

Medicina nuclear en el diagnóstico de las enfermedades nefrourológicas no obstructivas de los niños

Horacio Amaral P.¹

Nuclear medicine in the diagnosis of nonobstructive nephrourologic diseases in children

Radionuclides are very useful to study organ and system functions, and particularly in the evaluation of nephrological diseases. Several radiopharmaceutical products allow individual determinations of renal plasma flow, glomerular filtration, functional renal mass, excretion velocity from each kidney, vesicoureteral reflux as also residual vesical volumen and testicular blood flow. The most used nuclear medicine techniques for renal studies are renal scan (^{99m}Tc-DTPA), renogram (^{99m}Tc-MAG-3 and ¹³¹I hippuran) and direct or indirect radionuclide cystography. The former is used to evaluate functional renal mass, congenital malformations and to detect scars caused by pyelonephritis. Renogram is useful to determine individual kidney function, to detect renovascular hypertension with captopril test, to evaluate results of renal transplantation, to identify congenital malformations and trauma of the kidneys. Radionuclide cystography is very useful to follow patients with vesicoureteral reflux because of the low radiation dose implicated in the procedure.

(Key words: kidney diseases, vesicoureteral reflux, radionuclide imaging, radioisotope renography, scintigraphy, nuclear medicine.)

Para comprender adecuadamente las enfermedades del sistema excretor, probablemente, como en ningún otro es tan importante un acabado conocimiento de la fisiopatología renal. La medicina nuclear, que apunta básicamente al funcionamiento de los órganos, presenta en este aspecto ventajas comparativas sobre otros métodos de diagnóstico por imágenes.

Con la variedad de radiofármacos disponibles, hoy es posible analizar la mayoría de los componentes funcionales de cada riñón individualmente y también de sectores específicos del mismo órgano. Entre ellos: flujo plasmático efectivo, filtración glomerular, masa renal funcionante, velocidad de excreción, reflujo y volúmenes residuales. Además es posible efectuar y valorar el efecto de diversas intervenciones farmacológicas con el propósito de modificar algunas de estas funciones¹.

Si bien todas las técnicas de medicina nuclear usadas en nefrourología de adultos son aplicables a los niños, algunas características de estos últimos requieren especial atención, pues es imprescindible la colaboración del paciente y para ello es preciso contar con personal especialmente calificado en las técnicas de inyección endovenosa. Muchas veces se requiere sedación e inmovilización para lograr exámenes de buena calidad. Si bien la cantidad de radiación que recibe el paciente en los exámenes renales es generalmente baja, en comparación con los procedimientos radiológicos, debemos tener especial cuidado en calcular las dosis apropiadas de radiofármacos a inyectar, para la edad, peso o superficie corporal del paciente.

Cintigrama renal

Denominamos cintigrama renal al examen estático utilizado para obtener imágenes del parénquima y en especial de la corteza renal. Para este efecto contamos con dos agentes diferentes, el ^{99m}Tc DMSA (ácido dimercaptosuccínico) y el ^{99m}Tc glucoheptonato. Este último es eliminado significativamente hacia el tracto urinario,

1. Jefe Servicio de Medicina Nuclear, Clínica Alemana de Santiago. Conferencia presentada como ponencia oficial en el XII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear (ALASBIMN) y XVI Congreso de la Sociedad Española de Medicina Nuclear, Madrid, España.

lo que puede afectar la calidad de la imagen si existe estasia pielocalicilar. Si bien la dosis de radiación es algo mayor con Tc99m DMSA, preferimos este agente por ofrecer imágenes de mejor resolución.

En el estudio inicial de masas intrarrenales, la ecotomografía es el método de elección. Sin embargo, la cintigrafía renal muestra ventajas en determinadas situaciones, donde tiene alto rendimiento, entre ellas en toda imagen de interpretación dudosa al ultrasonido, como sospecha de pseudotumores, lobulaciones fetales, impresión esplénica e hipertrofia de las columnas de Bertin. En nuestra experiencia la cintigrafía renal es superior a las otras técnicas de imágenes para estudiar algunas malformaciones congénitas como ectopías, riñones en herradura o riñones en "torta" (figura 1). En estos casos la ubicación del parénquima renal mediante ecografía puede ser muchas veces difícil y conducir a interpretaciones erróneas. Algo similar ocurre cuando los riñones funcionan pobremente, caso en que pueden aparecer excluidos en la pielografía de eliminación y, sin embargo, mostrar parénquima captante en el cintigrama renal.

