

# Utilidad de la gammagrafía renal en la valoración de la primera infección urinaria febril en la edad pediátrica

T. Durá Travé, R. González Montero, M. Juste Ruiz, J. González de Dios, F. Carratalá Marco, M. Moya Benavent, J. Verdú Rico<sup>1</sup>, O. Caballero Calpena<sup>1</sup>

**Resumen.** *Objetivo.* Comparar los resultados ecográficos y gammagráficos renales en una primera ITU conocida y febril en la edad pediátrica, analizando la idoneidad de estas técnicas de imagen para definir la infección del parénquima renal y/o detectar signos de RVU.

*Material y métodos.* En un grupo de 33 pacientes (edad: 0,2-12,03 años) con una primera ITU conocida y febril, se han evaluado parámetros clínicos, analíticos y bacteriológicos, junto a ecografía y gammagrafía renales en la fase aguda de la enfermedad. En 24 casos (72,7%) se realizó CUMS. Se dividieron en dos grupos, según que la edad fuera superior (n = 19) o inferior (n = 14) a los 2 años.

*Resultados.* Se demostró ecogenicidad renal anormal en dos casos (6,1%) y lesiones gammagráficas (hipocaptación renal) en 23 casos (69,7%) (p < 0,05), siendo estos hallazgos más frecuentes (p < 0,05) en el grupo de mayor edad. No había diferencias en relación con el sexo. El 54,2% de casos con CUMS (n = 13) tenían RVU. El 76,5% de unidades renales con RVU tenían hipocaptación renal, mientras que tan sólo se detectaron lesiones ecográficas en el 17,6% de casos con RVU.

*Conclusiones.* El hallazgo de lesiones gammagráficas en pacientes con un primer episodio de ITU febril es alta; mientras que la ecografía parece subestimar el grado de afectación renal, siendo su sensibilidad muy baja. La incidencia de RVU en la ITU febril es alta. Cuando se detecta hipocaptación renal el riesgo de RVU es alto. Estos hallazgos sugieren que la gammagrafía renal y la CUMS deberían realizarse rutinariamente en aquellos pacientes con ITU febril, situando a la ecografía en un segundo plano.

*An Esp Pediatr 1997;47:378-382.*

**Palabras clave:** Cistouretrografía miccional seriada; Ecografía renal; Gammagrafía renal; Infección del tracto urinario; Pielonefritis aguda; Reflujo vesicoureteral.

## THE ROLE OF RENAL SCINTIGRAPHY IN THE EVALUATION OF THE FIRST ACUTE FEBRILE URINARY TRACT INFECTION IN CHILDHOOD

**Abstract.** *Objective:* The objective of this study was to compare the findings of renal ultrasonography and <sup>99m</sup>Tc-DMSA renal scintigraphy in children with their first acute febrile urinary tract infection to determine which method is better in detecting patients at risk of renal injury or reflux.

*Patients and methods:* Thirty-three children between 0.2 and 12.3 years of age with their first acute febrile urinary tract infection were studied by means of clinical and laboratory assessment, renal

ultrasonography and <sup>99m</sup>Tc-DMSA renal scintigraphy. In 24 patients (72.7%) a voiding cystourethrography was made. The patients were divided into two groups, those under 2 years of age (n = 14) and those over 2 years old (n = 19).

*Results:* Cortical scintigraphy showed renal changes in 23 patients (69.7%) and ultrasonography showed renal changes in 2 (6.1%; p < 0.05). Children over 2 years of age had a higher incidence of renal lesions than did younger children (84.2% vs 50%; p < 0.05). There were no differences between girls and boys. Reflux was demonstrated in 13 patients (54.2%). Among those kidneys which presented abnormal cortical scintigraphy, vesicoureteral reflux was present in 76.5% of the studies. Furthermore, of those with abnormal ultrasonography vesicoureteral reflux was present in 17.6%.

