

# Valoración mediante ecografía Doppler del sector aortoilíaco. Comparación con arteriografía

L. de Benito-Fernández, A. Bueno-Bertomeu, F. Utrilla-Fernández,  
A. Fernández-Heredero, R. Ros-Vidal, F. Acín-García

*THE USE OF DOPPLER ULTRASOUND TO EVALUATE THE AORTOILIAC REGION.  
A COMPARISON WITH ARTERIOGRAPHY*

**Summary.** Introduction. Noninvasive techniques are well established in vascular diagnosis. We report our initial experience with the assessment of the aortoiliac tract with duplex ultrasound and its comparison against arteriography. Patients and methods. Eco-Doppler was performed to 61 patients, admitted for lower limb diagnostic angiography. We focused on direct aortoiliac scan, common femoral artery velocity waveform and systolic acceleration time. Aortoilac disease was diagnosed whenever no flow, focal stenosis with velocity ratio > 2 or monophasic waveform was detected. An independent investigator assessed all the arteriographies. Comparison were made between direct scan and common femoral artery waveform versus angiography, sensibility, specificity, predictive values and kappa were measured. To determine the better acceleration time associated with aortoilac pathology, ROC curves were constructed. Results. In 7.4% sides, direct assessment was inconclusive because of obesity or bowel gas. Three patients had common femoral artery occlusion. In direct scan vs. arteriography: S = 94%; E = 91%;  $\kappa$  = 0.74. common femoral artery waveform vs. arteriography: S = 85%; E = 94%;  $\kappa$  = 0.73. The most discriminative acceleration time was 120 ms, in which S = 90%, E = 94% and  $\kappa$  = 0.77 vs. arteriography. Conclusion. A normal eco-Doppler scan virtually excludes significant aortoilac pathology. When an abnormal result is obtained, its correlation with angiography warrants its continued application, and its inclusion in diagnostic and therapeutic decision making. [ANGIOLOGÍA 2004; 56: 17-28]

**Key words.** Aortoilac disease. Arterial eco-Doppler. Arteriography. Duplex scan. Noninvasive assessment.

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular Hospital Universitario de Getafe. Getafe, Madrid, España.

Correspondencia:

Dr. Luis de Benito. Hospital Universitario de Getafe. Ctra. Toledo, km 12,500. E-28905 Getafe (Madrid). E-mail: luisdebenito@net-scapes.net

Presentado en el V Congreso del Capítulo de Diagnóstico Vascular no Invasivo de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular (Madrid).

© 2004, ANGIOLOGÍA

## Introducción

La arteriografía es, en la actualidad, la prueba sobre la que se basa el diagnóstico y la planificación quirúrgica de la patología arterial. Sin embargo, algunos

centros utilizan la ecografía Doppler como única valoración previa a la cirugía, como en la bifurcación carotídea [1] o en ciertos casos de injertos venosos infrainguinales en riesgo [2]. La posible utilización de la ecografía Doppler en la

valoración inicial del paciente con patología arterial de los miembros inferiores conllevaría una agilización en el diagnóstico, un ahorro de costes al sistema y una disminución de los riesgos inherentes a la arteriografía [3]. Además, su carácter no invasivo permite repetirla sin riesgos adicionales para el paciente.

Desde hace algunos años, algunos grupos están utilizando con éxito este planteamiento, y existen publicaciones esperanzadoras al respecto. Diversos autores han estudiado el empleo de la ecografía Doppler para valorar los sectores aortoilíaco, femoropoplíteo e infrapoplíteo, con distintos resultados según la localización. Incluso, se ha estudiado la eliminación de la arteriografía diagnóstica para los procedimientos abiertos [4,5] o endovasculares [6] y la realización de angioplastias guiadas por ecografía [7].

La arteriografía se considera la prueba de referencia (*gold standard*). A pesar de sus posibles fallos y de las críticas que ha recibido, sigue siendo imprescindible en la mayoría de los servicios de cirugía vascular. Esto no impide que se estén buscando otros mejores, como la ecografía Doppler o la toma de presiones intraarteriales. Uno de los mayores retos con que se encontró la valoración arterial no invasiva de los miembros inferiores desde sus inicios fue la dificultad para valorar la significación hemodinámica, en casos de lesiones combinadas en los sectores aortoilíaco y femoropoplíteo. Además, supuso la principal fuente de críticas para estas iniciativas. La ecografía Doppler y la toma de presiones pueden contribuir a superar esta incertidumbre.

El objetivo de este estudio es valorar nuestros resultados iniciales en el diagnóstico de la patología del sector aortoilíaco mediante ecografía Doppler frente a la arteriografía. Se pretende, por un lado, estimar la fiabilidad de la exploración en nuestras manos y, por otro, tener unos valores de referencia con los que poder estudiar nuestra curva de aprendizaje.

