

Valor diagnóstico de la ecografía Doppler color en el control clínico de la reparación endovascular de los aneurismas de aorta abdominal

E.M. San Norberto-García, I. del Blanco-Alonso, M.A. Ibáñez-Maraña,
 N. Cenizo-Revuelta, J.A. Brizuela-Sanz, L. Mengíbar-Fuentes, V.M. Gutiérrez-Alonso,
 J.A. González-Fajardo, M.L. del Río-Solá, S. Carrera-Díaz, C. Vaquero-Puerta

VALOR DIAGNÓSTICO DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER COLOR EN EL CONTROL CLÍNICO DE LA REPARACIÓN ENDOVASCULAR DE LOS ANEURISMAS DE AORTA ABDOMINAL

Resumen. Introducción. El control clínico del tratamiento endovascular de la enfermedad aneurismática de la aorta abdominal se basa en la valoración de la evolución del tamaño del aneurisma, la permeabilidad de la endoprótesis y la detección de fugas. Objetivo. Comparar la ecografía Doppler (ED) color con la tomografía axial computarizada (TAC) en la evaluación del tamaño del aneurisma y la detección de fugas en el tratamiento endovascular de aneurismas de aorta abdominal. Pacientes y métodos. Estudio prospectivo entre enero y diciembre de 2005. En 14 pacientes sometidos a tratamiento endovascular se realizó ED color y TAC a 1, 6 y 12 meses. Se compararon los tamaños del aneurisma mediante la prueba t para muestras dependientes y estudio de correlación. Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo y el coeficiente de concordancia kappa se calcularon para la detección de fugas. Resultados. El control clínico medio fue de 9,4 meses y se compararon 49 exploraciones. El diámetro medio del aneurisma a los tres meses de control clínico fue de 51,2 cm con ED color y de 52,5 cm con TAC ($p = \text{no significativo}$). El coeficiente de correlación ascendió a 0,97 ($p < 0,001$). Todos los dispositivos se mantuvieron permeables. En detección de fugas, el estudio ED color obtuvo una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de 75, 61, 20 y 95%, respectivamente ($\kappa = 0,61$). Conclusiones. El estudio ED color obtiene una excelente correlación con la TAC en la medida del tamaño de los aneurismas. En cambio, posee un valor predictivo positivo muy bajo para la detección de fugas. [ANGIOLOGÍA 2007; 59: 29-37]

Palabras clave. Aneurisma de aorta abdominal. Endofuga. Tomografía computarizada. Tratamiento endovascular. Ultrasonografía Doppler color.

Introducción

La reparación endovascular de los aneurismas de aorta abdominal (AAA) se ha utilizado ampliamente

en la práctica clínica desde su primera descripción en 1991 [1] y se ha convertido en una efectiva alternativa a la cirugía convencional, especialmente en pacientes con elevada comorbilidad [2-4].

Mientras que las técnicas para el tratamiento endovascular de los AAA han tenido sus ventajas obvias frente a las técnicas abiertas tradicionales, los potenciales efectos adversos de las endoprótesis, incluyendo los cambios del saco aneurismático y la aparición de fugas intrasaculares o *endoleaks*, ponen en peligro la larga supervivencia del procedimiento.

Aceptado tras revisión externa: 16.01.07.

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid, España.

Correspondencia: Dr. Enrique M. San Norberto García. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Ramón y Cajal, 3. E-47005 Valladolid. E-mail: esannorberto@hotmail.com

© 2007, ANGIOLOGÍA

Todos los investigadores han acordado la necesidad de un control clínico perpetuo y este protocolo de control clínico continúa en desarrollo.

Las modalidades actuales para el control clínico de los AAA tratados de manera endovascular incluyen a la tomografía axial computarizada (TAC), la ultrasonografía dúplex color (UD), la radiografía simple abdominal, la resonancia magnética (RM) y la angiografía. La TAC con administración de contraste intravenoso es la prueba de referencia (patrón oro) para conocer la evolución del diámetro del AAA y la presencia de endofugas. Ambas técnicas, tanto la UD como la TAC, pueden detectar endofugas y cambios en el tamaño a lo largo del tiempo. A pesar de ello, la TAC puede detectar la migración de la endoprótesis y la UD puede ser mejor para revelar anomalías en el flujo sanguíneo a través de la prótesis.

Los resultados de varios estudios en los cuales la efectividad de la UD se ha evaluado para la evolución de las endoprótesis aórticas son prometedores [5-8]. Sin embargo, la UD depende del material y el explorador y su efectividad como evaluación de rutina todavía se cuestiona [9]. El propósito de este estudio prospectivo es determinar la efectividad de la UD comparada con la TAC en la detección de endofugas y la medición del diámetro de los AAA tratados mediante dispositivos endovasculares.