*Conclusions:* We found a high incidence of renal involvement in children with their first acute febrile urinary tract infection. The cortical scintigraphy is more sensitive than ultrasonography in detecting renal changes. The incidence of vesicoureteral reflux in febrile urinary tract infection is high. When there is a renal cortical defect the risk of reflux is higher. This suggests that cortical scintigraphy should be added to the initial examination of children with their first acute febrile urinary tract infection and this could be supplemented by voiding cystourethrography alone, with ultrasonography having a secondary role.

**Key words:** Acute pyelonephritis. Renal scintigraphy. Renal ultrasonography. Urinary tract infection. Vesicoureteral reflux. Voiding cystourethrography.

## Introducción

El estudio de las infecciones urinarias en la edad pediátrica requiere de una sistemática diagnóstica que valore la extensión de la infección, puesto que la localización topográfica de la misma condicionará sustancialmente el manejo y seguimiento del paciente. Mientras que la pielonefritis aguda o infección del parénquima renal está considerada como un enfermedad potencialmente grave, que puede dar lugar a cicatrizaciones y deterioro irreversible de la función renal, la infección de las vías bajas (cistitis) tendría pocas probabilidades de lesionar el parénquima renal<sup>(1-3)</sup>.

El diagnóstico diferencial entre una infección del tracto urinario superior e inferior se ha basado en parámetros clínicos y de laboratorio, siendo la fiebre el dato clínico fundamental para distinguir entre pielonefritis y cistitis agudas<sup>(4,5)</sup>. La introducción y disponibilidad de la gammagrafía renal con ácido dimercaptosuccínico marcado con tecnecio-99 metaestable (DM-SA-Tc99m) permite la detección precoz de cambios inflamatorios del parénquima renal. El radiofármaco es captado por los

Departamento de Pediatría. <sup>1</sup>Servicio de Medicina Nuclear. Hospital Universitario de San Juan. Facultad de Medicina. Universidad de Alicante. Alicante.

*Correspondencia:* T. Durá Travé. Orense 7, 5º dcha. 03003 Alicante.

*Recibido:* Julio 1996

*Aceptado:* Mayo 1997

túbulos contorneados proximales y se acumula en la corteza renal funcionando, detectándose zonas de hipocaptación cortical en relación con procesos inflamatorios agudos<sup>(6-8)</sup>.

En el presente trabajo se analizan los resultados de las distintas técnicas de imagen utilizadas en la valoración de una primera infección urinaria conocida y febril en la edad pediátrica, en orden a establecer la idoneidad secuencial de estas exploraciones en función de su sensibilidad para la detección de lesiones renales.

## Material y métodos

En el período de tiempo comprendido entre enero de 1994 y abril de 1996 fueron hospitalizados en nuestro Servicio 33 pacientes, entre 0,2 y 12,03 años de edad (14 varones y 19 mujeres), con el diagnóstico confirmado de pielonefritis aguda. En la totalidad de los casos se trataba de la primera infección urinaria conocida. No existían antecedentes familiares o personales de interés. Se analizaron una serie de parámetros clínicos (fiebre, estado general, síndrome miccional, dolor lumbar, etc.), analíticos (sedimento urinario, recuento y fórmula leucocitaria, VSG, PCR, etc.) y bacteriológicos (urocultivo y hemocultivos), junto a un estudio ecográfico y gammagráfico en la fase aguda de la enfermedad.

**Técnica de la gammagrafía renal.** El estudio isotópico fue practicado a las 3-4 horas de la administración i.v. de 25-74 MBq de DMSA-Tc99m. Se obtuvieron imágenes en proyecciones anterior, posterior y oblicuas posteriores derecha e izquierda, de 5 minutos cada una, con colimador de agujeros paralelos de baja energía; posteriormente se calculó el porcentaje de captación relativo de ambos riñones en base a las proyecciones anterior y posterior. Fue considerada como normal ante la presencia de riñones de tamaño simétrico, con distribución homogénea y captación relativa igual o superior al 45%. Se estableció la presencia de afectación renal ante un porcentaje de captación inferior al 45% y/o visualización de áreas de hipocaptación patológicas únicas o múltiples.

