

# Falla renal y estimación de la filtración glomerular

---

Veronica I. Luzzi, PhD, DABCC  
Laboratorios Tricore  
Nuevo Mexico, USA

6 de Octubre

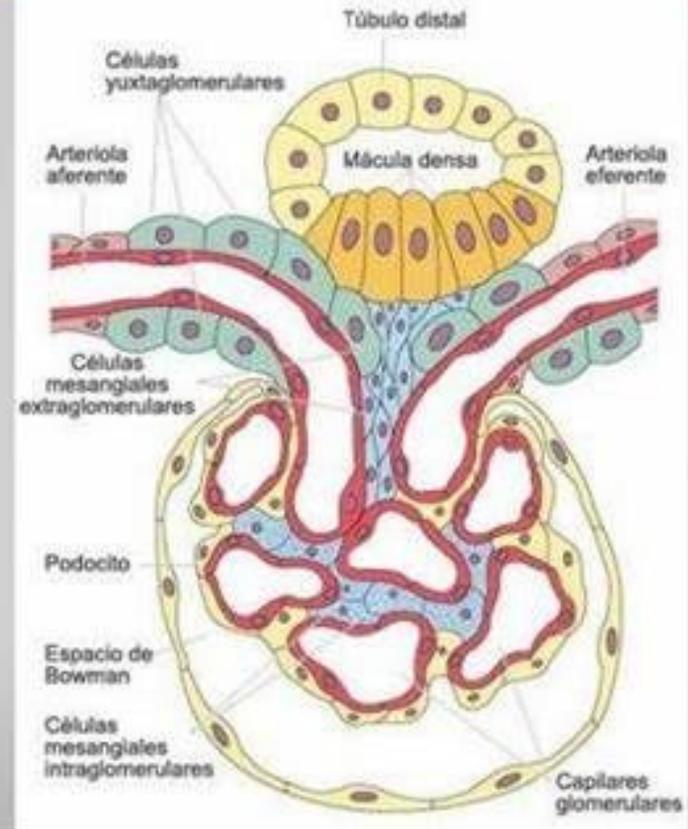
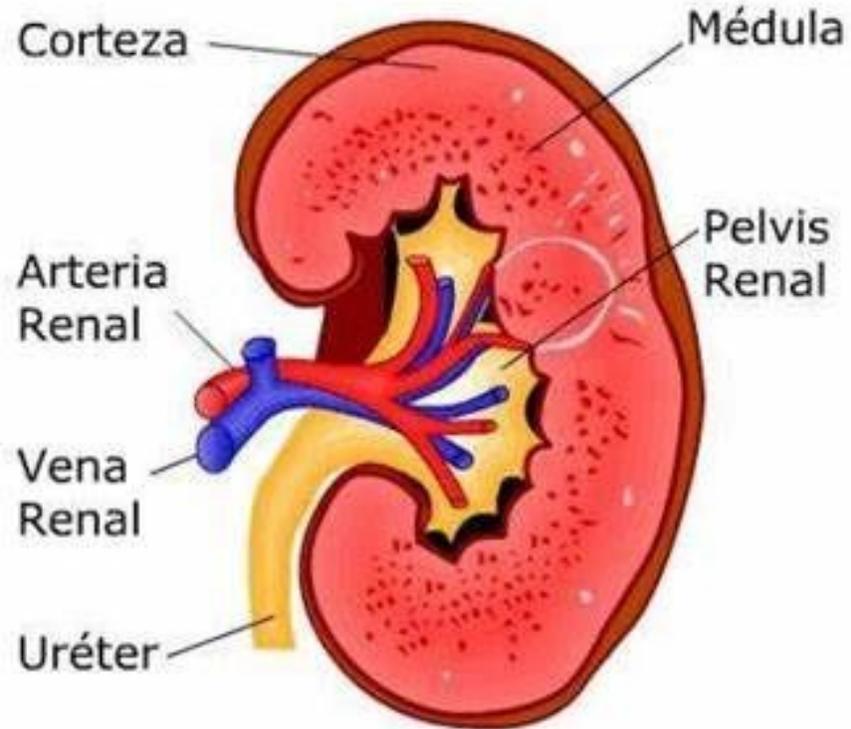
# Temas a cubrir

---

- Función renal
- Falla renal crónica
- Estimación de la filtración glomerular
- Fórmulas de tasa de filtración glomerular

