

Diagnóstico de la hipertensión arterial renovascular mediante eco-Doppler

E Hernández Osma, A. Martínez Amenós*, R. Vila Coll, J. M. Simeón Nogués,
A. Romera Villegas, X. Martí Mestre y M. A. Cairols Castellote

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. * Servicio de Nefrología.
Ciutat Sanitària i Universitària de Bellvitge. L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona

Objetivo: valorar la fiabilidad del eco-Doppler en la detección de estenosis renales en pacientes con sospecha de hipertensión renovascular.

Material y método: estudio prospectivo durante cuatro años de 91 arterias renales en 47 pacientes hipertensos (tres monorrenos) con sospecha de hipertensión arterial renovascular. Edad media: 56 años ($r = 25-77$); 22 varones y 25 mujeres. Parámetros valorados por dúplex: velocidad sistólica máxima (VSM) y velocidad diastólica final (VDF) en arteria renal, cociente renal-aórtico e índice de resistencia periférica. Análisis estadístico: curvas ROC y análisis multivariante para la obtención del mejor parámetro diagnóstico de estenosis > 60 %. A todos los pacientes se les realizó arteriografía de ambas arterias renales.

Resultados: mediante análisis multivariante únicamente la VSM > 180 cm/s (p = 0,01) y el cociente renal-aórtico > 3 (p = 0,04) son predictivos de estenosis > 60 %. Así hemos identificado 60 de 65 estenosis inferiores al 60 %, 20 de 21 estenosis superiores al 60 %, y 5 de 5 oclusiones (Kappa = 0,85) ($p < 0,0001$). Sensibilidad, 90,4 %; especificidad, 90,7 %; exactitud, 90,6 %.

Conclusiones: nuestros resultados demuestran la fiabilidad del dúplex en el diagnóstico de la estenosis de la arteria renal, lo cual, por su inocuidad, le convierte en el método idóneo de cribaje. La VSM > 180 cm/s es el mejor parámetro para detectar estenosis > 60 %.

Introducción

El examen eco-Doppler actualmente es utilizado con creces para el diagnóstico de oclusiones y estenosis arteriales^{1,2}. Su interés principal se basa en que se trata de una exploración hemodinámica a la vez que morfológica. Las perturbaciones hemodinámicas provocadas por las estenosis y oclusiones arteriales son apreciadas por una medida semicuantitativa de la velocidad sanguínea gracias al efecto Doppler³. No se valora únicamente la evidencia de una estenosis (por el aumento de la velocidad sanguínea), sino que también se aprecia la afectación sobre el órgano vascularizado. La arteriografía como método *gold standard* en la evaluación del sistema arterial únicamente ofrece una medida del diámetro de la arteria estudiada. Sin embargo, la exploración funcional Doppler evalúa un aumento de las velocidades sanguíneas correlacionado con una reducción del órgano o tejido estudiado.

El objetivo de este trabajo es validar el estudio eco-Doppler de arterias renales con respecto a la arteriografía en pacientes con sospecha de hipertensión renovascular.

Material y métodos

Durante un período de cuatro años, de septiembre de 1995 a septiembre de 1999, se ha

realizado un estudio prospectivo donde hemos explorado mediante ecografía Doppler 91 arterias renales en 50 pacientes hipertensos (3 monorrenos) con sospecha de estenosis de la arteria renal. En tres casos la exploración no fue posible por dificultades técnicas (obesidad del paciente en dos casos y existencia de gases digestivos que imposibilitaban la exploración en un caso). En los 47 pacientes estudiados la edad media fue de 56 años ($r = 25-77$), 22 eran varones y 25 mujeres. Se utilizó un eco-Doppler color de alta resolución (ATL Ultramark-9) con una sonda curvilínea de 3 MHz. Los valores estudiados mediante Doppler fueron la velocidad sistólica máxima (VSM) y la velocidad diastólica final (VDF) en arteria renal a nivel del ostium, tercio medio e hilio (fig. 1); el cociente renal-aórtico (cociente entre velocidad sistólica en arteria renal y velocidad sistólica a nivel de aorta) y el índice de resistencia periférica (VDF/VSM a nivel de parénquima renal). Mediante análisis por curvas ROC (*receiver-operator curve*) se calculó el punto de corte de cada uno de estos parámetros Doppler a partir del cual era más sensible y específico el diagnóstico de estenosis > 60 % y se realizó un análisis multivariante comparativo de los cuatro parámetros para ver cuáles eran los predictivos para el diagnóstico de estenosis superior al 60 %.