Tal vez la indicación más importante de la cintigrafía renal pediátrica es el estudio de pacientes con pielonefritis aguda, donde, realizada con Tc99m DMSA, tiene una sensibilidad muy superior (86%) a la ecografía (42%) y a la pielografía de eliminación (24%) para detectar alteraciones focales en el parénquima renal (figura 2), por lo que se le considera el "estándar de oro" para demostrarlas^{2,3}. Este examen permite, además, evaluar el daño residual en infecciones crónicas renales o demostrar su curación *ad integrum* después del tratamiento apropiado de una afección aguda⁴.

Con la incorporación de imágenes cintigráficas digitales del riñón podemos obtener datos que permiten hacer mediciones relativas y sectoriales de la masa renal funcionante. Esto tiene importantes aplicaciones en el control y seguimiento de enfermedades que afectan al parénquima renal, permitiendo una adecuada planificación de intervenciones quirúrgicas. Mención especial requieren las técnicas de cuantificación absoluta de Tc99m DMSA por cada riñón, de particular utilidad en los pacientes pediátricos, pues con este método es posible determinar el grado de hipertrofia compensadora del riñón sano en afecciones unilaterales o en monorenos⁵.



Figura 1: Cintigrama renal con Tc99m DMSA en una ectopia renal cruzada con fusión de ambos riñones. La ecografía de esta malformación es de difícil interpretación.

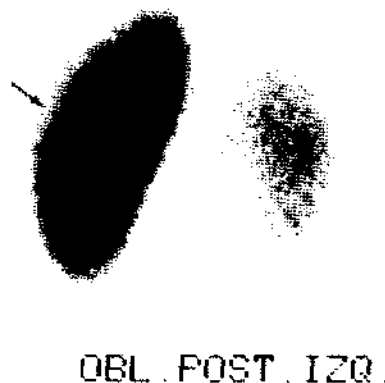


Figura 2: Cintigrama renal con Tc99m DMSA en un paciente con pielonefritis aguda. Se observa un defecto focal cortical del riñón izquierdo (flecha).

Nefrograma dinámico

Para los estudios dinámicos de los riñones contamos por lo menos con tres radiofármacos diferentes: Tc99m DTPA (dietilen-triaminopenta acetato), que se elimina por filtración glomerular; I-131 hipurán, que además es eliminado por secreción tubular, por lo que constituye un marcador del flujo plasmático renal, y el

nuevo agente Tc99m MAG-3 (mertiatide) con propiedades funcionales similares al hipurán, cuya ventaja es ser marcado con Tc99m. Nosotros preferimos Tc99m DTPA por razones de coste, disponibilidad y calidad de imágenes. Los agentes marcados con Tc99m permiten también obtener imágenes de la perfusión renal.

Los estudios nefrográficos tienen gran demanda en pediatría para descartar uropatía obstructiva con la ayuda de furosemida, tema cuyo análisis excede los propósitos de esta revisión.

El nefrograma con Tc99m DTPA es muy confiable para medir filtración glomerular diferencial relativa o absoluta. Este indicador de la función renal es de gran importancia para establecer criterios terapéuticos. Para determinar la función renal relativa se usa la porción ascendente de la curva nefrográfica, entre el primer y tercer minuto después de la inyección, en la que se obtienen índices de la relación de pendientes y del área bajo la curva entre ambos puntos. Se considera normal para este último índice $50 \pm 6\%$ en cada riñón. Otro criterio importante en el nefrograma es el tiempo que la curva tarda hasta el punto máximo, que en un sujeto normal,

bien hidratado, debe ser de 5 minutos, en tanto la diferencia entre ambos riñones no debería exceder a un minuto.

