

Concordancia de ecuaciones basadas en creatinina para la estimación de la tasa de filtración glomerular frente a la gammagrafía renal

Concordance between glomerular filtration rate estimates using creatinine-based equations and renal scintigraphy

JOHN JAIME SPROCKEL-DÍAZ, ANA MARÍA HERRERA-PARRA, JOSEF JAFIR ZÚÑIGA-GONZÁLEZ, JUAN ANDRÉS CASTRO-LIÉVANO, SEBASTIÁN ARENAS-LÓPEZ • BOGOTÁ, D.C. (COLOMBIA)

DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2026.4798>

Resumen

Introducción: la enfermedad renal crónica (ERC) afecta aproximadamente a 10% de la población mundial y la estimación precisa de la tasa de filtración glomerular (TFG) es fundamental para su diagnóstico y manejo. Las ecuaciones basadas en creatinina, como CKD-EPI, MDRD y Cockcroft-Gault (CG), se utilizan para estimar la TFG; sin embargo, presentan limitaciones en determinados subgrupos de pacientes.

Objetivo: comparar la precisión de las ecuaciones basadas en creatinina con la medición directa de la TFG mediante gammagrafía renal e identificar subgrupos con mayor variabilidad.

Métodos: se realizó un estudio observacional de corte transversal con 430 pacientes atendidos en el Hospital de San José. La TFG se midió mediante gammagrafía con ^{99m}Tc-DTPA y se estimó con CKD-EPI, MDRD y CG. Se calculó el porcentaje de estimaciones dentro de 30% del valor de referencia (P30), el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (ρ_c) y se realizó un análisis de Bland-Altman.

Resultados: CKD-EPI presentó la menor diferencia promedio frente al método de referencia (4.3 mL/min/1.73 m²), seguida de MDRD (5.5 mL/min/1.73 m²) y CG (5.6 mL/min/1.73 m²). El P30 fue de 52.1% para CKD-EPI, 49.3% para MDRD y 45.4% para CG. La mayor concordancia se observó con CKD-EPI ($\rho_c = 0.544$).

Conclusiones: CKD-EPI mostró la mayor precisión para estimar la TFG, especialmente en pacientes con función renal cercana a la normalidad. Sin embargo, en estadios avanzados las ecuaciones tendieron a sobreestimar la TFG, por lo que la gammagrafía renal continúa siendo un método de referencia útil para la medición más precisa de la TFG. (*Acta Med Colomb 2026; 51. DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2026.4798>*).

Palabras clave: *tasa de filtración glomerular, pruebas de función renal, insuficiencia renal crónica, imágenes de radionucleidos, renografía por radioisótopos.*

Abstract

Introduction: chronic kidney disease (CKD) affects approximately 10% of the world's population, and an accurate estimate of the glomerular filtration rate (GFR) is essential for its diagnosis and treatment. Creatinine-based equations like CKD-EPI, MDRD and Cockcroft-Gault (CG) are used to estimate GFR but have limitations in certain subgroups of patients.

Objective: to compare the accuracy of creatinine-based equations versus direct GFR measurement using renal scans and identify subgroups with greater variability.

Methods: a cross-sectional observational study was conducted on 430 patients treated at Hospital San José. The GFR was measured using ^{99m}Tc-DTPA scintigraphy and was estimated with CKD-EPI, MDRD and CG. The percentage of estimates within 30% of the reference value (P30) was calculated, along with Lin's concordance correlation coefficient (ρ_c), and a Bland-Altman analysis was run.

Dr. John Jaime Sprockel-Díaz: Instituto de Investigaciones y Facultad de Medicina, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Departamento de Medicina Interna, Hospital de San José. Unidad de Cuidados Intensivos, Subred de Servicios Integrados de Salud Sur-Hospital El Tunal; Dra. Ana María Herrera-Parra: Facultad de Medicina, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Departamento de Medicina Interna, Hospital de San José; Dr. Josef Jafir Zúñiga-González: Facultad de Medicina, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Departamento de Medicina Nuclear, Hospital de San José; Dr. Juan Andrés Castro-Liévano: Facultad de Medicina, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud; Dr. Sebastián Arenas-López: Facultad de Medicina, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Departamento de Medicina Interna, Hospital Infantil Universitario de San José, Bogotá, D.C. (Colombia).

Correspondencia: Dr. John Jaime Sprockel-Díaz. Bogotá, D.C. (Colombia).

