

Dra. Hilda Palafox-Vázquez<sup>1</sup>

## Evaluación ultrasonográfica del trasplante renal en niños

### RESUMEN

**Introducción:** El ultrasonido es el método de imagen ideal para evaluar en forma inicial el riñón trasplantado debido a que permite obtener información inicial que sirve como base para evaluaciones posteriores y toma de decisiones sobre otros estudios de imagen.

**Objetivo:** El objetivo de la revisión es describir los hallazgos ultrasonográficos normales en el postoperatorio inmediato y las complicaciones que pueden detectarse por ultrasonido en los niños con trasplante renal.

**Metodología:** La valoración inicial se realiza en las primeras 24 hrs. del postoperatorio ya que debido a la ubicación muy superficial de los riñones trasplantados en la cavidad abdominal es posible obtener un óptimo detalle morfológico de las estructuras intrarrenales. La evaluación de la vascularidad se realiza por

medio del análisis espectral con Doppler color de los vasos arteriales y venosos intrarrenales, valorándose la impedancia o resistencia del vaso al paso del flujo mediante los índices de resistencia y de pulsatilidad. El Power Doppler se realiza para demostrar la vascularidad del árbol vasculorrenal completo desde las arterias principales hasta a las arterias arcuatas y sus finas ramas terminales.

**Resultados:** Las complicaciones postoperatorias del trasplante pueden ser clasificadas en tres grupos: Infecciosas, son las muy frecuentes e incluyen diversos microorganismos. Quirúrgicas que incluye las urológicas como la hidronefrosis, las colecciones perirrenales como linfocelos y abscesos y las complicaciones vasculares como las fístulas arteriovenosas, la trombosis venosas y las estenosis de la arteria renal y por último la Médico-inmunológica que incluyen la recidiva de enfermedad

*continúa en la pág. 192*

<sup>1</sup>Del Departamento de Radiología e Imagen del Hospital Infantil de México "Federico Gómez." Dr. Márquez 162, Col. Doctores, 06720, México D.F. Copias (Copies): Dra. Hilda Palafox-Vázquez E-mail: hilda\_palafox@hotmail.com

### Introducción

Se calcula que en la población Pediátrica la incidencia de la enfermedad renal en estadio terminal es de aproximadamente uno a tres niños por millón de habitantes de la población general y que el trasplante es el procedimiento terapéutico más aceptado y con mejores posibilidades para obtener una adecuada rehabilitación física y social de los pacientes que sufren insuficiencia renal en fase terminal.

Cada año se realizan cerca de 30,000 trasplantes renales en todo el mundo siendo la mayoría de los procedimientos en pacientes adultos, debido a que los niños a pesar de ser candidatos adecuados para recibir el tra-

tamiento tienen condiciones técnicas e indicaciones especiales para su realización<sup>1</sup> como son el hecho de que durante la cirugía se coloca intra o extraperitoneal el injerto de acuerdo a la edad del paciente, además de que hay criterios clínicos diferentes para selección del paciente entre los cuales se encuentran el que los niños pequeños con uremia, generalmente requieran intervención terapéutica con diálisis o trasplante en forma más temprana que los niños mayores y adultos, aun cuando los niveles de creatinina sérica sean mas bajos, debido a que la uremia crónica reduce de manera significativa la masa muscular y ocasiona más rápidamente estados ter-

*viene de la pág. 191*

original, la necrosis tubular aguda, la nefrotoxicidad por medicamentos (Ciclosporina y tacrolimus) y el rechazo agudo y crónico que actualmente se conoce como disfunción crónica del trasplante renal.

**Conclusiones:** El ultrasonido evalúa de manera satisfactoria, las colecciones perirrenales, la dilatación de sistemas colectores, los problemas obstructivos y las alteraciones vasculares y puede ser de utilidad para evaluar la disfunción secundaria a alteraciones de tipo medico-inmunológicas.

**PALABRAS CLAVE:** trasplante renal, ultrasonido Doppler color, Power Doppler

#### ABSTRACT

**Introduction:** Ultrasound is the ideal method for the initial evaluation of a transplanted kidney because it allows obtaining initial information that serves as a basal study for future evaluations and decision taking on other imaging studies.

