

Valoración evolutiva del trasplante renal en niños por sonografía con Doppler pulsado

J. Martín Govantes *, A. López-Barrio **, A. Moreno *, A. Sánchez Moreno *, R. Bedoya * y A. Carballo *.

Ciudad Sanitaria Virgen del Rocío. Sevilla.

* Unidad de Nefrología Infantil.

** Unidad de Radiología Infantil.

RESUMEN

Se analizan los resultados de 46 estudios con Doppler pulsado en 14 niños que habían recibido injerto renal de cadáver.

Los parámetros considerados han sido flujo sistólico (FS), flujo diastólico (FD), índice de pulsatilidad (IP) y morfología de la curva.

En estudios de rechazo agudo y de rechazo crónico los valores medios de FS, FD e IP fueron significativamente diferentes ($p < 0,001$) a los obtenidos en 10 trasplantados sin complicaciones aparentes.

La morfología de la curva de flujo fue totalmente diferente en los tres grupos. En los injertos no complicados aparece una curva con ascenso suave y diástoles amplias, mientras que en los rechazos de tipo agudo o crónico disminuye notablemente la amplitud de las diástoles. En el rechazo agudo la punta de la curva es roma, mientras que en el crónico es picuda y con fase ascendente vertical.

En estudios realizados en injertos con trombosis de arteria renal no se detectó flujo.

La morfología de la curva no se alteró en casos de anuria secundaria a nefritis tubulointersticial ni en dos enfermos con intoxicación por ciclosporina.

Consideramos que la sonografía con Doppler pulsado representa una técnica fiable en el diagnóstico precoz del rechazo y probablemente pueda ser de utilidad para el diagnóstico diferencial de la intoxicación por ciclosporina.

Su carácter no invasivo, posibilidad de estudios seriados y bajo coste son características que aconsejan, en nuestra opinión, incluirla como técnica de rutina en el seguimiento del enfermo trasplantado.

Palabras claves: **Doppler pulsado. Trasplante. Ecografía. Rechazo.**

PEDIATRIC RENAL TRANSPLANTATION: ASSESSMENT BY PULSED DOPPLER SONOGRAPHY

SUMMARY

Forty-six Doppler duplex sonographic studies were performed in 14 children who had received renal allografts.

The speed of the systolic flow (VS), diastolic flow (VD), pulsativity index (IP) and the shape of the curve were determined.

In 10 studies made in non complicated allografts the values obtained were the

following: $VS = 33.4 \pm 1.9$; $VD = 14.6 \pm 2.2$; $IP = 0.56 \pm 0.06$. In the curve morphology, the slight elevation and the wide dyastoles were characteristic.

In 9 determinations in acute rejection and 18 in chronic rejection, the results of VS, VD and IP were significantly different from the non-complicated group ($p < 0.001$). The type of curve was also different: In the acute rejection the tip of the curve was round and in the chronic rejection was pointed but low dyastoles were common in both.

In 5 studies in two patients with thrombosis of the main renal artery no flow was detected.

In the immediate post-transplant in two anuric children with tubulo interstitial nephritis the waveform was normal. In other two cases with cyclosporine intoxication a lesser curve amplitude was observed. These findings are important to evaluate the relevance of the technique in the differential diagnosis from the rejection.

We believe the Doppler echography is a non-invasive, reliable and inexpensive investigation that may be used as often as necessary times, and should be considered as a routine study in the follow up of the renal transplant.

Key words: **Pulsed Doppler. Transplant. Echography. Rejection.**

Introducción

El diagnóstico precoz de las múltiples complicaciones que se presentan en el trasplante renal hace necesario la aplicación de técnicas agresivas, tales como biopsias, estudios radiológicos e isotópicos, arteriografías, etc.

El desarrollo de la sonografía con Doppler pulsado ha hecho posible medir la velocidad y establecer las características del flujo sanguíneo renal.

El uso de esta técnica para la detección precoz del rechazo data de 1969¹. Pero es en los últimos años, con el desarrollo del Doppler bidireccional, cuando han aparecido trabajos que demuestran su utilidad en el diagnóstico del rechazo, estenosis y trombosis de la arteria renal²⁻⁵.

No hemos encontrado ningún trabajo que refiera

estudios realizados en pacientes pediátricos trasplantados.

Material y métodos

Hemos realizado 46 estudios por sonografía con Doppler pulsado en 14 niños que habían recibido un injerto renal. Las fechas de nacimiento, nefropatía causante de insuficiencia renal y fecha de trasplante se especifican en la tabla I.

