Valoración de la función renal diferencial mediante Ultrasonografía-Doppler en pacientes con patología vásculo-renal (*)

Split renal function in patients with renovascular disease: assessment with Doppler ultrasonography

M. Miralles Hernández

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. (Dr. F. Vidal Barraquer). Hospital Universitario del Mar. Universidad Autónoma. Barcelona (España)

RESUMEN

Introducción: Los métodos de ultrasonografía-Doppler han demostrado su utilidad en la detección y gradación de la patología oclusiva de la arteria renal. Sin embargo, existe escasa información sobre su posible papel en la valoración de la repercusión hemodinámica de la estenosis sobre la función renal.

Objetivo: Analizar la utilidad del duplex renal en la valoración del grado de perfusión relativa de ambos parénquimas, en presencia de patología vásculo-renal, comparando sus resultados a los de la renografía isotópica.

Material y Métodos: Estudio prospectivo, ciego y cruzado sobre una población hipertensa seleccionada (60 pacientes con patología aorto-ilíaca y 18 con sospecha clínica de hipertensión vásculo-renal). Todos ellos fueron sometidos a estudio angiográfico, duplex renal y renografía isotópica (porcentaje de función renal diferencial).

Resultados: El estudio de correlación demostró que tanto la longitud ecográfica del riñón (TR) como la velocidad sistólica máxima en arterias interlobares (VSPR) presentaban una relación significativa con el porcentaje de captación isotópica (p<0,001). El análisis de regresión múltiple permitió identificar el cociente entre las VSPR de ambos parénquimas (RVSPR) y la relación entre sus TR (RTR) como la mejor combinación de variables predictoras. La interacción entre ambas (RVSPR X RTR) permitió explicar el 88 % de la variabilidad observada en el cociente entre la captación isotópica máxima de ambos riñones (r=0,94, p<0,001).

Conclusiones: duplex renal permite predecir, a partir de la velocidad sistólica máxima en arterias interlobares y de la longitud renal, el porcentaje de función renal individual mediante un modelo de regresión lineal. Sus posibles limitaciones son, al igual que en las demás exploraciones ecográficas, la subjetividad explorador dependiente, la dificultad para valorar la señal en los casos de arritmia o patología parenquimatosa severa y la imposibilidad para determinar la función residual en los casos de oclusión de la arteria renal.

Palabras clave: Ultrasonografía Doppler, función renal, renografía isotópica.

SUMMARY

Introduction: Doppler ultrasonography has recently demonstrated its utility for detecting and grading renal artery stenosis (RAS). However, less information exists as to its value for the assessment of the hemodynamic effect of RAS on renal function.

Aims: To analyze the utility of renal duplex scanning for the assessment of split renal perfusion in patients with renovascular disease, comparing its results with those of isotopic renography.

Patients and method: The design of the study was prospective, blinded, and cross-matched. Seventy-eight hypertensive patients were selected for inclusion (60 with aorto-

^(*) Trabajo premiado con la Beca Gore en el Congreso Nacional de Angiologia y C. Vascular de Granada (España) 1995.

iliac disease, and 18 with clinically suspected renovascular hypertension). All of them underwent angiography, renal duplex scanning and DTPA-Tc 99m isotopic renography (split renal function).

Results: The correlation study demonstrated that kidney length (KL) and peak systolic velocity in the interlobar arteries (PSVRP) were both singnificantly correlated with the percentage of isotopic up-take (p<0.001). Multivariate regression analysis detected the ratio between PSVRP of both renal parenchyma (PSVRPr), in addition to the ratio between both KL (KLr) as the best combination of predicting variables. The interaction PSVRPr X KLr made it possible to explain 88 % of the variability observed in the ratio between maximum up-take of both kidneys (r= 0.94, p<0.001).

Conclusions: On the basis of the measurement of PSVRP and KL, renal duplex scanning permits prediction the percentage of split renal fuction by means of a linnear regression model. Its possible drawbacks are operator dependence and inaccurate evaluation of the Doppler signal in those cases of cardiac arrythmia, severe nephropathy, or complete occlusion of the renal artery.

