

Análisis prospectivo y comparativo entre la resonancia magnética y las exploraciones tradicionales utilizadas en el estudio de las uropatías con afectación funcional del niño

F. Cáceres Aucatoma, J. Rodó Salas, A. Capdevila, J. Lerena

Servicio de Cirugía. Hospital Sant Joan de Déu. Barcelona.

RESUMEN: Objetivo. Correlacionar la información anatómica y funcional obtenida mediante la resonancia magnética (RM) frente a las técnicas que se utilizan tradicionalmente en el estudio de las uropatías, y comparar sus repercusiones físicas y socioeconómicas.

Material y método. Durante un período de 11 meses fueron estudiados prospectivamente 22 pacientes de ambos sexos y edades comprendidas entre 1 y 180 meses, afectados de diversos tipos de uropatía. El 55% de los pacientes procedían de la consulta externa y el 45% tuvieron diagnóstico prenatal. Las técnicas de imagen comparadas con la RM fueron: ecografía, renograma, gammagrafía, urografía y cistografía. Para la RM se utilizó gadolinio y en algunos casos anestesia general.

Resultados. Existió una correlación significativa ($r = 0,942$, $p < 0,01$) entre la RM y las exploraciones tradicionales para los diagnósticos de hidronefrosis, riñón en herradura, duplicidad renal, hipoplasia e hipertrofia renal, riñón multiquístico, ureteroceles, estenosis pieloureteral, estenosis vesicoureteral, atrofia de la arteria renal y ausencia renal. No fue útil para reflujo. Comparando con la función renal diferencial del renograma existió un 86% de concordancia en los resultados. El promedio de número de visitas fue de 5,7 y de ausencias laborales 4,1. El costo motivado por la RM respecto del resto de exploraciones fue menor ($\text{Chi}^2 = 27,909$, $p < 0,001$).

Conclusiones. La RM aporta la misma información morfológica y de función cualitativa que la obtenida con las exploraciones tradicionales, además de la vascular. La irradiación de la RM es nula. En ocasiones precisa anestesia. Su práctica disminuye gastos, visitas, faltas laborales y desplazamientos. En un futuro, si en el curso de la misma se logra realizar la cistografía y la sobrecarga hídrica/diurética, se incrementará su eficacia.

PALABRAS CLAVE: RM; Renograma; Costos.

COMPARISON BETWEEN MRI AND THE TECHNIQUES TRADITIONALLY USED IN THE STUDY OF UROPATHIES IN CHILDREN

ABSTRACT: Background. To correlate the anatomical and functional information obtained using MRI in comparison to the techniques traditionally

used in the study of uropathies, and to compare their physical and socioeconomic impacts.

Methods. For a period of eleven months we carried out a prospective study of 22 patients of both sexes ranging in age from 1 to 180 months. All suffered from one or another uropathy. Fifty-five percent of the patients were from external consultation while 45% had been diagnosed prenatally. The imaging techniques compared with MRI were as follows: echography, renogram, renal DMSA scan, urography and cystography. For the MRI gadolinium was used, as well as general anesthesia in some cases.

Results. There was a significant correlation ($r = 0,942$ $p < 0,01$) between MRI and the traditional explorations for the diagnosis of hydronephrosis, horseshoe kidney, kidney duplication, kidney hypoplasia and hypertrophy, multicystic kidney, ureteroceles, pyeloureteral stenosis, vesicoureteral stenosis, atrophy of the renal artery, and missing kidney. It was not useful for reflux. Comparing to renal function differential on renogram there was an 86% agreement between the results. The average number of visits was 5.7 and missed workdays 4.1. The cost as a result of MRI was less than that for other explorations ($\text{Chi}^2 = 27,909$ $p < 0,001$).

Conclusions. MRI provides the same information, both morphological and concerning functional quality, as well as vascular, as that obtained through traditional explorations. Irradiation with MRI is nil. At times it requires anesthesia. Its practice reduces costs, visits, missed workdays, and travel time. In the future it could probably be possible to carry out cystography and hydric/diuretic overload testing at the same time, the efficacy will be increased.

KEY WORDS: MRI; Renogram; Costs.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el diagnóstico por la imagen desempeña un papel imprescindible en la evaluación de los pacientes con afectación del aparato urinario. Hasta este momento las llamadas exploraciones tradicionales y el desarrollo de la medicina nuclear (isótopos) han demostrado su eficacia en la valoración anatómica y funcional de las diferentes anomalías renales. No obstante a partir del uso generalizado de la resonancia magnética (RM), que permite reunir en una misma exploración información morfológica, vascular y funcional, las exploraciones tradicionales probablemente pierdan protagonismo.