**Objective:** The objective of this review is to describe the normal ultrasound findings in the immediate post-surgery period and the complications that can be detected by ultrasound in children with kidney transplantation.

**Method:** The initial evaluation is carried out within the first 24 hours after surgery due to the fact that the highly superficial location of the transplanted kidneys in the abdominal cavity allows optimum morphologic

detail of intra-renal structures. The evaluation of the vascularity is carried out with color Doppler spectral analysis of the intra-renal arterial and venous structures, evaluating impedance or resistance of the vessel to the flow using Resistive and Pulsatility indexes. Power Doppler is used to show the vascularity of the complete vasculo-renal system from the main arteries to the arcuate arteries and the fine terminal rami.

**Results:** Post-surgical complications of the transplantation can be classified in three groups: infectious, are the most frequent ones and include different micro-organisms. Surgical that include the urological complications such as hydronephrosis, peri-renal fluid collections such as lymphoceles and abscesses, and vascular complications such as arterio-venous fistulae, venous thrombosis and renal artery stenosis, and finally the medical-immunologic complications which include relapse of the original disease, acute tubular necrosis, nephrotoxicity due to medications (Cyclosporine and Tacrolimus) and acute and chronic rejection which today are known as chronic dysfunction of renal transplantation.

**Conclusions:** Ultrasound evaluates in a satisfactory manner, peri-renal fluid collections, collecting system dilation, obstructive problems and vascular abnormalities, and can be useful in the evaluation of dysfunction secondary to medical-immunologic alterations.

**KEYWORDS** renal transplantation, Color Doppler ultrasound, Power Doppler

minales de la enfermedad.<sup>2</sup> En los niños las causas más comunes de la insuficiencia renal crónica son de etiología diversa ya sea de origen congénito como la enfermedad poliquística renal, la enfermedad de Alport y las uropatías obstructivas o en procesos adquiridos como la

nefritis túbulo intersticial o las enfermedades sistémicas con glomerulonefritis.

Los órganos trasplantados se obtienen de cadáveres o de donadores vivos relacionados, siendo estos últimos los más frecuentes y los que tienen una mejor sobrevida.

Las complicaciones postoperatorias del trasplante son de diversos tipos, que en forma general, se pueden clasificar en: Infecciosas, quirúrgicas y médico inmunológicas. Las infecciosas son muy frecuentes e incluyen diversos microorganismos, las quirúrgicas, incluyen causas urológicas como la hidronefrosis y las colecciones perirenales como linfocelos y abscesos, las complicaciones vasculares como las fístulas arteriovenosas, la trombosis venosa y las estenosis de la arteria renal. El último grupo son las complicaciones médico-inmunológicas que incluyen la recidiva de enfermedad original, la necrosis tubular aguda, la nefrotoxicidad por medicamentos (Ciclosporina y tacrolimus) y el rechazo agudo y crónico que actualmente se conoce como disfunción crónica del trasplante renal.<sup>3</sup>

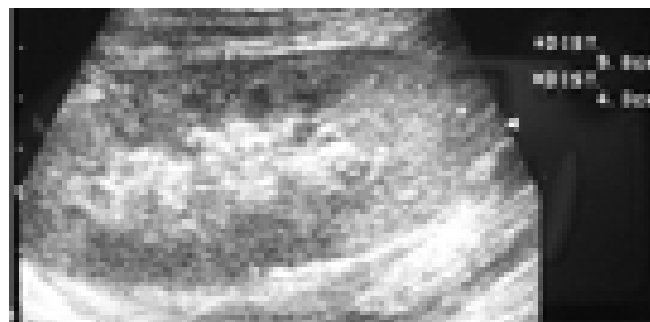
El ultrasonido, es el método de imagen ideal para evaluar en forma inicial el riñón trasplantado debido a que permite obtener datos morfológicos y hemodinámicos que sirven como base para evaluaciones posteriores y toma de decisiones sobre otros estudios como la Tomografía Computada (TC), angiografía por sustracción digital (ASD) o Angiorresonancia. El objetivo de la presente revisión es describir los hallazgos ultrasonográficos normales en el postoperatorio inmediato y las complicaciones que pueden ser detectarse por ultrasonido en los niños con trasplante renal.