Todos los órganos injertados procedían de donante cadáver. Cinco receptores recibieron un riñón de adulto y nueve de niño.

En la totalidad de los casos el injerto se colocó en fosa ilíaca derecha, mediante sutura terminolateral a arteria y venas ilíacas principales.

Tabla I

N.º	Nombre	Fecha nac.	Nefropatía	Fecha trasplante	Origen del órgano
1	TSG	11- 5-78	S. hemolítico-urémico	30- 3-83	Niño
2	ALH	5-11-76	Glomeruloesclerosis focal	18- 8-84	Adulto
3	JSF	3-10-74	Cistinosis	30-12-84	Adulto
4	DBC	21-12-71	I. renal de causa desconocida	23- 3-84	Adulto
5	JPR	4- 7-78	Cistinosis	10- 8-85	Niño
6	AAH	17-10-79	Nefronoptisis	5- 1-86	Adulto
7	LRG	10-10-80	Válvulas de uretra	9- 2-86	Niño
8	GBB	23- 2-71	Nefropatía por reflujo	5- 6-86	Adulto
9	RVV	28- 7-80	Glomeruloesclerosis focal	23- 6-86	Niño
10	RLL	14- 7-81	Glomeruloesclerosis focal	10- 1-87	Niño
11	LIG	20- 6-76	Oxalosis	3- 2-87	Niño
12	RNG	29- 6-77	Cistinosis	4- 4-87	Niño
13	CVB	16- 2-85	Glomeruloesclerosis focal	5- 4-87	Niño
14	ERA	19-12-73	Válvulas de uretra	6- 6-87	Niño

El aparato empleado fue un ecógrafo marca Toshiba modelo Sonolayer SSH 60-A. Se utilizó una sonda de 2,5 MHz, usando un cursor con un volumen de muestra de 1 mm.

Las determinaciones objeto del estudio se efectuaron en el parénquima renal, siguiendo una arteria interlobar hasta colocar el cursor en un punto próximo al seno renal.

Los parámetros analizados han sido:

— Velocidad de flujo sistólico (VS) y diastólico (VD), datos suministrados automáticamente por el aparato.

— Índice de pulsatilidad, determinado por la fórmula de BADA⁶: $VS-VD/VS$.

— Valoración de la morfología de la curva sístole-diástole obtenida.

Diez de los estudios fueron realizados en cinco niños con injerto renal funcionante en los que no existían datos clínicos ni exámenes complementarios sugestivos de algún tipo de complicación.

En cuatro enfermos con rechazo agudo y seis con rechazo crónico comprobados por biopsia renal, se practicaron un total de 28 determinaciones.

Tres trasplantados (enfermos 11, 12 y 13) tuvieron trombosis de arteria renal principal en las primeras horas posteriores al injerto.

En dos ocasiones (enfermos 10 y 14) la sonografía fue realizada en un período de anuria en el postrasplante inmediato, demostrándose una buena perfusión mediante gammagrafía e iniciando diuresis al poco tiempo, por lo que fueron diagnosticados de nefritis tubulointersticial secundario a isquemia.

Finalmente, el paciente 1 padecía un rechazo crónico muy avanzado, con aclaramiento inferior a 10 c.c./min/1,73.

Los resultados de VS, VD e IP entre los distintos grupos han sido estadísticamente comparados mediante el test de Student para pequeñas muestras.

Resultados

1. Velocidad de flujo sistólico, flujo diastólico e índice de pulsatilidad.

En la tabla II se recogen los valores obtenidos, agrupados en: A) Ausencia de complicaciones, B) Rechazo agudo, C) Rechazo crónico y D) Otras complicaciones.

En el primer grupo las medias y desviación estándar fueron de $VS = 33,4 \pm 1,9$ cm/segundo, $VD = 14,6 \pm 2,2$ e $IP = 0,56 \pm 0,06$. En los grupos B y C estos valores fueron significativamente diferentes.

Las determinaciones 1D, 2D, 3D y 4D, correspondientes a dos enfermos con trombosis precoz de arteria renal, mostraron la ausencia de flujo en todo mo-

mento, tanto a nivel de parénquima como de arteria principal.

En dos estudios (5D y 6D) en receptores anúricos en el postrasplante inmediato por nefritis tubulointersticial, los valores de VS, VD e IP fueron similares a los de enfermos no complicados.