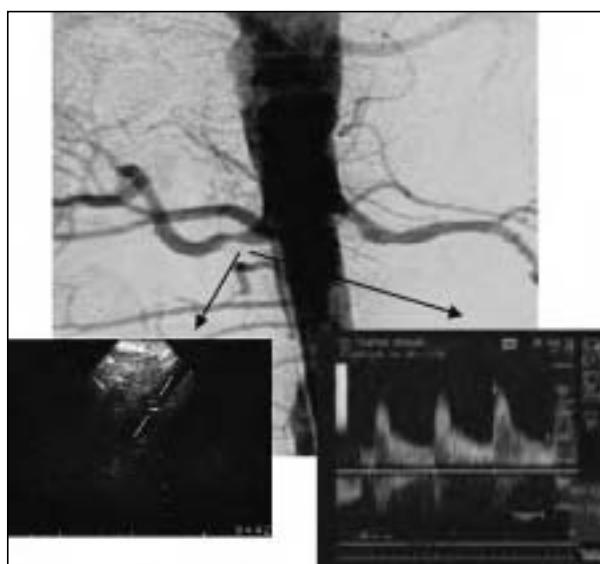


Fig. 1. Ejemplo de exploración eco-Doppler en paciente con estenosis de tercio medio de arteria renal derecha.

En el caso de ausencia de señal Doppler a nivel de parénquima renal se valoró como oclusión de la arteria renal. A todos los pacientes se les realizó estudio angiográfico por vía arterial de ambas arterias renales como prueba *gold standard* valorando los resultados como estenosis <60%, estenosis >60% u oclusión de la arteria renal. La estenosis se calculó mediante el cociente (A-B)/A, donde A = diámetro arteria renal postestenosis y B = diámetro en arteria renal en punto máximo de estenosis.

Resultados

Los valores obtenidos mediante curva ROC para cada uno de los parámetros en el diagnóstico de estenosis > 60% son: para la VSM, 180 cm/sg; para el cociente renal-aórtico, 3, y para la VDF, 80 cm/sg, siendo los tres significativos ($p < 0,0001$). El valor ROC para el índice de resistencia periférica fue de 0,2, sin ser significativo ($p = 0,2$) (tabla 1). Sin embargo, mediante análisis multivariante por regresión logística, únicamente la VSM ≥ 180 cm/sg ($p = 0,01$) y el

TABLA 2
Análisis multivariante de los parámetros Doppler

| | UNIVARIANTE <i>p</i> | MULTIVARIANTE <i>p</i> |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| VSM 180 cm/sg | 0,0001 | 0,01* |
| Cociente renal-aórtico 3 | 0,0001 | 0,04* |
| VDF 80 cm/sg | 0,0001 | 0,19 |
| Índice resistencia 0,2 | 0,24 | 0,52 |

* $p < 0,05$. VSM: velocidad sistólica máxima; VDF: velocidad diastólica final.

cociente renal-aórtico ≥ 3 ($p = 0,04$) son predictivos del diagnóstico de estenosis > 60% en arteria renal por eco-Doppler (tabla 2). En las figuras 2 y 3 se encuentran representadas las curvas ROC para la VSM y el cociente renal-aórtico, y en las tablas 3 y 4 sus validaciones para la detección de estenosis > 60%. Basado en el criterio de VSM, el eco-Doppler renal ha identificado correctamente 60 de 65 estenosis inferiores al 60% (5 falsos positivos), 20 de 21 estenosis superiores al 60% (1 falso negativo) y 5 de 5 oclusiones ($Kappa = 0,85$) ($p < 0,0001$) (tabla 5). Los resultados globales obtenidos son una sensibilidad del 90,4%, una especificidad del 90,7% y una exactitud del 90,6%.