### Pacientes y métodos

Se realizó una ecografía Doppler del sector aortoilíaco a los pacientes que ingresaron entre mayo de 2001 y enero de 2002 para realizarles una arteriografía de los miembros inferiores. Todos los estudios los realizó el mismo explorador, sin conocimiento previo de la arteriografía (que, salvo excepciones, se realizó con posterioridad). Los pacientes no se seleccionaron, y se incluyeron independientemente de que fueran portadores de alguna patología oclusiva o aneurismática.

Para la exploración ecográfica se utilizaron dos equipos: Logic 500, de General Electric, y Technos, de Esaote. En ambos casos se empleó una sonda sectorial de 2,5 MHz para el estudio del abdomen y una sonda lineal de 7,5 MHz para la femoral común. El paciente se colocó en decúbito supino con la cabecera ligeramente incorporada y se comenzó explorando el abdomen, desde la aorta infrarenal, registrando la existencia o no de aneurisma, hasta las ingles, y se siguió el trayecto de las ilíacas comunes y externas; al menos se hicieron tres registros con Doppler. Posteriormente, se estudiaron las femorales comunes,

tanto desde el punto de vista ecográfico (permeabilidad y patología) como hemodinámico. No era preciso que los pacientes estuvieran en ayunas.

El sector aortoilíaco se diagnosticó como normal en el estudio ecográfico directo si existían curvas Doppler trifásicas o bifásicas y no se detectaban lesiones superiores al 50% (*ratio* de velocidad sistólica superior a 2) [8]. La presencia de curvas monofásicas, lesiones focales con *ratio* de velocidad superior a 2 o la ausencia de relleno de color y flujo Doppler se valoró como patológico. El *ratio* de velocidad se definió como el cociente entre la velocidad en el punto de máxima estenosis (velocidad máxima) y la velocidad adyacente en un segmento proximal sano. En el estudio de la femoral común, desde el punto de vista hemodinámico, se etiquetó como normal una curva trifásica o bifásica, y como patológica, una curva monofásica. Aquí se midió también el tiempo al pico, definido como el tiempo que transcurrió desde el inicio de la sístole hasta el pico máximo de velocidad de la misma.

La arteriografía se realizó, salvo indicación expresa al respecto, en proyección anteroposterior única, con el catéter colocado en la aorta infrarrenal. Un explorador independiente valoró todas las arteriografías, sin que participara el explorador en caso de que conociera el caso, y sin utilizar en ningún momento la información que se obtenía con la ecografía Doppler.

La comparación entre los datos que se obtuvieron con una y otra prueba se realizó mediante tablas de contingencia  $2 \times 2$ . Se construyó la curva de caracte-

rísticas operativas para un receptor (ROC) [9] para determinar qué tiempo al pico era el más ajustado para detectar un sector aortoilíaco patológico. Se determinó la sensibilidad (*S*), especificidad (*E*), valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) en los tres casos. Para determinar el grado de acuerdo entre las dos pruebas se halló la  $\kappa$ , con su error estándar (EE) y su intervalo de confianza para el 95% de seguridad.

## Resultados

Se incluyeron 61 pacientes en los que se estudiaron 122 ejes aortoilíacos, de los que 19 (31%) eran claudicantes y 37 (61%) presentaban isquemia crítica (20% con dolor en reposo y 41% con trastornos tróficos). Tres pacientes (5%) eran portadores de aneurisma de aorta infrarrenal y dos (3%) tenían un injerto venoso infrainguinal en riesgo.

En los 14 primeros pacientes no se realizó una exploración directa del sector aortoilíaco, sino únicamente un estudio morfológico y un análisis de la curva en la femoral común, lo que excluye 28 lados del estudio ecográfico. Esto fue así porque en el protocolo no se incluyó, inicialmente, dicho examen, aunque posteriormente decidimos hacerlo. En tres lados de otros tantos pacientes existía una oclusión completa de la femoral común, por lo que no se les pudo realizar ningún estudio morfológico ni hemodinámico en esa zona. De esta forma, disponemos de 94 ejes aortoilíacos para valorar la exploración ecográfica direc-

