

Desempeño comparativo de ecuaciones de estimación de excreción urinaria de creatinina

JUAN PABLO HUIDOBRO E.^{1,2}, JORGE VEGA^{2,3},
RODRIGO A. SEPÚLVEDA¹, ANDRÉS ASTORGA⁴

Comparative performance of urinary creatinine excretion estimating equations

Background: 24-hour urine collection accuracy is generally evaluated based on the values of urine creatinine (UCr) excretion, usually using ranges adjusted by weight. UCr excretion depends on several factors. Equations to estimate UCr in 24-hour collection (UCr/24h) that consider these factors have been developed. However, these formulas have not been evaluated in a sample of Latinamerican origin. **Aim:** To evaluate the performance of the existing UCr/24h estimation equations in a sample of Latinamerican origin. **Material and Methods:** 24-hour urine collections from 181 ambulatory patients were analyzed. Measured UCr/24h was compared with estimated UCr (eUCr) through the equations of Ix (CKD-EPI), Gerber-Mann, Goldwasser, Cockcroft-Gault, Rule, Walser, Kawasaki, Tanaka and Huidobro. Performance of the nine equations to estimate UCr/24h was evaluated with the Pearson correlation and Lin concordance coefficients, and Bland-Altman method. Bias, precision, and accuracy (percentage of collections within 30% of measured UCr or P30) were also calculated. **Results:** Measured UCr/24h in the 181 patients was 1236 + 378 mg. Correlation coefficient (Pearson) of the eUCr/24h with the equations of Walser, Ix and Huidobro and the measured UCr/24h was strongly positive. Rule and Kawasaki equations had the lowest positive correlation coefficients. Bias was similar using the formulas of Walser, Goldwasser, Kawasaki, Ix and Huidobro. Walser, Ix, Huidobro, Cockcroft-Gault and Goldwasser equations had good accuracy (P30 > 85%), while Gerber-Mann, Tanaka, Rule and Kawasaki formulas had a P30 < 65%. **Conclusions:** Walser, Ix and Huidobro equations had the best performance to estimate UCr/24h excretion in a population of latinamerican origin.

(Rev Med Chile 2021; 149: 1577-1584)

Key words: Creatinine; Glomerular Filtration Rate; Kidney Function Tests; Renal Elimination.

La medición de la excreción urinaria de creatinina en 24 h (UCr/24 h) es utilizada frecuentemente en la práctica clínica para asegurar que la recolección de orina de 24 h ha sido completa y para interpretar correctamente el aclaramiento de creatinina. Para ello, se suele multiplicar la concentración de creatinina urinaria (UCr) (expresada en

mg/dL) por el número de decilitros de orina recogidos durante el período y el resultado, expresado en mg/24 h, se divide por el peso del paciente. Así, se compara un valor de UCr en mg/kg/24 h con los valores esperados en hombres o mujeres¹. Cuando el valor es menor de lo esperado, se asume que la recolección ha sido incompleta.

¹Departamento de Nefrología. Escuela de Medicina. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

²Sección de Nefrología. Hospital Naval Almirante Nef. Viña del Mar, Chile.

³Departamento de Medicina. Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

⁴Servicio de Medicina Interna. Hospital Dr. Gustavo Fricke. Viña del Mar, Chile.

Trabajo no recibió financiamiento.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido el 25 de noviembre de 2020, aceptado el 20 de septiembre de 2021.

Correspondencia a :
Juan Pablo Huidobro E.
Diagonal Paraguay 362, 4° piso.
Santiago, Chile.
jphuidob@uc.cl

La UCr/24 h también se utiliza para verificar la recolección adecuada de orina en la medición de algunos analitos de interés clínico, como proteínas y albúmina, electrolitos (sodio, potasio, fósforo, yodo), hormonas (aldosterona, cortisol, catecolaminas, metanefrinas), metabolitos (ácido 5-hidroxiindolacético) y drogas ilícitas. También se utiliza en la evaluación de urolitiasis (calcio, ácido úrico, oxalato, citrato, magnesio) y en la estimación del balance de nitrógeno (nitrógeno ureico en orina), entre otros²⁻⁴.

La UCr/24 h puede ser útil para estimar la excreción de un analito en 24 h a partir de una muestra de orina aislada utilizando la relación analito/creatinina².