Pacientes y métodos

Los sujetos de la investigación han sido los pacientes intervenidos de una reparación endovascular de un AAA infrarenal de forma programada en nuestro servicio. El período del estudio comprende desde enero a diciembre de 2005.

De los 36 pacientes intervenidos, 11 lo hicieron en el último trimestre, por lo que no se incluyeron en el estudio al disponer sólo de las exploraciones preoperatorias. De los 25 restantes, se estudiaron 14 por el hecho de pertenecer algunos a otras provincias,

siendo allí donde se encargaban del control clínico, y el resto por la decisión del paciente de no acudir a las revisiones.

Se recogieron 13 varones y 1 mujer, con una media de edad de $75,2 \pm 3,9$ años. Los dispositivos empleados fueron cinco endoprótesis Zenith® (Cook), dos aortomonoiácas y tres bifurcadas, y además nueve endoprótesis Talent® (Medtronic/Ave), tres aortomonoiácas y seis aortobiiliácas. Se realizaron 49 estudios de UD y sus correspondientes TAC, 14 en el preoperatorio y 35 durante el período postoperatorio. El control clínico medio fue de 9,43 meses.

Se consideraron la TAC y la UD concurrentes si se realizaron en el plazo de siete días. Una endofuga se determinó con la TAC, basándose en la extravasación de contraste entre la prótesis y la pared del aneurisma; mediante la UD, se identificó la endofuga por la existencia de flujo y señales espectrales fuera de la prótesis. Una endofuga primaria o temprana ocurrió en los 30 primeros días tras el procedimiento. Endofuga tardía se denominaba aquella que aparecía transcurridos 30 días del postoperatorio.

El control clínico de estos pacientes incluía radiografía simple de abdomen, TAC y UD transcurridos tres meses desde la intervención y después a los 6, 12 meses y, tras ello, anualmente. Se definió la sustitución de la TAC en casos de reacción alérgica al contraste o en casos de valores de creatinina elevados en sangre.

Ultrasonografía dúplex

Todas las exploraciones mediante UD fueron realizadas por un angiólogo y cirujano vascular acreditado en el manejo del laboratorio de diagnóstico vascular no invasivo. El ecógrafo empleado fue el Esaote AU5 Harmonic (Esaote Biomedical), con sondas de 3-5 MHz. Se desarrolló un protocolo estandarizado para obtener las imágenes de la aorta abdominal, bifurcación aórtica e iliácas. Un estudio técnicamente adecuado se definió como aquél que permitía la total visualización del saco aneurismático y del flujo

a través de la endoprótesis. Se aplicó el protocolo de exploración publicado por Sato et al en 1998, consiguiendo que todas las exploraciones fueran idóneas:

- Una imagen satisfactoria en modo B del saco aneurismático y de la endoprótesis.
- Un satisfactorio empleo del Doppler color sin excesiva o insuficiente ganancia.
- Un examen Doppler color completo del saco aneurismático por fuera de la prótesis en proyecciones transversales y longitudinales en búsqueda de endofugas.
- El análisis de la onda del espectro Doppler por fuera de la prótesis y dentro del AAA confirma o rechaza las potenciales endofugas que pueda sugerir el estudio Doppler color.

Tomografía axial computarizada

Una TAC helicoidal se obtuvo en un escáner Siemens Somatom. Los estudios primarios sin contrastes se consiguieron rutinariamente. Se inyectaron 125 mL de contraste iodado no iónico a una velocidad de 4 mL/s. Las imágenes se obtuvieron en espacios de 3 mm, comenzando 1 cm por encima del tronco celíaco y terminando en la bifurcación femoral. Las medidas se realizaron mediante una calibración informática en pantalla por parte del radiólogo y, en segunda instancia, por el angiólogo y cirujano vascular responsable del estudio. Respecto al hecho de informar sobre la existencia o no de endofugas, en caso de no concurrencia de las medidas del radiólogo con el criterio del angiólogo y cirujano vascular realizador del estudio, prevalecieron las medidas de éste último.

Los criterios de operabilidad de aplicación para la reparación endovascular de un AAA fueron pacientes con un AAA infrarrenal mayor de 5,5 cm, con una morfología favorable y con edad mayor de 70 años, una puntuación ASA (American Society of Anesthesiologists) III o IV, o abdomen hostil.

