

Comparación entre la depuración de creatinina en orina de 24 horas y la fórmula de Cockcroft – Gault para estimar el filtrado glomerular en mujeres gestantes atendidas en un hospital de Lima

Comparing creatinine clearance in 24 hour urine and Cockcroft-Gault formula to determine glomerular filtration rate in pregnant women attended in a Lima hospital

Mario Golac Malca¹, Miguel Sandoval Vegas², Jimmy Morales del Pino³

¹ Bch. TM. Escuela Académico Profesional Tecnología Médica, Área Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

² Profesor Principal, Miembro del Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición "Alberto Guzmán Barrón", Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

³ Lic. Tecnología Médica, Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica.

Resumen

La filtración glomerular se calcula por la depuración de creatinina endógena (DCE) en orina de 24 horas, con limitaciones en su recolección y dificultades para los pacientes. Sin embargo, existen fórmulas propuestas para estimar esta función renal. **Objetivo.** Aplicar la fórmula Cockcroft-Gault de filtración glomerular y compararla con método químico colorimétrico en gestantes. **Diseño.** Estudio observacional, correlacional, prospectivo y transversal. **Lugar.** Laboratorio central, Hospital Nacional Sergio Bernales de Lima, Perú. **Participantes.** Mujeres gestantes. **Métodos.** Previo consentimiento informado, se procesaron muestras de sangre y orina de 24 horas de 92 gestantes, entre noviembre 2015 y enero 2016. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson entre los resultados DCE de la fórmula Cockcroft-Gault y la obtenida en suero-orina de 24 horas. **Resultados.** La muestra tuvo una distribución normal analizada por el estimador Smirnov-Kolmogorov. El promedio de la DCE en orina de 24 horas fue $73,65 \pm 19,85$ mL/min, la obtenida por la fórmula Cockcroft-Gault fue $99,82 \pm 18,75$ mL/min, con diferencia significativa a la prueba t para muestras relacionadas ($p < 0,000$), y la correlación entre dichos métodos de laboratorio fue baja ($r=0,561$) en todas las gestantes y por trimestre, mostrando falta de correlación con la prueba coeficiente de correlación-concordancia de Lin (ccc) ($p < 0,01$). La sensibilidad (S) fue 0,50; especificidad (E) 0,591, el valor predictivo positivo (VPP) 0,212 y el negativo (VPN) 0,881. **Conclusiones.** La DCE obtenida por fórmula Cockcroft-Gault con la DCE suero-orina de 24 horas en gestantes tuvo baja correlación ($r = [0,4$ a $0,67]$), con niveles bajos de S, E VPP y VPN, por lo que no es recomendable su uso en gestantes.

Palabras Clave. Fórmula Cockcroft-Gault; Filtración Glomerular; Gestante; Depuración de Creatinina; Gestante; Función Renal.

Abstract

Glomerular filtration rate (GFR) is calculated by the endogenous creatinine clearance (DCE) in 24-hour urine, with limited collection and difficulties for patients. There are formulas proposed to estimate renal function. **Objective.** To use the Cockcroft-Gault formula of glomerular filtration and to compare it with the chemical colorimetric method in pregnant women. **Design.** Observational, correlational, prospective and transversal study. **Setting.** Central Laboratory, Sergio Bernales National Hospital, Lima, Peru. **Participants.** Pregnant women. **Methods.** Using prior informed consent blood samples and 24-hour urine of 92 pregnant women between November 2015 and January 2016 were processed. The Pearson correlation coefficient was used to compare the DCE results obtained with the Cockcroft-Gault formula and the serum-24 hours urine. **Results.** The sample had a normal distribution analyzed by Kolmogorov-Smirnov estimator. The average DCE in 24 hours urine was 73.65 ± 19.85 mL/min, and that obtained by the Cockcroft-Gault formula was 99.82 ± 18.75 mL/min, with t test significant difference in related samples ($p < 0.000$); the correlation between these laboratory methods was low ($r = 0.561$) in all pregnant women and by trimesters, showing lack of correlation with the coefficient of the Lin correlation-matching (ccc) ($p < 0.01$). Sensitivity (S) was 0.50, specificity (Sp) 0.591, positive predictive value (PPV) 0.212 and negative predictive value (NPV) 0.881. **Conclusions.** The DCE obtained by Cockcroft-Gault with the DCE serum-24 hours urine in pregnant women had low correlation ($r = [0.4$ to $0.67]$) with low levels of S, Sp, PPV and NPV, so it is not recommended for use in pregnant women.