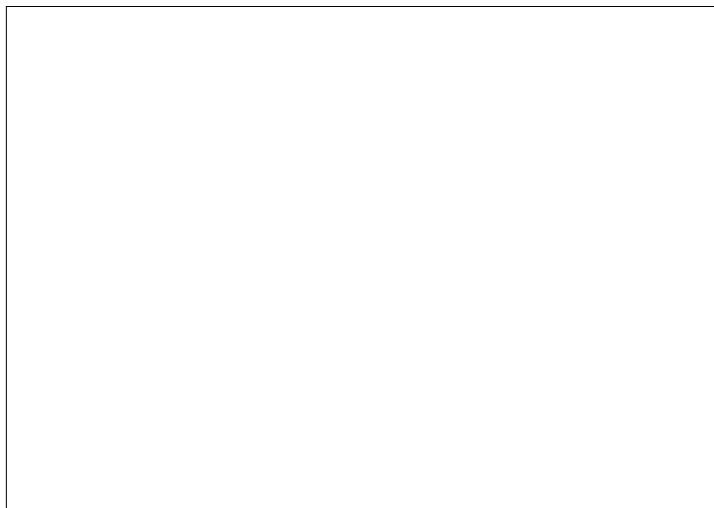
ta, y 119 curvas en la femoral común. En siete casos, la imagen que se obtuvo en el modo B no permitió la emisión de un diagnóstico ( $7/94 = 7,4\%$ ), por obesidad importante o por excesivo gas intrabdominal.

En el estudio del tiempo al pico de velocidad sistólica, mediante curvas ROC, pudimos determinar que el mejor punto de corte eran 120 ms (Figura), con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 94%.

Se han realizado distintas combinaciones de los parámetros estudiados para intentar determinar la mejor manera de detectar alguna patología en el sector aortoilíaco:

- A. Imagen ecográfica frente a arteriografía.
- B. Morfología de la curva en la femoral común frente a arteriografía.
- C. Tiempo al pico (mayor o igual a 120 ms) frente a arteriografía.
- D. Tiempo al pico y morfología de la curva frente a arteriografía.
- E. Morfología de la curva y ecografía frente a arteriografía.
- F. Tiempo al pico y ecografía frente a arteriografía.
- G. Tiempo al pico, morfología de la curva y ecografía frente a arteriografía.

En las tablas I a VII se muestra la distribución de los pacientes en las distintas combinaciones, y en la tabla VIII, los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, así como los del coeficiente  $\kappa$  para las diferentes situaciones, con el intervalo de confianza. Podemos comprobar que los valores de sensibilidad



**Figura.** Curva receptor operador: sensibilidad y especificidad para cada velocidad. Para 120 ms, punto de inflexión, es para la que se obtiene una mejor relación entre ambas.

**Tabla I.** Estudio directo con ecografía Doppler del sector aortoilíaco frente a arteriografía.

	Arteriografía patológica	Arteriografía normal	Total
Ecografía Doppler patológica	16	6	22
Ecografía Doppler normal	1	64	65
Total	17	70	87

**Tabla II.** Morfología de la curva en la femoral común frente a arteriografía.

	Arteriografía patológica	Arteriografía normal	Total
Morfología patológica	17	6	23
Morfología normal	3	93	96
Total	20	99	119

son, en casi todos los casos, superiores al 80%, y la especificidad siempre está por encima del 90%, con valores predictivos negativos próximos al 100%. La

**Tabla III.** Tiempo al pico en la curva de la femoral común (120 ms) frente a arteriografía.

	Arteriografía patológica	Arteriografía normal	Total
Velocidad ≥ 120 ms	18	6	24
Velocidad < 120 ms	2	93	95
Total	20	99	119

**Tabla IV.** Tiempo al pico + morfología de la curva frente a arteriografía.

	Arteriografía patológica	Arteriografía normal	Total
Curva o tiempo patológico	14	3	17
Curva y tiempo normal	6	96	102
Total	20	99	119

**Tabla V.** Morfología de la curva + ecografía frente a arteriografía.

	Arteriografía patológica	Arteriografía normal	Total
Curva o eco-Doppler patológica	12	2	14
Curva y eco-Doppler normal	3	68	71
Total	15	70	85

**Tabla VI.** Tiempo al pico + ecografía frente a arteriografía.

	Arteriografía patológica	Arteriografía normal	Total
Tiempo o eco-Doppler patológica	12	2	14
Tiempo y eco-Doppler normal	3	68	71
Total	15	70	85

combinación de parámetros ha mejorado los valores de especificidad y valor

predictivo positivo, a costa de una ligera disminución en la sensibilidad.

En las tablas I, II y III podemos observar que los falsos positivos del estudio no invasivo superan a los falsos negativos, lo cual podría indicar que la ecografía Doppler sobreestima la patología detectada en la arteriografía, o que ésta pierde lesiones significativas, probablemente debido a que los estudios son en una sola proyección. En las tablas IV, V, VI y VII, que expresan las distintas combinaciones, esta proporción se invierte, es decir, subestima el grado de enfermedad. Esto se traduce en una mejoría de la especificidad a costa de una peor sensibilidad para obtener una correlación ( $\kappa$ ) algo superior, pero no significativa. De esta forma, parece que ninguna de las diferentes combinaciones de parámetros demostró algún beneficio diagnóstico sobre las demás. Sin embargo, es lógico pensar que con el aumento de la experiencia en la exploración ecográfica directa se note un beneficio al incorporar ésta al estudio de la curva en la femoral común.