La estimación de la tasa de filtración glomerular (TFG) mediante un aclaramiento de creatinina en una recolección de orina de 24 h se ha reemplazado en la práctica clínica por ecuaciones basadas en la creatinina sérica (Cr) u otros biomarcadores, y, generalmente, se infiere la detección de albuminuria y proteinuria en la enfermedad renal de la relación albúmina (o proteína)/creatinina en una muestra de orina aislada. Sin embargo, tanto para la medición de la proteinuria como para los otros análisis mencionados anteriormente, la recolección de orina de 24 h sigue siendo el estándar de oro³.

El principal problema con el análisis de orina de 24 h es una recolección incompleta, lo que ocurre en alrededor de 30% de las veces⁴. También puede ocurrir una recolección excesiva (cuando se incluye la primera orina de la mañana al comienzo de la recolección). Estas dos situaciones modifican

significativamente los resultados de la medición de los analitos investigados.

Por este motivo, se han propuesto varias ecuaciones para estimar la excreción de UCr/24 h (Tabla 1), lo que tiene el potencial de evitar los inconvenientes de la recolección de orina de 24 h y también considerar otros factores que influyen en la UCr/24 h (sexo, raza, edad, dieta, masa muscular, etc.)²⁻¹².

Hasta hace poco, estaban disponibles 8 ecuaciones para estimar UCr/24 h. Estas son las fórmulas de Ix (CKD-EPI), Gerber-Mann, Goldwasser, Cockcroft-Gault, Rule, Walser, Kawasaki y Tanaka^{3-6,8-10,12}. Ninguna de estas ecuaciones se desarrolló en pacientes de origen latinoamericano, por lo que es probable que no les sean del todo aplicables. Recientemente se desarrolló una nueva ecuación para la estimación de UCr/24 h (eUCr/24 h) con una base de datos de pacientes chilenos (ecuación de Huidobro)¹³.

El objetivo de este trabajo fue comparar el rendimiento de las ecuaciones actualmente disponibles para la estimación del valor de creatininuria en 24 h con el valor de la creatininuria medida en una recolección de orina 24 h en pacientes chilenos.

Materiales y Métodos

Participantes

Estudio observacional prospectivo que incluyó a 230 pacientes que asistieron a controles de nefrología ambulatoria en el Hospital Naval Almirante

Tabla 1. Ecuaciones para estimar la excreción urinaria de creatinina de 24 h (mg/24 h)

Huidobro	= 345 + peso (Kg) x 12 + talla (cm) x 3 - edad (años) x 5 - 340 (si mujer)
Tanaka	= - 2,04 x edad (años) + 14,89 x peso (Kg) + 16,14 x talla (cm) - 2244,45
Ix (CKD-EPI)	= 879,89 + 12,51 x peso (Kg) - 6,19 x edad (años) + 34,51 (si raza negra) - 379,42 (si mujer)
Cockcroft-Gault	= 28 - (edad (años) x 0,2) x peso (Kg) x 0,85 (si mujer)
Walser	Hombres = 28,2 - (0,172 x edad (años)) x peso (Kg) Mujeres = 21,9 - (0,115 x edad (años)) x peso (Kg)
Goldwasser	= (23,6 - (edad (años)/8,3) + 1,19 (si raza negra)) x peso (Kg)
Gerber-Mann	= 699 - 421,9 (si mujer) + 16,83 x peso (Kg) - 25,82 (si raza blanca) - 2,67 x edad (años)
Rule	= (exp (7,26 - 0,26 (si mujer) - (0,011 x (edad - 55) si edad > 55)) x superficie corporal/1,73 (m ²))
Kawasaki	Hombres = - 4,72 x edad + 8,58 x peso (Kg) + 5,09 x talla (cm) - 74,5 Mujeres = - 12,63 x edad + 15,12 x peso (Kg) + 7,39 x x talla (cm) - 79,9

Nef de Viña del Mar durante un período de 5 meses (septiembre de 2019 a febrero de 2020) que tenían al menos una recolección de orina de 24 h. Solo se utilizaron los resultados de la primera recopilación cuando hubo más de una determinación. Las recolecciones de orina de 24 h se consideraron válidas según los criterios de la Clínica Mayo ($UCr > 350$ y < 3.500 mg/24 h; hombres: 13-29 mg/Kg/24 h, mujeres 9-26 mg/Kg/24 h)¹, los que fueron utilizados en los trabajos publicados para conocer el desempeño de las distintas ecuaciones. Se excluyeron los pacientes cuyas recolecciones no cumplían con estos requisitos. Los pacientes fueron instruidos personalmente por el médico tratante sobre cómo realizar correctamente la recolección de orina de 24 h. A los pacientes con deterioro cognitivo, incontinencia urinaria o problemas graves de movilidad no se les solicitó pruebas que requirieran recolección de orina de 24 h. Los volúmenes urinarios se midieron en el laboratorio y Cr y UCr se determinaron con el método de Jaffe compensado con IDMS.