Correspondencia: Dr. F. Cáceres Aucatoma. Servicio de Cirugía. Hospital Sant Joan de Déu. Pass. Sant Joan de Déu 2, 08950 Esplugues de Llobregat, Barcelona.

E-mail: fcaceres@hsjdbcn.org

Recibido: Febrero 2007

Aceptado: Mayo 2007

Tabla I Equivalente de radiación

| Diagnóstico por imagen | Dosis efectiva característica (mSv) | Equivalente a 1 Rx de tórax | Período equivalente de radiación natural de fondo |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|
| ECO | 0 | 0 | 0 |
| RM | 0 | 0 | 0 |
| RX tórax | 0,02 | 1 | 3 días |
| DMSA | 1 | 50 | 6 meses |
| Renograma | 1 | 50 | 6 meses |
| CUMS | 1,6 | 85 | 9 meses |
| Pielografía | 2,5 | 125 | 14 meses |
| TAC | 10 | 500 | 4,5 años |

Fuente: B. Wall, de la Junta nacional de radioprotección, 1990.

Ante el diagnóstico de cualquier tipo de anomalía cada vez se buscan técnicas menos invasivas, que proporcionen un diagnóstico más precoz y que conlleven las mínimas molestias para el paciente y su familia. Las visitas, los desplazamientos y todo el proceso que, desde la primera visita, lleva al diagnóstico y a la opción terapéutica final, suponen un esfuerzo humano y económico para el paciente, la familia y en general para todo el sistema sanitario.

El estudio fue diseñado con el objetivo de comparar las implicaciones médicas, físicas, sociales y económicas de las exploraciones tradicionales, frente a las de la resonancia magnética.

MATERIAL Y MÉTODO

Durante el período comprendido entre marzo del 2005 y febrero del 2006, fueron estudiados 22 pacientes, de edades comprendidas entre 1 y 180 meses (media: 21,9), de los que el 73% fueron hombres y el 27% mujeres. En el 55% de los casos, los pacientes procedían de consultas externas (pediatría, nefrología y cirugía del mismo hospital u otros centros) y el 45% procedían directamente del diagnóstico prenatal de patología urológica desde la consulta de ginecología.

Las llamadas exploraciones tradicionales consistieron en ecografía (ECO), cistografía miccional (CUMS), renograma diurético (RD), gammagrafía renal (DMSA) y urografía intravenosa (UIV). La ECO fue practicada a todos los pacientes, la CUMS en 16, el RD en 22, el DMSA en 6 y la IUV en 9. En un solo paciente se practicó una tomografía abdominal computarizada (TC).

Previo consentimiento informado, la RM utilizó de forma sistemática gadolinio y para algunos pacientes fue necesaria anestesia general (AG). La RM usó una señal de 1,5 T, alta densidad v 15 (General Electric Medical System, Milwaukee, WI). El protocolo de imagen incluye cortes coronales y axiales en T2. Las imágenes obtenidas son analizadas por

Advantage Windows 4.2 (General Electric Medical System, Milwaukee, WI), usando el Functool® para análisis del método. Los cambios de la intensidad de la señal fueron evaluados en el córtex y la médula, obteniendo curvas de intensidad de cada región. Comparamos ambos riñones y en función del grado de afectación aceptamos valores de normales a obstructivos en función de una escala de tiempo/intensidad de señal. La información funcional obtenida incluye el tiempo del tránsito y la intensidad de la señal frente a la curva de tiempo. La determinación de valores normales a obstructivos se determinó en una escala que cuantifica en porcentaje el tiempo que tarda pasar el contraste desde la corteza renal al uréter o el paso por la pelvis renal. Comparamos después el tiempo de inyección de gadolinio con el riñón contralateral y si el paso es normal, retrasado, bajo o ausente. La captación de contraste fue medida en una escala de 0 a 100% de captación de gadolinio, y el resultado de esta captación fue comparada con el porcentaje de la función renal diferencial (FRD) del renograma. En los pacientes por debajo de los 7 años de edad, en 15 casos se requirió anestesia general (inhalatoria con sevoflurane 0,8% y propofol). Nosotros aceptamos a los padres en el proceso de despertar. La duración media de la exploración fue de 31 minutos.