E-mail: jjsprockel@fucsah.edu.co

Recibido: 12/VII/2025 Aceptado: 28/I/2026

Results: CKD-EPI had the lowest average difference compared to the reference method (4.3 mL/min/1.73m²), followed by MDRD (5.5 mL/min/1.73 m²) and CG (5.6 mL/min/1.73 m²). The P30 was 52.1% for CKD-EPI, 49.3% for MDRD and 45.4% for CG. CKD-EPI had the highest concordance ($\rho = 0.544$).

Conclusions: CKD-EPI had the highest precision for estimating GFR, especially in patients with almost normal renal function. However, in advanced stages, the equations tended to overestimate GFR, and therefore renal scans continue to be a useful reference method for more accurate GFR measurement. (*Acta Med Colomb* 2026; 51. DOI: <https://doi.org/10.36104/ame.2026.4798>).

Keywords: *glomerular filtration rate, renal function tests, chronic kidney disease, radionuclide imaging, radioisotope renography.*

Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) afecta aproximadamente a 10% de la población mundial y constituye una causa importante de morbilidad y mortalidad. La estimación precisa de la tasa de filtración glomerular (TFG), indicador fundamental de la función renal, es esencial para el diagnóstico y el manejo de la ERC (1).

Las fórmulas basadas en creatinina –Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) (2), Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) (3), y Cockcroft-Gault (CG) (4)– son herramientas prácticas y de bajo costo; sin embargo, su exactitud se ve limitada por factores como la masa muscular, la edad, el sexo y el estado nutricional (5,6). Aunque la depuración de inulina es el método *gold standard*, su complejidad ha favorecido el uso de la gammagrafía renal con ^{99m}Tc-DTPA, técnica que no se ve afectada por la secreción tubular (7, 8).

No obstante, estas ecuaciones suelen subestimar o sobrestimar la TFG, particularmente en pacientes con elevada masa muscular, desnutrición o ERC avanzada, lo que puede conducir a decisiones clínicas subóptimas (9–13). La limitada evidencia comparativa entre las fórmulas basadas en creatinina y la gammagrafía renal resulta preocupante, dado que puede influir en decisiones terapéuticas críticas, como los ajustes de dosis de medicamentos, el inicio de diálisis o la evaluación para trasplante renal (14).

El presente estudio compara ambas metodologías, identifica los subgrupos con mayor variabilidad y evalúa su exactitud en diferentes estadios de la ERC.

Métodos

Diseño del estudio

Se condujo un estudio observacional analítico de corte transversal, enfocado en la evaluación de pruebas diagnósticas para la estimación de la TFG.

Población del estudio

La población incluyó pacientes atendidos en la unidad de medicina nuclear del Hospital de San José de Bogotá entre 2017 y 2023. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años con datos completos sobre peso, talla, edad y resultados de gammagrafía renal. Se excluyeron pacientes en periodo obs-

tétrico o puerperio, aquellos con un solo riñón (monorreno), y quienes presentaban datos clínicos incompletos.

Procedimientos y recolección de datos

Los datos se recopilaron de las historias clínicas de los pacientes sometidos a gammagrafía renal. Se utilizó un formulario electrónico para registrar información demográfica y clínica, incluyendo peso, talla, edad, raza, resultados de gammagrafía renal y las estimaciones de TFG obtenidas con las ecuaciones analizadas. Posteriormente, los datos fueron procesados en un archivo de Excel, accesible únicamente para los investigadores principales.

Estándar de referencia

Se empleó la gammagrafía renal con ^{99m}Tc-DTPA como método de referencia para medir la TFG (ver material suplementario).

Prueba índice

Se evaluaron tres ecuaciones para la estimación de la TFG basadas en creatinina sérica: CKD-EPI (2), MDRD (3) y Cockcroft-Gault (4). Cada una incorpora diversos factores –como la edad, el sexo y la masa muscular– y fue derivada de poblaciones específicas, lo que influye en su exactitud y aplicabilidad clínica (véase el material suplementario).

Es pertinente anotar que, a pesar del reconocimiento creciente de la ecuación CKD-EPI sin ajuste por raza, se optó por utilizar la versión estándar de CKD-EPI, dado que continúa siendo la más ampliamente empleada tanto en la práctica clínica como en estudios comparativos internacionales. Esto permite una interpretación más consistente y facilita la comparación de nuestros resultados con la literatura previamente publicada.

Análisis estadístico

El análisis inició con una evaluación descriptiva de las características demográficas y clínicas de la población –incluyendo edad, sexo, índice de masa corporal (IMC) y estadios de ERC– utilizando medianas y rangos intercuartílicos debido a la distribución no normal de las variables (evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk). La exactitud se determinó posteriormente mediante la métrica P30, que

refleja el porcentaje de estimaciones de TFG dentro de 30% del valor de referencia obtenido por gammagrafía. Asimismo, se comparó la concordancia en la clasificación de los estadios de ERC entre las ecuaciones CKD-EPI, MDRD y CG y el estándar de referencia, estratificando por subgrupos definidos según edad, sexo y estado nutricional.