La concentración de UCr se expresó en mg/dL y la cantidad de creatinina eliminada en 24 h se obtuvo multiplicando su concentración por el número de decilitros de orina recolectados en 24 h. Su valor expresado en mg/Kg/24 h se calculó utilizando el peso del paciente obtenido en el momento de la entrega de la recogida de orina en el laboratorio. También se registraron los siguientes datos: edad, condición que motivó la consulta, sexo, peso, talla, IMC, superficie corporal, volumen urinario en 24 h, Cr, aclaramiento de creatinina y proteinuria de 24 h. La TFG se estimó con las ecuaciones MDRD¹⁴ y CKD-EPI¹⁵.

El Comité de Ética del Hospital Naval Almirante Nef aprobó esta investigación, que, al no realizar intervención sobre los pacientes no requirió consentimiento informado, toda vez que los procedimientos realizados correspondían a investigaciones clínicas de rutina clínicamente indicadas y los resultados se incluyeron en una base de datos anonimizada.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se registraron como número y porcentaje (%). Las variables continuas se distribuyeron normalmente y se expresaron como media y desviación estándar (DE).

La UCr medida en una recolección de 24 h se

comparó con la eUCr/24 h mediante las ecuaciones de Ix (CKD-EPI), Gerber-Mann, Goldwasser, Cockcroft-Gault, Rule, Walser, Kawasaki, Tanaka y Huidobro^{3-6,8-10,12,13}.

El rendimiento de las 9 ecuaciones para estimar UCr/24 h se evaluó con el coeficiente de correlación de Pearson, el coeficiente de concordancia de Lin y los gráficos de Bland-Altman. El sesgo se calculó como la media de las diferencias individuales entre la eUCr/24 h y la UCr/24 h medida de todos los participantes de este estudio. La precisión se definió como el valor más bajo de la desviación estándar. Para evaluar la exactitud de las fórmulas, se calculó el porcentaje de eUCr/24 h que estaban dentro del 30% de la UCr medida en 24 h.

Se consideró estadísticamente significativa una $p < 0,05$. Todos los análisis se realizaron utilizando el *software* Stata 14.0 (Stata Corporation, College Station, TX, USA).

Resultados

Entre los 230 pacientes estudiados, 49 (21,3%) fueron excluidos porque sus recolecciones de orina de 24 h no cumplieron con los criterios de inclusión. Los 181 pacientes restantes eran todos chilenos y 59,7% de ellos eran hombres. No había pacientes de raza negra. La edad media fue de $61,3 \pm 16,1$ años (rango: 18-93). Los datos antropométricos se detallan en la Tabla 2.

Las patologías más frecuentes en esta serie de pacientes fueron hipertensión arterial, glomerulopatías primarias o secundarias, nefropatía diabética, hematuria y trasplante renal (Tabla 3). La Cr media fue de $1,5 \pm 0,8$ mg/dL, el aclaramiento de creatinina de 24 h de $69,5 \pm 35,9$ mL/min/1,73m² y la TFG estimada con las ecuaciones MDRD y CKD-EPI fue de $54,2 \pm 25,7$ y $57,2 \pm 28,8$ mL/min/1,73m², respectivamente. Casi la mitad de los pacientes (49,2%) presentaba una reducción de la función renal por debajo de 60 mL/min/1,73 m² y el 37,7% de ellos presentaba proteinuria > 300 mg/24 h (Tabla 2).

La UCr medida/24 h fue de 1.236 ± 378 mg; 1.393 ± 357 en hombres y 1.005 ± 276 en mujeres. La UCr/24 h expresada por kilogramo de peso fue de $16,4 \pm 3,8$ en la serie total; $17,8 \pm 3,6$ en hombres y $14,5 \pm 3,2$ en mujeres (Tabla 3).

La mediana de eUCr/24 h con las 9 ecuaciones se muestra en la Tabla 4.