La TAC se consideró como la prueba de referencia o patrón oro para la determinación de la sensibili-

dad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de la UD para la detección de endofugas.

El estadístico κ se calculó para determinar el nivel de concordancia en la identificación de endofugas entre la UD y la TAC.

El coeficiente de correlación de Pearson estableció el grado de asociación entre ambas modalidades de imagen para las medidas del saco aneurismático preoperatoriamente y tras la reparación endovascular.

El diámetro máximo del aneurisma se comparó en exámenes seriados para controlar su crecimiento o disminución.

Se realizó un test de Student para muestras apareadas para examinar la diferencia entre la TAC y la UD pre y posreparación; $p < 0,05$ se consideró significativo.

Para mostrar la discrepancia en las medidas entre los dos métodos de imagen se empleó el método Bland-Altman para establecer los límites de acuerdo a través del cálculo de la diferencia media $\pm 1,96$ veces la desviación estándar, con la expectativa de que el 95% de las diferencias entre el TAC y la UD pudieran entrar entre esos límites.

Se ha utilizado el programa SPSS 12.0 para Windows en los estudios estadísticos necesarios en la obtención de los resultados y el programa MedCalc en el desarrollo del método Bland-Altman.

Resultados

La media del diámetro del AAA medido en la TAC fue mayor que en la UD estudiando la totalidad de las exploraciones (53,33 frente a 52,0; $p = \text{NS}$). La tabla I muestra los resultados del estudio mediante prueba t de Student para muestras apareadas de las mediaciones del diámetro máximo del aneurisma con la TAC y la UD.

Los diámetros máximos resultantes del estudio con la UD y la TAC poseían una correlación muy

buenas, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,97, con $p = 0,01$ (Fig. 1).

Existió una variabilidad consistente en las medidas postoperatorias entre las dos modalidades en todos los diámetros del AAA (Fig. 2), con la TAC excediendo a la UD en la mayoría de las exploraciones. La diferencia media fue 0,01 cm. El límite superior de acuerdo fue 0,93 cm, y el inferior, 0,94 cm. Los límites de acuerdo se crearon para que el 95% de las medidas mediante la UD se encontraran entre 0,93 cm por encima y 0,94 cm por debajo de las obtenidas con la TAC. Sin embargo, sólo el 87,76% estuvieron entre esos límites; seis estuvieron por fuera de los límites de concordancia (Fig. 2).

De todos los pacientes, en dos (14,29%) se observó endofuga en el examen eco-Doppler, uno en el examen a los tres meses y otro en las revisiones de los 6 y 12 meses. En ambos casos, se trataba de endofugas tardías tipo I y ambas con dispositivo Talent implantado. Otra endofuga detectada con la TAC no se observó con eco-Doppler. La sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo fue de 75, 61, 20 y 95%, respectivamente ($\kappa = 0,61$) (Tabla II).

Discusión

Este estudio prospectivo compara la rentabilidad diagnóstica del empleo de la UD y la TAC como parte del protocolo de control clínico de los pacientes intervenidos de AAA de manera endoluminal (Figs. 3 y 4).

La reparación endovascular de los AAA se fundamenta en la hipótesis que la exclusión del saco aneurismático de la presión arterial previene su ruptura [1]. Por lo tanto, el éxito de este tratamiento endoluminal recae en la habilidad de los dispositivos en lograr la exclusión permanente del saco aneurismático de la presión arterial. Desdichadamente, desde la introducción de este nuevo tratamiento, diferentes modelos han aparecido con fallos estructurales, pér-

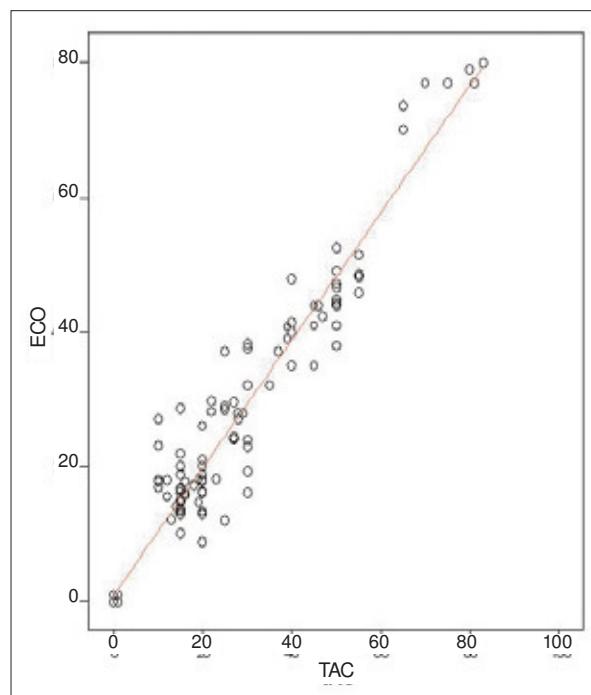


Figura 1. Correlación de las medidas del diámetro máximo del aneurisma, obtenidos en el total de los estudios, tanto pre como postoperatorios.