El riñón trasplantado al enfermo 1 tenía lesiones muy avanzadas de rechazo crónico en el momento de los estudios (8D y 9D). No se detectó flujo a nivel de parénquima, pero sí en arteria renal ($VS = 32$, $VD = 7$ e $IP = 0,78$).

2. Morfología de la curva de flujo.

Básicamente obtuvimos tres tipos de curva:

En todos los casos en el grupo A la morfología se caracterizó por una diástole con valores siempre superiores a 12 cm/segundo, sobre la que emerge una sístole picuda con un tiempo ascendente inclinado seguido de un descenso más suave (Fig. 1). Esta imagen recuerda a los resaltes de arena sobre un desierto, por lo que la hemos denominado tipo «duna».

La curva correspondiente al grupo de enfermos con rechazo agudo (grupo B) fue también semejante en todas las ocasiones (Fig. 2). Se caracterizó por presentar diástoles muy bajas, generalmente inferiores a 10 cm/segundo, de las que emergen sístoles con la punta muy roma y de altura inferior a la normal. Puede compararse a una roca emergiendo de un mar en calma. La hemos llamado curva tipo «Peñón de Gibraltar».

En el rechazo crónico (grupo C) la morfología fue también muy parecida en todos los estudios, caracterizándose por presentar una diástole con un final muy bajo que desciende muy suavemente tras una sístole casi vertical (Fig. 3). La forma es también típica, recordando los picos de una cordillera (curva tipo «Pico Veleta»).

En los estudios 1D al 5D, practicados en trombosis de arteria renal, no se obtuvo curva alguna, al igual

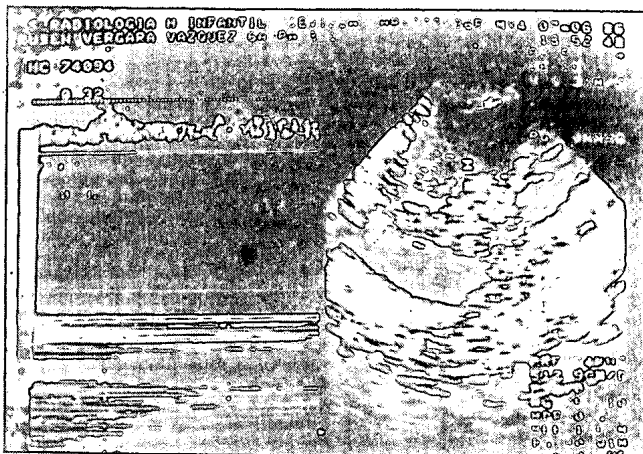


Fig. 1.—Mitad derecha de la imagen: Ecografía sectorial de injerto renal normofuncionante. Cursor en columna de Bertin. Mitad izquierda: Curva tipo «duna».

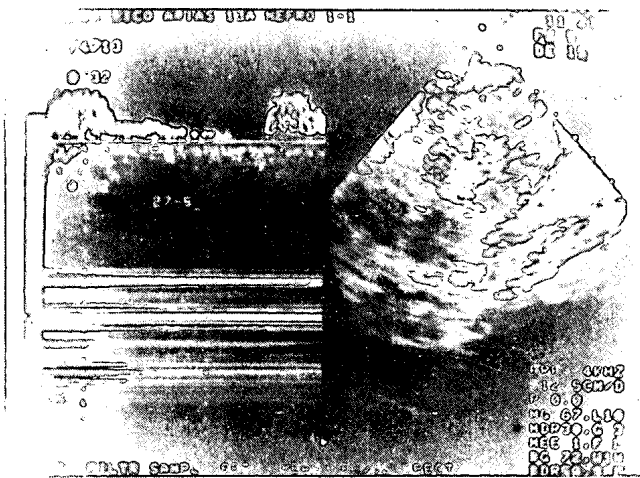


Fig. 2.—Mitad derecha de la imagen: Ecografía sectorial en injerto con rechazo agudo. Mitad izquierda: Curva tipo «Pico de Gibraltar».

