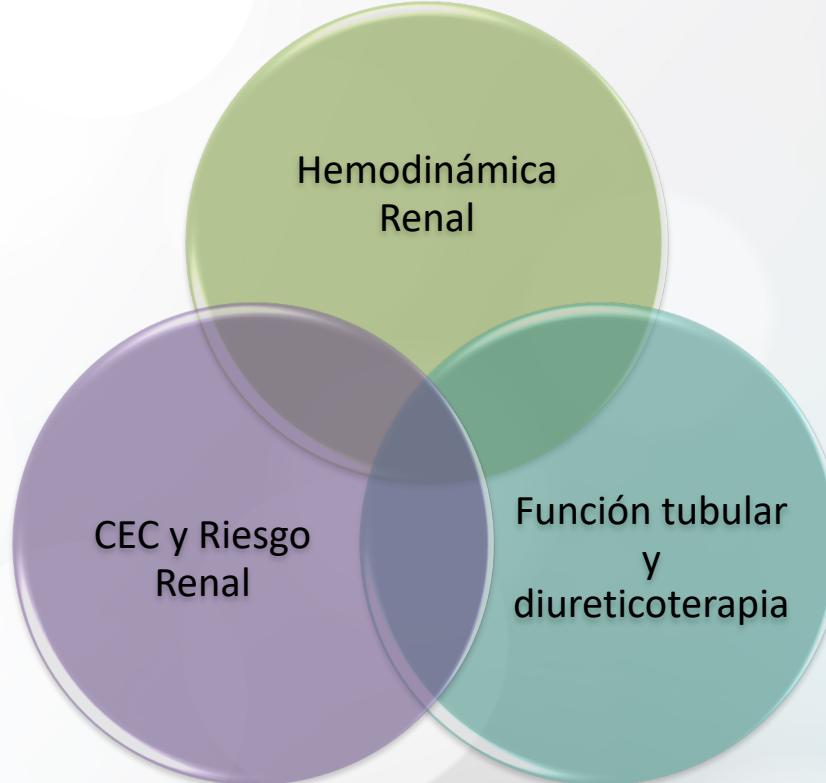


## **Fisiología Renal: (PAM y perfusión renal, diuréticos donde actúan, insuficiencia renal y CEC)**

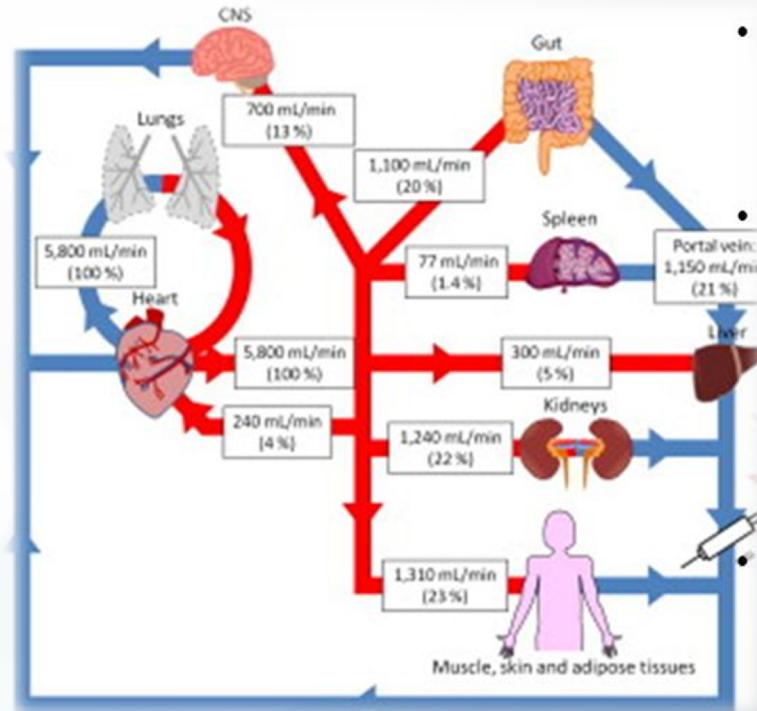
**Dr. Javier Rodríguez Revilla**



# Agenda



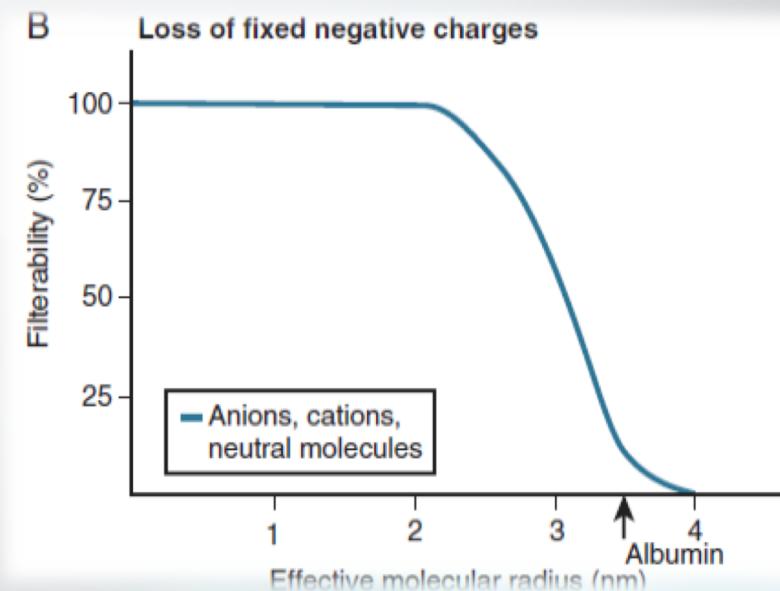
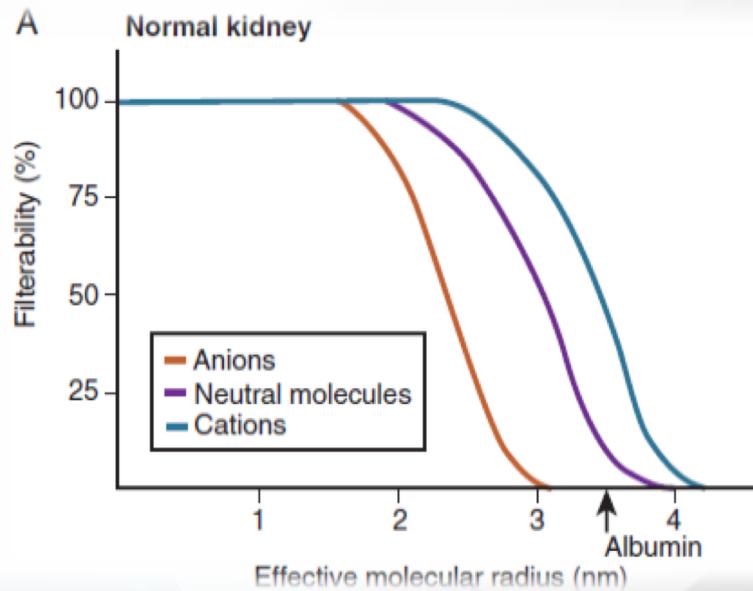
# Hemodinamica Renal



- **Perfusión Renal**
  - 20-22% GC
  - 1200 ml/m
  - 600 ml → Plasma

# Hemodinamica Renal

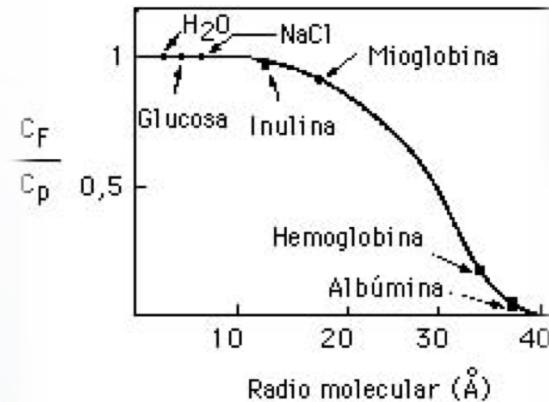
## Tamaño y carga molecular



# Hemodinamica Renal

## Tamaño molecular

Relación entre el tamaño molecular y la filtración glomerular.



