

MEDICION DEL FILTRADO GLOMERULAR CON Tc99m DTPA COMPARACION DE METODOS

EDUARDO C.A. NOGUERA, ADELINA JAIME

Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Privado, Centro Médico de Córdoba

Resumen El objetivo del estudio fue medir el F/G con Tc99m DTPA y comparar métodos que emplean tres, dos o una muestra de sangre. Se estudiaron 148 pacientes (54 mujeres y 94 hombres, entre 3-84 años) con diversas enfermedades renales. Después de la administración EV de Tc99m DTPA, se extrajeron 3 (n = 44), o dos (n = 104) muestras de sangre, calculándose por análisis exponencial la disminución plasmática de actividad por filtración glomerular. El F/G con una muestra de sangre se estimó con los métodos de Jacobsson, Russel, Groth-Aasted, Dakubu y Constable. **Resultados:** 1) En 37/148 (25%) el F/G promedio con los métodos 1 y 2 fue inferior a 30 ml/min. La diferencia de las medias entre estos métodos y los que extraen una muestra de sangre fue significativamente alta o baja en el 51% y 49% respectivamente. En los restantes 111/148 (75%) el F/G fue superior a 30 ml/min. Entre los métodos 1 y 2 y determinados métodos que extraen una muestra las diferencias absolutas porcentuales fueron clínicamente aceptables. Sin embargo cada uno de estos métodos, difieren según rangos de filtrado. Por esta razón sugerimos estimar el F/G empleando dos muestras de sangre, y ultrafiltrar el plasma previo al conteo de la muestra para dar mayor exactitud al cálculo del F/G.

Abstract *Glomerular filtration rate with Tc99m DTPA. Comparison of methods.* Glomerular filtration rate (GFR) is an important index of renal function. The aim of this study was to compare the GFR with 99m Tc. DTPA without urine collection estimated with three, two and single-sample methods. We studied 148 patients (54 women and 94 men, 3-84 years old) with diverse renal diseases. After intravenous administration of Tc99m DTPA three (90-120-180 min. Method 1; n = 44) or two (120 and 180 min or 180 and 240 min Method 2, n = 104) blood samples were taken. The GFR (ml/min) were calculated using monoexponential analysis, or with only the sample of the 180 or 240 min with the methods of Jacobsson, Russel, Groth-Aasted, Dakubu and Constable. **Results:** 1) In 37/148 (25%) the GFR by Method 1-2 was less than 30 ml/min. All the single-sample methods did not perform well. 2) In 107/148 (75%) the GFR using method 1 and 2 was superior to 30 ml/min. The single sample methods showed clinically acceptable absolute error differences with method 1 and 2. However, we cannot suggest a preferable one single sample method that covers all the range of GFR that we analyzed. In conclusion, the 2 sample technique provides an estimate of GFR and we also suggest ultrafiltering the plasma before measuring radioactivity to give better accuracy in calculating GFR.

Key Words: glomerular filtration rate, Technetium99m-DTPA, radionuclide plasma clearance

El filtrado glomerular (F/G), es considerado en el sujeto sano y el paciente enfermo el mejor índice de función renal¹. El método clásico para estimar el F/G, es la infusión continua de inulina pero clínicamente no se usa, debido a que la metodología necesaria para llevar a cabo este método es compleja para realizarse de forma rutinaria^{1,2}. En su reemplazo el F/G se mide con la depuración endógena de creatinina (Ccr), calculando la relación excreción urinaria, concentración plasmática, con el volumen de orina recolectado durante 24 hrs¹. Sin embargo el Ccr, no es un buen índice de filtración glomerular,

al alterarse por errores técnicos, entre los cuales consignaremos las recolecciones incompletas de orina como ocurre especialmente en niños y ancianos², o condiciones clínicas que ya sea subestiman el F/G al producir alteraciones en la producción/concentración/excreción de creatinina, como sucede en los pacientes con disminución de la masa muscular por enfermedad hepática con o sin ascitis^{2,3,4} o por el contrario sobrestiman el F/G por secreción tubular de creatinina como suele encontrarse en los pacientes con enfermedad del glomérulo renal⁵.

