

Comparación diagnóstica entre el renograma isotópico diurético y el Eco Doppler diurético en las hidronefrosis infantiles

A. Gómez Fraile¹, A. Aransay Bramtot¹, M. Miralles², F. López Vázquez¹, A. García Luzón¹, A. Jiménez Isabel¹

¹Sección de Urología Pediátrica. Servicio de Cirugía Pediátrica. ²Sección de Radiología Pediátrica. Servicio de Radiología. Hospital Universitario «12 de Octubre». Madrid.

RESUMEN: El aumento de dilataciones pielo-caliciales totalmente asintomáticas, a causa sobre todo del diagnóstico prenatal, plantea el problema de distinguir la existencia o no de obstrucción. La prueba básica para este fin es el renograma isotópico diurético, aunque puede presentar resultados dudosos. Para obviarlos se han utilizado otras variantes de la misma u otros estudios, siendo el Eco Doppler diurético uno de éstos, cuya eficacia diagnóstica está por determinar y constituye el objetivo del estudio.

Material y métodos. Desde mediados de 1995 hasta finales de 1996 hemos estudiado todos los casos diagnosticados de hidronefrosis con dilatación ecográfica grado II o mayor, uni o bilaterales, mediante renograma isotópico diurético y Eco Doppler diurético, comparando resultados y calculando la sensibilidad y especificidad de este último.

Resultados. Hubo 37 casos, 9 de ellos bilaterales, lo que totaliza 46 riñones dilatados. Predominaron los varones sobre las mujeres (22/15), y el 59% tenían diagnóstico prenatal. Clínicamente un 57% estaban asintomáticos. La Eco mostró un 22% con dilatación grado IV, 37% grado III y 41% grado II. En dos niños había reflujo vésico ureteral contralateral. El renograma evidenció 15 riñones obstruidos, tres de los cuales tenían una función renal diferencial (FR) regular, interviniéndose los 15, y uno más por dolor abdominal recurrente aunque sin curva obstructiva en el renograma. De estos 15, sólo 7 presentaron Eco Doppler obstructivo. Esta última prueba presentó una sensibilidad del 46% y una especificidad del 100%, con un valor predictivo positivo del 100% y un valor predictivo negativo del 79% para un intervalo de confianza del 95%. Comparando ambos estudios evidenciamos un índice de Kramer de 0,54, lo que representa una asociación muy baja.

Conclusiones. En nuestro medio el Eco Doppler diurético no es mejor prueba que el renograma para diagnosticar la presencia de obstrucción, aconsejando su utilización en los riñones con renograma dudoso.

PALABRAS CLAVE: Hidronefrosis; Renograma isotópico diurético; Eco Doppler diurético.

DIURETIC RENOGAM. DIURETIC DOPPLER SONOGRAPHY. ANALYSE BOTH TEST IN THE PAEDIATRIC HYDRONEPHROSIS

ABSTRACT: Due to the high frequency of asymptomatic pyelocaliceal dilatations, most of them with prenatal diagnosis, the diagnosis of obstruction remains a major chance. Isotopic diuretic renogram (IDR) remains the basic diagnostic tool, although it has some pitfalls and

indetermined diagnosis. To obviate them, several others tests have been used, such as diuretic Doppler ultrasound (DDU). The object of this paper is to determine its validity.

Methods. All the patients with hydronephrosis and with grade II dilatation or bigger were studied with DDU. The results were compared with those obtained by IDR, obtaining 2 x 2 tables to analyze specificity and sensibility.

Results. 37 patients were studied, 9 of them bilateral, with a total of 46 dilated kidneys. There were 22 males and 15 females. 59 percent had prenatal diagnosis and 57 percent were asymptomatic. 22 percent had grade IV dilatation, 37 percent grade III and 41 percent grade II. 2 cases had contralateral vesicoureteral reflux. IDR showed 15 obstructed kidneys, 7 of them with a regular renal function. 16 were operated, one more due to abdominal pain despite a non-obstructed IDR. Only 7 of the 15 kidneys presented an obstructive pattern in the DDU. Comparing both tests, DDU had a 46 percent of sensibility and 100 percent of specificity and a negative predictive value of 79% for a 95% interval. Kramer index was 0.54 representing a very low association.