Keywords. Cockcroft-Gault Formula; Glomerular Filtration Rate; Pregnant Women; Creatinine Clearance; Renal Function.

An Fac med. 2016;77(3):257-62 / <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v77i3.12413>

INTRODUCCIÓN

La función renal se evalúa midiendo y calculando la filtración glomerular a través de diferentes metodologías y fórmulas de laboratorio clínico cuyos resultados proporcionan información para determinar la tasa de filtración glomerular, cuya alteración no presenta

síntomas al iniciarse y es un grave problema de salud pública^(1,2).

Cada día, entre 180 y 200 litros de sangre son filtrados en aproximadamente un millón de glomérulos y en promedio son eliminados 2 litros de este filtrado con desechos del metabolismo celular^(3,4). Además, como parte

de la función renal, a nivel tubular las nefronas producen la regulación de la presión arterial, controlando la producción de renina y angiotensina en el aparato yuxtglomerular⁽⁵⁻⁷⁾.

La filtración glomerular (FG) suele ser medida por medio de la fórmula de la depuración de creatinina endógena

$$\text{DCE (mL/min)} = \frac{\text{Cro (mg/dL)} \times \text{V (mL/min} \times 1,73}{\text{Crs (mg/dL)} \times 1\,440 \times \text{SC}}$$

Figura 1. Fórmula para el cálculo de la depuración de creatinina endógena a partir de las concentraciones de creatinina en suero, orina, volumen urinario/24 horas y superficie corporal.

(DCE), como se aprecia en la figura 1, estimando la concentración de creatinina en sangre y orina, el volumen de orina colectada en 24 horas y ajustando los cálculos con la superficie corporal del paciente obtenidos a partir del peso y talla del mismo ⁽⁸⁾. Normalmente, la producción y excreción de creatinina son iguales, por lo que la creatinina en suero varía inversamente proporcional con el filtrado glomerular. Sin embargo, la determinación de creatinina en suero como expresión del filtrado glomerular presenta ciertas dificultades, tales como su variabilidad con la edad, sexo, raza, dieta, constitución corporal, entre otras limitaciones laboratoriales ^(9,10).

Durante el embarazo existen diversos cambios hemodinámicos, entre los cuales destacan el aumento del gasto cardíaco y una disminución de la resistencia vascular, sumado al aumento en la perfusión renal y en la tasa de filtración glomerular, la cual aumenta de manera considerable y alcanza un pico para inicio del segundo trimestre. Durante el embarazo, la estimación de la FG informa sobre la función renal en estas pacientes, siendo útil en las mujeres que desarrollan preeclampsia o que tienen enfermedad renal preexistente ^(11,12). La gran limitación es la recolección de la orina en 24 horas que es realizada por el mismo paciente, lo que puede llevar a graves sesgos durante la determinación del filtrado glomerular ^(2,13,14).

$$\text{DCE (mL/min)} = \frac{140 - \text{edad (años)} \times \text{peso (kg)} \times 0,85, \text{ si es mujer}}{72 \times \text{Crs (mg/dL)}}$$

Figura 2. Fórmula para el cálculo de la depuración de creatinina endógena a partir de la concentración de creatinina sérica, edad y peso.

$$\text{SC} = \sqrt{\frac{\text{Peso (kg)} \times \text{talla (cm)}}{3\,600}}$$

Figura 3. Fórmula de Mosteller para obtener la superficie corporal (SC) a partir del peso y la talla de una persona adulta.

Desde la década de los 70 se han usado fórmulas matemáticas para calcular la FG por medio del valor de creatinina plasmática y algunas variables como la edad, sexo, peso, talla y raza. Actualmente existen más de 40 ecuaciones, siendo dos las más representativas: las de Cockcroft-Gault (ver figura 2) y MDRD (*modification of diet in renal disease*), teniendo esta última una seria limitación en cuanto a no poderse aplicar a una población de gestantes, sino a pacientes con enfermedad renal crónica o con nefropatía diabética ^(15,16).