# El riñón y sus funciones

Estructura de un Riñón

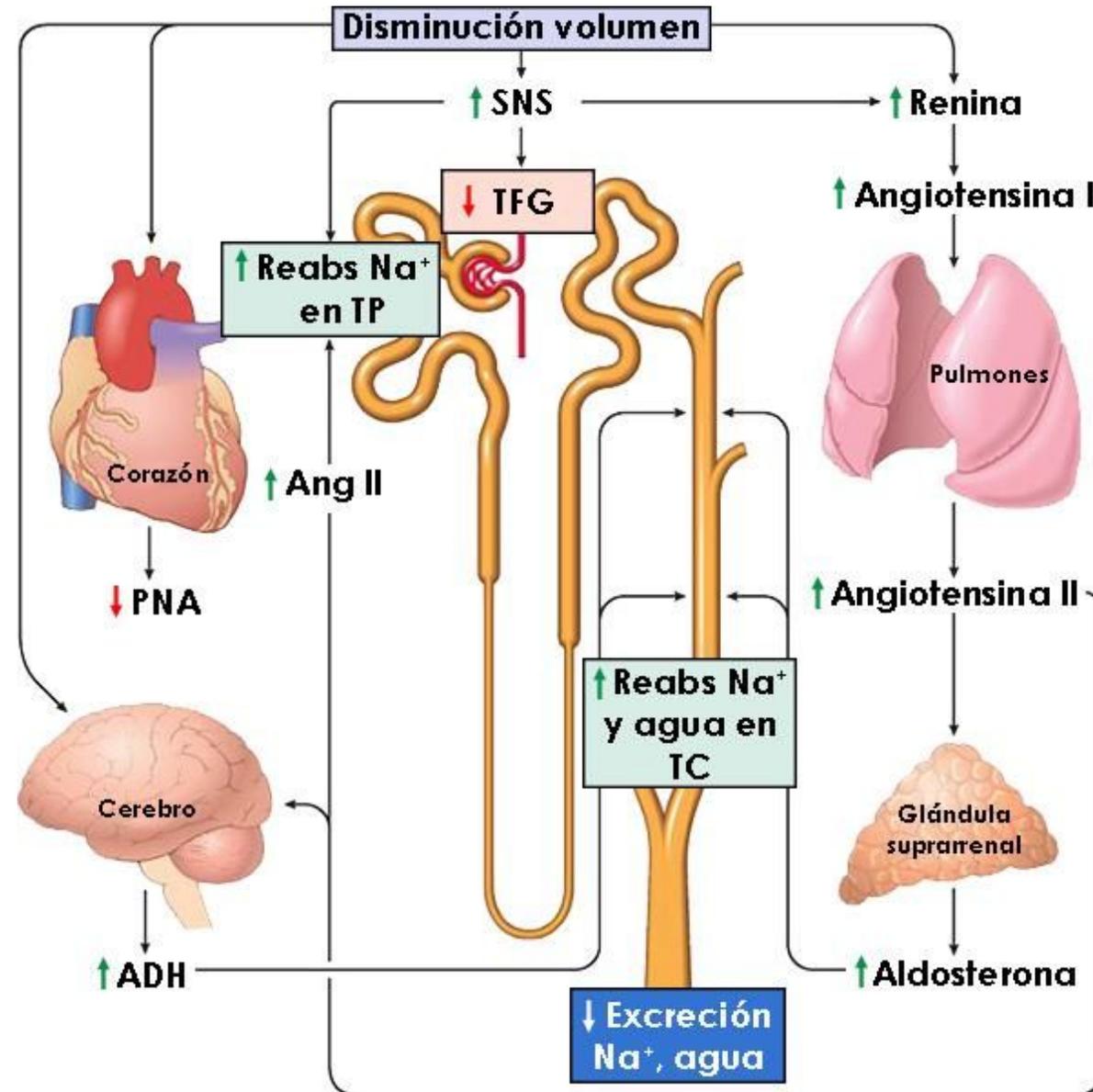


# El riñón y sus funciones (continuación)

---

- Homeostática: contener el volumen sanguíneo y la concentración de electrolitos
- Hormonal: eritropoyetina
- Filtrante: creación de orina
- Reguladora: mantenimiento acido-base

# El riñón y sus funciones



# Medir la función renal

---

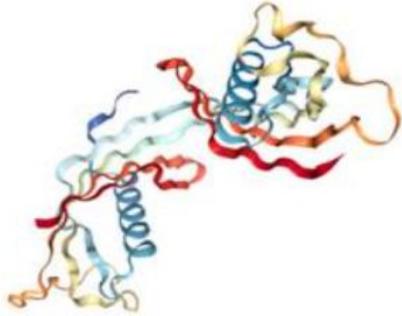
- Prevenir daño renal
- Prevenir daños permanentes
- Mejorar la prognosis de la enfermedad
- Asistir al clínico en el diagnóstico y tratamiento

# Marcadores de la función renal

---

- Clearance o aclaramiento
- Creatinina
- Tasa de filtración glomerular o TFG  
(GFR)
- Fórmulas para medir TFG

# Tasa de filtración glomerular: la búsqueda de la fórmula perfecta



**Poul Brandt Rehberg**  
creatinine as eGFR marker

**Cystatin C as eGFR marker**

**CKD-EPI cystatin C equation**  
 $GFR = 133 \times \min(Scys/0.8, 1) - 0.499 \times \max(Scys/0.8, 1) - 1.328 \times 0.996^{Age} [\times 0.932 \text{ if female}]$ , where Scys is serum cystatin C, min indicates the minimum of Scr/ $\kappa$  or 1, and max indicates the maximum of Scys/ $\kappa$  or 1

**CKD-EPI creatinine-cystatin C equation**  
 $GFR = 135 \times \min(Scr/\kappa, 1)^\alpha \times \max(Scr/\kappa, 1) - 0.601 \times \min(Scys/0.8, 1) - 0.375 \times \max(Scys/0.8, 1) - 0.711 \times 0.995^{Age} [\times 0.969 \text{ if female}] [\times 1.08 \text{ if black}]$ , where Scr is serum creatinine, Scys is serum cystatin C,  $\kappa$  is 0.7 for females and 0.9 for males, s,  $\alpha$  is -0.248 for females and -0.207 for males, min indicates the minimum of Scr/ $\kappa$  or 1, and max indicates the maximum of Scr/ $\kappa$  or 1

**SRM 967 standard reference material for creatinine**



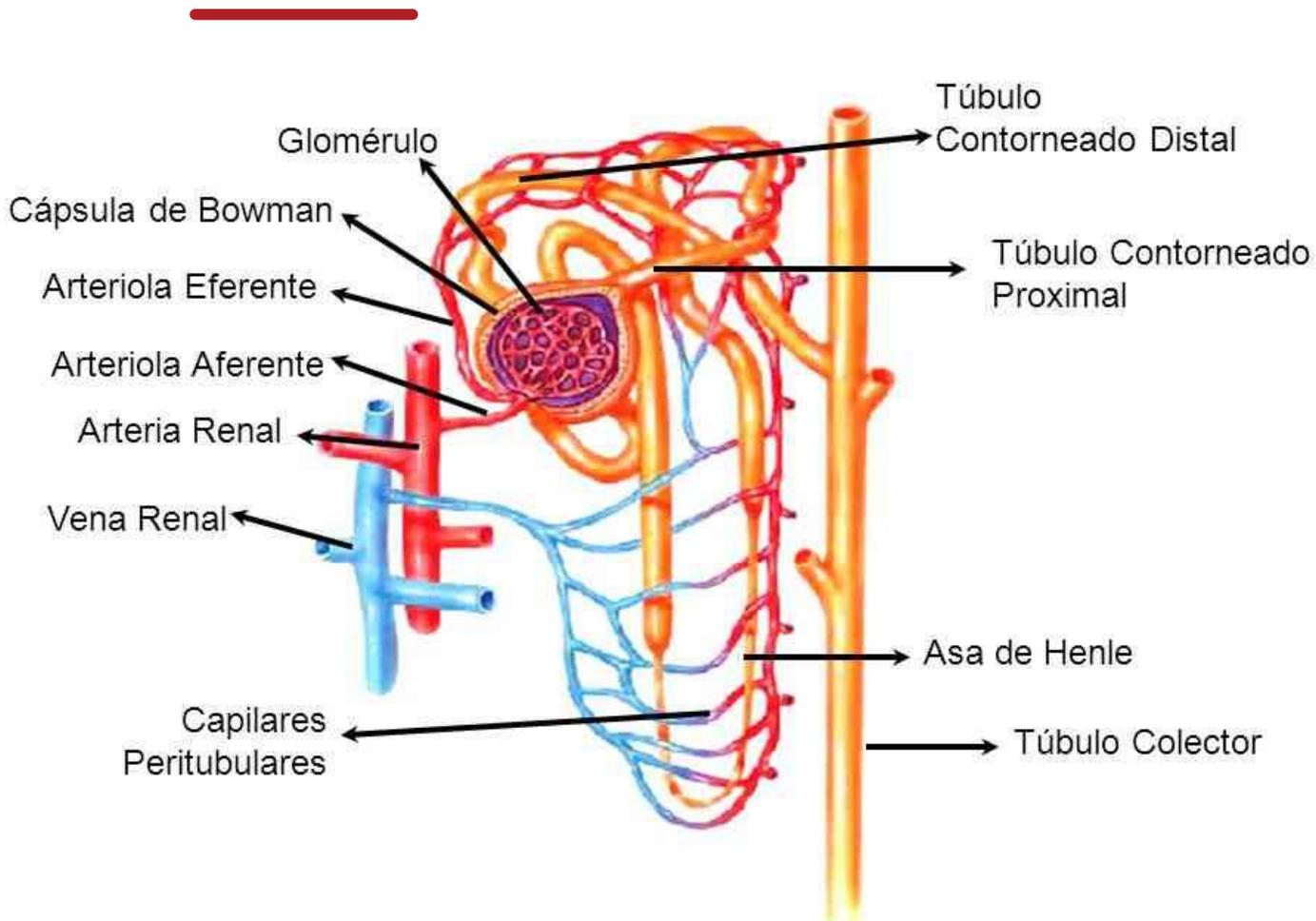
**Cockcroft-Gault formula (ml/min)**  
 $CCr = \{((140-age) \times weight)/(72 Scr)\} \times (0.85 \text{ if female})$