Con la finalidad de superar los inconvenientes de la inulina o del Ccr, se ha propuesto medir el F/G sin recolección de orina, empleando compuestos alternativos, ya sean no radioactivos, como el iohexol^{1,6} o radioactivos como el Cr51 EDTA⁷, I¹²³ iodotalamato⁸ o el ácido dietilentriamino (DTPA) marcado con tecnecio (Tc99m)^{1,5,9}, agentes que se eliminan exclusivamente por filtra-

Recibido: 18-VI-1999

Aceptado: 27-X-1999

Dirección postal: Dr. Eduardo C. Noguera, Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Privado, Centro Médico de Córdoba, Naciones Unidas 346, 5016 Córdoba, Argentina
Fax: (54-0351) 4688272 e-mail: imagenhp@nt.com.ar

ción glomerular. El F/G medido con estos agentes tiene buena correlación con la inulina¹.

En la Argentina, de los isótopos consignados el Tc99m DTPA es el radiofármaco que en el hospital es de permanente disponibilidad, al usarlo rutinariamente para realizar los estudios dinámicos renales con la cámara gama, por lo cual es posible después de finalizar un renograma, complementarlo con la medición del F/G mediante la extracción de muestras de sangre en función del tiempo, después de la administración del isótopo.

El propósito de este estudio es comunicar y ampliar nuestros previos resultados¹⁰, de estimar el F/G con Tc99m DTPA sin recolectar orina y comparar métodos que emplean tres, dos y una muestras de sangre, con la finalidad de elegir la técnica más simple y práctica, que reemplace, cuando esté clínicamente indicado a la depuración endógena de creatinina.

Material y métodos

Se estudiaron 148 pacientes (54 mujeres y 94 hombres), con una edad promedio de 50 ± 18 años (rango 3-84 años), peso (Kg) 71 ± 17 (17-110), talla (cm) 165.7 ± 13.4 (100-165), y superficie corporal (m^2) 1.78 ± 0.27 (0.67-2.28), referidos al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Privado de Córdoba, para estudio dinámico renal con Tc99m DTPA (TC-J4 Comisión Nacional de Energía Atómica, Bs. As., Argentina, que tiene una eficiencia de marcación del 98%¹¹) indicado por diversas causas. La centellografía renal fue complementada con la determinación del F/G.

Técnica del filtrado glomerular

Después de la administración endovenosa (E.V.) en forma de bolo de un volumen conocido de 15 mCi de Tc99 DTPA, se extrajo con jeringa heparinizada 10 ml de sangre venosa del brazo opuesto, a diferentes tiempos. Las muestras de sangre fueron posteriormente centrifugadas durante 5 minutos. Con una pipeta se extrajeron 2 ml de plasma.

Preparación de la solución estándar

De la solución de Tc99m DTPA, se extrajo con jeringa de tuberculina una alícuota, que fue diluida con un volumen conocido de agua en un matraz. Con una pipeta se extrajeron 2 ml de la solución.

La actividad del plasma y del estándar se midió en un contador de pozo, interconectado a un espectrómetro gamma.

Se determinó el peso (kg) y la talla (cm) del paciente.

Cálculo del F/G (ml/min); se emplearon 7 métodos diferentes¹².

Método 1: Se extrajeron tres muestras de sangre a los 90, 120 y 180 minutos, después de la administración de Tc99m DTPA.

Con la actividad del plasma se construyó una curva actividad/tiempo, calculándose con una función monoexponenciales, la actividad (A_0) al $t = 0$, como así también la pendiente de la curva (k).

El F/G se estimó con la siguiente ecuación.

$$F/G = (D/A_0) \times k$$

Dosis (D) = cuentas del estándar X volumen de dilución.