Siguiendo los criterios adoptados por el Real Colegio de Radiólogos de Reino Unido en 1998, se tomó como patrón, el grado de irradiación que comporta una radiografía de tórax (dosis efectiva característica 0,02 mSv, equivalente a 3 días de radiación natural de fondo). Se le llamó “irradiación estándar” al valor considerado como mínimo imprescindible para obtener un diagnóstico certero de uropatía. La tasa de irradiación estándar, que corresponde a 135 RX de tórax, fue obtenida de la suma de la irradiación ligada a una CUMS y una RD. Se le llamó “irradiación ideal”, al valor considerado como el deseable para obtener un diagnóstico de uropatía. La irradiación ideal, que corresponde a 85 RX de tórax, fue obtenida de la suma de la irradiación ligada a una CUMS. La tabla I muestra la irradiación ligada a cada una de las distintas técnicas de imagen.

El impacto social fue medido a través de una encuesta que consideró las siguientes variables: número de familiares implicados, número de visitas de consultorio y número de desplazamientos y absentismo laboral. Para valorar el absentismo laboral se consideró la jornada de 8 horas como base establecida para subdividirla en los siguientes grupos: permiso de jornada completa de la pareja, permiso de jornada completa de sólo uno, permiso por horas, permiso de jornada completa como autónomo y sin ausencia laboral.

El cálculo del coste económico de los procesos unitarios fue elaborado por el departamento de contabilidad de nuestro centro. El costo del proceso de diagnóstico por la imagen tomó en consideración: los costes directos del personal (carga de trabajo, análisis y complejidad de la prueba, coste/minuto de la máquina de imagen, tiempos de médico, enfermera, auxiliar y de técnico), los costes de material y los costes indirectos que comprende la amortización, ocupación

Tabla II Costos unitarios del proceso de las exploraciones de imagen y visitas

| Descripción del proceso | Euros |
|-------------------------|-------|
| ECO | 20 |
| CUMS | 90 |
| Renograma | 115 |
| DMSA | 55 |
| Pielografía | 90 |
| RM | 273 |
| Visita médica | 60 |

Fuente: Departamento Contabilidad HSJD 2005.

y mantenimiento de los equipos. Además se sumaron los costos de las correspondientes visitas médicas en consultorio para dar resultados. En el grupo de las exploraciones tradicionales no fue incluido para el cálculo económico el valor de la primera ECO y de la CUMS, por considerar ambos exámenes como de protocolo básico de estudio. La tabla II muestra los costos unitarios del proceso de cada exploración de imagen, la visita médica y anestesia general (AG).

La base de datos se procesó con SPSSWin y Excel. Para el análisis estadístico se usó el factor de correlación de Pearson, la Chi-cuadrado y la T-student's.

RESULTADOS

Las exploraciones realizadas fueron: 36 ECO, 19 CUMS, 36 RD, 8 DMSA, 1 TAC, 16 UIV y 25 RM. La mediana ideal de utilización fue de una ECO, CUMS, RD y RM por paciente. En algunos casos fue necesario realizar dos o más estudios en un mismo paciente. Los diagnósticos identificados mediante las exploraciones tradicionales fueron: hidronefrosis, estenosis pieloureteral, riñón en herradura, duplicidad renal, ureterocele, reflujo vesicoureteral (RVU), hipoplasia, hipertrofia y displasia renal, y quiste renal. Los diagnósticos identificados mediante la RM fueron: hidronefrosis, estenosis pieloureteral, estenosis vesicoureteral, riñón en herradura, duplicidad renal, uréter bífido, ureterocele, hipoplasia e hipertrofia renal, atrofia de la arteria renal y ausencia renal, como muestra la figura 1. Al comparar los diagnósticos obtenidos en número de aciertos de las exploraciones tradicionales con los obtenidos mediante la RM, se evidenció una correlación lineal ($r = 0,942$) estadísticamente significativa ($p < 0,01$) de los resultados informados. Sin embargo, la CUMS siguió siendo la prueba *gold standar* para el diagnóstico del RVU y la RM muy específica para la identificación de las anomalías vasculares. Cuando separamos los grupos para conocer el número de aciertos en cuanto a las impresiones diagnósticas encontramos significación estadística para el grupo de las exploraciones tradicionales, $p < 0,015$ (t-student's = 2,78) y para el grupo de la RM, $p < 0,016$ (t-student's = 2,74).