dida de fijación y migración y pérdida de sellado [10,11]. Los mecanismos etiológicos de estas pérdidas de función son numerosos y conlleva la despresurización del saco aneurismático, con su consiguiente expansión con un permanente o incluso aumentado riesgo de ruptura [12,13].

Los estudios de imagen con angiotomografía se han confirmado como prueba de referencia o patrón oro en el control clínico postoperatorio de estos pacientes [14,15]. Sin embargo, la angiotomografía requiere la administración intravenosa de un medio de contraste, que acarrea un considerable coste y exposición a la radiación, dado el hecho de larga supervivencia y repetidos exámenes con la TAC. Otra técnica de imagen útil en este control clínico es la angiorresonancia magnética [16,17], que tiene la gran desventaja de su alto coste y el no estar disponible en muchas instituciones. Sin embargo, los artefactos metálicos limitan seriamente su empleo. Por lo tanto,

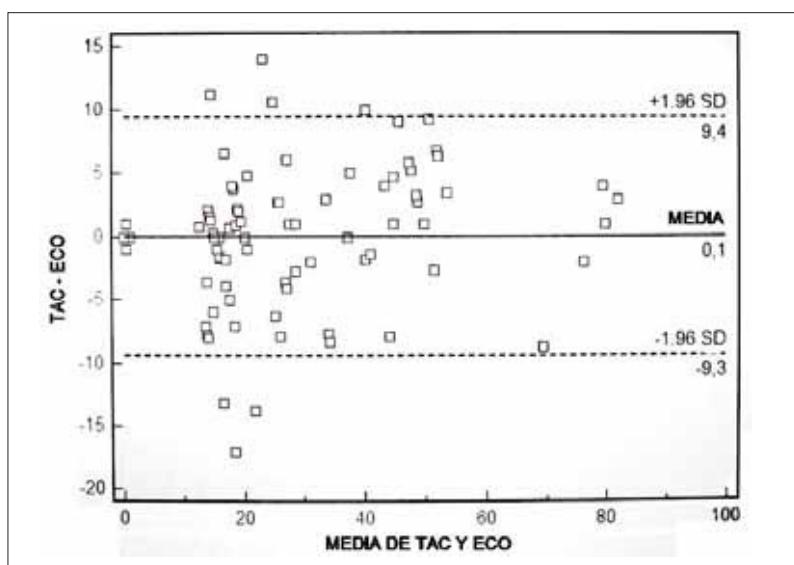


Figura 2. Gráfico de Bland-Altman de las medidas de los diámetros de la tomografía axial computarizada y el dúplex color. La línea discontinua representa el 95% de los límites de concordancia alrededor de la media (línea continua). SD: desviación estándar.

Tabla I. Comparación de los diámetros del saco aneurismático obtenidos mediante tomografía axial computarizada y dúplex color.

	Media ± DT (cm)	Mediana (cm)	Mínimo/máximo (cm)	p
Preoperatorio (n = 14)				
TAC	6,03 ± 1,40	5,25	4,0/8,1	
UD	5,59 ± 1,41	4,99	4,7/7,7	< 0,01
Postoperatorio (n = 35)				
TAC	5,25 ± 1,42	5,00	4,0/8,0	
UD	5,12 ± 1,39	4,69	4,1/7,9	NS
Total (n = 49)				
TAC	5,33 ± 1,18	5,22	4,0/8,1	
UD	5,20 ± 1,69	4,40	4,1/7,9	NS
DT: desviación típica; NS: no significativo; TAC: tomografía axial computarizada; UD: ultrasonografía dúplex.				

los investigadores continúan su búsqueda de una técnica de imagen menos invasiva y más disponible.

