



# Boletín Médico del Hospital Infantil de México

[www.elsevier.es/bmhim](http://www.elsevier.es/bmhim)



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

### Concordancia de la tasa de filtración glomerular con depuración de creatinina en orina de 24 horas, fórmulas de Schwartz y Schwartz actualizada



María Luisa Salazar-Gutiérrez, Cristina Ochoa-Ponce, Juan Carlos Lona-Reyes\*  
y Sara Ivonne Gutiérrez-Íñiguez

Departamento de Pediatría, Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca, Guadalajara, Jalisco, México

Recibido el 6 de abril de 2016; aceptado el 13 de mayo de 2016

Disponible en Internet el 1 de junio de 2016

#### PALABRAS CLAVE

Tasa de filtración glomerular;  
Insuficiencia renal;  
Enfermedades del riñón

#### Resumen

**Introducción:** Los métodos de referencia para cuantificar la tasa de filtración glomerular (TFG) son poco accesibles en la práctica clínica. Para evaluar la TFG se utilizan fórmulas basadas en la creatinina sérica y/o aclaramiento de creatinina. El objetivo de este estudio fue cuantificar la correlación y concordancia de la TFG con depuración de creatinina en orina de 24 horas (TFG24) y fórmulas de Schwartz y Schwartz actualizada.

**Métodos:** Estudio transversal analítico que incluyó pacientes de 5 a 16.9 años, sanos y con enfermedad renal crónica. Se evaluó la relación lineal entre la TFG24 y ambas fórmulas con el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) y la concordancia con el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

**Resultados:** Se estudiaron 134 pacientes, 59.7% de género masculino, la edad promedio fue 10.8 años. La TFG24 promedio fue 140.34 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>; el 34.3% ( $n=46$ ) presentaron TFG < 90 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>. Se observó moderada relación lineal entre la TFG24 y las fórmulas de Schwartz ( $r=0.63$ ) y Schwartz actualizada ( $r=0.65$ ). Hubo buena concordancia entre la TFG24 y fórmula de Schwartz (CCI= 0.77) y de Schwartz actualizada (CCI= 0.77). En pacientes con TFG24  $\geq 90$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup> la fórmula de Schwartz clásica estimó valores mayores de TFG, mientras que Schwartz actualizada subestimó los valores.

**Conclusiones:** Existe moderada correlación y buena concordancia entre la TFG24 y fórmulas de Schwartz y Schwartz actualizada. Con ambas fórmulas la concordancia fue mayor en pacientes con obesidad y menor en mujeres, pacientes con hiperfiltración y con peso normal.

© 2016 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [carloslona5@hotmail.com](mailto:carloslona5@hotmail.com), [juancarloslonareyes@yahoo.com.mx](mailto:juancarloslonareyes@yahoo.com.mx) (J.C. Lona-Reyes).

**KEYWORDS**

Glomerular filtration rate;  
Renal insufficiency;  
Kidney diseases

## Concordance of glomerular filtration rate with creatinine clearance in 24-hour urine and Schwartz and Schwartz updated

**Abstract**

**Background:** Reference methods for the quantification of the glomerular filtration rate (GFR) are difficult to use in clinical practice; formulas for evaluating GFR based on serum creatinine (SCr) and/or creatinine clearance are used. The aim of this study was to quantify the correlation and concordance of GFR with creatinine clearance in 24-hour urine (GFR24) and Schwartz and Schwartz updated formulas.

**Methods:** Cross-sectional study involving healthy pediatric patients and with chronic kidney disease (CKD) from 5 to 16.9 years. Linear correlation between GFR 24 and two formulas was evaluated with the Pearson correlation coefficient ( $r$ ) and intraclass correlation coefficient (ICC).

**Results:** We studied 134 patients, of which 59.7% were male. Mean age was 10.8 years. The average GFR24 was 140.34 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>; 34.3% ( $n = 46$ ) had GFR <90 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>. Moderate linear correlation between GFR24 and Schwartz ( $r = 0.63$ ) and Schwartz updated ( $r = 0.65$ ) formulas was observed. There was good concordance between the GFR24 and Schwartz (ICC = 0.77) and updated Schwartz (ICC = 0.77) formulas. Schwartz classical formula in patients with GFR24  $\geq 90$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup> estimated higher values, while Schwartz updated underestimated values.

**Conclusions:** There is moderate correlation and good concordance between the GFR24 and Schwartz and Schwartz updated formulas. The concordance was better in patients with obesity and lower in women, patients with hyperfiltration and normal weight.