Posteriormente, la concordancia entre los valores estimados y medidos de TFG se evaluó mediante el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (ρ_c), calculándose intervalos de confianza de 95% para estimar el rango real de concordancia. También se realizó un análisis de Bland-Altman para determinar el sesgo medio y los límites de concordancia de 95%. De forma complementaria, se aplicó la prueba de Bradley-Blackwood para evaluar simultáneamente diferencias en las medias y varianzas entre los métodos de medición, permitiendo identificar discrepancias sistemáticas adicionales entre las estimaciones y el método de referencia.

El análisis se llevó a cabo utilizando Stata® versión 18 y Python 3.1. ChatGPT (OpenAI, San Francisco, CA) brindó apoyo en el análisis de los datos y en la redacción del manuscrito. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación en Seres Humanos de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud el 18 de marzo de 2024, bajo el código de registro DI-I-0078-24. Se determinó que no se requería consentimiento informado debido al carácter retrospectivo del estudio.

Resultados

Entre 2017 y 2023 se analizaron 430 registros de pacientes (mediana de edad: 55 años; RIC: 41–67; 55.8% mujeres) (Tabla 1). La mediana del IMC fue 24.09 kg/m² (RIC: 21.77–27.18), con aproximadamente la mitad de los participantes dentro del rango normal. En cuanto a la función renal, el 67.44% se encontraba en los estadios 1 o 2 de ERC, mientras que 7.45% presentaba estadios avanzados (4 o 5).

La evaluación de las ecuaciones CKD-EPI, MDRD y CG mostró que CKD-EPI presentó la menor diferencia promedio frente a la TFG de referencia (4.3 mL/min/1.73 m²), la mayor exactitud (P30 de 52.1%) y la menor variabilidad (32.0%), en comparación con MDRD (5.5 mL/min/1.73 m²; P30 de 49.3%; variabilidad de 40.5%) y CG (5.6 mL/min/1.73 m²; P30 de 45.4%; variabilidad de 38.1%). Los análisis por subgrupos (Tabla 2) evidenciaron un mejor desempeño de CKD-EPI en mujeres y en pacientes mayores de 60 años, mientras que MDRD y CG mostraron menor fiabilidad en pacientes de raza negra y en aquellos con bajo peso; además, CG tendió a sobreestimar la TFG en pacientes con obesidad grados II y III.

La concordancia en la clasificación por estadios de ERC (Tabla 3) fue ligeramente superior con CKD-EPI (42.8%), especialmente en pacientes mayores de 75 años y en individuos con peso normal, aunque todas las ecuaciones mostraron concordancia similar (60%) en obesidad grado III. El análisis de concordancia mediante el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (Tabla 4) confirmó el mejor desempeño de la ecuación CKD-EPI, con un ρ_c

Tabla 1. Características sociodemográficas, antropométricas y clínicas de la cohorte estudiada, n = 430.

Características demográficas	
Edad (mediana, RIQ)	55.0 (41.0-67.0)
Edad > 60 años	179 (41.6%)
Edad > 75 años	41 (9.5%)
Sexo femenino (número, porcentaje)	240 (55.8%)
Raza negra (número, porcentaje)	13 (3.0%)
Ámbito hospitalario (número, porcentaje)	277 (64.4%)
Características antropométricas	
Peso (mediana, RIQ)	63.0 (55.25-73.0)
Talla (mediana, RIQ)	1.62 (1.55-1.68)
Estado nutricional	
IMC (mediana, RIQ), kg/m ²	24.1 (21.8-27.2)
Bajo peso (número, porcentaje)	30 (7.0%)
Normal (número, porcentaje)	217 (50.5%)
Sobrepeso (número, porcentaje)	122 (28.4%)
Obesidad I (número, porcentaje)	42 (9.8%)
Obesidad II (número, porcentaje)	9 (2.1%)
Obesidad III (número, porcentaje)	10 (2.3%)
Estadios de enfermedad renal crónica	
estadio 1 (número, porcentaje)	140 (32.6%)
Estadio 2 (número, porcentaje)	152 (35.4%)
Estadio 3A (número, porcentaje)	56 (13.0%)
Estadio 3B (número, porcentaje)	50 (11.6%)
Estadio 4 (número, porcentaje)	26 (6.1%)
Estadio 5 (número, porcentaje)	6 (1.4%)
<i>IMC: índice de masa corporal, RIQ: rango Intercuartílico</i>	

de 0.544 (IC 95%: 0.478–0.610; p < 0.000), en comparación con MDRD y Cockcroft-Gault. El análisis de Bland-Altman (Tabla 5, Figura 1) respaldó estos hallazgos, mostrando para CKD-EPI el menor sesgo medio (4.33 mL/min/1.73 m²) y los límites de concordancia más estrechos. En conjunto, CKD-EPI se destaca como la ecuación más confiable y precisa para la estimación de la TFG.