La angiotomografía convencional realizada en fase arterial constituye la primera técnica de imagen

en la detección de endofugas y, en efecto, puede detectar aquellas de alto flujo –como, por ejemplo, las de tipo I–; sin embargo, puede perder las de bajo flujo –como las de tipo II– [14,15]. De esta manera, Heilberger et al [13] descubrieron que la UD podía identificar endofugas originadas desde vasos parietales que no se observaban con la TAC, causado por la lenta circulación del contraste por la arteria mesentérica inferior o la arteria lumbar implicada u otro vaso hacia el saco aneurismático en el momento de adquisición de las imágenes de la TAC. Se ha publicado que el diagnóstico con una TAC helicoidal bifásica (fase arterial y adquisiciones con retraso) es superior que el obtenido con uno en fase arterial solamente, aumentando la sensibilidad para detectar endofugas de bajo flujo [15]. Los diámetros medidos con TAC también están sujetos a errores metodológicos y variabilidad interobservador [18]. Medidas realizadas con un cursor en una imagen pequeña pueden errar en varios milímetros. De acuerdo con Lederle et al [19], las variaciones interobservador son menores a 2 mm en el 93% de los casos, pero pueden ser mayores a 5 mm.

En general, la medición del diámetro del AAA es mejor y más

fácil con TAC, es más reproducible, menos influenciable por el hábito corporal y ofrece una adquisición de imagen más rápida. Algunos grupos han propuesto la consideración del volumen del AAA obtenido

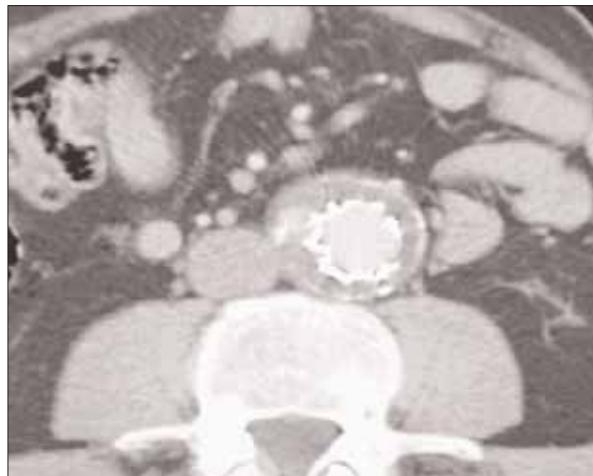


Figura 3. Tomografía axial computarizada con contraste intravenoso de endofuga: existencia de contraste por fuera de la endoprótesis y por dentro del saco aneurismático en la aorta abdominal infrarrenal.

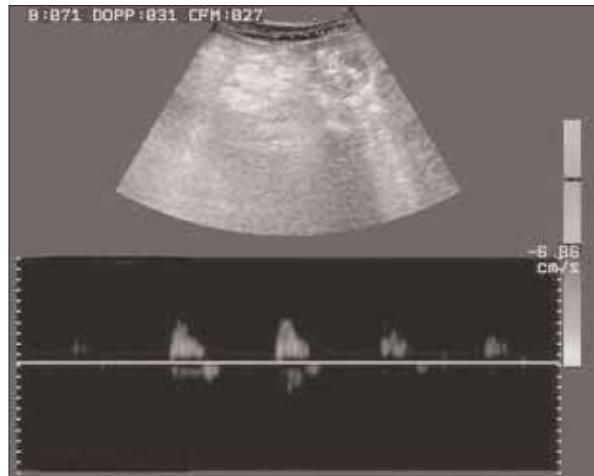


Figura 4. Estudio eco-Doppler color en el que se observa presencia de flujo por fuera de la endoprótesis y dentro del saco aneurismático, con una onda monofásica en espectro Doppler.

con reconstrucciones en tres dimensiones, como una medida más sensible que el diámetro máximo para la detección de cambios en el tamaño tras la reparación endovascular del AAA [20]. La técnica de medición de este volumen se ha estandarizado con la TAC; su cálculo mediante la UD se encuentra todavía en fase experimental [21]. Recientemente se ha propuesto que las medidas de velocidades de flujo intrasaco aneurismático pueden ayudar a predecir qué endofugas tipo II pueden cerrar espontáneamente [22].

La incidencia de endofugas está dentro de los resultados reflejados por varios autores, la mayoría entre 13 y 44% [23-27]. La sensibilidad y especificidad obtenidas con la UD para la detección de endofugas han sido muy bajas en este estudio. No obstante, se encuentran dentro de los intervalos publicados para ellas, puesto que las sensibilidades publicadas se sitúan entre el 25 [6] y el 97% [28], y las especificidades, entre el 74 [8] y el 98,8% [5]. La obtención de un valor predictivo positivo tan bajo (20%) en este estudio puede, en alguna manera, deberse a la baja aparición de endofugas durante el control clínico (4 sobre 35 exploraciones realizadas), puesto que este valor depende de la prevalencia de la entidad a estudiar.