### Evaluación ultrasonográfica inicial

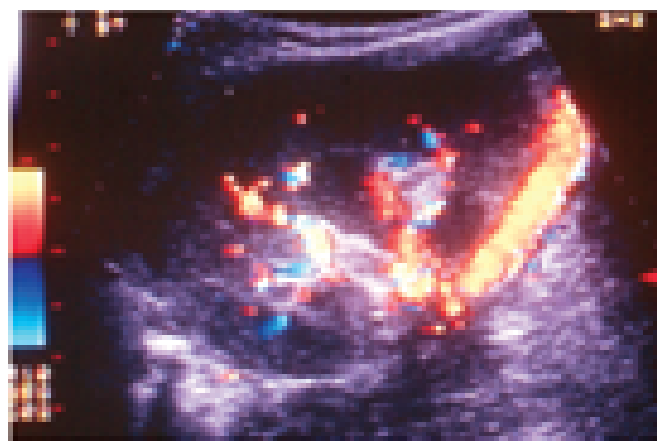
La valoración inicial se realiza en las primera 24 hrs. del postoperatorio. El paciente se evalúa en posición supina teniendo los cuidados necesarios de antisepsia con la herida quirúrgica, siendo la mayoría de las veces necesario remover el parche quirúrgico. Debido a la ubicación muy superficial de los riñones trasplantados en la cavidad abdominal. La evaluación se inicia con modo B con transductores de 5 a 7.5 MHz ya que estos permiten obtener un óptimo detalle de las estructuras anatómicas. Se realiza el rastreo inicial en sentido longitudinal y transversal en la fosa iliaca correspondiente, generalmente la anatomía del riñón trasplantado se observa con gran detalle, la forma es elíptica con una zona hiperecoica central que corresponde al seno renal y al sistema pielocaliceal y lo rodea una zona más hipoeicoica donde es posible distinguir las pirámides con forma oval o triangular con ápices dirigidos hacia el seno renal, la corteza en forma de anillo se localiza entre las pirámides y la cápsula extendiéndose hasta el seno renal entre las pirámides para formar las columnas de Bertín (Figura No. 1).

Para completar la evaluación morfológica, se evalúa la región perirrenal, la cavidad abdominal y la vejiga, siendo común encontrar durante los primeros días pequeñas cantidades de líquido perirrenal, en el polo superior o en la parte posterior del riñón.

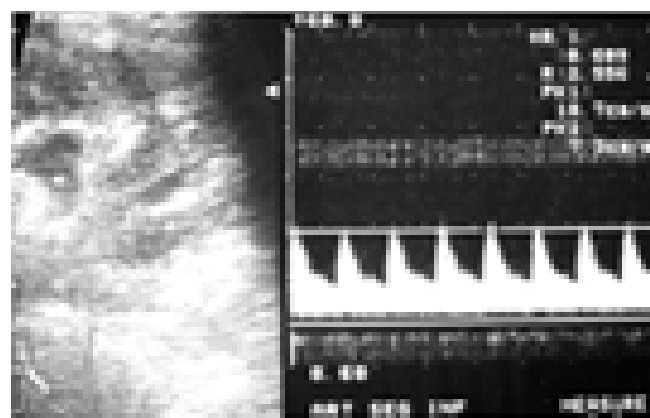
La evaluación de la vascularidad renal que es de gran importancia, para determinar la dinámica de la perfusión



**Figura No. 1.** Ultrasonido modo B de riñón trasplantado, observese la corteza, médula y seno renal de características normales.