$C_F$  = concentración de la molécula en el filtrado.

$C_p$  = concentración de la molécula en el plasma

**Tabla 26-1** Capacidad de filtración de las sustancias por los capilares glomerulares basada en la masa molecular

Sustancia	Masa molecular	Capacidad de filtración
Agua	18	1
Sodio	23	1
Glucosa	180	1
Inulina	5.500	1
Mioglobina	17.000	0,75
Albúmina	69.000	0,005

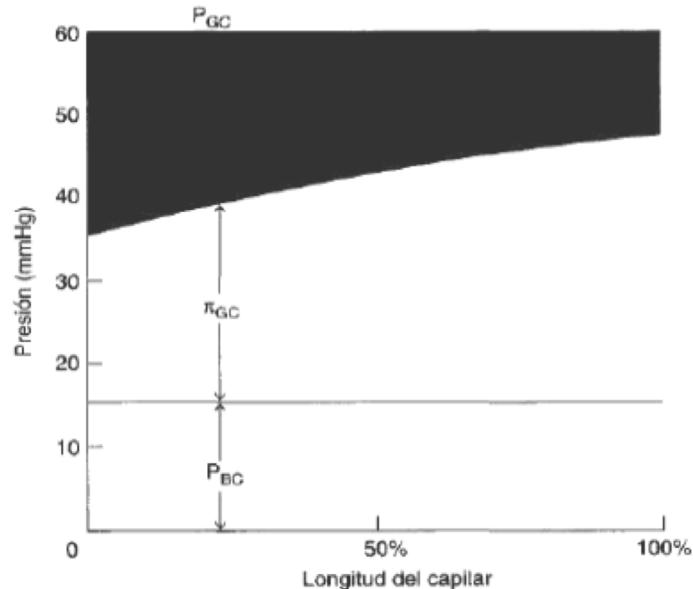
1 significa que la sustancia se filtra tan libremente como el agua

0,75 significa que la sustancia se filtra con una rapidez de solo un 75% de agua



# Hemodinámica Renal

## Determinantes



*Figura 2-2.* Fuerzas estimadas que participan en la filtración glomerular en el hombre (éstos son los mismos valores que se ilustran en el cuadro 2-1). Presión de filtración neta (PFN) =  $P_{GC} - \pi_{GC} - P_{EC}$



# Hemodinamica Renal

## Determinantes

**Cuadro 2-1.** Fuerzas estimadas que participan en la filtración glomerular en humanos

Fuerzas	Extremo aferente del capilar glomerular (mm Hg)	Extremo eferente del capilar glomerular (mm Hg)
1 Que favorecen la filtración Presión hidráulica capilar glomerular, $P_{gc}$	60	58
2 Que se oponen a la filtración a Presión hidráulica en la cápsula de Bowman, $P_{bc}$ b Presión oncótica en el capilar glomerular, $\pi_{gc}$	15 21	15 33
3 Presión de filtración neta (1-2)	24	10



# Hemodinámica Renal

## Determinantes

Cuadro 2-2. Resumen de los determinantes directos de la TFG y factores que influyen en ellos

Determinantes directos de la TFG:		Factores principales que tienden a incrementar la magnitud del determinante directo
$TFG = K_f(P_{GC} - P_{BC} - \pi_{GC})$		
$K_f$	1. ↑	Área de superficie glomerular (a causa de relajación de las células mesangiales glomerulares) Resultado: ↑ TFG
$P_{GC}$	1. ↑ 2. ↓ 3. ↑	Presión arterial renal Resistencia de la arteriola aferente (dilatación aferente) Resistencia de la arteriola eferente (constricción eferente) Resultado: ↑ TFG
$P_{BC}$	1. ↑	Presión intratubular por obstrucción del túbulo o el sistema urinario extrarenal Resultado: ↓ TFG
$\pi_{GC}$	1. ↑ 2. ↓	Presión oncótica general y plasmática (ajusta la $\pi_{GC}$ al principio de los capilares glomerulares) Flujo plasmático renal (incrementa la $\pi_{GC}$ a lo largo de los capilares glomerulares) Resultado: ↓ TFG

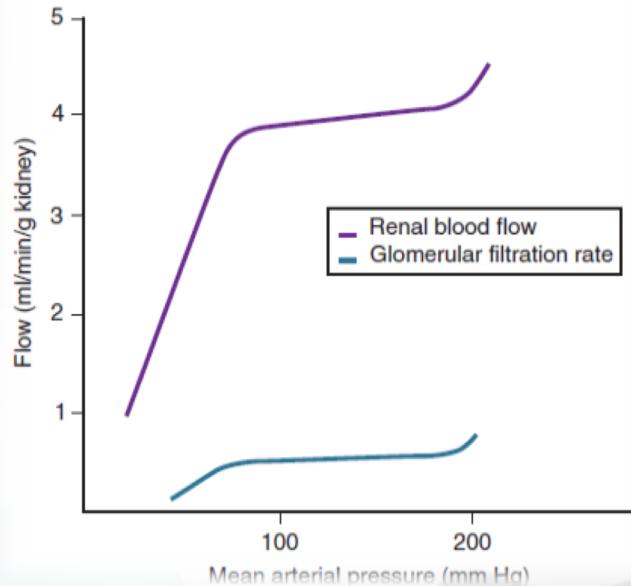
TFG, tasa de filtración glomerular;  $K_f$ , coeficiente de filtración;  $P_{GC}$ , presión hidráulica capilar glomerular;  $P_{BC}$ , presión hidráulica de la cápsula de Bowman;  $\pi_{GC}$ , presión oncótica capilar glomerular. La inversión de todas las flechas del cuadro disminuye las magnitudes de  $K_f$ ,  $P_{GC}$ ,  $P_{BC}$  y  $\pi_{GC}$ .