Conclusions. In our institution, DDU is not better than IDR to diagnose obstruction. We consider its use as a second line test in cases of doubtful IDR.

KEY WORDS: Hydronephrosis; Diuretic renogram; Diuretic Doppler sonography.

INTRODUCCIÓN

El mayor número de sistemas pielo-caliciales dilatados y asintomáticos, principalmente debido al diagnóstico prenatal, plantea el dilema de diferenciar claramente cuándo hay obstrucción, ya que la presencia de dilatación no significa necesariamente que exista la misma. Para esto tenemos diferentes estudios, siendo el renograma isotópico diurético (RID) el «estándar ideal». A pesar de todo, esta prueba puede presentar resultados dudosos, teniendo que recurrir a otras variantes de la misma o realizar otras pruebas diferentes que aclaren estas situaciones.

Desde la descripción por Platt en 1989 de la utilización del Eco Doppler diurético para demostrar la presencia de obstrucción en las hidronefrosis^(1,2), mediante el cálculo del «índice de resistencia» (IR) descrito por Purcelot⁽³⁾, se ha cuestionado su utilidad, encontrando opiniones contradictorias.

Correspondencia: Dr. A. Gómez Fraile, Viriato 20, 4E. 28010 Madrid.

El objeto del trabajo es estudiar la validez del Eco Doppler diurético en comparación con el renograma isotópico diurético para comprobar, en nuestro medio, su potencial para detectar la obstrucción en los síndromes de la unión pieloureteral en la infancia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Desde hace año y medio hemos estudiado todos los niños con posible diagnóstico de estenosis de la unión pieloureteral, menores de 14 años, que en la Eco tenían una dilatación grado II o mayor según la clasificación de la Sociedad de Urología Fetal⁽⁴⁾, siendo la única condición de inclusión en la serie, independientemente de su edad al diagnóstico. Se excluyeron los casos bilaterales con dilatación grado III o mayor en uno o ambos riñones, ya que el Eco Doppler precisa de la presencia de un riñón normal o mínimamente dilatado en uno de los lados para dar validez a la prueba⁽⁵⁾.

El estudio se compone de 37 pacientes, 9 de los cuales fueron bilaterales, lo que suma 46 riñones dilatados y evaluados. La edad media de diagnóstico ha sido de 1,5 años, con un rango de 0 a 12 años. No hubo ninguna malformación asociada y la analítica de control (creatinina y urea) fue normal.

Todos se estudiaron primariamente mediante Eco, siendo la prueba que diagnosticó la dilatación y sirvió para decidir su inclusión en el estudio. Posteriormente realizamos cistografía miccional (CUMS) y renograma isotópico diurético. Este último fue interpretado siempre por el mismo médico, utilizando el mismo radiofármaco (MAG-3 Tc 99m) y realizándolo según las normas del «renograma bien ponderado»⁽⁶⁾, denominándolo nosotros como basal. Se valoraron tres parámetros: 1. Curva de eliminación, tomando los patrones descritos por O'Reilly⁽⁷⁾. 2. Función renal diferencial (FR), adoptando los grupos descritos por Ransley⁽⁸⁾. 3. Tiempo medio de lavado (T 1/2) siguiendo los valores dados por Kass⁽⁹⁾. De todos ellos nosotros ponderamos en primer lugar la curva de eliminación y el T 1/2, siguiendo la FR. Cuando apareció una curva dudosa repetimos la prueba mediante la variante F-15, en la que se administra el diurético 15 minutos antes del radiofármaco, estudiando de nuevo las curvas de eliminación con el mismo método del renograma basal.

El Eco Doppler diurético se efectuó siempre por el mismo médico, sin conocer previamente el resultado del renograma diurético y no teniendo influencia en la decisión terapéutica adoptada. Se administró fluidoterapia intravenosa durante toda la prueba mediante suero glucosalino 1/3 según cálculo de las necesidades basales. Si el paciente estaba inquieto se sedó con hidrato de cloral en supositorios. El cálculo del IR se efectuó según la fórmula dada por Platt^(1, 2):