Método 2: Se extrajeron dos muestras de sangre a los 120 y 180 minutos, o bien a 180 y 240 minutos, después de la ad-

ministración del Tc99m DTPA. El F/G se estimó, aplicando la fórmula sugerida por el Comité de Medicina Nuclear². El F/G se normalizó a la superficie corporal, corrigiéndose la sobreestimación del F/G, que produce el método exponencial, con la fórmula sugerida por Brochner-Mortensen¹².

Cinco métodos que estiman el F/G con una muestra de sangre^{12, 13}: Se empleó la muestra extraída a los 180 o 240 minutos después de la administración del Tc99m DTPA, estimándose el F/G aplicando las fórmulas matemáticas, propuestas por a) Jacobsson (método 3); b) Russel (método 4); c) Groth y Aasted (método 5); d) Dakubu (método 6) y e) Costable (método 7).

Los valores calculados de F/G estimados por los diferentes métodos se normalizaron a la superficie corporal expresándose los resultados en ml/min/1.73 m^2 .

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como la media \pm ES. Para la comparación de las medias de F/G entre los métodos 1-2, y los 5 métodos que emplean una muestra de sangre se utilizó el test de Student para grupos dependientes considerándose los valores de $p < 0.05$, como estadísticamente significativos. La correlación entre el F/G estimado con los métodos 1-2 y los otros 5 métodos se analizó usando el coeficiente de correlación de Pearsons, con el programa Statistica para Windows (Statsoft 1994). También se computó entre el F/G estimado con el método 1, 2 y con cada uno de los otros 5 métodos la diferencia absoluta porcentual¹⁴.

Resultados

Los F/G estimados con tres y dos muestras de sangre, fueron divididos; a) inferior a 30 ml/min, b) superior a 30 ml/min, y éstos a su vez analizados dentro de los siguientes rangos; 1) 30-60 ml/min; 2) entre 60-90 ml/min; 3) entre 90-120 ml/min; 4) superior a 120 ml/min. Los métodos 1 y 2 fueron considerados los de referencia y sus resultados se compararon con los 5 métodos que estiman el F/G con una muestra de sangre. La discrepancia entre estos métodos vs los métodos 1 y 2, se normalizó a la diferencia absoluta porcentual, calculada mediante la siguiente fórmula¹³.

Diferencia absoluta porcentual = (método simplificado-método referencia)/método referencia) x 100

a) F/G inferior a 30 ml/min ($n = 37/148$ (25%)).

Los valores individuales de F/G estimado con una muestra de sangre, fueron en el 49 y 51% significativamente bajo o alto, comparados con las respectivas medias de F/G estimado con tres y dos muestras de sangre.

Estos resultados sugieren que en este nivel de función renal los métodos que extraen una muestra de sangre, son inadecuados para estimar el F/G. Por esta razón estos métodos fueron excluidos de las Tablas, como así también de posterior análisis.

b) F/G superior a 30 ml/min ($n = 111/148$ (75%))

Método 1: ($n = 33/111$ (30%))

La Tabla 1, muestra en los diferentes rangos analizados, los promedios de F/G estimado con el método 1, o una muestra de sangre.

TABLA 1.- Método 1: filtrado glomerular ml/min estimado con tres (90, 120 y 180 min) y con una muestra (180 min) de sangre después de la administración de Tc99m DTPA