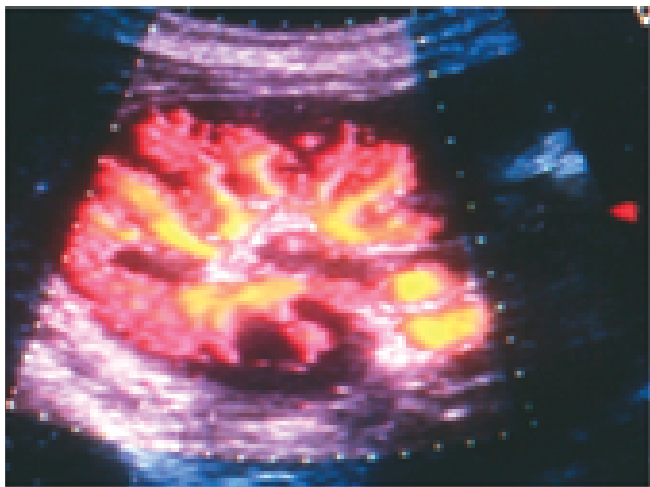


**Figura No. 2.** Doppler Color donde se observan las anastomosis, el hilio y las estructuras vasculares intrarrenales.



**Figura No. 3.** Espectro normal de arteria lobar intrarrenal.

renal arterial por medio de una valoración cuantitativa, mediante la medición de velocidades e Índices de Resistencia (IR) y Pulstilidad (IP) y cualitativa por medio de la determinación de flujos y visualización de las anastomosis. Inicialmente se realiza la observación con Doppler color, se localizan las arterias ilíacas, la zona de las anastomosis y el flujo de la arteria y vena renal en el hilio y las estructuras vasculares periféricas (Figura No. 2).



**Figura No. 4.** Power Doppler donde se observa la vasculatura completa del riñón transplantado.

**Cuadro I. Complicaciones**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Infeciosas                | Herpes simple<br>Polyomavirus<br>Adenovirus<br>Ebstein Bar<br>micosis, etc   |
| Quirúrgicas               | Urológicas: Hidronefrosis, obstrucción uretero pielica<br>Colecciones: Linfocelos, abscesos<br>Vasculares: estenosis, trombosis, fistulas arteriovenosas |
| Médico-<br>Inmunológicas: | Necrosis tubular aguda<br>Nefrotoxicidad medicamentosa<br>Recidiva de enfermedad original<br>Rechazo agudo y crónico                                     |



**Figura No. 5.** Pequeña colección perirrenal en riñón transplantado de morfología normal.

Posteriormente con Doppler duplex color, se realiza la evaluación cuantitativa mediante el análisis espectral de los vasos arteriales y venosos intrarrenales, segmentarias lobares y arcuatas mediante el despliegue del espectro, que es continuo o monofásico en el caso de las venas y bifásico o trifásico en las arterias. Las arterias renales tienen espectro bifásico, con un pico asistólico alto que desciende rápidamente durante la fase diastólica, permitiendo determinar en forma cuantitativa medir la velocidad tanto de la sístole como de la diástole. Con la determinación de los valores sistólico y diastólico se puede calcular la resistencia de los vasos al paso del flujo sanguíneo por medio de los índices de resistencia (valores normales de 0.56 a 0.80 con media de 0.61) y de pulsatilidad de (valores normales de 1.25 a 1.68 con media de 1.24) en pacientes mayores de seis años ya que en niños menores se reportan valores mayores. En general la utilidad de estos índices es para valoran la impedancia o resistencia del vaso al paso del flujo sanguíneo,<sup>4,5,6,7</sup> la cual es susceptible de modificaciones por compresiones extrínsecas o alteraciones dentro del vaso. (Figura No. 3).

