

UroImAgen

Tratado de **Urología** en Imágenes

Reservados todos los derechos de los propietarios del copyright.

Prohibida la reproducción total o parcial de cualquiera de los contenidos de la obra.

© **Editores: Ángel Villar-Martín, Jesús Moreno Sierra, Jesús Salinas Casado**

© Los autores

© Editorial: LOKI & DIMAS

El contenido de esta publicación se presenta como un servicio a la profesión médica, reflejando las opiniones, conclusiones o hallazgos de los autores. Dichas opiniones, conclusiones o hallazgos no son necesariamente los de Almirall, por lo que no asume ninguna responsabilidad sobre la inclusión de los mismos en esta publicación.

ISBN: 978-84-940671-7-4

Depósito legal: M-24989-2013

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti

LA IMAGEN EN UROLOGÍA: MEDICINA NUCLEAR Y UROLOGÍA FUNCIONAL

INTRODUCCIÓN.....	3
RENOGRAMA.....	4
GAMMAGRAFÍA CORTICAL RENAL	10
CISTOGAMMAGRAFÍA ISOTÓPICA	12
BIBLIOGRAFÍA.....	18

LA IMAGEN EN UROLOGÍA: MEDICINA NUCLEAR Y UROLOGÍA FUNCIONAL

Elisa Caballero Calabuig, M^a Dolores Reyes Ojeda, Pedro Abreu Sánchez.

Servicio de Medicina Nuclear. Hospital Universitario Dr. Peset. Valencia.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de Medicina Nuclear aportan una información muy valiosa de diferentes parámetros de la función renal -perfusión, función renal individual relativa y dinámica del tracto urinario- mediante la utilización de trazadores radioisotópicos. Estos trazadores se llaman radiofármacos porque son moléculas que se marcan con un compuesto radiactivo (generalmente, ^{99m}Tc), que es detectado y convertido en imagen por medio de un sistema detector o gammacámara. Los radiofármacos aportan una mínima cantidad de radiación al paciente y se clasifican según su vía de utilización fisiológica por el riñón. Hay muchos disponibles, pero los más empleados en la práctica clínica actual son: moléculas que se eliminan mediante filtración glomerular sin ser reabsorbidos ni secretados por los túbulos (ácido dietilen-triamino-pentaacético o DTPA), compuestos que se unen fuertemente a proteínas y se eliminan casi exclusivamente por secreción tubular (mercaptoacetilglicina o MAG3) y trazadores que son retenidos en el córtex renal porque se fijan a las células del túbulo proximal (ácido dimercapto-succínico o DMSA)¹. Aún no están clínicamente disponibles trazadores de PET, de los que se estudian potenciales aplicaciones para el estudio de la perfusión renal, del filtrado glomerular e imagen molecular (hipoxia tisular y apoptosis celular)².

Las indicaciones clínicas actuales más frecuentes de las exploraciones funcionales de Medicina Nuclear son:

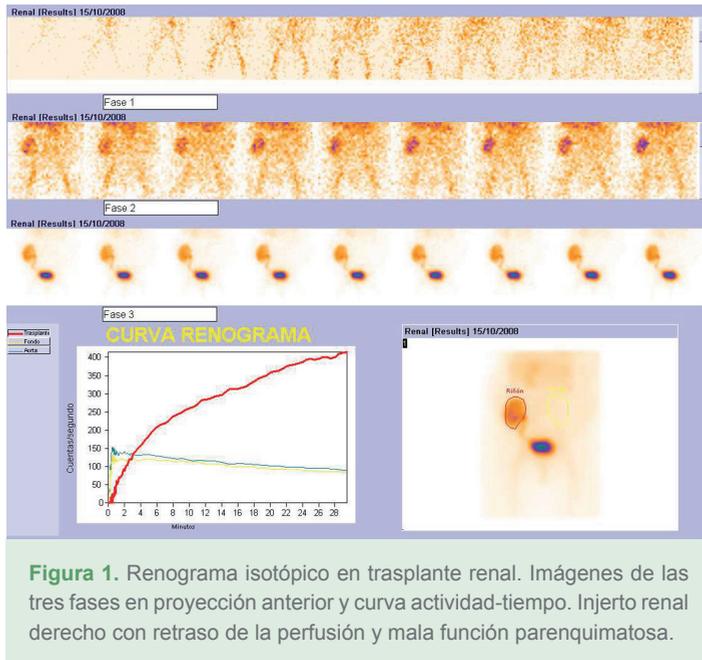
- El estudio de la perfusión y viabilidad del injerto en el riñón trasplantado.
- La determinación de la función renal unilateral relativa.
- La diferenciación de la hidronefrosis obstructiva de la no obstructiva.
- La detección de estenosis de la arteria renal en pacientes con hipertensión.
- La identificación de lesiones corticales inflamatorias en la pielonefritis y el estudio del reflujo vesicoureteral³.