© 2016 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) se define como la anormalidad de la estructura o de la función renal que persiste por más de 3 meses y que tiene implicaciones en la salud. El diagnóstico se establece si hay disminución de la tasa de filtración glomerular (TFG) < 60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> o presencia de uno o más marcadores de daño renal como albuminuria, anormalidades del sedimento urinario, desequilibrio electrolítico por desórdenes tubulares, anomalías histológicas, alteraciones estructurales o antecedente de trasplante independientemente de la TFG<sup>1</sup>.

Los métodos de referencia para la estimación de la TFG usan el aclaramiento renal de sustancias exógenas como la insulina, ácido tetraacético cromo-51-etilendiamina (51Cr-EDTA), iohexol e iotalamato; sin embargo, son métodos invasivos, de alto costo y difíciles de implementar en la práctica clínica, tanto en estudios de escrutinio como para seguimiento de los pacientes con ERC ya establecida<sup>2-4</sup>.

Diferentes condiciones como el sexo, la masa muscular, una dieta alta en proteínas, ingesta de medicamentos o la presencia de interferencias químicas (glucosa, bilirrubinas, etcétera) pueden influir sobre los valores de la creatinina sérica, por lo que su exactitud para estimar la TFG por sí sola no es adecuada dada la heterogeneidad de resultados y la variabilidad en su capacidad predictora<sup>1,5</sup>.

Para la evaluación inicial de la TFG se recomienda utilizar fórmulas basadas en la creatinina sérica (CrS), y en los pacientes en los que se identifiquen tasas de filtración < 60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> confirmar con pruebas adicionales

como mediciones de aclaramiento o con cistatina C<sup>1,5,6</sup>. La cuantificación de la creatinina sérica deberá hacerse con pruebas que cumplan estándares de referencia internacionales y que sean comparables con la dilución isotópica con espectrometría de masas (IDMS)<sup>1,7</sup>.

Desde 1976 la fórmula de Schwartz ha sido empleada para la estimación de la TFG en pacientes menores de 18 años, pero debido a la implementación de nuevos métodos que sustituyeron a la reacción de Jaffé para cuantificar la CrS, la fórmula ha sido menos utilizada, ya que sobreestima la TFG<sup>4,8-12</sup>. En el año 2009 Schwartz y colaboradores propusieron una fórmula actualizada para utilizarse cuando la medición de la CrS sea por métodos enzimáticos<sup>4</sup>.

Los valores normales de la TFG dependen de la edad, el sexo y la talla, y son de aproximadamente 126.5  $\pm$  24 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> en niños de 2 a 5 años y de 116.7  $\pm$  20.2 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> en escolares y adolescentes<sup>3,13</sup>. La TFG cuantificada o estimada se puede clasificar como normal (TFG  $\geq 90$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>), con disminución leve (TFG  $\geq 60$ –89 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>), con disminución moderada (TFG 30–59 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>), con disminución severa (TFG 15–29 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>) o indicativa de falla renal (TFG <15 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>)<sup>1</sup>. La hiperfiltración glomerular es un incremento absoluto de la TFG de más de dos desviaciones estándar (DE) arriba de la media esperada para individuos sanos, o una TFG > 140 ml/min/1.73 m<sup>2</sup><sup>14,15</sup>.

La ERC ha incrementado su frecuencia en todo el mundo; se ha estimado que en México, en población de áreas urbanas, la prevalencia de pacientes con TFG < 15 ml/min es de 1,142 por millón de habitantes (pmh), frecuencia similar a

la registrada en países industrializados. En función de esta información, se estima que solo uno de cada cuatro pacientes que requieren terapia de remplazo renal tiene acceso al tratamiento<sup>16</sup>.

En niños mexicanos menores de 15 años, aplicando los criterios de Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI), se ha cuantificado una prevalencia de ERC de 0.7%<sup>17</sup>; sin embargo, en población general las pruebas de tamizaje más utilizadas se sustentan en la disminución de la TFG con creatinina sérica como marcador endógeno, lo cual puede no estimar la frecuencia real y la severidad de ERC.

El objetivo de este estudio fue cuantificar la concordancia de la TFG medida con depuración de creatinina en orina de 24 h, fórmula de Schwartz y fórmula de Schwartz actualizada.