Tabla II. Comparación de la ultrasonografía dúplex con la tomografía axial computarizada en el diagnóstico de endofugas.

	TAC +	TAC -	Total
UD +	3	12	15
UD -	1	19	20
Total	4	31	35

TAC: tomografía axial computarizada; UD: ultrasonografía dúplex.

El principal factor que probablemente explique las pobres sensibilidades publicadas del estudio de la UD comprada con la TAC es la falta de una técnica estandarizada en la detección de endofugas con la UD. El protocolo mayormente aplicado es el de Sato et al [28], que se ha seguido durante este estudio; no obstante, su aplicación práctica se ha desarrollado en otros artículos publicados [6].

La idoneidad técnica de las exploraciones de la UD realizadas en los estudios publicados en la bibliografía se encuentra entre un 19 [28] y un 100% [29], que explica la gran variabilidad técnica entre las diferentes instituciones. Recordamos que esta técnica diagnóstica es en muchas ocasiones dependiente del

explorador y con gran influencia de la técnica. De esta manera, la utilización de ecógrafos de mayor calidad presupone una facilidad exploratoria superior. Por tanto, es necesaria la evaluación en cada centro de sus resultados obtenidos con la UD y compararlos con la TAC para recomendar el método de imagen de elección para el control clínico de estos pacientes.

Varios estudios han propugnado el uso de ecocontrastes para mejorar la sensibilidad del la UD en la detección de endofugas [30-33]. De la revisión de la bibliografía se extrae que aumentan significativamente la detección de endofugas. Sin embargo, no se puede obtener una conclusión sólida porque todos los estudios poseen un tamaño escaso de la muestra (menos de 30 pacientes cada uno). Es necesaria la realización de futuros estudios con una cohorte mayor de pacientes, antes de que se pueda recomendar la utilización de la UD con ecocontraste como la sustitución del estudio mediante angiotomografía.

La medición de los parámetros morfológicos de diámetro y longitud del cuello del aneurisma tras la implantación del dispositivo endoluminal, se han comentado en la bibliografía como posibles factores influyentes en la aparición de endofugas tipo I [34, 35]. La valoración de estas medidas durante el control clínico con eco-Doppler en vez de la TAC no se ha estudiado en la bibliografía y puede ser objeto de futuros estudios al respecto.

Este estudio no está exento de limitaciones. A pe-

sar de realizarse de manera prospectiva, algunas mediciones de los diámetros de la TAC han tenido que realizarse de manera prospectiva sobre las imágenes, al no haber dispuesto de ellas en el momento mismo de la realización del resto de las exploraciones. La aparición de una baja incidencia de endofugas ha podido influir en los valores obtenidos de valores predictivos, de una forma más acusada sobre el valor predictivo positivo; no obstante, parece un número de exploraciones adecuado para la obtención de unos valores representativos de sensibilidad y especificidad. Recordemos que se trata de una exploración que consume gran cantidad de tiempo, lo cual, dentro de un laboratorio de diagnóstico vascular no invasivo, supone su empleo abusivo, siempre que los resultados obtenidos no sean fiables y no permita la sustitución de la TAC.

En conclusión, la UD color no es una verdadera técnica que pueda sustituir el empleo de la angiotomografía en el control clínico de los pacientes sometidos a reparación endovascular de AAA. Obtiene unos buenos resultados en la medida de los diámetros, pero todavía existe controversia en su fiabilidad para valorar su cambio durante el postoperatorio. En la detección de endofugas existe una gran discrepancia entre los estudios publicados y, en caso de recomendar su empleo en el protocolo de control clínico postoperatorio de estos pacientes, se requiere la evaluación de los resultados obtenidos por cada centro.

Bibliografía

- Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 1991; 5: 491-9.
- Buth J, Van Marrewijk CJ, Harris PL, Hop WC, Riambau V, Laheij RJ, EUROSTAR collaborators. Outcome of endovascular abdominal aortic aneurysm repair in patients with conditions considered unfit for an open procedure: a report on the EUROSTAR experience. *J Vasc Surg* 2002; 35: 211-21.
- Cao P, Verzini F, Parlani G, Romano L, De Rango P, Pagliuca V, et al. Clinical effect of abdominal aortic aneurysm endografting: 7-year concurrent comparison with open repair. *J Vasc Surg* 2004; 40: 841-8.
- Prinssen M, Verhoeven EL, Buth J, Cuypers PW, Van Sambeek MR, Balm R, et al. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med* 2004; 349: 1607-18.
- AbuRahma AF, Welch CA, Mullins BB, Dyer B. Computed tomography versus colour duplex ultrasound for surveillance of abdominal aortic stent-grafts. *J Endovasc Ther* 2005; 12: 568-73.
- Elkouri S, Panneton JM, Andrews JC, Lewis BD, McKusick MA, Noel AA, et al. Computed tomography and ultrasound in follow-up of patients after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg* 2004; 18: 271-9.