Discusión

Nuestro estudio demostró que las ecuaciones basadas en creatinina (CKD-EPI, MDRD y CG) tienden a sobreestimar la TFG en comparación con la gammagrafía renal con ^{99m}Tc-DTPA, especialmente en pacientes con ERC estadio 5 o con valores de TFG cercanos a la normalidad, un hallazgo consistente con lo reportado por Schwandt et al.

Tabla 2. Comparación de diferencias, variabilidad y exactitud (P30) entre la TFG estimada mediante las ecuaciones CKD-EPI, MDRD, CG y la TFG medida por gammagrafía renal.

Característica	Número de pacientes	Diferencia CKD EPI (mL/min/1.73 m ²)	Diferencia MDRD (mL/min/1.73 m ²)	Diferencia CG (mL/min/1.73 m ²)	Variabilidad CKD EPI (%)	Variabilidad MDRD (%)	Variabilidad CG (%)	P30* CKD EPI (%)	P30* MDRD (%)	P30* CG (%)
Población total	430	4.3	5.5	5.6	41.8	52.9	49.8	52.1	49.3	45.4
Sexo femenino	240	3.4	1.6	5.5	38.9	47.7	45.4	56.3	55.4	46.7
Sexo masculino	190	5.6	10.5	5.7	45.4	58.8	55.3	46.8	41.6	43.7
Raza negra	13	13.0	20.5	8.4	44.0	66.1	55.2	46.2	38.5	53.9
Otras razas	417	4.1	5.1	5.5	41.6	52.1	49.5	52.3	49.6	45.1
Edad >60 años	179	2.4	5.5	-2.8	47.7	56.8	50.4	48.6	43.6	43.0
Edad >75 años	41	5.1	7.7	-4.6	52.8	59.8	48.7	48.8	46.3	53.7
Bajo peso	30	16.4	24.1	9.8	46.0	61.0	49.4	43.3	33.3	26.7
Peso normal	217	3.2	4.5	1.0	39.8	52.4	47.7	53.0	49.3	47.5
Sobrepeso	122	2.0	2.6	4.9	44.3	53.1	52.7	51.6	50.8	48.4
Obesidad grado I	42	9.1	8.3	21.1	38.7	46.8	40.7	50.0	52.4	35.7
Obesidad grado II	9	0.5	-0.1	27.5	47.7	48.4	64.3	55.6	44.4	44.4
Obesidad grado III	10	4.5	2.0	18.6	27.3	31.5	29.2	70.0	70.0	60.0
Estadio 1	140	-15.6	26.7	70.7	-12.6	41.3	57.1	-12.0	36.7	52.9
Estadio 2	152	10.9	34.4	55.9	9.5	41.1	58.6	11.2	44.7	50.7
Estadio 3A	56	17.7	57.2	35.7	19.9	69.4	39.3	19.0	66.1	33.9
Estadio 3B	50	15.2	82.4	30.0	18.3	99.0	32.0	15.2	86.3	42.0
Estadio 4	26	21.2	128.5	11.5	22.7	141.7	11.5	18.9	116.0	11.5
Estadio 5	6	15.3	163.1	33.3	11.4	106.6	33.3	11.8	91.0	16.7

*P30: porcentaje de estimaciones de TFG dentro de ± 30 % de la TFG medida por gammagrafía renal. TFG: tasa de filtración glomerular; CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration; MDRD: Modification of Diet in Renal Disease; CG: Cockcroft-Gault.

Tabla 3. Concordancia en la clasificación de los estadios de la ERC utilizando las ecuaciones CKD-EPI, MDRD y CG en comparación con la TFG medida por gammagrafía renal (estándar de referencia).