RENOGRAMA

Es una exploración dinámica que se obtiene, generalmente, en tres partes: la primera, de unos segundos de duración, corresponde al flujo arterial renal detectado en el primer paso del radiofármaco inyectado en forma de bolo por vía venosa periférica. A continuación, hay unos 3-4 minutos de paso intraparenquimatoso y, durante los 25-30 minutos siguientes, se visualiza el aclaramiento del radiofármaco por el riñón.

Generalmente, se emplea el MAG3-99mTc (mercaptoacetyltriglicina), con el que se consiguen buenas imágenes anatómicas; se generan, además, curvas de actividad-tiempo que describen el comportamiento del trazador en una o varias regiones de interés (arteria, riñón, sistema colector). El renograma está indicado en situaciones clínicas muy diversas:

- a. Como técnica de seguimiento en el trasplante renal, porque aporta información relevante sobre la perfusión y función del injerto y permite valorar la existencia de fugas (**Figura 1**).
- b. En el estudio de la ureterohidronefrosis, para diferenciar un sistema dilatado, pero no obstruido, de la obstrucción verdadera, especialmente en la sospecha de estenosis altas.



El objetivo es distinguir los pacientes que se pueden beneficiar de la cirugía de los que han de ser tratados de forma conservadora².

El renograma es la única técnica que aporta información, tanto sobre función renal, a través del tiempo de tránsito intrarrenal, como sobre urodinámica mediante la visualización del paso de la orina desde el sistema pielocalicial a pelvis, uréter y vejiga (**Figura 2**).

La utilización del estímulo diurético con furosemida mejora la rentabilidad de la exploración, ya que ésta aumenta el volumen de orina y la presión sobre la unión pieloureteral; por tanto, favorece la superación de una estenosis si no hay obstrucción real. Los mayores determinantes de la respuesta a la furosemida son la función renal, el

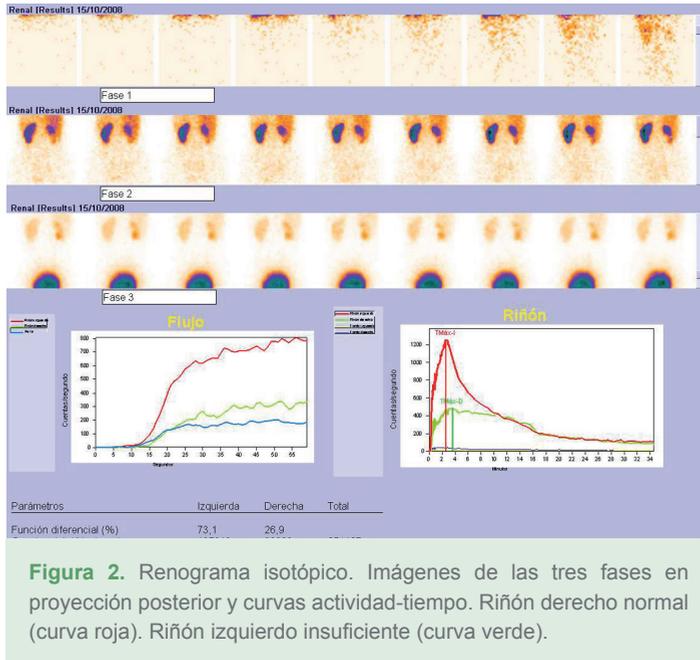


Figura 2. Renograma isotópico. Imágenes de las tres fases en proyección posterior y curvas actividad-tiempo. Riñón derecho normal (curva roja). Riñón izquierdo insuficiente (curva verde).