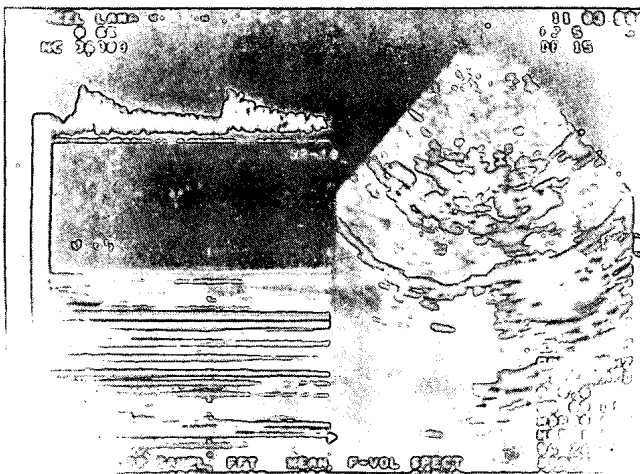


Fig. 3.—Mitad derecha de la imagen: Ecografía sectorial en injerto con rechazo crónico. Mitad izquierda: Curva tipo «Pico Veleta».

Tabla II. Velocidad de flujo e I. pulsatilidad en A. interlobar (continuación)

B. Rechazo agudo

Estudio n.º	Nombre	Fecha	VS	VD	IP
1B	GBB	16-6-87	34	9	0,74
2B	GBB	6-7-86	33	10	0,70
3B	RVV	14-7-86	24	8	0,67
4B	RLR	21-1-87	20	8	0,60
5B	RLR	23-1-87	29	9	0,69
6B	RVV	10-2-87	26	5	0,81
7B	ERA	10-6-87	20	6	0,70
8B	ERA	13-6-87	24	4	0,83
9B	ERA	17-6-87	39	4	0,90
Media			27,7	7	0,74
SD			± 6,6	± 2,3	± 0,09
Comparación no complicados: p <			0,025	0,001	0,001

C. Rechazo crónico

Estudio n.º	Nombre	Fecha	VS	VD	IP
1C	AAH	10- 4-86	26	6	0,70
2C	AAH	4- 7-86	14	7	0,50
3C	JPR	10- 7-86	25	7	0,72
4C	ALM	25- 9-86	32	8	0,75
5C	JSF	25- 9-86	30	9	0,70
6C	JPR	6-10-86	27	6	0,78
7C	GBB	7-10-86	27	6	0,78
8C	ALM	18-12-86	30	8	0,73
9C	JSF	22- 1-87	24	9	0,62
10C	JSF	18- 3-87	21	9	0,57
11C	JPR	30- 3-87	24	6	0,75
12C	ALM	8- 4-87	32	7	0,78
13C	JPR	10- 6-87	27	7	0,74
14C	JPR	13- 6-87	26	6	0,77
15C	ERA	19- 6-87	35	9	0,74
16C	ALM	25- 6-87	28	7	0,75
17C	JPR	9- 9-87	20	4	0,80
18C	ALM	19- 9-87	22	5	0,77
Media			26,1	7	0,72
SD			± 5	± 1,5	± 0,08
Comparación no complicados: p <			0,001	0,001	0,001

D. Otras complicaciones

Estudio n.º	Nombre	Fecha	VS	VD	IP	Complicación
1D	LIG	21- 1-87	0	0	0	TAR
2D	LIG	23- 1-87	0	0	0	TAR
3D	CVB	22- 4-87	0	0	0	TAR
4D	RNG	22- 4-87	0	0	0	TAR
5D	RNG	23- 4-87	0	0	0	TAR
6D	ERA	7- 6-87	30	14	0,53	NTI
7D	RLR	10- 1-87	32	12	0,62	NTI
8D	TSG	1-10-86	0	0	0	RCA
9D	TSG	5- 3-87	0	0	0	RCA

Abreviaturas:
 VS = Velocidad de flujo sistólico en cm/segundo.
 VD = Velocidad de flujo sistólico en cm/segundo.
 IP = Índice de pulsatilidad.
 SD = Desviación estándar.
 TAR = Trombosis de arteria renal principal.
 NTI = Nefritis tubulointersticial aguda postrasplante.
 RCA = Rechazo crónico avanzado (FGR < 10 c.c./min/1,73).

Tabla II. Velocidad de flujo e I. pulsatilidad en A. interlobar

A. Ausencia de complicaciones

Estudio n.º	Nombre	Fecha	VS	VD	IP
1A	GBB	6-6-86	34	16	0,53
2A	LRG	7-6-86	30	14	0,53
3A	RVV	4-7-86	33	14	0,58
4A	RVV	6-7-86	33	14	0,58
5A	DBC	11-9-86	32	12	0,62
6A	RVV	11-9-86	35	15	0,57
7A	RLR	27-1-87	34	15	0,56
8A	DBC	4-2-87	37	13	0,65
9A	RLR	18-2-87	34	20	0,41
10A	LRG	10-3-87	32	13	0,59
Media			33,4	14,6	0,56
SD			± 1,9	± 2,2	± 0,06

que en el enfermo con rechazo muy avanzado (8D y 9D). Por el contrario, en los dos casos de nefritis tubulointersticial con anuria (6D y 7D), la morfología fue de tipo «duna», totalmente superponible con las obtenidas en el grupo A.