Característica	Número de casos	CKD-EPI matches	CKD-EPI (%)	MDRD matches	MDRD (%)	CG matches	CG (%)
Población total	430	184	42.8	178	41.4	156	36.3
Sexo femenino	240	104	43.3	99	41.3	92	38.3
Sexo masculino	190	80	42.1	79	41.6	64	33.7
Edad >60 años	167	61	36.5	57	34.1	44	26.4
Edad >75 años	41	16	39.0	13	31.7	12	29.3
Bajo peso	30	13	43.3	10	33.3	8	26.7
Peso normal	217	100	46.1	94	43.3	84	38.7
Sobrepeso	122	48	39.3	52	42.6	41	33.6
Obesidad grado I	42	12	28.6	13	31.0	12	28.6
Obesidad grado II	9	5	55.6	3	33.3	5	55.6
Obesidad grado III	10	6	60.0	6	60.0	6	60.0

*Los resultados en subgrupos con tamaño muestral reducido deben interpretarse con cautela. ERC: enfermedad renal crónica; CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration; MDRD: modification of Diet in Renal Disease; CG: Cockcroft-Gault; TFG: tasa de filtración glomerular.

Tabla 4. Coeficiente de correlación de concordancia de Lin entre la TFG estimada mediante las ecuaciones CKD-EPI, MDRD y Cockcroft-Gault y la TFG medida por gammagrafía renal (estándar de referencia).

Fórmula	rho_c	DE (rho_c)	n	Límite inferior del IC 95%	Límite superior del IC 95%	Valor de p
CKD-EPI	0.544	0.034	430	0.478	0.610	<0.0001
MDRD	0.435	0.038	430	0.361	0.510	<0.0001
Cockcroft-Gault	0.480	0.036	430	0.409	0.551	<0.0001

CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration; MDRD: Modification of Diet in Renal Disease; CG: Cockcroft-Gault; rho_c: coeficiente de correlación de concordancia de Lin; DE: desviación estándar.; IC 95%: intervalo de confianza de 95%.

Tabla 5. Diferencia mediana y límites de concordancia de Bland-Altman entre las ecuaciones CKD-EPI, MDRD y Cockcroft-Gault y la TFG medida por gammagrafía renal.

Fórmula	Diferencia (mL/min/1.73 m ²)		Límites de concordancia de 95%		Valor de p (prueba de Bradley-Blackwood)
	Promedio	Desviación estándar	(Bland-Altman)		
CKD-EPI	4.3	32.0	-58.4	67.0	0.011
MDRD	5.5	40.5	-73.9	85.0	0.000
Cockcroft-Gault	5.6	38.1	-69.1	80.3	0.000

CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration; MDRD: Modification of Diet in Renal Disease; CG: Cockcroft-Gault; DE: desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza de 95%.

(9). Esta inexactitud puede retrasar intervenciones esenciales –como la diálisis o el trasplante– y conducir a errores en la dosificación de medicamentos, lo que subraya la necesidad de métodos más precisos para la estimación de la TFG en la práctica clínica.

CKD-EPI se destacó como la fórmula más exacta y con menor sesgo, particularmente en pacientes con TFG ≥ 60 mL/min/1.73 m², en concordancia con lo descrito por Jalalonmuhali (15), Michels (12) y Giron-Luque (16), aunque su concordancia con los métodos radionúclidos sigue siendo limitada (13). En contraste, MDRD tendió a subestimar la TFG en pacientes con función renal normal, con sesgos significativos señalados por Botev (17), Michels (12), Giron-Luque (16) y González (18). De forma similar, CG subestimó la TFG en general, a pesar de mostrar un rendimiento algo más confiable en pacientes con TFG < 30 mL/min/1.73 m² (19). En cohortes colombianas, tanto Giron-Luque et al. (16) como González et al. (18) documentaron que las tres ecuaciones subestimaron la TFG, siendo CKD-EPI la de menor sesgo, aunque con baja concordancia ($\kappa \leq 0.41$). Además, en pacientes con ERC, CKD-EPI alcanzó un mayor P30 (84% frente a 76% para MDRD) en los estadios iniciales, si bien todas las fórmulas tendieron a subestimar las TFG elevadas y a sobreestimar los valores bajos, especialmente en personas con diabetes (14). Esta superioridad fue corroborada por un estudio sueco en ERC avanzada (20) y por un análisis español que reportó la mejor concordancia para CKD-EPI (CCI = 0.83) (6).

Análisis adicionales en población adulta mayor mostraron que CG subestima de manera significativa la TFG, mientras que CKD-EPI mantiene una mayor precisión, aunque su exactitud disminuye en valores muy bajos de TFG (5, 21, 22). En individuos de raza negra, CKD-EPI con corrección racial proporcionó las estimaciones más precisas (23). En pacientes con comorbilidades, MDRD tuvo mejor desempeño en ERC avanzada, mientras que CKD-EPI fue superior en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica (9, 24). Sin embargo, en condiciones renales inestables, como la lesión renal aguda, todas las ecuaciones evidenciaron un sesgo elevado (25).