Key words: Doppler ultrasonography; renal function; isotopic renography.

Introducción

Existen diversos métodos para la valoración de la función renal. Las técnicas de aclaramiento de substancias, tales como la inulina, tiosulfato sódico o creatinina, permiten la medición de la tasa de filtrado glomerular (GFR), mientras que el flujo plasmático renal efectivo (ERPF) se valora habitualmente a partir del aclaramiento del ácido para-amino-hipúrico (PAH). En la práctica clínica se utilizan con frecuencia los métodos radioisotópicos de aclaramiento plasmático de OIH-I131, Talamato-I125 y DTPA-Tc 99m para las determinaciones del ERFP, flujo vascular renal (RBF) y GFR, respectivamente. Sin embargo, estas técnicas suelen ser prolongadas, requieren extracciones de sangre o recogida de muestras de orina y, en cualquier caso, reflejan la función renal total pero no la individual correspondiente a cada parénquima renal. Sólo los métodos de renografía isotópica proporcionan una estimación objetiva de la

266 🗆 Angiología - 5/95

función renal diferencial que no es posible obtener con otros métodos (1).

Más recientemente, la ultrasonografía-Doppler (duplex) ha demostrado su utilidad en la detección y gradación de la patología oclusiva de la arteria renal (2, 7). Sin embargo, existe escasa información sobre su posible papel en la valoración de la repercusión hemodinámica de la estenosis (EAR) sobre la función renal.

La detección de asimetrías entre el patrón de la onda Doppler de ambos parénquimas y su similitud a las diferencias observadas en las curvas de captación de los renogramas isotópicos correspondientes (Fig. 1), indujo a plantear la posibilidad de diseñar un índice de perfusión renal relativa que permitiera la cuantificación de la tasa de flujo arterial, correspondiente a cada parénquima renal, mediante la relación entre los parámetros de la onda Doppler registrada a nivel de las arterias interlobares de ambos riñones.



Fig 1. Curvas Doppler (arterias interlobares) y actividadtiempo (renograma isotópico) correspondientes a un paciente con estenosis severa de la arteria renal izquierda.

Así, pues, el objetivo de este estudio consistió en determinar la utilidad del duplex renal en la valoración del grado de perfusión relativa de ambos parénquimas en presencia de patología vásculo-renal, comparando sus resultados a los de la renografía isotópica.

Pacientes y método

El diseño del estudio fue prospectivo, ciego (las distintas pruebas fueron realizadas por exploradores

diferentes sin conocimiento previo de los otros resultados) y cruzado (todos los pacientes fueron sometidos a todas las pruebas), sobre una población hipertensa seleccionada constituida por 60 pacientes con patología arterial aorto-ilíaca y 18 remitidos para valoración por sospecha clínica de hipertensión vásculo-renal. Se incluyeron todos los pacientes con presión arterial >160/90 sin tratamiento o con 1 fármaco y aquellos que necesitaban 2 o más fármacos para su control. Se excluyeron aquellos con creatinina plasmática >2 mg/dl, para descartar en lo posible nefropatía bilateral severa, así como los mono-renos o con riñón trasplantado. Todos los pacientes fueron sometidos a estudio angiográfico, renograma isotópico y duplex renal. De los 78 pacientes, 63 (80,8 %) eran hombres y 15 (19,2 %) mujeres. La edad media fue de 63,9 +/- 11,0 años (rango = 18-81 años). Dieciséis pacientes (20,5 %) eran hipertensos (presión arterial >160/90 mm Hg) sin medicación y 41 (52,6 %) estaban bajo tratamiento con un fármaco. Veintiuno (26,9 %) requerían 2 o más fármacos para controlar su presión arterial. El valor promedio de los niveles de creatinina plasmática era de 1,13 +/- 0,43 mg/dl y el de urea de 0,43 +/- 0,21 mg/dl.