$$IR = \frac{S - D}{S}$$

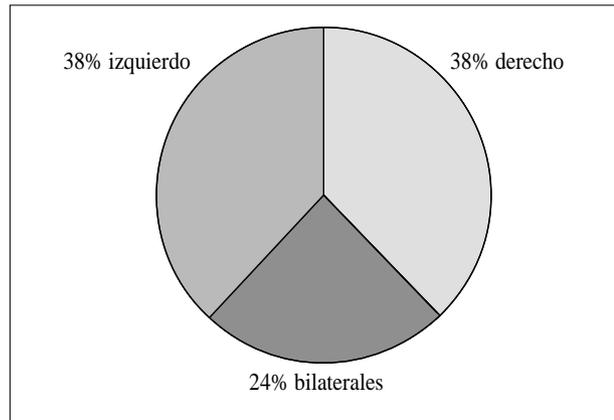


Figura 1. Lado de afectación.

donde S representa el pico máximo durante la sístole y D el pico máximo de la diástole. Las mediciones se tomaron a nivel de las arterias arcuatas o interlobares, en la unión córticomedular, practicando de 3 a 5 mediciones y calculando el valor final como su media aritmética. Posteriormente se dio furosemida a razón de 0,5 a 1 mg/Kg/dosis, hallando de nuevo los valores de idéntica manera a los 10 y 30 minutos. La obstrucción se definió cuando el IR fue superior a 0,80 o cuando aumentó más de un 10% después del diurético.

La decisión quirúrgica se adoptó principalmente en base al renograma isotópico diurético, teniendo en cuenta el resto de las pruebas, así como la clínica que fue decisiva en algún caso. En los intervenidos se confirmó la obstrucción por el estudio de la unión pieloureteral.

El objetivo del trabajo ha consistido en comparar ambos resultados, el renograma diurético considerado «gold standard» y Eco Doppler diurético, valorando la eficacia diagnóstica de este último.

Método estadístico

Construimos una tabla de 2 x 2, calculando los indicadores de validez del test diagnóstico: sensibilidad/especificidad y los valores predictivos o probabilidades postpruebas (valor predictivo positivo y valor predictivo negativo). La asociación entre ambas pruebas se comprobó mediante el índice de Kramer, considerando 1 como el valor perfecto de la misma.

RESULTADOS

De 37 niños, 22 (59%) fueron varones y 15 (41%) mujeres. No hubo preponderancia de un lado sobre otro y 9 (24%) casos fueron bilaterales (Fig. 1). El 62% se detectó en la época neonatal, 14% en lactantes y 24% en mayores de 2 años.

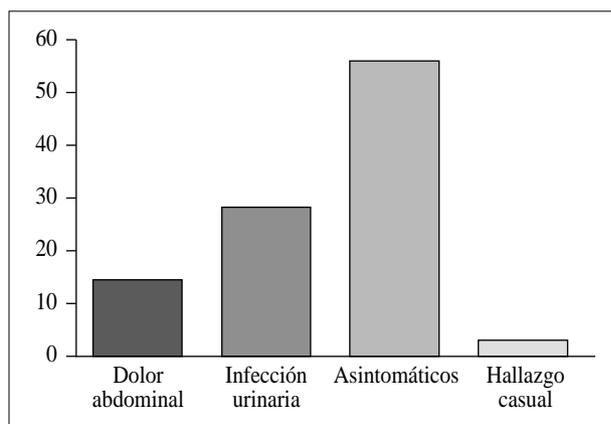


Figura 2. Signos y síntomas clínicos.

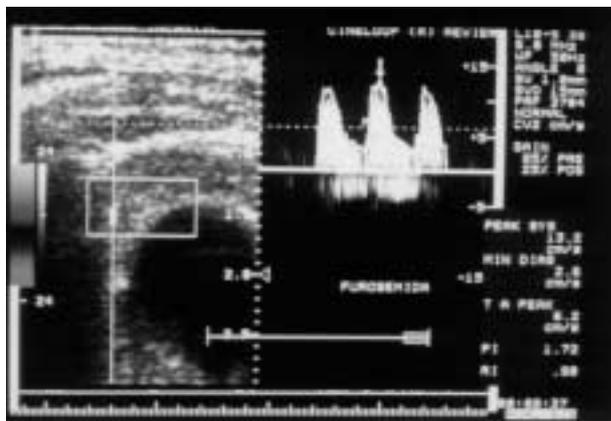


Figura 3. Eco Doppler diurético con dilatación grado IV izquierda y aumento del índice de resistencia después del diurético, mostrando obstrucción.

