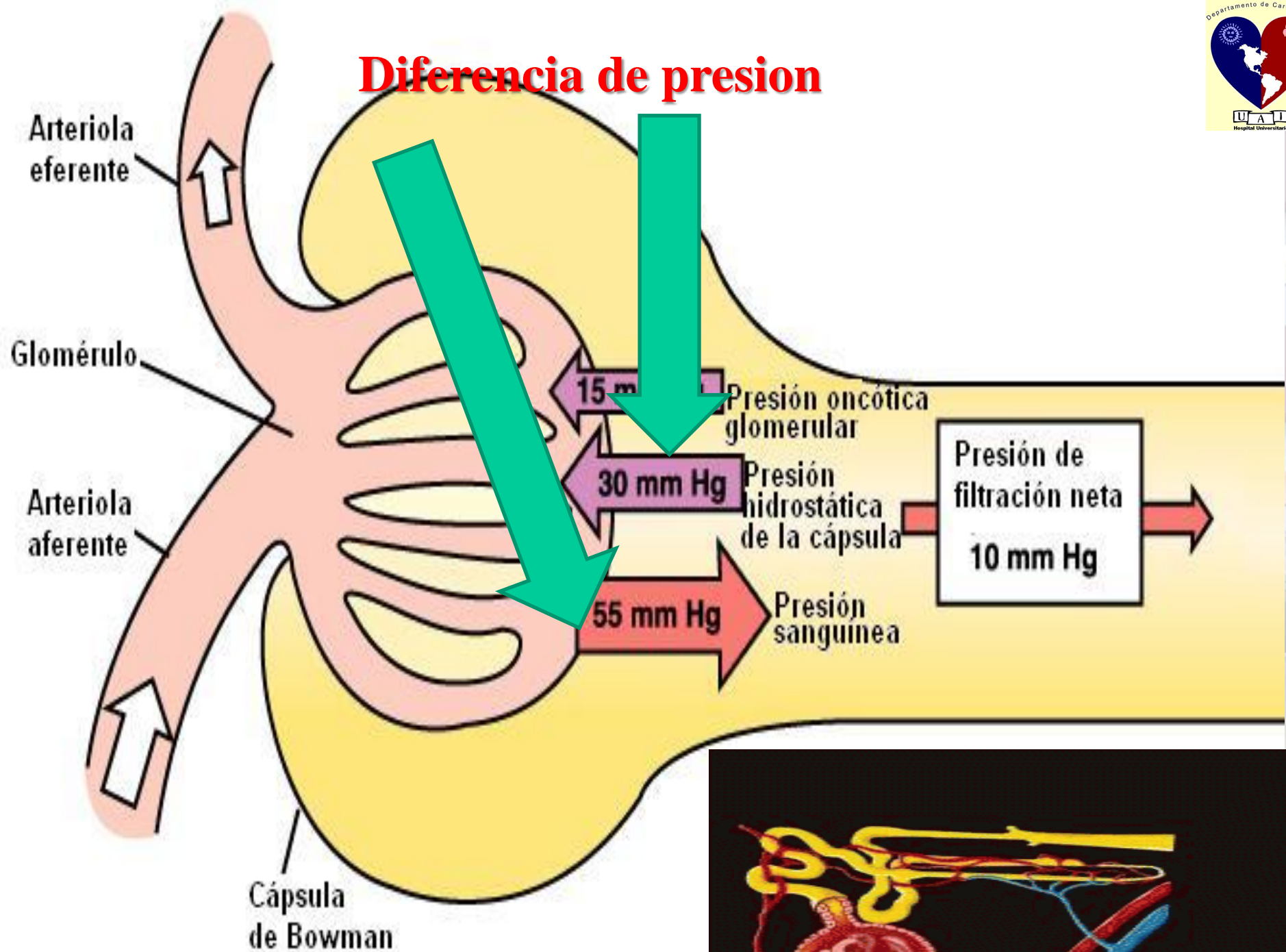
Un fluido se desplaza

**Por diferencia
de presiones**

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



Diferencia de presión

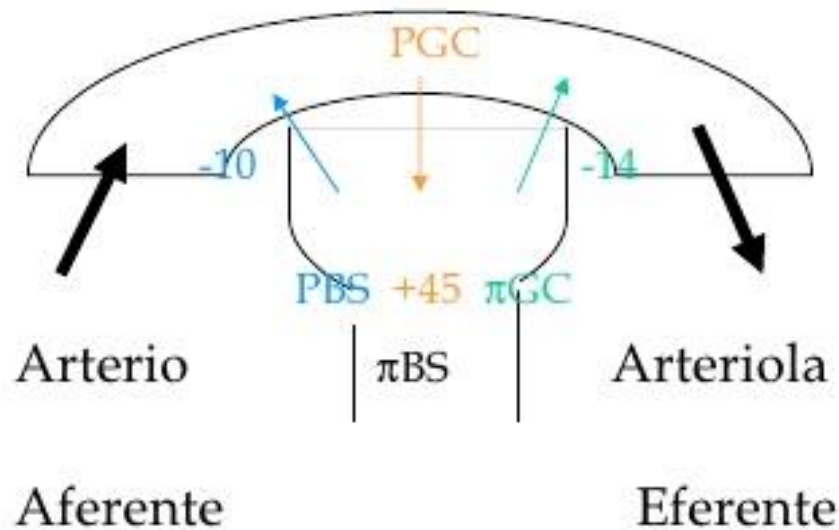


PRESIONES DE STARLING

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

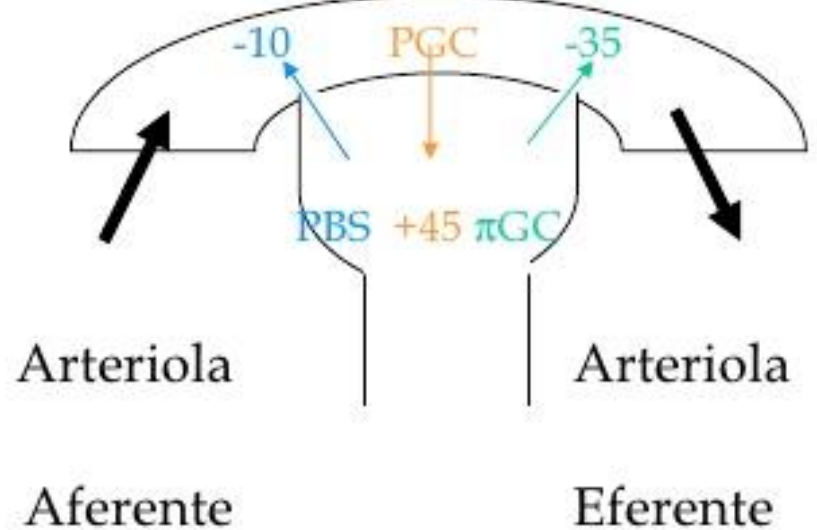
Filtración Neta

Pr. Neta = 15-16 mmHg



Equilibrio de Filtración

Pr. Neta = 0 mmHg

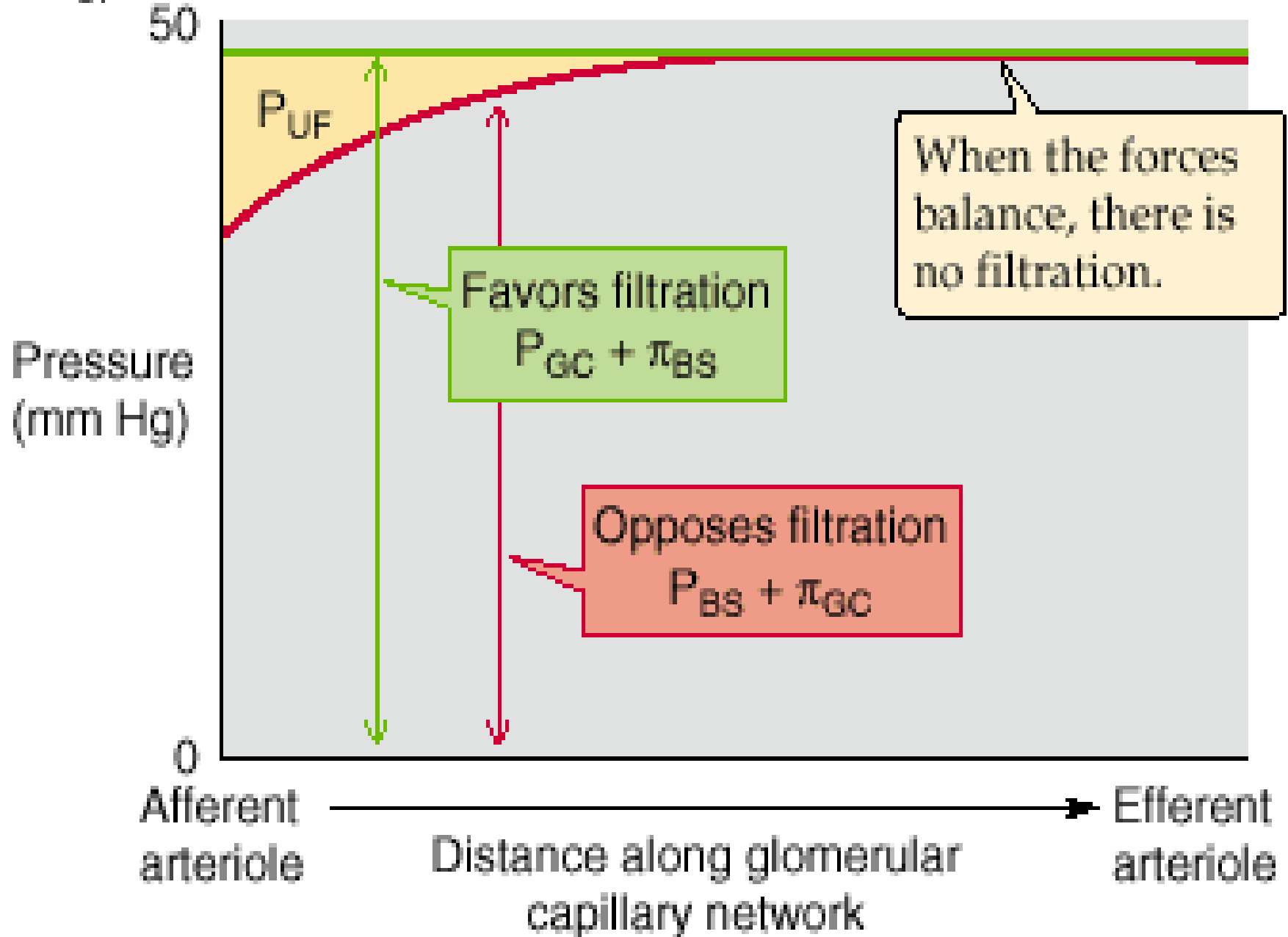


PGC = Presión Hidrostática de los capilares glomerulares

PBS = Presión Hidrostática de la Cápsula de Bowman

πGC = Presión Oncótica de los capilares glomerulares

C P_{UF} ALONG THE GLOMERULAR CAPILLARIES

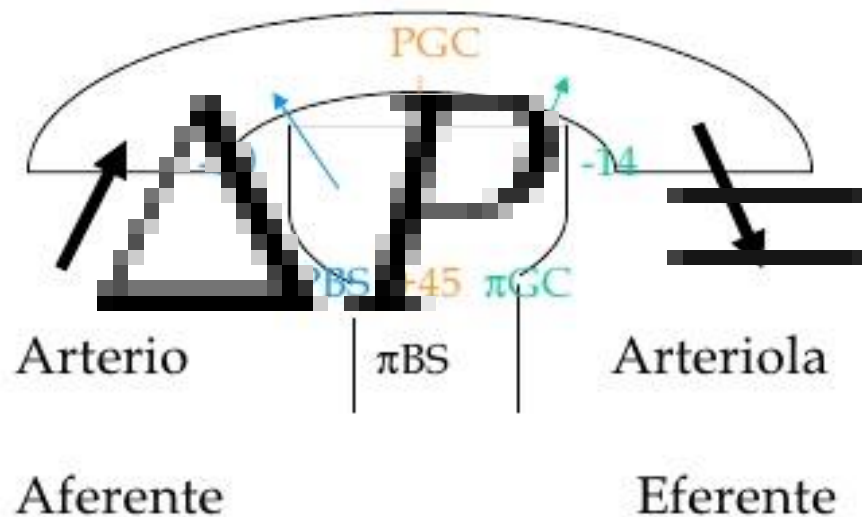


PRESIONES DE STARLING

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

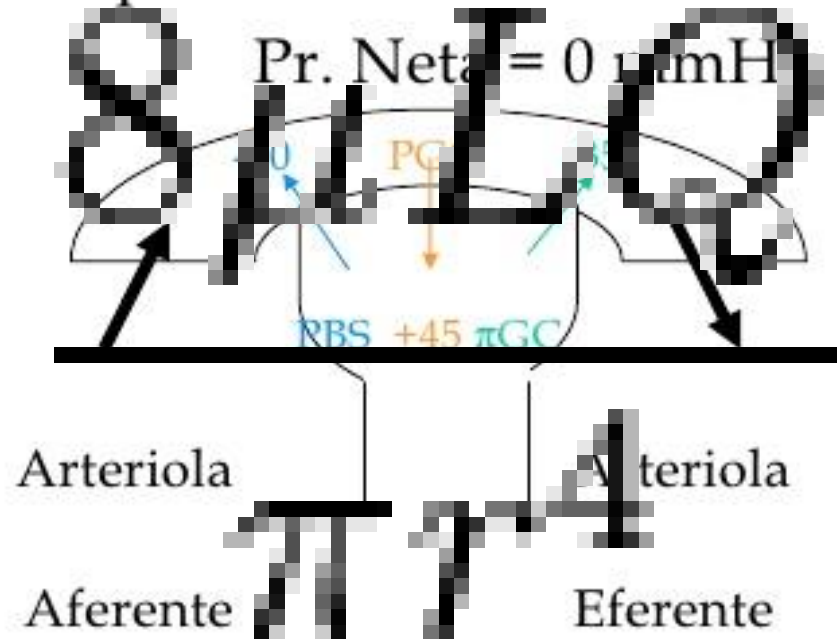
Filtración Neta

Pr. Neta = 15-16 mmHg



Equilibrio de Filtración

Pr. Neta = 0 mmHg



PGC = Presión Hidrostática de los capilares glomerulares

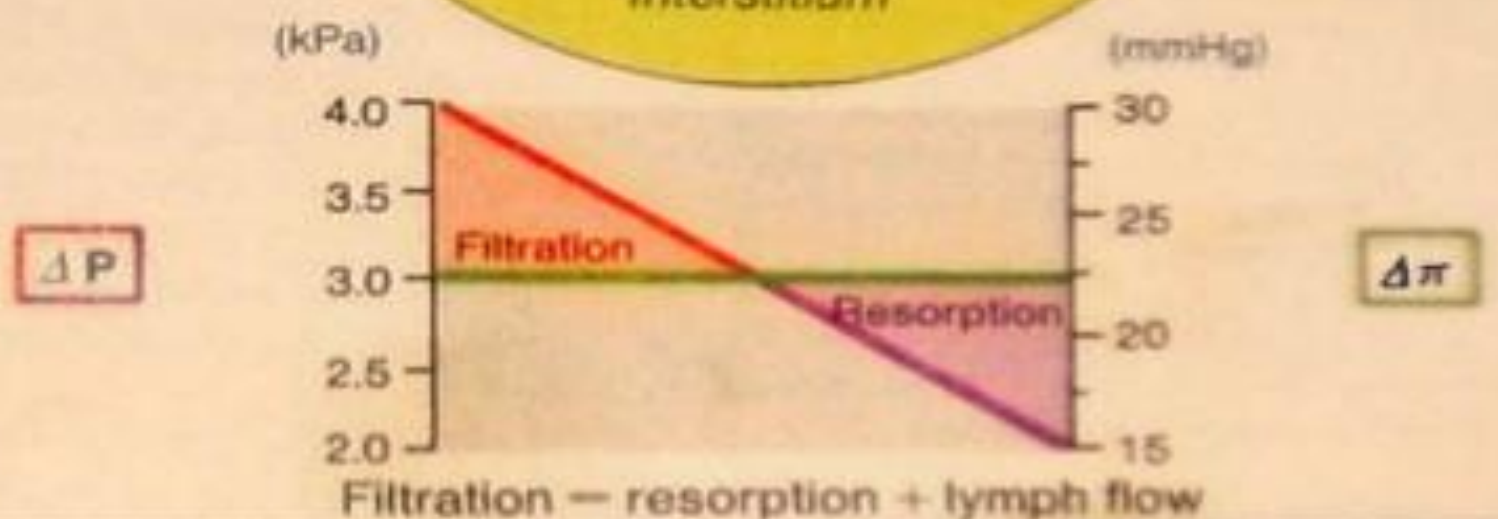
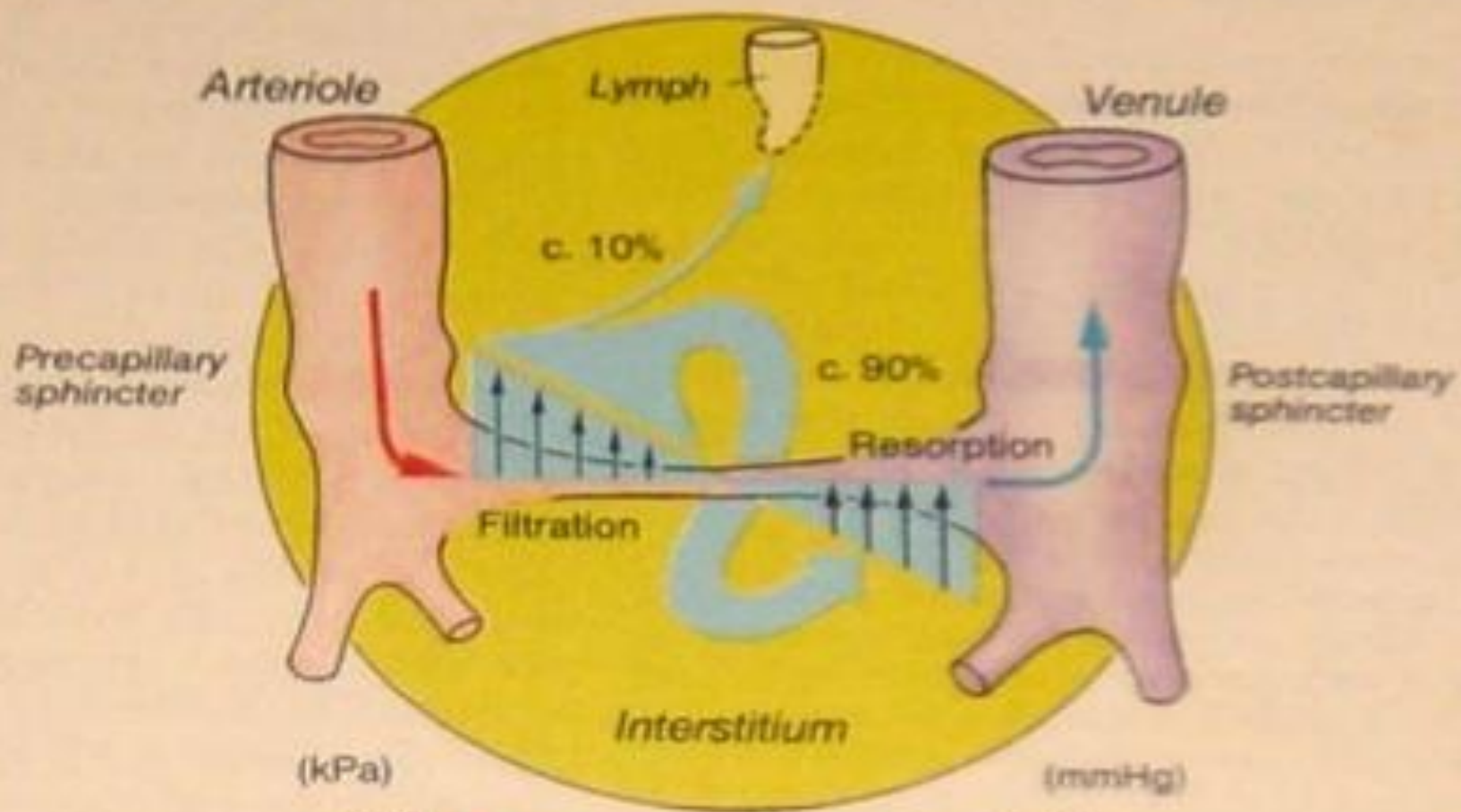
PBS = Presión Hidrostática de la Cápsula de Bowman