Duplex renal. El examen duplex se realizó con un Eco-Doppler Ultramark 9 DP (ATL Botell, Seattle, WA) con una sonda phased array de 2,25 MHz con modo Doppler pulsado de 2 MHz y color. La exploración se inició con el paciente en decúbito supino, realizando cortes transversales a nivel de la aorta abdominal hasta identificar el origen de ambas arterias renales, tomando para ello como referencia la vena renal izquierda. Una vez localizadas, se realizó un barrido para obtener el registro Doppler del máximo recorrido posible, tratando de mantener el ángulo de incidencia lo más próximo posible a 60°. En base a estudios previos de validación respecto a la angiografía, se consideró una velocidad sistólica máxima >200 cm/s como criterio diagnóstico de EAR >60 % (8, 9). A continuación, se procedió a identificar ambas siluetas renales, midiendo su longitud y el espesor de la cortical. Seguidamente, se introdujo el modo de color de forma selectiva en la región subcortical para localizar las arterias interlobares, las cuales son fácilmente identificables por su menor calibre y trayecto perpendicular al límite córtico-medular. Finalmente, se registró la señal Doppler en dichas arterias con mediciones a nivel de polo renal superior e inferior, siendo posteriormente promediadas.

Renografía isotópica. Para su realización se utilizó una gammacámara SIEMENS modelo Orbiter dotada de colimador de propósito general para bajas energías y procesador SIEMENS Microdelta. Se utilizó el DTPA marcado con Tc 99m como trazador, siguiendo la metodología descrita por *Oei* y cols. (10).

Tras el vaciado de la vejiga, se administraron 5 mCi (185 MBq) de DTPA-Tc 99m e.v. en forma de «bolus», permaneciendo el paciente en posición sentada con la región lumbar en contacto con el colimador de la gammacámara. Se obtuvieron imágenes secuenciales a razón de una imagen/s durante el primer minuto (60 imágenes), cada 5 s entre el minuto 1 y 3 (24 imágenes) y cada 30 s entre el minuto 3 y 20 (54 imágenes). Asimismo, se registraron imágenes analógicas en placa a ritmo de 1 imagen/min. hasta un total de veinte.

El procesado mediante delimitación de áreas de interés de ambos riñones, aorta y sustracción de fondo tisular, permitió la obtención de: 1) curva de actividad-tiempo de los primeros 60 segundos, correspondiente a la fase de vascularización renal; 2) curva de actividad-tiempo de 20 minutos para la valoración del trazado renográfico; y 3) índices de función renal (calculados a partir del tránsito renal entre el minuto 1 y 3) para cada riñón por separado.

Análisis estadístico. El procesado estadístico de los datos incluyó: 1) matriz de correlaciones para identificar los parámetros del duplex a nivel del parénquima renal que presentaban mayor relación con el porcentaje de función renal individual obtenido en el estudio isotópico; y 2) análisis de regresión lineal simple y multivariante de los distintos modelos construidos a partir de variables con significación estadística y sentido clínico, considerando como variable dependiente el cociente entre los niveles de captación isotópica correspondiente a ambos parénquimas.

Resultados

La arteriografía identificó 34 pacientes sin lesión o con estenosis ligera (EAR <60 %) de la arteria renal, mientras que 44 presentaban lesiones moderadas o severas (EAR >60 %) incluyendo 7 casos de oclusión. En 30 la afectación era unilateral y bilateral en 14. Así, pues, la prevalencia de patología oclusiva significativa de la arteria renal en la población estudio fue de 56,4 %, con lesiones bilaterales en el 31,8 % de los casos. En la distribución por arterias, 98 fueron clasificadas como EAR <60 %, 51 EAR >60 % y 7 oclusiones.

En base a los criterios mencionados anteriormente (velocidad sistólica máxima >200 cm/s), el duplex identificó correctamente 86 de 94 EAR<60 %, 41 de 48 EAR>60 % y 6 de 7 oclusiones. En 7 pacientes una de las dos arterias renales no pudo ser identificada pese a registrarse señal de flujo en la parénquima. La sensibilidad y especifidad del duplex respecto a la angiografía en la detección de EAR>60 % fue de 87,3 % y 92,5 %, respectivamente.