Clínicamente el 57% (21 niños) estaban asintomáticos, 27% tenían infección urinaria (IU), 14% dolor abdominal y en 2% fue un hallazgo casual (Fig. 2).

La Eco inicial mostró 19 riñones con dilatación grado II (41%), 17 grado III (37%) y 10 grado IV (22%), de los que 9 tuvieron un renograma obstructivo. La CUMS descubrió dos casos de reflujo vésico-ureteral grado I y II contralateral.

El renograma isotópico diurético (MAG-3) reveló 31 unidades renales no obstructivas, de las que 18 eran dudosas en primer término cambiando a no obstructivas con la variante F-15, y las 15 restantes fueron obstructivas. De 7 riñones con FR regular sólo 3 tenían curvas obstructivas (Tabla I).

El Eco Doppler evidenció 7 riñones con obstrucción, de los que 4 mostraron un aumento de IR postdiurético mayor del 10% y 3 un IR mayor del 0,80 (Figs. 3 y 4). El tiempo mínimo de realización de la prueba ha sido de 45 minutos y el máximo de 70 minutos.

La intervención quirúrgica se realizó en 16 unidades renales, 15 con renograma obstructivo y uno por clínica de do-

Tabla I

	Renograma	Eco Doppler
Obstructivo	15	7
No obstructivo	31	39

Tabla II

	FRD regular	FRD buena	Grado IV ECO	Grado III ECO
Renograma obstructivo 15 riñones	3	12	9	6

FRD: Función Renal Diferencial

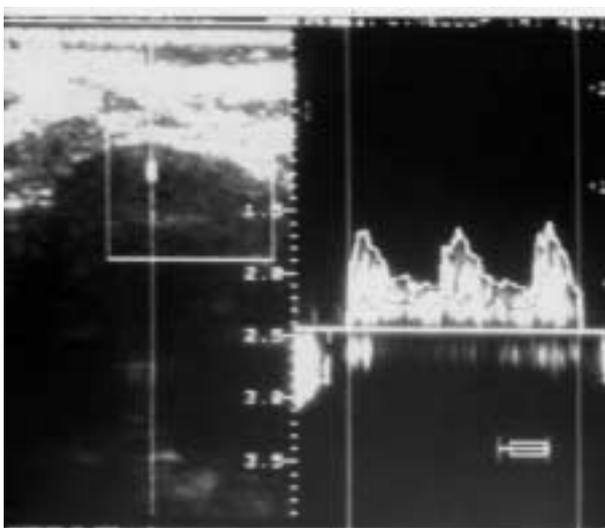


Figura 4. Eco Doppler diurético con dilatación grado III derecha y no aumento del índice de resistencia después de la furosemida, lo que indicó falta de obstrucción.

lor abdominal recidivante, aunque no fue obstructivo el renograma y tampoco el Eco Doppler, con una dilatación ecográfica grado III, encontrando un vaso polar que cruzaba la unión pieloureteral. En el resto se apreció una estenosis aparente cuyo estudio histológico reportó un infiltrado inflamatorio crónico en todos ellos.

Comparando los resultados de ambas pruebas hemos visto que de 15 casos con renograma obstructivo sólo 7 fueron en el Eco Doppler, y de los primeros 9 presentaron una dilatación ecográfica grado IV y 6 grado III (Tabla II).

Relacionando los resultados de ambas pruebas entre sí apreciamos un índice de Kramer de 0,54 que muestra escasa asociación. El valor predictivo positivo del Eco Doppler fue del 100% y el negativo del 79%, para un intervalo de confianza del 95%. La sensibilidad fue del 46% y la especificidad del 100%.

DISCUSIÓN

Definimos la obstrucción en las hidronefrosis como la dificultad de paso del flujo de orina a través de la unión pieloureteral, provocando un aumento de la presión intrapélvica e intratubular, con disminución del flujo sanguíneo renal por incremento de la resistencia vascular y descenso del filtrado glomerular, interfiriendo en la maduración funcional del riñón por lo que se afecta la función global del mismo. La obstrucción prolongada produce alteraciones hormonales que provocan vasoconstricción difusa de todo el lecho vascular renal, que en animales de experimentación se mantiene durante todo el período obstructivo, produciendo daño renal de forma temprana sin progresar después las lesiones⁽¹⁰⁻¹³⁾.