En 24 pacientes (72,7% de los casos) se realizó una cistouretrografía miccional seriada (cistografía) a las 3-4 semanas del proceso agudo y/o finalizado el tratamiento antibiótico, con urocultivos previos negativos.

Los pacientes fueron divididos en dos grupos según que la edad fuese inferior o superior a los 2 años. El grupo de menor edad estaba formado por 14 pacientes (8 varones y 6 mujeres), siendo su edad media de  $0,54 \pm 0,4$  años (intervalo: 0,2-1,8); mientras que el grupo de mayor edad estaba formado por 19 pacientes (6 varones y 13 mujeres) con una edad media de  $7,0 \pm 2,7$  años (intervalo: 2,5-12,03).

El estudio estadístico se ha realizado con el programa Sigma Plus (Horus Hardware 1987).

## Resultados

Los agentes bacterianos responsables fueron: *Escherichia coli* en 24 casos (72,7%), *Streptococcus faecalis* en 5 (15,2%), *Pseudomonas aeruginosa* en 3 (9,1%) y *Proteus mirabilis* en un

Tabla I Hallazgos gammagráficos en relación con el sexo y la edad de los pacientes

|                      | Normal     | Patológico (hipocaptación) |
|----------------------|------------|----------------------------|
| <b>Sexo</b>          |            |                            |
| Masculino (n: 14)    | 3 (21,4%)  | 11 (78,6%)                 |
| Femenino (n: 19)     | 7 (36,8%)  | 12 (63,2%) (NS)            |
| <b>Edad</b>          |            |                            |
| < 2 años (n: 14)     | 7 (50,0%)  | 7 (50,0%)                  |
| > 2 años (n: 19)     | 3 (15,8%)  | 16 (84,2%) (p < 0,05)      |
| <b>Total (n: 33)</b> | 10 (30,3%) | 23 (69,7%)                 |

solo caso. Los hemocultivos (n = 26) fueron todos negativos.

La totalidad del grupo presentaba fiebre ( $> 38,2$  °C, axilar), con una temperatura media de  $38,9 \pm 0,6$  °C (intervalo: 38,2-40). La mayoría (82,1%) presentaba mal estado general al ingreso, siendo más frecuente en el grupo de menor edad. El 89,5% (n = 17) y 94,7% (n = 18) de pacientes del grupo de mayor edad presentaron un síndrome miccional y dolor lumbar espontáneo y/o a la puñopercusión, respectivamente.

El 87,9% de los pacientes presentaba leucocitosis ( $> 12.000/\text{mm}^3$ ). El recuento leucocitario medio era de  $16.797,8 \pm 6.753,8/\text{mm}^3$  (rango: 4.200-33.400), con un  $69,5 \pm 15,7\%$  (intervalo: 44-91) de formas polimorfonucleares, cuyo porcentaje era significativamente superior (p < 0,05) en el grupo de mayor edad ( $78,3 \pm 12,1$  vs  $55,4 \pm 7,3\%$ ). La VSG (n = 23) era de  $61,6 \pm 25,9$  mm (intervalo: 31-108) y la PCR (n = 21) de  $6,7 \pm 2,9$  mg/dl (intervalo: 3,28-11,8).

En el sedimento urinario (n = 28), existía piuria (abundantes leucocitos/campo) en el 89,3% de los casos, siendo este hallazgo más frecuente en el grupo de menor edad (100% vs 82,4%). El test de los nitritos fue positivo en el 54,5% de los casos.

La ecografía renal fue realizada a los  $2,6 \pm 1,1$  días del ingreso, sin que existieran demoras significativas entre ambos grupos de edad (< 2 años:  $2,4 \pm 1,7$  días; > 2 años:  $2,7 \pm 0,9$  días). Tan sólo se detectaron anomalías parenquimatosas renales en dos pacientes (6,1%), un caso con disminución del tamaño renal y otro con alteraciones inespecíficas. No obstante, de las 66 unidades renales estudiadas se detectaron anomalías en 9 (13,6%) de ellas, ya que junto a las anomalías parenquimatosas referidas se detectaron 7 anomalías del tracto urinario (dilataciones pielocaliciales).