## 2. Métodos

Se realizó un estudio transversal analítico en el Hospital Civil Dr. Juan I. Menchaca (HCGJIM) en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. El período de estudio fue del 1 de marzo al 31 de diciembre de 2014. El proyecto fue aprobado por los Comités de Ética e Investigación de la Institución (registro 030/15). El HCGJIM es una institución de concentración que otorga servicios de salud a población abierta de escasos recursos económicos, localizada en el occidente de México.

### 2.1. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron pacientes de entre 5 y 16 años 11 meses de edad de la consulta externa y nefrología pediátrica del HCGJIM, de ambos sexos, sanos y con ERC en diferentes estadios. El muestreo fue no probabilístico por inclusión de voluntarios. Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó una tabla de simulaciones de Montecarlo con la intención de obtener una correlación de Pearson de 0.80 (error en la estimación de 0.05) y un nivel de confianza de 0.90<sup>18</sup>.

Se excluyeron pacientes con paraplejía, amputados, con enfermedad hepática, con enfermedades de la colágena o con antecedentes de consumo o administración en una semana previa de cefalosporinas, cimetidina, trimetoprim-sulfametoxazol, ácido ascórbico o corticoesteroides, ya que estos fármacos alteran los niveles de CrS.

### 2.2. Obtención y procesamiento de muestras

En todos los pacientes se estimó la TFG mediante depuración de creatinina en orina de 24 h, fórmula de Schwartz y fórmula de Schwartz actualizada. Las muestras sanguíneas para cuantificar la CrS se tomaron en ayuno de 8 h y en cantidad mínima de 7 ml. Se utilizó el método de Jaffé estandarizado por IDMS (UniCel® DxS 600/800 Systems and SYNCHRON®); el resultado se expresó en mg/dl. Para la depuración de creatinina se colectó la orina de 24 h iniciando con la segunda muestra después de las seis de la mañana; del total de la muestra colectada se tomó una alícuota para medir la creatinina urinaria en mg/dl. Los pacientes que presentaron valores de creatinina urinaria fuera de rangos normales fueron excluidos por considerar recolección inadecuada de la orina. Los valores de referencia para la creatinina urinaria

fueron los siguientes: pacientes  $\leq 8$  años, 0.11-0.68 g/24 h; pacientes de 9 a 12 años, 0.17-1.41 g/24 h y pacientes  $\geq 13$  años, 0.29-1.87 g/24 h<sup>3,19</sup>. Previo a la toma de las muestras, los tutores de los pacientes firmaron el consentimiento informado correspondiente.

### 2.3. Estimación de la TFG

Para calcular la TFG con depuración de creatinina se dividió el producto de la creatinina en orina (mg/dl)  $\times$  el volumen de orina (ml/min) entre la concentración de creatinina plasmática (mg/dl), y se corrigió para un área de superficie corporal de 1.73 m<sup>2</sup> [TFG = (creatinina en orina  $\times$  volumen de orina/CrS)  $\times$  (1.73/ m<sup>2</sup> SC)]. Para la estimación de la superficie corporal se utilizó la fórmula de DuBois [SC = 0.007184  $\times$  peso<sup>0.425</sup> talla<sup>0.725</sup>]<sup>20</sup>.

En la fórmula de Schwartz clásica (TFG = k  $\times$  talla (cm)/CrS (mg/dl)) el valor de la constante (k) fue diferente en función de la edad de los pacientes: 0.55 para niños y niñas de 13 o menos años, 0.57 y 0.70 para niñas y niños mayores de 13 años<sup>8</sup>. En la fórmula de Schwartz actualizada (TFG = 0.413  $\times$  talla (cm)/CrS (mg/dl)) la constante (k) fue de 0.413 para toda la muestra<sup>9,21</sup>.

Los pacientes se pesaron y se midieron y se estimó el índice de masa corporal (IMC = peso (kg)/talla<sup>2</sup>). Las mediciones fueron realizadas por la misma persona y se utilizaron báscula y estadímetro calibrados. En función de la edad y el percentil del IMC<sup>22</sup> se clasificaron como peso bajo, peso saludable, sobrepeso y obesidad; también se clasificaron según la TFG, con los siguientes valores de referencia: normal (TFG 90-140 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>), con disminución leve (TFG  $\geq 60$ -89 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>), con disminución moderada (TFG 30-59 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>), con disminución severa (TFG 15-29 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>) e indicativa de falla renal (TFG <15 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>)<sup>1,23</sup>. Las mediciones de TFG > 140 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> se registraron como hiperfiltración<sup>14</sup>.