7. Raman KG, Missig-Carroll N, Richardson T, Muluk SC, Makaroun MS. Color-flow duplex ultrasound scan versus computed tomographic scan in the surveillance of endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2003; 38: 645-51.
8. D'Audiffret A, Desgranges P, Kobeiter H, Becquemin JP. Follow-up evaluation of endoluminally treated abdominal aortic aneurysms with duplex ultrasonography: validation with computed tomography. *J Vasc Surg* 2001; 33: 42-50.
9. Sun Z. Diagnostic value of color duplex ultrasonography in the follow-up of endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *J Interv Radiol* 2006; 17: 759-64.
10. Beebe HG. Lessons learned from aortic aneurysm stent graft failure; observations from several perspectives. *Semin Vasc Surg* 2003; 16: 129-38.
11. Connors MS III, Sternberg WC III, Carter G, Tonnessen BH, Yoselevitz M, Money SR. Endograft migration one to four years after endovascular abdominal aortic aneurysm repair with the AneuRx device: a cautionary note. *J Vasc Surg* 2002; 36: 476-84.
12. Bernhard VM, Mitchell RS, Matsumura JS, Brewster DC, Decker M, Lamparello P, et al. Ruptures abdominal aortic aneurysm after endovascular repair. *J Vasc Surg* 2002; 35: 1155-62.
13. Dattilo JB, Brewster DC, Fan CM, Geller SC, Cambria RP, Lamuraglia GM, et al. Clinical failures of endovascular abdominal aortic aneurysm repair: incidence, causes, and management. *J Vasc Surg* 2002; 35: 1137-44.
14. Armerding MD, Rubin GD, Beaulieu CF, Slonim SM, Olcott EW, Samuels SL, et al. Aortic aneurysmal disease: assessment of stent-grafted treatment-CT versus conventional angiography. *Radiology* 2000; 215: 138-46.
15. Golzarian J, Dussaussois L, Abada HT, Gevenois PA, Van Gansbeke D, Ferreira J, et al. Helical CT of aorta after endoluminal stent-graft therapy: value of biphasic acquisition. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171: 329-31.
16. Engellau L, Larsson EM, Albrechtsson U, Jonung T, Ribbe E, Thorne J, et al. Magnetic resonance imaging and MR angiography of endoluminally treated abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 15: 212-9.
17. Haulon S, Lions C, McFadden EP, Koussa M, Gaxotte V, Halina P, et al. Prospective evaluation of magnetic resonance imaging after endovascular treatment of infrarenal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 22: 62-9.
18. Jaakola P, Hippeläinen M, Farin P, Ryttonen H, Kainulainen S, Partanen K. Interobserver variability in measuring the dimensions of the abdominal aorta: comparison of ultrasound and computed tomography. *Eur J Endovasc Surg* 1996; 12: 230-7.
19. Lederle FA, Wilson SE, Johnson GR, Reinke DB, Littooy FN, Acher CW, et al. Variability in measurement of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 1995; 21: 945-52.
20. Wever JJ, Blankenstein JD, Mali WP, Eikelboom BC. Maximal aneurysm diameter follow-up is inadequate after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; 20: 177-82.
21. Leotta DF, Paun M, Beach KW, Kohler TR, Zierler RE, Strandness DE Jr. Measurement of abdominal aortic aneu-
- rysms with three-dimensional ultrasound imaging: preliminary report. *J Vasc Surg* 2001; 33: 700-7.
22. Arko FR, Filis KA, Siedel SA, Johnson BL, Drake AR, Fogarty TJ, et al. Intrasac flow velocities predict sealing type II endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2003; 37: 8-15.
23. May J, White GH, Yu W, Waugh R, Stephen M, Harris J. A prospective study of changes in morphology and dimensions of abdominal aortic aneurysm following endoluminal repair: Preliminary report. *J Endovasc Surg* 1995; 2: 343-7.
24. Blum U, Voshage G, Lammer J, Beyersdorf F, Tollner D, Kretschmer G, et al. Endoluminal stent-grafts for infrarenal abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med* 1997; 336: 13-20.
25. Moore WS, Rutherford RB. Transfemoral endovascular repair of abdominal aortic aneurysm: results of the North American EVT phase I trial. *J Vasc Surg* 1996; 23: 543-53.
26. Chuter TA, Wendt G, Hopkinson BR, Scott RA, Risberg B, Walker PJ, et al. Transfemoral insertion of a bifurcated endovascular graft for aortic aneurysm repair: the first 22 patients. *Cardiovasc Surg* 1995; 3: 121-8.
27. Lawrence-Brown MMD, Hartley D, MacSweeney STR, Kelsay P, Ives FJ, Holden A, et al. The Perth endoluminal bifurcated graft system-development and early experience. *Cardiovasc Surg* 1996; 4: 706-12.
28. Sato DT, Goff CD, Gregoy RT, Robinson KD, Carter KA, Herts BR, et al. Endoleak after aortic stent graft repair: diagnosis by colour duplex ultrasound scan versus computed tomography scan. *J Vasc Surg* 1998; 28: 657-63.
29. Wolf YG, Johnson BL, Hill BB, Rubin GD, Fogarty TJ, Zarin CK. Duplex ultrasound scanning versus computed tomographic angiography for post-operative evaluation of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2000; 32: 1142-8.
30. Heilberger P, Schunn C, Ritter W, Weber S, Raithel D. Postoperative colour duplex scanning in aortic endografting. *J Endovasc Surg* 1997; 4: 262-71.
31. Bendick PJ, Bove PG, Long GW, Zelenock GB, Brown OW, Shanley CJ. Efficacy of ultrasound scan contrast agent in the non-invasive follow-up of aortic stent grafts. *J Vasc Surg* 2003; 37: 381-5.
32. Giannoni MF, Palombo G, Sbarigia E, Spezziale F, Zaccaria A, Fiorani P. Contrast-enhanced ultrasound imaging for aortic stent-graft surveillance. *J Endovasc Ther* 2003; 10: 208-17.
33. Napoli V, Bargellini I, Sardella SG, Petrucci P, Cioni R, Vigiani C. Abdominal aortic aneurysm: contrast-enhanced US for missed endoleaks after endoluminal repair. *Radiology* 2004; 233: 217-25.
34. Cao P, Verzini F, Parlani G, Rango PD, Parente B, Giordano G, et al. Predictive factors and clinical consequences of proximal aortic neck dilatation in 230 patients undergoing abdominal aorta aneurysm repair with self-expandable stent-grafts. *J Vasc Surg* 2003; 37: 1200-5.
35. Leurs LJ, Stultiens G, Kievit J, Buth J, EUROSTAR Collaborators. Adverse events at the aneurysmal neck identified at follow-up after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: how do the correlate? *Vascular* 2005; 13: 261-7.