La gammagrafía renal fue realizada a los  $3,9 \pm 1,8$  días del ingreso, sin que existieran demoras significativas entre ambos grupos de edad (< 2 años:  $3,8 \pm 1,8$  días; > 2 años:  $4,1 \pm 1,8$  días). En 23 pacientes (69,7%) se detectaron lesiones renales (ta-

Tabla II Relación entre los hallazgos ecográficos y gammagráficos (unidades renales, n = 66)

|  | Gammagrafía renal<br>(Tc99m-DMSA) |                   |
|--|-----------------------------------|-------------------|
|  | Patológica<br>(n: 29)             | Normal<br>(n: 37) |
| Ecografía renal<br>Patológica(*)<br>(n: 2) | 1                                 | 1                 |
| Normal<br>(n: 64)                          | 28                                | 36                |

(\*) Se excluyen los 5 casos de dilatación pielocalicial.

bla I), siendo estos hallazgos significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) en el grupo de mayor edad (84,2%) respecto al de menor edad (50,0%). No se encontraron diferencias significativas de resultados gammagráficos en relación con el sexo. De las 66 unidades renales estudiadas se detectaron lesiones en 29 (9 con hipocaptación focal y 20 multifocal).

En la tabla II se expone la relación entre los hallazgos ecográficos y gammagráficos en las 66 unidades renales estudiadas, objetivándose una gran discordancia de resultados. Mientras que por ecografía tan sólo se detectaron dos casos patológicos, con la gammagrafía se detectaron 29 casos. Si consideramos a la gammagrafía como patrón de referencia para el diagnóstico de lesión pielonefrítica, la sensibilidad de la ecografía sería del 3,4%.

El 54,2% de los pacientes a los que se les practicó cistografía (n= 24) presentaban reflujo vesicoureteral (tabla III). De las 48 unidades renales estudiadas, en 17 existía reflujo (3 casos de grado IV, 6 de grado III, 4 de grado II y otros 4 de grado I). No se encontraron diferencias significativas en los resultados de la cistografía en relación con el sexo y la edad de los pacientes.

En la tabla IV se exponen los hallazgos ecográficos y gammagráficos en relación con la existencia de reflujo vesicoureteral (en unidades renales, n= 48), incluyéndose -en esta ocasión- las anomalías ecográficas tanto parenquimatosas como del tracto urinario. En el 76,5% de las unidades renales con reflujo existía lesión gammagráfica (3 unifocales y 10 múltiples), mientras que tan sólo se detectaron lesiones ecográficas en el 17,6% de casos con reflujo (2 dilataciones pielocaliciales y una disminución del tamaño renal). No obstante, se detectaron lesiones gammagráficas en el 25,8% de casos sin reflujo (8 multifocales) y alteraciones ecográficas en el 12,9% de casos sin reflujo (4 dilataciones pielocaliciales). Mientras que la ecografía apenas tuvo una sensibilidad de un 17,6% para detectar signos indirectos de reflujo (patrón de referencia: cistografía con reflujo), la sensibilidad de la gammagrafía fue de un 76,5%.

## Discusión

El grupo de pacientes estudiado presentaba una infección urinaria -primer episodio conocido- con signos clínicos y bio-

Tabla III Hallazgos cistográficos en relación con el sexo y la edad de los pacientes

|                         | Normal     | Patológico<br>(reflujo) |
|-------------------------|------------|-------------------------|
| <b>Total</b><br>(n: 24) | 11 (45,8%) | 13 (54,2%)              |
| <b>Sexo(*)</b>          |            |                         |
| Masculino<br>(n: 20)    | 11 (55%)   | 9 (45%)                 |
| Femenino<br>(n: 28)     | 20 (71,4%) | 8 (28,6%)               |
| <b>Edad(*)</b>          |            |                         |
| < 2 años<br>(n: 26)     | 18 (69,2%) | 8 (30,8%)               |
| > 2 años<br>(n: 22)     | 13 (59,1%) | 9 (40,9%)               |