### 2.4. Análisis estadístico

De las variables cualitativas se estimaron frecuencias y porcentajes; de las variables cuantitativas se calculó media, desviación estándar y rangos. Se compararon las TFG estimadas con TFG24 y con fórmulas de Schwartz y Schwartz actualizada y se cuantificaron las diferencias de medias (DM) con intervalos de confianza (IC) al 95% y valor de *p*; el valor de *p* se consideró significativo cuando fue  $\leq 0.05$ .

Para evaluar la relación lineal entre las TFG calculada con depuración de creatinina en orina de 24 h, fórmula de Schwartz y fórmula de Schwartz actualizada se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (*r*). La medición de la concordancia se realizó con el coeficiente de correlación intraclass, el cual estima el nivel de acuerdo de las TFG examinando probables fuentes de variabilidad (de los pacientes, de los observadores y de la medición). Los valores de concordancia se ubican entre 0 y 1; se consideraron muy buenos si fueron > de 0.9, buenos de 0.71- 0.90, moderados 0.51 - 0.70, malos 0.31- 0.50 y nulo < 0.31.

Se indagó la concordancia de las TFG obtenidas con las fórmulas de Schwartz y Schwartz actualizada con depuración de creatinina en orina de 24 h en subgrupos de pacientes en función del sexo, IMC y el estadio de enfermedad renal.

**Tabla 1** Promedios y desviación estándar de indicadores bioquímicos y TFG con fórmula de Schwartz y Schwartz actualizada en subgrupos de pacientes según TFG24

Indicador	TFG24 > 140 n = 63	TFG24 90-140 n = 25	TFG24 < 90 n = 46	p (ANOVA)
Creatinina sérica (mg/dl)	0.19 (0.3)	0.44 (0.5)	2.04 <sup>a</sup> (3.0)	<0.001
Nitrógeno ureico (mg/dl)	10.95 (3.2)	13.18 (6.9)	22.98 <sup>a</sup> (15.0)	<0.001
Creatinina urinaria (mg/dl)	66.98 (36.7)	55.56 (28.7)	56.65 (33.6)	0.2
<i>TFG (ml/min/1.73 m<sup>2</sup>)</i>				
TFG24	214.54 (79.8)	115.42 (13.3)	52.25 (27.3)	<0.001
Fórmula de Schwartz	211.30 (82.9)	188.84 (104)	93.70 <sup>a</sup> (56.7)	<0.001
Fórmula de Schwartz actualizada	154.05 (60.3)	134.32 (74.4)	67.39 <sup>a</sup> (42.9)	<0.001

TFG: Tasa de filtración glomerular.

TFG24: Tasa de filtración glomerular con depuración de creatinina en orina de 24 h.

<sup>a</sup> Subgrupo que mostró diferencia en el promedio de valores (prueba post hoc Bonferroni)

Los cálculos se realizaron en programa IBM SPSS Statistics Versión 20.

### 3. Resultados

Se incluyeron en el estudio 134 pacientes, 40.3% (n=54) de sexo femenino y 59.7% (n=80) de sexo masculino; la edad promedio fue de 10.8 años (mínimo 5, máximo 16, DE 3.6). De acuerdo al índice de masa corporal presentaron peso bajo 10.4% (n=14), peso normal 55.2% (n=74), sobrepeso 20.1% (n=27) y obesidad 14.2% (n=19). Antes del estudio, el 12.7% (n=17) se conocían con ERC.

