

Reparación endovascular de aneurismas aórticos abdominales: resultados a los 5 años de seguimiento

R.M. Sandford, M.J. Bown, R.D. Sayers, G. Fishwick, N.J. London y A. Nasim, Leicester, Reino Unido

La reparación endovascular de aneurismas (REVA) ofrece una alternativa a la corrección abierta de menor agresividad quirúrgica y menor mortalidad y morbilidad perioperatorias. Este procedimiento se acompaña de posibles complicaciones, incluido el fracaso del dispositivo, migración del injerto y endofugas, que requieren un seguimiento a largo plazo. Sigue siendo una técnica relativamente nueva y, por esta razón, no se dispone todavía de datos suficientes sobre sus resultados a largo plazo. En el presente estudio se describen los resultados de la técnica a los 5 años a partir de un centro individual. Se revisó el seguimiento durante este período correspondiente a 58 pacientes que se sometieron a REVA en un solo centro utilizando diversos dispositivos comerciales. Cada 6 meses, todos los pacientes fueron seguidos con eco-Doppler y examen físico en una clínica dirigida por una enfermera, además de una tomografía computarizada (TC) anual para los que participaron en el ensayo REVA. En esta serie todos los pacientes eran hombres cuya edad mediana era de 72 años (límites 58-81). El diámetro aórtico preoperatorio medio fue de 5,95 cm y después de la REVA se redujo hasta 5,2 cm (diámetro medio) a los 5 años. La estancia hospitalaria media fue de 7 días y no se produjeron muertes perioperatorias. Se produjeron 20 (34%) complicaciones precoces y 15 (26%) tardías. Hubo 13 endofugas confirmadas en la TC; cuatro (31%) eran de tipo I y nueve (69%) de tipo II. La tasa de mortalidad por cualquier causa fue del 26%. No se produjeron muertes tardías relacionadas con el aneurisma. La REVA confiere la ventaja de una estancia hospitalaria más breve y una disminución de la mortalidad y morbilidad perioperatorias. Sin embargo, su seguimiento a largo plazo sigue siendo de máxima prioridad para detectar la aparición de complicaciones tardías.

INTRODUCCIÓN

Desde la introducción de la reparación endovascular de un aneurisma aórtico abdominal (REVA) en 1991¹, la técnica ha ganado popularidad y en algunos centros se ha convertido en el método de elección para el tratamiento de esta patología. Los

estudios aleatorizados a gran escala han descrito beneficios significativos en la disminución de la morbilidad y mortalidad perioperatorias comparado con la corrección abierta convencional²⁻⁴ y, en pacientes apropiados con una anatomía adecuada, tasas de mortalidad de tan sólo un 1,7%².

Una de las principales preocupaciones en relación con esta técnica es el potencial de complicaciones tardías y la necesidad de una intervención secundaria para tratarlas. Aunque la corrección abierta se acompaña también de complicaciones a largo plazo, tales como la formación de pseudoaneurismas e infecciones tardías del injerto, su incidencia es reducida y, por lo tanto, no suelen requerir el mismo grado de vigilancia⁵.

Complicaciones tales como la migración o fractura del *stent*, o acodaduras de los componentes del dispositivo, así como las endofugas, son específicas

DOI of original article: 10.1016/j.avsg.2007.09.017.

Vascular Surgery Group, Department of Cardiovascular Sciences, University of Leicester, Leicester Royal Infirmary, Leicester, Reino Unido.

Correspondencia: R. M. Sandford, Vascular Surgery Group, Department of Cardiovascular Sciences, University of Leicester, Level 2 RKCSB, Leicester Royal Infirmary, Leicester LE2 7LX, Reino Unido. Correo electrónico: rs173@le.ac.uk

Ann Vasc Surg 2008; 22: 372-378

DOI: 10.1016/j.avsp.2008.07.013

© Annals of Vascular Surgery Inc.

Publicado en la red: 8 de mayo de 2008

de la REVA. La incidencia de rotura tardía del aneurisma aumenta cuando hay complicaciones relacionadas con el injerto, en particular una endofuga de tipo I y III^{6,7}. Estas complicaciones pueden acontecer en cualquier momento en el postoperatorio y permanecer asintomáticas hasta que tiene lugar la rotura. Por esta razón, tras la implantación de un *stent*, es necesaria una vigilancia a largo plazo para detectar y tratar los posibles problemas⁸.