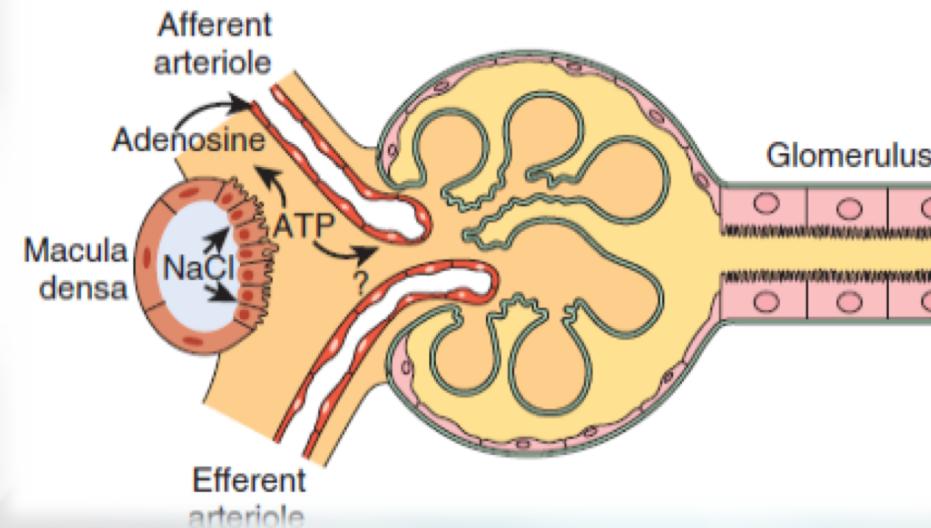
# Hemodinamica Renal

## Autorregulación

### Renal Autoregulation

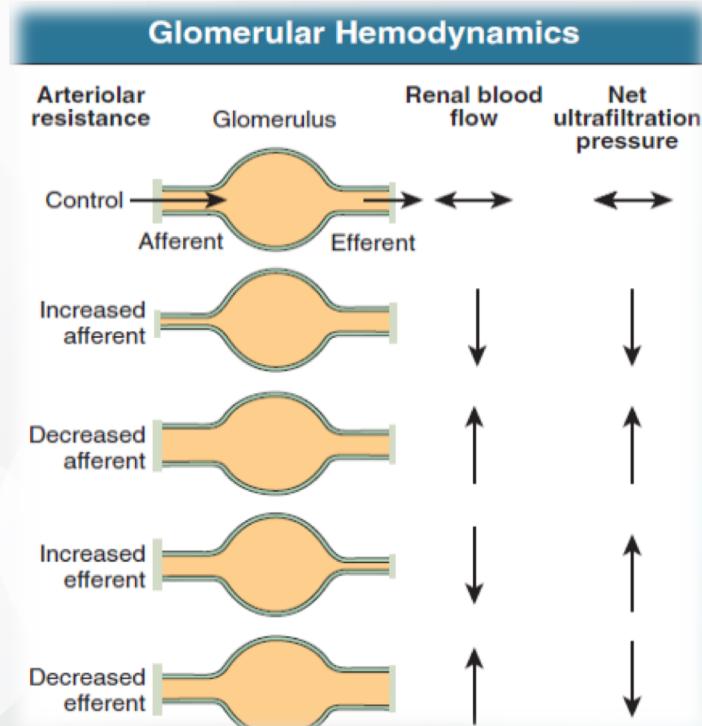


### Tubuloglomerular Feedback



# Hemodinamica Renal

## Autorregulación



# Hemodinamica Renal

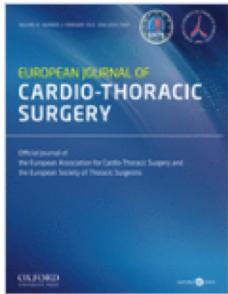
## Autorregulación

### Physiologic and Pharmacologic Influences on Glomerular Hemodynamics

	Arteriolar Resistance		Renal Blood Flow	Net Ultrafiltration Pressure	$K_f$	GFR
	Afferent	Efferent				
Renal sympathetic nerves	↑↑	↑	↓	↓	↓	↓
Epinephrine	↑	↑	↓	→	?	↓
Adenosine	↑	→	↓	↓	?	↓
Cyclosporine	↑	→	↓	↓	?	↓
NSAIDs	↑↑	↑	↓	↓	?	↓
Angiotensin II	↑	↑↑	↓	↑	↓	↓→
Endothelin-1	↑	↑↑	↓	↑	↓	↓
High-protein diet	↓	→	↑	↑	→	↑
Nitric oxide	↓	↓	↑	?	↑	↑(?)
ANP (high dose)	↓	→	↑	↑	↑	↑
PGE <sub>2</sub> /PGI <sub>2</sub>	↓	↓(?)	↑	↑	?	↑
Calcium channel blockers	↓	→	↑	↑	?	↑
ACE inhibitors, ARBs	↓	↓↓	↑	↓	↑	?*



# Hemodinamica Renal



Volume 47, Issue 2

February 2015

**Article Contents**

## Pulsatile cardiopulmonary bypass and renal function in elderly patients undergoing aortic valve surgery

Aldo Domenico Milano, Mikhail Dodonov , Willem Van Oeveren, Francesco Onorati, Y. John Gu, Maddalena Tessari, Tiziano Menon, Leonardo Gottin, Giuseppe Faggian

*European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, Volume 47, Issue 2, February 2015, Pages 291–298, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu136>

**Published:** 16 April 2014    **Article history ▾**

*Por: Dr. Javier Rodríguez Revilla*



# Hemodinamica Renal

	PP	NP	P-value
Preoperative plasma creatinine ( $\mu\text{mol/l}$ )	$88 \pm 19$	$94 \pm 23$	0.30
Preoperative 18 h CCr (ml/min/1.73 $\text{m}^2$ )	$71 \pm 23$	$67 \pm 24^*$	0.60
Urine output during CPB (ml/h/ $\text{m}^2$ )	$250 \pm 193$	$220 \pm 124$	0.54
Urine output for whole operation (ml/ $\text{m}^2$ )	$653 \pm 353$	$602 \pm 296$	0.60
Urine output 18 h in ICU (ml/ $\text{m}^2$ )	$1831 \pm 498$	$1833 \pm 493$	0.99
Intraoperative furosemide requirements (mg)	0 [0–20]	5 [0–20]	0.71
Postoperative 18 h furosemide requirements (mg)	40 [20–50]	40 [20–40]	0.83
Postoperative 18 h CCr (ml/min/1.73 $\text{m}^2$ )	$60 \pm 35$	$45 \pm 15^*$	0.07
Postoperative 18 h plasma creatinine ( $\mu\text{mol/l}$ )	$102 \pm 26$	$107 \pm 23$	0.50
Postoperative fourth day plasma creatinine ( $\mu\text{mol/l}$ )	$99 \pm 38$	$101 \pm 31$	0.861
Plasma creatinine at discharge ( $\mu\text{mol/l}$ )	$89 \pm 32$	$95 \pm 27$	0.498

Data are presented as mean  $\pm$  SD or median [interquartile range].

PP: pulsatile perfusion; NP: non-pulsatile perfusion; 18 h CCr: creatinine clearance calculated in 18 h.

\*P < 0.001 when comparing pre- and postoperative values.

# Hemodinamica Renal

Perioperative urine levels of AKI markers (normalized for urine creatinine concentrations)

	T0	T1	T2	T3	P-value <sup>a</sup>	P-value <sup>b</sup>	P-value <sup>c</sup>
NAG (mIU/ml)							
PP	11.4 [2.2–23.1]	7.5 [0.8–21.2]	7.0 [2.3–15.7]	0 [0–2.6]	0.067	0.244	0.245
NP	1.8 [1.3–4.3]	6.6 [1.3–16.4]	15.5 [3.1–36.0]	0.6 [0–11.0]	0.111		
P	0.042	0.89	0.20	0.008*			
KIM-1 (ng/ml)							
PP	0.46 [0.28–0.62]	0.11 [0.09–0.18]	0.23 [0.12–0.42]	0.78 [0.33–1.7]	<0.001	0.911	0.919
NP	0.40 [0.22–0.61]	0.17 [0.12–0.27]	0.20 [0.10–0.41]	0.96 [0.55–1.16]	<0.001		
P	0.67	0.15	0.69	0.75			
NGAL (ng/ml)							
PP	5.9 [4.6–10.8]	9.5 [4.5–68.1]	7.3 [5.2–21.4]	13.0 [6.9–30.9]	0.131	0.015	0.035
NP	9.3 [4.5–18.8]	42.3 [15.5–691]	39.5 [21.4–615]	37.0 [13.7–179]	0.010		
P	0.35	0.010*	<0.001*	0.015			