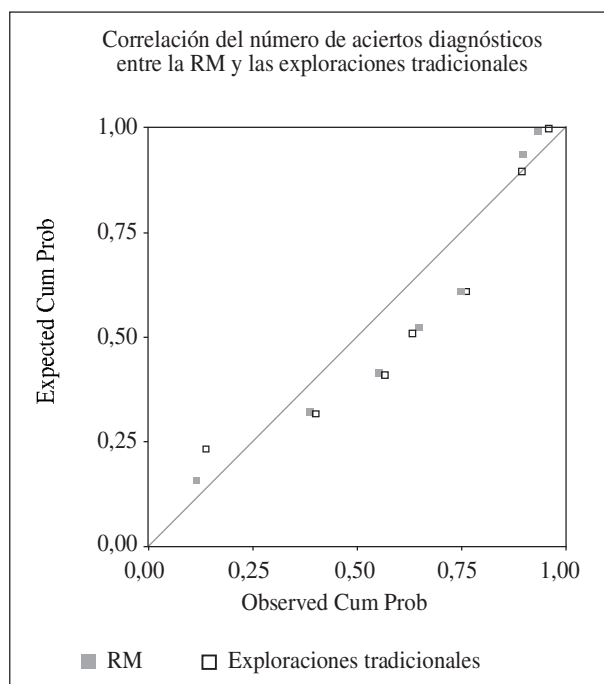


Figura 1. Comparación del número de aciertos diagnósticos entre la RM y las exploraciones tradicionales.

El porcentaje de captación del contraste (gadolinio), en un 86% de los casos fue equivalente al porcentaje de función renal diferencial (FRD) del renograma. La tabla III muestra un 100% de captación en 6 casos, una obstrucción de la captación del 5% en el paso en 3 casos, una disminución de captación entre 20-30% en 6 casos, una captación menor del 10% en 2 casos y ausencia de captación en 5 casos (Fig. 2).

Al comparar la radiación real recibida por cada paciente con la irradiación ideal, se observó un promedio de irradiación de 219 Rx de tórax, con un rango variable de 75 a 560, respecto del valor de irradiación estándar (135 Rx de tórax) y al valor de irradiación ideal (85 Rx de tórax). La figura 3 nos indica una curva variable muy por encima de la línea estándar e ideal, en cuanto a las dosis mínimas efectivas necesarias para conseguir un diagnóstico definitivo.

Se observó en el impacto social que cada paciente venía con dos acompañantes. El promedio total de visitas fue de 5,7 (2-17). De éstas, el promedio de visitas debido a las exploraciones tradicionales fue de 3,2 (2-15) y el promedio de visitas debido a la RM fue de 2 (1-3). El promedio total de absentismo laboral fue de 4,1 días (0-7). El promedio de absentismo laboral debido a las exploraciones tradicionales fue de 3,2 (0-15) y el promedio debido a la RM fue de 2 (0-3). La actividad cotidiana de las familias se vio afectada en faltas o ausencias laborales. Esto fue determinado porque la mayoría de familias desarrollaban algún tipo de actividad laboral. En 6 casos la pareja solicitó permiso de jornada completa, en 4 casos fue sólo un miembro de la familia que solicitó permiso de jornada completa, en 4 casos solicitaron permiso por horas,

Tabla III Tipos de curva renográfica y de captación de contraste (gadolinio-RM)

| Tipo de curva renográfica | Resultados | Tipo de captación de contraste en RM | Resultados |
|---------------------------|------------|--------------------------------------|------------|
| I | 1 | Normal | 6 |
| II | 2 | Obstrucción 5% paso contraste | 3 |
| III | 9 | Retardo del paso contraste > 20-30% | 6 |
| IV | 4 | Captación < 10% | 2 |
| V | 5 | Captación 0% | 5 |