Tabla 2. Características demográficas y de función renal de 181 pacientes

Características		Rango
Número de pacientes	181	
Edad (años), media (DE)	61,3 (16,1)	18-93
Sexo masculino, n (%)	108 (59,7%)	
Peso (kg), media (DE)	75 (13,3)	42-126
Talla (cm), media (DE)	166,7 (8,1)	147-190
Superficie corporal (m ²), media (DE)	1,83 (0,18)	1,38-2,42
Índice de masa corporal (kg/m ²), media (DE)	27 (4,2)	16-42
Volumen urinario (ml/24 h), media (DE)	2103 (767)	750-4400
Creatinina plasmática (mg/dl) media (DE)	1,5 (0,8)	0,5-5,49
Clearance de creatinina (24-horas) (ml/min) media (DE)	65,3 (32,8)	9,1-180,6
Clearance de creatinina (24-horas) (ajustado) (ml/min/1,73 m ²) media (DE)	69,5 (35,9)	7,3-225,4
Clearance de creatinina (24-horas) \geq 60 ml/min/1,73 m ² , n (%)	92 (50,8%)	
Clearance de creatinina (24-horas) $<$ 60 ml/min/1,73 m ² , n (%)	89 (49,2%)	
GFR estimada por MDRD (ml/min/1,73 m ²) media (DE)	54,2 (25,7)	8,4-129,6
GFR estimada por CKD-EPI (ml/min/1,73 m ²) media (DE)	57,2 (28,8)	8,2-126,6
Proteinuria de 24 horas $<$ 300 mg, n (%)	109 (62,3%)	
Proteinuria de 24 horas \geq 300 mg, n (%)	66 (37,7%)	

DE: Desviación estándar.

Tabla 3. Diagnóstico que motivó la recolección de orina de 24 h

Diagnóstico	n (%)
Diabetes mellitus	28 (15,5)
Hipertensión arterial	44 (24,3)
Glomerulopatía primaria	30 (16,6)
Glomerulopatía secundaria*	7 (3,9)
Riñón único	12 (6,6)
Atrofia renal unilateral	7 (3,9)
Uropatía obstructiva	4 (2,2)
Trasplante renal	13 (7,1)
Hematuria/Proteinuria	14 (7,7)
Otras	22 (12,1)

*Exceptuando enfermedad renal diabética.

Todas las ecuaciones tuvieron una correlación lineal significativa (Pearson) con la UCr medida/24 h. La correlación de las ecuaciones de Walser, Ix (CKD-EPI) y Huidobro y la UCr/24 h medida mediante el coeficiente de correlación de Pearson fue fuertemente positiva (0,77, 0,77 y 0,76, respectivamente). Las ecuaciones de Rule y Kawasaki tuvieron el coeficiente de correlación positivo más bajo (0,16 y 0,22, respectivamente) (Tabla 5).

El sesgo (diferencia entre el promedio de UCr/24 h estimada con las ecuaciones y la UCr/24 h medida) fue similar utilizando las fórmulas de Walser, Goldwasser, Kawasaki, Ix (CKD-EPI) y Huidobro (Tabla 5). La precisión (valor más bajo de la desviación estándar) fue prácticamente la misma entre todas las ecuaciones, con excepción de las ecuaciones de Rule y Kawasaki que tuvieron un peor desempeño (Tabla 5).

Tabla 4. Creatininuria de 24 h medida y estimada por las diferentes ecuaciones

	Media (DE)	Rango
Creatininuria medida (mg/24 h)	1.236 (378)	498-2.889
Creatininuria medida /peso (mg/kg/24 h)	16,4 (3,8)	9-27,5
Estimación de creatininuria con ecuación de Huidobro (mg/24 h)	1.301 (289)	573-2.127
Estimación de creatininuria con ecuación de Tanaka (mg/24 h)	1.437 (288)	665-2.427
Estimación de creatininuria con ecuación de Ix (mg/24 h)	1.285 (296)	544-2.122
Estimación de creatininuria con ecuación de Cockcroft-Gault (mg/24 h)	1.112 (317)	415-2.167
Estimación de creatininuria con ecuación de Walser (mg/24 h)	1.240 (315)	554-2.383
Estimación de creatininuria con ecuación de Goldwasser (mg/24 h)	1.216 (259)	611-2.154
Estimación de creatininuria con ecuación de Gerber and Mann (mg/24 h)	1.601 (350)	785-2.650
Estimación de creatininuria con ecuación de Rule (mg/24 h)	1.161 (208)	695-1.702
Estimación de creatininuria con ecuación de Kawasaki (mg/24 h)	1.273 (265)	613-2.151