Otro tipo de imagen muy característica fue la encontrada en la morfología de la curva colocando el cursor sobre la arteria renal en enfermos posteriormente diagnosticados de estenosis de dicho vaso (Fig. 4). Obtuvimos una imagen en la que no se distinguen las distintas fases, apreciándose una amplia dispersión de ecos (imagen en «remolino»). Tras la corrección de la estenosis por angioplastia transluminal, el remolino desapareció.

Comentarios

El primer dato observado es que en condiciones normales el riñón injertado tiene unos patrones de flujo similares a los que se encuentran en otros órganos parenquimatosos, como en arteria cerebral anterior⁶ y lóbulo hepático⁷.

Tanto en el rechazo agudo como el crónico, el flujo sanguíneo disminuye de manera significativa, especialmente en su componente diastólico ($p < 0,001$). Sin embargo, la velocidad de flujo varía, lógicamente, con el calibre de la arteria en que sea medido. Por tanto, los valores alterados pueden ser debidos a un error de técnica.

Por el contrario, el IP sufre escasas oscilaciones en los distintos puntos en que es determinado, por lo que su alteración es indicativa de un trastorno de la perfusión renal.

En el rechazo, tanto agudo como crónico, el IP aumenta, en la mayor parte de las ocasiones, como consecuencia de una disminución proporcionalmen-

te mayor de la diástole sobre la sístole. No obstante, la normalidad del IP no es un dato absolutamente seguro de la ausencia de patología. En nuestra serie fue normal en dos casos de rechazo crónico (estudios 2C y 10C).

Cuando la perfusión renal está muy disminuida, como consecuencia de un rechazo avanzado, con filtrado glomerular inferior a 10 c.c/min/1,73, no recogemos circulación a nivel de parénquima renal, aunque sí a nivel de arteria principal (1D y 5D).

Un dato interesante, pendiente de confirmar en posteriores estudios, es la marcada disminución de la sístole observada en tratamientos con dosis elevadas de captopril (3D), probablemente motivada por la dilatación arterial.

En tres enfermos no se detectó flujo a ningún nivel (estudios 1D a 5D). Correspondían a trombosis precoz de la arteria renal principal, como se confirmó por estudios isotópicos y posterior trasplante.

En nuestra experiencia la morfología de la curva representa el dato más importante para el diagnóstico precoz de las complicaciones.

Una observación importante es el tipo de curva; es diferente según el calibre de la arteria en que sea obtenida⁷. En el presente estudio se ha valorado en la arteria interlobar, en situación próxima al seno renal, punto de fácil localización.

En el injerto renal funcionante y sin complicaciones hemos obtenido imágenes muy semejantes, que hemos denominado tipo «duna», con una subida sistólica suave, terminada en pico y un flujo diastólico en todo momento por encima de la línea basal.

La morfología es claramente diferente en el rechazo agudo: se comprueba, generalmente, una menor altura de la sístole, de punta roma, con un componente diastólico muy bajo (curva tipo «Peñón de Gibraltar»).

La posible causa de la variación puede ser, como sugiere Rigsby⁵, el edema del parénquima que condiciona una dificultad de expansión de las arterias. Este mismo tipo de curva la hemos apreciado en niños con hidrocefalia no comunicante y edema periependimario⁸.

En el caso del rechazo crónico, la morfología es también típica, recordando los picos de una cordillera (curva tipo «Pico Veleta»).

En estos tres grupos de enfermos la correspondencia diagnóstica entre el tipo de curva y la anatomía patológica ha sido absoluta.

Cuando el estudio se ha practicado sobre arteria renal principal con estenosis, incluso antes de que existieran manifestaciones clínicas, se detectó, con gran facilidad, la imagen en remolino indicativa de las turbulencias que se producen tras el estrechamiento.