Para diagnosticar la obstrucción hay que buscar pruebas que midan algunos de los parámetros alterados, como modificaciones de la perfusión renal por aumento de presiones intrapiélicas que alteran la producción y eliminación de orina, así como la función renal. Las más importantes son el renograma isotópico diurético, test de Whitaker y Eco Doppler diurético. El Eco convencional tiene una sensibilidad del 90 al 95% y una especificidad del 65 al 84% a la hora de detectar dilataciones del sistema colector renal, pero no puede detectar la presencia de obstrucción^(1, 13, 14).

El renograma sigue siendo la mejor prueba que disponemos para diferenciar la obstrucción, considerándose imprescindible a la hora de evaluar correctamente una dilatación pielocalicial. A pesar de ello, del 10 al 15% presentan resultados dudosos o indeterminados^(15, 16), teniendo que utilizar otra variante, el F-15, que reduce a un 3% los casos dudosos. El test de Whitaker también presenta resultados indeterminados y es una prueba mucho más agresiva⁽¹⁰⁾.

Todo ello ha motivado la búsqueda de otros estudios, sencillos de realizar y con mayor exactitud para diagnosticar la obstrucción, considerando el «Eco Doppler diurético» como uno de ellos. Éste es asequible a cualquier centro, no produce radiación, aunque requiere por parte del paciente un período de inmovilidad para su realización, teniendo que utilizar, a veces, sedantes. El tiempo medio de exploración varía entre 30 y 60 minutos siendo en nuestro estudio de 45 a 70 minutos. La prueba halla el valor del IR que se calcula midiendo la velocidad sanguínea ya que experimentalmente se ha comprobado que ésta es proporcional al flujo sanguíneo, detectando, por lo tanto, sus alteraciones⁽¹⁷⁾ y también constituye de manera indirecta el reflejo de la presión renal intrapiélica^(15, 18). Para el cálculo se precisa de la fórmula descrita por Purcelot, y que Platt en 1989 aplicó al diagnóstico de la obstrucción en las hidronefrosis^(1, 2, 13, 15, 19, 20). La medición se realiza a nivel de las arterias arcuatas o interlobares, en la unión córtico-medular que es el lugar más fácil de detectarlas por Eco⁽³⁾. Cuando hay adelgazamiento de la corteza renal no sirve, ya que no se puede practicar la medición y tampoco es válido en el megauréter obstructivo debido a que el uréter dilatado actúa como reservorio, disminu-

yendo la presión que es necesaria para que aumente el IR en estas situaciones⁽¹²⁾.

El IR es edad-dependiente estando aumentado en los primeros años de la vida, a causa del descenso en el flujo sanguíneo cortical por un mayor número de glomérulos inmaduros, disminuyendo posteriormente según se produce el crecimiento⁽¹²⁾. La diferencia normal del IR entre ambos riñones es menor de 0,10, siendo mayor entre uno normal y otro obstructivo⁽⁵⁾. Experimentalmente en animales no existe aumento del IR en las obstrucciones agudas, aunque no se puede extrapolar a humanos ya que en éstos la obstrucción es crónica^(15, 21). Para que su valor sea efectivo precisa de la presencia de un riñón normal⁽⁵⁾, por lo que en nuestra serie los casos con dilatación bilateral grado III o mayor fueron excluidos. Sirve de indicador real de la existencia o no de obstrucción pero también se encuentra aumentado en el rechazo agudo de los riñones trasplantados, enfermedades renales como: vasculitis y enfermedades túbulo-intersticiales (necrosis tubular aguda y nefritis intersticial), síndrome hemolítico urémico y en riñones comprimidos por masas adyacentes^(12, 16, 18, 21).