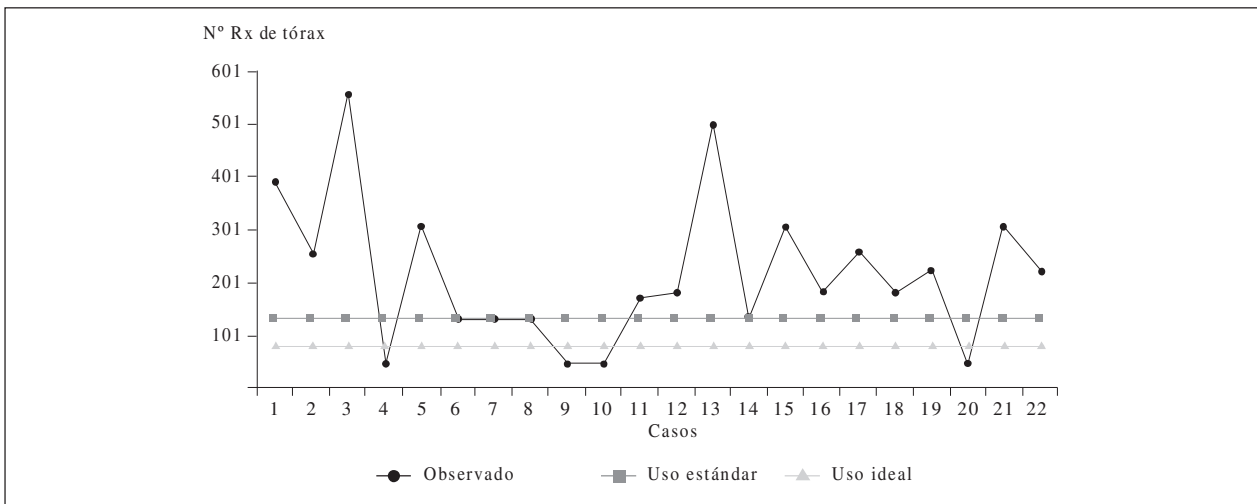


Figura 2. Comparación en los 22 casos del número equivalente a una Rx de tórax y la exposición de radiación observada que corresponde a la practicada, frente a la radiación estándar considerada como el valor mínimo imprescindible para obtener un diagnóstico certero de uropatía y a su vez frente a la radiación ideal que es el valor deseable para obtener el mismo diagnóstico.

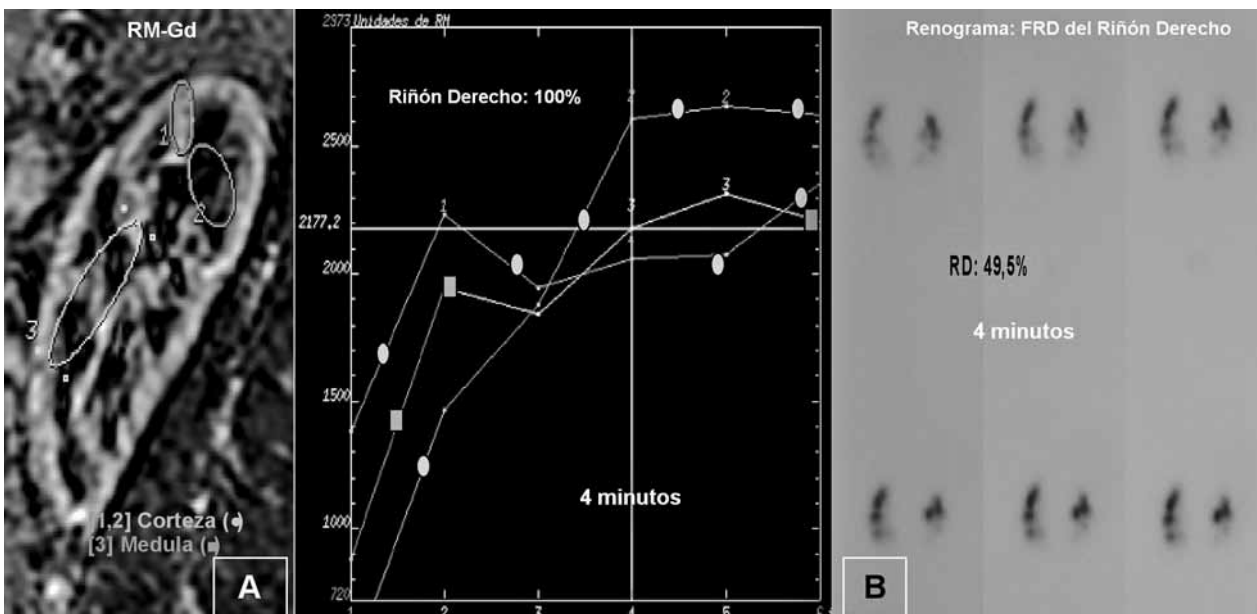


Figura 3. A) Las marcas (círculo), (cuadrado) indican la detección de contraste del riñón derecho por la RM desde el minuto 0 al minuto 4 que corresponde al 100% de paso de gadolinio por (corteza^{1,2} y médula³) renal hacia la pelvis. B) El RD en el mismo paciente al minuto 4 tiene una función renal diferencial de 49,5%.

Tabla IV Condición de trabajo familiar

| Condición de trabajo | Número |
|---|--------|
| Permiso jornada completa de la pareja | 6 |
| Permiso de jornada completa como autónomo | 5 |
| Permiso jornada completa de uno solo | 4 |
| Permiso por horas | 4 |
| Sin ausencia laboral | 3 |

en 5 casos en condición de autónomos el permiso fue de jornada completa y en 3 casos no existió relación con la actividad laboral, como lo indica la tabla IV.

En el costo total de las exploraciones encontramos diferencias significativas de la pruebas tradicionales que sumaron 11.570 euros frente al grupo de la RM que sumó 8.145 euros ($p < 0,001$). En la tabla V se detallan los costos para cada caso y su gasto en conjunto.