THE DIAGNOSTIC VALUE OF COLOUR DOPPLER ULTRASONOGRAPHY IN THE CLINICAL MONITORING OF ENDOVASCULAR ABDOMINAL AORTIC ANEURYSM REPAIR

Summary. Introduction. Clinical monitoring of the endovascular treatment of aneurysmal disease of the abdominal aorta is based on evaluating the progression of the size of the aneurysm, the patency of the stent and the detection of leaks. Aim. To compare colour Doppler ultrasonography (DU) with computerised axial tomography (CAT) for evaluating the size of the aneurysm and the detection of leaks in the endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms. Patients and methods. A prospective study between January and December 2005; colour DU and CAT scans were conducted in 14 patients submitted to endovascular treatment at 1, 6 and 12 months. Sizes of the aneurysms were compared by means of the t test for dependent samples and correlation studies. Sensitivity, specificity, predictive positive value and predictive negative value and the kappa coefficient of agreement were calculated for leak detection. Results. The mean period of clinical monitoring was 9.4 months and 49 examinations were compared. The mean diameter of the aneurysm at three months' clinical monitoring was 51.2 cm with colour DU and 52.5 cm with CAT scanning ($p = \text{non-significant}$). The correlation coefficient was 0.97 ($p < 0.001$). Patency was maintained in all the devices. In the detection of leaks, the results of the colour DU study for sensitivity, specificity, predictive positive value and predictive negative value were 75, 61, 20 and 95%, respectively ($\kappa = 0.61$). Conclusions. The colour DU study correlates very well with CAT in the measurement of the size of aneurysms. In contrast, it has a very low predictive positive value for the detection of leaks. [ANGIOLOGÍA 2007; 59: 29-37]

Key words. Abdominal aortic aneurysm. Colour Doppler ultrasonography. Computerised tomography. Endoleak. Endovascular treatment.