Un dato de gran interés es la normalidad del estudio, tanto en la morfología de la curva como en el IP,

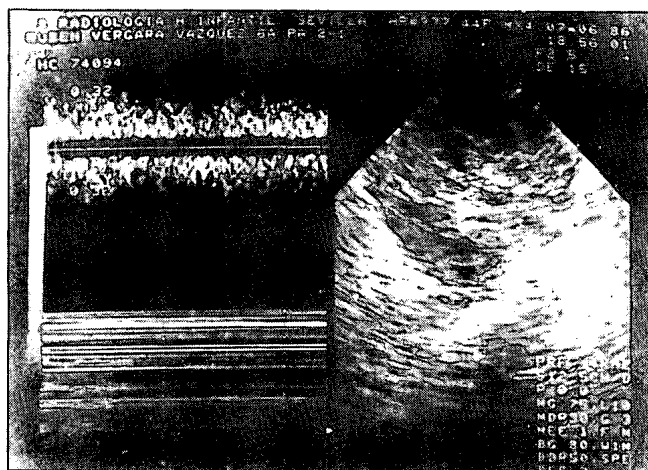


Fig. 4.—Mitad derecha de la imagen: Ecografía sectorial de injerto renal con estenosis de arteria principal. Corte coronal. Cursor en hilio renal. Mitad izquierda: Remolinos.

en dos niños con anuria inmediata al injerto debida a tubulonefritis (estudios 6D y 7D). En ambos casos se detectó una buena perfusión en la gammagrafía, iniciando diuresis pocas horas después. La misma experiencia describe Letourneau⁹ en dos casos. Resulta evidente el interés de la técnica en el diagnóstico diferencial con el rechazo agudo.

También es interesante la comprobación de ausencia total de flujo a nivel de arteria renal importante en la trombosis de este vaso, demostrando la inviabilidad de injerto sin necesidad de recurrir a estudios isotópicos o arteriografía.

Conclusiones

La ecografía Doppler es un método incruento y no invasivo en la valoración de las complicaciones del trasplante renal.

El IP tiene un gran interés, ya que su modificación acompaña siempre a un incidente evolutivo. Sin embargo, no permite diferenciar entre diversas complicaciones, como rechazo agudo o crónico.

La morfología de la curva ha permitido en todos los casos una buena diferenciación entre rechazo agudo, rechazo crónico, necrosis tubular.

En la estenosis de arteria renal constituye una técnica de diagnóstico precoz, aunque su grado y exacta localización requieren estudios angiográficos.

En dos casos de intoxicación por ciclosporina hemos comprobado una disminución del flujo, pero con escasa variación en la morfología de la curva. Al disminuir la posología el flujo volvió rápidamente a los valores previos. Aunque este dato necesita confir-

mación con mayor número de estudios, puede representar un elemento importante en el diagnóstico diferencial con el rechazo.

Considerando que se trata de un método de exploración barato, no irradiante ni traumático y fácilmente transportable a la cabecera del enfermo, debe ser incluido en el seguimiento rutinario del trasplante renal.

Bibliografía

1. Sampson D: Ultrasonic method for detecting rejection of human renal allotransplants. *Lancet* 2:976-978, 1969.
2. Arima M, Ishibashi M, Usami M y cols.: Analysis of the arterial blood flow patterns of normal and allografted kidneys by the directional ultrasonic Doppler technique. *J Urol* 122:587-591, 1979.
3. Berland LL, Lawson TL, Adams MB y cols.: Evaluation of transplants with pulsed Doppler duplex sonography. *J Ultrasound Med* 1:215-222, 1982.
4. Wood R y Hasmyth D: Doppler ultrasound in the diagnosis of vascular occlusion in renal transplantation. *Transplantation* 33:547-551, 1982.
5. Riggsby C, Taylor K, Weltin G y cols.: Renal allografts in acute rejection: Evaluation using duplex sonography. *Radiology* 158:375-378, 1986.
6. Bada HS, Hajjar W, Chua C y cols.: Pulsatility index. A non invasive method to predict neonatal intraventricular hemorrhage. *Pediatr Res* 13:522, 1979.
7. Taylor K, Burns P, Woodcock J y cols.: Blood flow in deep abdominal and pelvic vessels: Ultrasonic pulsed Doppler analysis. *Radiology* 154:487-493, 1985.
8. López Barrio AM: La ecografía tipo Doppler duplex en pediatría. Primeros resultados en flujo cerebral y trasplante renal. *Radiología* 6:377-382, 1987.
9. Letourneau J, Day D y Feinberg S: Ultrasound and computed tomographie evaluation of renal transplantation. *Radiol Clin North Amer* 2:267-279, 1987.