Los estudios isotópicos pusieron de manifiesto una diferencia entre la función renal de ambos parénquimas superior al 10 % en 34 pacientes. En 20 casos existía EAR>60 % ipsilateral al riñón con menor captación y en 9 EAR>60 % bilateral.

Se excluyeron 8 casos del análisis comparativo del renograma isotópico respecto al duplex renal, 7 por incapacidad para detectar la señal Doppler en el parénquima (por oclusión arterial en 6 casos) y otro por defecto técnico de la gammagrafía que impedía la valoración de las curvas actividad-tiempo.

Como puede observarse en la Tabla I, el análisis de correlaciones no demostró relación significativa entre la función renal individual (porcentaje de captación isotópica entre los minutos 1 y 3) y los parámetros Doppler a nivel del tronco principal de la arteria renal: velocidad sistólica máxima (VSAR), velocidad telediastólica (VDAR), índice de resistencia periférica (IRP) y relación aorto-renal (RAR). Sin embargo, a nivel del parénquima, tanto la longitud ecográfica del riñón (TRENAL) como la velocidad sistólica máxima en arterias interlobares (VSPR) presentaban coeficientes de correlación estadísticamente significativos (p <0,001).

Teniendo en cuenta estos resultados, diseñamos dos nuevas varibles que pudieran tener significado clínico y permitieran predecir el porcentaje de captación isotópica en cada riñón. Estas variables, fueron el cociente entre la longitud ecográfica de ambos riñones (RTR) y el cociente entre las VSPR de ambos parénquimas (RVSPR). En las Figs. 2 y 3 pueden

Coeficientes de correlación de los distintos parámetros Doppler respecto al porcentaje de función renal individual registrado en la renografía isotópica

	Coeficiente de correlación	р
VSAR (1)	-0,1478	NS
VDAR (2)	-0,1081	NS
IRP (3)	-0.0424	NS
RAR (4)	-0.1486	NS
VSPR (5)	0.2925	< 0.001
VDPR (6)	0.1733	NS
TA (7)	-0.0241	NS
IA (8)	0,1818	NS
BDS (9)	-0.1179	NS
TRENAL (10)	0,5402	<0,001
1. VSAR	Velocidad sistólica máxima en arteria renal	
2. VDAR	Velocidad diastólica en arteria renal	
3. IRP	Indice de resistencia periférica	
4. RAR	Relación aorto-renal	
5. VSPR	Velocidad sistólica máxima en parénquima renal	
6. VDPR	Velocidad diastólica en parénquima renal	
7. TA	Tiempo de aceleración	
8. IA	Indice de aceleración	
9. RDS	Relación VDPR/VSPR	
10. TRENAL	Longitud ecográfica del riñón	

Tabla I

observarse los gráficos de dispersión y el ajuste de la recta correspondiente al análisis de regresión lineal simple de estas dos variables, considerando:

Variable dependiente: Renograma isotópico (RREN):

RREN = captación DTPA-Tc99m (riñón con captación máx.) captación DTPA-Tc99m (riñón con captación mín.)

Variable independiente 1: Duplex renal (RTR) (Fig. 2)

$$RTR = \frac{\text{longitud renal (riñón con captación máx.)}}{\text{longitud renal (riñón con captación mín.)}}$$

1

Variable independiente 2: Duplex renal (RVSPR) (Fig. 3)



Fig 2. Diagrama de puntos y ajuste de la recta de regresión (Y = -3,09 + 4,14 X; r = 0,68 p < 0,0005), considerando el renograma isotópico (RREN) como variable dependiente y la longitud renal (RTR) como independiente.



Fig. 3. Diagrama de puntos y ajuste de la recta de regresión (Y = -1,03 + 1,96 X; r = 0,90 p < 0,0005), considerando el renograma isotópico (RREN) como variable dependiente y la velocidad sistólica máxima en arterias interlobares (RVSPR) como independiente.

El porcentaje de variación total de los resultados del renograma isotópico (RREN) explicado por la variable RTR, fue tan sólo del 68,1 % (R cuadrado). Sin embargo la RVSPR, permitía explicar el 80,8 % de dicha variación mediante la siguiente ecuación de regresión: RRENOG = -1,03 + 1,96 (RVSPR).