Discusión

Nuestros resultados demuestran una buena fiabilidad global del examen eco-Doppler que coincide con otros estudios publicados^{4, 5}. El hecho de que presente un valor predictivo negativo del 96,7% le da a la prueba una elevada validez como screening en el diagnóstico de la estenosis de la arteria renal.

Hemos presentado un falso negativo en un paciente con estenosis a nivel del ostium renal y con una pared aórtica que presentaba importante calcificación. Probablemente por esta causa no se detectó la estenosis mediante el examen ultrasonográfico. Hubo 5 casos de falsos positivos. En 2 casos existía estenosis importante en la arteria contralateral, lo que puede influir en un aumento del débito renal que conlleva una elevación de la velocidad sistólica. En los 3 casos restantes la arteriografía demostró estenosis de la arteria renal, pero fue evaluada en un porcentaje inferior al 60%.

La prevalencia de estenosis renal en nuestro estudio fue del 40% (19 pacientes). Es precisamente esta elevada prevalencia de la enfermedad la que hace posible que el estudio sea sensible y específico. Por esto es importante tanto en nuestro trabajo como en cualquier prueba de screening que se aplique sobre la población de riesgo de la enfermedad estudiada para que así el estudio sea rentable.

TABLA 1

Puntos límite según curvas ROC para el diagnóstico de estenosis > 60%

| | KAPPA | <i>p</i> |
|--------------------------------|-------|--------------|
| VSM en arteria renal 180 cm/sg | 0,76 | $p < 0,0001$ |
| Cociente renal/aórtico 3 | 0,73 | $p < 0,0001$ |
| VDF en arteria renal 80 cm/sg | 0,60 | $p < 0,0001$ |
| Índice de resistencia 0,2 | 0,1 | $p = 0,2$ |

VSM: velocidad sistólica máxima; VDF: velocidad diastólica final.

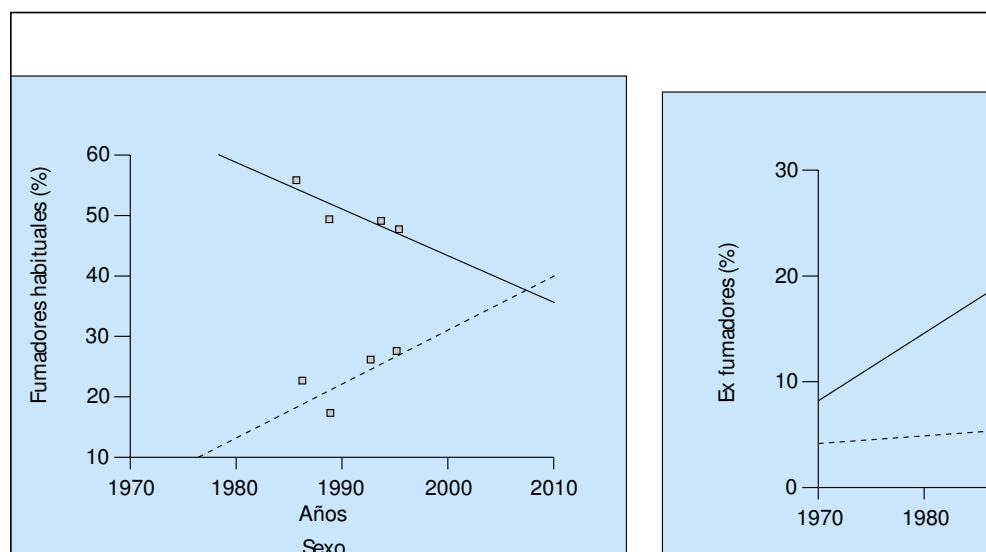


Fig. 2. Curva ROC para velocidad sistólica máxima.

Hemos escogido el valor de estenosis superior al 60 % como significativo apoyado por varios estudios que demuestran que es a partir de esta estenosis de la arteria renal cuando se produce una disminución en la perfusión del riñón que conlleva a una afectación parenquimatosa^{6, 7}. Otros trabajos de validación del eco-Doppler en el diagnóstico de la estenosis de la arteria renal coinciden en el valor de la velocidad sistólica máxima como mejor factor predictivo en la detección de la estenosis^{8, 9}. Algunos como Miralles et al difieren en el valor sistólico máximo a partir del cual esta estenosis es significativa. Al ser la ecografía Doppler una técnica operadora dependiente creemos que cada laboratorio vascular debe realizar una validación de sus propios resultados y aplicarlos en sus exploraciones.