Con frecuencia, la exclusión completa del aneurisma se asocia con una regresión del tamaño sacular⁹⁻¹¹ y la monitorización del tamaño del saco es útil para detectar los aumentos, que se sabe que se asocian con endofugas^{12,13}. Además de los cambios del diámetro del saco, la vigilancia puede detectar complicaciones, como una endofuga, fractura o migración de la endoprótesis.

El ensayo EVAR 1, que comparó la REVA con la corrección abierta del aneurisma en pacientes apropiados, documentó una tasa de mortalidad por cualquier causa del 28% a los 4 años tras la aleatorización en ambos grupos. Sin embargo, entre pacientes del grupo REVA se observó una reducción persistente de la mortalidad relacionada con el aneurisma del 4% comparado con el 7% en el grupo sometido a corrección abierta. La proporción de pacientes que desarrollaron complicaciones postoperatorias durante el período de 4 años fue significativamente mayor en el grupo REVA (41%) comparado con el 9% en el otro grupo².

La base de datos EUROSTAR empezó a obtener datos en 1996 y recientemente se han descrito los resultados a largo plazo tras REVA. Se han identificado diferencias significativas en pacientes tratados con los dispositivos de primera generación y los que han recibido dispositivos todavía en uso; no obstante, incluso para los de más reciente aparición, la necesidad de una nueva reparación endovascular transfemoral fue del 11,6% a los 3 años. Además, el 4,4% de pacientes requirieron una conversión a cirugía abierta durante este período de tiempo, siendo la mortalidad relacionada con el aneurisma del 2,6% a los 3 años¹⁴.

Se ha sugerido que la pérdida de la ventaja de supervivencia de la REVA con el tiempo se relaciona con la elevada tasa de reintervenciones⁴. En pacientes sometidos a nuevas intervenciones se observa una disminución de la supervivencia, que parece proporcional a la naturaleza de la reintervención¹⁵ (transfemoral, transabdominal, etc.) más que el número necesario de procedimientos.

Por esta razón, para determinar la permeabilidad a largo plazo de la REVA y documentar las complicaciones tardías es indispensable un seguimiento

continuado. En el presente estudio se describen los datos de los resultados a los 5 años de la reparación endovascular de aneurismas en un centro individual.

MÉTODOS

Entre el 30 de marzo de 1994 y el 8 de octubre de 2005, 310 pacientes se sometieron a REVA en la Leicester Royal Infirmary. Se dispuso de datos de seguimiento a los 5 años para 58 pacientes operados entre julio de 1994 y el 3 de octubre de 2000, que constituyen la base de este estudio. Se revisaron retrospectivamente los informes operatorios y los resultados de las técnicas de diagnóstico por la imagen, registrándose los datos relativos al diámetro aórtico preoperatorio, estancia hospitalaria, complicaciones perioperatorias, tasa de reintervención y supervivencia.

Efectuaron los procedimientos un cirujano vascular consultor y un radiólogo intervencionista vascular consultor, en colaboración. Inicialmente, la mayor parte de *stents* usados fueron de diseño propio; sin embargo, también se usaron diversos dispositivos comerciales y todos se han incluido en el análisis. Al término del procedimiento, se efectuó una angiografía para confirmar la colocación correcta de la endoprótesis sin flujo a su alrededor.

Los pacientes fueron seguidos después del alta hospitalaria en una clínica dirigida por una enfermera especialista. Inicialmente se visitó a los pacientes al cabo de un mes de alta, acto seguido, a los 3 meses y, a continuación, a intervalos cada 6 meses. En cada visita, un técnico vascular con formación efectuó un eco-Doppler para monitorizar los cambios del tamaño del saco y detectar endofugas. Para todos los estudios se utilizó un ecógrafo Philips (Hamburgo, Alemania) HDI 5000, y no se usaron medios de contraste. Los pacientes también se sometieron a una exploración clínica para revisar la pulsatilidad o dolor en la aorta abdominal. Cuando se detectó una anomalía en el eco-Doppler, o las imágenes fueron subóptimas, se efectuó una tomografía computarizada (TC) utilizando un TC helicoidal de corte único (Philips Secura). Cualquier complicación detectada se abordó en una reunión multidisciplinaria y se acordó un plan de tratamiento.

Las intervenciones secundarias se definieron como cualquier procedimiento efectuado después de la reparación endovascular inicial. Su indicación incluyó cualquier complicación de la endoprótesis que predispusiera a la rotura del aneurisma, por

ejemplo, fuga de alta presión (tipo I o III) o fuga de baja presión (tipo II) con pruebas de aumento del tamaño del saco.