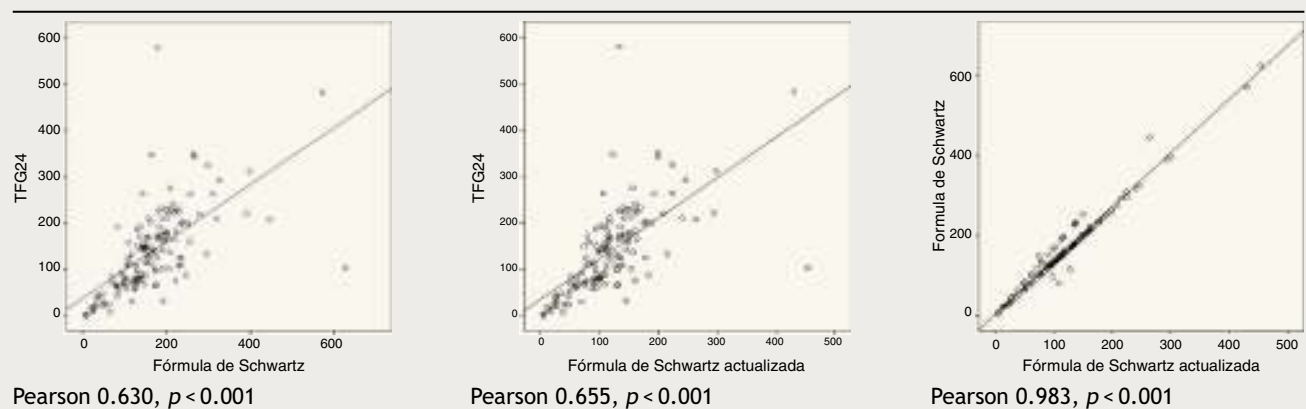
El promedio de la TFG medida con depuración de creatinina en orina de 24 h (TFG24) fue de 140.34 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> (máxima 579.3, mínima 0.926); en función de la TFG24 se observó que 65.6% (n=88) presentaron TFG normal o aumentada; 18.7% (n=25) disminución leve; 6.7% (n=9) disminución moderada; 4.5% (n=6) disminución severa y 4.5% (n=6) valores indicativos de falla renal. 47% (n=63) presentaron TFG mayor a 140 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>.

Al clasificar a los pacientes como normales (n=25), con hiperfiltración glomerular (n=63) o con TFG disminuida (< 90 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>) (n=46) se observó diferencia estadísticamente significativa en los valores de creatinina sérica, nitrógeno ureico y TFG estimada con las fórmulas

de Schwartz y Schwartz actualizada (Tabla 1). Se percibió que para distinguir pacientes normales y pacientes con TFG disminuida, las fórmulas de Schwartz y Schwartz actualizada sobreestiman el valor obtenido con TFG24, mientras que para diferenciar pacientes normales de pacientes con hiperfiltración, la fórmula de Schwartz sobreestima y la fórmula de Schwartz actualizada subestima los valores de TFG 24.

Al evaluar la relación lineal entre los tres estimadores de la TFG, se observó moderada relación entre la TFG24 y fórmula de Schwartz (r=0.630, p<0.001); y la TFG24 y fórmula de Schwartz actualizada (r=0.655, p<0.001). El indicador fue bueno al evaluar la relación entre la fórmula de Schwartz y fórmula de Schwartz actualizada (r=0.983, p<0.001) (Tabla 2); sin embargo, la DM entre las TFG de ambas fórmulas fue significativamente diferente (DM 46.1, IC 95% 41 a 51.1; p<0.001), lo cual demuestra que una adecuada correlación lineal no es indicativo de fiabilidad.

En pacientes con TFG24 ≥ 90 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> (n=88), la fórmula de Schwartz actualizada subestimó los valores de la TFG24 (DM -37.94, IC 95% -54.7 a -21.19, p<0.001), mientras que la fórmula de Schwartz clásica estimó valores mayores (DM 18.5, IC 95% -1.5 a 38.6, p<0.07).

**Tabla 2** Relación lineal entre TFG24, fórmula de Schwartz y fórmula de Schwartz actualizada

TFG24: Tasa de filtración glomerular con depuración de creatinina en orina de 24 h.

**Tabla 3** Concordancia de la TFG24 con fórmula de Schwartz y fórmula de Schwartz actualizada

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		p	Concordancia
<i>Total de la muestra (N = 134)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.773	0.680	0.838	<0.001	Buena
Fórmula de Schwartz actualizada	0.772	0.679	0.838	<0.001	Buena
<i>Pacientes con TFG &lt; 90 (n = 46)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.718	0.490	0.844	<0.001	Buena
Fórmula de Schwartz actualizada	0.795	0.629	0.886	<0.001	Buena
<i>Pacientes con hiperfiltración (n = 63)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.668	0.451	0.799	<0.001	Moderada
Fórmula de Schwartz actualizada	0.692	0.491	0.814	<0.001	Moderada
<i>Pacientes con peso bajo (n = 14)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.757	0.244	0.922	<0.001	Buena
Fórmula de Schwartz actualizada	0.797	0.369	0.935	<0.001	Buena
<i>Pacientes con peso saludable (n = 74)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.668	0.473	0.791	<0.001	Moderada
Fórmula de Schwartz actualizada	0.669	0.474	0.791	<0.001	Moderada
<i>Pacientes con sobrepeso (n = 27)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.883	0.743	0.947	<0.001	Buena
Fórmula de Schwartz actualizada	0.840	0.649	0.927	<0.001	Buena
<i>Pacientes con obesidad (n = 19)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.962	0.902	0.986	<0.001	Muy buena
Fórmula de Schwartz actualizada	0.965	0.908	0.986	<0.001	Muy buena
<i>Pacientes de sexo femenino (n = 54)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.635	0.371	0.788	<0.001	Moderada
Fórmula de Schwartz actualizada	0.659	0.412	0.802	<0.001	Moderada
<i>Pacientes de sexo masculino (n = 80)</i>					
Fórmula de Schwartz	0.835	0.742	0.894	<0.001	Buena
Fórmula de Schwartz actualizada	0.818	0.717	0.884	<0.001	Buena