Data are presented as median [interquartile range]<sup>1</sup>



# Hemodinamica Renal



journal

Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation >

Volume 78, 2018 - Issue 1-2

Enter Key words, authors, DOI etc

686

Views

0

CrossRef citations  
to date

0

Altmetric

Listen

Original Article

## Isolated kidney perfusion: the influence of pulsatile flow

Charlotte von Horn & Thomas Minor 

Pages 131-135 | Received 18 Jul 2017, Accepted 13 Dec 2017, Published online: 04 Jan 2018

 Download citation

 <https://doi.org/10.1080/00365513.2017.1422539>

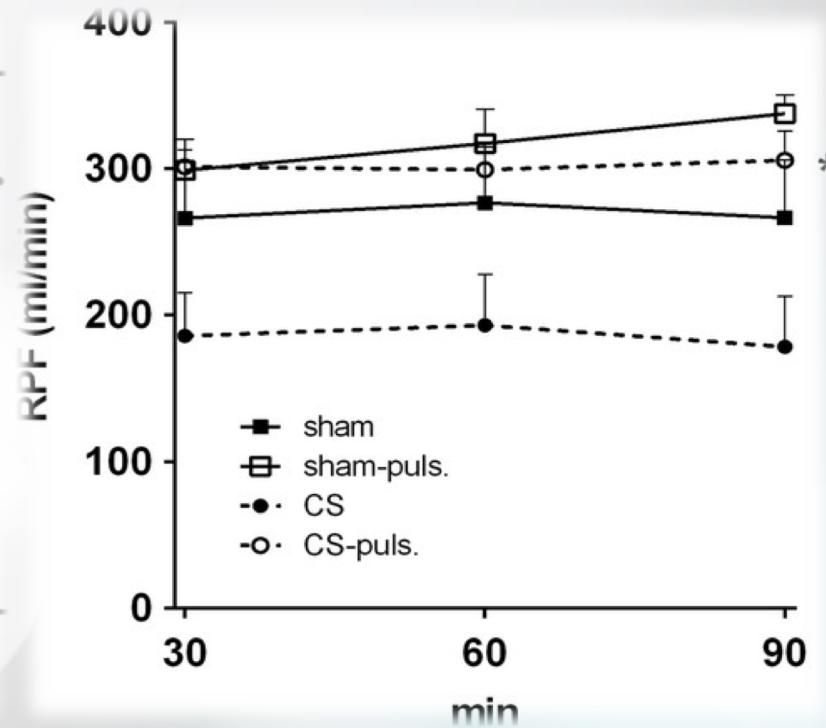
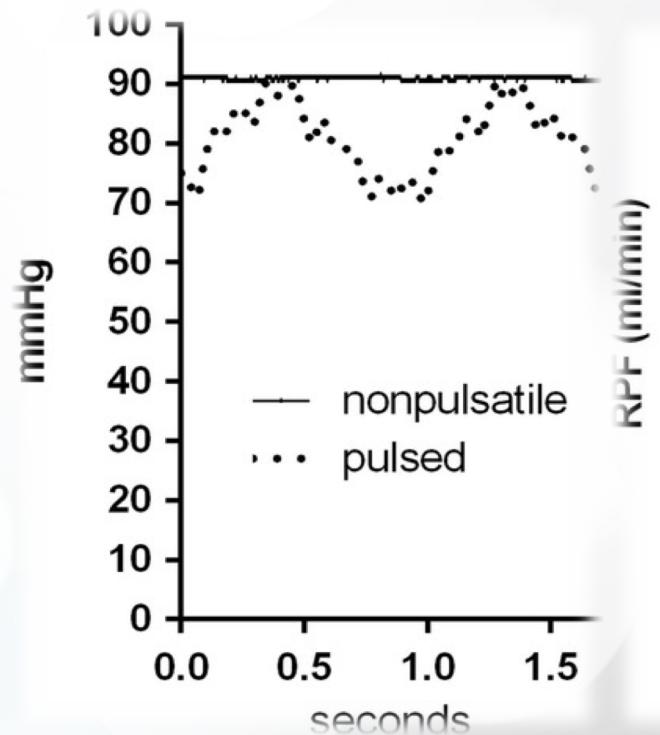


Check for updates

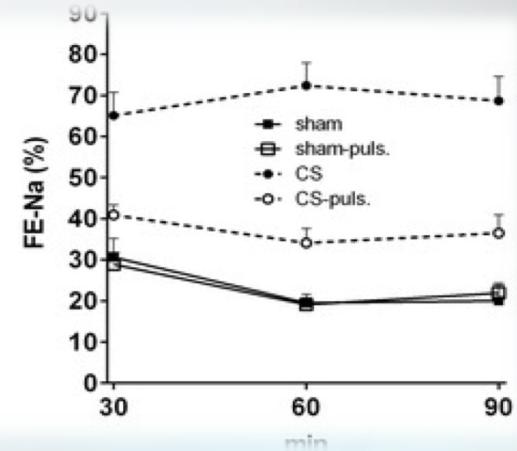
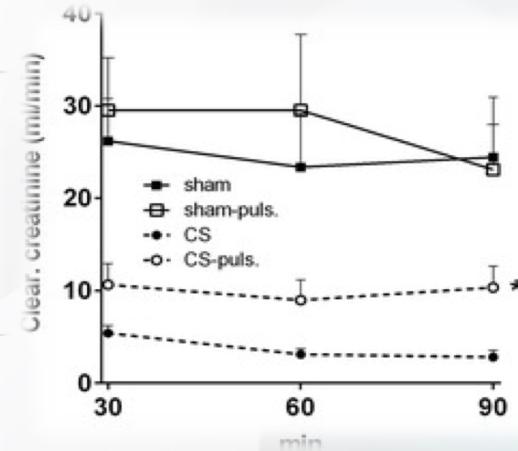
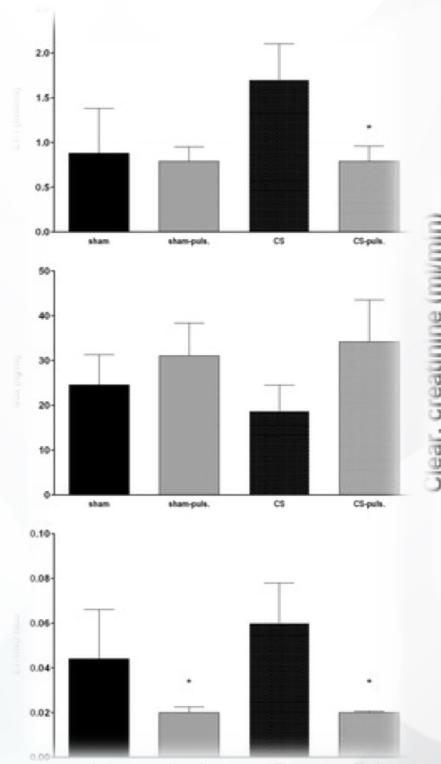
Por: Dr. Javier Rodríguez Revilla



# Hemodinamica Renal



# Hemodinamica Renal



# Hemodinamica Renal

Journal List > Ann Cardiothorac Surg > v.3(6); 2014 Nov > PMC4250555



## [Ann Cardiothorac](#) Renal Function After Implantation of Continuous Versus doi: [10.3978/j.issn.2300-5854.2014.010](https://doi.org/10.3978/j.issn.2300-5854.2014.010) Pulsatile Flow Left Ventricular Assist Devices

Comparisons Presented at the 2007 ISHLT 27th Annual Meeting and Scientific Sessions, San Francisco, California, April 25–28, 2007.  
devices: is t

Allen Cheng, Christopher S. Sridhar, Sandra Schima, PhD<sup>a</sup>,  
• Author information



DOI: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2300-5854.2014.010>



Dr. Roy Rojas Zeledón,  
Médico Anestesiólogo y Perfusionista.  
Hospital San Juan de Dios.  
Costa Rica.