volumen del sistema colector y la hidratación del paciente³. Existen algunas diferencias en los protocolos de realización de la exploración, sobre todo referidos al momento de administración del diurético. Un procedimiento común para adultos es la inyección de 40 mg i.v. de furosemida a los 15-20 minutos del inicio de la exploración, aprovechando que el sistema colector ya está lleno⁴. La respuesta del riñón con un sistema pielocalicial no obstruido es el vaciado de la orina al uréter a los 2-3 minutos de la administración del diurético, que se objetiva tanto en las imágenes como en la curva del renograma (**Figura 3**). La obstrucción completa se manifiesta como retención del trazador en pelvis y respuesta plana o ascendente de la curva (**Figura 4**). Puede haber resultados falsos positivos, que están generalmente en relación con función renal deficiente (tasa de

filtración glomerular <15 ml/min) o con sistemas muy dilatados y de alta capacidad. En ambos casos, la respuesta al diurético muestra eliminación escasa del trazador; en el caso de pelvis muy grandes y resultados equívocos de la curva puede ser eficaz la pauta de administración del diurético antes de o simultáneamente al inicio del renograma (F-15, F+0). Una obstrucción de larga evolución puede tener repercusión retrógrada sobre la función renal, por lo que el renograma de seguimiento es un buen indicador tanto del momento idóneo para cirugía como del estado funcional del sistema ya operado⁵. La función renal diferencial, medida durante la fase de extracción del radiofármaco (2-3 min para el MAG3), representa la contribución de cada riñón a la función total; se considera patológica si es inferior al 40%, o bien si hay una disminución de la misma de más de un 5% en dos renogramas sucesivos².

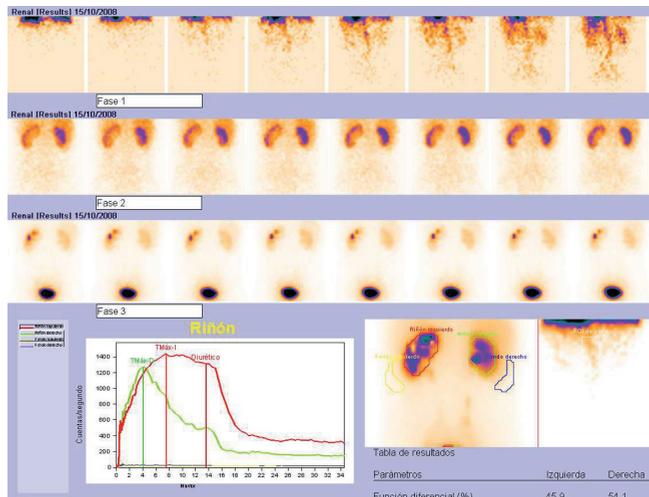
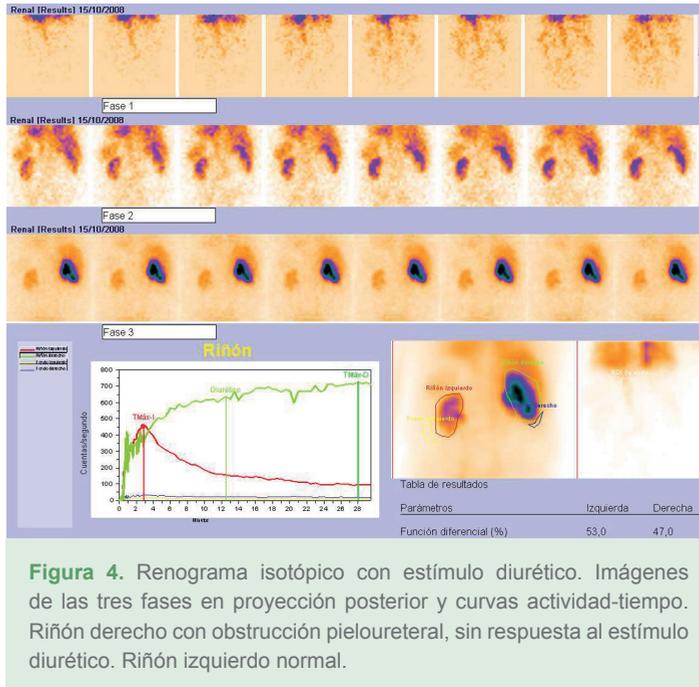


Figura 3. Renograma isotópico con estímulo diurético. Imágenes de las tres fases en proyección posterior y curvas actividad-tiempo. Riñón izquierdo con cálices y pelvis dilatados y buena respuesta a la furosemida. Riñón derecho normal.