Hemos observado (Tabla II) que algunos pacientes presentaban una morfología trifásica de la curva en la femoral común distalmente a una patología significativa demostrada arteriográficamente. Estos casos coinciden con pacientes portadores de una patología aortoiliaca muy focal, un sector femoroplíteo libre de enfermedad y clínica isquémica menos grave. Igualmente, pensamos que algún falso positivo de la ecografía Doppler podría explicarse por una patología abdominal no detectada por la angiografía, y es muy demostrati-

vo el caso de un paciente portador de una derivación aortobifemoral que presentaba curvas femorales monofásicas y con un retraso superior a 200 ms, en el que la arteriografía era normal, pero un estudio con tomografía computarizada (TAC) demostró un abundante trombo concéntrico en la aorta supraanastomótica y el cuerpo del injerto.

## Discusión

En los años sesenta comenzó a desarrollarse el estudio de la circulación arterial con ultrasonidos mediante ecografía Doppler transcutánea, dada la necesidad de contar con información sobre el comportamiento fisiológico de la patología que se encontró en la arteriografía y su contribución a la situación clínica del paciente [10]. Una de las zonas más difíciles de valorar angiográficamente era la porción intraabdominal. Mediante ultrasonidos se podía investigar la morfología de la curva de frecuencia o velocidad en la zona femoral, con la intención de obtener datos sobre la situación de los segmentos más proximales. Se describieron diversos parámetros más o menos complejos de determinar, que permitían diagnosticar alguna patología en el sector aortoilíaco de forma no invasiva, como el índice de pulsatilidad o la transformación de Laplace [11]. Ninguno de ellos gozó de aceptación universal debido a los resultados contradictorios de la literatura, la excesiva laboriosidad de su medición y a la influencia de la patología infrainguinal sobre la morfología de la curva femoral. Además, no permitía

**Tabla VII.** Tiempo + morfología + ecografía frente a arteriografía.

	Arteriografía patológica	Arteriografía normal	Total
Dúplex patológico	10	2	12
Dúplex normal	5	68	73
Total	15	70	85

localizar con precisión el lugar ni la extensión de la patología.

En 1978, Sumner y Strandness [12] publican sus resultados en la reconstrucción del sector aortoilíaco de pacientes con afectación combinada aortoilíaca y femoropoplítea, según la arteriografía. Un 30% de ellos, con reconstrucciones técnicamente correctas, no mejoran ni clínica ni hemodinámicamente. Esto lo interpretan como un fracaso en la identificación del sector responsable del aumento de las resistencias periféricas; es decir, el sector aortoilíaco contribuía poco o nada a los síntomas de los pacientes, unos resultados que estaban en concordancia por lo que publicaron otros. Ninguna de las pruebas no invasivas que realizaron, incluida la toma de presiones segmentarias y las pruebas de esfuerzo, era capaz de predecir qué pacientes hubieran sido capaces de responder mejor que otros. Muchos otros autores se han enfrentado al mismo problema [13] de la dificultad de interpretación del sector aortoilíaco en la arteriografía, algo que no ha mejorado con el paso de los años.

Esta dificultad queda resaltada en la ampliamente conocida variabilidad interobservador de la prueba. Bruins Slot et

**Tabla VIII.** Fiabilidad de las distintas combinaciones frente a arteriografía.

Combinación	Sensibilidad	Especificidad	VP positivo	VP negativo	$\kappa$ (IC)
A	94	91	73	97	0,74 (0,5-0,97)
B	85	94	74	97	0,73 (0,55-0,9)
C	90	94	78	98	0,77 (0,59-0,95)
D	70	97	82	94	0,74 (0,62-0,86)
E	80	97	86	96	0,83 (0,63-1)
F	80	97	86	96	0,83 (0,63-1)
G	67	97	83	93	0,69 (0,36-1)

al [14] publicaron en 1981 la correlación entre los diagnósticos que emitieron 11 observadores, cirujanos y radiólogos, sobre 21 arteriografías translumbares en un solo plano. En este estudio, la correlación en la valoración del origen de la femoral profunda fue únicamente algo superior al que se esperaba por azar; el mejor territorio fue el de la femoral superficial ( $\kappa = 0,38$  y  $0,51$ ). Uno de los hallazgos más importantes en este estudio fue que el acuerdo en la valoración de la aorta y las ilíacas fue pobre.