TFG24: Tasa de filtración glomerular con depuración de creatinina en orina de 24 h.

Con el coeficiente de correlación intraclase (CCI) se cuantificó buena concordancia de la TFG24 con fórmulas de Schwartz (CCI=0.77) y fórmula de Schwartz actualizada (CCI=0.77). En análisis de subgrupos se observó que en pacientes con obesidad la concordancia de la TFG24 y las fórmulas de Schwartz y de Schwartz actualizada fue muy buena, mientras que en pacientes con hiperfiltración, peso saludable y de sexo femenino la concordancia fue moderada (Tabla 3).

#### 4. Discusión

De acuerdo con las Guías de Práctica Clínica de la Secretaría de Salud<sup>24</sup>, para la detección temprana de ERC en pacientes menores de 18 años se sugiere estimar la TFG con la fórmula de Schwartz o cuantificar la depuración de creatinina en orina de 24 h.

En este estudio se demostró que la TFG24 muestra buena concordancia con las fórmulas de Schwartz y Schwartz actualizada; sin embargo, también se observó que en pacientes con  $TFG24 \leq 140 \text{ ml/min/1.73 m}^2$  ambas fórmulas sobreestiman los valores de la TFG24. Esto es trascendente

debido a que estas pruebas se utilizan como tamizaje para detectar de forma temprana ERC; sin embargo, la diferencia entre los promedios de las estimaciones es heterogénea, y por lo tanto la sensibilidad es variable, lo cual se traduce en eventos de ERC no detectados al usar las fórmulas.

Deng Fang y colaboradores<sup>10</sup> valoraron la exactitud y concordancia de 14 diferentes fórmulas para estimar la TFG en niños; entre ellas se valoró la fórmula de Schwartz actualizada, utilizando el aclaramiento de iohexol como prueba de referencia. La fórmula de Schwartz actualizada mostró buena correlación ( $r=0.77$ ,  $p<0.001$ ), con una exactitud de 65%. Las fórmulas que presentaron mayor exactitud y mejor rendimiento fueron las que incluyeron los valores de creatinina sérica, cistatina, sexo y parámetros de crecimiento.

En pacientes pediátricos del HCGJIM se observó una moderada correlación entre la TFG24 y fórmulas de Schwartz ( $r=0.630$ ,  $p<0.001$ ) y de Schwartz actualizada ( $r=0.655$ ,  $p<0.001$ ), pero no se compararon los resultados con ningún método de referencia para la estimación de la TFG. CrS es el marcador endógeno más utilizado para estimar la TFG, y en las últimas décadas la fórmula de Schwartz ha sido la más empleada; sin embargo, al utilizar estas pruebas se debe contemplar el riesgo de resultados falsos negativos, por lo

que se sugiere considerar el uso simultáneo de otros indicadores clínicos o bioquímicos, principalmente en pacientes con alto riesgo de ERC<sup>9</sup>.

Gheissari y colaboradores<sup>4</sup> cuantificaron en niños sanos de 7 a 18 años (n=712) una alta concordancia (DM  $0 \pm 12.7$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>) entre la TFG estimada con las fórmulas Schwartz actualizada y Schwartz combinada; esta última incluye valores de creatinina sérica, cistatina, sexo y parámetros de crecimiento. El porcentaje de acuerdo entre ambas fórmulas para identificar pacientes con TFG < 60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> fue del 85% (K=0.85; IC 95% 0.69 -1).