En 1993, Rubín y Alder en la universidad de Michigan reportaron una nueva técnica ultrasonográfica denominada Power Doppler, Doppler Energy, Power Angio, Doppler Energy o Doppler Potenciado, que es una técnica complementaria que se basa físicamente en la integración total del espectro Doppler, en esta técnica el brillo y el color están relacionado con el número de células rojas que producen la velocidad del Doppler, tiene como ventaja la combinación de la escala de grises con la alta sensibilidad con el color y es muy útil para valorar la perfusión en vasos pequeños y con flujos muy lentos.<sup>10,11,12</sup> Bude en 1994<sup>13</sup> realizó la valoración renal de diez pacientes sanos y encontró que el Doppler potenciado o Power Doppler era superior al Doppler color para demostrar la vasculatura normal intrarrenal espacialmente a nivel de la corteza renal. En 1999 Hoyer y colaboradores.<sup>14</sup> reportaron un estudio realizado en 28 pacientes pediátricos trasplantados, el cual tuvo por objetivo estandarizar la aplicación de la técnica y analizar la información obtenida determinando el grado de perfusión por Doppler potenciado, el cual clasificaron en seis grados, estableciendo parámetros bien definidos para cada grado reportando una concordancia interobservador del 85%, que permite valorar desde una hiperperfusion o grado 1 hasta la ausencia total de perfusión o grado 6. Esta técnica se realiza para demostrar el árbol vasculorrenal completo desde las arterias principales a las arterias arcuatas y sus finas ramas terminales (Figura No. 4).

**Complicaciones**

Las complicaciones postoperatorias del trasplante pueden ser clasificadas en tres grupos: 1) Las Infecciosas, son las

muy frecuentes e incluyen diversos microorganismos. 2) Las quirúrgicas que incluye a tres subgrupos, las urológicas como la hidronefrosis y las obstrucciones ureteropielicas, las colecciones perirrenales como linfocelos y abscesos y las complicaciones vasculares como las fístulas arteriovenosas, la trombosis venosa y la estenosis de la arteria renal.<sup>3</sup> Médico-inmunológica que incluyen la recidiva de enfermedad original, la necrosis tubular aguda, la nefrotoxicidad por medicamentos (Ciclosporina y Tacrolimus) y el rechazo agudo y crónico que actualmente se conoce como disfunción crónica del trasplante renal<sup>3</sup> (Cuadro I).

Dentro del grupo de las complicaciones quirúrgicas existen alteraciones como las colecciones líquidas perirrenales que son comunes en el período postoperatorio inmediato, la mayoría son pequeñas y clínicamente no tienen importancia, pero pueden existir otras colecciones como los linfocelos, los urinomas, los hematomas o los abscesos (Figura No. 5).

Los linfocelos resultan de la acumulación de linfa en el lecho del trasplante, su apariencia es de colección perirrenal bien definida con presencia de septos. Hasta en un 80% de los casos pueden tener grandes dimensiones y ocasionar disfunción por la compresión que ejercen sobre el riñón (Figura No. 6).

Los urinomas son generalmente el resultado de defectos en el sitio de la ureterocistostomía, se observan como colecciones líquidas localizadas entre el injerto y la vejiga.

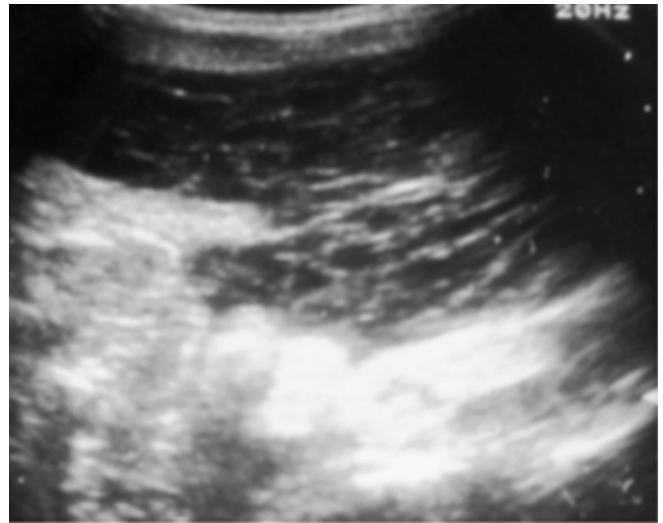
Las hemorragias pueden ser encontradas en el sitio de las anastomosis, por aneurismas o post-biopsia y dependiendo del tiempo de evolución pueden ser hipoeoicas o hiperecoicas. Cuando son muy grandes las colecciones pueden ocasionar efectos compresivos con alteración en los índices de resistencia y pulsatilidad.