**MDRD eGFR equation**  
 $GFR = 186 \times (Scr)^{-1.154} \times (age)^{-0.203} \times (0.742 \text{ if female}) \times (1.210 \text{ if African American})$

**multimetabolite eGFR panel**

**CKD-EPI creatinine equation**  
 $GFR = 141 \times \min(Scr/\kappa, 1)^\alpha \times \max(Scr/\kappa, 1) - 1,209 \times 0,993^{age} \times 1,018 \text{ (if female)} \times 1,159 \text{ (if black)}$ , where Scr is serum creatinine,  $\kappa$  is 0,7 for females and 0,9 for males;  $\alpha$  is -0,329 for females and -0,411 for males; min indicates the minimum of Scr/ $\kappa$  or 1, and max indicates the maximum of Scr/ $\kappa$  or 1

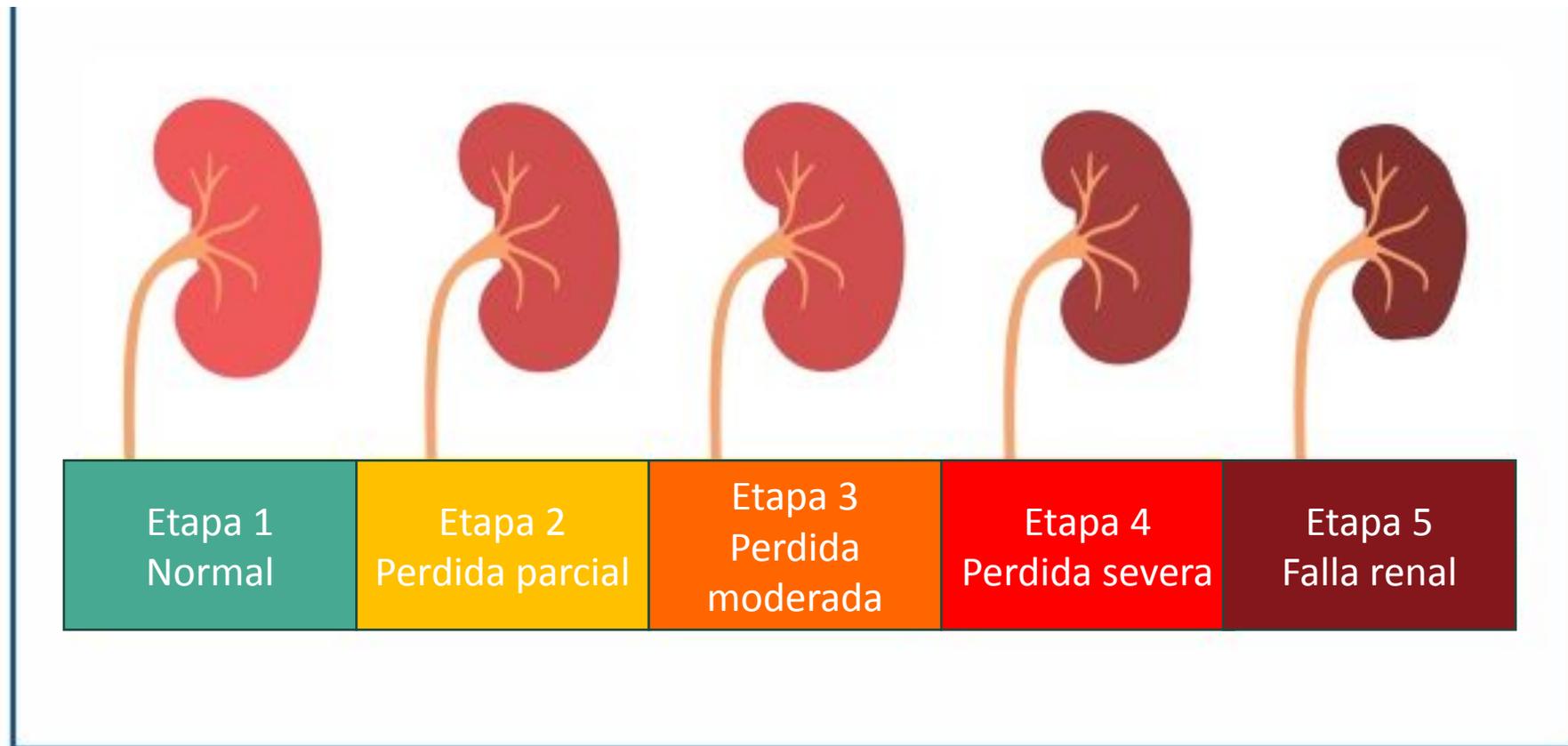
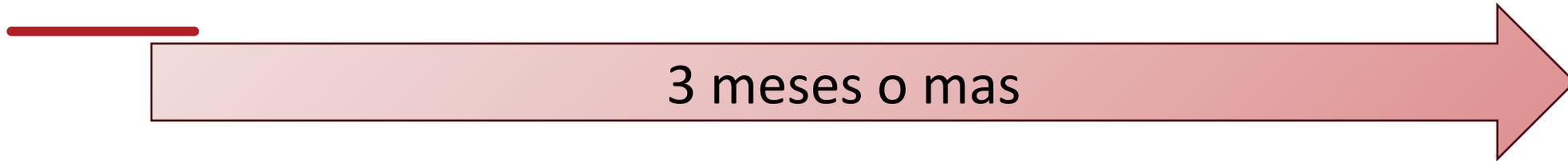
# Nefrona: aparato de filtración