πGC = Presión Oncótica de los capilares glomerulares

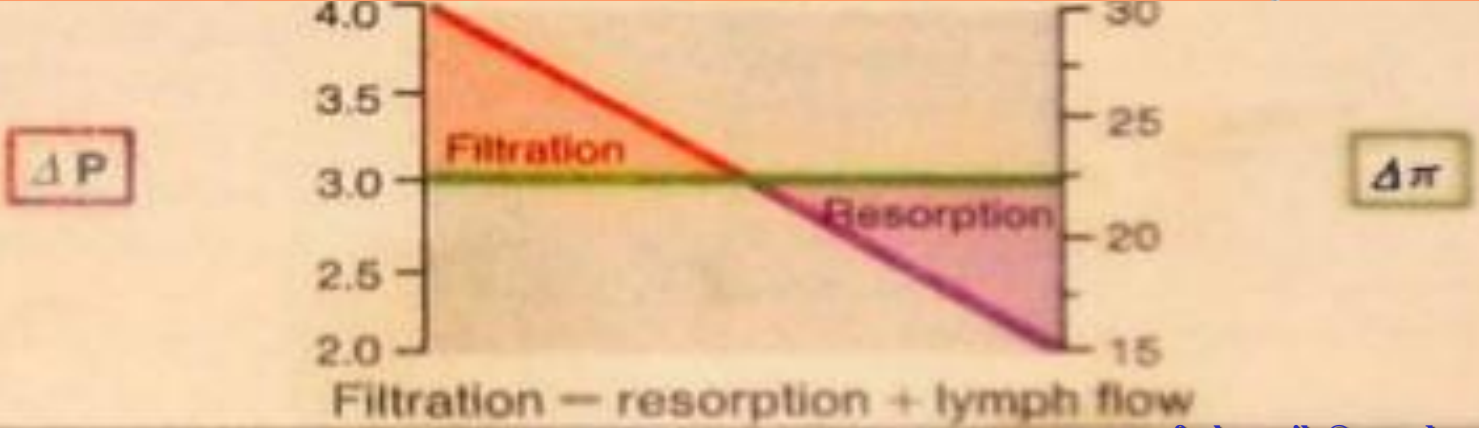
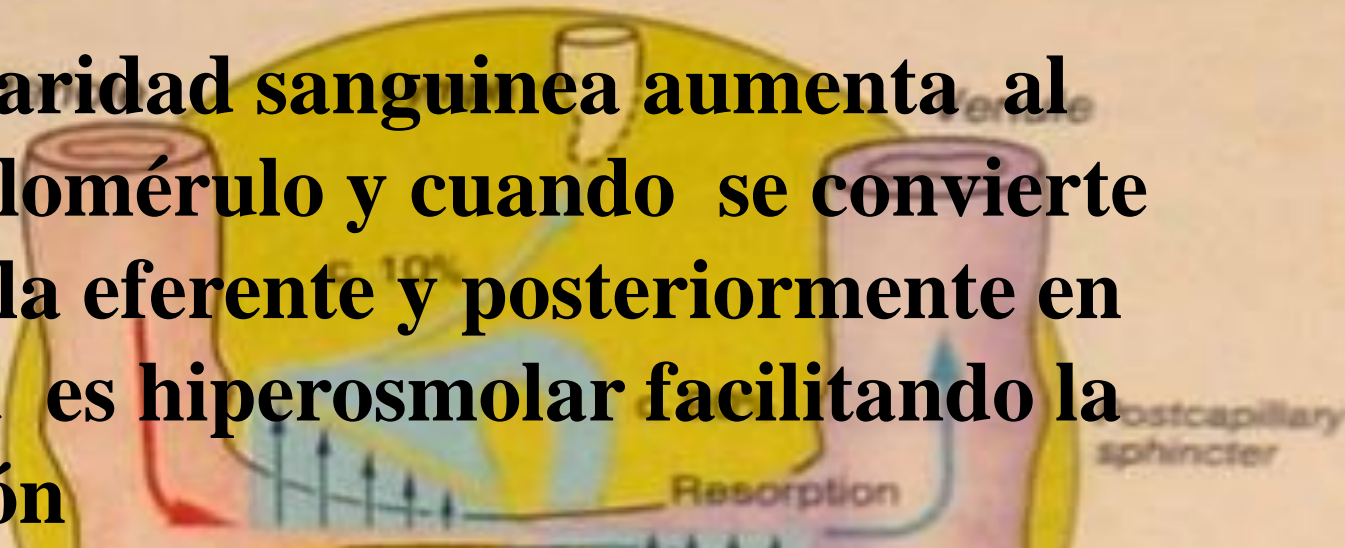
$$\Delta P = \frac{8\mu LQ}{\pi r^4}$$

EFFECTO DE LOS CAMBIOS EN LAS FUERZAS DE STARLING

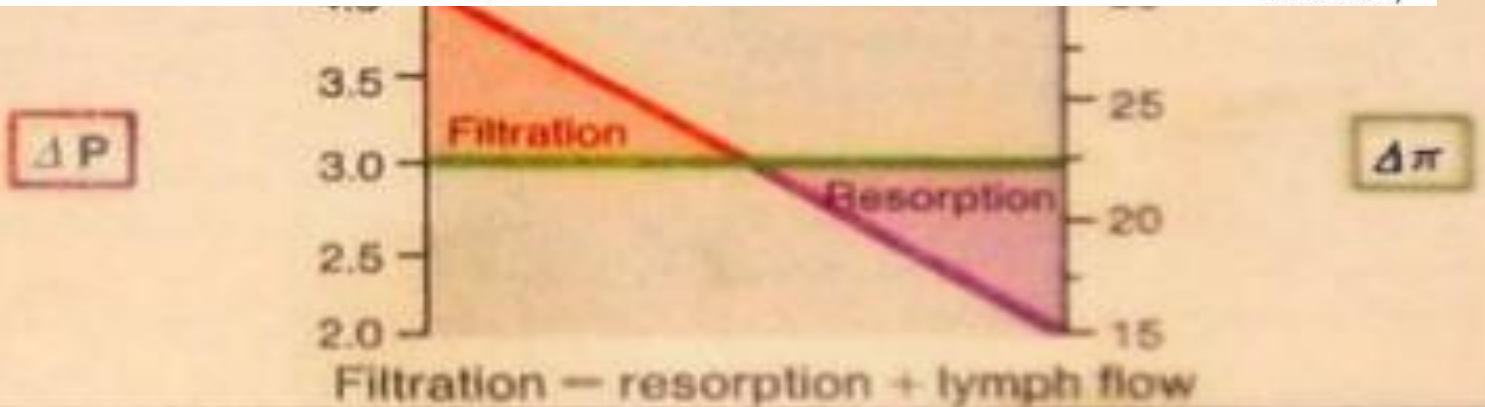
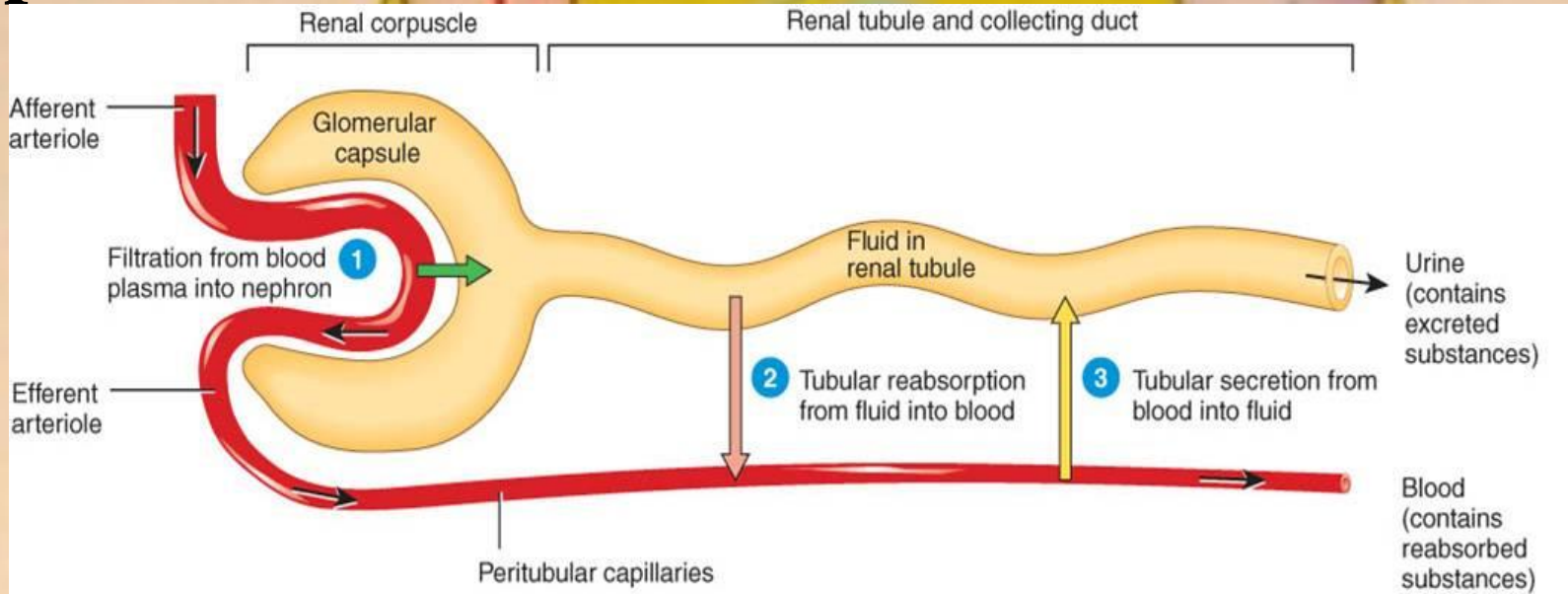
Efecto	FPR	TFG	TFG/FPR (Fr. Filtrada)
1. Constricción de Arteriola Aferente	↓	↓	SC
2. Constricción de Arteriola Eferente	↓	↑	↑
3. ↑ de la [Pp] en plasma	SC	↓	↓
4. ↓ de la [Pp] en plasma	SC	↑	↑
5. Constricción del ureter	SC	↓	↓



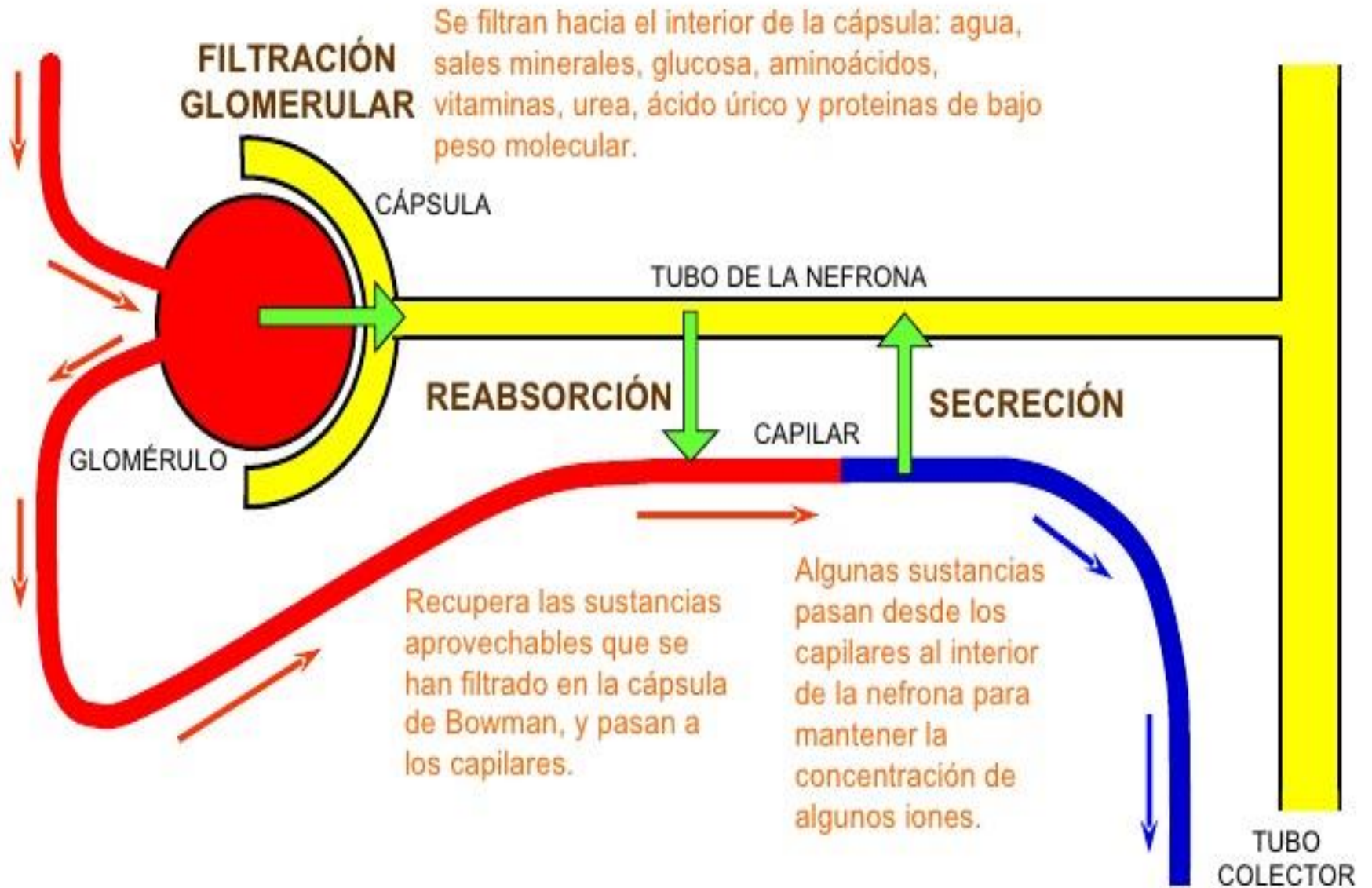
La osmolaridad sanguínea aumenta al final del glomérulo y cuando se convierte en arteriola eferente y posteriormente en vasa recta es hiperosmolar facilitando la reabsorción



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:



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

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

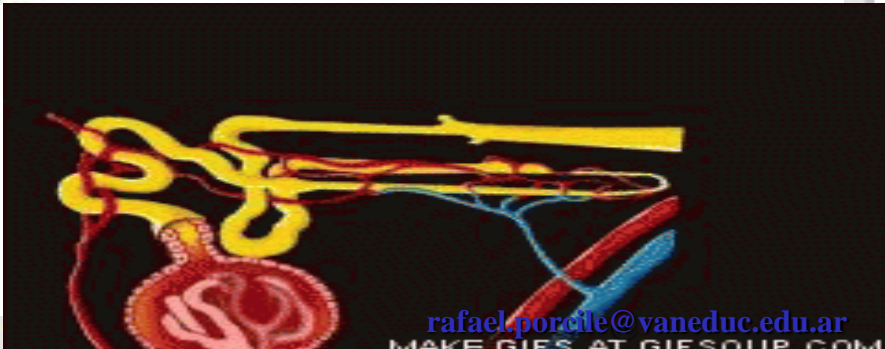
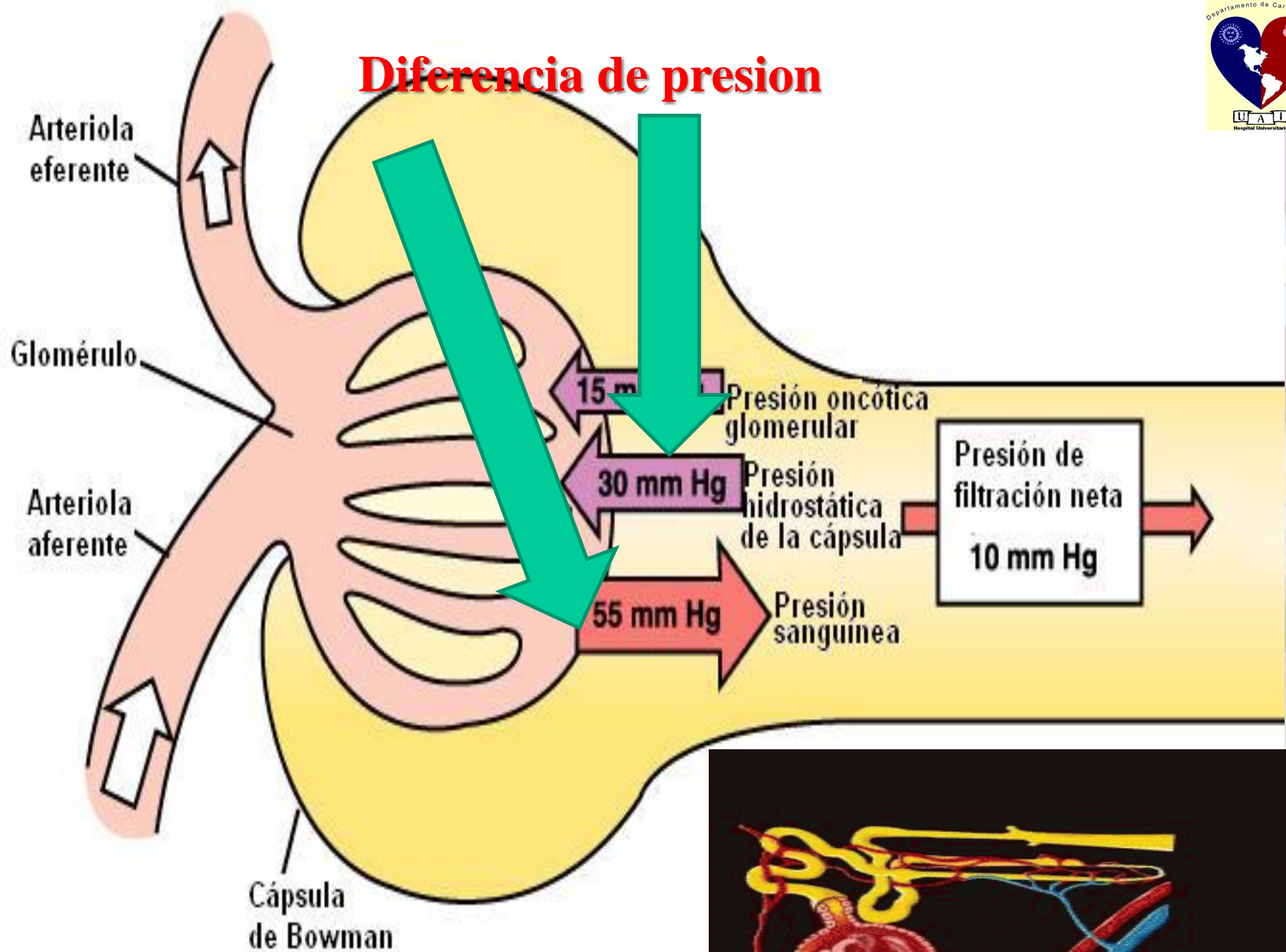
HIPOTESIS DE LA PRESION INTRA ABDOMINAL