El valor a partir del cual se considera obstructivo no está claro⁽¹⁴⁾, siendo 0,70 el más aceptado, sobre todo en adultos y niños mayores^(1, 2, 12, 13, 20, 22). En los menores de 4 años los riñones normales presentan un valor mayor de 0,70 debido, como hemos comentado anteriormente, al incremento de la resistencia vascular renal y el consiguiente descenso del flujo sanguíneo renal, considerando de 0,75 a 0,80 como valor límite^(5, 11, 12, 16, 18, 19, 23). Para obviar esta situación se ha propuesto, además de utilizar la variación tras la administración del diurético, habiendo una diferencia de menos de 0,10 entre riñones normales y mayor cuando uno de ellos está obstructivo entre el basal y el postdiurético^(2, 5, 12, 16, 19, 20, 23), y también mayor cuando se administra simultáneamente éste con suero salino, ya que potencia y prolonga la acción del diurético durante unas 2 horas, aunque las mediciones se realizan a los 10 y 30 minutos después de su administración^(11, 15, 16, 18-20, 22, 23). En los no obstructivos se produce una subida pasajera que disminuye posteriormente quedando en valores normales⁽¹⁹⁾. El valor basal de 0,70 se puede considerar dudoso. Nosotros hemos utilizado el valor de 0,80 o una diferencia después del diurético mayor de 0,10 como obstructivos en nuestro estudio, tratando de evitar los casos dudosos y conseguir una mayor sensibilidad y especificidad de la prueba, administrando una infusión intravenosa de glucosalino 1/3 durante todo el estudio, dando la furosemida de 0,5 a 1 mg/Kg en dosis única y tomando valores a los 10 y 30 minutos.

Para medir la eficacia diagnóstica del Eco Doppler sus resultados se han comparado con los de otros estudios, como el renograma, test de Whitaker y UIV^(1, 11, 15, 16, 19, 20, 24). Nosotros hemos elegido el renograma diurético, pues creemos que en la infancia sigue siendo la prueba «gold standard» para demostrar la obstrucción. Con éste, diversos estudios han refe-

ruido una sensibilidad entre el 76 y el 100%^(2, 5, 11, 12, 16, 20, 23), obteniendo nosotros un valor del 46% que es mucho más bajo, y una especificidad que ha variado desde el 81 al 97%^(2, 11, 16, 20), encontrando nosotros un 100%. Los riñones inmaduros presentan una baja especificidad debido a la presencia de un flujo diastólico relativamente bajo⁽²³⁾. Con respecto al test de Whitaker se ha publicado una sensibilidad del 77% y una especificidad del 81%⁽¹⁶⁾, y con la UIV una sensibilidad del 84% y especificidad del 88%⁽²⁴⁾. Se ha referido un valor predictivo positivo del 95%, siendo en nuestro estudio del 100%, y un valor predictivo negativo del 100%⁽¹²⁾, encontrando un 79% en la serie nuestra. Los falsos positivos se presentan en riñones con enfermedades médicas y en niños menores de 4 años. Los falsos negativos han aparecido en obstrucciones agudas y los valores altos indican una limitación significativa del uso de esta modalidad de diagnóstico^(2, 13, 15).

Para concluir podemos decir que en nuestro medio el Eco Doppler diurético no es mejor prueba que el renograma isotópico diurético a la hora de diagnosticar la presencia de obstrucción, a causa de presentar una sensibilidad baja y un valor predictivo negativo alto. Se considera un estudio de segunda elección, para los casos de renograma con curva de eliminación dudosa o indeterminada⁽¹¹⁾.