En la hipertensión renovascular, el nefrograma cumple un importante papel en el diagnóstico diferencial y etiológico. Si hay asimetría, funcional o de tamaño, es importante distinguir entre riñón hipoplásico, riñón atrófico por pielonefritis crónica o riñón pequeño por defecto renovascular. Un hecho característico de esta última situación es la prolongación en el tiempo de tránsito del Tc99m DTPA por el parénquima, mostrado por desplazamiento de la cúspide de la curva del riñón enfermo⁶. Si, en cambio, se trata de hipoplasia o pielonefritis, la cúspide de la curva es simultánea con la del lado opuesto, a no ser que además existan alteraciones microangiopáticas secundarias. Sin embargo, el desplazamiento de la cúspide no siempre se registra en exámenes basales en pacientes con hipertensión renovascular (figura 3), en tal caso se realiza el nefrograma después de inhibir la enzima convertidora de la angiotensina mediante una dosis oral de 0,5 mg · kg de peso corporal de captopril una hora antes. Esto produce disminución de la filtración glomerular del riñón afectado (o ambos si hay alteraciones bilaterales), que se traducen en cam-

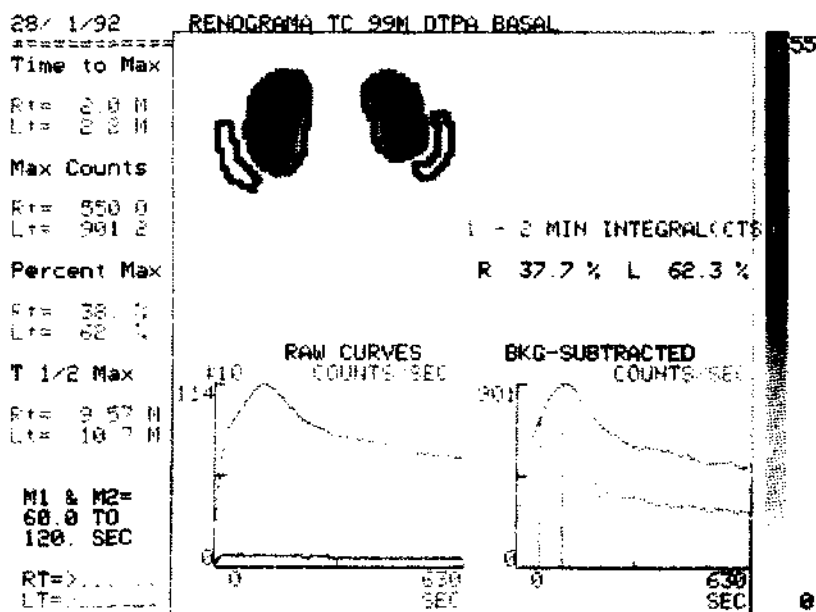


Figura 3: Renograma basal con Tc99m DTPA en un niño portador de Arteritis de Takayasu bilateral. Sólo destaca una asimetría por disminución de tamaño del riñón derecho con curva renográfica de menor altura. Los peaks son simultáneos.

bios en la curva renográfica. Esta misma técnica se emplea en pacientes con enfermedad de Takayasu (figura 4), observándose alteraciones muy significativas en el nefrograma después de dar captopril⁷.

La calidad de las imágenes obtenidas mediante los nuevos radiofármacos y gama-cámaras de alta resolución, hacen posible evaluar funcionalmente no sólo el órgano completo sino también sectores específicos de cada riñón y proponer, en determinados casos, nefrectomía parcial. Las mediciones regionales son de importancia, principalmente en casos de duplicidad de sistema excretor, ectopias cruzadas o alteraciones vasculares de ramas secundarias de la arteria renal.

El nefrograma isotópico también se usa para evaluar el trasplante renal, pues permite detectar alteraciones vasculares, necrosis tubular aguda, rechazo, colecciones extrarrenales, uropatía obstructiva y defectos focales. Con una sola inyección de los agentes que contienen Tc99m, MAG-3 o DTPA, se pueden obtener imágenes de la perfusión y la función del riñón trasplantado.