Tabla 5. Rendimiento de las ecuaciones para estimar creatininuria en población chilena

Ecuación	Coefficiente de concordancia (Lin)	Correlación lineal (Pearson)	Sesgo (mg/día) (DE)	P30
Huidobro	0,72	0,76	-64 (256)	87%
Tanaka	0,55	0,67	-200 (283)	64%
Ix (CKD-EPI)	0,74	0,77	-48,8 (242)	90%
Cockcroft-Gault	0,68	0,74	124,6 (259)	86%
Walser	0,76	0,77	-3,5 (243)	93%
Goldwasser	0,63	0,68	20,1 (277)	86%
Gerber-Mann	0,49	0,73	-364,6 (268)	46%
Rule	0,13	0,16	75,2 (402)	59%
Kawasaki	0,2	0,22	-36,6 (412)	63%

DE: Desviación estándar. P30: Porcentaje de las estimaciones que estaban dentro del 30% de la creatininuria medida en 24 h.

Las ecuaciones de eUCr/24 h de Walser, Ix (CKD-EPI), Huidobro, Cockcroft-Gault y Goldwasser tuvieron buena exactitud (P30 > 85%). Los peores resultados en este parámetro fueron obtenidos con las fórmulas de Gerber-Mann, Tanaka, Rule y Kawasaki (Tabla 5).

Los gráficos de Bland-Altman muestran que todas las ecuaciones tienden a sobreestimar los valores bajos y subestimar los valores altos de UCr medida, excepto la ecuación de Gerber-Mann, que sobreestima sistemáticamente la UCr medida. A pesar de tener un sesgo bajo, las ecuaciones de Goldwasser, Rule y Kawasaki muestran una

amplia dispersión. Las ecuaciones de Walser, Ix (CKD-EPI) y Huidobro tienen la mejor capacidad predictiva de la UCr/24 h en esta población (Figura 1).

Discusión

La recolección de orina de 24 h es una herramienta valiosa en la evaluación de una gran variedad de situaciones clínicas (endocrinológicas, nefrológicas, toxicológicas, urológicas, nutricionales, etc.). Sin embargo, es un procedimiento