- c. Detección de la estenosis de la arteria renal en el paciente con sospecha de hipertensión vasculorrenal, con el objetivo de seleccionar aquellos candidatos óptimos para la revascularización quirúrgica⁵. La estenosis de la arteria renal no es rara en el adulto y puede existir en un paciente hipertenso sin ser la causa de la hipertensión. El uso del renograma isotópico junto con inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina (IECA) mejora, tanto la sensibilidad como la especificidad, en la detección de la hipertensión renovascular. El IECA disminuye la constricción de la arteriola posglomerular dependiente de la angiotensina II, lo cual reduce la fuerza transcáptica que mantiene la filtración glomerular; por lo tanto, hay una disminución de la filtración glomerular sólo en el

riñón afectado, que es detectada de forma no invasiva mediante el renograma isotópico. Las imágenes de MAG3, tras 1 hora de la administración oral de 25 mg de captopril o de 2 mg de enalapril, muestran retención cortical secundaria a la disminución de la filtración glomerular inducida por el IECA, una disminución del flujo urinario en los túbulos renales y, por tanto, un retraso en el lavado del trazador; estos cambios se han de comparar con las imágenes y curvas obtenidas en situación basal (**Figuras 5a y 5b**). Hay que conocer y controlar cuidadosamente factores que pueden interferir en los resultados de ambas exploraciones (renogramas basal y tras IECA), como son los niveles de tensión arterial, el estado de hidratación del paciente y la toma crónica de IECAS y/o diuréticos. Para que esta exploración sea coste-efectiva, debe realizarse en pacientes con moderado-alto riesgo de padecer enfermedad renovascular⁶.

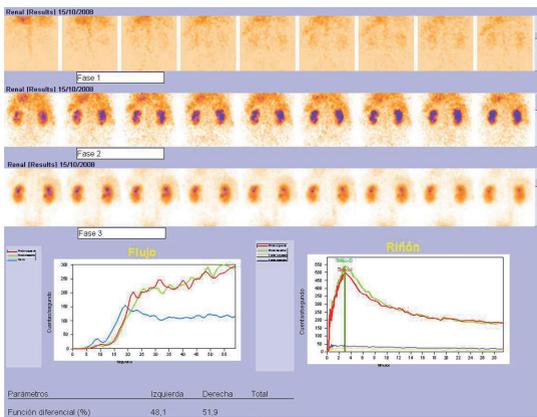


Figura 5a. Renograma isotópico basal en paciente con sospecha de enfermedad vascularrenal. Imágenes y curvas actividad-tiempo normales.

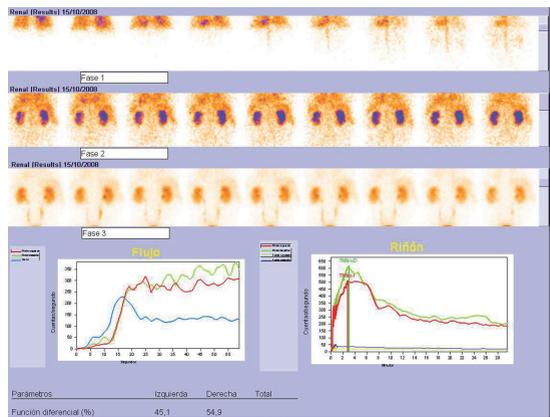


Figura 5b. Renograma isotópico post-IECA demostrativo de enfermedad vascularrenal: retención del trazador en fases parenquimatosa y excretora del riñón izquierdo. Riñón derecho normal.

GAMMAGRAFÍA CORTICAL RENAL

La gammagrafía cortical renal con ^{99m}Tc -DMSA (ácido dimercaptosuccínico) es una exploración no invasiva en la que se obtienen imágenes estáticas de los riñones entre 2 y 4 horas tras la administración intravenosa del trazador. Aproximadamente, el 50% del DMSA inyectado se encuentra fijado a las células del túbulo proximal 2 horas después de su administración; por lo tanto, las imágenes corresponden a captación en córtex renal, con mínima actividad en médula y cálices (**Figura 6**)⁷. La exploración está indicada en el estudio del paciente con pielonefritis para la detección de lesiones inflamatorias (enfermedad aguda) y de cicatrices corticales (pielonefritis crónica). Otras situaciones en las que la imagen con DMSA es la exploración de elección son la visualización del riñón único en casos de agenesia renal, la localización del riñón ectópico y la demostración de malformaciones como el riñón en herradura⁸ (**Figuras 7 y 8**). Tanto las lesiones pielonefríticas agudas como crónicas se manifiestan en la imagen como zonas de menor captación localizadas en córtex, y pueden ser únicas o múltiples, de tamaños diferentes y asociarse o no a pérdida o aumento de volumen renal (**Figura 9a**). En ambos casos, la gammagrafía cortical con DMSA se ha demostrado más sensible que otras técnicas de imagen (urografía intravenosa y ecografía) en la identificación de lesiones corticales⁹. Es posible que aparezcan más lesiones y más difusas durante el episodio agudo, en relación con zonas de edema, que en la imagen obtenida en remisión clínica, cuando sólo se visualizan, si las hay, las cicatrices corticales. En el episodio agudo tiene especial aplicación en niños pequeños, en los que es más difícil localizar el foco infeccioso, y también para modular el tratamiento antibiótico (una imagen normal con DMSA permite sustituir la administración intravenosa del antibiótico por la vía oral tras 24 horas sin fiebre) y el seguimiento (lesiones agudas con DMSA obligan a estudiar la existencia de reflujo vesicoureteral) ya que existe una asociación demostrada entre la existencia de lesiones corticales y el grado de reflujo. En cambio, una imagen de DMSA normal en el momento agudo no requiere una gammagrafía posterior de seguimiento¹⁰. Meses después