Paralelamente a los estudios ecográficos, se introdujo la toma de presiones intrarteriales [15], bien en la femoral común utilizando la presión en el miembro superior como control, o bien midiendo las presiones antes y después de la lesión, en el momento de la arteriografía. Si bien este método es conceptualmente correcto, al ser cruento, precisa de una planificación previa y un cribado de los pacientes, es decir, no se puede entrar por la femoral derecha para medir las presiones en el eje aortoiláico izquierdo,

ya que los valores que se obtuvieran no serían fiables. Además, y más importante, no es un método estandarizado, ya que los valores pueden ser diferentes según el tipo de catéter, las conexiones y el transductor [16]. Tampoco está claro el efecto que pueda tener sobre la técnica el propio catéter, ya que ocupa parte de la luz del vaso. Las pruebas de hipermia, obtenidas mediante la administración de vasodilatadores (papaverina, tolazolina) [17] de forma directa intraarterial por el mismo catéter diagnóstico tampoco han supuesto un gran avance, ya que no está unificada la dosis ni el desfase de tiempo para medir nuevamente las presiones después de la inyección [18,19]. Todos estos puntos han impedido que se haya generalizado su uso y, por tanto, que haya podido sustituir a la arteriografía como prueba de referencia.

En un intento de definir la fiabilidad de la arteriografía, Thiele publicó otro estudio [20], en el que se enfrentó el resultado de la presión intraarterial, considerada el auténtico patrón estándar, y la

lectura de la arteriografía en múltiples proyecciones en el sector aortoilíaco por dos cirujanos vasculares, para detectar lesiones significativas hemodinámicamente. La sensibilidad, tomando como patrón de referencia la presión intraarterial, no superó el 70% en ninguno de los casos. A pesar de esto, existe una serie de características que avalan a la angiografía como patrón estándar, como son la aceptación casi unánime por parte de la comunidad vascular internacional, la disponibilidad de placas fácilmente revisables en cualquier momento, incluso de forma intraoperatoria, y la seguridad que proporciona desde el punto de vista medico-legal. Sin embargo, el enorme interés que ha despertado la valoración hemodinámica del sector aortoilíaco, y la cantidad de publicaciones a que ha dado lugar desde hace más de 25 años, demuestra que existe un problema que no está resuelto de forma satisfactoria [21-24].

En este escenario, la aparición de la ecografía Doppler supone una oportunidad óptima para poder conseguir el objetivo de valorar de forma no invasiva el sistema arterial. La combinación de la imagen ecográfica (estudio morfológico) y el espectro Doppler (estudio fisiológico) de las arterias constituye, teóricamente, la respuesta que esperábamos. La principal utilidad de la imagen en modo B consiste en seleccionar el punto en el que se estudia el flujo y asegurar un ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos de 60°, aproximadamente. En la actualidad, la ecografía Doppler ocupa un lugar insustituible en el laboratorio vascular, en el que, de hecho, ya ha demostrado su utilidad. Así, es la prueba

de elección en el diagnóstico y manejo de la trombosis venosa profunda y de la insuficiencia venosa crónica [25], así como en el control del injerto venoso infrainguinal y en el diagnóstico y seguimiento del injerto en riesgo [2]. En el territorio carotídeo, es la prueba de cribado inicial, y en muchos centros la única, para sentar la indicación de cirugía [1]; asimismo, contribuye al diagnóstico y seguimiento de la patología visceral, renal [26] y aneurismática [27]. Recientemente, se ha incluido también en algunos protocolos de seguimiento de las endoprótesis aórticas [28]. Esto es así porque constituye una prueba no invasiva, relativamente barata comparada con las alternativas, inocua y repetible, aunque indudablemente influida por la experiencia del explorador y sometida a su subjetividad.

En 1985, Jager et al [29] publicaron el primer artículo en el que se valora la correlación entre la ecografía Doppler y la arteriografía en la valoración de la patología arterial de los miembros inferiores. Compararon los resultados que obtuvieron en el estudio de 338 segmentos arteriales desde la aorta distal hasta la poplítea con los que consiguieron en la lectura de las arteriografías por dos radiólogos sin conocimiento previo de la ecografía Doppler. Los valores de  $\kappa$  globales fueron de 0,69 en la comparación de la ecografía Doppler frente a la arteriografía; el mejor acuerdo entre las dos pruebas se alcanzó en el sector aortoilíaco, y fue del 83%. Estos valores de concordancia eran equivalentes a los que obtuvieron con los radiólogos en la interpretación de la arteriografía. Desde

entonces, ha habido un creciente interés en muchos centros en la investigación sobre su fiabilidad y sobre su posible impacto en el manejo y la toma de decisiones en el paciente vascular [5,7,29-31]. En la validación de los resultados, prácticamente siempre se ha tomado como referencia la arteriografía.