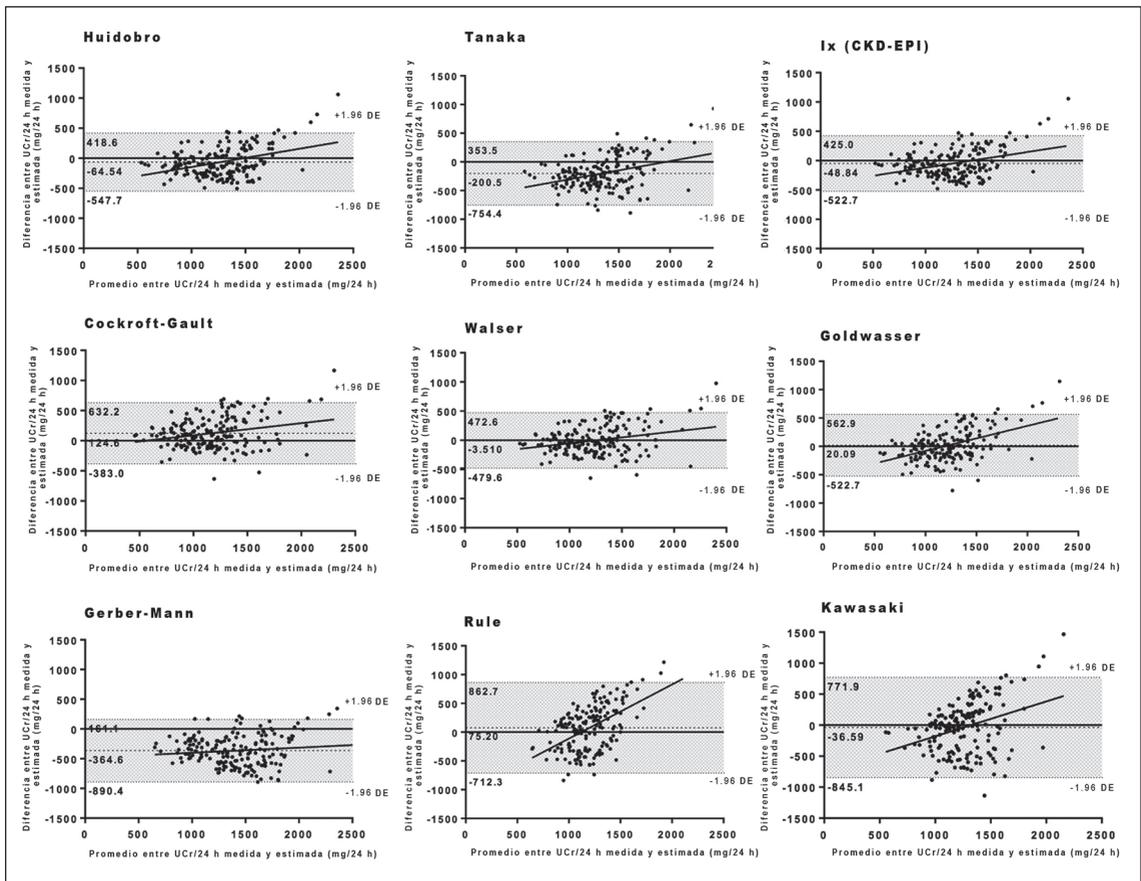


Figura 1. Gráficos de Bland-Altman de las 9 ecuaciones que muestran la diferencia entre la creatinuria de 24 h (UCr/24 h) medida y estimada representada frente al promedio de la creatinuria de 24 horas (UCr/24 h) medida y estimada. CKD-EPI, Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration. DE, desviación estándar.

engorroso y propenso a errores¹⁶. La estimación de la UCr/24 h mediante fórmulas puede servir para evaluar la confiabilidad de la recogida de orina y estimar la excreción de un analito en 24 h mediante la normalización de su valor puntual a creatinina urinaria.

Las ecuaciones para estimar UCr/24 h se basan en datos antropométricos y demográficos, siendo el peso el componente principal de las fórmulas. Esto refleja el hecho de que la excreción de creatinina depende principalmente de la masa muscular y, en menor medida, de la raza, el sexo y la edad^{3-5,8-10,12}. Como estos factores son diferentes entre poblaciones, el rendimiento de estas ecuaciones podría variar según la etnia de la población incluida en la muestra.

A la fecha, no existen reportes del desempeño de las diferentes ecuaciones para predecir la UCr/24 h en población de origen latinoamericano. Recientemente, se derivó una fórmula utilizando valores de la población chilena¹³, pero su desempeño en comparación con las ecuaciones existentes no ha sido evaluado en una muestra independiente.

En este análisis, las ecuaciones de Walser, Ix (CKD-EPI) y Huidobro tuvieron el mejor desempeño en la estimación de la UCr/24 h en una población de origen latinoamericano (Tabla 5). Los coeficientes de correlación lineal de Pearson entre la UCr/24 h estimada y medida fueron positivos y similares entre estas ecuaciones, así como los coeficientes de correlación de Lin. Las

ecuaciones de Rule, Kawasaki, Gerber-Mann y Tanaka tuvieron un peor desempeño (Tabla 4). La exactitud (determinada por P30) fue alta con las ecuaciones de Walser, Ix (CKD-EPI), Huidobro, Cockcroft-Gault y Goldwasser; mientras que Tanaka, Gerber-Mann, Kawasaki y Rule tuvieron una exactitud menor a 65%. Es de destacar que Rule y colaboradores excluyeron a los pacientes blancos de origen latinoamericano de la población utilizada para desarrollar su ecuación⁸, Gerber y Mann incluyeron a 40% de los participantes de origen negro en la población en desarrollo⁴ y las ecuaciones de Kawasaki y Tanaka no incluyeron participantes de origen latinoamericano^{10,12}. Esto puede explicar su desempeño inferior en una muestra de población latinoamericana como la chilena.