Volumen 1, N° 2. 2017  
ISSN: 2575-2650  
Publicado por ALAP

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

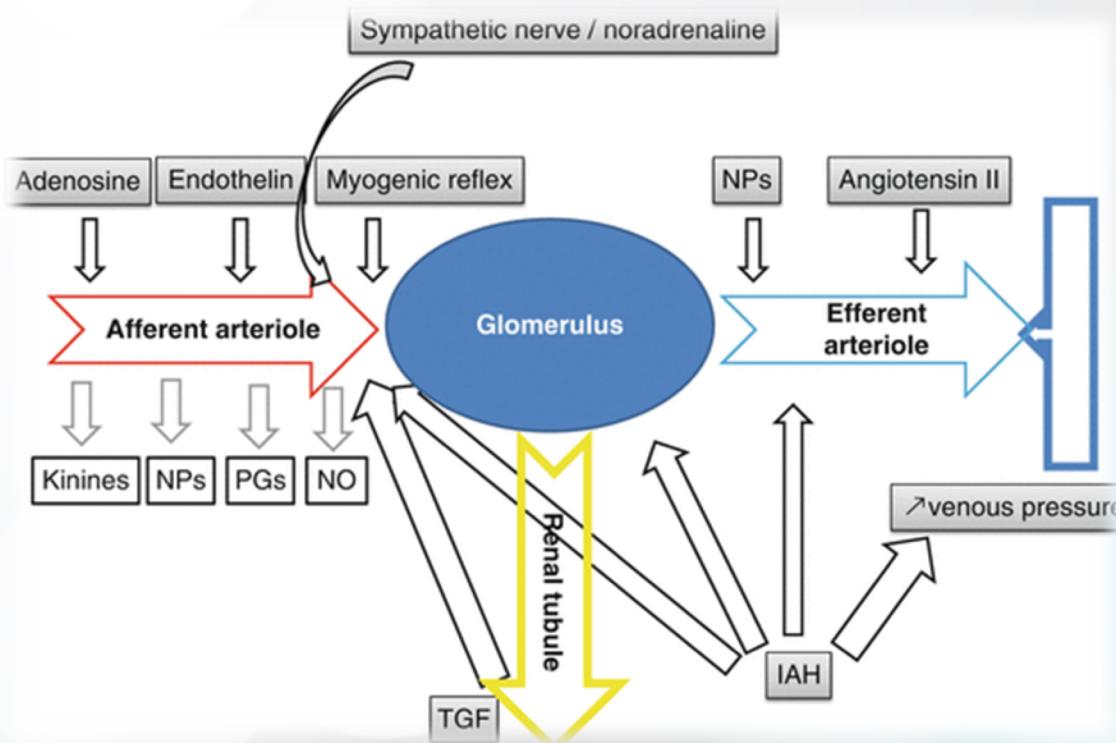
## Flujo pulsátil, una “técnica olvidada”. ¿Opción o elección? Pulsatile flow, a “forgotten technique”. Option or choice?

*“La sangre en los animales pulsa dentro de las venas. Las venas pulsan como un todo de manera sincrónica y exitosa de manera tal que ellas dependen del corazón. El corazón sigue moviéndose y ellas también” Aristóteles (384–322 D.C.)*