BIBLIOGRAFÍA

- Platt JF, Rubin JM, Ellis JH, Di Pietro MA. Duplex Doppler US of the kidney: Differentiation of obstructive from non-obstructive dilatation. *Radiology* 1989;**171**:515-517.
- Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Distinction between obstructive and non-obstructive pyelocaliectasis with duplex-doppler sonography. *AJR* 1989;**153**:997-1000.
- Rifkin MD, Needleman L, Pasto ME, Kurtz AB, Foy PM, McGlynn E y cols. Evaluation of renal transplant rejection by duplex doppler examination: Value of the resistive index. *AJR* 1987;**148**:759-762.
- Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the society for fetal urology. *Pediatr Radiol* 1993;**23**:478-480.
- Ordorica RC, Lindfors KK, Palmer JM. Diuretic doppler sonography following successful repair of renal obstruction in children. *J Urol* 1993;**150**:774-777.
- Society for Fetal Urology and Pediatric Nuclear Medicine Council of the Society of Nuclear Medicine. The well tempered diuretic renogram: A standard method to examine asymptomatic neonate with hydronephrosis or hydroureteronephrosis. *J Nuclear Medicine* 1992;**33**:2047-2051.
- O'Reilly PH, Lawson RS, Shields RA, Testa HJ. Idiopathic hydronephrosis. The diuresis renogram: A new non-invasive method of assessing equivocal pelvioureteral junction obstruction. *J Urol* 1979;**121**:153-155.
- Ransley PG, Dhillon HK, Gordon I, Duffy PG, Dillon MJ, Barrat TM. The postnatal management of hydronephrosis diagnosed by prenatal ultrasound. *J Urol* 1990;**144**:584-587.
- Madj M. Nuclear medicine in pediatric urology. En: *Clinical Pediatric Urology*. Kelalis-King-Belman. Saunders. Philadelphia. Third edition. Volume one. 1992;4:117-165.
- Pope JC, Showalter PR, Milam DF, Brock JW. Intrapelvic pressure monitoring in the partially obstructed porcine kidney. *Urology* 1994;**44**:565-571.
- Mallek R, Bankier AA, Etele-Hainz A, Kletter K, Mostbeck GH. Distinction between obstructive and non-obstructive hydronephrosis: Value of diuresis duplex doppler sonography. *AJR* 1996;**166**:113-117.
- Kessler RM, Quevedo H, Lankau CA, Ramírez-Seijas F, Cepero-Akselrad A, Altman DH y cols. Obstructive vs non-obstructive dilatation of the renal collecting system in children: Distinction with duplex sonography. *AJR* 1993;**160**:353-357.
- Dodd GD, Kaufman PN, Bracken RB. Renal arterial duplex doppler ultrasound in dogs with urinary obstruction. *J Urol* 1991;**145**:644-646.
- Gill B, Palmer LS, Koenigsberg M, Laor E. Distribution and variability of resistive index values in undilated kidneys in children. *Urology* 1994;**44**:897-901.
- Shokeir AA, Provoost AP, El-Azab M, Dawaba M, Nijman RJM. Renal Doppler ultrasound in children with obstructive uropathy: Effect of intravenous normal saline fluid load and furosemide. *J Urol* 1996;**156**:1455-1458.
- Bude RO, Di Pietro MA, Platt JF, Rubin JM. Effect of furosemide and intravenous normal saline fluid load upon the renal resistive index in non-obstructed kidneys in children. *J Urol* 1994;**151**:438-441.
- Pope JC, Hernanz-Schulman M, Showalter PR, Cole TC, Schrum FF, Szurkus D y cols. The value of doppler resistive index and peak systolic velocity in the evaluation of porcine renal obstruction. *J Urol* 1996;**156**:730-733.
- Fung LCT, Steckler RE, Knoury AE, McLorie GA, Chait PG, Churchill BM. Intrarenal resistive index correlates with renal pelvis pressure. *J Urol* 1994;**152**:607-611.
- Shokeir AA, Provoost AP, El-Azab M, Dawaba M, Nijman RJM. Renal Doppler ultrasound in children with normal upper urinary tracts: Effect of fasting, hydration with normal saline, and furosemide administration. *Urology* 1996;**47**:740-744.
- Palmer JM, Di Sandro M. Diuretic enhanced duplex doppler sonography in 33 children presenting with hydronephrosis: A study of test sensitivity, specificity and precision. *J Urol* 1995;**154**:1885-1888.
- Kincaid W, Hollman AS, Azmy AFA. Doppler ultrasound in pelviureteric junction obstruction in infants and children. *J Pediatr Surg* 1994;**29**:765-768.
- Gottlieb RH, Luhmann K, Oates RPJ. Duplex ultrasound evaluation of normal native kidneys and native kidneys with urinary tract obstruction. *J Ultrasound Med* 1989;**8**:609-611.
- Palmer JM, Lindfors KK, Ordorica RC, Marder DM. Diuretic doppler sonography in postnatal hydronephrosis. *J Urol* 1991;**146**:605-608.
- Deyoe LA, Cronan JJ, Breslaw BH, Ridlen MS. New techniques of ultrasound and color doppler in the prospective evaluation of acute renal obstruction. Do they replace the intravenous urogram? *Abdom Imaging* 1995;**20**:58-63.