(\*) En unidades renales (n: 48)

lógicos significativos de localización alta; y en todos los casos, dadas sus connotaciones negativas<sup>(1-3)</sup>, el ingreso hospitalario y la antibioterapia parenteral se adoptaron lo más precozmente posible. No obstante, la valoración de estos pacientes debe completarse con la aplicación racional de las diferentes técnicas radiológicas y gammagráficas que permitan definir la infección del parénquima renal y el reflujo vesicoureteral o la uropatía obstructiva.

La ecografía ha sustituido eficazmente a la urografía intravenosa como técnica de imagen para el screening del tracto urinario superior, estando considerada como una técnica básica en la evaluación radiológica rutinaria de los niños con infección del tracto urinario<sup>(9-11)</sup>. No obstante, la gammagrafía está proporcionando un nuevo enfoque en la valoración de las infecciones urinarias de alto riesgo. Experimentalmente, utilizando criterios histopatológicos como patrón de referencia, se ha demostrado que las imágenes renales con DMSA-Tc99m alcanzan una sensibilidad del 91% y una especificidad del 99% para el diagnóstico de pielonefritis aguda<sup>(12,13)</sup>, lo que ha motivado una progresiva aceptación de la gammagrafía como patrón de referencia en la detección de la afectación del parénquima renal en la infección urinaria. Estudios comparativos han demostrado que la gammagrafía es más sensible que la ecografía para el diagnóstico de pielonefritis aguda<sup>(14-16)</sup>. De hecho, en el presente trabajo con la gammagrafía se detectaron signos de afectación renal en el 69,7% de los pacientes, mientras que la ecografía demostró una ecogenicidad renal anormal en sólo dos casos (6,1%), ya que en los siete casos restantes con ecografía patológica correspondían a anomalías del tracto urinario superior (dilatación pielocalicial) sin signos de afectación parenquimatosa. Al relacionar estos hallazgos (en unidades renales), si consideramos a la gammagrafía como patrón de referencia para la detección de lesiones renales, la ecografía sería un método diagnós-

Tabla IV Hallazgos gammagráficos y ecográficos en relación con la presencia o no de reflujo vesicoureteral (unidades renales, n = 48)

|                             | Con reflujo<br>(n: 17) | Sin reflujo<br>(n: 31) |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| Gammagrafía<br>(Tc99m-DMSA) |                        |                        |
| Patológica                  | 13 (76,5%)             | 8 (25,8%)              |
| Normal                      | 4 (23,5%)              | 23 (74,2%)             |
| Ecografía renal             |                        |                        |
| Patológica                  | 3 (17,6%)              | 4 (12,9%)              |
| Normal                      | 14 (82,4%)             | 27 (87,1%)             |

tico poco eficaz, puesto que tan sólo sería capaz de detectar el 3,4% de los procesos inflamatorios agudos renales. Es decir, la ecografía parece subestimar el grado de afectación del parénquima renal, posiblemente porque la captación de DMSA-Tc99m depende de la integridad funcional de los túbulos y, por tanto, las zonas de hipocaptación se corresponderían con áreas de disfunción y/o edema detectadas en la fase aguda de la enfermedad; mientras que las anomalías ecogénicas se objetivarían más tardíamente, cuando ya existiera un daño anatómico sobreañadido.