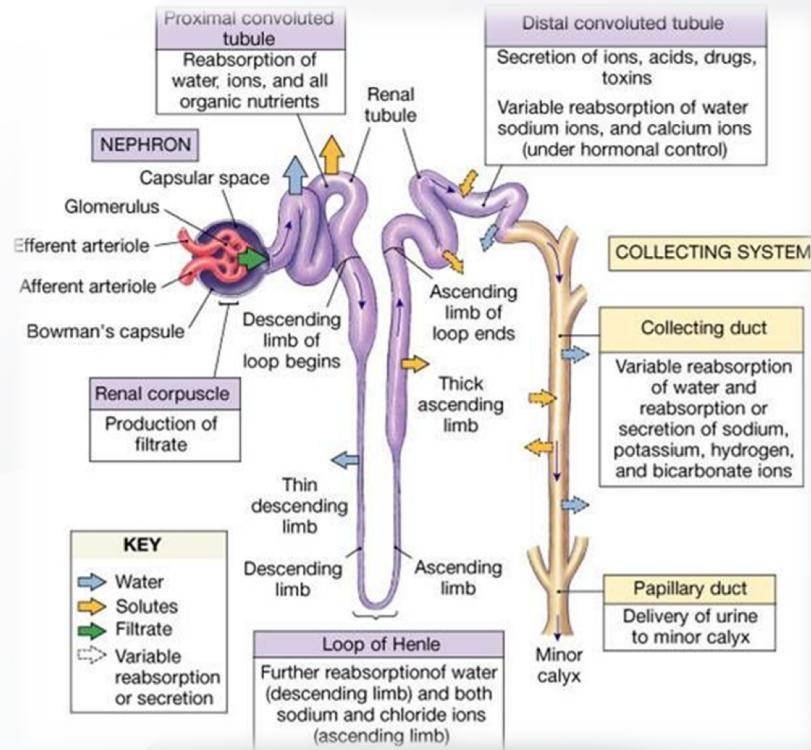
Por: Dr. Javier Rodríguez Revilla



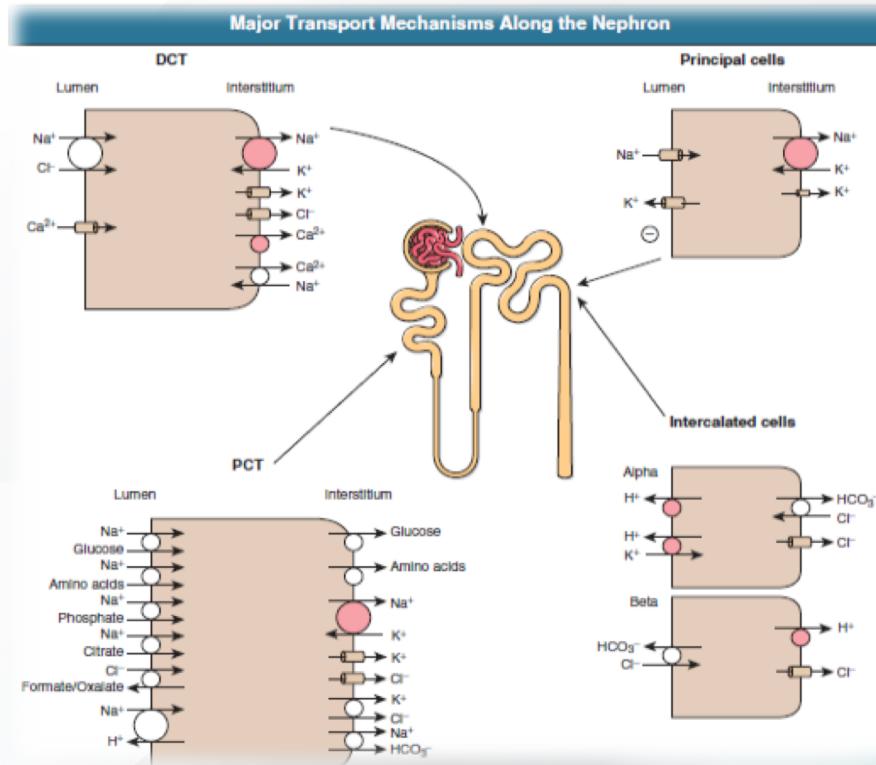
# Hemodinamica Renal



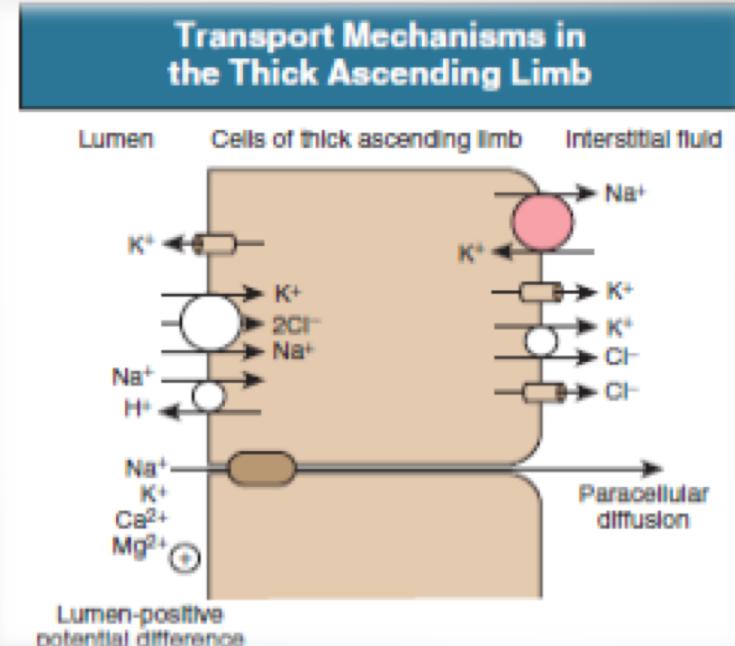
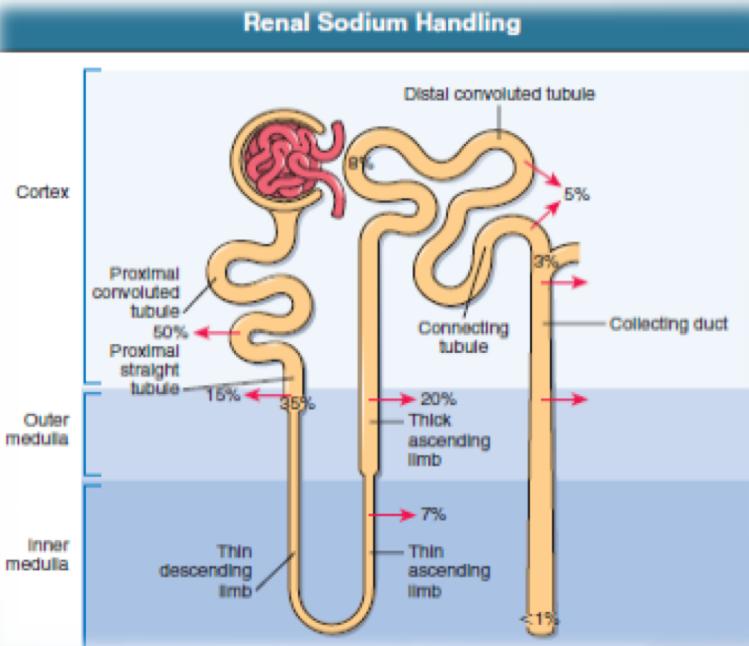
# Función Tubular