Aumento de la presión del lado urinario

**Se reduce la
diferencia de
presiones**



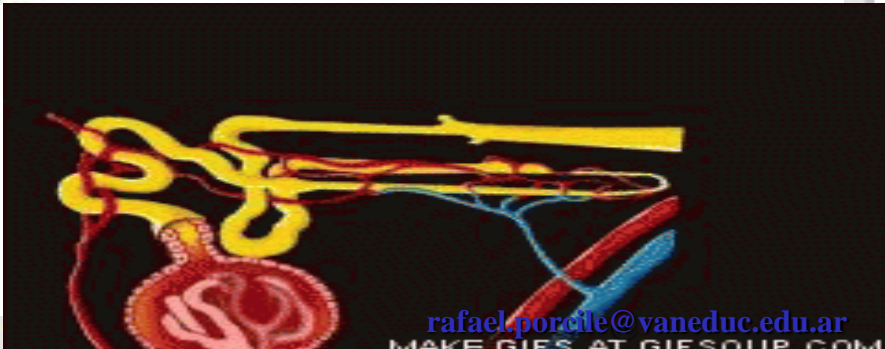
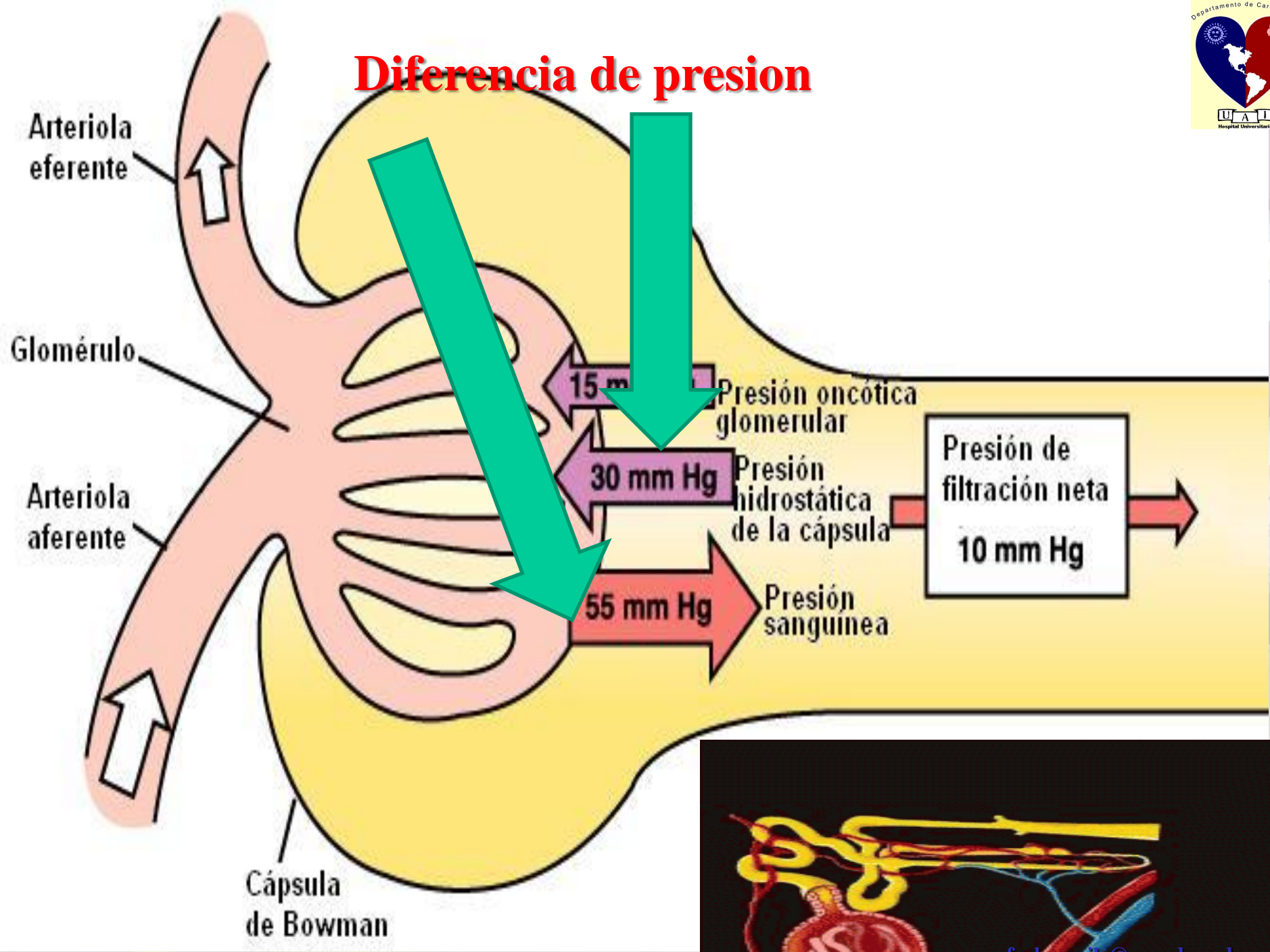
Diferencia de presión



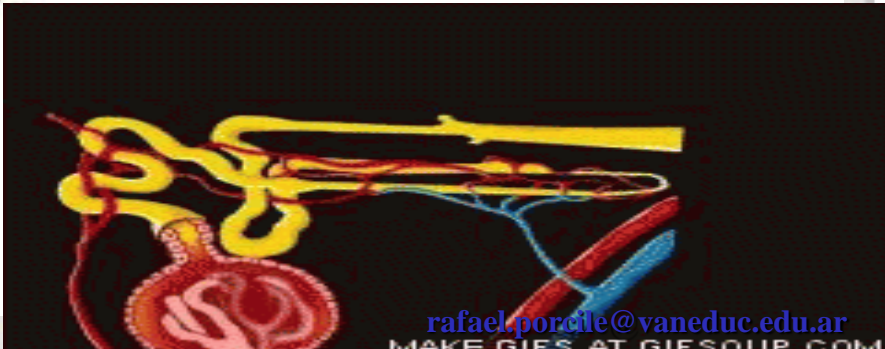
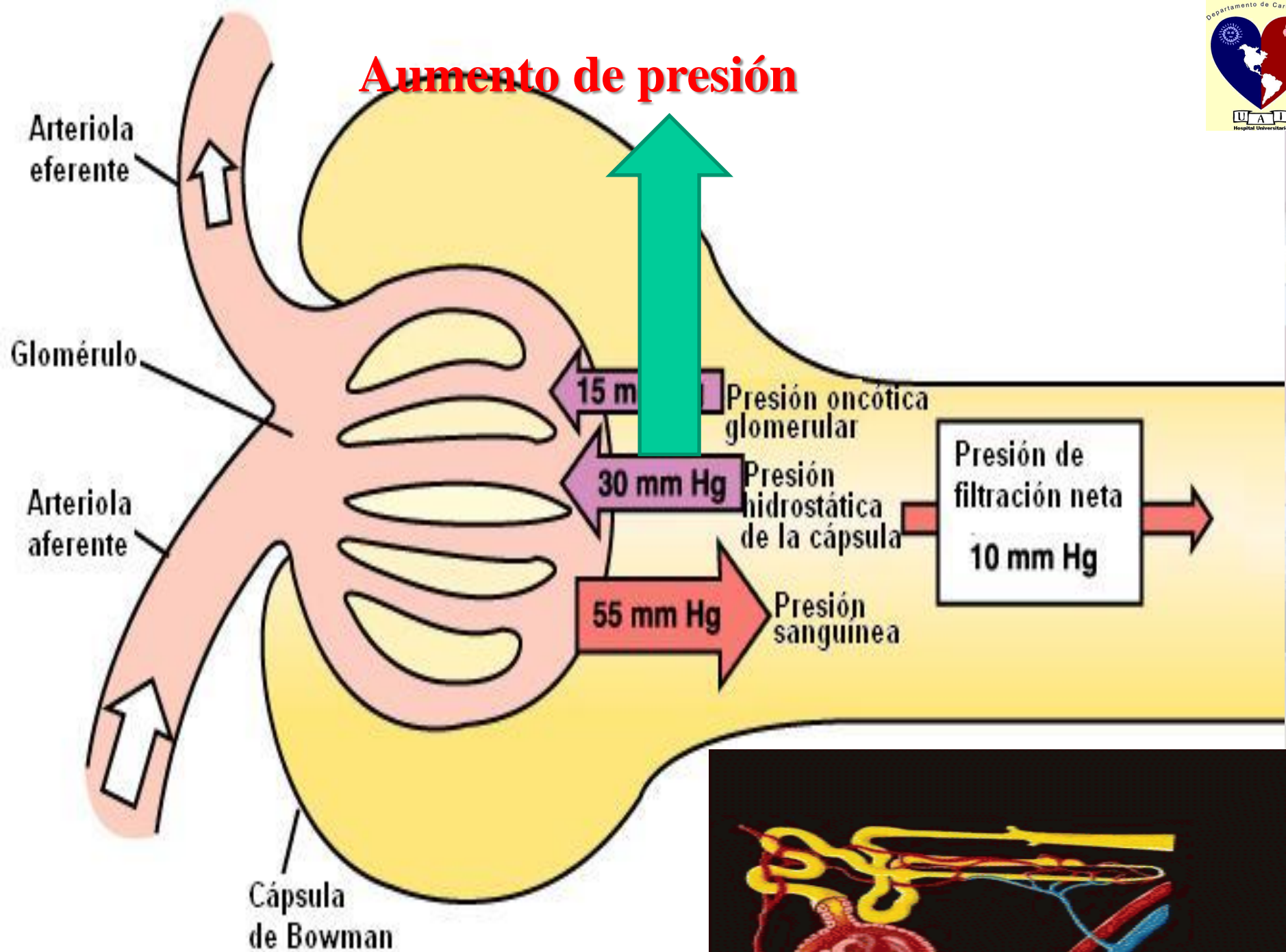
**Por aumento
de la presión
en la luz
urinaria**

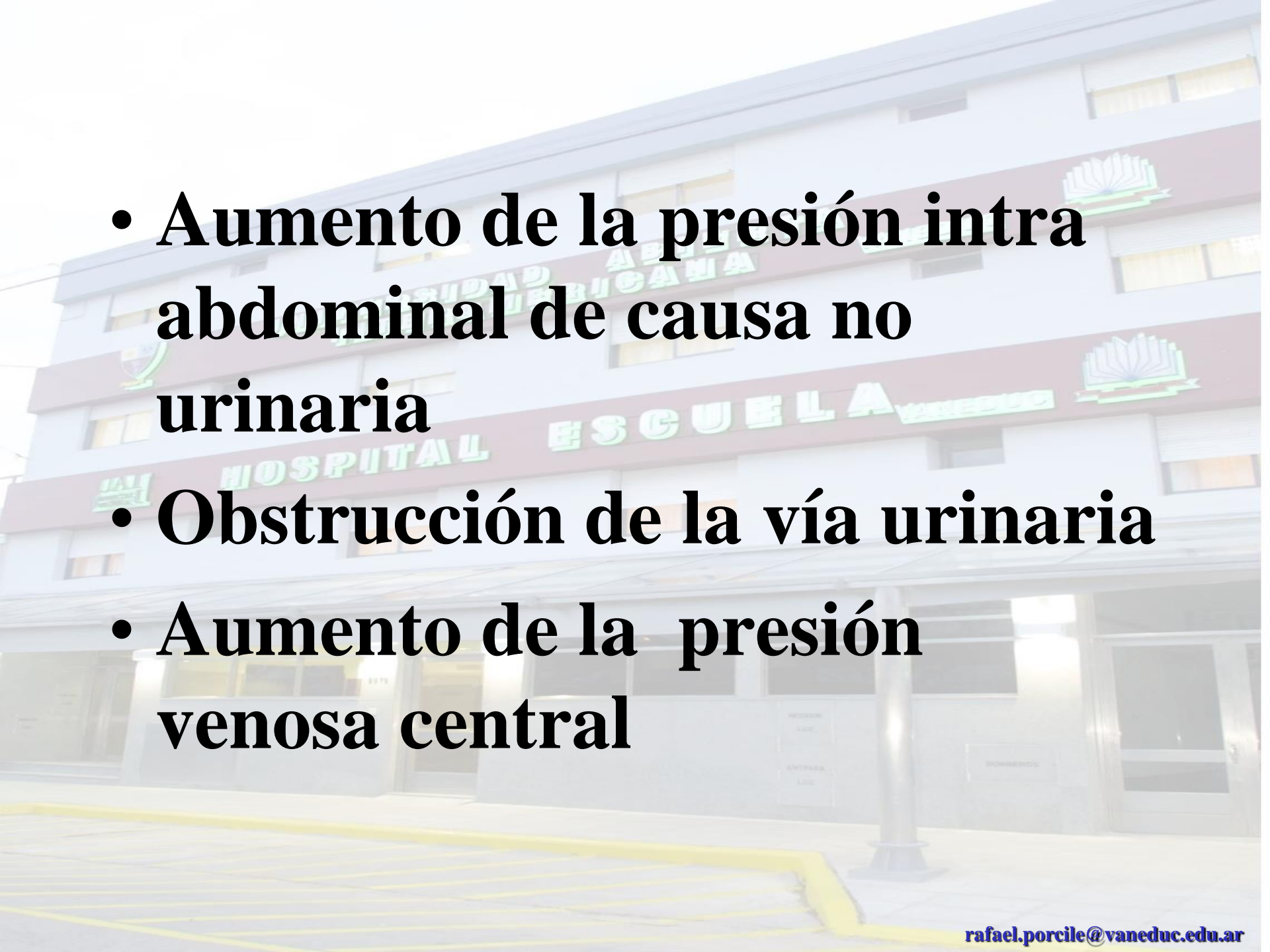
**Se dificulta
la descarga
de la orina**

Diferencia de presión



Aumento de presión



- 
- The background image shows the exterior of a multi-story building, identified by signage as 'HOSPITAL ESCUELA AMERICANA'. The building has a modern architectural style with a mix of light and dark colors. The text 'HOSPITAL ESCUELA AMERICANA' is prominently displayed in large, illuminated letters across the facade. There are also logos on the building, including a stylized tree or plant symbol. The foreground shows a paved area with yellow markings, possibly a parking lot or entrance area.
- **Aumento de la presión intra abdominal de causa no urinaria**
 - **Obstrucción de la vía urinaria**
 - **Aumento de la presión venosa central**

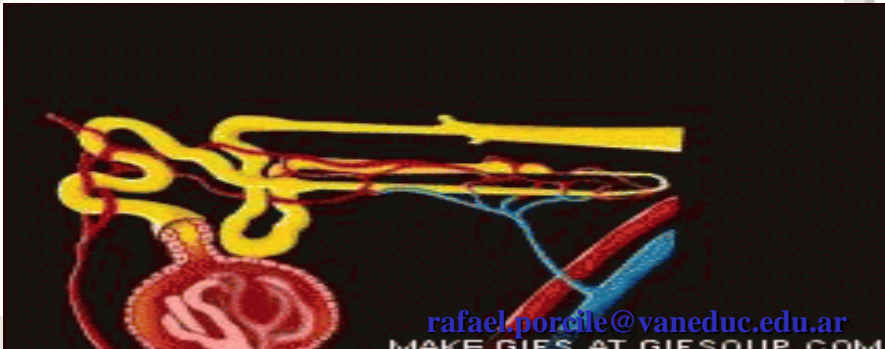
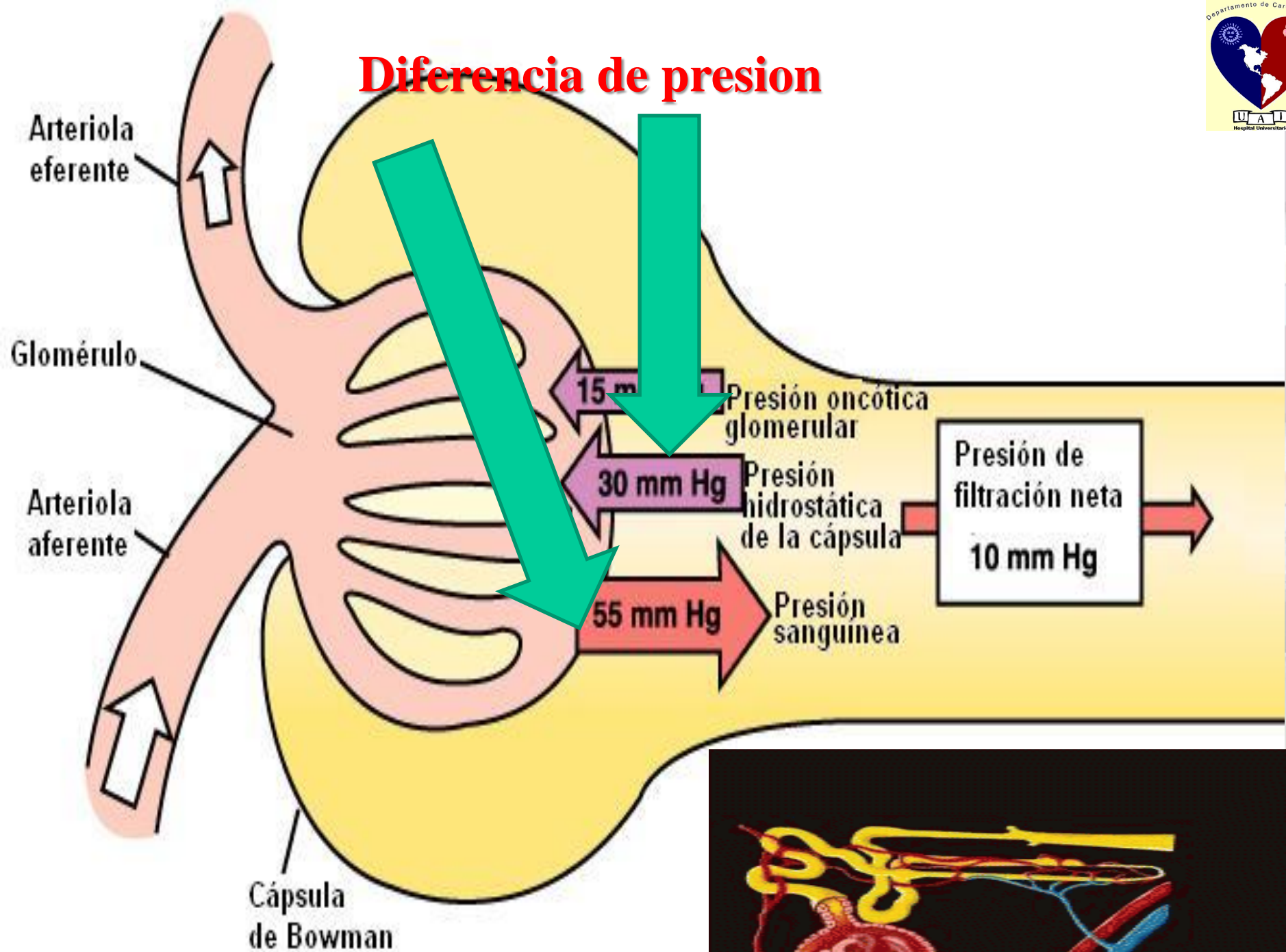


Aumento de la presión intra abdominal

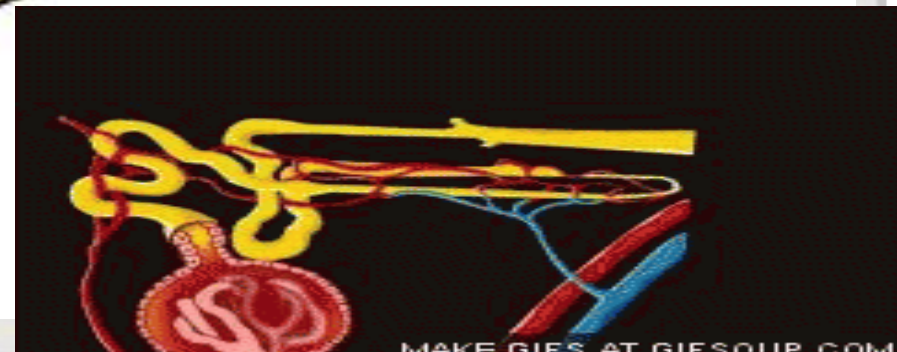
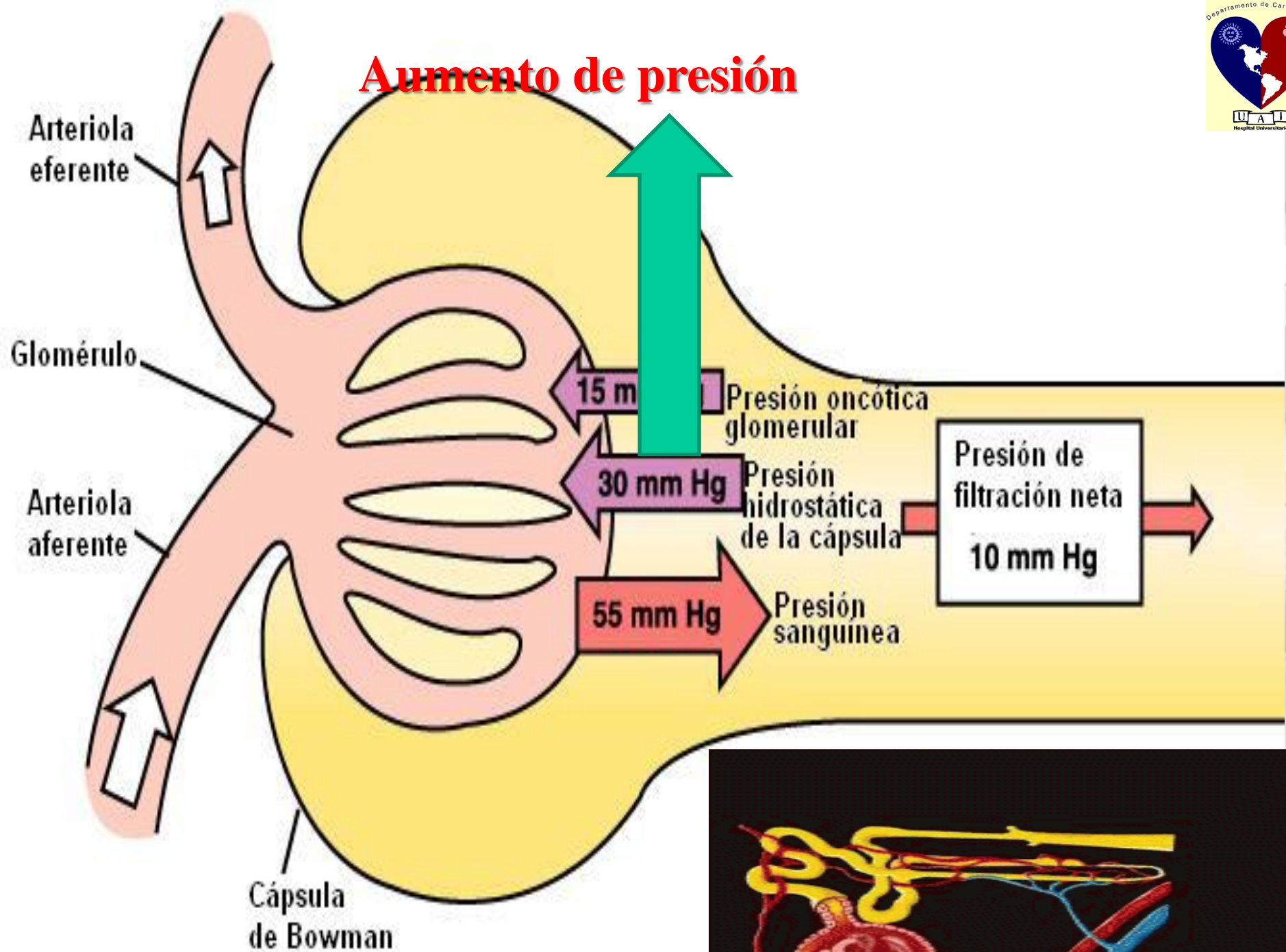
Dos efectos fisiológicos