El análisis de los residuales (diferencia entre las predicciones y los valores observados) puso de manifiesto algunos casos influyentes. Los que presentaban mayor dispersión eran aquellos en los que existía una mayor diferencia de tamaño entre ambos riñones, parámetro por otra parte considerado en el renograma isotópico (captación por áreas de interés delimitadas por el contorno renal). Ante este hallazgo, se decidió realizar un nuevo análisis de regresión múltiple, considerando como variables independientes la RVSPR, RTR y el término de interacción entre ambas (RVSPR X RTR). El nuevo modelo aceptó tan sólo esta última variable como suficiente para reducir la dispersión mejorando ligeramente el ajuste de la recta de regresión, con un porcentaje de variación total explicado por la nueva variable (RVSPR X RTR) del 88 % (Fig. 4). La ecuación de regresión obtenida fue: RREN = -0,35 + 1,24 (RTR x RVSPR).



Fig. 4. Diagrama de puntos y ajuste de la recta de regresión (Y = -0,35 + 1,24 X; r = 0,94 p < 0,0005), considerando el renograma isotópico (RREN) como variable dependiente y la velocidad sistólica máxima en arterias interlobares, multiplicada por el tamaño renal como factor de corrección (RVSPR X RTR) como independiente.

Se calculó el valor absoluto de los residuales con esta nueva combinación de variables. La media de este valor (0,24) puede considerarse como el error con que, en más o en menos (+/-), se logró predecir la RREN en nuestra muestra. El intervalo de confianza del 95 % calculado para la pendiente de la recta (coeficiente beta) fue 1,14-1,36.

En resumen, el duplex renal permitió predecir el cociente entre la captación isotópica (minuto 1-3) de ambos riñones, y por tanto el porcentaje de función renal individual mediante un modelo de regresión lineal. Dicho modelo consiguió explicar el 88 % de la variación total observada en los resultados del renograma. Por cada aumento de una unidad en la variable diseñada a partir de los parámetros del duplex (velocidad sistólica máxima en arterias interlobares y longitud renal) se prevé un incremento en el cociente entre la captación isotópica de cada riñón comprendido entre 1,14 y 1,36 con una probabilidad del 95 %.

Discusión

La existencia de una lesión estenosante a nivel del tronco principal de la arteria renal conlleva una disminución de la presión de filtrado glomerular que, inicialmente, tiende a compensarse a través de un aumento en la resistencia vascular postglomerular. Si bien este aumento de la resistencia vascular es probablemente multifactorial (sistema nervioso simpático, prostaglandinas, etc.), está mediado básicamente por la liberación de renina a nivel de la mácula y su efecto vasoconstrictor sobre la arteriola eferente. No obstante, cuando la presión de filtrado glomerular desciende por debajo de un umbral que se estima en 70-80 mm Hg, los mecanismos de compensación se ven desbordados produciéndose una disminución del flujo vascular intraparenquimatoso y, consiguientemente, del ERPF y del GFR en el riñón homolateral a la estenosis (11).

La contribución de cada riñón a la función renal total puede valorarse a partir de los trazados renográficos, calculando la relación entre las respectivas áreas bajo la curva en la fase de captación máxima (habitualmente entre el minuto 1 y 3), previa sustracción del fondo. Independientemente del manejo del radiofármaco a nivel del parénquima renal, filtración glomerular (DTPA) o secreción tubular (OIH, MAG3), en ausencia de componente obstructivo o afectación parenquimatosa severa, el índice de función renal individual puede considerarse como una medida de la perfusión renal relativa (12).

La detección de asimetrías en los parámetros Doppler, registrados a nivel de las arterias interlobares en los pacientes con EAR unilateral, ha sido observada por otros autores. *Ozbeck* y cols. (13) registraron valores significativamente inferiores en la relación VSPR/VDPR, índice de pulsatilidad (IP) e IRP en los parénquimas con EAR que en los contralaterales, hipertensos sin estenosis y grupo control, proponiendo su utilización como «índices de perfusión». No obstante, éstos no fueron comparados con otras pruebas, a excepción de la arteriografía.