TFG :  
Tasa de filtración  
glomerular

- Monitorear el TFG es vital
- Casi 1 L de plasma/minuto
  - 1 millón de nefronas
  - Partículas de <70 nm pueden filtrar (1kDa)

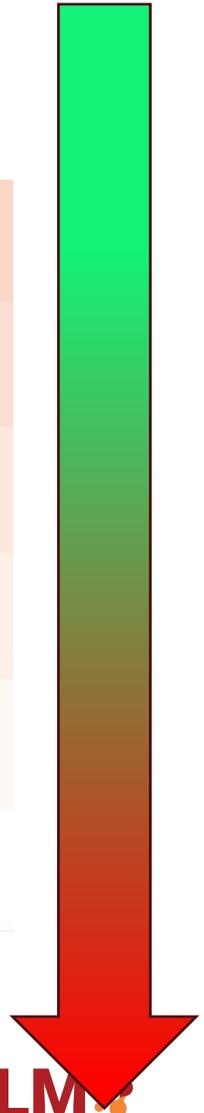
# Falla renal crónica



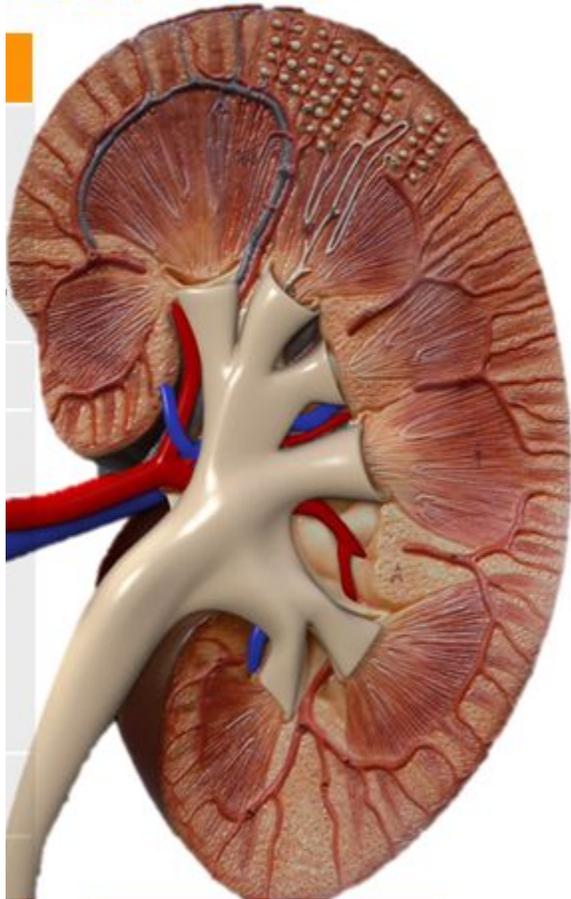
# Relación entre TFG y función renal

Etapas de enfermedad renal	Tasa de filtración glomerular	% de función renal restante	
Etapa 1: función normal	90 o más alta	90-100%	
Etapa 2: daño leve	89 a 60	89-60 %	
Etapa 3a: daño leve a moderado	59 a 45	59-45%	
Etapa 3b: moderado a grave	44 a 30	44-30%	
Etapa 4: grave	29 a 15	29-15	
Etapa 5: falla renal	Menor de 15	15%	

La tasa de filtración renal describe cuanta función renal existe. Al disminuir la filtración, el número de nefrones activos disminuye y la condición del paciente empeora.



# ¿Aguda o Crónica?



Característica	Aguda	Crónica
Reversibilidad	Potencialmente	no
Tiempo de desarrollo	Días a semanas	Meses
Etiología	Prerrenal, parenquimatosa, obstructiva	Vascular, glomerular, intersticial, otras enfermedades (diabetes, cirrosis)
Tamaño renal	Normal a aumentado	Disminuido (excepciones)
Desbalance iónico	Si: Potasio	Si: Fosfato
Hormona Paratiroidea	Normal	Aumentada

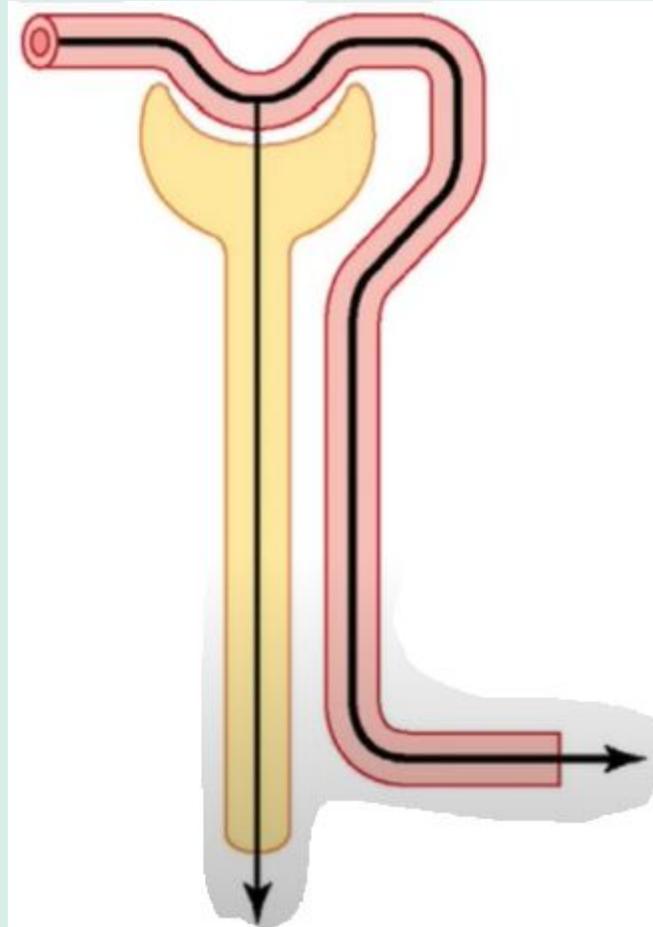
“Clearance” = volumen de plasma removido por minuto

- Substancia externa

**Inulina**

- Substancia interna

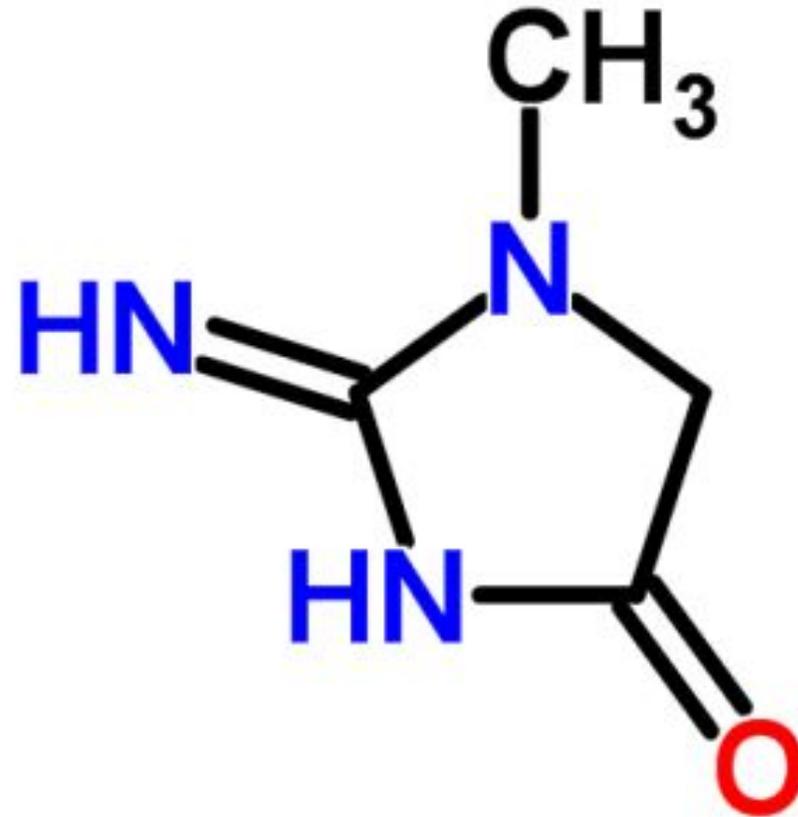
**Creatinina**



$$Cl = \frac{U_s \times V}{P_s}$$

# Creatinina: función renal

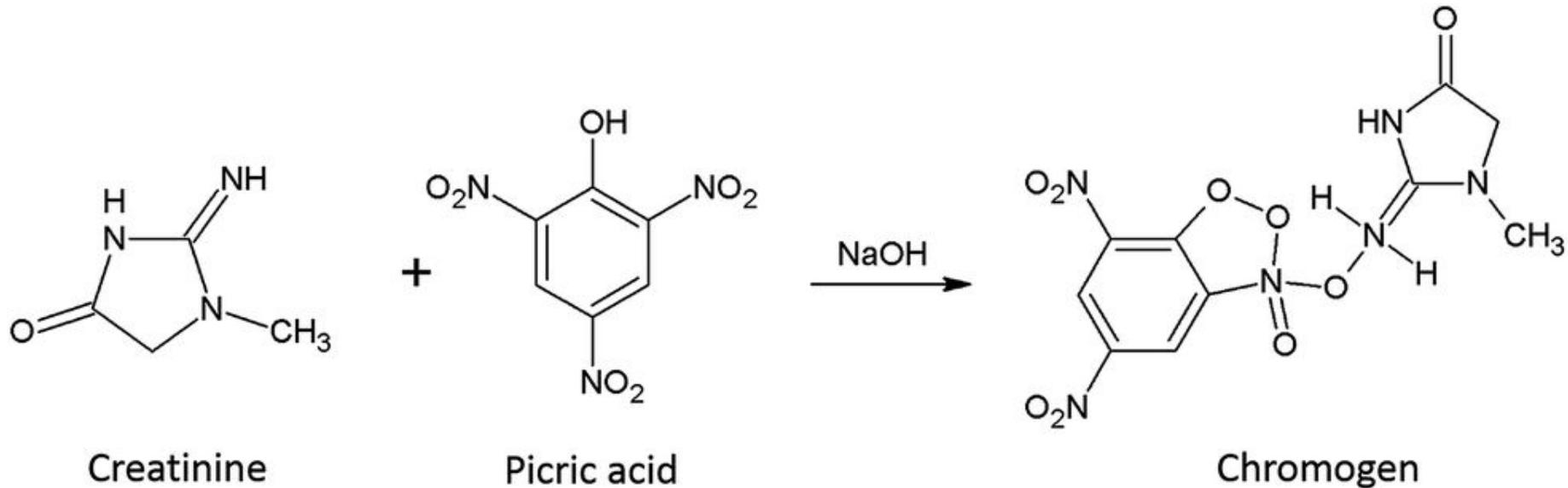
---



# Pruebas de creatinina

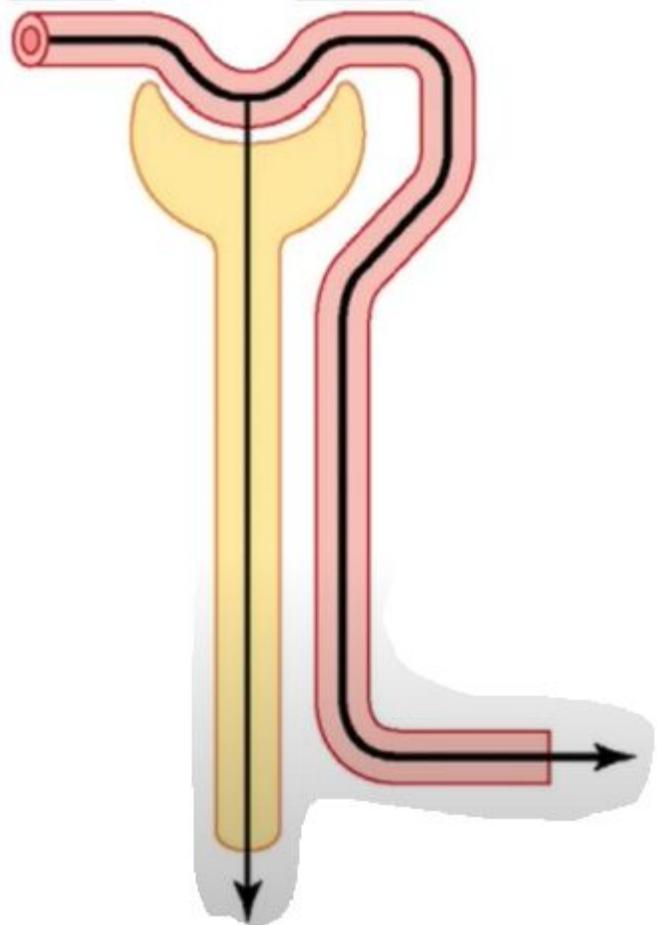
Colorimetría: reacción de Jaffe

Cromógenos como glucosa, acetona, vitamina C, pueden interferir.  
Cinéticos: se mide la tasa de la reacción, menos interferencias.

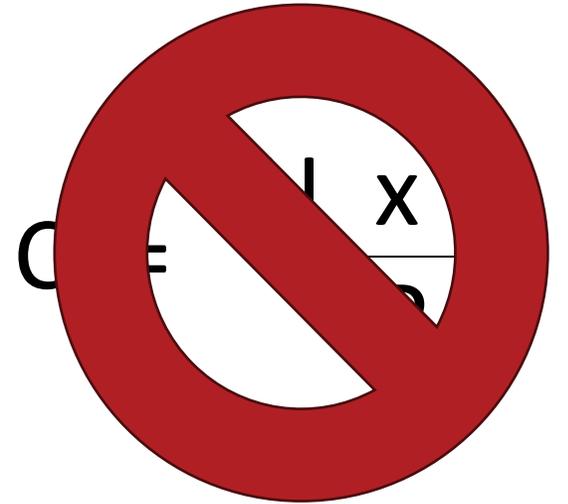
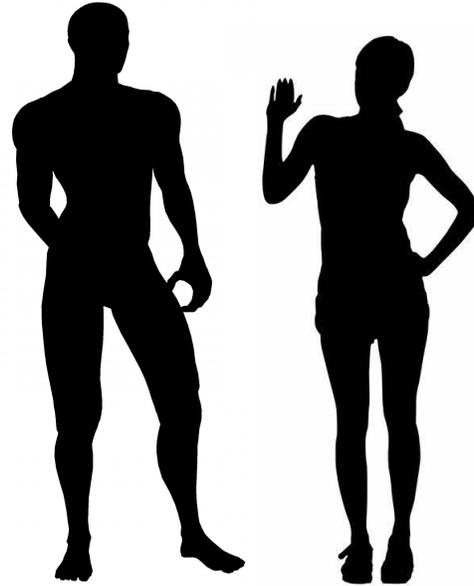


Enzimático: amino hidrolasa, más caro, pero sin interferencias

“Clearance” = volumen de plasma removido por minuto



Sexo, edad, peso



# Tasa de filtración glomerular: Cockcroft & Gault (1973)

$$CCr = \left\{ \frac{((140 - \text{edad}) \times \text{peso})}{(72 \times \text{SCr})} \right\} \times 0.85$$

(femenino)

Abreviaciones/ Unidades

CCr (clearance de creatinina) = mL/minuto

Edad = años

Peso = kg

SCr (conc. Creatinina en suero) = mg/dL

# Tasa de filtración glomerular: ecuaciones estandarizadas

Estas ecuaciones determinan la TFG usando creatinina, edad, raza, y sexo

## MDRD Study Equation 4.

$$\text{GFR} = 186 \times \text{SCr}^{-1.154} \times \text{Age}^{-0.203} \times 0.742 \text{ (female)} \times 1.212 \text{ (African American)}$$

## MDRD Equation 4. with IDMS SCr

$$\text{GFR} = 175 \times \text{SCr}^{-1.154} \times \text{Age}^{-0.203} \times 0.742 \text{ (female)} \times 1.212 \text{ (African American)}$$

# Tasa de filtración glomerular: ecuaciones estandarizadas

## CKD-EPI Equation

$$\text{GFR} = 141 \times \min(\text{SCr}/\kappa, 1)^{\alpha} \times \max(\text{SCr}/\kappa, 1)^{-1.209} \times 0.993^{\text{Age}} \times 1.018 (\text{female}) \times 1.159 (\text{African American})$$

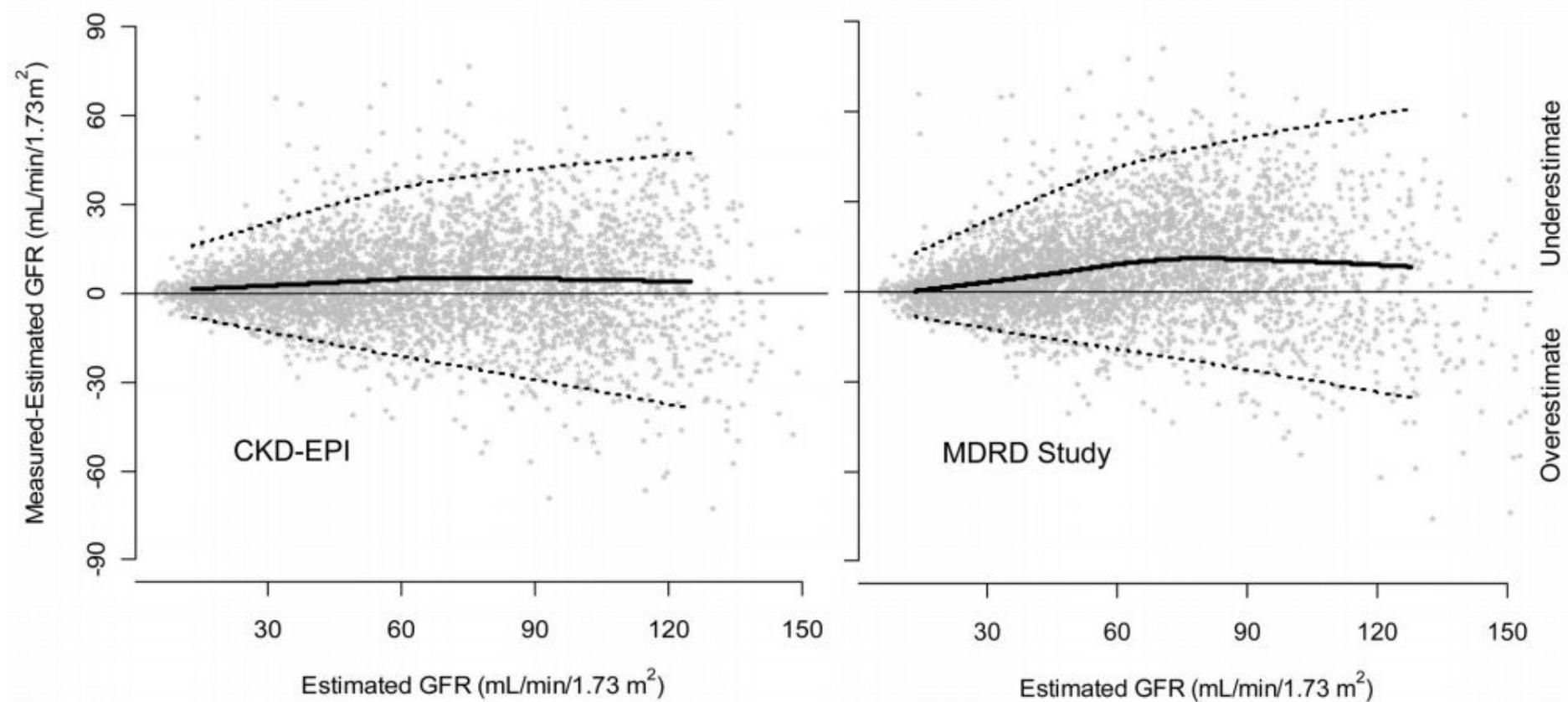
$\kappa = 0.7$  for females and  $0.9$  for males

$\alpha = -0.329$  for females and  $-0.411$  for males

min indicates the minimum of  $(\text{SCr}/\kappa)$  or  $1$

max indicates the maximum of  $(\text{SCr}/\kappa)$  or  $1$

# MDRD vs. CKD-EPI



Ann Intern Med. 2009 May 5; 150(9): 604–612

GLOBAL  
LAB QUALITY  
INITIATIVE

**ADLM**

# Ejemplo: **formula CKD-EPI 2009**



Jose

Edad: 67 Raza: Negra

Sexo: masculino

- **Creatinina = 2.5 mg/dL**
- **TFG = 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>**
- Etapa de falla: **3b**



Roberto

Edad: 67 Raza: caucásica

Sexo: masculino

- **Creatinina = 2.5 mg/dL**
- **TFG = 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>**
- Etapa de falla: **4**



# Tasa de filtración glomerular: raza

## MDRD Study Equation 4.

$$\text{GFR} = 186 \times \text{SCr}^{-1.154} \times \text{Age}^{-0.203} \times 0.742 \text{ (female)} \times 1.212 \text{ (African American)}$$

## MDRD Equation 4. with IDMS SCr

$$\text{GFR} = 175 \times \text{SCr}^{-1.154} \times \text{Age}^{-0.203} \times 0.742 \text{ (female)} \times 1.212 \text{ (African American)}$$

## CKD-EPI Equation

$$\text{GFR} = 141 \times \min(\text{SCr}/\kappa, 1)^\alpha \times \max(\text{SCr}/\kappa, 1)^{-1.209} \times 0.993^{\text{Age}} \times 1.018 \text{ (female)} \times 1.159 \text{ (African American)}$$

$\kappa = 0.7$  for females and  $0.9$  for males

$\alpha = -0.329$  for females and  $-0.411$  for males

min indicates the minimum of  $(\text{SCr}/\kappa)$  or  $1$

max indicates the maximum of  $(\text{SCr}/\kappa)$  or  $1$

# Examining the Potential Impact of Race Multiplier Utilization in Estimated Glomerular Filtration Rate Calculation on African-American Care Outcomes

[Salman Ahmed MD, MPH](#) , [Cameron T. Nutt MD](#), [Nwamaka D. Eneanya MD, MPH](#), [Peter P. Reese MD, MSCE](#), [Karthik Sivashanker MD](#), [Michelle Morse MD, MPH](#), [Thomas Sequist MD, MPH](#) & [Mallika L. Mendu MD, MBA](#)

*Journal of General Internal Medicine* **36**, 464–471 (2021) | [Cite this article](#)

**3478** Accesses | **11** Citations | **824** Altmetric | [Metrics](#)

## Abstract

### Background

Advancing health equity entails reducing disparities in care. African-American patients with chronic kidney disease (CKD) have poorer outcomes, including dialysis access placement and transplantation. Estimated glomerular filtration rate (eGFR) equations, which assign higher eGFR values to African-American patients, may be a mechanism for inequitable outcomes. Electronic health record–based registries enable population-based examination of care across racial groups.

### Objective

To examine the impact of the race multiplier for African-Americans in the CKD-EPI eGFR equation on CKD classification and care delivery.