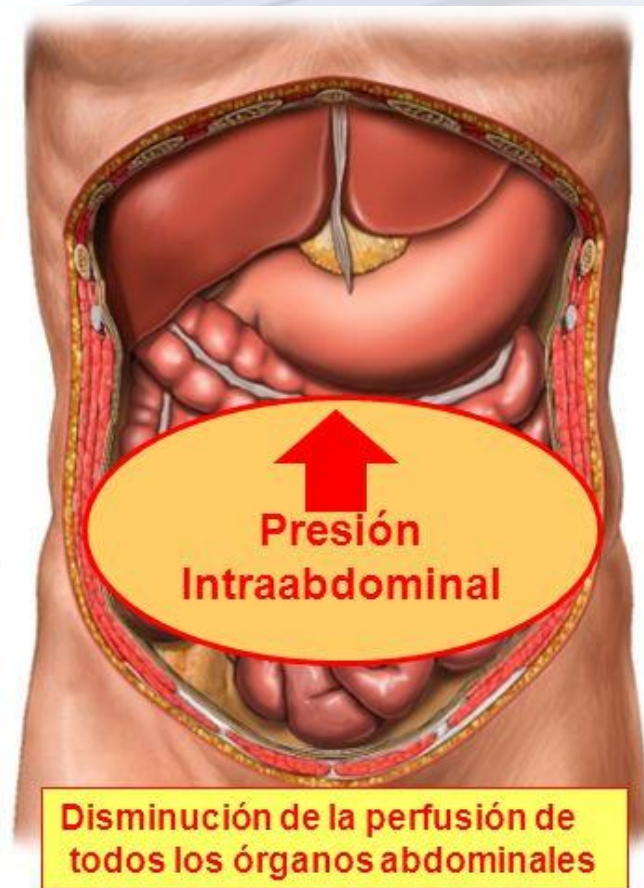
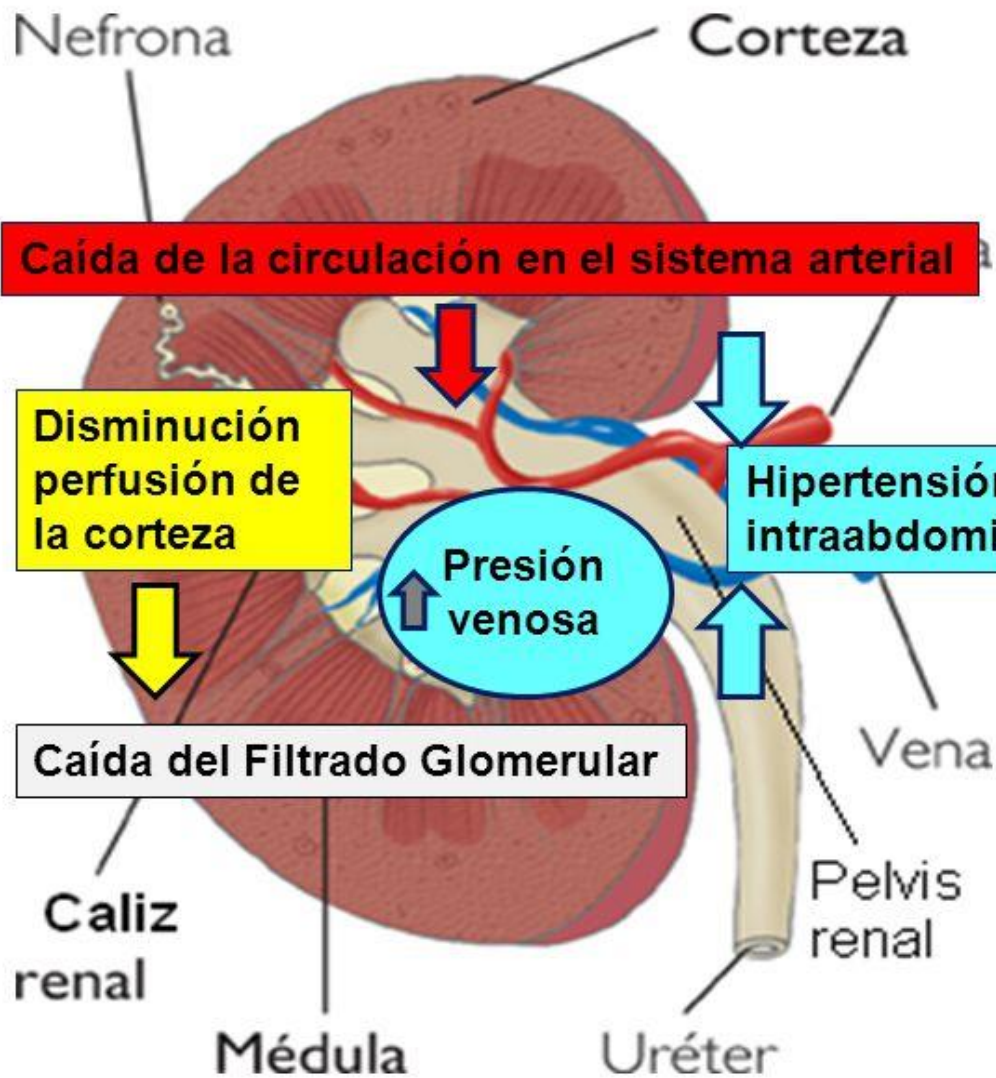
- Caída de la perfusión arterial
- Aumento de la presión venosa renal

Diferencia de presión



Aumento de presión





$$PPR = TAM - PIA$$

↑ PPR

↑ TAM

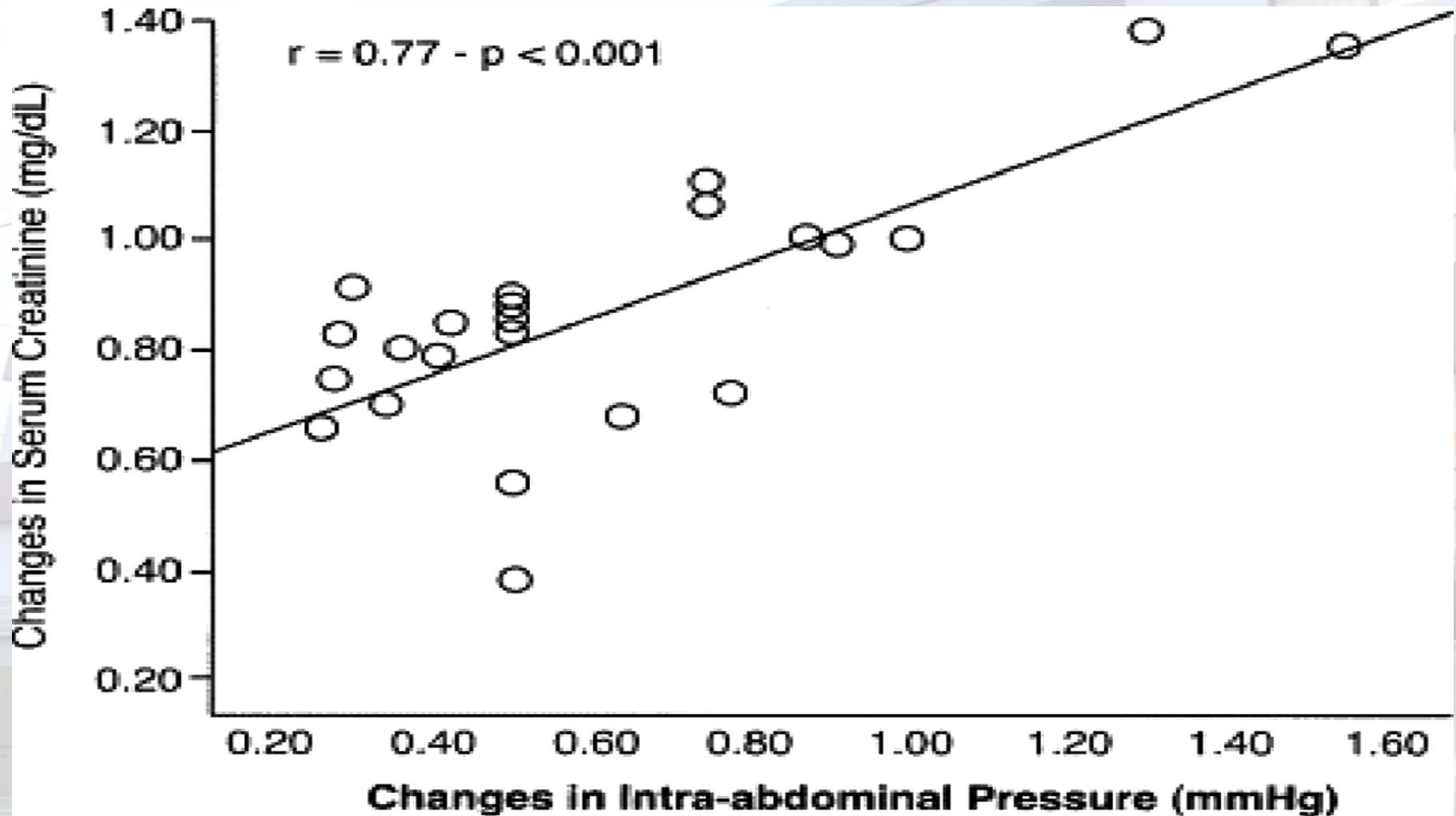
↓ PIA

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



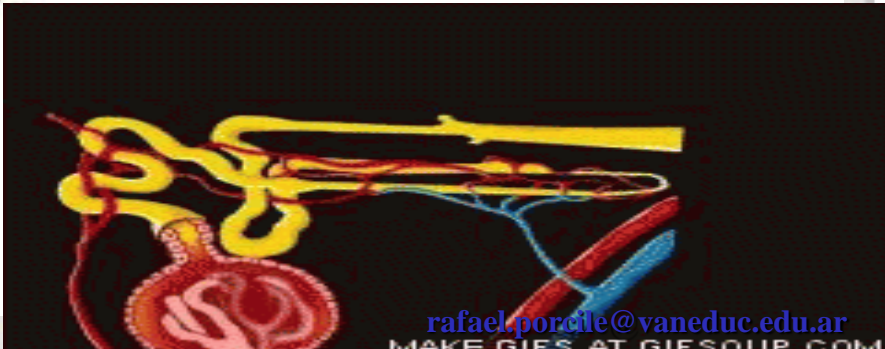
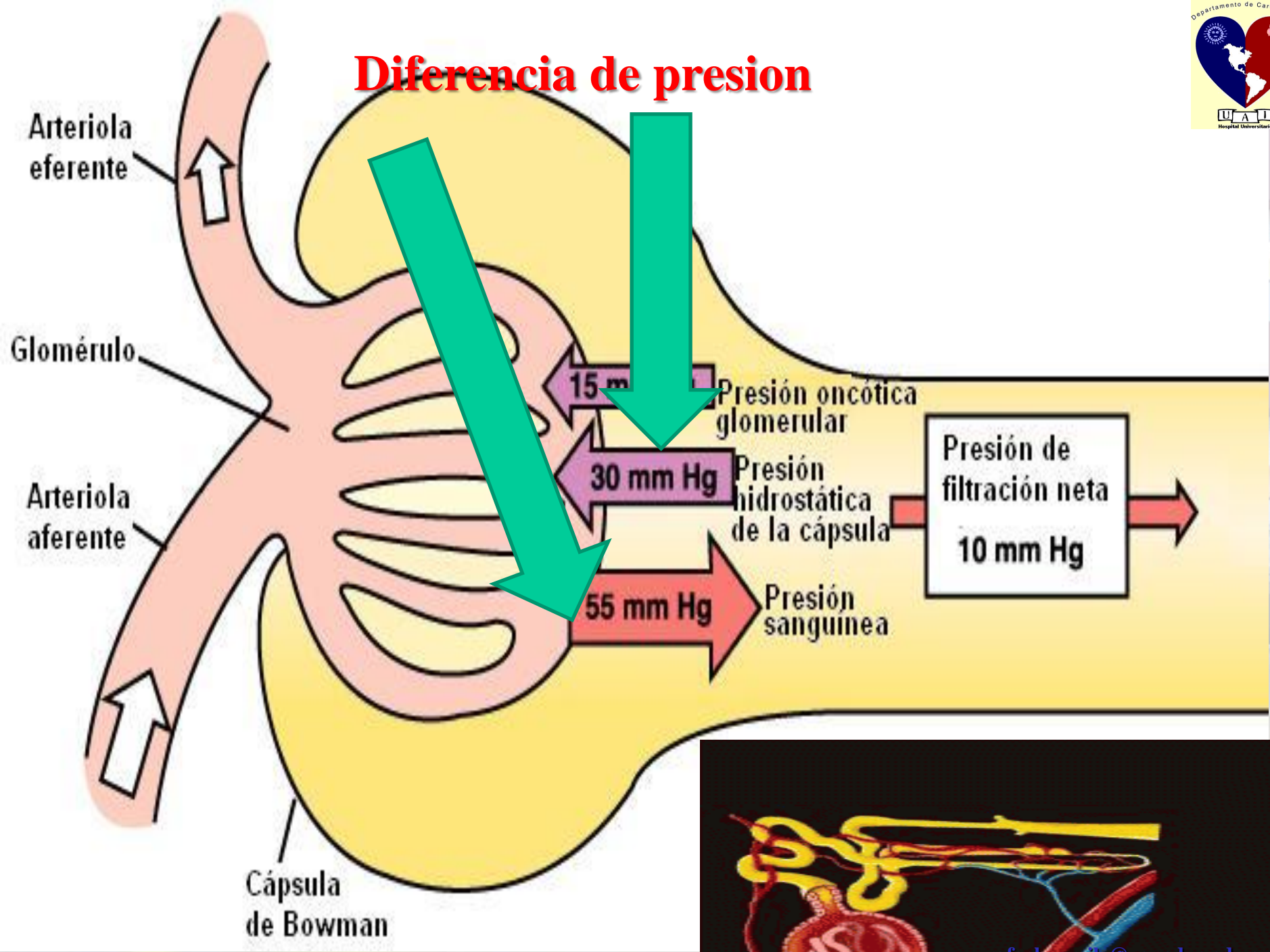
Fig. 1 Sonda de Foley, utilizada en la medición transvesical de la PIA...

**Presion intraabdominal elevada ≥ 8
mm Hg**

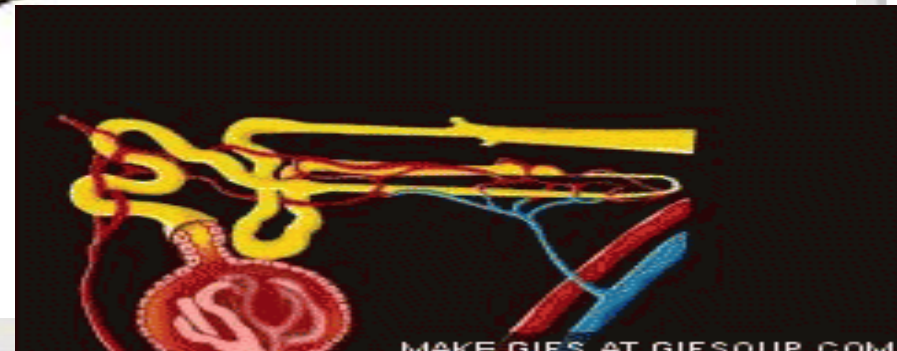
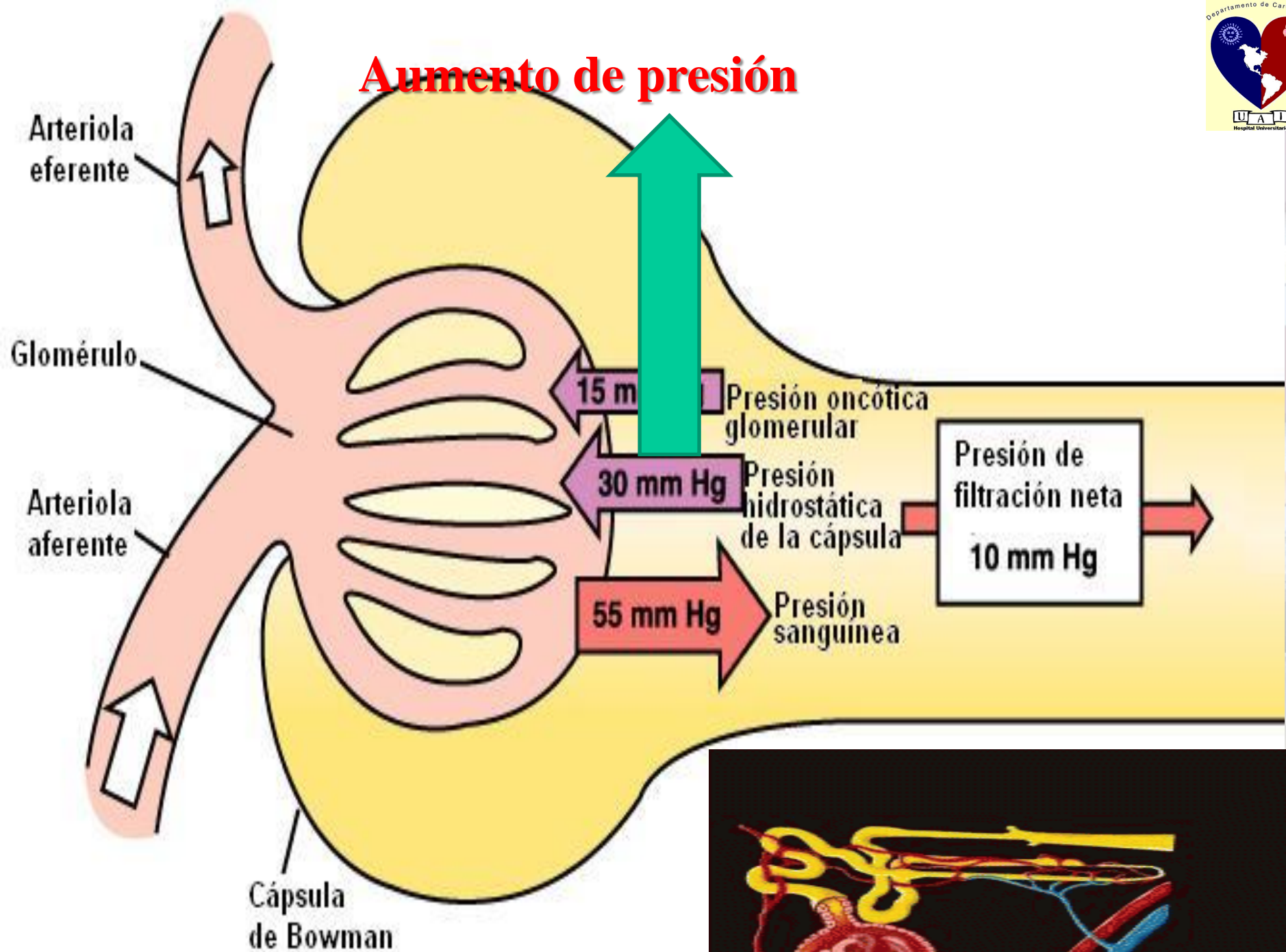
**Hipertension intraabdominal
Severamente elevada
 ≥ 12 mm Hg**