Las fortalezas del estudio incluyen la diversidad en la representación de los estadios de ERC y de los rangos de peso corporal, así como el empleo de múltiples métodos

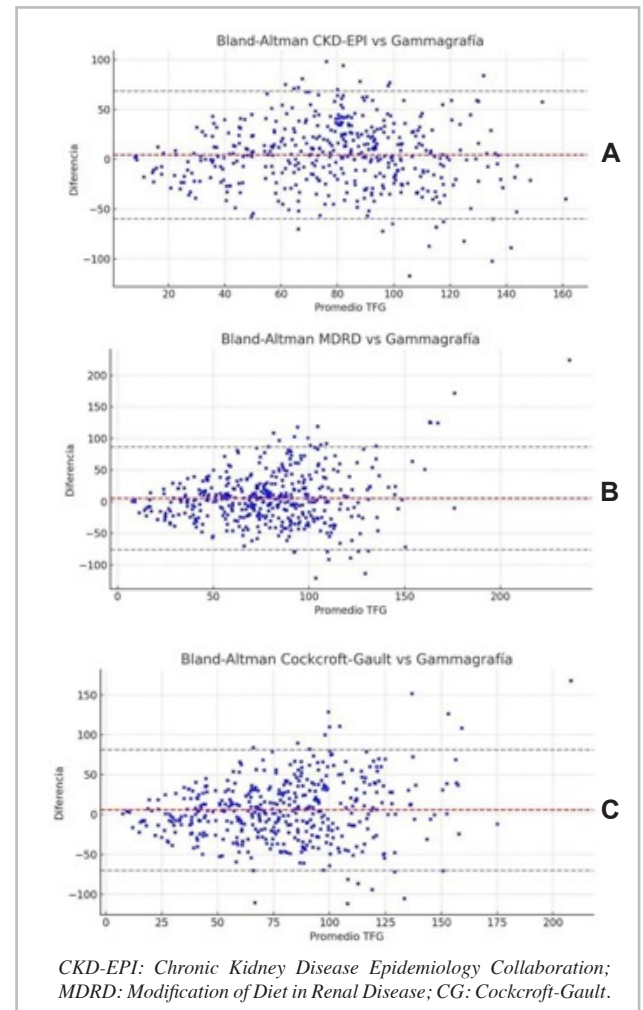


Figura 1. Gráficos de concordancia de Bland-Altman para la comparación entre el promedio de la TFG estimada mediante las fórmulas: a). CKD-EPI, b). MDRD, y c). Cockcroft-Gault y la TFG medida por gammagrafía renal. *La línea roja representa la diferencia media (sesgo) entre los métodos, mientras que las líneas punteadas indican los límites de concordancia de 95%.

para evaluar la concordancia. Entre sus limitaciones se encuentran su diseño transversal y de centro único, además de una población de pacientes predominantemente remitida por patologías urológicas y oncológicas, lo cual podría afectar la generalización de los resultados.

En conclusión, las ecuaciones basadas en creatinina –como CKD-EPI, MDRD y CG– continúan siendo herramientas útiles en la práctica clínica; sin embargo, la precisión global de las estimaciones presentan limitaciones importantes que deben considerarse cuidadosamente en comparación con el método de referencia. Las discrepancias observadas subrayan la necesidad de métodos más exactos y de estudios longitudinales que permitan validar estos hallazgos y optimizar la atención, particularmente en pacientes con factores que afectan la exactitud de la creatinina. La integración de técnicas avanzadas de imagen podría mejorar la estratificación del riesgo y la personalización del manejo en la ERC.

Referencias

- Peer N, George J, Lombard C, Steyn K, Levitt N, Kengne AP. Prevalence, concordance and associations of chronic kidney disease by five estimators in South Africa. *BMC Nephrol*. 2020;21(1):372.
- Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF 3rd, Feldman HI, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med*. 2009;150(9):604–12.
- Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, Greene T, Rogers N, Roth D. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. *Ann Intern Med*. 1999;130(6):461–70.
- Bagnis CI, Pieroni L, Inaoui R, Maksud P, Lallauret S, Valantin MA, et al. Impact of lean mass and bone density on glomerular filtration rate estimation in people living with HIV/AIDS. *PLoS One*. 2017;12(11):e0186410.
- Basile G, Crucitti A, Fusco S, Cucinotta MD, Maltese G, Catalano A, et al. Estimating glomerular filtration rate in centenarians: comparison of the chronic kidney disease epidemiology collaboration (CKD-EPI) and modification of diet in renal disease (MDRD) study equations. *Int Urol Nephrol*. 2014;46(2):481–2.
- Vega A, García de Vinuesa S, Goicoechea M, Verdalles Ú, Martínez-Pueyo ML, Chacón A, et al. Evaluation of methods based on creatinine and cystatin C to estimate glomerular filtration rate in chronic kidney disease. *Int Urol Nephrol*. 2014;46(6):1161–7.
- Frennby B, Almén T, Lilja B, Eriksson LG, Hellsten S, Lindblad B, et al. Determination of the relative glomerular filtration rate of each kidney in man. Comparison between iohexol CT and 99mTc-DTPA scintigraphy. *Acta Radiol*. 1995;36(4):410–7.
- Hojs R, Bevc S, Ekart R, Gorenjak M, Puklavec L. Serum cystatin C-based equation compared to serum creatinine-based equations for estimation of glomerular filtration rate in patients with chronic kidney disease. *Clin Nephrol*. 2008;70(07):10–7.
- Schwandt A, Denking M, Fasching P, Pfeifer M, Wagner C, Weiland J, et al. Comparison of MDRD, CKD-EPI, and Cockcroft-Gault equation in relation to measured glomerular filtration rate among a large cohort with diabetes. *J Diabetes Complications*. 2017;31(9):1376–83.
- Barroso S, Martínez JM, Martín MV, Rayo I, Caravaca F. Accuracy of indirect estimates of renal function in advanced chronic renal failure patients. *Nefrología*. 2006;26(3):344–50.
- Lewis J, Agodoa L, Cheek D, Greene T, Middleton J, O'Connor D, et al. Comparison of cross-sectional renal function measurements in African Americans with hypertensive nephrosclerosis and of primary formulas to estimate glomerular filtration rate. *Am J Kidney Dis*. 2001;38(4):744–53.
- Michels WM, Grootendorst DC, Verduijn M, Elliott EG, Dekker FW, Krediet RT. Performance of the Cockcroft-Gault, MDRD, and New CKD-EPI Formulas in Relation to GFR, Age, and Body Size. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(6):1003–9.
- Johnson DW. Estimated glomerular filtration rate: Which equation is best and how should it be used?. *Nephrology*. 2011;16(5):483–5.
- Veronese FV, Gomes EC, Chanan J, Carraro MA, Camargo EG, Soares AA, et al. Performance of CKD-EPI equation to estimate glomerular filtration rate as compared to MDRD equation in South Brazilian individuals in each stage of renal function. *Clin Chem Lab Med*. 2014;52(12):1747–54.
- Jalalonmuhali M, Lim SK, Md Shah MN, Ng KP. MDRD vs. CKD-EPI in comparison to 51Chromium EDTA: a cross sectional study of Malaysian CKD cohort. *BMC Nephrol*. 2017;18(1):363.
- Giron-Luque F, García-Lopez A, Baez-Suarez Y, Patino-Jaramillo N. Comparison of Three Glomerular Filtration Rate Estimating Equations with 24-Hour Urine Creatinine Clearance Measurement in Potential Living Kidney Donors. *Int J Nephrol*. 2023;2023:2022641.
- Botev R, Mallie JP, Couchoud C, Schuck O, Fauvel JP, Wetzels JFM, et al. Estimating Glomerular Filtration Rate: Cockcroft–Gault and Modification of Diet in Renal Disease Formulas Compared to Renal Inulin Clearance. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2009;4(5):899–906.
- González G CA, Durán Camero A, Vargas MT, García PK, Contreras K, Rodríguez P. Concordance between estimated glomerular filtration rate using equations and that measured using an imaging method. *Rev Med Chil*. 2021;149(1):13–21.
- Björk J, Jones I, Nyman U, Sjöström P. Validation of the Lund-Malmö, Chronic Kidney Disease Epidemiology (CKD-EPI) and Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) equations to estimate glomerular filtration rate in a large Swedish clinical population. *Scand J Urol Nephrol*. 2012;46(3):212–22.
- Evans M, van Stralen KJ, Schön S, Prütz KG, Stendahl M, Rippe B, et al. Glomerular filtration rate-estimating equations for patients with advanced chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2013;28(10):2518–26.
- Willems JM, Vlasveld T, den Elzen WP, Westendorp RG, Rabelink TJ, de Craen AJ, et al. Performance of Cockcroft-Gault, MDRD, and CKD-EPI in estimating prevalence of renal function and predicting survival in the oldest old. *BMC Geriatr*. 2013;13:113.
- Changjie G, Xusheng Z, Hui D, Jianwen L, Ming L. Application of creatinine-based eGFR equations in Chinese septuagenarians and octogenarians. *Int Urol Nephrol*. 2024;56(2):719–30.
- Omuse G, Maina D, Mwangi J, Wambua C, Kanyua A, Kagotho E, et al. Comparison of equations for estimating glomerular filtration rate in screening for chronic kidney disease in asymptomatic black Africans: a cross sectional study. *BMC Nephrol*. 2017;18(1):369.
- Valente MAE, Hillege HL, Navis G, Voors AA, Dunselman PHJM, van Veldhuisen DJ, et al. The Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration equation outperforms the Modification of Diet in Renal Disease equation for estimating glomerular filtration rate in chronic systolic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2014;16(1):86–94.
- Bragadottir G, Redfors B, Ricksten S-E. Assessing glomerular filtration rate (GFR) in critically ill patients with acute kidney injury—true GFR versus urinary creatinine clearance and estimating equations. *Crit Care*. 2013;17(3):R108.