Son varias las técnicas de *screening* utilizadas para el diagnóstico de la hipertensión renovascular. En primer lugar tenemos la *urografía intravenosa*, donde la reducción del tamaño renal y el retardo en la aparición del contraste en el riñón afecto puede sugerirnos la presencia de una estenosis de la arteria renal. Sin embargo, se trata de una prueba con una baja sensibilidad (75 %-80 %)¹⁰. Otra prueba de *screening* como la medición de la actividad de la renina plasmática también presenta niveles bajos de sensibilidad y especificidad¹⁰. Para incrementar los valores predictivos de esta exploración se administran 50 mg de captopril por vía oral (*prueba del captopril*), con lo que se produce un importante incremento de la actividad de la renina plasmática en pacientes con estenosis de la arteria renal. La sensibilidad de esta prue-

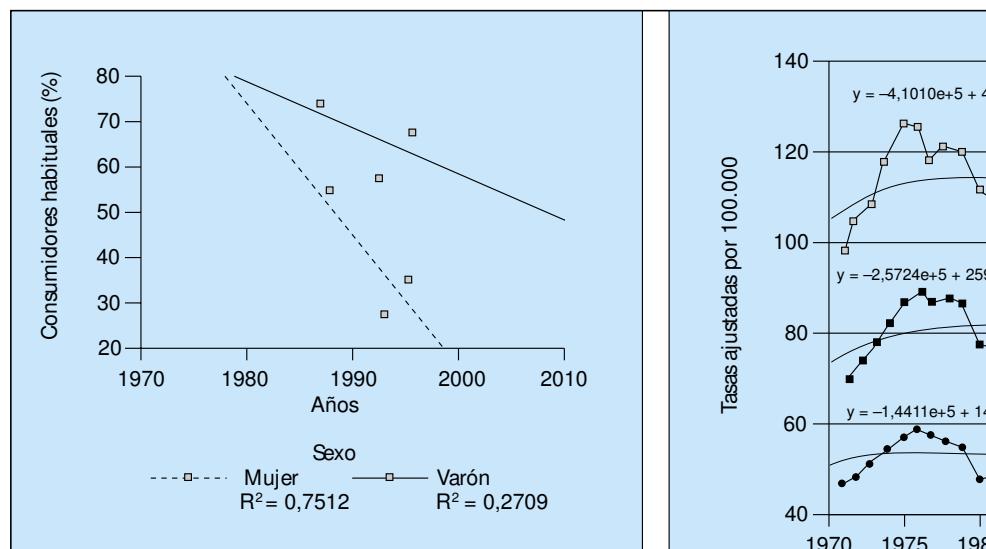


Fig. 3. Curva ROC para cociente renal-aórtico.

TABLA 3
Validación eco-Doppler según velocidad sistólica máxima

| | SENSIBILIDAD | ESPECIFICIDAD | VPP | VPN | EXACTITUD |
|-----------|--------------|---------------|------|------|-----------|
| 170 cm/sg | 90,4 | 86,1 | 67,8 | 96,5 | 87,2 |
| 180 cm/sg | 90,4 | 90,7 | 76 | 96,7 | 90,6 |
| 190 cm/sg | 85,7 | 90,7 | 75 | 95,1 | 89,5 |

VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo.

TABLA 4
Validación eco-Doppler según cociente renal-aórtico

| | SENSIBILIDAD | ESPECIFICIDAD | VPP | VPN | EXACTITUD |
|-----|--------------|---------------|------|------|-----------|
| 2,7 | 95,2 | 86,1 | 68,9 | 98,2 | 88,3 |
| 3 | 90,4 | 89,2 | 73 | 96,6 | 89,5 |
| 3,3 | 76,2 | 90,7 | 72,7 | 92,1 | 87,2 |

VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo.

ba oscila entre el 75%-100% y su especificidad entre el 60%-90%^{11,12}.