Uropatía Obstruictiva

Diferencia de presión



Aumento de presión

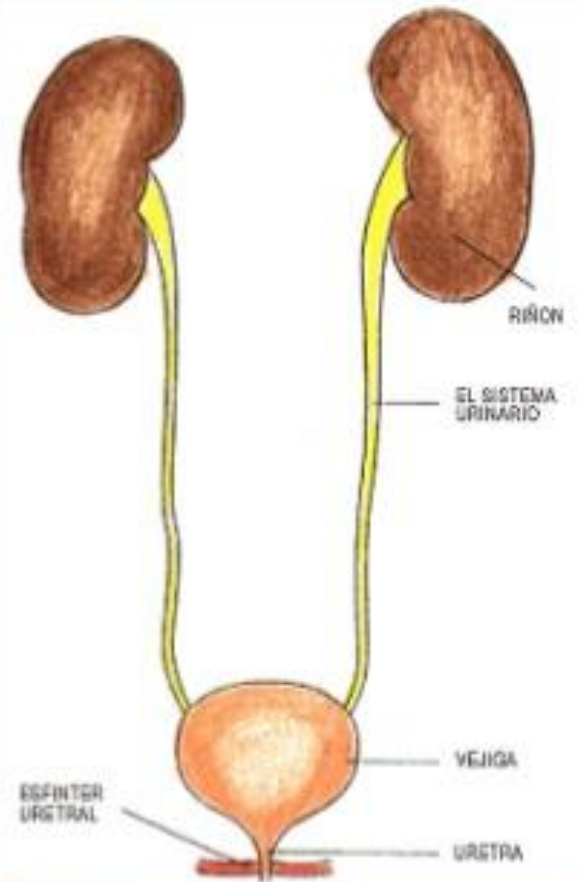
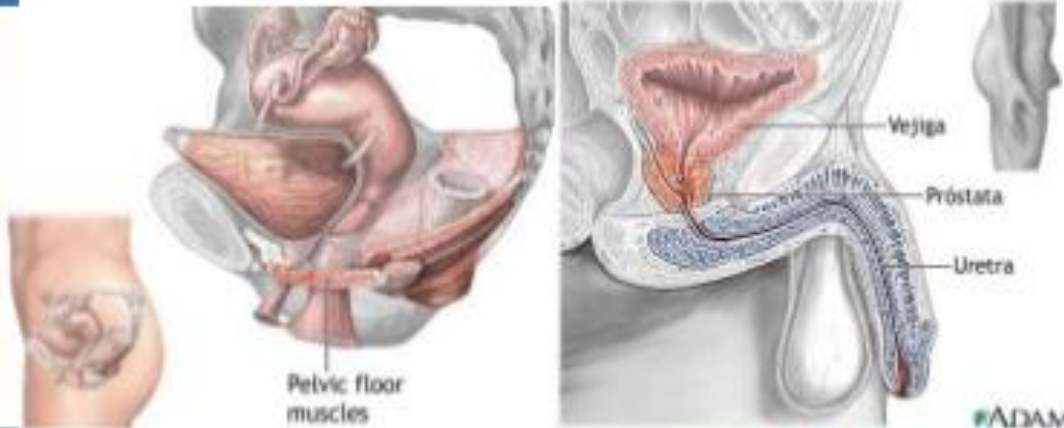


Concepto

- 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)