DISCUSIÓN

Cuando nos encontramos frente a un paciente en el que sospechamos algún tipo de uropatía, nadie discute la realización de una ecografía inicial y una cistografía. A partir de ahí se inician una serie de exploraciones adicionales que implican el mismo número de desplazamientos y el doble de visitas. En el pasado reciente no era raro que se solicitaran la realización simultánea de varios procedimientos diagnósticos similares en un mismo paciente, simplemente con la finalidad de disponer de toda la información posible y así incrementar la probabilidad de un resultado correcto. Esta actuación no es en absoluto coste/efectiva, por lo que la utilización correcta de las diferentes modalidades diagnósticas sólo se conseguirá si la información que se obtiene de cada una de ellas es complementaria. La RM como método tiene el potencial de reemplazar a otros métodos de imagen o, en su defecto, ser usado en combinación con otras modalidades⁽¹⁻³⁾.

A pesar de esto la práctica de la RM todavía no está asimilada en nuestro medio y las pruebas de imagen más solicitadas por los especialistas siguen siendo la ecografía, la CUMS y el renograma diurético. En la práctica médica actual lo ideal

Tabla V Cálculo de costos (euros) de las exploraciones tradicionales y la RM incluidas las visitas y anestesia general (AG)- (*) No se toma en cuenta el valor de las primeras ecografías y CUMS

| Costos exploraciones tradicionales-visitas | Costos RM -visitas-AG | Costos totales |
|--|-----------------------|----------------|
| 850 | 333 | 1.183 |
| 445 | 333 | 778 |
| 940 | 606 | 1.546 |
| 475 | 879 | 1.354 |
| 440 | 333 | 773 |
| 355 | 333 | 688 |
| 355 | 333 | 688 |
| 615 | 333 | 948 |
| 235 | 333 | 568 |
| 295 | 333 | 628 |
| 1105 | 333 | 1.438 |
| 490 | 333 | 823 |
| 975 | 60 | 1.035 |
| 235 | 333 | 568 |
| 780 | 333 | 1.113 |
| 480 | 333 | 813 |
| 685 | 333 | 1.018 |
| 350 | 333 | 683 |
| 525 | 606 | 1.131 |
| 30 | 333 | 363 |
| 620 | 333 | 953 |
| 290 | 333 | 623 |
| 11.570 | 8.145* | 19.715 |

* $p < 0,001$. $Chi^2 = 21,125$.

es realizar una exploración de cada una de las pruebas más solicitadas para obtener un diagnóstico certero. Sin embargo, la mayoría de los pacientes precisaron más de tres exploraciones o se sumaron otros métodos de imagen como la UIV o DMSA para adoptar una decisión terapéutica. ¿Hasta qué punto fue necesario tal cantidad de irradiación acumulada? Quizás el uso en exceso de los métodos de imagen obedece a un control y seguimiento minucioso de la enfermedad por parte del médico o tal vez por una creciente demanda familiar, generada por el acceso a Internet o a una marcada valoración de la enfermedad.

Tabla VI Comparación del grupo de estenosis pieloureteral detectado por el renograma/ IUV y la RM

| | RM | Renograma diurético/ UIV | Diferencia de resultados |
|-------------------------|----|--------------------------|--------------------------|
| Estenosis pieloureteral | 11 | 8 | 3 |

a) Curva renográfica III, asociado a RVU derecho masivo. b) Curva renográfica tipo III, asociado a ureterocele y sospecha de vaso polar. c) Curva renográfica tipo IV, asociado a sospecha de vaso polar.

Los resultados diagnósticos, como indica la figura 1, muestran similitud en los hallazgos detectados tanto por los métodos de imagen tradicionales como por la RM. Por lo tanto, dicha prueba manifiesta una capacidad de diagnóstico morfológico global en un solo estudio, definido por la alta calidad de imagen, solamente equiparable al conjunto de exploraciones tradicionales.

La distinción entre hidronefrosis obstructiva y no obstructiva es crucial en la toma de decisiones para determinar si una intervención quirúrgica es necesaria. En la actualidad persiste la controversia acerca del momento en que se debe realizar una pieloplastia y para lo cual el renograma diurético sigue siendo hasta ahora el examen más usado⁽⁴⁾. La utilidad de la RM, y dentro de ella el uso de gadolinio, fue esencial a la hora de evidenciar la presencia o ausencia de estenosis pieloureteral, y en particular cuando existió patología asociada que el renograma diurético o la pielografía no pudo diferenciar. En nuestro trabajo esto ocurrió en tres casos: el primero con un tipo de curva renográfica III más RVU derecho masivo, el segundo con un tipo de curva renográfica III más ureterocele y sospecha de vaso polar y el tercer caso con una curva renográfica IV más sospecha de vaso polar. En los tres casos la RM observó una verdadera estenosis pieloureteral que sumados a los 8 casos anteriores dio un total de 11 diagnósticos de síndrome de la unión, diferente a los 8 casos diagnosticados solamente con RD y pielografía (Tabla VI).