Detección de reflujo vesicoureteral

Las técnicas con radioisótopos para identificar reflujo vesicoureteral tienen una sensibilidad comparable a la uretrocistografía radiológica, aun cuando sin la resolución de ésta en los detalles morfológicos. La ventaja de la cistografía isotópica es la baja dosis de radiación, que la hace ideal en el control de los pacientes en tratamiento. El examen se realiza de manera indirecta—sobre todo si se sospecha nefropatía por reflujo (figura 5)— registrando imágenes durante la micción (figura 6), al término de un nefrograma con Tc99m DTPA. También se puede hacer administrando directamente en la vejiga una pequeña cantidad de Tc99m coloidal mediante una sonda fina uretral; posteriormente se completa el volumen vesical con solución tibia de cloruro de sodio al 0,9%, en goteo, hasta producir el descomiación. Las imágenes se registran en forma dinámica durante el llenado y la micción. Ambas técnicas permiten detectar el reflujo vesicoureteral, describir su intensidad e indicar la altura que alcanza en la vía urinaria. La elección de una

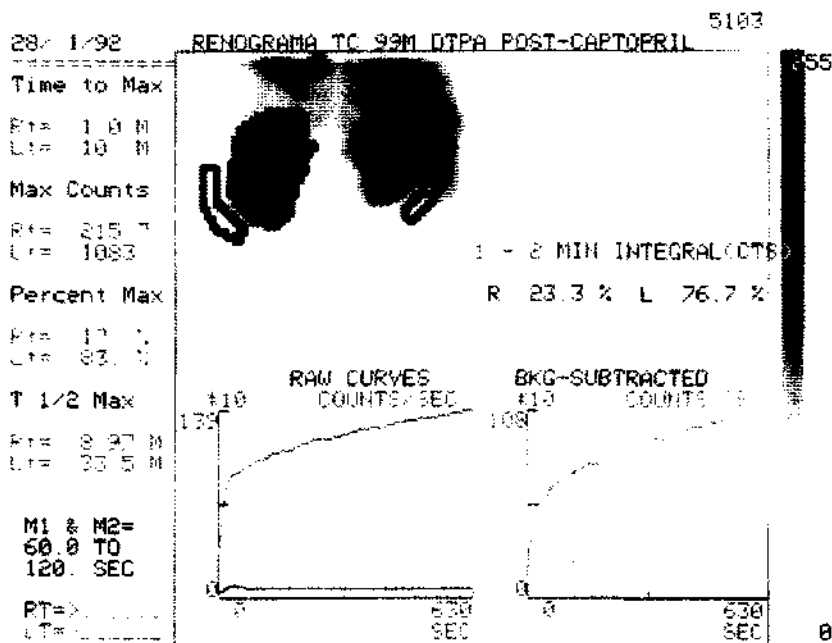


Figura 4: Renograma efectuado en el mismo paciente de la Fig. 3 una hora después de administrar captopril oral. Se observa un marcado deterioro de ambas curvas renográficas, con mayor compromiso a derecha. Esto confirma un compromiso renovascular producto de la Enfermedad de Takayasu.

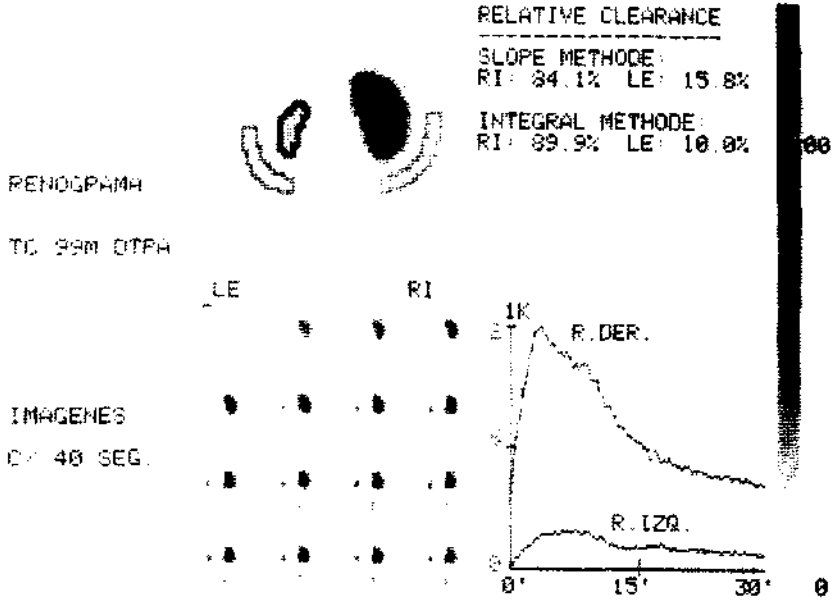


Figura 5: Renograma con Tc99m DTPA con riñón izquierdo atófico sospechoso de nefropatía por reflujo.