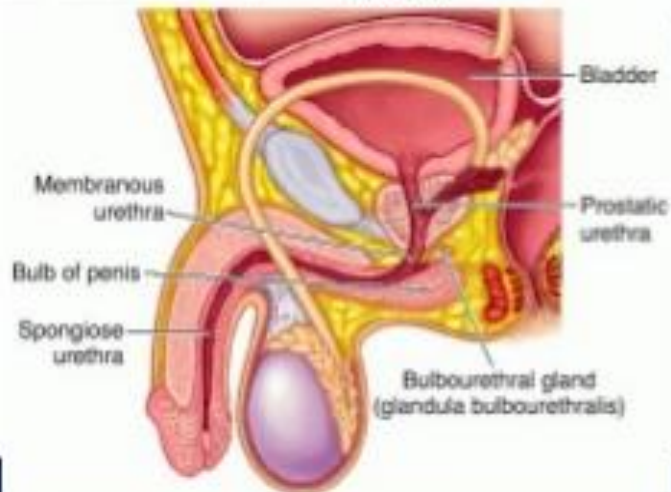
Tramo urinario superior

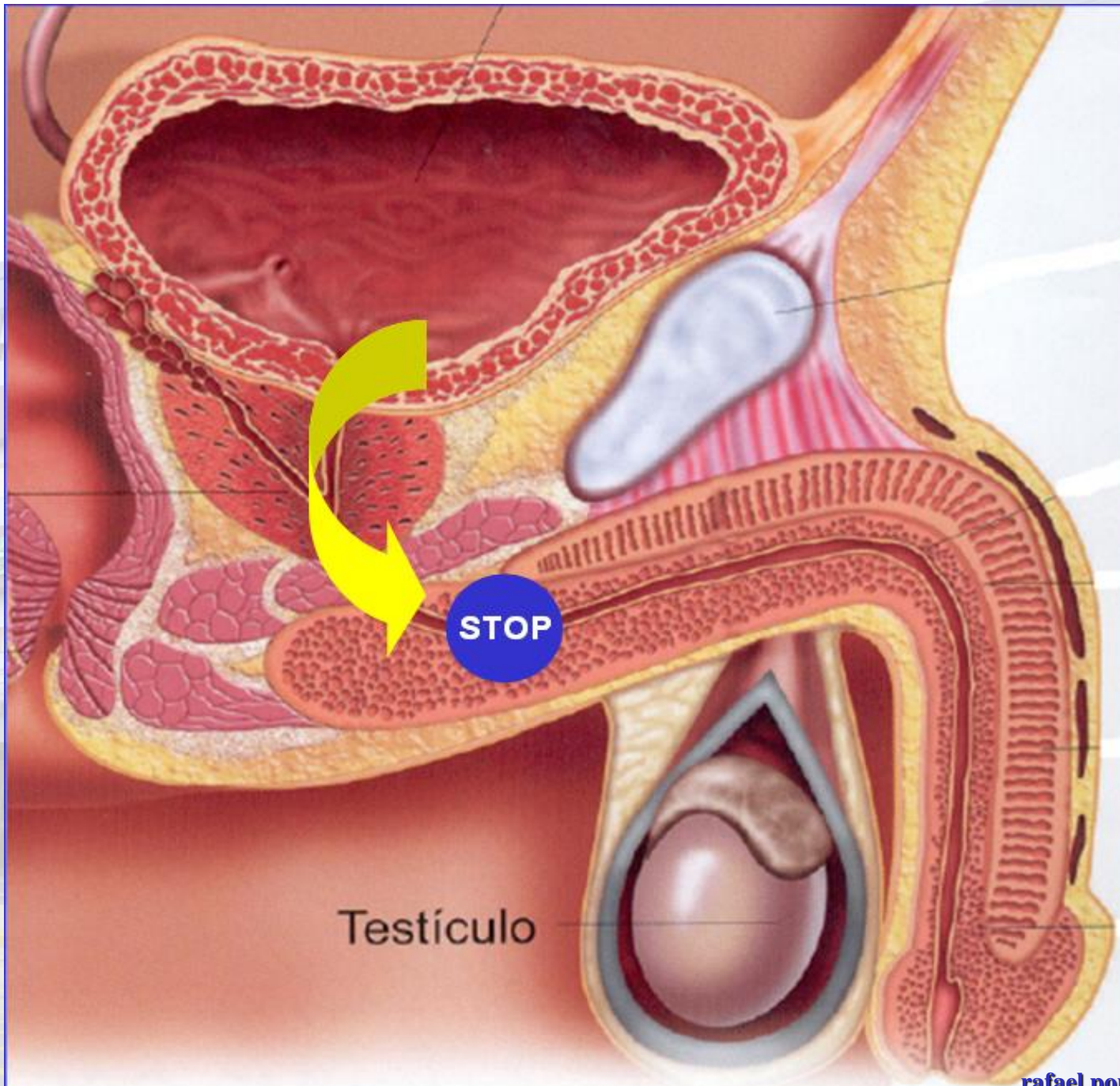
Tramo urinario inferior



Uretra posterior

Uretra anterior

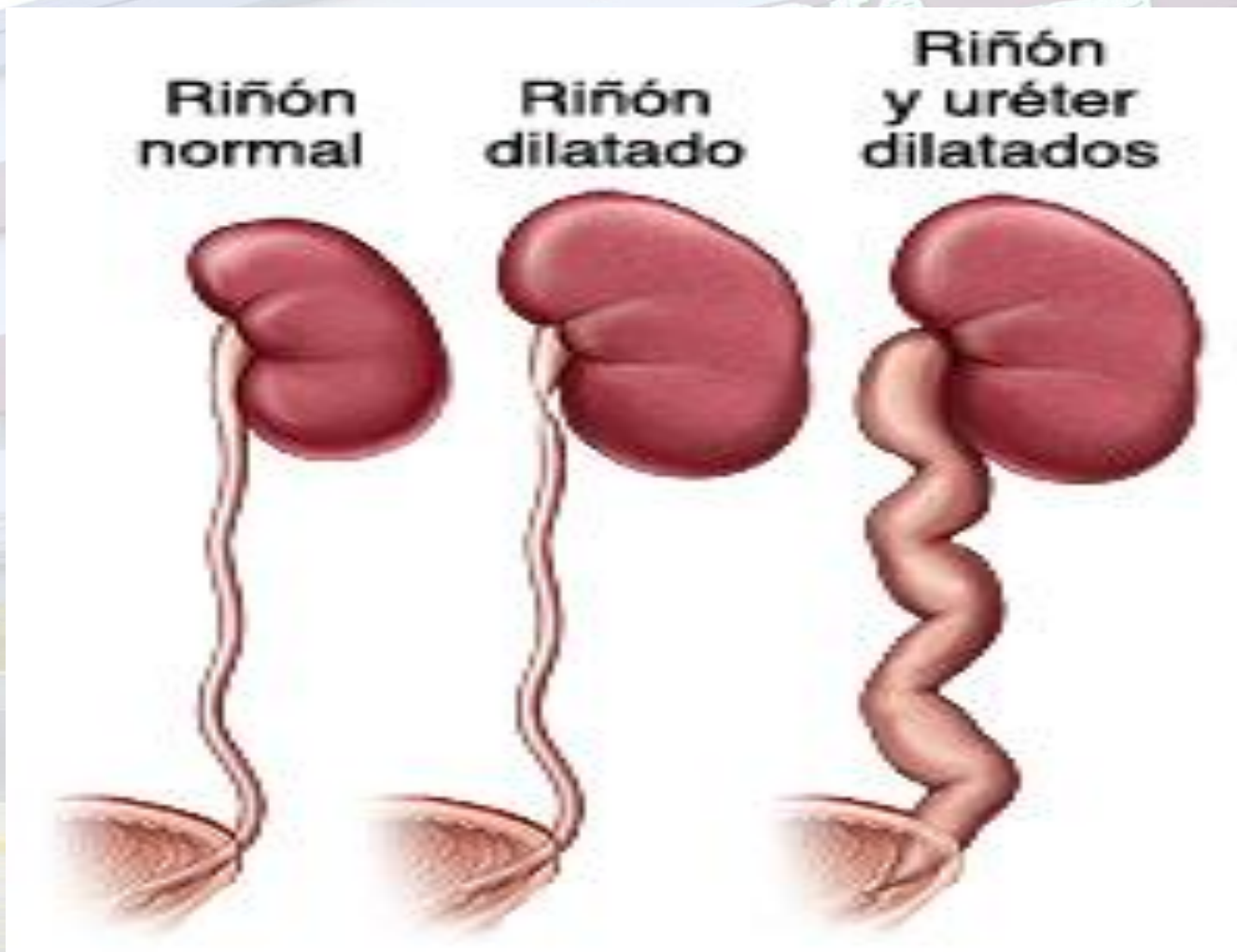




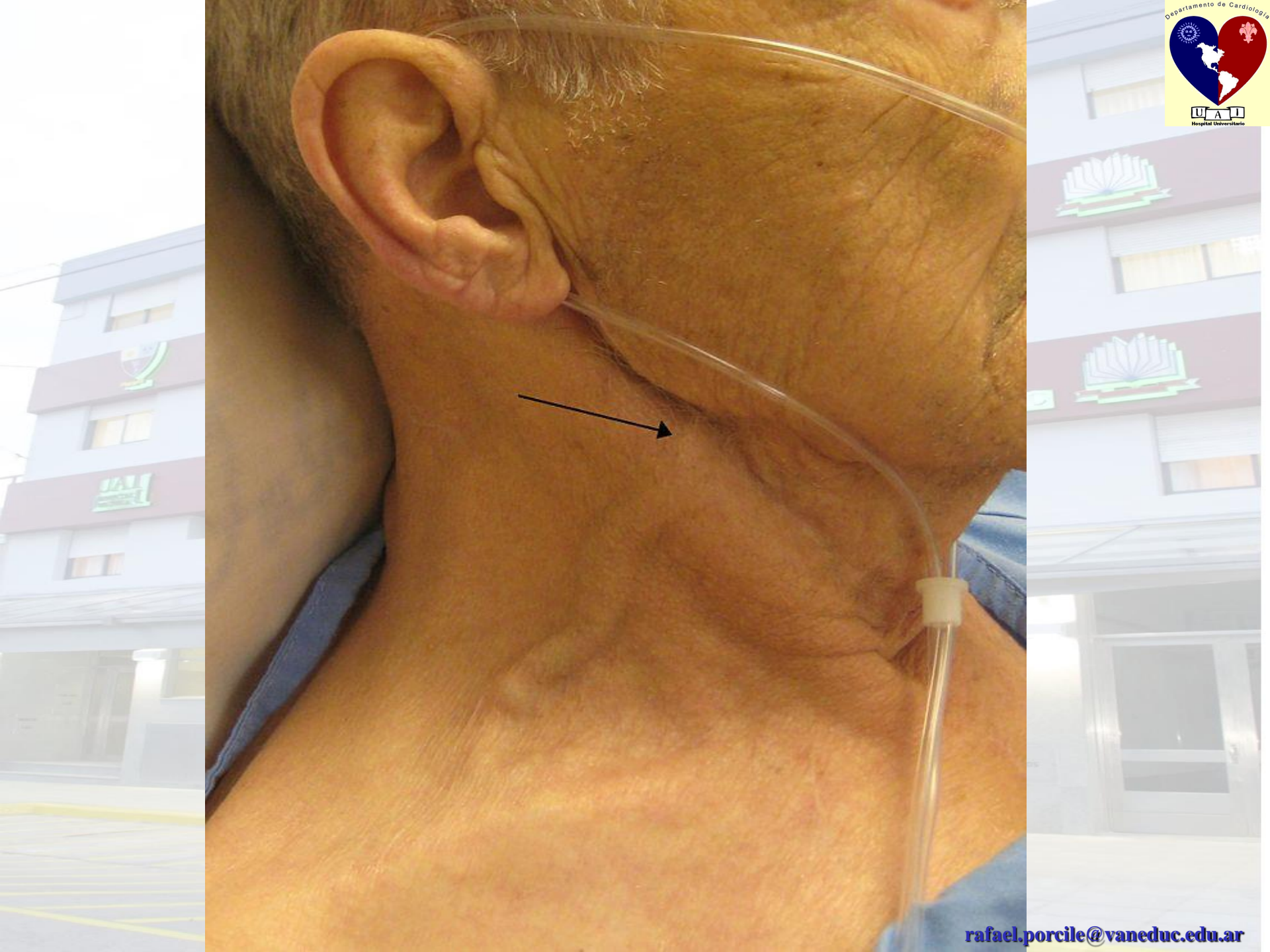
Testículo

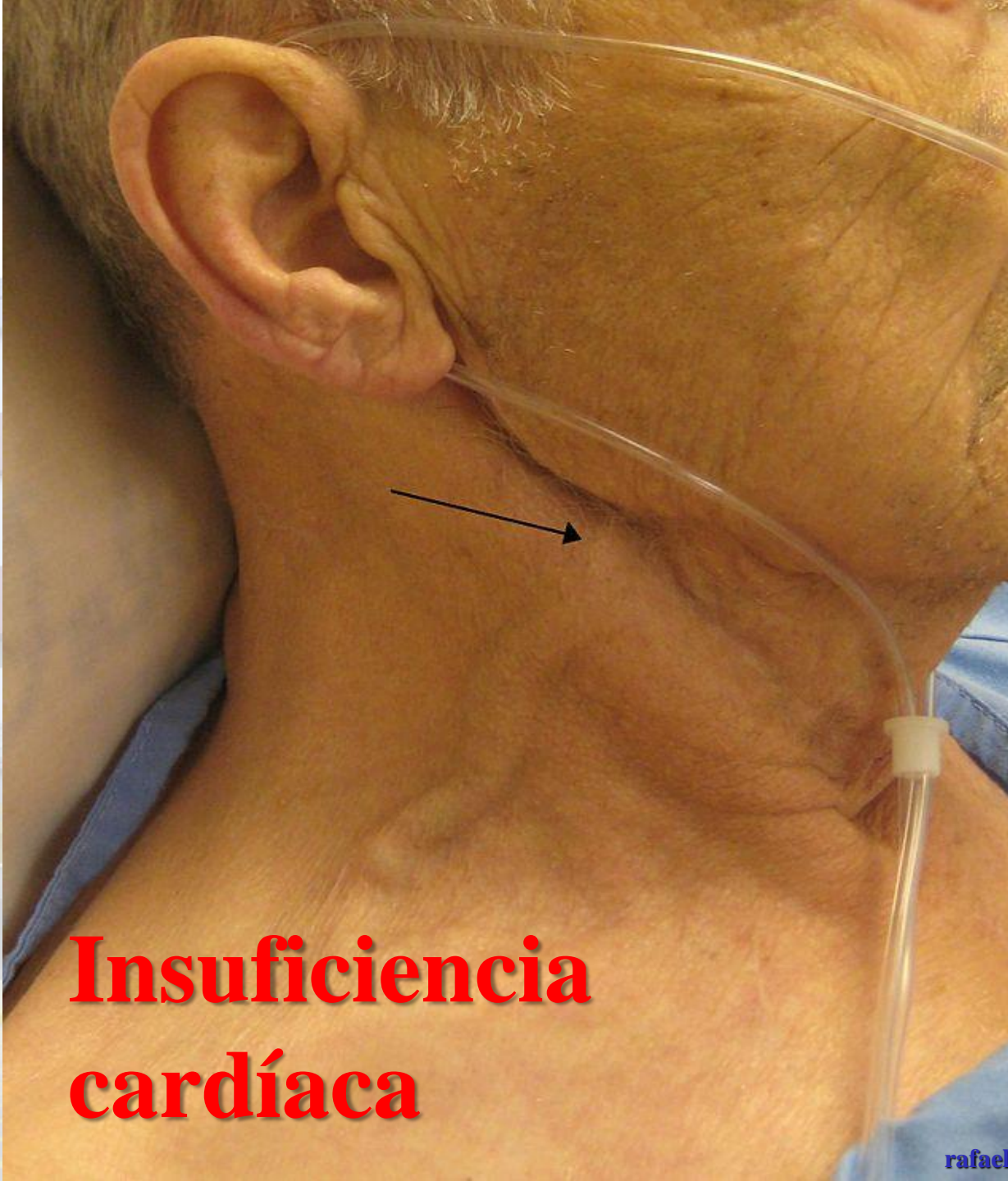
STOP

Hidronefrosis



Aumento de la presión venosa central



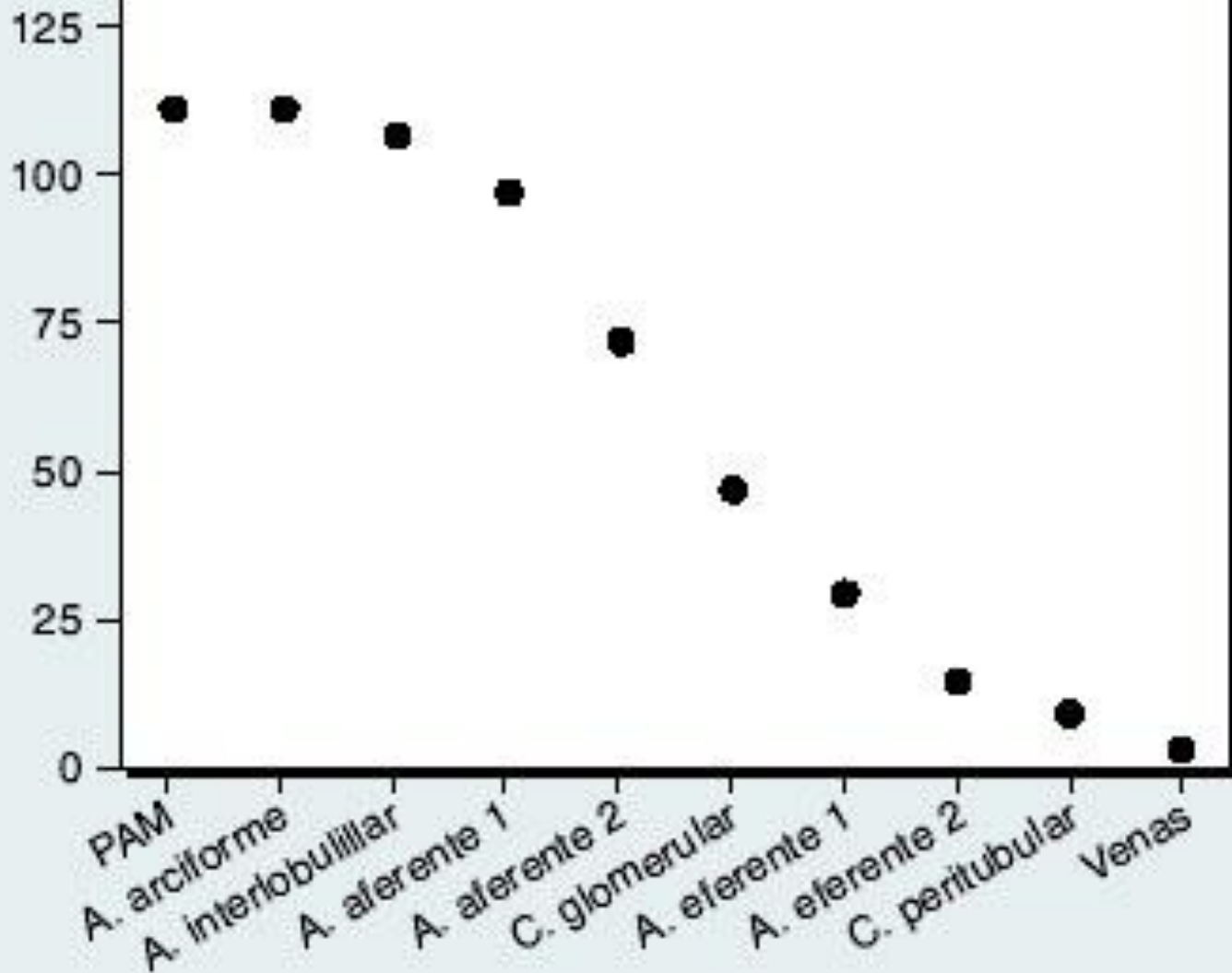


Insuficiencia cardíaca

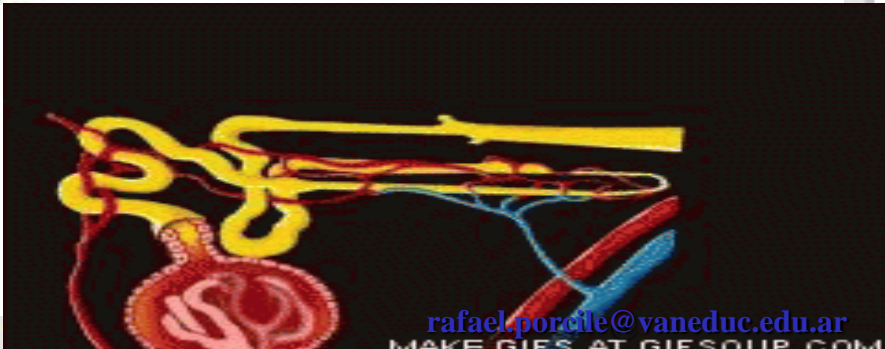
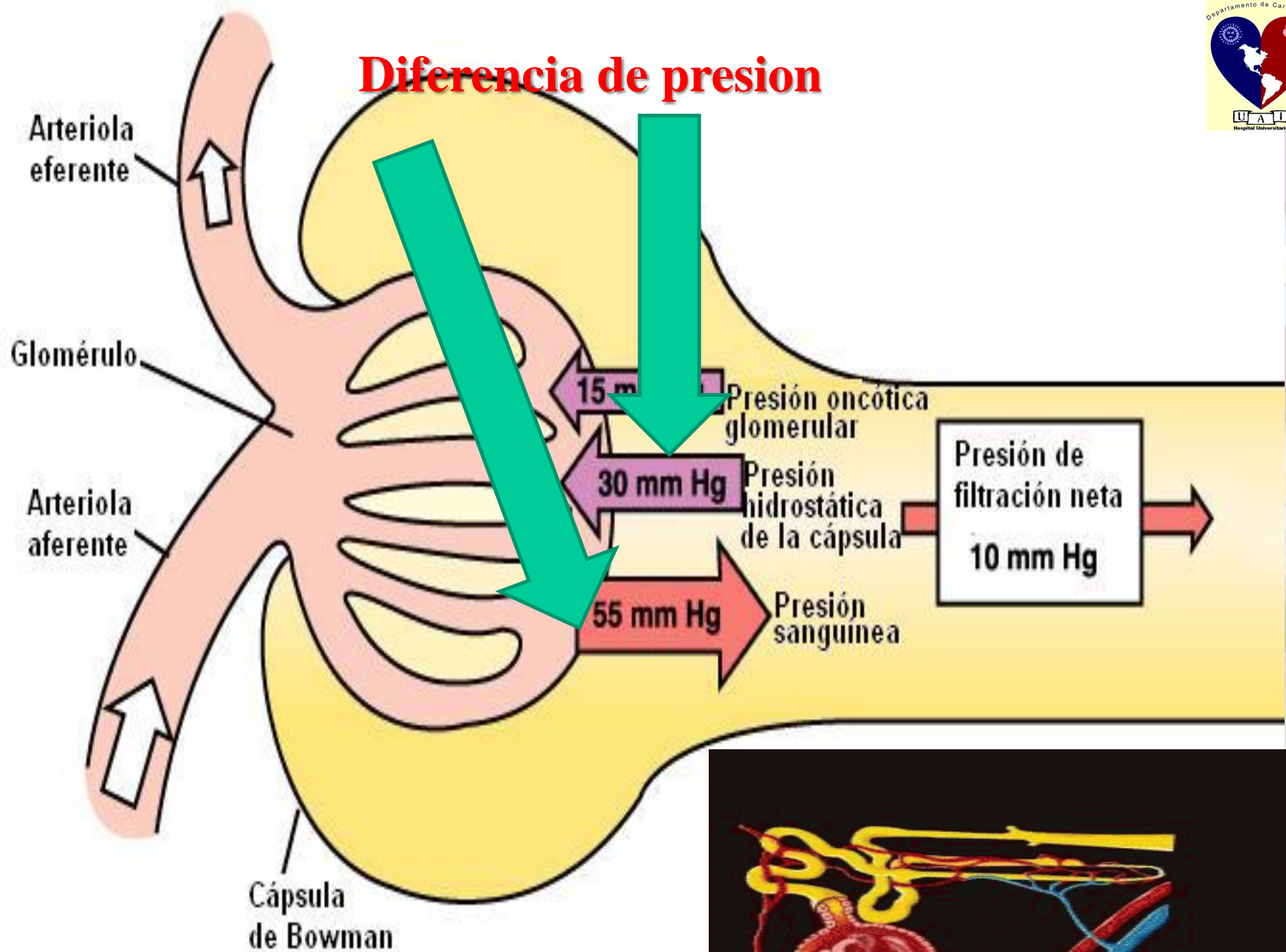
En la insuficiencia cardíaca hay elevaciones de las presiones venosas (también de las venas renales) con caída de los gradientes capilares

PRESIÓN
mm Hg

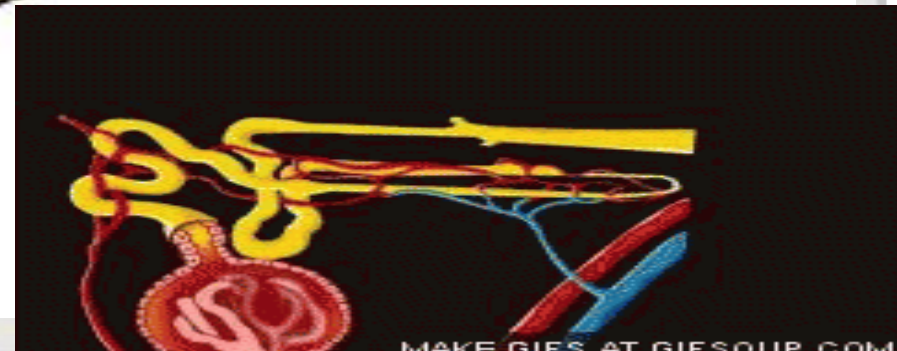
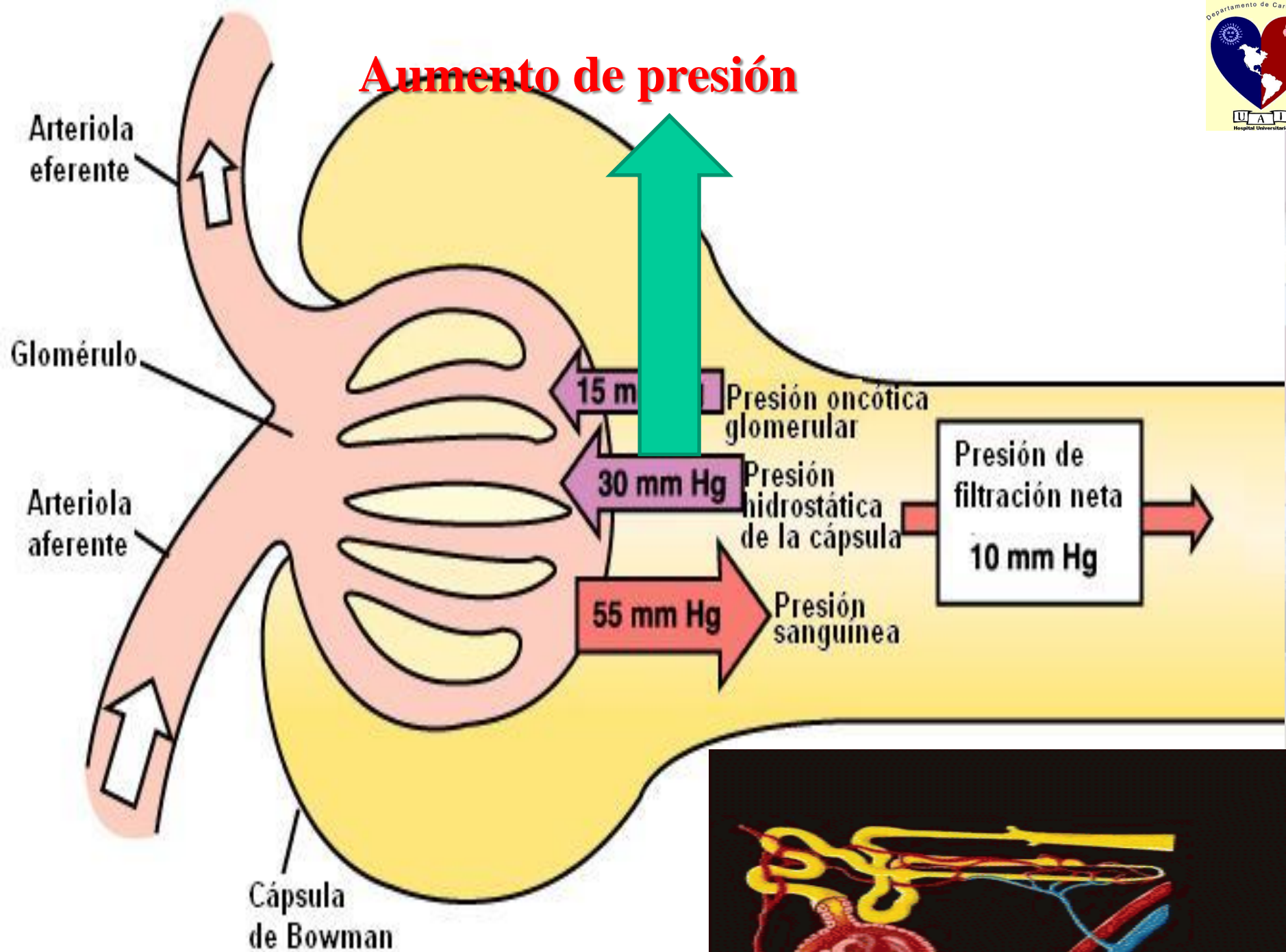
PRESIÓN EN LA VASCULATURA RENAL



Diferencia de presión



Aumento de presión



Effect of increased renal venous pressure on renal function.

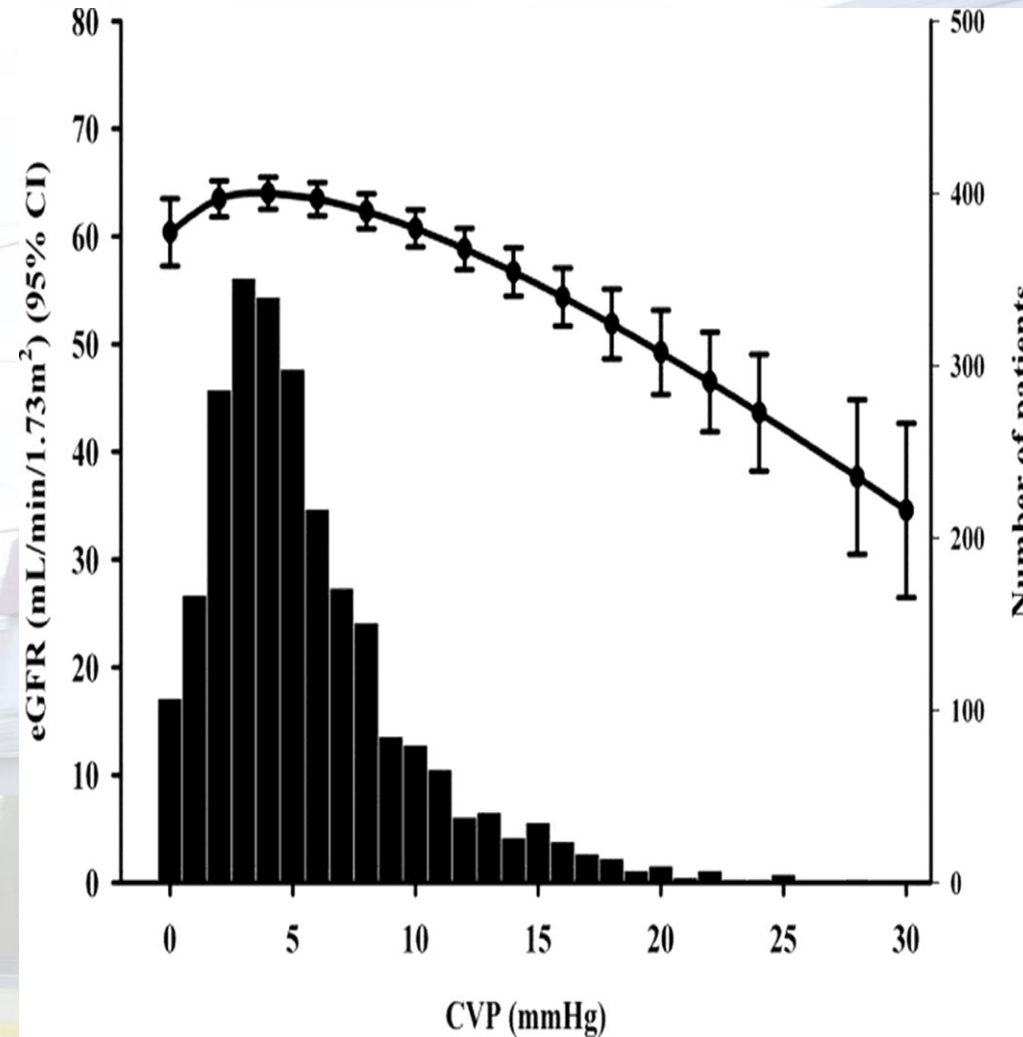
Am J Physiol. **1949**; 157: 1–13.

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.²⁷

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

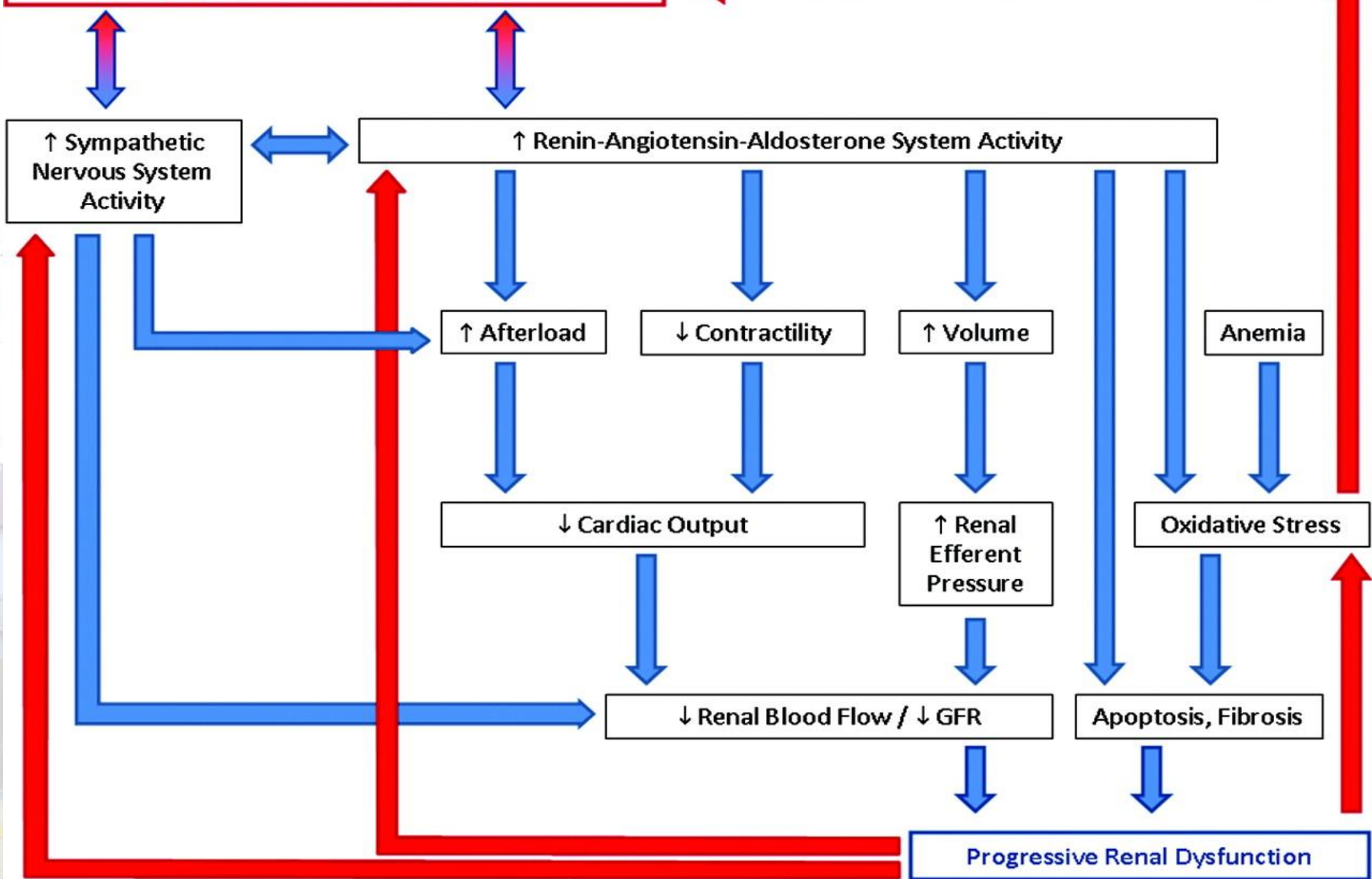
Type	Definition	Example of inciting condition
1	Acute cardiac decompensation is complicated by AKI	<ul style="list-style-type: none"> • Acute decompensated heart failure • Cardiac surgery or procedures • Cardiogenic shock • Hypertensive pulmonary edema • Myocardial infarction
2	Chronic cardiac dysfunction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