El gadolinio es un lantánido no radioactivo estable utilizado como contraste por sus propiedades paramagnéticas y ferromagnéticas, que estimula el campo magnético al contacto con los protones del organismo mejorando la imagen contrastada obtenida en T₁. Se elimina con facilidad del cuerpo a través del riñón y no atraviesa la barrera hematoencefálica, y presenta pocos efectos adversos como dolor de cabeza, náuseas, dolor abdominal y reacción alérgica (<1%)⁽⁵⁾. Hay estudios publicados^(6,7) que indican la aparición de fibrosis sistémica nefrogénica. En condiciones adecuadas puede ser administrado en pacientes con insuficiencia renal y embarazo. Existen estudios preliminares en animales y humanos que evalúan el uso dinámico de la uroresonancia-gadolinio (RM-Gd) con buenos resultados morfológicos y funcionales, condicionado a la nula radiación, adecuada tolerancia y poca invasividad^(8,9).

Para la RM se usó AG en la mayoría de casos y con el fin de reducir los riesgos del proceso consideramos importante contar con personal anestésico experto en el manejo de procedimientos ambulatorios y personal de enfermería entrenado. En nuestra investigación permitimos participar a los padres en el proceso de despertar con buenos resultados.

Otro punto a considerar es la especificidad que tiene la RM para determinar patología vascular. En nuestro estudio se observó la ausencia de la arteria renal en un caso y permitió aclarar ausencia de vaso polar, que la UIV pudo precisar, siendo esta información más tarde confirmada directamente a través de la visualización por retroperitoneoscopia.

En la actualidad aún no se dispone de un método preciso que prediga cuáles son los pacientes que se beneficiarían

de una intervención, por tanto es un dilema para el especialista, frente a un tratamiento conservador o invasivo^(4,10). Consideramos que la eficacia y eficiencia de la RM se incrementaría al disponer en un corto período de tiempo dentro de la misma prueba la realización de una cistografía miccional (aún por definir) y el estudio funcional con sobrecarga hídrica y/o diurético ya realizado en otros centros de Norteamérica con buenos resultados⁽¹⁾.

El Institute of Medicine (IOM) de Estados Unidos de la Office of Technology Assessment (OTA) define la evaluación de las tecnologías sanitarias como el proceso de análisis e investigación dirigido a estimar el valor y la contribución relativa a la mejora de la salud individual y colectiva, teniendo además en cuenta el impacto económico y social. En consecuencia, el IOM estima 5 puntos a tomar en cuenta. En nuestra experiencia valoramos estos criterios de la siguiente manera: la seguridad determinada por la nula irradiación, poca invasividad y ausencia de efectos adversos; la eficiencia al generar un ahorro económico para el hospital y la familia; la eficacia avala los múltiples trabajos publicados con excelentes resultados^(1,2), la efectividad por nuestros resultados significativos encontrados, y la utilidad medida por el impacto social y su repercusión futura en mejorar la calidad de vida de los pacientes y sus familiares. El impacto social, que analizó la movilización, el número de visitas y la interferencia de la actividad económica cotidiana, fue quizás el punto más difícil de estimar. Sin embargo sus resultados son muy claros al momento de poner en la balanza la realización de una sola prueba global frente a un sinnúmero de exploraciones. También debemos comentar que el factor psicológico no fue valorado con ningún instrumento técnico, a pesar de esto la familia sintió una afinidad y disminución de estrés al conocer el alcance de la RM. Conviene recordar en este caso que la eficiencia (impacto económico), siendo importante, no es lo más relevante, ya que de poco valdrá conocer cuánto cuesta una tecnología si no conocemos su seguridad, efectividad y utilidad.⁽¹¹⁾

Se demostró que la RM resultó ser más económica que el conjunto de exploraciones tradicionales. A la larga, el tiempo del procedimiento, la sedación y los costos deberán reducirse. La RM se convertirá en la primera modalidad de imagen para el estudio de hidronefrosis y otras uropatías. Además, con la experiencia de otros grupos de trabajo es posible el estudio funcional con sobrecarga diurética y la realización de la cistografía miccional^(1,2). Esto significa un importante avance en el estudio y terapéutica de las uropatías. La RM es posiblemente la técnica que aportará más cambios en un futuro de la imagen pediátrica, por su buena resolución espacial y de contraste⁽¹²⁾.