El hallazgo de lesiones de hipocaptación renal en el 69,7% de pacientes con un primer episodio de infección urinaria febril y/o sintomática, concuerdan con las cifras referidas en la literatura<sup>(14-18)</sup>. No se ha encontrado ninguna diferencia en los hallazgos gammagráficos respecto al sexo de los pacientes. Sin embargo, y coincidiendo con otros autores<sup>(15,18-20)</sup>, se ha detectado una menor afectación renal en el grupo de menor edad, ya que mientras en el grupo de pacientes con edades superiores a los 2 años se detectaron lesiones renales en el 84,2% de los casos, en el grupo de pacientes con edades inferiores a los 2 años se detectaron en el 50% ( $p < 0,05$ ). Estos hallazgos aparentemente contradictorios -ya que los niños más pequeños son particularmente susceptibles al desarrollo de cicatrizaciones renales<sup>(1-3)</sup>- han sido tratados de explicar por diferentes autores. Mientras que para algunos podría deberse a una falta de madurez funcional de la masa tubular renal en estas edades tempranas de la vida y que, por tanto, restarían sensibilidad a la exploración gammagráfica; para otros, más bien se debería a la presunta existencia, en su fase inicial, de unos cambios inflamatorios mínimos que no podrían ser detectados con el estudio gammagráfico<sup>(15,21)</sup>.

La incidencia de reflujo vesicoureteral en las infecciones urinarias febriles y/o pielonefritis, independientemente de la edad y el sexo de los pacientes, oscila entre el 25 y 43% de los casos<sup>(14,15,18)</sup>. Los resultados aquí obtenidos corroboran la alta incidencia de reflujo en este tipo de pacientes y contribuyen a justificar que en todo niño -de cualquier sexo y edad- que padece una infección urinaria febril se realice una cistografía para des-

cartar esta eventualidad patológica.

Respecto al concepto de nefropatía por reflujo cabe decir que está siendo cuestionado, ya que se presumía que la cicatriz renal derivaba de la acción combinada del reflujo y la infección urinaria; sin embargo, en su patogenia deben ser consideradas otras variables (virulencia del germen, respuesta inmunitaria, etc.), puesto que algunos pacientes con reflujo nunca llegan a desarrollar nefropatía y en otros con daño renal nunca se llega a demostrar reflujo<sup>(21,22)</sup>. Estas consideraciones permiten entender que no siempre exista correlación entre lesiones gammagráficas y reflujo vesicoureteral; de hecho, en el grupo analizado se detectaron lesiones gammagráficas tanto en el 76,5% de las unidades renales con reflujo como en el 25,8% de las unidades renales sin reflujo. No obstante, estos datos indican, por una parte, que cuando se detectan lesiones gammagráficas el riesgo de reflujo es alto; y por otra parte, que en estos pacientes no se puede obviar la cistografía a pesar de que la gammagrafía sea normal.

La combinación de la gammagrafía renal y la cistografía ha permitido definir la afectación del parénquima renal y la existencia de reflujo vesicoureteral en la totalidad del grupo analizado, ya que en los siete pacientes con dilatación pielocalicial ecográfica también existían lesiones gammagráficas coadyuvantes. Es decir, la ecografía podría pasar a un segundo plano como técnica básica de imagen en la evaluación de la infección urinaria febril dada su baja sensibilidad para la detección de lesiones parenquimatosas inflamatorias, lo que ha motivado que diversos autores ya recomienden la gammagrafía renal, junto a la cistografía, como la técnica rutinaria de elección en la evaluación de estos pacientes, considerando a la ecografía como una técnica complementaria<sup>(17,23)</sup>.

## Bibliografía

- Jacobson SH, Eklof O, Eriksson CG, Lins L-E, Tidgren B, Winberg J. Development of hypertension and uraemia after pyelonephritis in childhood. *BMJ* 1989; **299**:703-706.
- Roberts JA. Etiology and pathophysiology of pyelonephritis. *Am J Kidney Dis* 1991; **5**:398-400.
- Todd JK. Tratamiento de las infecciones urinarias: los niños son diferentes. *Pediatrics in Review* 1995; **16**(6):292-298.
- Rodríguez Soriano J. Infecciones urinarias. En: Enfermedades infecciosas pediátricas. Ed. J. Peña Guitián. J.R. Prous Editores. Barcelona, 1993; págs. 87-115.
- Aristegui J. Infección urinaria en la infancia. *Rev Esp Pediatr* 1989; **45**:347-364.
- Majd M, Rushton HG. Renal cortical scintigraphy in the diagnosis of acute pyelonephritis. *Semin Nucl Med* 1992; **2**:98-111.
- Shanon A, Feldman W, McDonald P. Evaluation of renal scars by technetium-labeled dimercaptosuccinic acid scan, intravenous urography, and ultrasonography: a comparative study. *J Pediatr* 1992; **120**:399-403.
- Andrich MP, Majd M. Diagnostic imaging in the evaluation of the first urinary tract infection in infants and young children. *Pediatrics* 1992; **90**:436-441.
- Kangaroo HK, Gold RH, Fine RN. Urinary tract infection in infants