El renograma isotópico después de la administración de inhibidores de la enzima de conversión de angiotensina (IECA) es una de las pruebas que más se está utilizando en el screening

TABLA 5
Tabla de distribución de aciertos y errores

| ECO-DOPPLER | ANGIOGRAFÍA | | | |
|-------------|-------------|--------|----------|-------|
| | < 60 % | > 60 % | OCLUSIÓN | TOTAL |
| < 60% | 60 | 1 | 0 | 61 |
| > 60% | 5 | 20 | 0 | 25 |
| Oclusión | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Total | 65 | 21 | 5 | 91 |

Kappa = 0,85 (p < 0,0001).

de la hipertensión renovascular. Presenta valores superiores al 90% en sensibilidad y especificidad cuando se utiliza sobre población de alto riesgo de padecer la enfermedad¹⁰. Tiene como desventajas que sus valores predictivos bajan cuando se utiliza sobre pacientes de bajo riesgo y en pacientes con enfermedad bilateral igualmente intensa; además no se aconseja cuando el aclaramiento de la creatinina sea inferior a 30 ml/min¹³. En cambio, la ecografía-Doppler presenta niveles de sensibilidad y especificidad semejantes al renograma isotópico con IECA, permitiéndonos valorar la enfermedad bilateral arterial, y a la vez puede ser utilizado cuando la prevalencia de la enfermedad no sea tan elevada (40% en nuestro estudio). Además tiene como ventajas el que nos permite valorar

TABLA 6
Comparación de las diferentes técnicas de screening para el diagnóstico de estenosis de hipertensión renovascular

| PRUEBA | SENSIBILIDAD | ESPECIFICIDAD | DESVENTAJAS |
|-----------------------------------|--------------|---------------|---|
| Urografía iv | 75%-80 % | 80 % | Baja fiabilidad |
| PRA (actividad renina plasmática) | 60 %-80 % | 60 %-80 % | Baja fiabilidad |
| Prueba del captoperil | 75 %-100 % | 60 %-95 % | Valores predictivos bajos si la prevalencia no es muy elevada Pueden producir insuficiencia renal aguda No recomendados si el aclaramiento de creatinina es < 30 ml/min |
| Renograma isotópico post-IECA | > 90 % | > 90 % | Dificultad técnica Tiempo de realización No posible en algunos casos (obesidad, gases, etc.) |
| Eco-Doppler | ≈ 90 % | ≈ 90 % | Sobreestimación de la lesión Elevado coste económico Contraindicado si hay implantes mecánicos o claustrofobia |
| Angio-RMN | 83%-100 % | 92%-97 % | Necesidad de contraste Elevado coste económico |
| TAC helicoidal | 98 % | 94 % | |

iv: intravenosa; IECA: inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina; RMN: resonancia magnética nuclear; TAC: tomografía axial computarizada.

tanto anatómica como funcionalmente el papel de ambas arterias renales y no presenta contraindicaciones. Sin embargo, existen dos inconvenientes en esta prueba de *screening*: por un lado, el tiempo de exploración (en nuestro trabajo la media de exploración se situó sobre los 45 minutos), y por otro, que es una técnica de difícil realización (necesita curva de aprendizaje y es operador dependiente). Además hay determinados casos en que no es posible su realización (obesidad importante, gases intestinales).

Por último, en los últimos años han aparecido nuevas técnicas de imagen como la *angiorresonancia magnética nuclear (RMN)* y la *tomografía axial computarizada (TAC) helicoidal*. La angio-RMN es un método no invasivo y no dependiente del operador, pero que, sin embargo, tiene dificultades para interpretar la pérdida de señal provocada por la propia turbulencia del flujo, lo que motiva que se sobreestime el calibre de la lesión. Con la administración de nuevas sustancias como el gadolinio se consigue realzar la imagen mejorando la interpretación de la lesión. Esta técnica presenta, según varios autores, una sensibilidad entre un 83%-100% y una especificidad de un 92%-97% para detectar estenosis superiores al 50%^{14,15}. La TAC helicoidal permite reconstruir la imagen tridimensional de los vasos sanguíneos, pero es imprescindible la administración de un contraste. Los resultados preliminares demuestran el 98% de sensibilidad y el 94% de especificidad¹⁶. Sin embargo, por su elevado coste económico no nos parece que actualmente sean unas técnicas adecuadas de *screening*.