En nuestro medio, por nuestra experiencia sabemos que algunos laboratorios clínicos usan fórmulas para calcular la FG, y no hemos encontrado referencia bibliográfica nacional en donde se analice y valide este procedimiento. Por ello el objetivo de esta investigación fue comparar el valor de la depuración de creatinina en orina de 24 horas con la fórmula de Cockcroft-Gault para estimar el filtrado glomerular en mujeres gestantes atendidas en un hospital de Lima y establecer si se puede o no usar adecuadamente, ya que el cálculo por medio de la fórmula de Cockcroft-Gault se puede generar una vez obtenida la concentración de creatinina sérica. Así, el resultado de la FG expresado como DCE podría realizarse en pocos minutos y coadyuvar al clínico en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades renales.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, prospectivo, transversal, de tipo correlacional, en 92 mujeres gestantes, previo consentimiento informado y con aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la UNMSM. Las gestantes acudieron a sus controles en el Hospital Nacional Sergio Bernales de Lima, entre noviembre 2015 y enero 2016. Se obtuvo la información necesaria de cada gestante y se les informó la forma correcta de colección de orina en 24 horas. El día de entrega de la orina colectada se midió el peso y la talla a la gestante para obtener la superficie corporal utilizando la fórmula de Mosteller, publicada en 1987, como se aprecia en la figura 3.

A cada gestante se le extrajo una muestra de sangre venosa de la región antecubital, de manera convencional, con ayuno de 10 horas. La obtención de sangre se realizó mediante sistema al vacío, en tubos sin anticoagulante y con gel separador. Luego se procedió a centrifugar las muestras a 3 500 rpm por 8 min, obteniéndose los sueros que fueron procesados posteriormente para la determinación de creatinina. La orina fue recopilada por las gestantes y llevada al laboratorio el día de la extracción de sangre; se recopiló la muestra urinaria en un solo recipiente el cual fue rotulado; se midió el volumen total en mililitros y después de su homogenización, se separó una alícuota a partir de la cual la muestra fue centrifugada a 3 000 rpm x 10 min para eliminar el sedimento urinario, separando el sobrenadante, el cual fue usado para determinar la creatinina en orina. Todas las muestras fueron procesadas el mismo día de la obtención/recepción.

La determinación de la concentración de creatinina tanto en suero como en orina se realizó usando el equipo automatizado CB 400i (Wiener Lab) del Servicio de Bioquímica del Hospital Nacional Sergio Bernales, así como el kit del reactivo para determinar creatinina (Creatinina Cinética AA líquida – Wiener Lab), el cual es un método cinético basado en la reacción de Jaffé, en la que el ácido pícrico (41,1 mmol/L) en medio fuertemente alcalino (buffer glicina con NaOH) y agitación genera un cromógeno (picrato de creatinina) que fue medido en espectrofotómetro en región visible de la luz a 505 nm. Se realizó el control de calidad, empleando controles (Standatrol S-E) y calibradores (Calibrador A plus) de la misma casa comercial.

Se encontró el valor de la depuración de creatinina endógena (DCE) usando la fórmula, como se muestra en la figura 1, y se calculó la DCE según la fórmula de Cockcroft-Gault (C-G), como se muestra en la figura 2. Se calculó los estadísticos descriptivos de la media y desviación estándar de las DCE en general y agrupados por trimestre de embarazo. Para la determinación de la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de Smirnov-Kolmogorov; para la comparación de las medias de las estimaciones se utilizó la prueba *t* para muestras relacionadas. Para el análisis de correlación se usó la prueba *r* de Pearson y para valorar la correlación-concordancia se utilizó la prueba estadística analítico del coeficiente de correlación-concordancia de Lin (ccc), todas para un nivel de significancia del 95% ($p < 0,05$). La correlación se realizó por gráfica de dispersión tomando como valor 'X' la DCE suero-orina 24H y como 'Y' a la DCE fórmula C-G.

Los valores de las DCE también fueron separadas como valor normal, bajo o disminuido y elevado o alto según el intervalo de valor referencial para gestantes, de acuerdo a Toirac A y Pascual V⁽¹⁷⁾. Se hizo el análisis estadístico de estos resultados de recuento de casos con la prueba del Ji cuadrado. También se realizó el estudio de la sensibilidad

Tabla 1. Valores de filtración glomerular de gestantes por trimestre obtenidos por DCE suero/orina 24 horas y por la fórmula de Cockcroft-Gault.

DCE	Semestre de embarazo			General
	I	II	III	
N	24	54	14	92
Suero-orina 24 h	72,6 ± 22,5	75,9 ± 19,4	66,7 ± 15,9	73,6 ± 19,8
Fórmula C-G	93,5 ± 15,7	101,6 ± 20,3	103,8 ± 15,1	99,8 ± 18,7
<i>t</i> n relacionadas	8,03	14,14	10,07	10,79
ccc	0,651	0,714	0,538	0,798
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000

(S), especificidad (E), valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) de los resultados de DCE por fórmula C-G, tomando como prueba de oro los valores de la DCE suero-orina, usando las fórmulas numéricas convencionales⁽¹⁸⁾.

RESULTADOS

De las gestantes que participaron en el estudio, el 26,1% (24 casos) cursaba el I trimestre, 58,7% (54 gestantes) se encontraba en el II trimestre y 15,2% (14 casos) en el III trimestre de embarazo.

Los resultados de la DCE de 24 horas mediante la prueba de Smirnov-Kolmogorov tuvieron una distribución normal, habiendo obtenido el estimador Smirnov-Kolmogorov un valor de 0,025 (valor crítico 0,141), $p < 0,01$.

El valor promedio de la DCE suero-orina de 24 horas fue 73,6 ± 19,8 mL/min y de la DCE por fórmula de Cockcroft-Gault (C-G) fue 99,8 ± 18,7 mL/min. El valor *t* para pruebas relacionadas en general obtenido fue 10,79

(<0,000), lo que indica que existió diferencia significativa entre los dos grupos de DCE. Los valores promedios de la DCE suero-orina de 24 horas y DCE por fórmula de Cockcroft-Gault de las gestantes clasificadas por semestre, se muestran en la tabla 1, y en todos los semestres se observa que el valor DCE obtenido por fórmula C-G fue siempre mayor al valor DCE de suero-orina 24 horas con diferencia y valor $p < 0,000$; es decir, existió diferencia estadísticamente significativa entre los valores de la DCE por suero-orina 24 horas con los obtenidos por la fórmula de C-G.

La correlación entre la DCE suero-orina 24 H con la DCE por fórmula C-G, en el total de gestantes obtuvo un *r* de 0,561, observándose relación positiva pero de baja correlación. En las gestantes del I trimestre el valor *r* fue 0,40; en las que cursaban el II trimestre, 0,67, y en las gestantes del III trimestre el valor fue $r = 0,49$; la dispersión se puede observar en la figura 4. El estudio estadístico de la correlación mediante el coeficiente de correlación-concordancia de Lin (ccc), en general, para toda la población fue 0,798, y en

Tabla 2. Diagnóstico laboratorial de la filtración glomerular por medio de la DCE suero-orina 24 horas y DCE fórmula C-G, en gestantes.

Diagnóstico laboratorial de la filtración glomerular	Filtración glomerular (DCE)	
	Suero-orina 24H	Fórmula C-G
	n = 92	n = 92
DCE normal	84,8	64,1
DCE disminuido	15,2	35,9
Total (%)	100	100

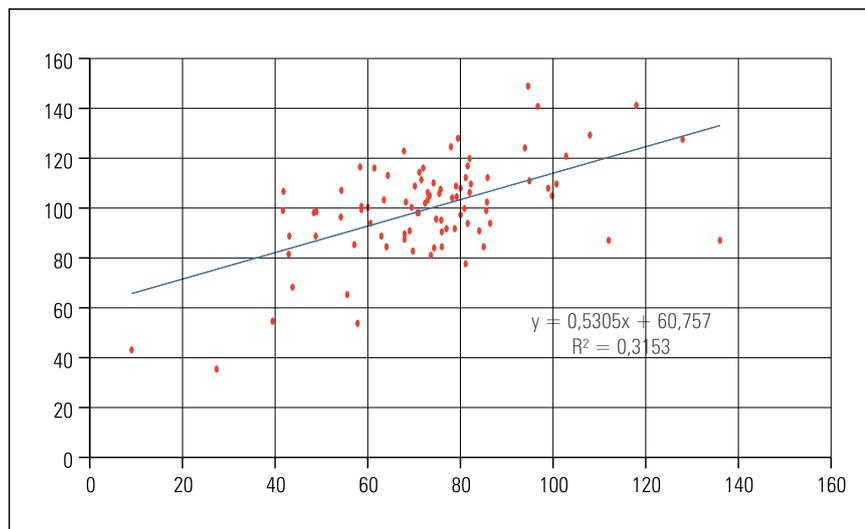


Figura 4. Dispersión y correlación ente los valores DCE suero-orina 24 horas con los DCE fórmula C-G.

cada trimestre fue siempre menor al valor crítico de 0,90 ($p < 0,05$), por lo que se valora que entre la DCE suero-orina de 24 horas y DCE por fórmula de Cockcroft-Gault no existió correlación significativa (ver tabla 1).

La clasificación de las gestantes según su resultado como DCE normal, alto (elevado) o bajo (disminuido) se realizó teniendo en consideración los límites referenciales para gestantes entre 95 y 160 mL/min/1,73 m² (17); de esta manera, del total de gestantes, el 84,8% corresponde al número de gestantes que tuvieron una DCE suero-orina de 24 horas normal; mientras que la DCE por fórmula Cockcroft-Gaul, 64,1% de las gestantes tuvo FG normal, observando falta de concordancia entre los resultados obtenidos; por lo que la diferencia fue evaluada como significativa a la prueba estadística, tal como se puede apreciar en la tabla 2.

A partir de los valores normales para gestantes de la FG (17), se separó como sanos y enfermos usando los valores DCE suero-orina 24 horas (prueba de referencia) y del estudio de los resultados en función de la predicción de los valores positivo y negativo, así como la sensibilidad y especificidad, los resultados de FG por la fórmula C-G, obtuvieron: sensibilidad baja (50%), especificidad baja (59,1%), valor predictivo positivo muy bajo (21,2%) y valor predictivo negativo de 88,1%, como se muestra en la tabla 3.

DISCUSIÓN

La dinámica renal cambia de manera fisiológica durante el embarazo y en algunos casos se presentan alteraciones como la insuficiencia renal aguda, la cual en países de bajos recursos la

frecuencia es 1 de cada 2 000 a 5 000 embarazos, pudiendo ser también una complicación relacionada a enfermedad hipertensiva del embarazo, choque hipovolémico secundario, entre otras causas (19). Estas complicaciones se presentan con relativa frecuencia en los hospitales de Lima, entre 8,6% a 15,8%, siendo de importancia para el Perú, debido a que produce una alta morbimortalidad materna y perinatal (19). De allí la importancia de realizar el diagnóstico clínico y confirmatorio con pruebas de laboratorio clínico para la evaluación de la función renal.

Uno de los indicadores para evaluar el funcionamiento renal es la tasa de filtrado glomerular (FG), el cual suele ser estimado en los laboratorios asistenciales, comúnmente, con la prueba denominada depuración de creatinina endógena (DCE), por medio de las determinaciones bioquímicas de la concentración de creatinina en suero y orina de 24 horas. Sin embargo, esta prueba presenta limitaciones, algunas de las cuales escapa de las manos del personal de laboratorio, como es la recolección de orina de 24 horas, que es hecha por la misma paciente (8, 11).

Ante la dificultad de una adecuada colección de orina, en ocasiones aún después del proceso de información al paciente, los estudios han generado un grupo de fórmulas que con cierto margen de error y confiabilidad pueden hacer aproximaciones de la FG, considerando para ello solo el valor de la concentración de creatinina endógena y valores antropométricos (20). Sin embargo, en las determinaciones laboratoriales siempre existe incertidumbre y variabilidad biológica de los analitos, es decir la variación intra e interpersonal existente (21). Es por ello que a menor fuente de error de medición (como la colección urinaria) y mayor número de variables (edad, sexo, raza) sean incluidas en los cálculos laboratoriales, los resultados serán cada vez más confiables y exactos. Empero, ¿las fórmulas serán de utilidad y se correlacionarán en estados especiales como el embarazo, la ancianidad, diabetes u otras condicio-

Tabla 3. Sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivo y negativo de la DCE por fórmula C-G en gestantes comparada con la DCE suero-orina 24 horas.

DCE fórmula C-G	DCE Suero-orina 24 horas		Total
	Enfermo	Sano	
Enfermo	7	26	33
Sano	7	52	59
Total	14	78	92

S=0,50. E=0,591. VPP=0,212. VPN=0,881.

nes? Esta interrogante, en las gestantes, es lo que se pretende esclarecer en este estudio.

Como se ha referido, se analizaron las muestras de suero y orina de 24 horas de las gestantes para generar la DCE suero-orina 24 horas corregida con la superficie corporal, con la fórmula de rutina en el laboratorio mostrada en la figura 1, y la comparamos con los resultados de la DCE obtenida por la fórmula C-G. Como se aprecia en la tabla 1, los promedios por trimestre como el general no muestran concordancia, sino más bien, son valores que muestran diferencia significativa ($p < 0,000$) en las muestras de las gestantes de los tres trimestres. Por lo que podemos comentar que usar la fórmula C-G en gestantes no es adecuado por la disparidad de los resultados, los cuales por esta fórmula tuvieron generalmente valores superiores a la prueba de comparación DCE suero-orina 24 horas. Y, como se observa en la gráfica 4, la correlación entre los valores de la DCE por fórmula C-G en comparación con la DCE suero-orina 24 horas es baja (valor r de Pearson 0,561) y también lo es en cada uno de los trimestres de la gestación.

Se han realizado estudios semejantes, pero en una muestra de personas de la tercera edad entre 61 a 77 años, y se encontró resultados comparables a los nuestros, con valor r de Pearson de 0,76 y diferencia significativa respecto a la DCE suero-orina 24 horas⁽²²⁾. En otro estudio realizado en La Paz-Bolivia encontraron un coeficiente de correlación de Pearson para ambos métodos de $r=0,57$ en pacientes varones y $r=0,47$ en pacientes mujeres⁽²³⁾. En nuestro país (ciudad de Trujillo), en estudios previos realizados en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 se reportaron valores de correlación de Pearson moderados ($r=0,74$) aunque con mejores resultados en el grupo de los varones (37 pacientes), con $r=0,86$, que en el grupo de las mujeres (53 pacientes) $r=0,63$ ⁽²⁴⁾. Sin embargo, también hay estudios que señalan haber tenido resultados adecuados, pero con valores r no mayores a 0,9^(25,26).

Los estudios de correlación de pruebas que implican hacer un diagnóstico, deben cumplir con ciertas características, de manera que la diferencia promedio entre dos métodos no exista, de manera ideal, o sea mínimo; es decir, que el 95% de las diferencias se encuentren dentro de un intervalo probabilístico aceptable (1,96 de las desviaciones estándar de dicho promedio). Siempre y cuando estas diferencias no sean clínica o biológicamente trascendentes, los dos métodos pueden ser considerados como concordantes e intercambiables⁽²⁸⁾. Esto se demuestra con análisis estadísticos en poblaciones o muestras cuya distribución es normal, como lo es en este estudio (prueba de Smirnov-Kolmogorov en los resultados), y mediante el análisis estadístico del coeficiente de correlación-concordancia de Lin (ccc) que aplicado a nuestros resultados hemos observado que no supera los límites de aceptabilidad ($p > 0,05$). Por ello, el valor de la DCE obtenida por el cálculo de la fórmula C-G no sería recomendable para realizar estudios clínicos, ya que los especialistas consideran que los métodos o instrumentos deben reportar información fiable y repetible para poder ser usados indistintamente para la toma de decisiones en el manejo clínico de los pacientes a su cuidado^(27,28); hecho que, como se ha mostrado en los resultados, el valor del DCE por fórmula C-G no se cumple para el caso de las gestantes.

El diagnóstico médico se establece con la formulación de una o varias hipótesis, posibilidades que se verán confirmadas o rechazadas en la práctica con la ayuda diagnóstica por imágenes y pruebas de laboratorio. Y cuando se usan nuevas pruebas o metodologías diagnósticas, estas deben ser sometidas a estudios de valoración de sensibilidad (S), especificidad (E) y valores predictivos positivo (VPP) y negativo (VPN) para poder tener confiabilidad en los resultados de dicha prueba, comparándola con la prueba de referencia o estándar que puede ser la prueba laboratorial bajo control^(18,21). En nuestro trabajo se realizó este análisis considerando ‘sano’

al valor DCE dentro del rango establecido como normal para la gestante y enfermo cuando el valor estuvo fuera de dicho intervalo⁽¹⁷⁾. Como se aprecia en la tabla 2, los resultados del diagnóstico laboratorial entre las dos pruebas no fue semejante o parecido, sino que mostró diferencias significativas, hecho que se corrobora con los valores de S, E, VPP y VPN bajos, con lo que podemos señalar que al usar la fórmula C-G para el cálculo del FG en gestantes se tendría una alta incertidumbre y baja exactitud en el valor resultado, hecho que no es recomendable para confiar a una prueba la potencia de ayuda al diagnóstico.

Podríamos pensar que el bajo nivel de correlación observado en estas gestantes pudo estar influenciado por una inadecuada recolección de la muestra urinaria, a pesar de haber capacitado a las gestantes, pues no se pudo llevar un control personalizado a cada una de las participantes. Otro punto a tener en consideración son los constantes cambios que se dan fisiológicamente en las mujeres durante el periodo de gestación, cambios que también afectan al sistema renal así como la variabilidad biológica de la formación y excreción de la creatinina. Estas son las limitaciones con las que se han obtenido los resultados mostrados. Finalmente, en nuestras condiciones de investigación podemos señalar a modo de conclusión que no se encontró un nivel conveniente de correlación de la prueba de determinación de la FG por medio del cálculo de la DCE por la fórmula C-G en comparación con la DCE suero-orina 24 horas, con respaldo estadístico, con niveles bajos de sensibilidad, especificidad y valores predictivos inapropiados para un procedimiento laboratorial. Por la importancia del diagnóstico que implica la prueba, creemos que la fórmula de Cockcroft-Gault no debería ser usada para el cálculo de la filtración glomerular en las gestantes.

AGRADECIMIENTOS

A las gestantes anónimas que gentilmente participaron en la investigación.

Al personal, directivo, administrativo y Tecnólogos Médicos del Laboratorio Clínico del Hospital Sergio Bernales, por las facilidades brindadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zenteno J, Sosa L, Samudio M, Ruiz L, Stanley J, Funes P. Correlación entre el aclaramiento de creatinina y la fórmula MDRD-4 en la estimación del Filtrado Glomerular. *Mem Inst investig Cienc Salud*. Diciembre 2011;7(2):35-42.
- Gracia S, Montañés R, Bover J, Cases A, Deulofeu R, Martín de Francisco AL, y col. Documento de consenso: Recomendaciones sobre la utilización de ecuaciones para la estimación del filtrado glomerular en adultos. *Nefrología*. 2006;26(6):658-65.
- Moore-Dalley. Anatomía con orientación clínica. 4 ed. Madrid-España: Editorial Médica Panamericana; 2003:284-5.
- Instituto Químico Biológico. Ciencias Básicas, Apuntes de Anatomía. Anatomía del riñón [En línea] http://www.iqb.es/cbasicas/anatomia/ab6_01.htm#estructura. [consulta: 25 mayo 2015]
- Ramón G. Sistema renal y actividad física. Conocimiento corporal IV. Apuntes de clase. Universidad de Antioquía. [En línea] http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac25-sist-renal.pdf [Consulta: 20 mayo 2015]
- Molina J. Capítulo 26. Formación de la orina por los riñones: I. Filtración glomerular, flujo sanguíneo renal y su control. En: Guyton-Hall. Tratado de Fisiología Médica. 11 ed. Madrid-España: Gea Consultoría Editorial; 2006:307-10.
- Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Medicina. Departamento de Anatomía. Anatomía Macroscópica Humana. Aparato Urinario. [En línea] <http://escuela.med.puc.cl/paginas/Departamentos/Anatomia/SWCursos/fonoaudiologia/pdf/p1uro.pdf> [consulta: 20 mayo 2015]
- Perazzi B, Angerosa M. Creatinina en sangre: calidad analítica e influencia en la estimación del índice de filtrado glomerular. *Acta Bioquím Clín Latinoam*. 2011;45(2):265-72.
- Fontserè N. Validación de las ecuaciones predictivas del filtrado glomerular en pacientes adultos con enfermedad renal crónica [Tesis Doctoral]. Barcelona. Universidad Autónoma de Barcelona. 2007. URL disponible en: www.tdx.cat/bitstream/10803/4504/1/nfb1de1.pdf
- Lamb E, Tomson C, Roderick P. Estimating kidney function in adults using formulae. *Ann Clin Biochem*. 2005;42:321-45.
- Duran Alcaraz CL, Reyes Paredes N. Enfermedades renales y embarazo. *Rev Hosp Gral Dr. M Gea González*. 2006;7:82-9.
- Cararach V, Botet F. Preeclampsia, eclampsia y síndrome HELLP. *Institut Clinic de Ginecologia Obstetricia y Neonatologia*. Hospital Clinic de Barcelona. 2008;139-40.
- Martínez A. Estimación del filtrado glomerular. *Hipertens Riesgo Vasc*. 2012;29(4):114-7.
- Treviño A. ¿Por qué, cómo y para que medir la filtración glomerular?. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2010;48(5):465-7.
- Murillo Godínez G. Carta al editor: La fórmula de Cockcroft-Gault. *Rev Med IMSS*. 2005;43(1):69-70.
- Gil Cuáquero JM, Segura Torres P. Evaluación de la función renal. *Educación Continuada en el Laboratorio Clínico*. Ed Cont Lab Clin. 2007;10:34-40.
- Toirac A, Pascual V. El riñón y el aparato excretor urinario en la embarazada. Consideraciones básicas. *MEDISAN* 2013;17(2) en <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v17n2/san16213.pdf>.
- Camila M. Generalidades de las pruebas diagnósticas, y su utilidad en la toma de decisiones médicas. *Rev Colomb Psiquiat*. 2011;40(4):787-97.
- Pacheco J. Disfunción endotelial en la preeclampsia. 2003. *An Fac med*. 2003;64(1):43-54.
- Martínez A. Estimación del filtrado glomerular. *Hipertens Riesgo Vasc*. 2012;29(4):114-7.
- Terrés-Speziale A. Estimación de la incertidumbre y de la variabilidad total en el laboratorio clínico. *Rev Mex Patol Clin*. 2006;53(4):185-96.
- Andrade J, Alcántar E, Gámez Jorge. Correlación de la fórmula de Cockcroft-Gault con la depuración de creatinina en orina de 24 h en el anciano. *Med Int Mex*. 2002;18(3):124-9.
- López-Dávalos M. Correlación de la fórmula de Cockcroft Gault con la depuración de creatinina en orina de 24 horas en pacientes que asistieron a SELADIS desde enero 2006 a diciembre 2008. [Tesis de Pregrado]. La Paz. Repositorio Institucional de Documentos Digitales. Universidad Mayor de San Andrés. 2011. URL disponible en: <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/handle/123456789/3592>.
- Donet JA. Correlación entre la depuración de creatinina determinada con la fórmula de Cockcroft-Gault y la medida de orina de 24 horas en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. [Tesis de Pregrado]. Biblioteca digital. Oficinas de Sistema e informática. Universidad Nacional de Trujillo. 2008. URL disponible en: <http://dspace.unitr.u.edu.pe/xmlui/handle/123456789/30>.
- Cordovi L, López G, Pila R, Ávila F. Evaluación del método de Cockcroft y Gault como alternativa en la determinación del filtrado glomerular. [en línea] *Revista Electrónica Archivo Médico de Camagüey* 2002 [25 mayo 2015]; 6 (3) ISSN 1025-0255.
- Martínez Y, Risco G, López G; Carbajales A. Aplicación de la fórmula de Cockcroft y Gault en la comunidad. *Archivo Médico de Camagüey* 2007;11(6):1-10.
- Cortés-Reyes E, Rubio-Romero J, Gaitán-Duarte H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. *Rev Colomb Obstet Ginecol [serial on the Internet]*. 2010;61(3):247-55.
- Gaitán-Duarte H, Rubio-Romero J, Gómez-Chantaine M. Interpretación del desempeño operativo de las pruebas de tamizaje y de diagnóstico de enfermedades en obstetricia y ginecología. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 2009;60:365-76.

Artículo recibido el 3 de marzo de 2016 y aceptado para publicación el 9 de junio de 2016.

Los autores declaran no tener conflicto de interés en el desarrollo de la investigación ni en la presentación de este artículo.

Correspondencia:
Miguel Sandoval Vegas.

Correo electrónico: msandovalv@unmsm.edu.pe