de la pielonefritis aguda, la persistencia de lesiones residuales (30-40%), especialmente si son bilaterales, está relacionada con una mayor incidencia de hipertensión arterial y daño funcional renal^{8,11}. Las lesiones corticales, aún en el contexto clínico de la pielonefritis aguda, no son específicas de la misma, por lo que deben tipificarse con ecografía (**Figura 10**). El valor de la captación relativa de DMSA de cada riñón se debe añadir siempre a las imágenes gammagráficas, dada la buena correlación que existe entre la función renal (aclaramiento de creatinina) y la fijación tubular de este radiofármaco. Se considera patológico un valor de captación unilateral menor del 45% o una asimetría en la captación relativa superior al 10%^{8,11} (**Figuras 9a y 9b**).

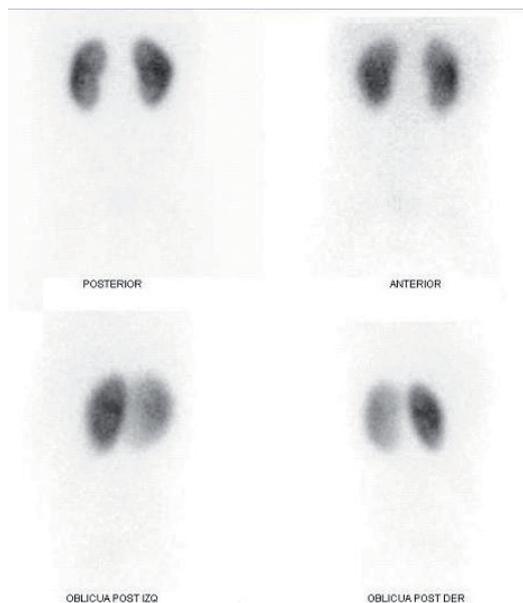


Figura 6. Gammagrafía cortical con DMSA. Imágenes normales en proyecciones anterior, posterior y oblicuas posteriores bilaterales.

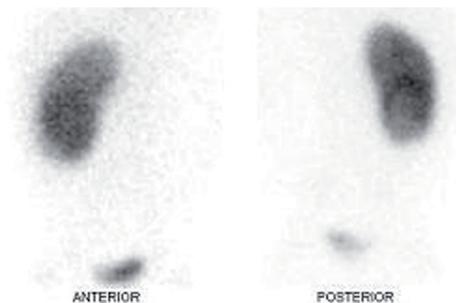


Figura 7. Gammagrafía cortical con DMSA. Imágenes en proyecciones anterior y posterior. Agenesia renal izquierda.

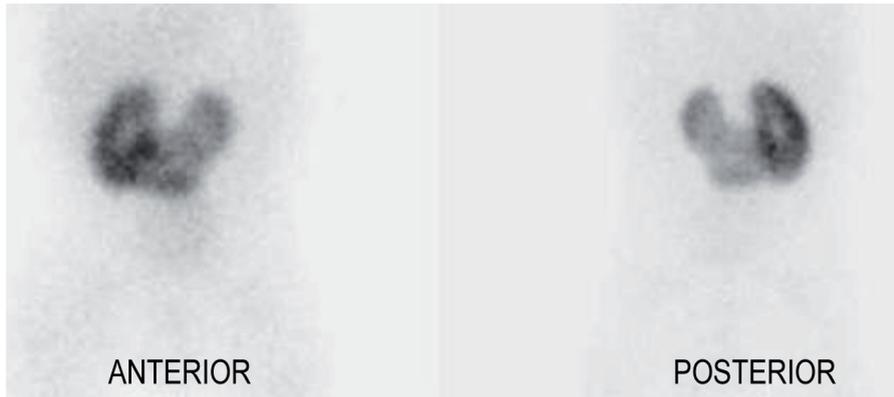


Figura 8. Gammagrafía cortical con DMSA. Imágenes en proyecciones anterior y posterior. Riñón en herradura.