Una fortaleza de este estudio fue que todos los participantes fueron instruidos personalmente por los autores sobre el procedimiento para recolectar la muestra de orina de 24 h. También es, hasta donde sabemos, el primer estudio que prueba el desempeño de ecuaciones existentes en una muestra de población de origen latinoamericano. Según nuestro conocimiento, existen solo dos comparaciones del desempeño de las fórmulas previamente existentes. Jedrusik y colaboradores demostraron, en una población de 293 pacientes hipertensos hospitalizados en un centro terciario en Polonia, que las ecuaciones que mejor predecían la UCr/24 h fueron las de Ix (CKD-EPI) y Rule, mientras que las fórmulas asiáticas (Tanaka y Kawasaki) tuvieron el peor desempeño². El grupo CKD-EPI comparó su ecuación de estimación de UCr/24 h con las ecuaciones de Cockcroft-Gault, Walser, Rule y Goldwasser en 987 individuos mayoritariamente caucásicos, encontrando que su ecuación tuvo el mejor rendimiento, mientras que las ecuaciones de Cockcroft-Gault, Walser y Goldwasser tendían a sobreestimar la UCr/24 h en los individuos con creatininurias medidas altas³. Las limitaciones de nuestro estudio son el tamaño relativamente modesto de la muestra que incluyó participantes de un solo centro hospitalario.

En suma:

La evaluación del desempeño de nueve ecuaciones existentes para estimar la excreción de creatinina en orina en una muestra de población chilena (habitantes de la Quinta Región) mostró

que las reportadas por Walser, Ix y Huidobro tuvieron el mejor desempeño.

Esta experiencia constituye una primera validación de ecuaciones para estimar la creatininuria en nuestro país y debiera aplicarse en otros centros para ratificar su validez nacional.

Referencias

1. Mayo Clinic, Mayo Medical Laboratories, Creatinine, 24 hour, urine, <https://www.mayocliniclabs.com/test-catalog/Clinical+and+Interpretive/8513>. Accedido el 24 de Noviembre de 2020.
2. Jedrusik P, Symonides B, Gaciong Z. Performance of 24-hour urinary creatinine excretion-estimating equations in relation to measured 24-hour urinary creatinine excretion in hospitalized hypertensive patients. *Sci Rep* 2019; 9: 3593.
3. Ix JH, Wassel CL, Stevens LA, Beck GJ, Froissart M, Navis G, et al. Equations to estimate excretion rate: the CKD epidemiology collaboration. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011; 6: 184-91.
4. Gerber LM, Mann SJ. Development of a model to estimate 24-hour urinary creatinine excretion. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2014; 16: 367-71.
5. Goldwasser P, Aboul-Magd A, Mahendra M. Race and creatinine excretion in chronic renal insufficiency. *Am J Kidney Dis* 1997; 30: 16-22.
6. Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976; 16: 31-41.
7. James GD, Sealey JE, Alderman M, Ljungman S, Mueller FB, Pecker MS, et al. A longitudinal study of urinary creatinine and creatinine clearance in normal subjects. Race, sex, and age differences. *AJH* 1988; 1: 124-31.
8. Rule AD, Bailey KR, Schwartz GL, Khosla S, Lieske JC, Melton III LJ. For estimating creatinine clearance measuring muscle mass gives better results than those based on demographics. *Kidney Int* 2009; 75: 1071-8.
9. Walser M. Creatinine excretion as a measure of protein nutrition in adults of varying age. *J Parenter Enteral Nutr* 1987; 11: 73S.
10. Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, Sasaki H. A simple method for estimating 24 h urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adults. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1993; 20: 7-14.
11. Mente A, O'Donnell MJ, Dagenais G, Wielgosz A, Lear SA, McQueen MJ, et al. Validation and comparison of three formulae to estimate sodium and potassium excretion from a single morning fasting urine compared to 24-h measures in 11 countries. *J Hypertens* 2014; 32: 1005-15.

12. Tanaka T, Okamura T, Miuria K, Kadowaki T, Ueshima H, Nakawawa H, et al. A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens* 2002; 16: 97-103.
13. Huidobro E JP, Sepúlveda RA, Muñoz GM. [A new equation to predict urine creatinine values using data from Chilean population]. *Rev Med Chile* 2020; 148:734-739.
14. Levey AS, Coresh J, Greene T, Stevens LA, Zhang YL, Hendriksen S, et al. Using standardized serum creatinine values in the modification of diet in renal disease study equation for estimating glomerular filtration rate. *Ann Intern Med*. 2006; 145: 247-54.
15. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF, Feldman HI, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med*. 2009; 150: 604-12.
16. Boyd C, Wood K, Whitaker D, Ashorobi O, Harvey L, Oster R, et al. Accuracy in 24-hour urine collection at a tertiary center. *Rev Urol* 2018; 20: 119-24.