# Función Tubular

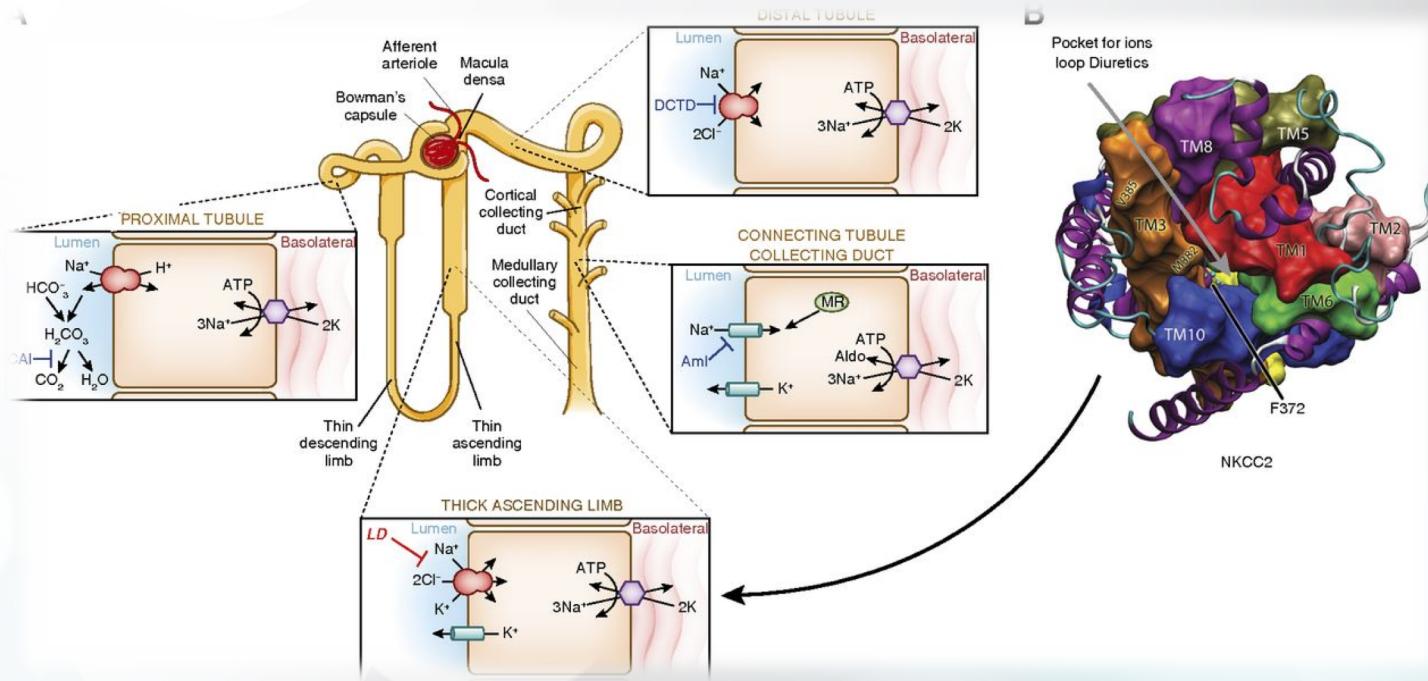


# Función Tubular



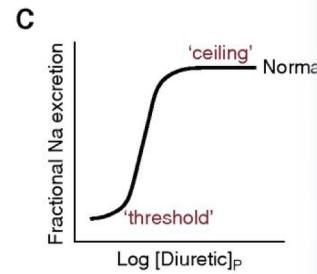
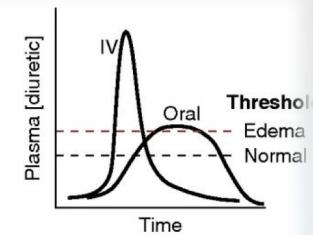
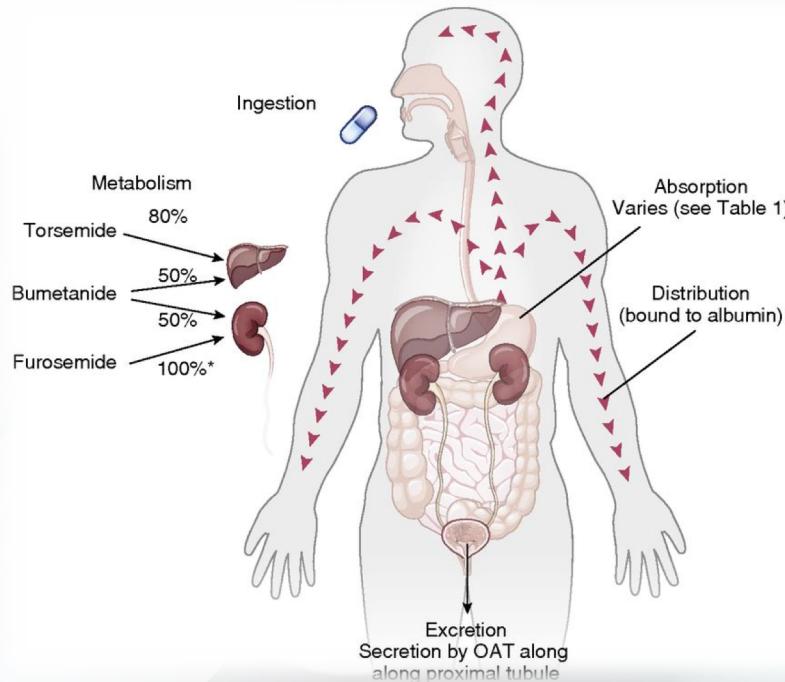
# Diuréticos

## Lugares de Acción



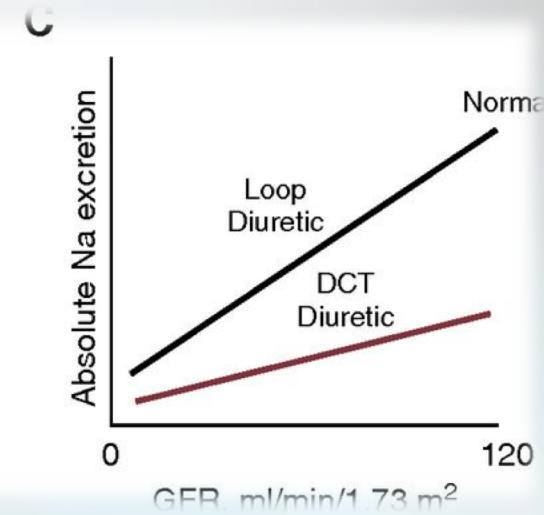
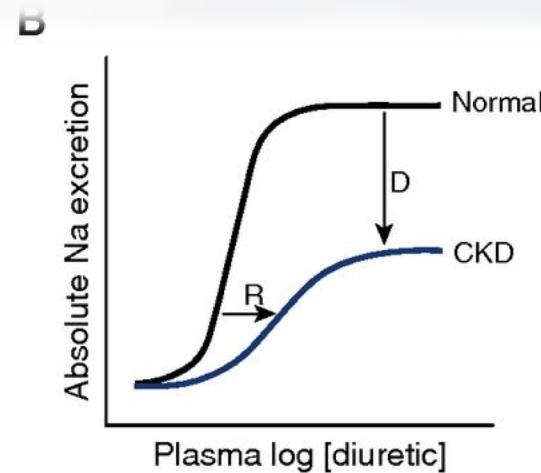
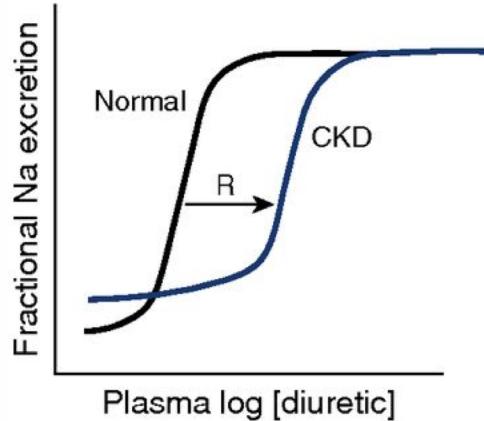
# Diuréticos

## Farmacodinamia y Biodisponibilidad



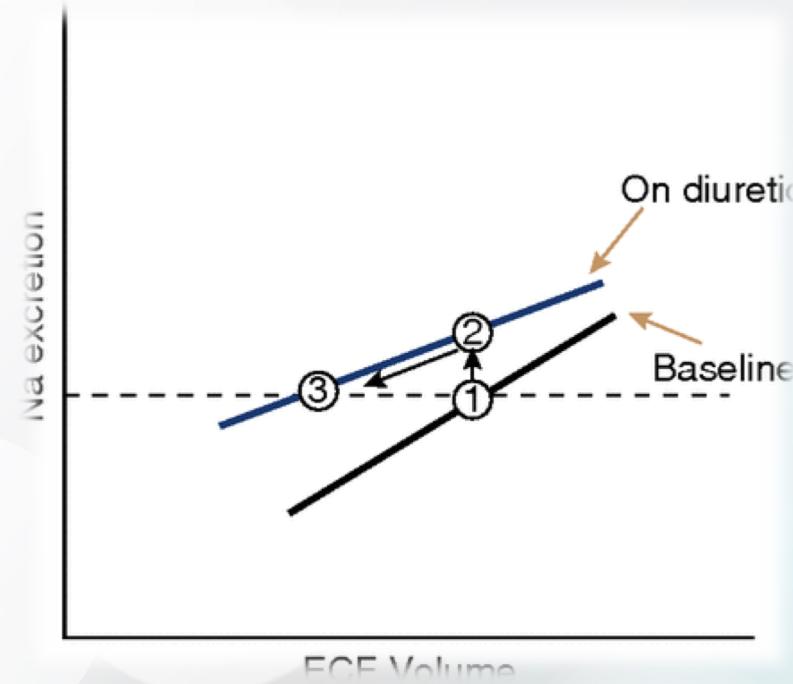
# Diuréticos

## Farmacodinamia y Biodisponibilidad



# Diuréticos

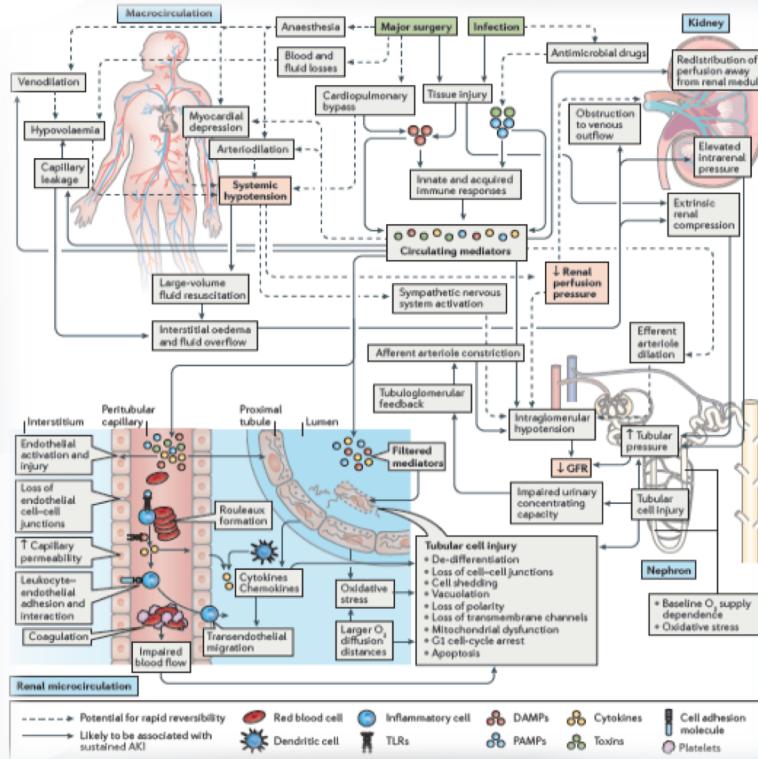
## Farmacodinamia y Biodisponibilidad



- Capacidad de bombear sangre
  - No pulsátil – pulsátil
- Generación de diferencial de presiones
- Sistema tubular externo
- Membranas de oxigenación y hemoconcentración
- Solución de cebado