| Métodos | Valores de filtrado glomerular ml/min | | | | |
|------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | < 30 | 30-60 | 60-90 | 90-120 | > 120 |
| a) Tres muestras | 19.4 ± 1.7 | 42 ± 2.7 | 75.2 ± 2.3 | 107.4 ± 2.8 | 137 ± 1.8 |
| rango | 16.5 | 26.7 | 21.6 | 17.5 | 8 |
| 1. Jacobsson: | N.A. | 30.7 ± 5.3* | 83.7 ± 4.5* | 120.8 ± 9.8 | 130 ± 10.3 |
| rango | | 56 | 45 | 65 | 62 |
| r: | | 0.66 | 0.73 | 0.91 | 0.46 |
| p = | | 0.01 | 0.01 | 0.01 | n.s |
| 2. Russell: | N.A. | 41.1 ± 5.3 | 93.7 ± 4.4* | 126 ± 6.9* | 141 ± 5.8 |
| rango: | | 60 | 44 | 46 | 35 |
| r: | | 0.72 | 0.68 | 0.91 | 0.58 |
| p = | | 0.007 | 0.02 | 0.01 | n.s |
| 3. Groth-Aasted: | N.A. | 37.16 ± 4.6 | 77.5 ± 3.0 | 103.5 ± 5 | 123 ± 3.3* |
| rango: | | 53 | 34 | 34 | 19 |
| r: | | 0.66 | 0.88 | 0.93 | 0.86 |
| p = | | 0.01 | 0.0007 | 0.007 | 0.05 |
| 4. Dakubu: | N.A. | 34.16 ± 6 | 91.3 ± 4.3* | 131 ± 8.8* | 171.6 ± 19 |
| rango: | | 62 | 50 | 58 | 103 |
| r: | | 0.66 | 0.89 | 0.92 | 0.58 |
| p = | | 0.02 | 0.0006 | 0.01 | n.s. |
| 5. Constable: | N.A. | 40.1 ± 4.7 | 91.2 ± 4.9* | 130.8 ± 9.8 | 178.8 ± 36.7 |
| rango: | | 55 | 47 | 66 | 201 |
| r: | | 0.72 | 0.66 | 0.92 | 0.48 |
| p = | | 0.008 | 0.03 | 0.01 | n.s. |
| Nº pacientes | 11 | 12 | 10 | 6 | 5 |

N.A. = no adecuados en todos los casos, para estimar el F/G

* $p < 0.05$

n.s = no significativo

Los coeficientes de correlación entre el F/G estimado con el método 1, y cada uno de los 5 métodos que emplean una muestra de sangre resultaron significativos entre 30 y 120 ml/min, pero no cuando el filtrado fue superior a 120 ml/min (Tabla 1).

Con respecto a las diferencias absolutas porcentuales entre el método 1 y los diferentes métodos que extraen una muestra de sangre, las menores se observaron con los métodos de Russel (rango 30-60 y F/G superior a 120 ml/min) y Groth y Aasted (rango 60-90 y 90-120 ml/min).

Método 2: (n = 78/111 (70%)).

Se dividió en dos grupos de acuerdo al tiempo de extracción de la muestras de sangre después de la administración del Tc99m DTPA.

Grupo A: (n = 24/78 (31%)) muestras extraídas a los 120 y 180 min.

La Tabla 2 muestra los promedios error estándar y rango de valores hallados para el grupo A y los 5 métodos que emplean una muestra de sangre.

En los rangos analizados, los valores medios de filtrados estimados con algunos de los 5 métodos fueron

significativamente más bajos que las medias del método 2. En la Tabla también se observa que en todos los rangos el único de los 5 métodos que muestra significativa correlación con el método 2 es el método de Dakubu.

Entre el método 2 y los métodos que emplean una muestra de sangre, las menores diferencias absolutas porcentuales se observan con el método de Russel (rango de 30-60 ml/min) y con el método de Dakubu en los rangos restantes.

Grupo B: (n = 78/111 (70%)).

Las muestras de sangre fueron extraídas a los 180 y 240 min.

En la Tabla 3 se presentan según los rangos de filtrado analizados, los valores promedio de filtrado calculados con el método 2 (grupo B) y cada uno de los métodos que lo estiman con una muestra de sangre, observándose que algunos de estos últimos métodos tienen según el rango considerado valores de filtrado significativamente más altos o bajos que el método 2 (grupo B).