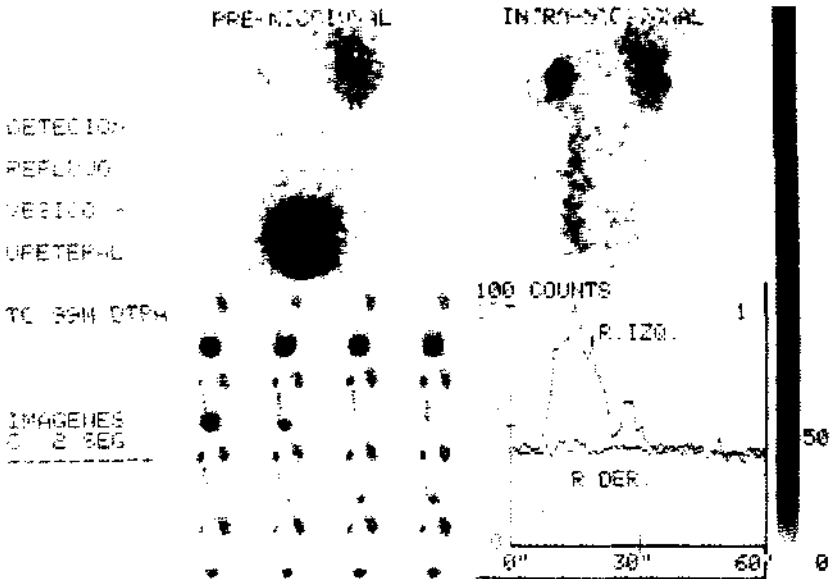


Figura 6. Imágenes miccionales (cistografía isotópica indirecta) en el mismo paciente de la Fig. 5, que demuestra importante reflujo vesicoureteral que alcanza hasta el riñón izquierdo.

u otra variación también depende de la posibilidad de control voluntario de la micción; por esta razón utilizamos generalmente el método directo en los niños menores de 3 años y el indirecto en los mayores.

Cintigrafía testicular

El urólogo pediatra se ve enfrentado con cierta frecuencia al dilema de decidir, en un paciente, dolor testicular agudo, entre epididimitis o

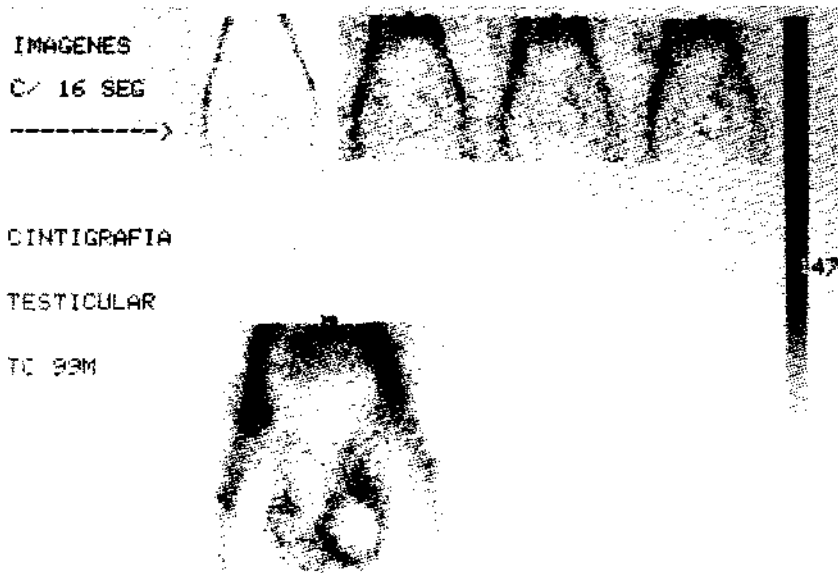


Figura 7: Cintigrafía testicular dinámica y estática en un niño con torsión aguda izquierda. Se observa un área fría por ausencia de flujo en este testículo.