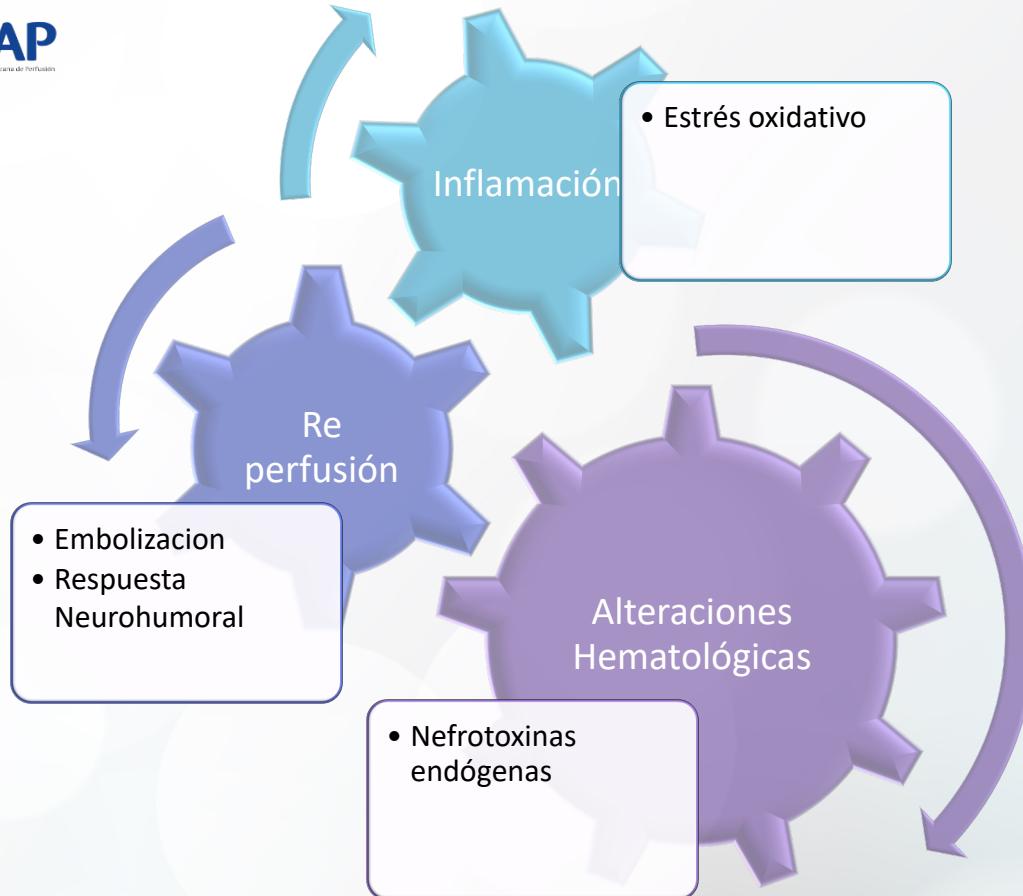


# Interacciones



# CEC + FRA

## Características



1.-John A. Kellum1 and John R. Prowle,Paradigms of acute kidney injury in the intensive care setting, NATURE REVIEWS | NEPHROLOGY VOLUME 14 | APRIL 2018  
| 217

2.-Bullen A. · Liu Z.Z. · Hepokoski M. · Li Y. · Singh P. Renal Oxygenation and Hemodynamics in Kidney Injury, Nephron 2017;137:260–263

3.- Chamberlain I Obialo, Renal Division, Morehouse School of Medicine, Atlanta, GA, USA, Acute kidney injury following cardiopulmonary bypass surgery, REVIEW ARTICLE Year : 2017 | Volume : 2 | Issue : 1 | Page : 3-8

Por: Dr. Javier Rodríguez Revilla



# CEC + FRA

## Características

- Comorbilidades
  - Afectan la autorregulación
  - Activan rutas crónicas
  - CKD → Factor de Riesgo mas fuerte

Preoperative
Age
Female gender
Hypertension
Pulse pressure >40 mmHg
Chronic kidney disease
Diabetes
Peripheral vascular disease
Chronic obstructive pulmonary disease
Congestive heart failure
LV ejection fraction<35%
Need for emergency surgery
Cardiogenic shock (IABP)
Left main coronary disease
Perioperative myocardial infarction
Previous cardiac surgery
Procedure-related
Off-pump versus on-pump
Length of CPB
Cross-clamp time
Nonpulsatile flow
Hemolysis
Hemodilution
CABG + valve surgery
Postoperative
Severe sepsis, septic shock
Hemorrhagic shock
Nephrotoxic medication
Aminoglycosides, vancomycin, nonsteroidal anti-inflammatory drugs

IABP: Intraaortic balloon pumping, CPB: Cardiopulmonary bypass,  
CABG: Coronary artery bypass grafting, LV: Left ventricular



- Inestabilidad hemodinámica
  - Vasodilatación → Anestésicos
  - By – Pass
  - Perdidas Sanguíneas
  - Baja Reserva Cardiopulmonar
- Manejo Pre – Intra – Post de cambios hemodinámicos
  - Disminuyen incidencia de FRA en pacientes de riesgo
- Hipotensión
  - Aumenta el Riesgo si **PAM < 65mmHg**



- Pinzamiento de Aorta
  - Isquemia
  - **Re perfusión**
    - PROBABLE papel principal
  - Afectación microcirculación renal
    - Vasoconstricción Pre-G Persistente
    - Disminución de flujo en medula externa
    - Disminución de TFG, Flujo Renal, Absorción
      - **MAYOR CONSUMO DE OXIGENO!!!**
        - » Ineficiencia
        - » Uso en otros procesos



- Nefrotoxinas
  - Endógenas: **HEMOGLOBINA**
  - Exógenas
- AFECTACION HEMODINAMICA
  - Agota ON
  - Extres inflamatorio y oxidativo ( $Fe^{2+}$ )
- TOXICIDAD DIRECTA
- OBSTRUCCION DE LUZ TUBULAR
- LESION VASCULAR



- Procedimiento Quirúrgico
  - Inflamación
  - Relación Contacto sangre – Superficie Artificial

# EXPRESSION DE DAMPS

IL 6 – IL 10

1.-John A. Kellum1 and John R. Prowle,Paradigms of acute kidney injury in the intensive care setting, NATURE REVIEWS | NEPHROLOGY VOLUME 14 | APRIL 2018

| 217

2.-Bullen A. · Liu Z.Z. · Hepokoski M. · Li Y. · Singh P. Renal Oxygenation and Hemodynamics in Kidney Injury, Nephron 2017;137:260–263

3.- Chamberlain I Obialo, Renal Division, Morehouse School of Medicine, Atlanta, GA, USA, Acute kidney injury following cardiopulmonary bypass surgery, REVIEW

ARTICLE Year : 2017 | Volume : 2 | Issue : 1 | Page : 3-8

Por: Dr. Javier Rodríguez Revilla



# RECORDEMOS

## • **FRA POST OPERATORIA**

- Aumenta el Riesgo de muerte incluso años después
- Aumenta la incidencia de **ERC** incluso **MAS QUE FRA POR SEPSIS**
- Creatinina es un factor **RELATIVO**
  - SEGUIMIENTO