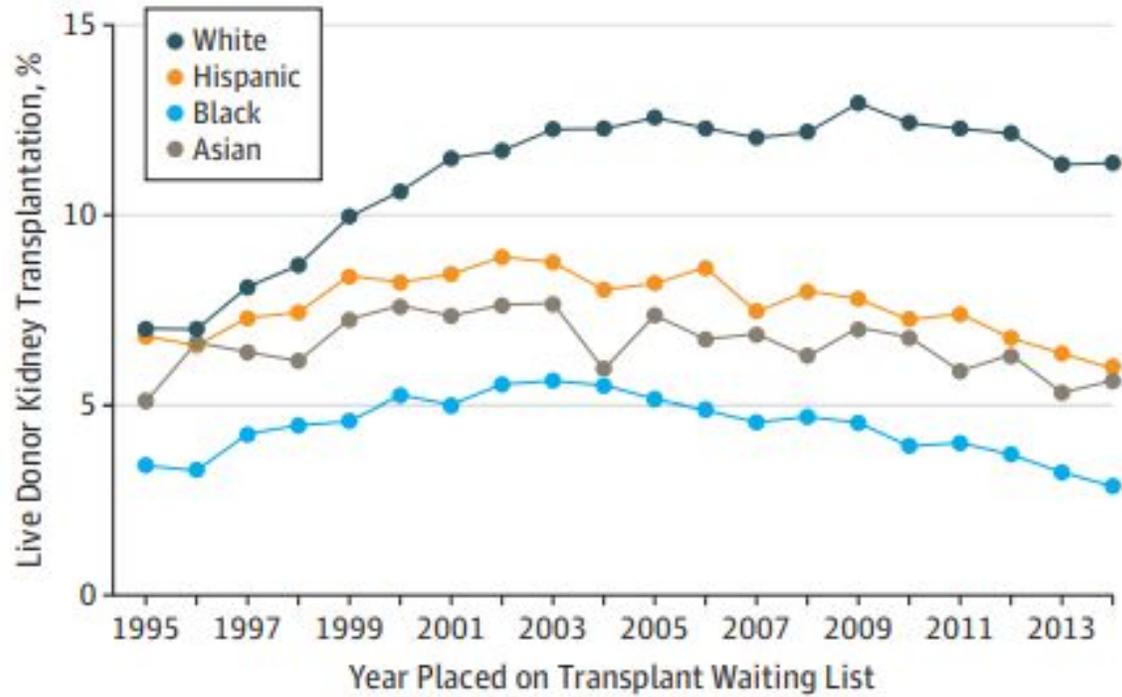
Raza: AA factor agregado no es necesario

# Association of Race and Ethnicity With Live Donor Kidney Transplantation in the United States From 1995 to 2014

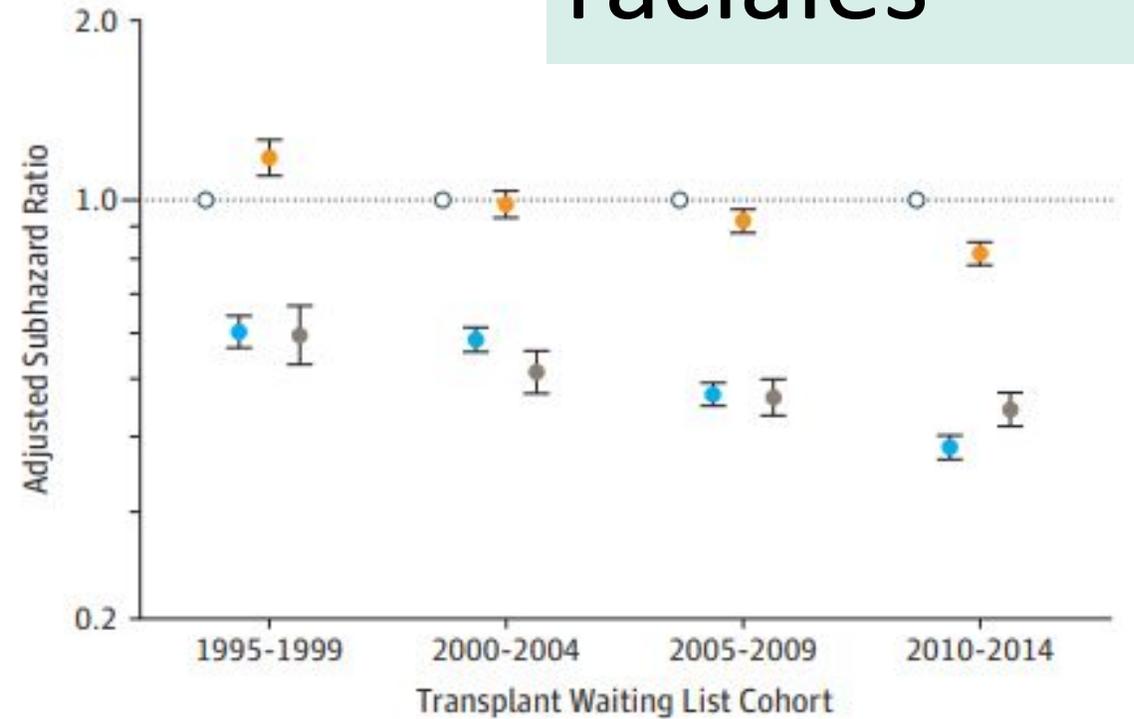
Tanjala S. Purnell, PhD, MPH; Xun Luo, MD, MPH; Lisa A. Cooper, MD, MPH; Allan B. Massie, PhD; Lauren M. Kucirka, MD, PhD, ScM; Macey L. Henderson, JD, PhD; Elisa J. Gordon, PhD, MPH; Deidra C. Crews, MD, ScM; L. Ebony Boulware, MD, MPH; Dorry L. Segev, MD, PhD

Trasplante de riñón y desventajas raciales

**A** Live donor kidney transplantation



**D** Fully adjusted model<sup>d</sup>



# ¿Porque se cambian las ecuaciones?

- Fundación nacional del riñón y la asociación americana de nefrología
- Iniciativa para crear ecuaciones que no incluyan a raza
  - Ha sido un asunto social, no biológico
  - La TFG es mas veraz sin incluir la raza
  - Los cálculos anteriores han sobreestimado la TFG en razas de origen africano
- Se ha reevaluado el TFG usando las ecuaciones
  - 23 estudios con + 13 mil participantes (30-40% gente de color)
  - Se uso creatinina y cystatina C
  - Estandarización y movimiento a usar una sola ecuación.

# Ejemplo: **formula CKD-EPI 2009**



Jose

Edad: 67 Raza: Negra

Sexo: masculino

• Creat

No

• TFG =

• Etapa de falla: 3

califica



Roberto

Edad: 67 Raza: caucásica

Sexo: masculino

Si

• Creat

• TFG =

• Etapa de falla: 4

califica



# Ejemplo: **formula CKD-EPI 2009**



Jose



Roberto

Los dos  
califican

Edad: 67 Raza: Negra

Sexo: masculino

- **Creatinina = 2.5 mg/dL**
- **TFG = 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>**
- Etapa de falla: **3b**

Edad: 67 Raza: caucásica

Sexo: masculino

- **Creatinina = 2.5 mg/dL**
- **TFG = 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>**
- Etapa de falla: **4**



# Resumen

---

- Falla renal crónica: monitoreo es importante para poder evitar la falla renal
- Estimación de la filtración glomerular: ofrece más información del estado de la filtración renal
- Fórmulas de tasa de filtración glomerular: no usar el coeficiente de corrección que incluye raza



**¡Mil Gracias!**