En el presente estudio exponemos nuestros resultados iniciales en la exploración mediante ecografía Doppler del sector aortoilíaco y su comparación con la arteriografía. Los valores de  $\kappa$  que se obtuvieron entran dentro del intervalo de 'buen acuerdo' (superior a 0,7), al igual que las cifras de sensibilidad, especificidad y valores predictivos. Estos son, asimismo, comparables a los que presentan otros autores y, en muchos casos, superiores a los que consiguieron dos observadores en la lectura de la misma arteriografía, como ya hemos visto. Esto quiere decir que, teóricamente, deberíamos tener los mismos resultados, o incluso mejores, basando nuestras decisiones tanto en la ecografía Doppler como sobre la arteriografía, lo cual cuestiona, una vez más, el papel de la angiografía como prueba de referencia. En especial, pensamos que las especificidades y los valores predictivos negativos son lo suficientemente buenos como para poder afirmar que un resultado de normalidad en la ecografía Doppler excluye virtualmente la existencia de una patología significativa en el sector aortoilíaco. También creamos que estos resultados deben considerarse como preliminares, ya que el escaso número de sectores patológicos nos impide analizar la curva de aprendizaje, y es lógico pensar que mejorará según se

amplíe nuestra experiencia, como sucede con cualquier técnica exploratoria dependiente.

A la vista de los resultados, podemos también observar que la exploración de la femoral común, aisladamente, estudiando la morfología de la curva y el tiempo al pico, permite obtener las mismas conclusiones. Esto puede tener implicaciones importantes, ya que es una exploración sumamente rápida y fiable, lo que la convierte en una herramienta muy valiosa en el cribado inicial de la patología aortoilíaca, en un laboratorio vascular habitualmente sobrecargado [32]. Se conoce la posibilidad de que existan curvas trifásicas distales a estenosis graves u occlusiones [33], y nosotros hemos tenido tres casos. Todos ellos eran pacientes claudicantes y con una patología muy localizada y focal, limitada al sector aortoilíaco. La adición de la exploración directa del sector aortoilíaco mediante ecografía Doppler no ha añadido fiabilidad diagnóstica, en el sentido de que no ha mejorado nuestros resultados de fiabilidad; sin embargo, es lógico pensar que una mayor experiencia y una mejor preparación de los pacientes permitirá completar más satisfactoriamente el diagnóstico.

Como conclusión, podemos afirmar que la ecografía Doppler del sector aortoilíaco puede y debe añadirse a la valoración del paciente vascular con patología arterial de los miembros inferiores, si está justificada la intervención. En nuestra limitada experiencia, un resultado normal permite excluir cualquier patología significativa en el sector estudiado.

do. En un momento en el que los cirujanos vasculares estamos volviendo al intervencionismo endovascular y a la realización de arteriografías, esto puede

posibilitar la limitación del estudio preoperatorio e, incluso, el intervenir sin necesidad de realizar ninguna arteriografía diagnóstica.