Hay algunas condiciones clínicas del paciente que interfieren en la interpretación de las imágenes: la hidronefrosis marcada, que cursa con tiempo de tránsito retrasado, puede provocar que el volumen excretado se acumule en cálices y pelvis y se altere de forma artificial la distribución intrarrenal del trazador; en el síndrome de Fanconi hay disminución de la fijación del DMSA a las células tubulares con paso a orina, por lo que la captación renal está disminuida. No obstante, el principal factor de error en la interpretación de la gammagrafía es la sobrevaloración de la hipoactividad relativa de los polos renales¹¹.

CISTOGAMMAGRAFÍA ISOTÓPICA

El Reflujo Vesicoureteral (RVU) se define como el paso retrógrado de la orina desde la vejiga hacia el uréter. El RVU está presente en el 1-3% de la población general; sin embargo, entre los niños con infección urinaria, la incidencia es de un 30-40%. Se ha visto que muchos niños

con RVU no desarrollarán necesariamente daño renal y que, aproximadamente el 50% de los niños con pielonefritis aguda, no tienen RVU demostrable. Si parece que existen diferencias en función del grado de reflujo: los reflujos de alto grado se asocian a mayor riesgo de lesiones renales (probablemente, por el contacto directo de la orina infectada con el parénquima renal). Por tanto, se reserva el uso de las técnicas de imagen de RVU para aquellos pacientes con riesgo de desarrollar daño renal (infecciones de orina recurrentes, fiebre, bacteriemia, mala respuesta a antibióticos de primera línea o infecciones por microorganismos poco habituales) y no para la inmensa mayoría de los pacientes con infección urinaria no complicada⁸.

GAMMAGRAFÍA RENAL DMSA 01/09/2008



Figura 9a. Gammagrafía cortical con DMSA. Imágenes en proyecciones anterior, posterior y oblicuas posteriores bilaterales. Disminución de tamaño del riñón derecho y defecto de captación en polo superior.

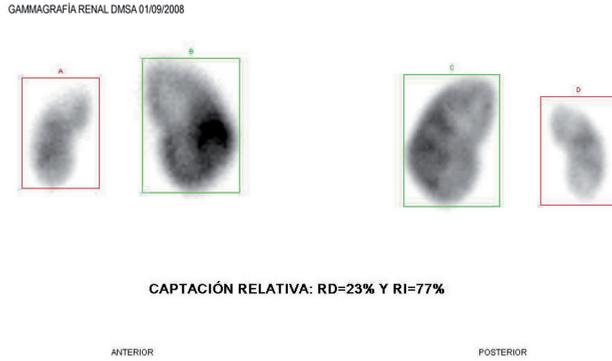


Figura 9b. Gammagrafía cortical con DMSA. Imágenes en proyecciones anterior y posterior del mismo paciente con regiones de interés para el cálculo de la función renal relativa.



Figura 10. Gammagrafía cortical con DMSA y ecografía. Imágenes en proyecciones anterior y posterior. Defecto de captación en tercio medio del riñón derecho que corresponde a quiste renal.

Existen varias técnicas de imagen para poner de manifiesto la existencia del reflujo⁸. La exploración tradicionalmente considerada como “*gold standard*” en la detección del RVU es la Cistouretrografía Miccional Seriada (CUMS)¹². Ésta proporciona una adecuada definición anatómica, permitiendo descartar la existencia de anomalías morfológicas como la duplicidad uretral, válvulas uretrales y ureterocele. Asimismo, permite determinar el grado de reflujo, según la clasificación internacional para el RVU^{11,13}. Sin embargo, presenta cierta invasividad al requerir sondaje y la radiación que recibe el paciente con esta técnica es, en general, elevada, especialmente derivada de la monitorización fluoroscópica; no obstante, con los nuevos equipos de fluoroscopia, la irradiación del paciente se ha reducido. Además, dado que el reflujo es en general un fenómeno intermitente y variable, puede pasar desapercibido^{2,8}. La cistogammagrafía isotópica es una técnica funcional diagnóstica de Medicina Nuclear basada en la detección del patrón de llenado y vaciamiento vesical de un radiofármaco administrado por vía uretral (cistogammagrafía directa) o endovenosa (cistogammagrafía indirecta), con el fin de valorar la existencia de reflujo vesicoureteral¹⁴. Existen dos procedimientos técnicos o modalidades para su realización. La cistogammagrafía directa consiste en la instilación progresiva de un radiofármaco (por lo general, DTPA marcado con 0,5-1 m-Ci de ^{99m}Tc) en vejiga a través de una sonda uretral, registrando de manera continua imágenes del llenado y del vaciado vesical. Por tanto, presenta el mismo grado de invasividad que la CUMS. La cistogammagrafía directa presenta menor resolución anatómica del tracto urinario, si bien las grandes ventajas frente a la CUMS son la menor dosis de radiación absorbida por el paciente y una mayor sensibilidad en la detección del reflujo; al tratarse de una técnica funcional, con adquisición de imágenes de manera continua durante toda la exploración (llenado y vaciado), se minimiza la probabilidad de que el reflujo pase desapercibido^{2,8}. Por otra parte, la cistogammagrafía también permite orientar sobre la intensidad del reflujo, pudiendo clasificarlo en reflujo de bajo grado cuando éste se limite al uréter, de grado moderado cuando alcanza el tracto urinario superior sin dilatación asociada y de grado severo cuando además de alcanzar el tracto urinario superior, coexiste con dilatación de éste y del uréter¹⁰. También es posible