Material suplementario

Prueba índice

Las pruebas índice evaluadas fueron tres ecuaciones de estimación de la TFG basadas en la creatinina sérica:

1. **Ecuación CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration):** Desarrollada en 2009 por Levey y colaboradores (1), esta ecuación mejora la precisión en la estimación de la TFG, especialmente en individuos con función renal cercana a la normalidad. Fue derivada de una población diversa que incluía personas con y sin enfermedad renal crónica.

La fórmula se expresa de la siguiente manera:

° Para mujeres:

- Si creatinina ≤ 0.7 mg/dL: $TFG = 144 * \left(\frac{Cr}{0.7}\right)^{-0.329} * (0.993)^{age}$
- Si creatinina > 0.7 mg/dL: $TFG = 144 * \left(\frac{Cr}{0.7}\right)^{-1.209} * (0.993)^{age}$

Para hombres:

- Si creatinina ≤ 0.9 mg/dL: $TFG = 141 * \left(\frac{Cr}{0.7}\right)^{-0.411} * (0.993)^{age}$
- Si creatinina > 0.9 mg/dL: $TFG = 141 * \left(\frac{Cr}{0.7}\right)^{-1.209} * (0.993)^{age}$

Donde:

- Cr: creatinina sérica (mg/dL)
- Edad: años.

La TFG se expresa en mL/min/1.73 m².

2. **Ecuación MDRD (Modification of Diet in Renal Disease):** Desarrollada en 1999 por Levey y colaboradores (2), esta ecuación se utiliza ampliamente para estimar la TFG en pacientes con enfermedad renal crónica. Fue desarrollada a partir de una población de pacientes con enfermedad renal en el estudio MDRD.

La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$TFG = 175 * Cr^{-1.154} * Age^{-0.203} * (0.742 \text{ if woman}) * (1.212 \text{ if afroamerican})$$

Donde:

- Cr: creatinina sérica (mg/dL)
- Edad: años

La TFG se expresa en mL/min/1.73 m².

3. **Ecuación de Cockcroft-Gault:** La ecuación fue propuesta en 1976 por Cockcroft y Gault (3), y estima el aclaramiento de creatinina basándose en la creatinina sérica, el peso corporal, la edad y el sexo del paciente. Fue desarrollada en una población de pacientes hospitalizados adultos.

La fórmula se expresa de la siguiente manera: $TFG = \frac{(140-age)*Peso(kg)}{72*Cr} * (0.85 \text{ if woman})$

Donde:

- Cr: creatinina sérica (mg/dL).
- Edad: años

El resultado corresponde al aclaramiento de creatinina (mL/min).

Estándar de referencia

La gammagrafía renal con ^{99m}Tc-DTPA se empleó como método de referencia (gold standard) para la medición de la TFG. Este procedimiento consiste en la administración intravenosa de ácido dietilentríamino-pentaacético marcado con tecnecio-^{99m}, seguida de la adquisición dinámica de imágenes mediante una gammacámara para evaluar la captación y excreción renal del trazador.

Este método permite estimar la TFG calculando la tasa de depuración del trazador, proporcionando una medición confiable y precisa que no se ve afectada por la secreción tubular.

Referencias

1. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF 3rd, Feldman HI, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med.* 2009;150(9):604–12.
2. Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, Greene T, Rogers N, Roth D. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. *Ann Intern Med.* 1999;130(6):461–70.
3. Basile G, Crucitti A, Fusco S, Cucinotta MD, Maltese G, Catalano A, et al. Estimating glomerular filtration rate in centenarians: comparison of the chronic kidney disease epidemiology collaboration (CKD-EPI) and modification of diet in renal disease (MDRD) study equations. *Int Urol Nephrol.* 2014;46(2):481–2.