## Bibliografía

1. Chervu A, Moore WS. Carotid endarterectomy without arteriography. *Ann Vasc Surg* 1994; 8: 296-302.
2. De Benito L. Seguimiento de injertos infrainguinales. *Angiología* 2001; 53: 95-101.
3. AbuRahma AF, Robinson PA, Boland JP, Umstot RK, Clubb EA, Grandia RA, et al. Complications of arteriography in a recent series of 707 cases: factors affecting outcome. *Ann Vasc Surg* 1993; 7: 122-9.
4. Bodily KK, Buttorff J, Osborne R, Jr. Aortoiliac reconstruction without arteriography. *Am J Surg* 1996; 171: 505-7.
5. Ascher E, Hingorani A, Markevich N, Costa T, Kallakuri S, Khanimoy Y. Lower extremity revascularization without preoperative contrast arteriography: experience with duplex ultrasound arterial mapping in 485 cases. *Ann Vasc Surg* 2002; 16: 108-14.
6. Edwards JM, Coldwell DM, Goldman ML, Strandness DE Jr. The role of duplex scanning in the selection of patients for transluminal angioplasty. *J Vasc Surg* 1991; 13: 69-74.
7. London NJM, Nydahl S, Hartshorne T, Fishwick G. Use of colour duplex imaging to diagnose and guide angioplasty of lower limb arterial lesions. *Br J Surg* 1999; 86: 911-5.
8. Levy MM, Baum RA, Carpenter JP. Endovascular surgery based solely on noninvasive preprocedural imaging. *J Vasc Surg* 1998; 28: 995-1005.
9. Cannon JA, Lobpreis EL, Herrold G, Frankenberg HL. Experience with a new electromagnetic flow-meter for use in blood-flow determinations in surgery. *Ann Surg* 1960; 152: 635.
10. Browner WS, Newman TB, Cummings SR. Diseño de un nuevo estudio: III. Pruebas diagnósticas. In Hulley SB, Cummings SR, eds. *Diseño de la investigación clínica*. Madrid: Harcourt Brace; 1997. p. 100.
11. Fronek A. Quantitative velocity measurements in arterial disease of the lower extremity. In Bernstein EF, ed. *Vascular diagnosis*. 4 ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1993. p. 513.
12. Sumner DS, Strandness DE Jr. Aortoiliac reconstruction in patients with combined iliac and superficial femoral arterial occlusion. *Surgery* 1978; 84: 348-55.
13. Baird RJ, Feldman P, Miles JT, Madras PM, Gurry JF. Subsequent downstream repair after aortoiliac and aortofemoral bypass operations. *Surgery* 1977; 82: 785.
14. Bruins Slot H, Strijbosch L, Greep JM. Interobserver variability in single-plane aortography. *Surgery* 1981; 90: 497-503.
15. Weissman RE, Upson JF. Intraarterial pressure studies in patients with arterial insufficiency of the lower extremities. *Ann Surg* 1963; 157: 501-6.
16. Rothe CR, Kim KC. Measuring systolic arterial blood pressure: possible errors from extension tubing or disposable transducer domes. *Crit Care Med* 1980; 8: 683-9.
17. Brener BJ, Raines JK, Darling RC, Austen WG. Measurement of systolic femoral arterial pressure during reactive hyperemia. *Circulation* 1974; 49 y 50 (Suppl II): S259-67.
18. Archie JP, Feldman RW. Determination of the hemodynamic significance of iliac artery stenosis by noninvasive Doppler ultrasonography. *Surgery* 1981; 91: 419-24.
19. Sensier YJ, Thrush AJ, Loftus I, Evans DH, London LJM. A comparison of colour duplex ultrasonography, papaverine testing and common femoral Doppler waveform analysis for assessment of the aortoiliac arteries. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; 20: 29-35.
20. Thiele BL, Strandness DE Jr. Accuracy of angiographic quantification of peripheral atherosclerosis. *Prog Cardiovasc Dis* 1983; 26: 223-36.
21. Quin RO, Evans DH, Bell PRF. Haemodynamic assessment of the aortoiliac segment. *J Cardiovasc Surg* 1975; 16: 586-9.
22. Skidmore R, Woodcock JP. Physiological interpretation of Doppler shift waveforms: II. Validation of the Laplace transform method for characterisation of the common femoral blood-velocity/time waveform. *Ultrasound Med Biol* 1980; 6: 219-25.
23. Johnston KW, Kassam M, Cobbold RSC. Relationship between Doppler pulsatility in-

- dex and direct femoral pressure measurements in the diagnosis of aortoiliac occlusive disease. *Ultrasound Med Biol* 1983; 9: 271-81.
24. Johnston KW, Kassam M, Koers J, Cobbold RS, MacHattie D. A comparative study of four methods of quantifying Doppler ultrasound waveforms from the femoral artery. *Ultrasound Med Biol* 1984; 10: 1-12.
  25. Samsó JJ, Fontcuberta JM, Senin ME, Vila R. Guía básica para el diagnóstico no invasivo de la insuficiencia venosa. *Angiología* 2002; 54: 44-56.
  26. Miralles M. Guía básica para el seguimiento de la revascularización visceral. *Angiología* 2001; 53: 101-5.
  27. Multicenter Aneurysm Screening Study Group (MASS). Cost effectiveness analysis of screening for abdominal aortic aneurysms based on four year results from randomised controlled trial. *BMJ* 2002; 325: 1135-41.
  28. McLafferty RB, McCrary BS, Mattos MA, Karch LA, Ramsey DE, Solis MM, et al. The use of color-flow duplex scan for the detection of endoleaks. *J Vasc Surg* 2002; 36: 100-4.
  29. Jager KA, Philips DJ, Martín RL, Hanson C, Roederer GO, Langlois YE, et al. Noninvasive mapping of lower limb arterial lesions. *Ultrasound Med Biol* 1985; 11: 515-21.
  30. Pemberton M, London NJM. Colour flow duplex imaging of occlusive arterial disease of the lower limb. *Br J Surg* 1997; 84: 912-9.
  31. Moneta GL, Yeager RA, Antonovic R, May LD, Caster JD, Cummings CA, et al. Accuracy of lower extremity arterial duplex mapping. *J Vasc Surg* 1992; 15: 275-84.
  32. Eiberg JP, Jensen F, Rasmussen JBG, Schroeder TV. Screening for aortoiliac lesions by visual interpretation of the common femoral Doppler waveform. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 22: 331-6.
  33. Burnham SJ, Jaques P, Burnham CB. Noninvasive detection of iliac artery stenosis in the presence of superficial femoral artery obstruction. *J Vasc Surg* 1992; 16: 445-52.