RESULTADOS

Entre el 1 de julio de 1994 y el 3 de octubre de 2000 se sometieron a REVA electiva 58 hombres. La edad mediana fue de 72 años (límites 58-81). En la [tabla I](#) se proporcionan los datos relativos a las comorbilidades y al tabaquismo. La cardiopatía isquémica se definió como angina o infarto de miocardio previo o actual; la hipertensión arterial, diabetes y la hipercolesterolemia se definieron según el tratamiento actual. El grado medio (moda) obtenido en la escala de la American Society of Anesthesiologists (ASA) fue de 2 (límites 2-4) y la puntuación media obtenida en la Physiological and Operative Severity Score for the Enumeration of Mortality and Morbidity¹⁶ (POSSUM) fue de 17 (límites 13-26).

De los dispositivos usados 30 (52%) eran de diseño propio, basado en una fijación con *stents* expandibles con balón¹⁷ (Leicester EndoGraft System [LEGS]). Se emplearon 28 (48%) dispositivos comerciales: 20 (34%) fabricados por Medtronic (Talent; Sunnyvale, CA), tres (5%) por Gore (Excluder; Flagstaff, AZ) y cinco (9%) otros de uso comercial, incluido el Palmaz (Johnson and Johnson, New Brunswick, NJ), Mintec, Vanguard (Boston Scientific, Natick, MA) y Endovascular Technologies (EVT) (Guidant, Menlo Park, CA) ([tabla II](#)).

Al completar la angiografía se detectaron cuatro fugas que requirieron intervención. Una fuga de tipo II a partir de una arteria ilíaca interna permeable se embolizó satisfactoriamente. Además, hubo tres endofugas de tipo I (dos fugas distales y una proximal) que requirieron intervención. Puesto que, durante ese período, la endoprótesis se fabricaba a medida del paciente concreto, no se disponía de dispositivos de extensión durante la intervención inicial. Los *stents* se dilataron de nuevo con balón; sin embargo, las fugas persistieron. Por lo tanto, era evidente que se necesitaría su reintervención diferida. Un paciente se sometió a una revisión de la REVA como procedimiento secundario; no obstante, en los otros dos pacientes fue necesaria su conversión a una corrección abierta (uno después de una tentativa fallida de sellar la fuga con un procedimiento endovascular). En ningún paciente se identificó un factor predisponente para dicha complicación.

Se produjeron 20 (34%) complicaciones postoperatorias precoces, definidas como las presentadas al

Tabla I. Datos de las comorbilidades y tabaquismo

	Número de pacientes (%)
Comorbilidad	
Cardiopatía isquémica	21 (36%)
Diabetes	4 (7%)
Hipertensión arterial	29 (50%)
Hipercolesterolemia	5 (9%)
Tabaquismo	
Fumador actual	13 (22%)
Ex fumador	31 (53%)
No fumador	6 (10%)
No recordado	8 (14%)

Tabla II. Dispositivos usados

Dispositivo	Número de pacientes (%)
Dispositivo de "Leicester"	30 (52%)
Gore Excluder	3 (5%)
Medtronic Talent	20 (34%)
Otros dispositivos comerciales	5 (9%)
Palmaz	2 (3%)
Mintec	1 (2%)
Vanguard	1 (2%)
EVT	1 (2%)

EVT: Endovascular Technologies.

cabo de 30 días de la cirugía ([tabla III](#)), 15 (26%) tardías, 11 de ellas relacionadas con endofugas ([tabla III](#)). Es de destacar que cinco pacientes (9%) requirieron una intervención para la oclusión del injerto: tres con dispositivos uniilíacos y dos con dispositivos bifurcados. De estas cinco oclusiones, dos se desarrollaron al cabo de 30 días de la cirugía y tres fueron intervenciones tardías > 30 días postoperatorios ([tabla III](#)). De las oclusiones tardías, dos requirieron un *bypass* extraanatómico; los casos precoces respondieron a una trombectomía. La estancia hospitalaria media fue de 7 días (límites 2-24). No se produjeron muertes perioperatorias u hospitalarias.