En la tabla 6 se resumen las distintas técnicas actuales de *screening* en la estenosis de la arteria renal.

Conclusiones

Las conclusiones que podemos sacar de este estudio son que los resultados obtenidos demuestran la fiabilidad de la ecografía Doppler en el diagnóstico de las estenosis de las arterias renales y que en nuestro trabajo el mejor parámetro para detectar estenosis superiores al 60%

a nivel de la arteria renal es la VSM superior a 180 cm/sg en la estenosis.

Bibliografía

- Zierler RE, Bergelin RO, Isaacson JA, Strandness DE. Natural history of atherosclerotic renal artery stenosis: a prospective study with duplex ultrasonography. *J Vasc Surg* 1994; 19:250-258.
- Miralles M, Santiso A, Giménez A, Riambau V, Sáez A, Daumal J, Cairols MA. Renal duplex scanning: correlation with angiography and isotopic renography. *Eur J Vasc Surg* 1993; 3:188-194.
- Wells PNT. Basic principles and Doppler physics. En: Taylor KJW, Burns PN, Wells PNT, eds. *Clinical applications of Doppler ultrasound*. New York: Raven Press, 1988; 1-25.
- Sévestre MA, Reix T, Makdassi R, Jarry G, Hermine JS, Remond A, et al. Écho-Doppler et sténose des artères rénales. Etude a propos de 86 patients. *J Mal Vasc* 1996; 21:72-77.
- Miralles M, Cairols MA, Cotillas J, Giménez A, Santiso A. Value of Doppler parameters in the diagnosis of renal artery stenosis. *J Vasc Surg* 1996; 23:428-435.
- Hoffman V, Edwards JM, Carter S, Goldman ML, Harley JD, Zaccardi MJ, Strandness DE J. Role of duplex scanning for the detection of atherosclerotic renal disease. *Kidney Int* 1991; 39:1.232-1.239.
- Khewer MA, Tupler RH, Hertzberg BS, Laine SS, Delong DM, Svetkey LP, Carroll BA. Doppler evaluation of renal artery stenosis. Interobserver agreement in the interpretation of waveform morphology. *Am J Roentgenol* 1994; 162: 1.371-1.376.
- Avasthi PS, Voyles WF, Greene ER. Non-invasive diagnosis of renal artery stenosis by echo-Doppler velocimetry. *Kidney Int* 1984; 25:824-829.
- Zoller WG, Hermans H, Bogner JR, Hahn D, Middeke M. Duplex sonography in the diagnosis of renovascular hypertension. *Klin Wochenschr* 1990; 68:830-834.
- Mann SJ, Pickering TG. Detection of renovascular hypertension. State of the art: 1992. *Ann Intern Med* 1992; 117:845.
- Pedersen EB. Angiotensin-converting enzyme inhibitor renography. Pathophysiological, diagnostic and therapeutic aspects in renal artery stenosis. *Nephrol Dial Transplant* 1994; 9:482.
- Laragh JH, Case DR, Atlas SA, Sealey JE. Captopril compared with other antirenin systems agents in hypertensive patients: its triphasic effects on blood pressure and its use to identify and treat the renin factor. *Hypertension* 1980; 2: 586-593.
- Wilcox CS. Use of angiotensin-converting-enzyme inhibitors for diagnosing renovascular hypertension. *Kidney Int* 1993; 44:1.379.
- Kim D, Edelman R, Kent KC. Abdominal aortic and renal stenosis: evaluation with MRA. *Radiology* 1990; 174:727-731.
- Grist TM. Magnetic resonance angiography of renal stenosis. *Am J Kid Dis* 1994; 24:700-712.
- Olbricht CJ, Paul K, Prokop M, Chavan A, Schaefer-Prokop CM, Jandlert K, et al. Minimally invasive diagnosis of renal artery stenosis by spiral computed tomography angiography. *Kidney Int* 1995; 48:1.332.