OTROS FACTORES FISIOLÓGICOS

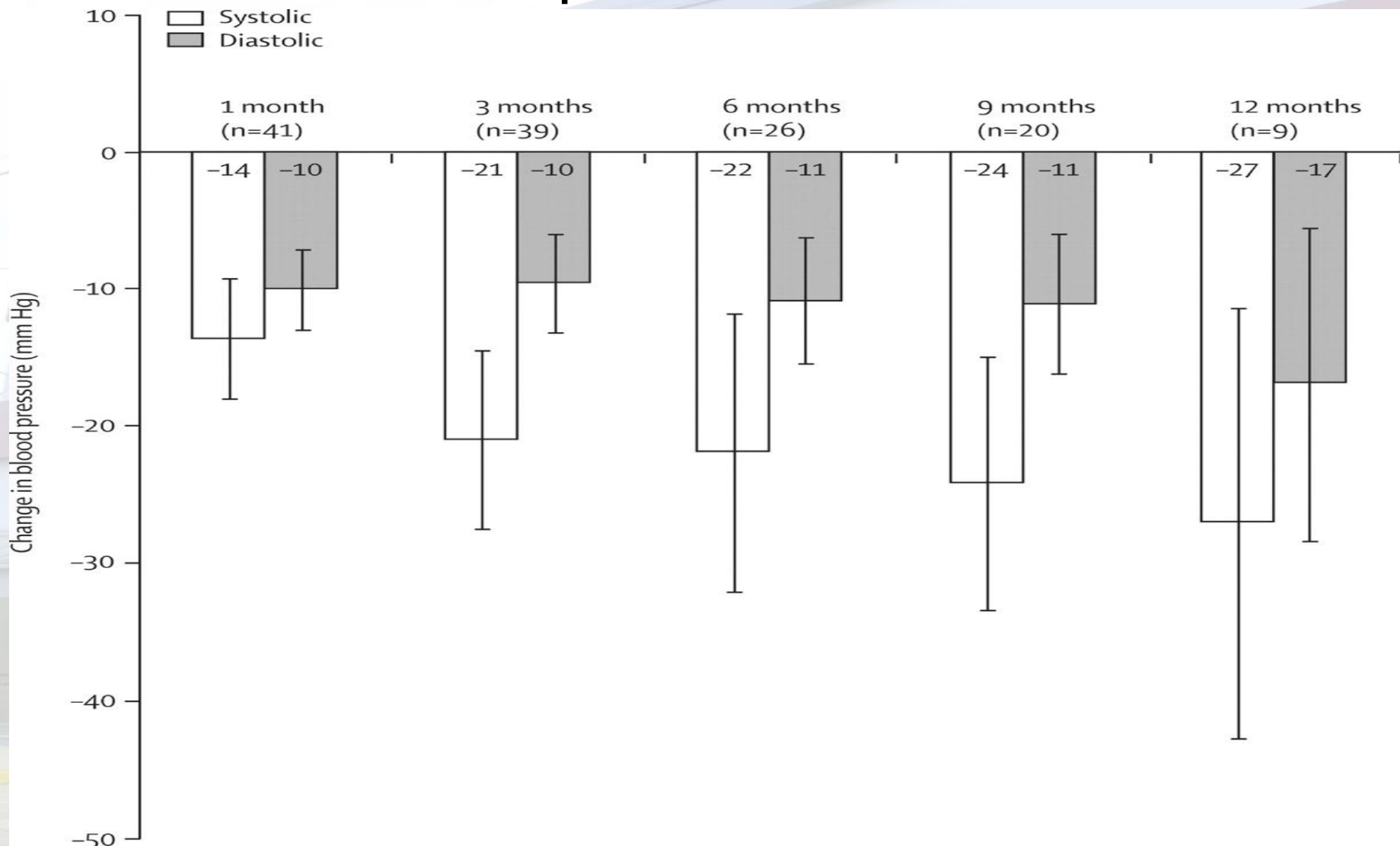
TONO SIMPÁTICO

Reduce la tasa de filtrado glomerular

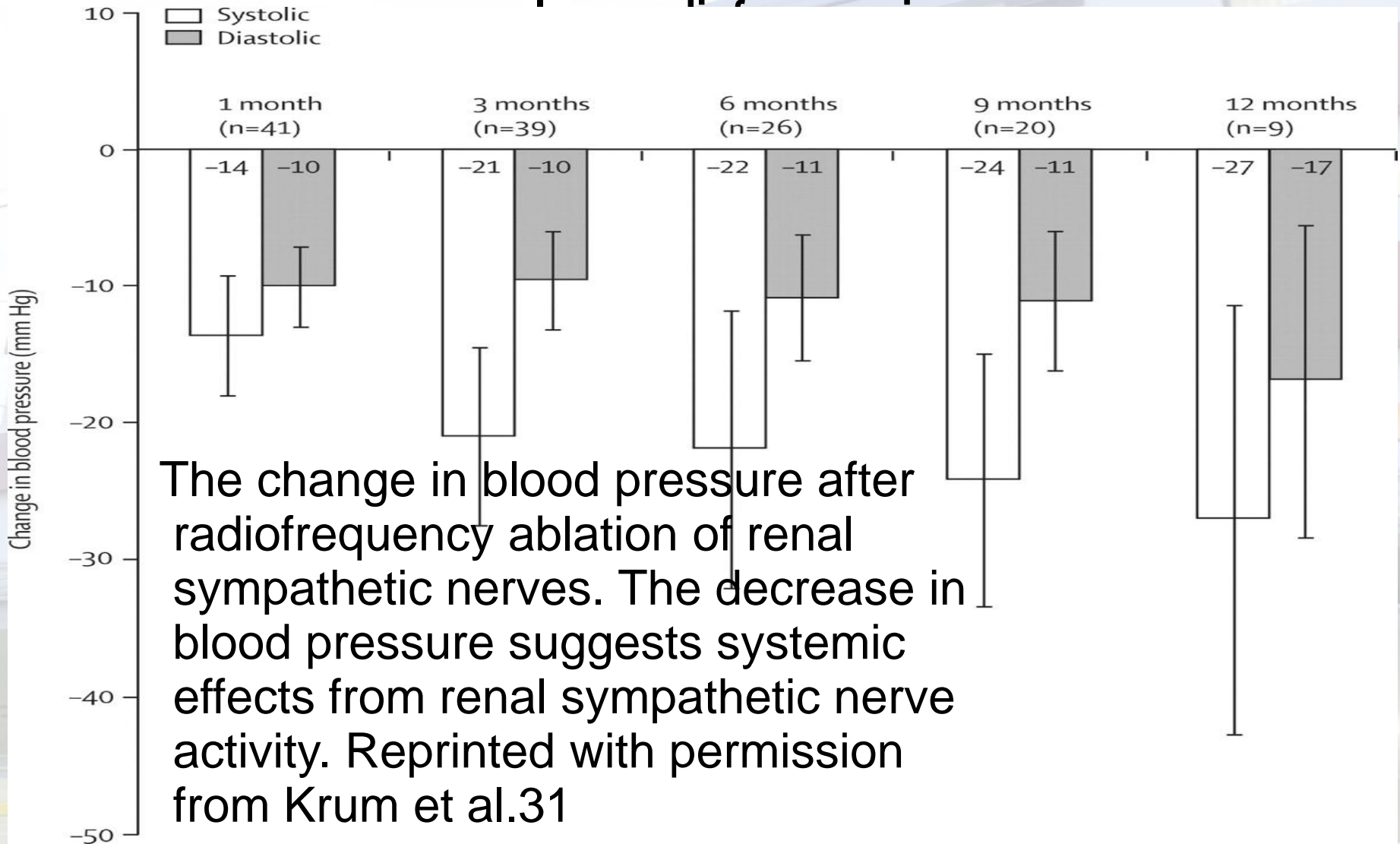
Progressive Cardiac Dysfunction



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 image shows the exterior of a multi-story building, identified as Hospital Essene at 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 green, with "HOSPITAL ESSENE" below it. There are logos of the university on the red band. The entrance area is visible at the bottom, with glass doors and a paved area with yellow markings. 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)**

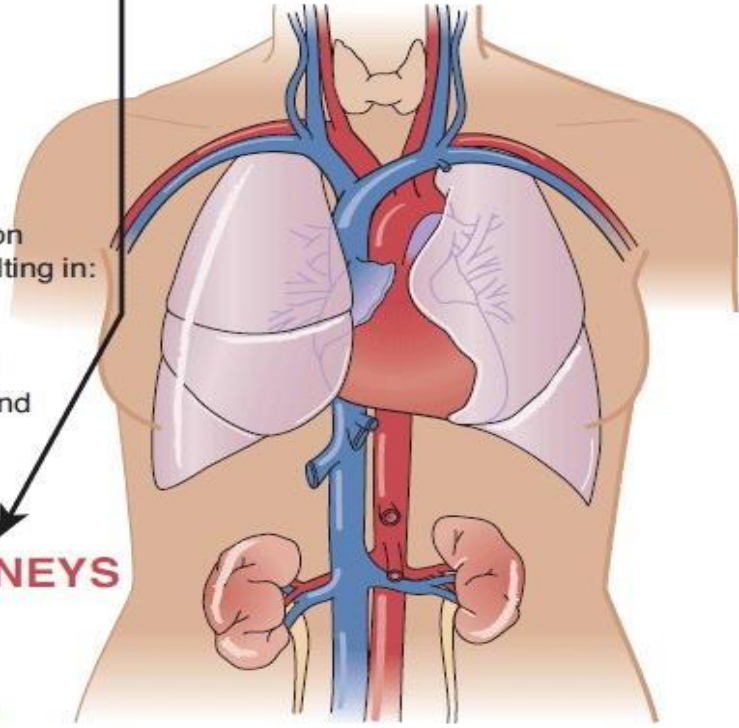
Renal hypoperfusion occurs

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

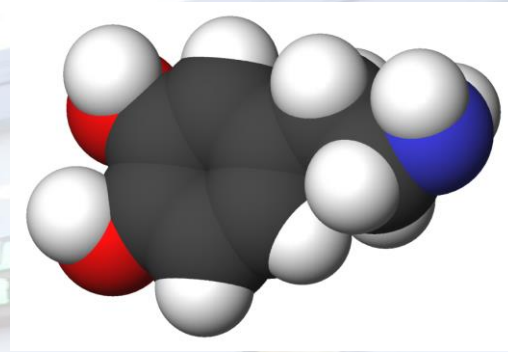
Electrolyte abnormalities resulting in:

- 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
Radioligandos útiles para su estudio	Skf 38393 Dihidroxicina [³ H]SCH 23390 [¹²⁵ I] SCH 23982	Quinpirole N-0437 [³ H] Nemonapride [³ H] Raclopride [³ H] Espiperone
Localización	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.
Características bioquímicas	Estimulan la adenilciclasa, aumentando los niveles intracelulares de AMP cíclico.	Disminuyen la actividad de la adenilciclasa
Características genéticas	Los genes que los codifican carecen de intrones	Los genes que los codifican tienen intrones.
Estructura	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



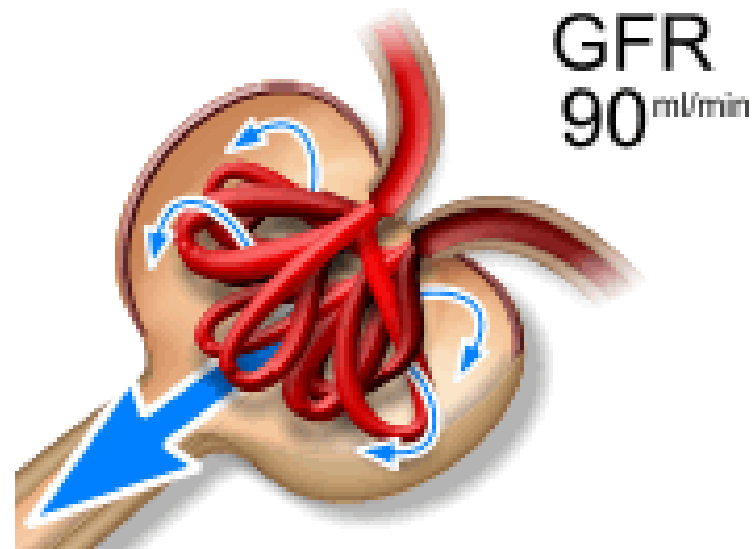
GFR Decreases with:

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



GFR increases with:

- Increased dietary protein
- Overhydration

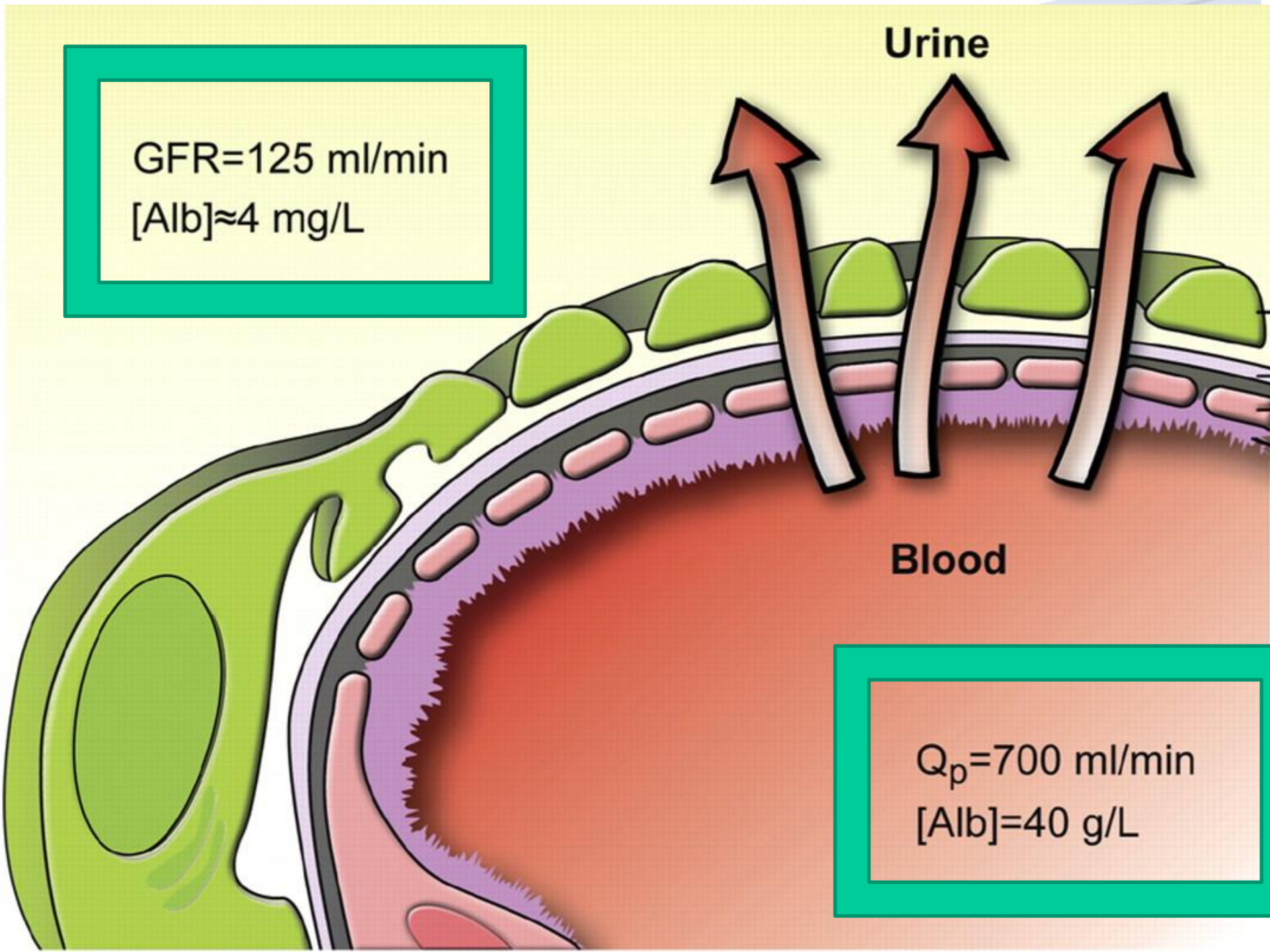


GFR=125 ml/min
[Alb]≈4 mg/L

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

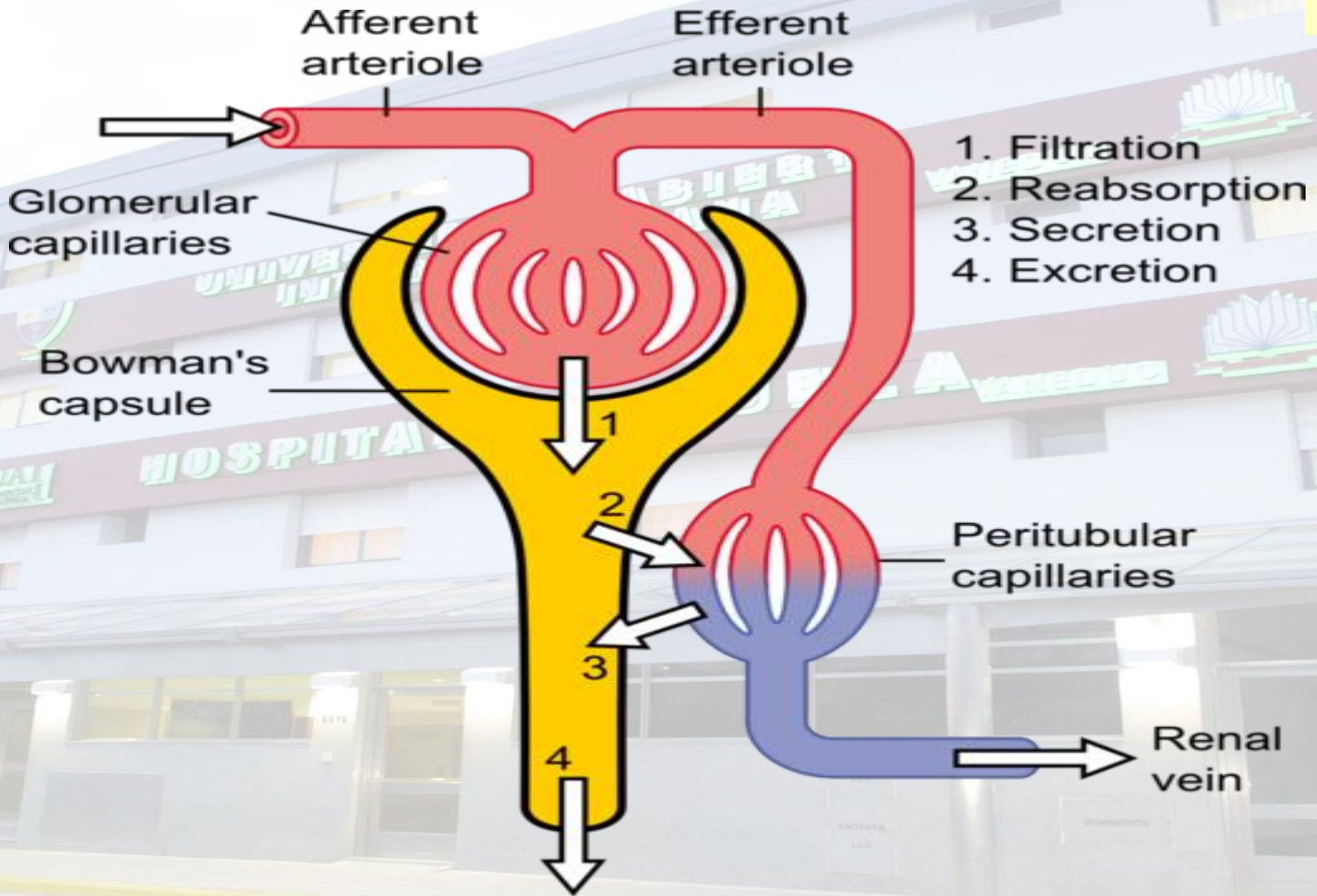
15

0

Glomerular Filtration Rate, mL/min/1.73m²

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)



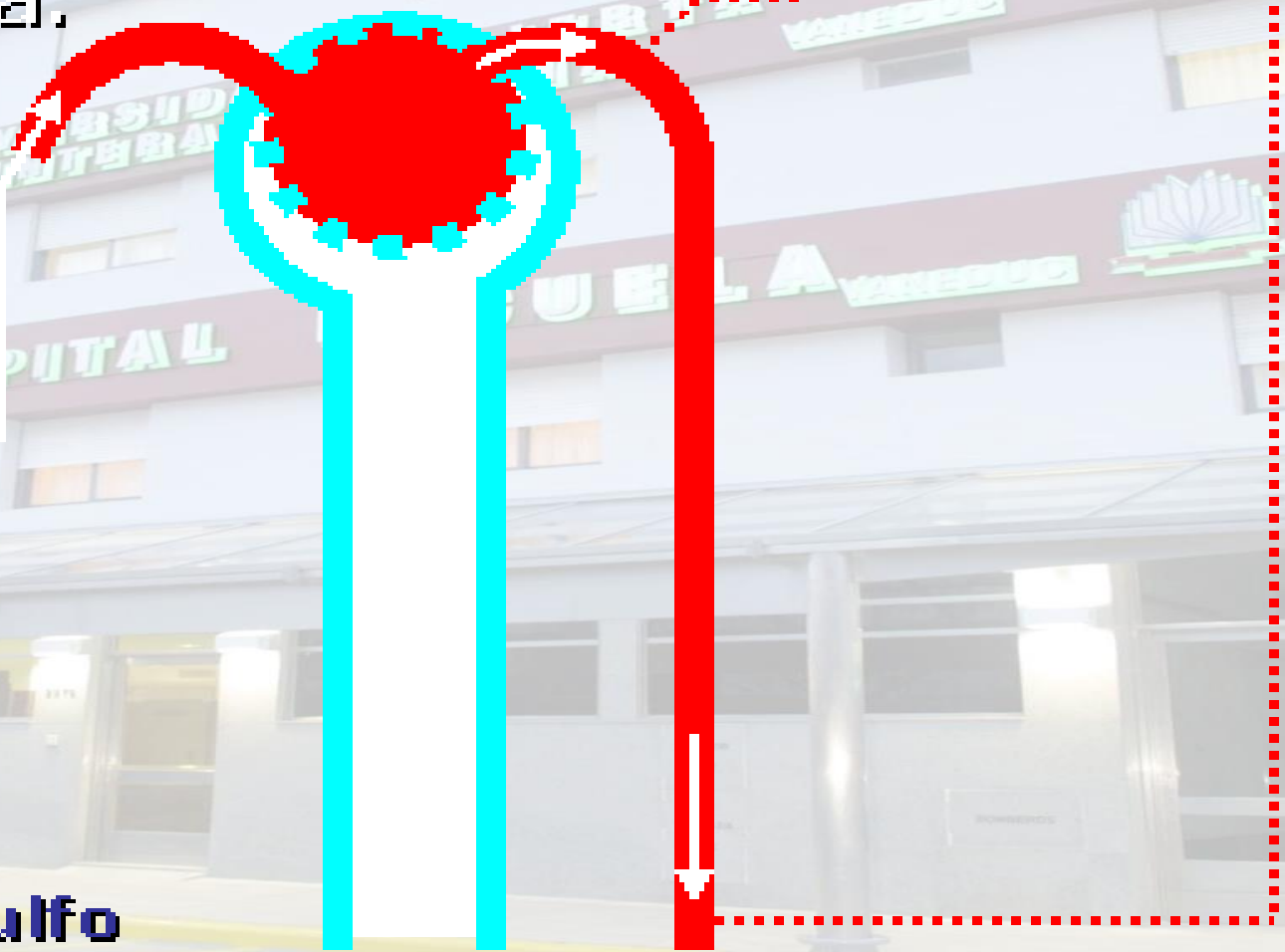
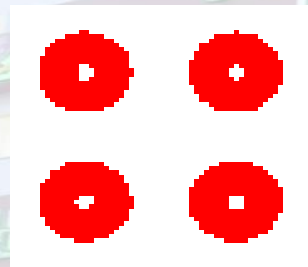
1. Filtration
2. Reabsorption
3. Secretion
4. Excretion