En lo que respecta a los coeficientes de correlación entre el método 2 vs los 5 métodos de una muestra de sangre, se observa significativa correlación, con alguno

TABLA 2.- Método 2 (Grupo A): filtrado glomerular ml/min estimado con dos (120 y 180 min) y con una muestra (180 min) de sangre extraídas después de la administración de Tc99m DTPA

| Métodos plasmáticos de estimar el FG ml/min | Valores estimados de filtrado glomerular ml/min | | | | |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|---------------|
| | < 30 | 30-60 | 60-90 | 90-120 | > 120 |
| 2 muestras plasma | 12.3 ± 4 | 50.8 ± 2.6 | 70.7 ± 3.3 | 97.4 ± 2.94 | 133.4 ± 2.3 |
| rango | 23.3 | 24.5 | 20.5 | 14.2 | 13 |
| Jacobsson | N.A. | 40 ± 5.4* | 66.8 ± 6.1 | 91.2 ± 1.9 | 117.4 ± 3.5* |
| rango | | 43 | 43 | 8 | 18 |
| r | | 0.84 | 0.64 | 0.10 | 0.48 |
| p = | | 0.03 | n.s | n.s | n.s |
| Russell | N.A | 47.4 ± 6.7 | 79.3 ± 6.08 | 101 ± 2.3 | 125.4 ± 2.9* |
| rango | | 65 | 43 | 10 | 15 |
| r | | 0.85 | 0.33 | 0.026 | 0.49 |
| p = | | 0.003 | n.s | n.s | n.s |
| Groth y Aasted | N.A | 44 ± 5 | 63.8 ± 3.6* | 82.5 ± 1.5* | 102.8 ± 1.15* |
| rango | | 45 | 45 | 7 | 7 |
| r | | 0.85 | 0.83 | 0.93 | 0.98 |
| p = | | 0.003 | 0.04 | n.s | 0.001 |
| Dakubu | N.A | 42.6 ± 7.1 | 71.5 ± 5.3 | 98.2 ± 2.4 | 128 ± 1.7 |
| rango | | 66 | 38 | 11 | 10 |
| r | | 0.86 | 0.81 | 0.98 | 0.98 |
| p = | | 0.002 | 0.04 | 0.03 | 0.002 |
| Constable | N.A | 46 ± 5.7 | 76.3 ± 6.4 | 99 ± 2.7 | 128.8 ± 3.7 |
| rango | | 55 | 45 | 12 | 19 |
| r | | 0.84 | 0.36 | 0.04 | 0.51 |
| p = | | 0.003 | n.s | n.s | n.s |
| N° pacientes | 5 | 9 | 6 | 4 | 5 |

N.A. = no adecuado para estimar el F.G. en todos los casos

* $p < 0.05$

n.s = no significativo

de estos métodos (rango 30-60 ml/min), con todos (rango 60-90 ml/min) y con ninguno cuando el filtrado es superior a 90 ml/min (Tabla 3).

Entre el F/G estimado con el método 2 y cada uno de los métodos que emplean una muestra de sangre, las menores diferencias absolutas porcentuales se observaron con el método de Groth y Aasted y Jacobsson cuando el filtrado fue inferior o superior a 90 ml/min. Es de hacer notar que entre el método de Jacobsson y el método 2, las correlaciones no resultaron estadísticamente significativas, lo cual no excluye a este método reemplazar al otro, ya que debe tenerse en cuenta que el coeficiente de correlación determina la relación entre dos variables, pero no la diferencia entre ellas, y por lo tanto para juzgar el acuerdo o desacuerdo entre dos métodos.

Nuestros resultados, en síntesis, sugieren; 1) para estimar el F/G técnicamente se podría disminuir de tres, dos a una el número de extracciones de sangre. 2) cuando el F/G estimado con los métodos 1 y 2 (grupo A y B) es superior a 30 ml/min, los métodos de una muestra que tienen las menores diferencias absolutas porcentuales, cambian cada

30 ml/min, por lo cual no es posible sugerir un determinado método de una muestra, que pueda reemplazar a los métodos que extraen tres o dos muestras de sangre para estimar el F/G.