Los resultados preliminares obtenidos en una serie de 23 pacientes con hipertensión arterial y EAR>60 % sugerían la posible utilidad del duplex, a nivel del parénquima renal, para valorar la perfusión renal relativa (8).

En el presente estudio el análisis de correlación identificó el tamaño renal y la velocidad sistólica máxima en arterias interlobares, como los parámetros del duplex que presentaban mayor relación con el porcentaje de función renal registrado en la gammagrafía.

El cociente entre la captación isotópica (minuto 1 a 3) de ambos riñones mostró una correlación moderada con el cociente entre las longitudes ecográficas de ambos parénquimas (r cuadrado = 0,46). Esta relación parece lógica, por dos motivos. En primer lugar, la isquemia renal induce una disminución de su tamaño con respecto a los controles sanos que se estima, en promedio, de 3,3 cm en los casos de estenosis y 4,2 cm en las oclusiones (14). Por otra parte, la captación isotópica renal depende del tamaño del riñón, ya que la medición no es proporcional a la masa del tejido, sino que registra la captación total por «áreas de interés» delimitada por el contorno renal.

La variabilidad observada en los índices de función renal relativa, determinados a partir de los renogramas isotópicos, pudo ser explicada en un 81 % (r cuadrado) mediante el cociente entre las VSPR correspondientes a ambos parénquimas (RVSPR). Sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron mediante el producto de esta última variable con el cociente entre las longitudes renales (RVSPR X RTR; r cuadrado = 0,88).

En un estudio similar, *Yura* y cols. (15) valoraron la función renal total y diferencial en 76 pacientes con diversos grados de insuficiencia renal. Todos ellos fueron sometidos a duplex renal, determinando el tiempo de aceleración (TA) y relación entre velocidad diastólica y sistólica máxima (RDS) a nivel de la arteria renal, en la región del hilio. La RDS presentó una correlación significativa con el aclaramiento de creatinina (r = 0,85) y el ERPF (r = 0,61). El TA no se correlacionó con ningún parámetro de función renal. En 21 pacientes se determinó el GFR (método de *Gates*) de ambos riñones, presentando una correlación significativa con la RDS de los dos parénquimas renales (r = 0.81 y 0.83, respectivamente). Los autores concluyen que la medición del flujo arterial renal mediante duplex es de utilidad para la valoración de la función renal total y diferencial. Sin embargo, en la correlación realizada por estos autores, se valoró la RDS de forma independiente para cada riñón, pero no el cociente entre ambos parénquimas, proponiendo en realidad este parámetro Doppler como marcador de la función renal individual absoluta. Esta interpretación es diferente al fundamento del renograma isotópico, en el que se realiza la determinación de la función renal (o GFR) individual como cálculo del porcentaje de la contribución de cada riñón a la función total. Por otra parte, todos los pacientes de esta serie presentaban patología renal debida a otras causas, excluyendo la etiología vásculo-renal.

En conclusión, los resultados del presente estudio, demuestran la utilidad del duplex renal en la valoración de la perfusión renal relativa en pacientes con EAR. A partir de la velocidad sistólica máxima en arterias interlobares y de la longitud renal, es posible predecir el cociente entre la captación isotópica de ambos riñones (minuto 1-3), y por tanto el porcentaje de función renal individual mediante un modelo de regresión lineal. Esta operación requiere un tiempo limitado en el contexto de la exploración, presentando ciertas ventajas frente a los estudios isotópicos. Es una técnica absolutamente no-invasiva que no requiere la exposición a radiación ionizante y permite la identificación morfológica de alteraciones a nivel del parénquima renal. Sus posibles limitaciones son, al igual que en las demás exploraciones ecográficas, la subjetividad explorador dependiente, la dificultad para valorar la señal en los casos de arritmia o patología parenquimatosa severa y la imposibilidad para determinar la función residual en los casos de oclusión de la arteria renal.