Los abscesos son poco comunes. Tienen una apariencia compleja, generalmente contienen cápsula y septos en su interior, su localización es variable.

Complicaciones urológicas: La Obstrucción uretral es una complicación poco frecuente que puede ocurrir por formación de coágulos, cálculos, zonas de estenosis o compresión extrínseca (Figura No. 7).

Complicaciones vasculares: Las complicaciones vasculares son poco frecuentes, pero son causa importante de disfunción del injerto, el ultrasonido duplex Doppler color se utiliza para evaluar estas complicaciones.

La complicación vascular más frecuente y que ocurre a largo plazo en pacientes trasplantados es la estenosis de la arteria renal principal, la incidencia reportada en diversas series del 10%, debe sospecharse en los pacientes que presentan hipertensión arterial severa refractaria a tratamiento médico así como en pacientes con hipertensión arterial en los cuales es posible escuchar un ruido en el injerto. El sitio más común de la estenosis es en el sitio de la anastomosis quirúrgica, pero puede observarse en el segmento proximal de la arteria del donante. Con Doppler color se observa el segmento estenótico como una zona focal de turbulencia. Con



**Figura No. 6.** Gran linfocelo con formación de múltiples septos en su interior.

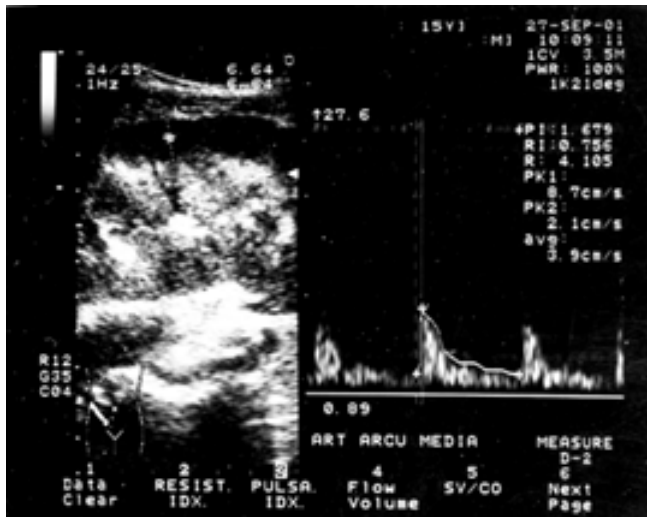


**Figura No. 7.** Vejiga de paciente trasplantado con presencia de un coágulo en su interior como complicación de biopsia.

Doppler pulsado, la arteria renal muestra un espectro de morfología de parvus tardus (que son ondas que presentan un tiempo de aceleración sistólica prolongado) debido a que existe lentitud para alcanzar el pico sistólico máximo. Cuando la estenosis es muy severa también se observa este patrón en los vasos intrarrenales (Figura No. 8).

La segunda complicación vascular en frecuencia son las fístulas arteriovenosas que generalmente se producen después de una biopsia percutánea o tras un procedimiento radiológico intervencionista, esta alteración la mayoría de las veces se resuelve sola pero en casos severos puede ocasionar isquemia renal y hematuria. Ultrasonográficamente se identifica fácilmente al observar con Doppler color una man-





**Figura No. 8.** Espectro de morfología de "*parvus tardus*" en arteria arcuata en un paciente con estenosis de la arteria renal.