- and children evaluated by ultrasound. *Radiology* 1985; **154**:367-371.
- 10 Alon U, Pery M, Davidai G, Berant M. Ultrasonography in the radiologic evaluation of children with urinary tract infection. *Pediatrics* 1986; **78**:58-64.
  - 11 Alon U, Berant M, Pery M. Intravenous pyelography in children with urinary tract infection and vesicoureteral reflux. *Pediatrics* 1989; **83**:332-336.
  - 12 Rusthon HG, Majd M, Chandra R. Evaluation of 99m-technetium-dimercapto-succinic acid renal scans in experimental acute pyelonephritis in piglets. *J Urol* 1988; **140**:1169-1174.
  - 13 Arnold AJ, Brownless SM, Carty HM. Detection of renal scarring by DMSA scanning: an experimental study. *J Pediatr Surg* 1990; **25**:391-393.
  - 14 Kass EJ, Fink-Bennett D, Cacciarelli AA, Balon H, Pavlock S. The sensitivity of renal scintigraphy and sonography in detecting non-obstructive acute pyelonephritis. *J Urol* 1992; **148**:606-608.
  - 15 Jakobsson B, Söderlundh S, Berg U. Diagnostic significance of 99mTc-dimercaptosuccinic acid (DMSA) scintigraphy in urinary tract infection. *Arch Dis Child* 1992; **67**:1338-1342.
  - 16 Jakobsson B, Nilstedt L, Svensson L, Söderlundh S, Berg U. 99m-Technetium-dimercaptosuccinic acid scan in the diagnosis of acute pyelonephritis in children: relation to clinical and radiological findings. *Pediatr Nephrol* 1992; **6**:540-542.
  - 17 Sreenarasimhaiah V, Alon US. Uroradiologic evaluation of children with urinary tract infection: are both ultrasonography and renal cortical scintigraphy necessary? *J Pediatr* 1995; **127**:373-377.
  - 18 Benador D, Benador N, Slosman DO, Nussle D, Mermillod B, Girardine E. Cortical scintigraphy in the evaluation of renal parenchymal changes in children with pyelonephritis. *J Pediatr* 1994; **124**:17-20.
  - 19 Glesson FV, Gordon I. Imaging in urinary tract infection. *Arch Dis Child* 1991; **66**:1282-1283.
  - 20 Tappin DM, Murphy AV, Mocan H, Shaw R, Beattie TJ, McAllister TA, McKenzie JR. A prospective study of children with first acute symptomatic E. coli urinary tract infection. *Acta Paediatr Scand* 1989; **78**:923-929.
  - 21 Castelló F, Vilaplana E, Yeste D, Roca I, Enríquez G. Gammagrafía con 99m-Tecnecio-ácido dimercaptosuccínico en el estudio de la primera infección urinaria del lactante. *An Esp Pediatr* 1995; **42**:118-122.
  - 22 Verber IG, Meller ST. Serial 99m-Tc dimercaptosuccinic acid (DMSA) scans after urinary infections presenting before the age of 5 years. *Arch Dis Child* 1989; **64**:1533-1537.
  - 23 Conway JJ, Cohn RA. Evolving role of nuclear medicine for the diagnosis and management of urinary tract infection. *J Pediatr* 1994; **124**:878-890.