determinar mediante la cistogammagrafía, si el reflujo es intermitente o continuo, pasivo o activo, o si aparece con una vejiga poco llena o al final del llenado (**Figura 11**). Una vez completado el vaciado vesical, puede iniciarse otro ciclo de llenado/vaciado.

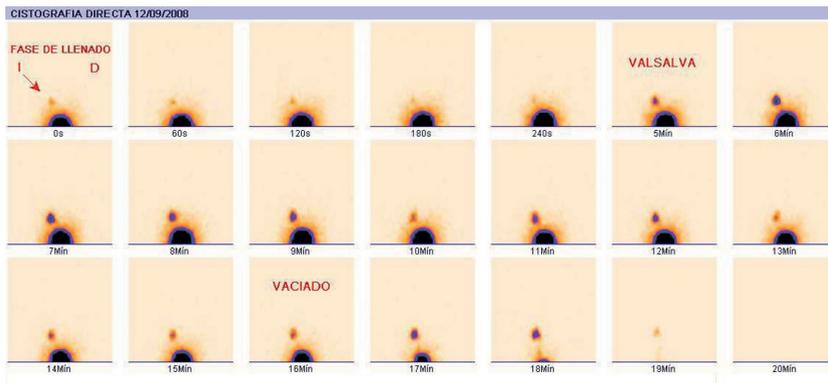


Figura 11. Cistografía isotópica directa. Imágenes seriadas de abdomen en proyección posterior. Se objetiva RVU izquierdo hasta pelvis renal desde el inicio de la exploración. Ausencia de RVU derecho.

La cistogammagrafía directa, al igual que la CUMS, puede realizarse en niños de cualquier edad¹¹. Para su realización, no se precisa ninguna preparación específica del paciente ni la retirada previa de medicación. Es conveniente verificar la justificación del estudio y consignar antecedentes del paciente, en especial, cirugías previas o anomalías del tracto urinario, antecedente de Infecciones del Tracto Urinario (ITUs), fecha de última de las mismas, presencia de reflujo vesicoureteral, resultados de estudios radiológicos, ultrasonográficos, radioisotópicos y de laboratorio. La principal fuente de error para la interpretación de la imagen es la presencia de un riñón descendido o ectópico que dificulta y, en ocasiones, imposibilita la detección de RVU¹⁵. La cistogammagrafía indirecta permite la evaluación secuencial de la

función renal, excreción urinaria y detección de RVU mediante la administración endovenosa del radiofármaco. El radiofármaco idóneo en la cistogammagrafía indirecta es el ^{99m}Tc -MAG3, debido a su elevada excreción renal, por lo que la actividad parenquimatosa es menor que utilizando ^{99m}Tc -DTPA, permitiendo evidenciar mejor la existencia de RVU. La gran ventaja de la cistogammagrafía indirecta es el ser una técnica no invasiva, ya que no requiere sondaje vesical, permitiendo la evaluación del RVU y de la función renal en condiciones fisiológicas. De hecho, los defensores de esta técnica frente a la forma directa, sostienen que esta última, no sólo no reflejaría el llenado vesical fisiológico, sino que podría provocar un reflujo artificial, no necesariamente asociado a un cuadro clínico¹¹.