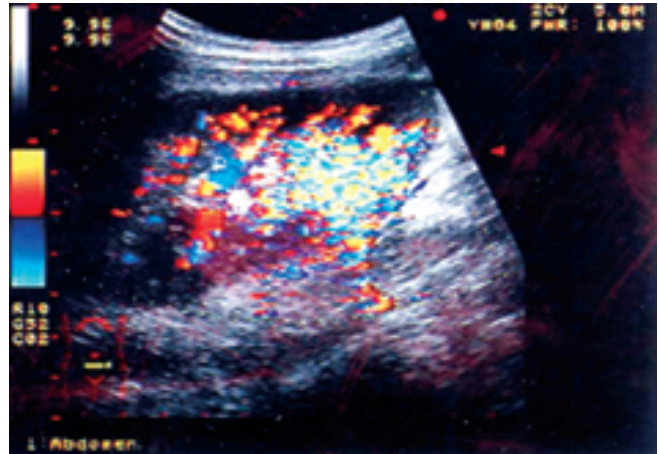
cha de color que es atribuida a una marcada vibración del tejido peri-fístula. El espectro muestra turbulencias, con aumento de velocidades sistólicas y diastólicas máximas y disminución de los índices de resistencia de la arteria nutrienda así como aumento de velocidad de las venas de drenaje con arterialización del flujo venoso (Figura No. 9).

La trombosis de la arteria renal es una complicación rara que ocurre en menos del 1% de los casos de trasplante renal, típicamente ocurre en la primera semana postrasplante y casi siempre da lugar a la pérdida del injerto. En el ultrasonido Doppler color existe una ausencia total del flujo arterial y venoso.

Por último la trombosis de la vena renal es una complicación muy rara, típicamente ocurre en el post-quirúrgico temprano, se manifiesta por oliguria súbita y aumento en el tamaño del riñón. Las características del examen ultrasonográfico son ausencia de flujo en la vena renal e inversión de la diástole en la arteria renal principal.

Otra de las complicaciones vasculares raras son los pseudoaneurismas, que ocurren en forma tardía en el sitio de la anastomosis ya sea por ruptura o lesión isquémica, por aguja o por problemas relacionados con infecciones micóticas. Ultrasonográficamente se observa como una masa hipoeocica en el sitio de la anastomosis.<sup>15</sup>

Complicaciones Médico-inmunológicas: La contribución del ultrasonido en este tipo de complicaciones ha sido limitada debido a que los datos mostrados son poco específicos. Originalmente, se pensó que el rechazo originaba cambios en la morfología renal general o en forma específica de algunos de los parámetros, como son; aumento en el volumen ocasionado por el edema del riñón o cambios en la ecogenidad y pérdida de la definición de las pirámides y que estos datos podrían dar información sobre cambios ocurridos durante la evolución del rechazo agudo, sin embargo estos hallazgos son poco específicos y las manifestaciones definitivas de la morfología renal se presentan en pacientes con



**Figura No. 9.** Fístula arteriovenosa en el polo inferior de riñón transplantado posterior a la realización de biopsia renal percutánea.

daño renal muy severo y de tipo crónico, siendo la evaluación clínica y la evaluación Ultrasonográfica detallada la que proporciona mas datos al excluir otras patologías.

Otros estudios con Doppler sugieren que el rechazo agudo y crónico al trasplante renal, la nefrotoxicidad por medicamentos y la necrosis tubular aguda cursan con disminución en los flujos distales debido a trombosis u obstrucción de los vasos renales distales y por lo tanto la determinación de los IR e IP alterados con valores superiores de 1.75 en IP y de 0.78 de IR pueden ser sugestivos de estas patologías, pero los estudios realizados muestran sensibilidad de 78% y especificidad de 87%, con valores predictivos y negativos muy bajos de 39%, por lo que se sugiere que no son de gran utilidad en forma aislada.

Recientemente se ha intentado la determinación de complicaciones nefrológicas por medio de la utilización de Power Doppler que es la técnica que ha mostrado superioridad en la detección de flujos de estructuras vasculares distales, teniéndose aun resultados controversiales sobre la validez de la disminución de la perfusión distal. Sin embargo la tendencia actual ante la sospecha de rechazo agudo, es la realización de valoración Ultrasonográfica, debido a que tiene un papel muy importante, para determinar las características morfológicas del riñón y detectar patología extrarrenal como diagnóstico diferencial.<sup>16,17</sup>

## Conclusiones

En conclusión podemos decir que el ultrasonido en combinación con el Doppler Color y Power Doppler puede brindar información muy útil tanto en el aspecto morfológico para evaluar complicaciones de tipo quirúrgico como obstrucción, hidronefrosis, presencia de colecciones anormales, así como en la evaluación de la dinámica de las estructuras vasculares al proporcionar información sobre el flujo sanguíneo y complementado con la evaluación de los flujos distales.