Finalmente con respecto al método 2, se comparó el F/G estimado con el grupo A con el grupo B, observándose únicamente en el rango de filtrado 30-60 ml/min. diferencias significativas entre sus respectivas medias (50.8 ± 2.6 vs 43.7 ± 1.9).

Discusión

En este estudio empleamos para medir el F/G el Tc99m DTPA, por su permanente disponibilidad, bajo costo y metodología simple.

El DTPA es un agente quelante, de pequeña molécula, que forma impurezas radioquímicas durante la marcación con el Tc99m, las que después de la inyección endovenosa, se unen a las proteínas plasmática entre un 4-10% de la dosis administrada, porcentaje que varía según las preparaciones comerciales de DTPA¹⁵, y au-

TABLA 3.- Método 2 (Grupo B): filtrado glomerular ml/min estimado con dos (120 y 240 min) y con una muestra (240 min) de sangre extraída después de la administración de Tc99m DTPA

| Métodos | Valores estimados de F.G. ml/min | | | | |
|----------------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | < 30 | 30-60 | 60-90 | 90-120 | > 120 |
| Dos muestras | 20 ± 1.17 | 43.7 ± 1.9 | 74.9 ± 1.7 | 97.4 ± 1.3 | 139 ± 10.2 |
| rango | 18.5 | 28.6 | 24.7 | 13.6 | 45.7 |
| Jacobson | N.A | 52 ± 6.8 | 78.2 ± 4.3 | 102.8 ± 3.8 | 136 ± 8.4 |
| rango | | 105 | 58 | 31 | 34 |
| r | | 0.40 | 0.50 | 0.58 | 0.81 |
| p = | | n.s | 0.02 | n.s | n.s |
| Russell | N.A | 61.5 ± 6.4* | 84.1 ± 3.7* | 107.5 ± 2.6* | 134 ± 8.2 |
| rango | | 96 | 53 | 23 | 32 |
| r | | 0.42 | 0.52 | 0.50 | 0.82 |
| p = | | n.s | 0.02 | n.s | n.s |
| Groth y Aasted | N.A | 49.3 ± 4.7 | 70.3 ± 2.10* | 86.5 ± 1.5* | 104.7 ± 6.5* |
| rango | | 75 | 35 | 23 | 25 |
| r | | 0.45 | 0.66 | 0.28 | 0.82 |
| p = | | 0.04 | 0.001 | n.s | n.s |
| Dakubu | N.A | 71.5 ± 8.6* | 109 ± 3.8* | 138.5 ± 4.6* | 171.5 ± 11* |
| rango | | 0.47* | 63 | 41 | 45 |
| r | | 136 | 0.67 | 0.29 | 0.82 |
| p = | | n.s | 0.001 | n.s | n.s |
| Constable | N.A | 78 ± 9.6* | 107.5 ± 6* | 146 ± 5.8* | 201 ± 18* |
| rango | | 144 | 86 | 52 | 0.820 |
| r | | 0.37 | 0.50 | 0.48 | 70 |
| p = | | n.s | 0.02 | n.s | n.s |
| Nº pacientes | 21 | 20 | 19 | 11 | 4 |

N.A. = no adecuado para estimar el F/G en todos los casos

* p = < 0.05

n.s = no significativo

menta a mayor tiempo de permanencia del DTPA en la circulación sistémica.

Esta unión DTPA - proteínas es causa de error en la medición del F/G, sugiriéndose eliminar las mismas, mediante la ultrafiltración de la muestra plasmáticas, previo a la determinación de su actividad en el contador de pozo⁹. Con relación a este aspecto, nosotros observamos que la actividad de la muestra plasmática antes y después del ultrafiltrado, varía para cada individuo, encontrándose por lo general en el rango de 10-30% (observaciones no publicadas).