CONCLUSIONES

La RM aporta datos funcionales cualitativos similares al renograma y al DMSA (función renal diferencial). Permi-

te obtener los mismos datos morfológicos que la pielografía y la ecografía, además de ser específica para determinar información vascular. Ofrece imágenes de calidad y excelente afinidad diagnóstica, al precisar la causa de obstrucción alta, cuando existe asociación de otras uropatías. La radiación es nula. La práctica de un solo estudio que englobe la parte anatómica, funcional y vascular, ahorrará dinero, al generar un menor número de visitas, faltas de asistencia al trabajo y desplazamientos. La irradiación denominada "ideal" la consideramos como la cantidad necesaria para efectuar un diagnóstico certero de uropatía siempre que esté asociada a una RM.

ABREVIACIONES CLAVE

Reflujo vesicoureteral (RVU); ecografía (ECO); cistografía miccional seriada (CUMS); renograma diurético (RD); renal 99 mTc dimercaptosuccinic ácido (DMSA) scan; urografía intravenosa/pielografía (UIV); tomografía axial computarizada (TC); anestesia general (AG); SSFSE (Single Shot Fast Spin Echo); dynamic 3-D gradient (fast-SPRG); función renal diferencial (FRD); uorresonancia con gadolinio (RM-Gd); resonancia magnética (RM).

BIBLIOGRAFÍA

- Perez-Brayfield MR, Kirsch AJ, Jones RA, Grattan-Smith JD. A prospective study comparing ultrasound, nuclear scintigraphy and dynamic contrast enhanced magnetic resonant imaging in the evaluation of hydronephrosis. *J Urol* 2003;**170**:1330-1334.
- Chu WCW, Lam KW. Dynamic gadolinium-enhanced magnetic resonance urography for assessing drainage in dilated pelvicalyceal systems with moderate renal function: preliminary results and comparison with diuresis renography. *BJU Int* 2003;**93**:830-834.
- Jones RA, Perez-Brayfield MR, Kirsch AJ, Grattan-Smith JD. Renal Transit Time with MR urography in children. *Radiology* 2004;**233**:41-50.
- Sepúlveda JC, Rodó Salas J, Mañé S, Tarrado X, Morales L. Evolución de los parámetros renográficos pre y postoperatorios en la cirugía del síndrome de la unión pieloureteral. *Cir Pediatr* 2004;**17**:179-184.
- Breast MRI Contrast Agent: Gadolinium. Accesible (07/02/2006) [http://www.mrsc.ucsf.edu.Prharmacorma-Gadolinium et autres éléments utilisés en IRM](http://www.mrsc.ucsf.edu.Prharmacorma-Gadolinium%20et%20autres%20éléments%20utilisés%20en%20IRM). Accesible (07/02/2006) <http://www.pharmacorama.com>.
- Grobner T. Gadolinium - a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and nephrogenic systemic fibrosis? *Nephrol Dial Transplant* 2006;**21**:1104-8.
- Marckmann P, Skov L, Rossen K, Dupont A, Damholt MB, Heaf JG. Nephrogenic systemic fibrosis: suspected causative role of gadodiamide used for contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *J Am Soc Nephrol* 2006;**17**:2359-62.
- Rohrschneider WK, Becker K, Hoffend J, Clorius JH, Darge K, Kooijman H. Combined static-dynamic MR urography for the simultaneous evaluation of morphology and function in urinary tract obstruction II: Findings in experimentally induced ureteric stenosis. *Pediatr Radiol* 2000;**30**:523-32.
- Nolte-Ernsting CCA, Bucker A, Adam GB, Neuerburg JM, Jung P, Hunter DW. Gadolinium enhanced excretory MR urography after low-dose diuretic injection: comparison with conventional excretory urography. *Radiology* 1998;**209**:147-57.
- Areses R, Urbieto MA, Ubetagoyena M, Arruebarrena D, Alzueta MT, Eizaguirre I et al. Urbieto Garagorri M.A., Ubetagoyena Arrieta M, et al. Hidronefrosis congénita primaria unilateral grave en lactantes asintomáticos: Revisión de 98 casos. *Anales de Pediatría* 2006;**64**:11-20.
- Asenjo MA, Bohigas L, Trilla A. Diagnóstico por la imagen: Gestión diaria del hospital. Editorial Masson S.A. Segunda edición. Barcelona-España 2004;187-198.
- Capdevila A, Badosa J. Novetats en tècniques de diagnòstic per la imatge. *Pediatría Catalana* 2005;**65**:292-299.