#### *VALORACIÓN MEDIANTE ECOGRAFÍA DOPPLER DEL SECTOR AORTOILÍACO.*

#### *COMPARACIÓN CON LA ARTERIOGRAFÍA*

**Resumen.** Introducción. Las técnicas no invasivas se han impuesto en el diagnóstico vascular. Se expone nuestra experiencia inicial con la valoración del sector aortoiliaco mediante ecografía Doppler y su comparación con la arteriografía. Pacientes y métodos. Se examinó por ecografía Doppler a 61 pacientes, ingresados para una arteriografía de los miembros inferiores. Se valoró la exploración aortoiliaca directa, la curva de velocidad en la femoral común y el tiempo de aceleración al pico sistólico. Se consideró como sector aortoiliaco patológico cuando se daba la ausencia de flujo, la existencia de estenosis focales con ratio de velocidad mayor de 2 o una curva Doppler monofásica. Un investigador independiente valoró las arteriografías. Comparamos la exploración directa y la curva en la femoral común con la arteriografía, y se determinaron la sensibilidad, la especificidad, los valores predictivos y  $\kappa$ . Mediante curvas ROC se determinó el tiempo de aceleración óptimo para la arteriografía patológica. Resultados. En un 7,4% de los ejes, el estudio ecográfico

#### *AVALIAÇÃO POR ECO-DOPPLER DO SECTOR AORTO-ILÍACO.*

#### *COMPARAÇÃO COM A ARTERIOGRAFIA*

**Resumo.** Introdução. As técnicas não invasivas impuseram-se no diagnóstico vascular. Expõe-se a nossa experiência inicial com a avaliação do sector aorto-ilíaco por eco-Doppler e sua comparação com a arteriografia. Doentes e métodos. Realizou-se eco-Doppler a 61 doentes, que deram entrada para arteriografia dos membros inferiores. Avaliou-se o exame aorto-ilíaco directo, a curva de velocidade na femoral comum e o tempo de aceleração ao pico sistólico. Definiu-se como sector aorto-ilíaco patológico a ausência de fluxo, a existência de estenoses focais com razão de velocidade maior que 2 ou uma curva Doppler monofásica. Um investigador independente avaliou as arteriografias. Compara-se o exame direto e a curva na femoral comum com a arteriografia, e determinou-se a sensibilidade, a especificidade, os valores predictivos e  $\kappa$ . Através de curvas ROC determinou-se o tempo de aceleração óptimo para a arteriografia patológica. Resultados. Em 7,4% dos eixos, o estudo ecográfico não foi ava-

*no fue valorable por obesidad o por abundante gas abdominal. En tres casos había oclusión de la femoral común. Exploración directa frente a arteriografía: S = 94%; E = 91%; κ = 0,74. Curva en la femoral frente a arteriografía: S = 85%; E = 94%; κ = 0,73. El tiempo al pico más discriminativo fue de 120 ms. En su comparación frente a la arteriografía: S = 90%; E = 94%; κ = 0,77. Conclusión. Un estudio normal mediante ecografía Doppler virtualmente excluye patología en el sector aortoiliaco. Cuando el resultado es patológico, la correlación con la arteriografía justifica que se continúe utilizando e incluirlo en la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas. [ANGIOLOGÍA 2004; 56: 17-28]*

**Palabras clave.** Arteriografía. Dúplex. Ecografía Doppler arterial. Presiones intraarteriales. Sector aortoiliaco. Valoración no invasiva.

*liável por obesidade ou por abundante gás abdominal. Em três casos havia oclusão da femoral comum. Exame directo perante arteriografia: S = 94%; E = 91%; κ = 0,74. Curva na femoral perante arteriografia: S = 85%; E = 94%; κ = 0,73. O tempo para o pico mais discriminativo foi de 120 ms. Na sua comparação perante a arteriografia: S = 90%; E = 94%; κ = 0,77. Conclusão. Um estudo normal por eco-Doppler virtualmente exclui patologia no sector aorto-iliaco. Quando o resultado é patológico, a correlação com a arteriografia justifica que se continue a utilizá-lo, e inclui-lo na tomada de decisões de diagnóstico e terapêutica. [ANGIOLOGÍA 2004; 56: 17-28]*

**Palavras chave.** Arteriografia. Avaliação não invasiva. Duplex. Eco-Doppler arterial. Pressões intra-arteriais. Sector aorto-iliaco.