La técnica habitual del F/G sin recolección de orina, es administrar una dosis intravenosa de DTPA, y extraer muestras de sangre únicas o múltiples durante un período de 3-4 hrs, y estimarlo analizando la actividad plasmática mediante, a) métodos empíricos, basados en la determinación del volumen teórico de distribución a un determinado tiempo¹⁶, b) aplicando ecuaciones basadas en el modelo abierto de un sólo compartimento¹⁷, c) según el modelo compartamental propuesto por Sapiertein y col. para la creatinina¹⁸.

En el presente estudio en 148 pacientes, con Tc99m DTPA se estimó el F/G con tres o dos muestras de sangre y se lo comparó con diferentes métodos que emplean una muestra de sangre. En 37 de los 148 pacientes (25%), el F/G estimado con tres y dos muestras de sangre, fue inferior a 30 ml/min. En este nivel de función renal, los métodos que emplean una muestra de sangre, no fueron útiles para estimar el F/G. Estos resultados concuerdan con el estudio de Kim y col¹⁹ y Yi Li¹³. Entre otros los probables mecanismos que explicarían estos resultados serían los siguientes: a) eliminación extrarrenal del Tc99 m DTPA, a consecuencia de no haberse logrado en el curso del tiempo después de la administración del radiofármaco el equilibrio entre el compartimento vascular y extracelular, b) aumento del porcentaje de unión del DTPA a las proteínas plasmáticas⁹ y por último, c) a bajos valores de FG, las pequeñas diferencias absolutas son causas de gran error relativo.

En 111 de los 148 pacientes (75%) el F/G fue superior a los 30 ml/min. En este rango de función renal, es posible extraer algunas consideraciones de interés en la

estimación del F/G con Tc99m DTPA; 1) en general, se observa que los métodos que emplean tres o dos muestras, tienen con determinados métodos que extraen una muestra de sangre, diferencias absolutas porcentuales clínicamente aceptables, lo que justificaría reducir de tres o dos a una las extracciones de sangre en la práctica diaria. Sin embargo, como es necesario cambiar de método de una muestra según sea el rango de filtrado analizado, no es posible recomendar uno de ellos que reemplace a la extracción de tres o dos muestras de sangre cuando el F/G es superior a 30 ml/min. Por esta razón nosotros sugerimos estimar el F/G por lo menos con dos muestras de sangre.

Si bien la metodología es diferente, nuestros resultados discrepan del estudio de Yi Li y col.¹³ quienes también con Tc99m DTPA, pero sin discriminar en rangos de F/G, encontraron que la extracción de múltiples muestras de sangre, puede ser reemplazados con el método de Groth y Aasted, que tiene con el filtrado calculado con la fórmula $U \cdot V / P$ (P = actividad plasmática, U = urinaria del isótopo, V = volumen urinario), la menor diferencia absoluta porcentual.

Finalmente en lo que respecta al F/G estimado con dos muestras de sangre, y sus grupos A y B, solamente en el rango de 30-60 ml/min, resultaron estadísticamente significativas las diferencias de sus medias (50.8 ± 2.6 vs 43.7 ± 1.9 Tabla 2 y 3). Nosotros creemos que esta discrepancia puede estar relacionada al tiempo de extracción de la última muestra de sangre. En lo que respecta a este punto Tauxe²⁰, encontró que el tiempo óptimo de extracción de la última muestra de sangre depende del nivel de función renal y sugirió cuando el F/G sea inferior a los 60 ml/min, extraer la muestra de sangre 230 minutos después de la inyección del marcador glomerular. De acuerdo a nuestros resultados, cuando clínicamente sea necesario estimar el F/G con Tc99m DTPA sin recolección de orina, en reemplazo de la depuración endógena de creatinina, sugerimos la técnica de extraer tres o dos muestras de sangre, y de optar por esta última extraerlas a los 180 y 240 minutos después de la administración del isótopo, y previo al conteo de la muestra, se debe ultrafiltrar el plasma, con la finalidad de estimar el F/G con mayor exactitud.