Pottel y colaboradores<sup>11</sup> observaron que la fórmula de Schwartz actualizada es de utilidad en niños sanos de 6 a 14 años, pero sugieren que la constante (k) se adecúe a la edad en los niños menores. Utilizando como prueba de referencia la TFG determinada con 51Cr-EDTA y un punto de corte de <90 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>, la sensibilidad y especificidad de la fórmula de Schwartz actualizada fue de 63.4% y 62.9% respectivamente, con un área bajo la curva de  $0.739 \pm 0.03$ . Los mismos autores advirtieron que existe una relación lineal entre la edad de 1 a 15 años y la TFG ajustada ( $r^2=0.994$ ) y no ajustada a la superficie corporal ( $r^2=0.932$ ).

The United States National Kidney Disease Education Program (NKDEP) ha sugerido que de las fórmulas basadas en la CrS para estimar la TFG, la fórmula Schwartz actualizada es la más adecuada<sup>3,4</sup> por ser un método rápido, barato y fácil de implementar<sup>19</sup>; sin embargo, se deben conocer sus limitaciones en pacientes con alto riesgo de ERC debido a la posibilidad de resultados falsos negativos<sup>4,23</sup>.

En 47% de los pacientes del HCGJIM incluidos en el estudio se identificó una TFG > 140 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>, por lo que se clasificaron con hiperfiltración glomerular. Cabe mencionar que aún no existe consenso sobre el punto de corte para clasificar a los pacientes con esta condición y se han utilizado puntos de corte de 125 a 175 ml/min/1.73 m<sup>2</sup><sup>15</sup>.

Aunque la hiperfiltración glomerular se puede presentar en individuos sanos con una dieta con alto contenido de proteínas, su presencia puede ser un indicador temprano de enfermedad renal, por lo que se recomienda su vigilancia. En este estudio se observó que 13 de 19 pacientes obesos presentaron hiperfiltración glomerular (OR = 2.8, IC 95% 1.04-8.8,  $p=0.04$ ), asociación ya referida en este grupo de pacientes<sup>15,25,26</sup>.

Las limitaciones de este estudio son no contar con una prueba de referencia u otros indicadores de daño renal para comparar las tasas de filtración glomerular cuantificadas con depuración de creatinina en orina de 24 h, fórmulas de Schwartz y fórmula de Schwartz actualizada; otra limitante es tener una muestra de tamaño mediano, siendo este un problema mayor en el análisis de subgrupos.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Financiamiento

Ninguno.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Kidney Disease Improving Global Outcomes. KDIGO 2012 Clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney international supplements*. 2013;3:5-62.
2. Schwartz JG, Muñoz A, Schneider FM, Mark HR, Kaskel F, Warady AB, et al. New equation to estimate GFR in children with CKD. *J Am Soc Nephrol*. 2009;20:629-37.
3. Pottel H, Vrydags N, Mahieu B, Vandewynckele E, Croes K, Martens F. Establishing age/sex related serum creatinine reference intervals from hospital laboratory data based on different statistical methods. *Clin Chim Acta*. 2008;396:49-55.
4. Gheissari Alaleh, Roomizadeh Peyman, Kelishadi Roya, Abedini Amin, Haghjooy-Javanmard S, Abtahi SH, et al. Comparison of the performance of the updated Schwartz, combined Shwartz and the Grubb glomerular filtration rate equations in a general pediatric population. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2014;25:1004-10.
5. Montoliu J. Técnicas de exploración y diagnóstico en nefrología. Barcelona: Ediciones científicas y técnicas;; 1992. p. 6-7.
6. Guillermo B, Diéguez SM, Voyer LE. Reserva funcional renal mediante la depuración de ácido dietileno-triaminopentaacético marcado con tecnecio-99m en niños que padecieron síndrome urémico-hemolítico. *Arch Argent Pediatr*. 2012;110:60-3.
7. Miller WG, Myers GL, Ashwood ER, Killeen AA, Wang E, Thienpont LM, et al. Creatinine measurement: state of the art in accuracy and interlaboratory harmonization. *Arch Pathol Lab Med*. 2005;129:297-304.
8. Schwartz GJ, Haycock GB, Edelman CM Jr, Spitzer A. A simple estimate of glomerular filtration rate in children derives from body length and plasma creatinina. *Pediatrics*. 1976;58:259-63.
9. Schwartz GJ, Schneider MF, Maier PS, Moxe-Mims M, Dharnidharka VR, Warady BA, et al. Improved equation estimating GFR in children with chronic kidney disease using an immunonephelometric determination of cystatin C. *Kidney Int*. 2012;82:445-53.
10. Deng F, Finer G, Haymon S, Brooks E, Lagman B. Applicability of estimating glomerular filtration rate equations in pediatric patients: comparison with a measured glomerular filtration rate by iohexol clearance. *Transl Res*. 2015;165:437-45, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trsl.2014.10.004>
11. Pottel H, Mottaghy MF, Zaman Z, Martens F. On the relationship between glomerular filtration rate and serum creatinine in children. *Pediatr Nephrol*. 2010;25:927-34, <http://dx.doi.org/10.1007/s00467-009-1389-1>
12. Grubb A, Nyman U, Björk J, Lindström V, Rippe B, Sterner G, et al. Simple cystatin C based prediction equations for