torsión. La primera requiere tratamiento con antibióticos y antiinflamatorios; en cambio la segunda es una emergencia quirúrgica, donde debe intentarse restablecer rápidamente el flujo sanguíneo al testículo. La cintigrafía es de gran ayuda al distinguir claramente entre estas dos situaciones, pues en la primera habrá intensa hiperemia, debido al proceso inflamatorio, y en la segunda se registrará un área "fría" (figura 7) por ausencia de irrigación⁸. Este examen se hace con Tc99m por vía venosa, se registran imágenes dinámicas durante la fase de llegada del trazador al escroto y luego imágenes estáticas que representan el acúmulo sanguíneo.

Resumen

La medicina nuclear analiza especialmente las funciones de los órganos y sistemas, lo que la hace particularmente útil en el estudio de enfermedades nefrourológicas. Los múltiples radiofármaco existentes en la actualidad permiten medir, individualmente en cada riñón, flujo plasmático renal, filtración glomerular, masa renal funcionando, velocidad de excreción, detectar reflujo vesicoureteral, determinar el volumen

residual vesical y evaluar la perfusión sanguínea testicular. Las técnicas de medicina nuclear más empleadas son el cintigrama renal (Tc99m DMSA), el nefrograma (Tc99m DTPA, Tc99m MAG-3, I-131 hipurán) y la cistografía radioisotópica directa o indirecta. El primero se usa para evaluar masa renal funcionando, identificar malformaciones congénitas y cicatrices por pielonefritis. El nefrograma sirve para determinar función renal por separado, detectar hipertensión renovascular (asociado a captopril), evaluar evolución del trasplante renal, identificar malformaciones congénitas y traumatismo. La cistografía isotópica es útil en el seguimiento de pacientes con reflujo debido a la baja dosis de radiación que origina.

(Palabras clave: enfermedades renales, reflujo vesicoureteral, imágenes por radioisótopos, nefrograma isotópico, cintigrafía renal, medicina nuclear.)

Referencias

1. Blaufox MD: Procedures of choice in renal nuclear medicine. *J Nucl Med* 1991; 32: 1301-1309.
2. Conway JJ: The role of scintigraphy in urinary tract infections. *Sem Nucl Med* 1988; 17: 308-319.

3. *Mackenzie JR*: DMSA - the new 'gold standard'. Editorial. Nucl Med Comm 1990; 11: 725-726.
4. *Domic H, Lagos E, Norero C*: Cintigrafía renal con Tc99m DMSA en pielonefritis aguda. Rev Chil Pediatr 1991; 62: 18-22.
5. *Gordon I, Evans K, Peters AM, Kelly J, Morales B*: The quantitation of Tc99m DMSA in paediatrics. Nucl Med Comm 1987; 8: 661-670.
6. *Britton KE and Maisey MN*: Renal radionuclides studies. In: Clinical Nuclear Medicine. MN Masey, KE Britton and DL Gilday, editors. Chapman and Hall, London 1983.
7. *Saieh C, Amaral H, Morales B*: Effect of captopril in takayasu's arteritis. Pediatr Nephrol 1988; 2: 375-377.
8. *Luizker LG and Zuckier LS*: Testicular scanning and others applications of radionuclide imaging of the genital Tract Sem Nucl Med 1990; 20: 159-188.

Esta publicación está disponible en copias de microfilms de 16 y 35 mm y microfichas de 105 mm, las que pueden solicitarse a:

University Microfilms International
300 North Zeeb Road
Ann Arbor, Michigan 48106, USA.

This journal is also available in 16 mm microfilm, 35 mm microfilm and 105 mm microfilm copies through

*University Microfilms International,
300 North Zeeb Road,
Ann Arbor, Michigan 48106, USA.*