## Referencias

1. McKay DB, Milford LE, Sayeh HM. Clinical Aspects of Renal Transplantation. In Bremer MB. The Kidney VolII WB Sanders Company. Phyladelphia 1996; 2602-2652.
2. Tejani A, Harmon EW. Pediatric Renal Transplantation In Owen FW, Pereira JM, Sayegh HM. Dialysis and Transplantation A Compration To Brenner & Rectors. The Kidney. WB Sanders Company. Phyladelphia 2000; 629-652.
3. Mahan J, Menster M, Koff A. Doppler flow: Aplications to pediatric patients. *Pediatr Nephrol* 1996;10:121-124.
4. Taylor K, Morse, S. Rigsby C. Vascular complications in renal allografts: Detection with Duplex Doppler US. *Radiology* 1987;162:31-38.
5. Rigsby C, Taylor K, Weltin G y Cols. Renal allografts in acute rejection: Evaluation Using Duplex Sonography *Radiology* 1986;158:375-378.
6. Briscoe D, Hoffer F, Harmon W. Duplex Doppler examination of renal alografts in children: correlation between renal blood flow and clinical findings. *Pediatr Radiol* 1993;23:365-368.
7. Vergesslich K, Barton P, Hübsach P. Renal transplant hemodynamics in children: prospective analisis of colour coded verus pulser Doppler sonography. *Pediatr Radiol* 1992;22:163-168.
8. Khan ZA, Rana TA, Jamal A, Hussain J, Kazi A. Clinical usefulness of Doppler spectral analysis of graft disfunction in living-related donor renal transplants. *Transp Proc.* 1999;31: 3328-9.
9. Sens YAS, Andrade RL, Bastos DM, Filho HG, Silva IA. Duplex Doppler Ultrasonography in the Disfunction of Early Renal Allografts: Correlation with Renal Histopatology. *Trans Proc.* 1999;31; 3009-3010.
10. Johnson CP, Foley WD, Gallagher-Lepack S, Roza A. Evaluaton of Renal Transplant Dysfunction using Color Doppler Sonography. *Gyn anf Obs.* 1991;173:279-284.
11. Sharat L, Spratt S. Hemodinamic imaging with pulsatility index and resistive index color Doppler US. *Radiology* 1997;204:870-873.
12. Rubin J, Bude R, Carson P, Bree R, Adler R. Power Doppler US: A potencial useful alternative to mean frequency based color Doppler US. *Radiology* 1994;190:853-856.
13. Bude R, Rubin J, Adler R. Power versus conventional color Doppler sonography: Comparison in the depiction of normal intrarenal vasculature. *Radiology* 1994;192: 777-780.
14. Hoyer P, Shmid R, Wünsch. Vester U. Color Doppler energy-a new technique to study tissue perfusion in renal transplants, *Pediatr Nephrol* 1999;13:559-563.
15. Del Valle Sanz RM, Ramos L, Berrocal FT, Prieto AR, Rodríguez L, García Messeguer MC. Complicaciones Vasculares en el trasplante renal pediátrico: Diagnóstico Ecográfico. *Ann Esp Ped* 1999;50: 263-269.
16. Jurrians E, Dubbins P. Renal transplantation. The normal morfological and Doppler ultrasound examination. *J Clin Ultrasound* 1992;20:495-506.
17. Bennett L, Veogeli D, Crummy A. y Cols. Urologic complications following renal transplantation: Role of interventional radiology. *Proced Rad* 1986;160:531-536.



EL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO TE INVITA A PARTICIPAR Y ASISTIR  
A LAS FESTIVIDADES DE SU  
“PRIMER CENTENARIO”  
DEL 5 AL 10 DE FEBRERO DE 2005

INFORMES  
TEL: 59-99-61-33  
EXT. 1419 FAX 1420

SOCIEDAD MÉDICA DEL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO  
BALMIS N° 148 COL. DOCTORES C.P. 06720