- glomerular filtration rate compared with the modification of diet in renal disease prediction equation for adults and the Schwartz and the Counahan-Barratt prediction equations for children. *Clin Chem*. 2005;51:1420–31.
13. Kher KK. Evaluation of Renal Functions. En: Kher KK, Makker SP, editores. *Clinical Pediatric Nephrology*. New York: McGraw-Hill; 1992. p. 3–22.
  14. Chiarelli F, Verrotti A, Morgese G. Glomerular hyperfiltration increases the risk of developing microalbuminuria in diabetic children. *Pediatr Nephrol*. 1995;9:154–8.
  15. Helal I, Fick-Brosnahan GM, Reed-Gitomer B, Schrier RW. Glomerular hyperfiltration: definitions, mechanisms and clinical implications. *Nat Rev Nephrol*. 2012;8:293–300, <http://dx.doi.org/10.1038/nrneph.2012.19>
  16. Amato D, Alvarez-Aguilar C, Castañeda-Limones R, Rodríguez E, Avila-Diaz M, Arreola F, et al. Prevalence of chronic kidney disease in an urban Mexican population. *Kidney Int suppl*. 2005;68:S11–7.
  17. Góngora-Ortega J, Serna-Vela F, Gutiérrez-Mendoza I, Pérez-Guzmán C, Hernández-Garduño E, Ron-Torres O. Prevalencia de enfermedad renal crónica en niños de Aguascalientes. *México. Salud Publica Mex*. 2008;50:436–7.
  18. Henríquez-Roldán C, Navarro C, Otárola A, Barra B. Tamaño de muestra para correlación. X Congreso Latinoamericano de sociedades de estadística Córdoba, Argentina. 2012 [consultado Feb 2014]. Disponible en: <http://www.conferencias.unc.edu.ar/index.php/xclatse/clatse2012/paper/viewFile/713/112>
  19. Soldin SJ, Brugnara C, Wong EC. *Pediatric reference ranges*. Washington, DC: Amer Assoc for Clinical Chemistry; 2003.
  20. DuBois D, DuBois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Intern Med*. 1916;17:863–71.
  21. Andersen TB, Jodal L, Erlandsen EJ, Morsing A, Frokiaer J, Brochner-Mortensen J. Detecting reduced renal function in children: comparison of GFR-models and serum markers. *Pediatr Nephrol*. 2013;28:83–92, <http://dx.doi.org/10.1007/s00467-012-2268-8>
  22. Centers for Disease Control and Prevention. Growth Charts. 2010 [consultado Mar 2014]. Disponible en <http://www.cdc.gov/growthcharts/>
  23. Soriano-Cabrera S. Definición y Clasificación de los Estadios de la Enfermedad Renal Crónica. Prevalencia. Claves para el Diagnóstico Precoz. Factores de Riesgo de Enfermedad Renal Crónica. *Nefrología*. 2004;24:27–34.
  24. Pérez-Hernández M, Martínez-Puon H, Reséndiz-Núñez V. Prevención, diagnóstico, tratamiento y referencia oportuna de enfermedad renal crónica temprana en pacientes menores de 18 años. Guías de práctica clínica. Blog informativo. 2009 [consultado Jul 2014]. Disponible en: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/335\\_IMSS\\_09\\_Enfermedad\\_Renal\\_Cronica\\_Temprana/EyR\\_IMSS\\_335\\_09.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/335_IMSS_09_Enfermedad_Renal_Cronica_Temprana/EyR_IMSS_335_09.pdf)
  25. Krikken J, Stephan JL, Bakker S, Navis G. Role of renal haemodynamics in the renal risks of overweight. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24:1708–11.
  26. Pérez CL, Herrera-Valdés R, Fernández-Maderos I, Berlaga-Acosta J, Vilacís-Ponce D. Filtrado glomerular estimado con marcadores endógenos en niños y adolescentes obesos. *Invest Medicquir*. 2013;5:241–52.