De las endofugas, 19 (33%) se observaron en el eco-Doppler durante el período de 5 años; sin embargo, sólo 13 de ellas (22%) se confirmaron en la TC. De éstas, cuatro (31%) eran fugas de tipo I (tres distales y una proximal) y nueve (69%) eran de tipo II (cinco de la arteria mesentérica inferior y cuatro de los vasos lumbares). En seis casos el eco-Doppler sugirió una endofuga pero no se efectuó TC. De estos pacientes, dos se sometieron a una

Tabla III. Complicaciones postoperatorias

Complicaciones	Dispositivos comerciales (n = 28)	LEGS (n = 30)	Número total de pacientes (%)
Precoces (< 30 días)	1 (2%)	1 (2%)	2 (3%)
Trombosis del injerto	1 (2%)	3 (5%)	4 (7%)
Infección de la herida	0	2 (3%)	2 (3%)
Íleo postoperatorio	1 (2%)	1 (2%)	2 (3%)
Disfunción renal	1 (2%)	0	1 (2%)
Infarto de miocardio	1 (2%)	0	1 (2%)
Ictus	0	1 (2%)	1 (2%)
Infección de las vías respiratorias inferiores	0	1 (2%)	1 (2%)
Trombosis venosa profunda			
Endofuga	0	1 (2%)	1 (2%)
Tipo I	3 (5%)	2 (3%)	5 (9%)
Tipo II	8 (29%)	12 (40 %)	20 (34%)
Total			
Tardías (> 30 días)	1 (2%)	2 (3%)	3 (5%)
Trombosis del injerto	1 (2%)	0	1 (2%)
Impotencia			
Endofuga	3 (5%)	1 (2%)	4 (7%)
Tipo I	3 (5%)	4 (7%)	7 (12%)
Tipo II	8 (29%)	7 (23%)	15 (26%)
Total			

LEGS: Leicester EndoGraft System.

angiografía diagnóstica, que excluyó la endofuga; en dos la angiografía confirmó una fuga de tipo II, que se embolizó y en dos casos no hubo un registro adicional de fuga en los eco-Doppler siguientes.

Se sometieron a 28 intervenciones 19 pacientes, como se detalla en la [tabla IV](#). Las indicaciones más habituales de la intervención fueron una fuga de tipo I o de tipo II con un saco aneurismático aumentado de tamaño. Se produjeron dos conversiones a corrección abierta: una para una fuga persistente de tipo I que no respondió a las dos tentativas de reparación endovascular y a una inyección de trombina asistida con laparoscopia y la otra para una fuga distal de tipo I de la extremidad derecha.

En el grupo que recibió dispositivos comerciales se produjeron ocho complicaciones precoces y en el grupo LEGS se observaron 12, diferencia que no fue significativa ($p = 0,42$, prueba exacta de Fisher). También se observaron ocho complicaciones tardías en el grupo que recibió dispositivos comerciales y siete en el grupo LEGS, diferencia que tampoco fue significativa ($p = 0,77$, prueba exacta de Fisher).

El diámetro aórtico preoperatorio medio fue de 5,95 cm (límites 5-8). Con el tiempo se observó una reducción gradual del tamaño medio del saco ([fig. 1](#)), que se demostró más claramente cuando se excluyó a los pacientes con una endofuga

conocida asociada con aumento de tamaño del saco ([fig. 2](#)).

Durante el período de 5 años, se produjeron 13 muertes, sin muertes perioperatorias (definidas como las acontecidas al cabo de 30 días de la cirugía). En la [tabla V](#) se proporcionan los detalles. Para cuatro pacientes no se dispuso de los detalles relativos a la causa de la muerte porque las historias clínicas hospitalarias y del médico general eran incompletas. De estos cuatro pacientes, ninguno se había sometido a una intervención secundaria, y el resultado del último eco-Doppler anotado en la historia no indicaba pruebas de endofuga o aumento del tamaño del saco. Estas muertes se produjeron a los 7 (dos pacientes), 8 y 9 años postoperatoriamente. Hasta lo que conocen los autores no se produjeron roturas tardías del aneurisma. Entre pacientes sometidos a una intervención secundaria, la mortalidad fue del 21% mientras que en los que no requirieron esta segunda intervención, fue del 28%. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0,75$, prueba exacta de Fisher).