Al igual que la cistogammagrafía directa, la irradiación al paciente es inferior a la de la CUMS, permitiendo obtener información adicional sobre el funcionamiento renal, a través del renograma. La cistogammagrafía indirecta también puede ayudar en el diagnóstico de disfunción vesical, caracterizada por vaciado vesical lento e incompleto y un volumen urinario residual importante⁸. Algunos autores plantean la posibilidad de utilizar esta técnica frente a la CUMS y la cistogammagrafía directa en pacientes en seguimiento con bajo riesgo de reflujo, como aquellos sometidos a cirugía anti-reflujo o a aquellos con un patrón de vaciado normal. Su mayor inconveniente es el requerir de la colaboración activa del niño, al ser necesaria la micción voluntaria, por lo que la técnica solamente es válida en niños mayores de 3 años, capaces de controlar la micción. Sin embargo, la mayoría de los niños que sufren las primeras infecciones urinarias y en las que, por tanto, más útil resulta la detección del RVU y posterior prevención de la nefropatía por reflujo, son los menores de 3 años. La sensibilidad y especificidad registrada de esta técnica es inferior a la CUMS y a la cistogammagrafía directa^{11,16,17}. Las indicaciones básicas de la cistografía isotópica son el seguimiento de pacientes con RVU diagnosticado inicialmente con la CUMS, el de los pacientes sometidos a cirugía anti-reflujo, el estudio del RVU familiar, el control de reflujo en las disfunciones vesicales^{10,15} y el seguimiento de pacientes con daño renal demostrado mediante imágenes anormales con DMSA¹⁵.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ziessman HA, O'Malley JP, Thrall JH, eds. *The requisites in Nuclear Medicine*, 3rd ed. Mosby Elsevier, Philadelphia 2006.
2. Boubaker A, Prior JO, Mewly JY, Bischof-Delaloye A. Radionuclide Investigations of the Urinary Tract in the Era of Multimodality Imaging. *Journal of Nuclear Medicine* 2006; 47(11):1819-1836.
3. Szabo Z, Xia J, Mathews WB, Brown PR. Future direction of renal positron emission Tomography. *Semin. Nucl. Med.* 2006; 36:36-50.
4. Mandell GA, et al. Procedure guideline for diuretic renography in children. *J. Nucl. Med.* 1997; 38:1647-1650.
5. Taylor A, Nally JV, Thompson H, eds. *Radionuclides in Nephrourology*. Society of Nuclear Medicine, Reston 1997.
6. Grenier N, Hauger O, Cimpean A. Pérot V. Update of renal imaging. *Semin. Nucl. Med.* 2006; 36:3-15.
7. Mandell GA, Egli DF, Gilday DL, et al. Procedure guideline for renal cortical scintigraphy in children. *J. Nucl. Med.* 1997; 38:1644-1646.
8. Biassoni L, Chippington S. Imaging in Urinary Tract Infections: Current Strategies and New Trends. *Semin. Nucl. Med.* 2008; 38(1):55-66.
9. Hitzel A, et al. Color and power-doppler sonography versus DMSA scintigraphy in acute pyelonephritis and in prediction of renal scarring. *J Nucl. Med.* 2002; 43:27-32.
10. Estorch M, Carrió I. Nefrourología y Medicina Nuclear en la actualidad. *Arch. Esp. Urol* 2001; 56(6):637-648.
11. Piepsz A. Pediatric Applications of Renal Nuclear Medicine. *Semin. Nucl. Med.* 2006; 36:16-36.

12. *Alonso I, Bravo C, García-Heredia P, Vals E, Ceres ML. Técnicas de imagen en el reflujo vesicoureteral. Arch. Esp. Urol. 2008; 61(2):135-146.*
13. *Rossleigh Monica A. Renal Infection and Vesico-Ureteric Reflux. Semin Nucl Med 2007; 37:261-268.*
14. *Orellana P, Bernal P, Osvaldo E, Fraxeda R, García E, Soroa V. Estandarización de procedimientos nefrourológicos en América del Sur y el Caribe. Alasbimm Journal 6 (23) 2004. Artículo AJ 23-10.*
15. *Mandell GA, Egli DF, Gilday DL, et al. Radionuclide Cystography in children. Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Radionuclide Cystography in Children. Version 3.0 January 25, 2003. 179-184.*
16. *García D, González-Chamorro F, Fernández E, de Palacio A. Reflujo vesicoureteral en el adulto. Arch. Esp. Urol. 2008; 61(2):341-348.*
17. *Hansson S, Dhamey M, Sigstrom O, et al. Dimercapto-succinic acid scintigraphy instead of voiding cystourethrography for infants with urinary tract infections. J. Urol. 2004; 172:1071-1073.*

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti