



ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Aproximación al filtrado glomerular en el paciente crítico, ¿seguimos utilizando las fórmulas de estimación basadas en la creatinina sérica?

Charco Roca LM, Carretero de la Encarnación B.

Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.

Resumen

El fracaso renal agudo es un problema en el ámbito de los cuidados críticos donde su frecuencia de aparición es elevada. El conocimiento de la tasa de filtrado glomerular es necesario para realizar ajustes posológicos para pacientes con función renal deteriorada. Para estimar el filtrado glomerular en pacientes estables y ambulatorios se utiliza la creatinina sérica y la tasa de filtrado glomerular estimada a través de ecuaciones estimativas. Revisamos las ecuaciones Cockcroft-Gault, MDRD y CKD-EPI. Estas ecuaciones requieren que la concentración de creatinina en suero sea estable por lo que no pueden utilizarse para valorar la función renal en la Unidad de Cuidados Intensivos. Recomendamos la monitorización de la función renal continua y el cálculo de aclaramiento de creatinina en orina para realizar ajustes posológicos en los pacientes críticos.

Introducción



El fracaso renal agudo es un problema en el ámbito de los cuidados críticos donde su frecuencia de aparición es elevada. El conocimiento de la tasa de filtrado glomerular es necesario para realizar ajustes posológicos para pacientes con función renal deteriorada. Para estimar el filtrado glomerular en pacientes estables y ambulatorios se utiliza la creatinina sérica y la tasa de filtrado glomerular estimada a través de ecuaciones estimativas. Revisamos las ecuaciones Cockcroft-Gault, MDRD y CKD-EPI. Estas ecuaciones requieren que la concentración de creatinina en

suero sea estable por lo que no pueden utilizarse para valorar la función renal en la Unidad de Cuidados Intensivos. Recomendamos la monitorización de la función renal continua y el cálculo de aclaramiento de creatinina en orina para realizar ajustes posológicos en los pacientes críticos.

El fracaso renal agudo (FRA) es un problema en el ámbito de los cuidados críticos donde su frecuencia de aparición es elevada. El FRA está asociado a peor pronóstico con aumento de morbilidad, estancias hospitalarias más prolongadas y necesidad de tratamientos de elevado coste como las técnicas de reemplazo renal (1).

Los clínicos tenemos un elevado interés en el diagnóstico precoz del FRA en UCI asumiendo la hipótesis de que si se diagnostica en etapas iniciales el tratamiento precoz podría ser más efectivo para disminuir el daño.

Además, el conocimiento de la tasa de filtrado glomerular (TFG) resulta de especial interés a la hora de realizar ajustes posológicos para pacientes con función renal deteriorada.

En la práctica clínica, para pacientes estables y ambulatorios, el estudio de la función renal incluye el cálculo de la tasa de filtrado glomerular estimada (TFGe) a través de medición de la creatinina sérica y el uso de ecuaciones estimativas. Los valores normales dependen de la edad, el sexo y el tamaño corporal. Dichos valores suelen ser aproximadamente 130 ml/min/m² en hombres jóvenes y 120 ml/min/m² en mujeres jóvenes. Estos valores disminuyen a medida que las personas envejecen (2).

La estimación de la tasa de filtrado glomerular mediante fórmulas se ha convertido en una práctica generalizada. Por medio de su cálculo se clasifica a los pacientes en diferentes estadios de la enfermedad renal crónica (ERC) y se estima la prevalencia de esta en diversas poblaciones. La TFGe es válida en ensayos clínicos y posee por sí sola un valor pronóstico para la mortalidad o el requerimiento de terapia de sustitución renal fuera del área de UCI (3).

Nos centraremos en revisar tres ecuaciones basadas en la creatinina sérica; la de Cockcroft-Gault, la MDRD (Modification of Diet in Renal Disease Study) y la CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration).

Ecuaciones utilizadas para estimar la TFG

Todas las fórmulas incluyen variables como la edad, sexo, raza y tamaño corporal, además de la creatinina sérica.

La fórmula de Cock-Croft-Gault fue desarrollada en 1973 con los datos de

249 hombres con aclaramientos de creatinina (ClCr) de 30 a 130 ml/min (4). El valor medio de aclaramiento de creatinina de esta muestra era 72,7 mL/min, para la obtención de la ecuación se utilizó un análisis de regresión en el que intervinieron como variables la concentración sérica de creatinina, la edad y el peso (Figura 1).

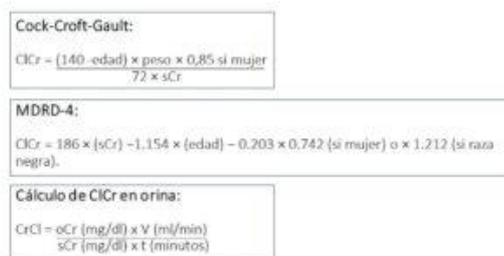


Figura 1: Fórmulas de estimación de filtrado glomerular y cálculo de aclaramiento en orina. Abreviaturas: ClCr; Aclaramiento de creatinina, sCr; Creatinina sérica, oCr; creatinina en orina, V; volumen recogido, t; tiempo de recogida.

Estos autores ya advirtieron en su momento que los datos obtenidos por ellos y plasmados en su fórmula solo eran aplicables en aquellos casos en que el FG fuera estable, tal como ocurre en los pacientes crónicos. Por lo tanto las limitaciones en la validez de esta fórmula provienen de la población a partir de la cual fue creada (varones de raza blanca, sin diabetes).

La ecuación del estudio MDRD se desarrolló en 1999 con el uso de datos de 1628 pacientes con enfermedad renal crónica (5). El objetivo era encontrar una ecuación que mejorara la exactitud de la fórmula de Cockcroft-Gault y que fuera una estimación del FG y no del aclaramiento de creatinina. A diferencia de la de Cock-Croft-Gault ajusta su estimación al área de la superficie corporal e incluye el término para raza para reflejar un nivel de creatinina sérica promedio más alto en sujetos negros, en parte debido al aumento de la masa muscular (Figura 1). En la población del estudio MDRD, las predicciones de TFG fueron más precisas que con el uso de la Cock-

Croft-Gault, incluso después del ajuste para el área de la superficie corporal y la corrección del sesgo sistemático debido a la sobreestimación de la TFG mediante el aclaramiento de creatinina (5).

Una limitación importante de la MDRD es que en el estudio se utilizaron individuos con ERC y se ha cuestionado mucho la aplicación en individuos con función renal normal.

En general, el comportamiento de estas dos ecuaciones es distinto en función del valor del FG:

- Sobreestiman el FG para valores inferiores a 15 mL/min/1,73m² (especialmente Cockcroft-Gault).

- Presentan mayor exactitud diagnóstica para valores de FG entre 15 y 60 mL/min/1,73m², correspondientes a estadios de ERC 3 y 4 (en especial MDRD).

- En el caso de población sana, con FG iguales o superiores a 60 mL/min/1,73m², o en pacientes con nefropatía diabética incipiente que cursan con hiperfiltración, las ecuaciones infraestiman el valor real del filtrado (sobre todo MDRD).

- Para cualquier valor de FG, MDRD es más precisa que Cockcroft-Gault.

- La ecuación de Cockcroft-Gault parece ser menos precisa que la MDRD en personas obesas.

La fórmula CKD-EPI se ideó a partir de un estudio en el que se analizaron 8254 individuos, de los cuales los datos de 5504 (66,6%) se utilizaron para la realización de la fórmula y los 2750 (33,3%) restantes para la validación. El 71% de las personas incluidas eran consideradas de alto riesgo para ERC y

el 29% presentaba DM tipo 2. Por otra parte, el 60% eran de raza blanca y la edad promedio fue de 47 años (5). Inicialmente fueron tomadas en cuenta las variables del estudio MDRD y de manera adicional se incluyeron: peso, antecedente de trasplante renal y DM tipo 2. Posterior al análisis, se encontraron como variables significativas: edad, género, raza (afroamericano frente a blanco) y creatinina sérica estandarizada, por lo que únicamente estas variables fueron incluidas en la fórmula final (Figura 2).

Etnia negra

Mujeres

- Si creatinina ≤ 62 : FG estimado = $166 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,7)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$
- Si creatinina > 62 : FG estimado = $166 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,7)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$

Hombres

- Si creatinina ≤ 80 : FG estimado = $163 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,9)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$
- Si creatinina > 80 : FG estimado = $163 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,7)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$

Etnia blanca y otras

Mujeres

- Si creatinina ≤ 62 : FG estimado = $144 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,7)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$
- Si creatinina > 62 : FG estimado = $144 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,7)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$

Hombres

- Si creatinina ≤ 80 : FG estimado = $141 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,9)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$
- Si creatinina > 80 : FG estimado = $141 \times ((\text{creatinina}/88,4/0,7)^{-1,15}) \times 0,993^{\text{edad}}$

Figura 2: Ecuación para estimar el filtrado glomerular según CKD – EPI Abreviaturas: FG; filtrado glomerular (ml/min/1,73 m²).

Según diferentes estudios la ecuación CKD-EPI mejora los resultados obtenidos con MDRD, en especial a valores de FG > 60 ml/min/1,73 m², donde la ecuación MDRD infraestima los valores del filtrado glomerular, ocasionando que un número elevado de pacientes sean enmarcados en el cuadro de ERC. Mantiene la misma exactitud que MDRD para los valores de FG inferiores a 60 ml/min/1,73m².

Las ecuaciones anteriores nos permiten estimar el FG en adultos estables, pero no deben utilizarse en niños y ni

menores de 18 años (la ecuación más extendida para estimar la FG en niños y adolescentes es la ecuación de Schwartz y col. que se basa en la concentración sérica de creatinina y en la talla del paciente) (2).

Es necesario recordar que el FG es sólo una parte de la función renal (se excluye la de síntesis) y que la reabsorción tubular y el filtrado a nivel tubular no se tienen en cuenta en ninguna de estas fórmulas a las que estamos haciendo referencia.

Cálculo de aclaramiento de creatinina en orina

Un método exacto para obtener el FG sería la medición del aclaramiento de sustancias (generalmente isotópicas) administradas de manera exógena, lo que constituye el gold estándar (2). Dada la complejidad de realizar este análisis el método más usado en la práctica diaria es el aclaramiento de sustancias endógenas, generalmente el aclaramiento de creatinina (ClCr) en orina de 24h, o de forma más sencilla en periodos más cortos (7) (Figura 1).

Conclusiones y recomendaciones

La detección precoz de la disfunción renal aguda es fundamental en el paciente crítico.

La estimación del FG mediante ecuaciones requiere que la concentración de creatinina en suero sea estable por lo que no pueden utilizarse para valorar la función renal cuando no se cumple esta condición. El valor de creatinina sérica está influido por factores dependientes del paciente debido a situaciones específicas (Tabla 1), varios de estos de factores pueden confluir en el paciente crítico. El uso de fórmulas matemáticas en lugar del ClCr en estas circunstancias especiales puede

incluso infraestimar el valor real del FG (8).

Factores que influyen en el valor de creatinina sérica
• Seguimiento de dietas especiales (vegetarianos estrictos como los que toman suplementos de creatina o creatinina)
• Alteraciones importantes en la masa muscular (amputaciones, caquexia, enfermedades musculares, parálisis)
• IMC inferior a 19 kg/m ² o superior a 35 kg/m ²
• Presencia de hepatopatía grave, edemas generalizados y ascitis
• Embarazo
• Edades extremas (niños y ancianos)
• Variaciones rápidas de la volemia
• Grupos étnicos específicos

Tabla 1: Factores dependientes del paciente que influyen en el valor de creatinina sérica.

Recomendamos la monitorización de la función renal continua y el cálculo de ClCr en orina para realizar ajustes posológicos en los pacientes críticos.

Bibliografía

1. Uchino S, Kellum J, Bellomo R, Doig G, Morimatsu H, Morgera S, et al. Acute renal failure in critically ill patients: A multi-national, multicenter study. *JAMA*.2005;297:813–8. ([PubMed](#))
2. Johnson RJ, Feehally J, Jurgens F. *Comprehensive Clinical Nephrology*. 3rd ed. Philadelphia: Mosby; 2007 ([HTML](#))
3. Herrera-Gutierrez ME, Sellar-Perez G, Banderas-Bravo E, Muñoz-Bono J, Lebrón-Gallardo M, Fernández-Ortega J. Replacement of 24-h creatinine clearance by 2-h creatinine clearance in intensive care unit patients: A single center study. *Intensive Care Med*.2007;33:1900–6. ([PubMed](#))
4. Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976 16(1):31-41. ([PubMed](#))
5. 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. *Ann Intern Med* 1999;130: 461-70. ([PubMed](#))
6. Levey AS, Lesley A, Stevens MS, Zhang YL, Castro AF 3er, Feldman HI, et al. A new

equation to estimate glomerular filtration rate. Ann Intern Med 2009;150:604-12. ([PubMed](#))

7. Coresh J, Astor BC, Greene T, Eknoyan G, Levey AS. Prevalence of chronic kidney disease and decreased kidney function in the adult US population: Third National Health and Nutrition Examination Survey. Am J Kidney Dis 2003;41:1-12. ([PubMed](#))

Correspondencia al autor

Luisa María Charco Roca

luisacharco@gmail.com

Facultativo Especialista de Área de Anestesiología, Reanimación y Cuidados Intensivos.

Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.

Aceptado para el blog en noviembre de 2020