Urinary excretion
Excretion = Filtration – Reabsorption + Secretion

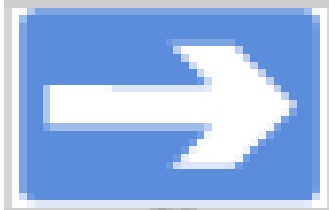
Clearance renal de uma substância

\dot{V}_E

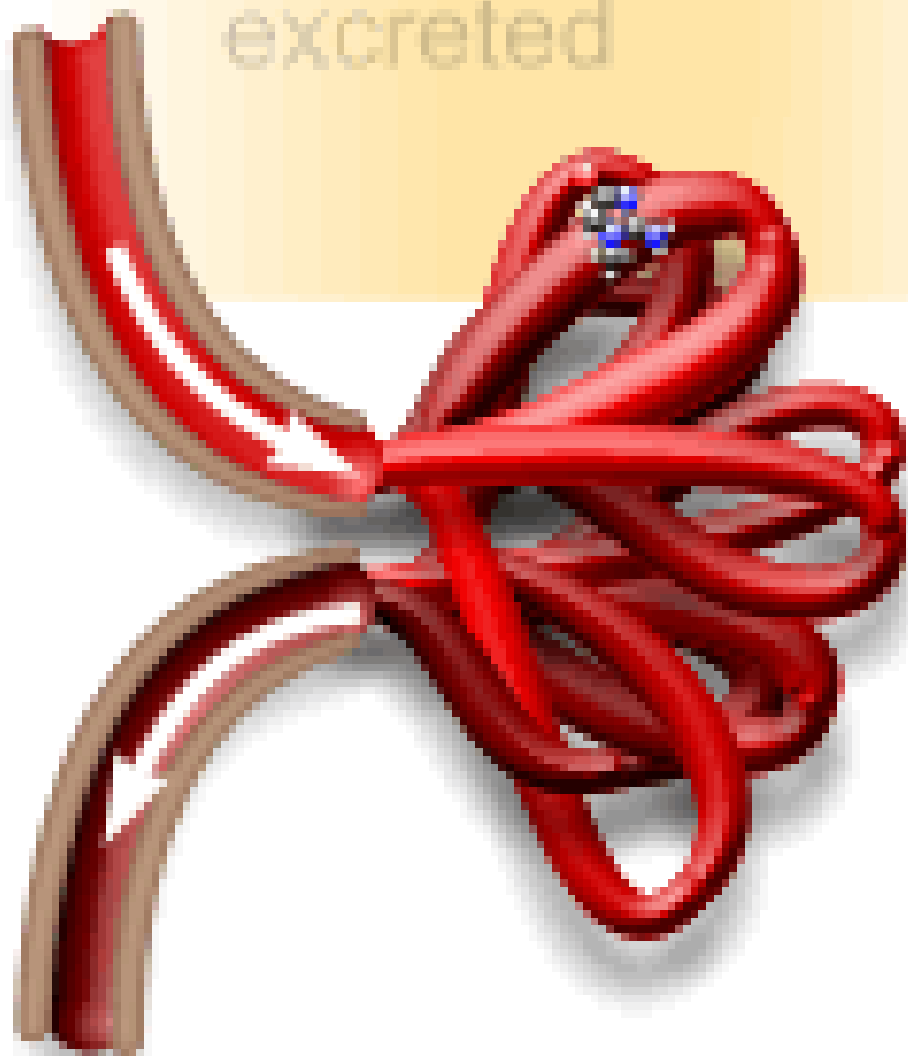
\dot{V}_E



Barsanulfo



excreted



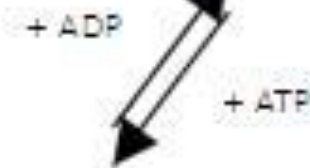
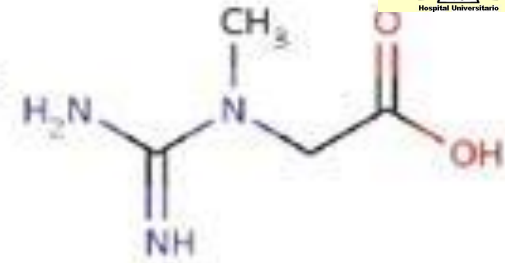
Síntesis de creatinina



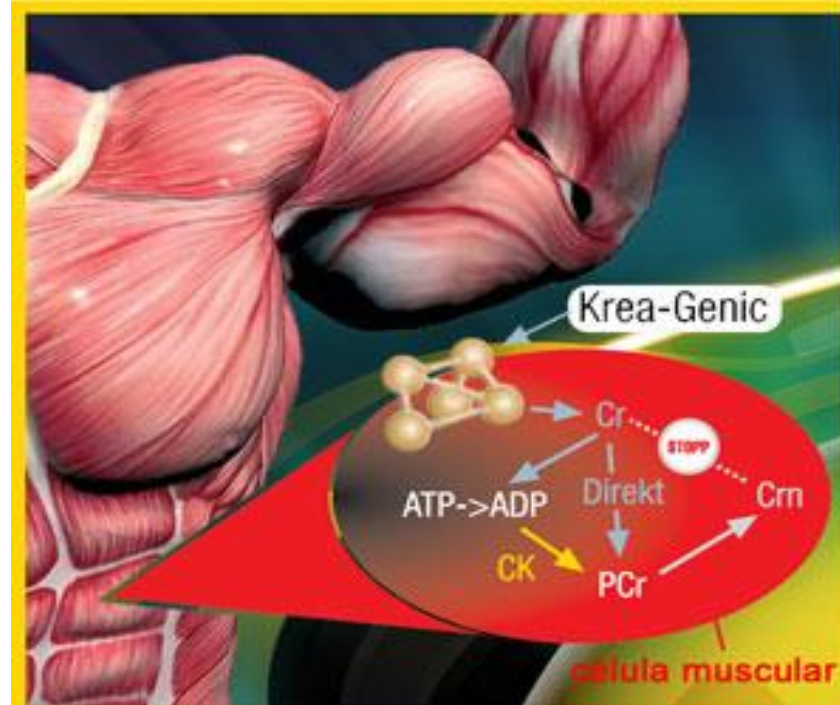
Arginina +
Glicina
Metionina



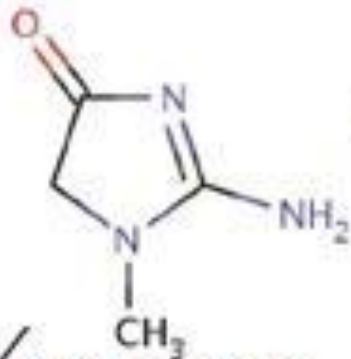
Creatina



Fosfato de Creatina



Creatinina (en sangre)



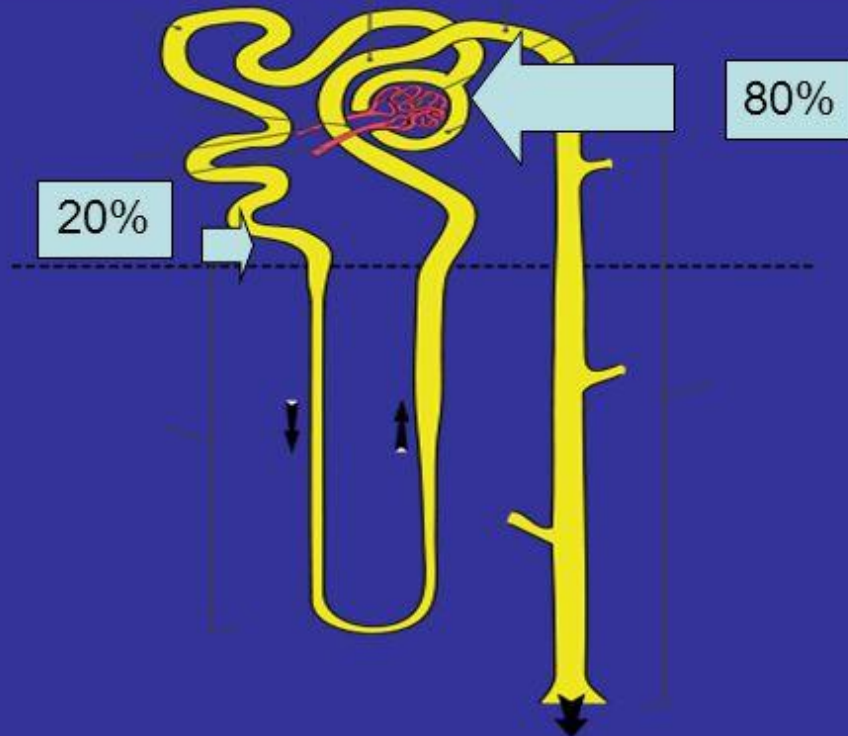
desfosforilación o hidrólisis

Filtración glomerular



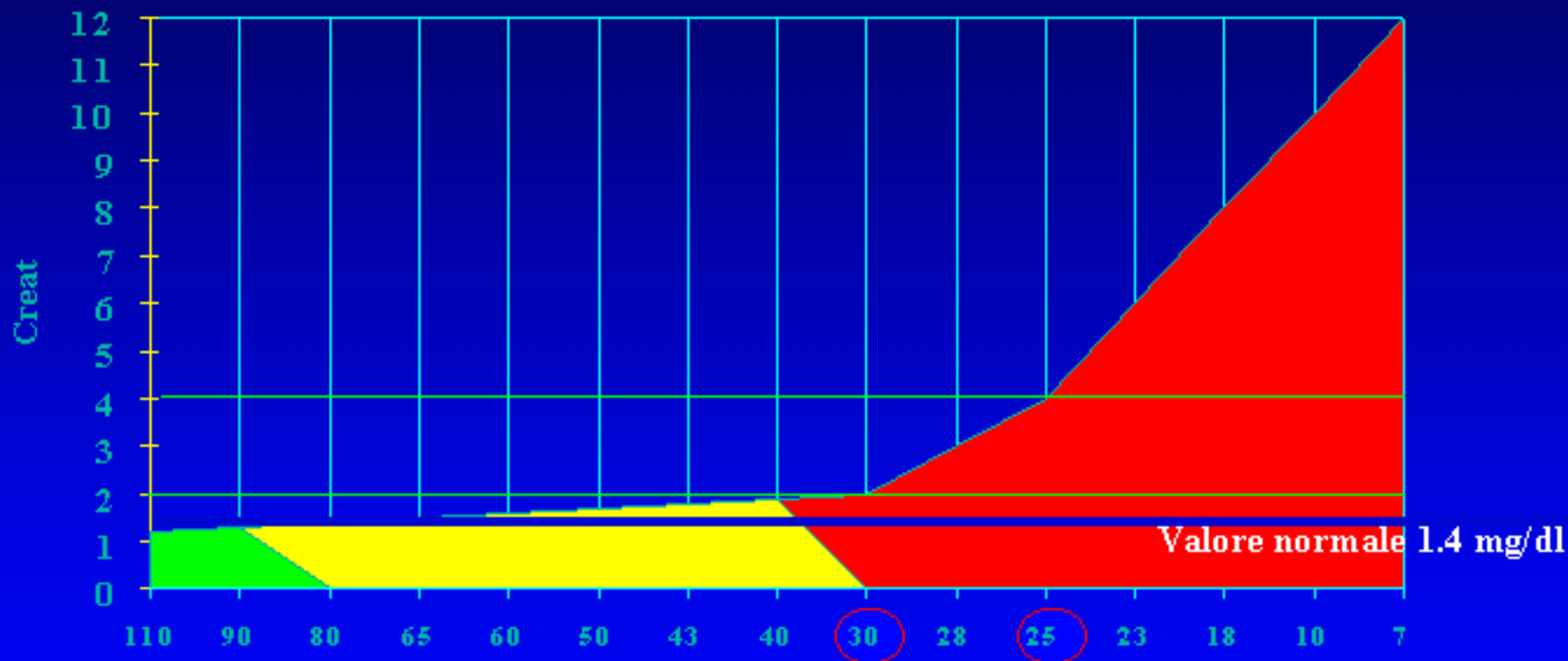
Normalmente, la secreción tubular de creatinina contribuye con el 20% de la creatinina excretada en orina.

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

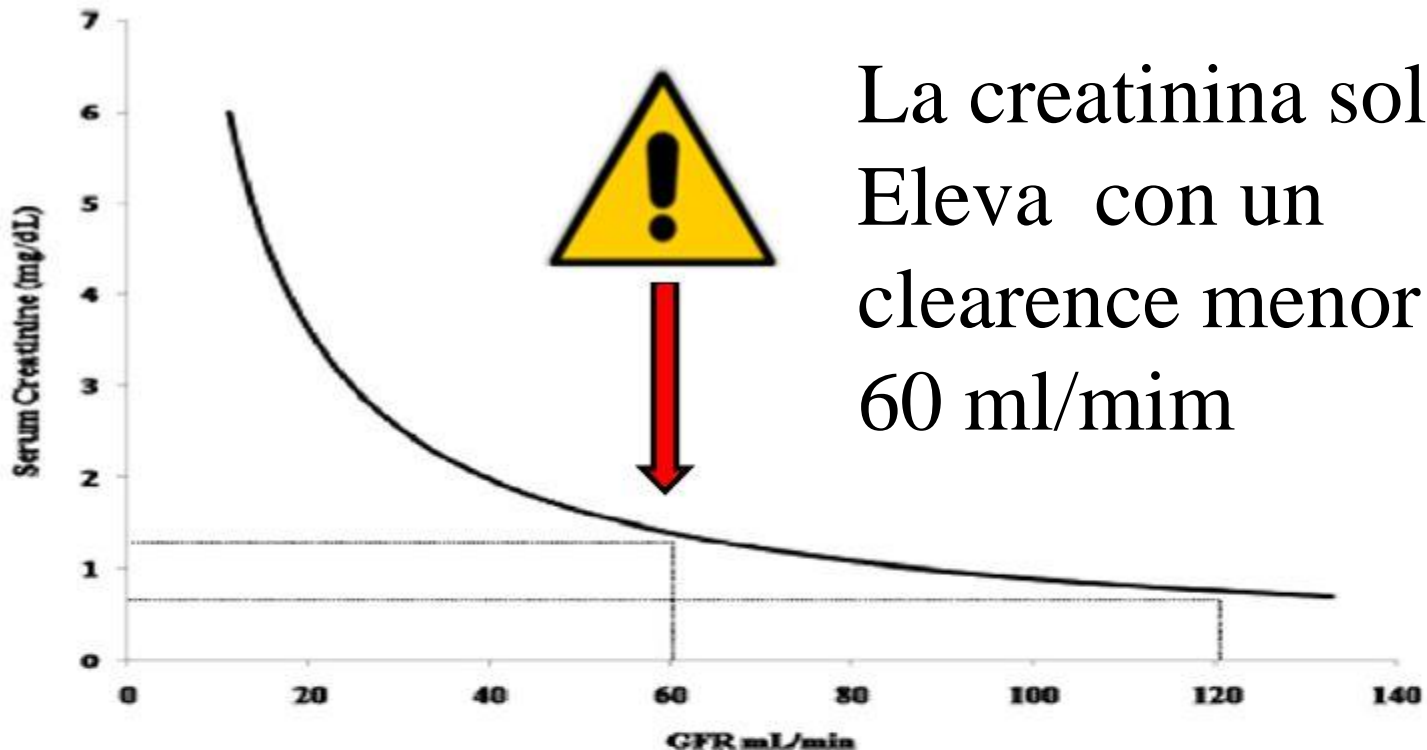


Il 50% dei pazienti con GFR tra 80 e 40 ha Creat. Normale

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.

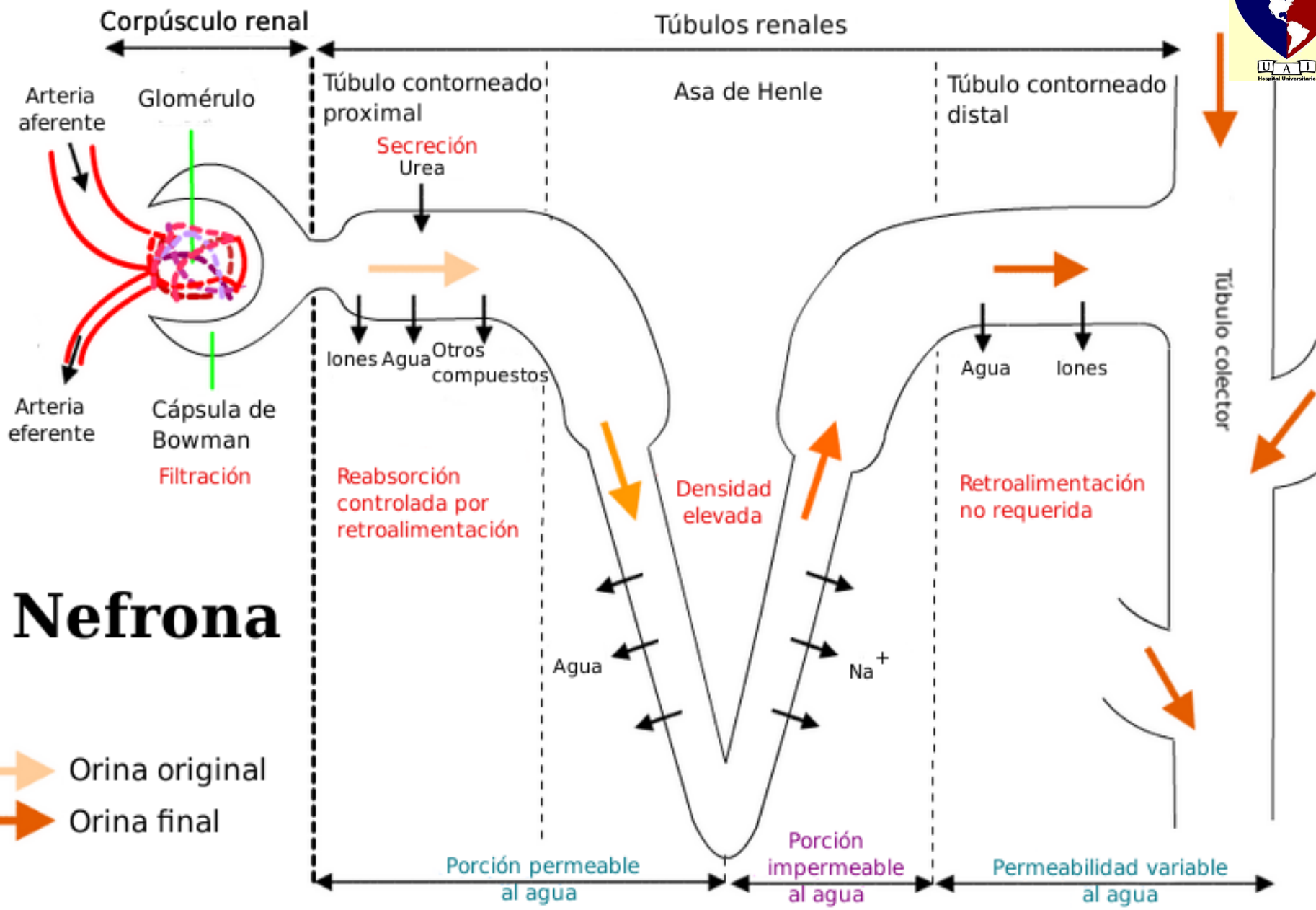
ASC = Área de superficie corporal, m².

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





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



Nefrona