Bibliografía

- Gasparri F, Perico N, Remuzzi G. Measurement of glomerular filtration rate. *Kidney Int* 1997;63: S151-4.
- Menéndez RE, Martínez Maldonado M. Evaluación clínica de la función renal. Tratado de Nefrología. 2ª Edición. Madrid: Ediciones Norma, 1993; p 521-36.
- Dennis V. Investigaciones de la función renal. Cecil Tratado de Medicina interna. 17 Edición Buenos Aires: Interamericana, 1988, p 566-74.
- Roy L, Legault Lropier - Layrargues. Glomerular filtration rate measurement in cirrhotic patients with renal failure. *Clinical Nephrol* 1998; 50: 342-6.
- Shemesh O, Golbetz H, Kriss JP, Myers BD. Limitations of creatinine as a filtration marker in glomerulopathic patients. *Kidney Int*. 1985; 28: 830-38.
- Frennby B, Sterner G, Almen T, Hagstam E, Hulterg B, Jacobsson L. The use of iohexol clearance to determine GFR in patients with severe chronic renal failure a comparison between different clearance techniques. *Clinical Nephrol* 1995; 43: 35-46.
- Knapp MS, Walker WHC. Comparison between inulin and ⁵¹Cr-labelled edetic acid for the measurement of glomerular filtration-rate. *Lancet* 1968; 2: 1110-12.
- Silkalns GI, Jeck D, Earon J, et al. Simultaneous measurement of glomerular filtration rate and renal plasma flow using plasma disappearance curve. *J Pediatr* 1973; 83: 749-57.
- Dubosky EV, Russel C. The Kidneys Principles of Nuclear Medicine. 2ª Philadelphia: Saunders 1995, p 966-85.
- Noguera EC, Mothe G, Garzón Maceda F, Massari P. Filtrado glomerular radioisotópico sin recolección de orina. Comparación de métodos con una, tres y múltiples muestras de sangre, empleando Tc99m - DTPA. *Medicina (Buenos Aires)* 1985; 45: 371.
- Vázquez SE, Parma P. Filtrado glomerular con ^{99m}Tc-DTPA. En qué casos, cada método. Ponencias. XII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear. (ALASBIMN) Buenos Aires 1992; 165-9.
- Blaufox MD, Aurell M, Bubeck B, et al. Report of radionuclides in nephrology Committee on Renal Clearance. *J N Medicine* 1996; 37: 1883-90.
- Li Y, Lee HB, Blaufox MD. Single-Sample methods to measure GFR with Technetium-99m-DTPA. *J Nucl Med* 1997; 38: 1290-95.
- Bland MJ, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 2: 307-10.
- Carlsen JE, Moller MI, Lund JO, Trap-Jensen L. Comparison of four commercial Tc99m (Sn) DTPA preparations used for the measurement of glomerular filtration rate. *J Nucl Med* 1980; 21: 126-9.
- Fisher M, Veall N. Glomerular filtration rate estimation based on a single blood sample. *Br Med J* 1975; 2: 542.
- Jacobsson L. A method for calculation of renal clearance based on a single plasma sample. *Clin Physiol* 1983; 3: 297-305.
- Sapirstein LA, Vidt DG, Mandel MJ, Hanusek G. Volumes of distribution and clearances of intravenously injected creatinine in the dog. *Am J Physiol* 1955; 181: 330-6.
- Kim CK, Religioso DG. Hybrid single plasma sample method (SSM) for measuring glomerular filtration rate (GFR). *J Nucl Med* 1985; 36: 231 (P).
- Tauxe WN. Determination of glomerular filtration rate by single-plasma sampling technique following injection of radiiodinated diatrizoate. *J Nucl Med* 1986; 27: 45-50.