BIBLIOGRAFIA

 GATES G. F.: Glomerular filtration rate: Estimation from fractional accumulation of 99mTc-DTPA (stannous). Am. J. Radiol., 1982; 138:565-70.

- HANDA, N.; FUKANAGA, R.; OGAWA, S.; MAT-SUMOTO, M.; KIMURA, K.; KAMADA, T.: A new accurate and noninvasive screening method for renovascular hypertension: the renal artery Doppler technique. J. Hypertens., 1988; 6 (suppl 4):S458-S460.(b)
- TAYLOR, D. C.; KETTLER, M. D.; MONETA, G. L.; KOHLER, T. R.; KAZMERS, A.; BEACH, K. W.; STRANDNESS D.E. Jr.: Duplex ultrasound scanning in the diagnosis of renal artery stenosis: A prospective evaluation. J. Vasc. Surg., 1988; 7:363-9.
- HANSEN, K. J.; TRIBBLE, R. W.; REAVIS, S. W.; CANZANELLO, V. J.; CRAVEN, T. E.; PLONK, G. W., et al.: Renal duplex sonography: Evaluation of clinical utility. *J. Vasc. Surg.*, 1990; 12:227-36.(a)
- ZOLLER, W. G.; HERMANS, H.; BOGNER, J. R.; HAHN, D.; MIDDEKE, M.: Duplex sonography in the diagnosis of renovascular hypertension. *Klin-Wochench.*, 1990; 68:830-4.
- STRANDNESS, A. E. Jr.: Duplex Scanning in vascular disorders. New York: Raven Press, 1990.
- STAVROS, A. T.; PARKER, S. H.; YAKES, W. F.; CHANTELOIS, A. E.; BURKE, B. T.: Segmental renal artery tardus-parvus waveform abnormalitiespattern recognition approach to duplex sonographic diagnosis of renal artery stenosis. *Radiology*, 1992; 184:487-92.
- MIRALLES, M.; SANTISO, A.; GIMÉNEZ, A.; RIAMBAU, V.; SÁEZ, A., DAUMAL, J.; CAIROLS, M. A.: Renal duplex scanning: correlation with angiography and isotopic renography. *Eur. J. Vasc. Surg.*, 1993; 7:188-94.
- MIRALLES, M.; CAIROLS, M. A.; COTILLAS, J.; GIMÉNEZ, A.; SANTISO, M. A.: Value of Doppler parameters in the diagnosis of renal artery stenosis. (Remitido y aceptado para publicación en el *J. Vasc. Surg.*).
- OEI, H. Y.; GEYSKES, G. G.; MEES, E. J. D.; PUYLAERT, C. B. A. J.: The significance of captopril renography in renovascular hypertension. *J. Nucl. Med.*, 1986; 27:575-6.
- ANDERSON, W. P.; DENTON, K. M.; WOODS, R. L.; ALCORN, D.: Angiotensin II and the maintenance of GFR and renal blood flow during renal artery narrowing. *Kidney Int.*, 1990; 38 (supl 30):109S-13S.
- 12. O'REILLY, P. H.: Estudio renal con isótopos radiactivos. En: Chisholm G. D.; Fair W. R., eds.

Fundamentos científicos de urología. Barcelona: Salvat, 1991; 40-49.

- OZBECK, S. S.; AYTACK, S. K.; ERDEN, M. I.; SAN-LICHILEK, N. U.: Intrarrenal Doppler findings of upstream renal artery stenosis. A preliminary report. *Ultrasound Med. Biol.*, 1993; 19:3-12.
- 14. GEYSKES, G. G.; OEI, H. Y.; KLINGE, J.; KOOIKER, C.

J.; PUYLAERT, C. B.; DORHOUT MEES, E. J.: Renovascular hypertension: the small kidney updated. *Q. J. Med.*, 1988; 66:203-17.

 YURA, T.; TAKAMITSU, Y.; YUASA, Sh.; MIKI, Sh.; TAKAHASHI, N.; BANDAI, H.; et al.: Total and split renal function assessed by ultrasound Doppler Techniques. *Nephron.*, 1991; 58:37-41.