DISCUSIÓN

El presente estudio revisó los datos de los resultados a los 5 años de una serie consecutiva de pacientes

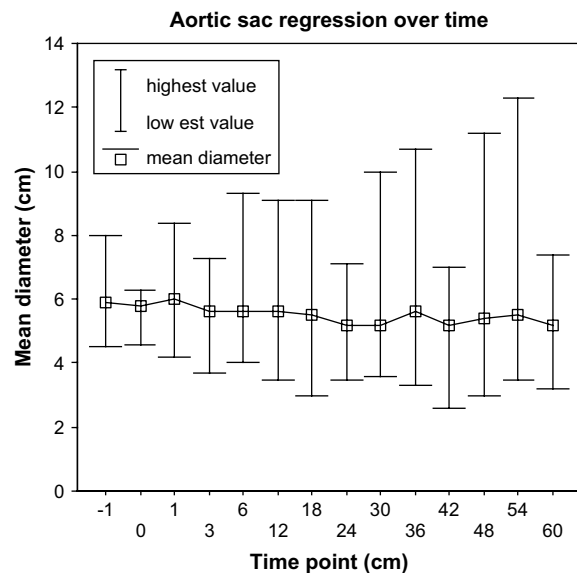
Tabla IV A. Detalles de las endofugas

Tipo de fuga	Precoz (< 30 días)		Tardía (> 30 días)		Número de pacientes (%)
	Endoprótesis comerciales	LEGS	Endoprótesis comerciales	LEGS	
Tipo I	0	1	3	1	5 (29%)
Tipo II	3	2	3	4	12 (71%)
Número total de fugas	6		11		17 (29%)

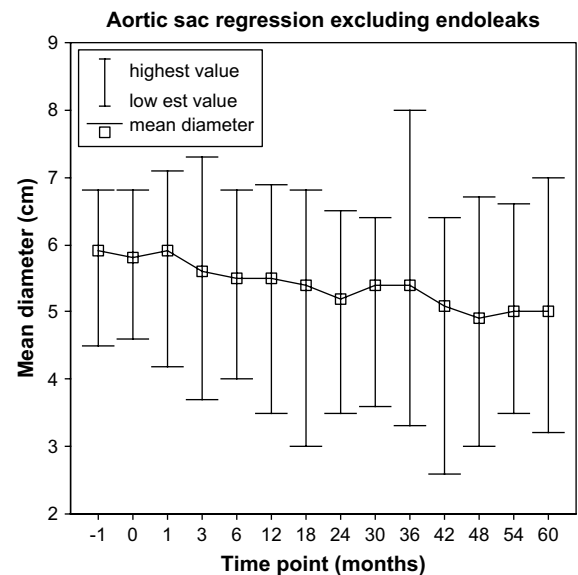
LEGS: Leicester EndoGraft System.

Tabla IV B. Detalles de las intervenciones

Intervención	Precoz (< 30 días)	Tardía (> 30 días)	Número de pacientes (%)
Angiografía diagnóstica	0	5	5 (18%)
Angioplastia	0	1	1 (4%)
Embolización transfemoral	1	11	12 (43%)
Revisión/extensión del injerto	0	5	5 (18%)
Inyección laparoscópica de trombina	0	1	1 (4%)
Ligadura laparoscópica de un vaso colateral	0	1	1 (4%)
Injerto cruzado femorofemoral	0	1	1 (4%)
Conversión a una corrección abierta	0	2	2 (7%)

**Fig. 1.** Regresión media del saco aneurismático.

sometidos a reparación endovascular del aneurisma en un centro individual. Hubo una incidencia de complicaciones postoperatorias del 28% pero no se produjeron muertes perioperatorias. En dos pacientes se produjo la conversión a una corrección abierta asociada con endofugas de alta presión. La tasa de intervención secundaria fue del 33% y, en este grupo, la supervivencia no fue diferente de la

**Fig. 2.** Regresión media del saco aneurismático con exclusión de las endofugas.

observada en el grupo “libre de intervención”. La supervivencia global a los 5 años fue del 74%.

En el segmento de edad de 65-84 años la mortalidad por cualquier causa en hombres es de alrededor del 4% al año (cifras obtenidas de la página Web de la National Statistics en <http://www.statistics.gov.uk>). Por esta razón, cuando se toma un período de 5 años, la mortalidad predecible en este grupo se

Tabla V. Mortalidad después de la reparación endovascular del aneurisma

Causa de la muerte	Número de pacientes (%)	
	Dispositivos comerciales	LEGS
Infarto de miocardio	0	3
Insuficiencia cardíaca congestiva	1	0
Accidente vascular cerebral	0	1
Cáncer	1	0
Relacionada con el aneurisma	0	0
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	1
Infecciosa	0	1 (no relacionada con el injerto)
Traumatismo	1	0
Desconocida	0	4
Total	3	10

LEGS: Leicester EndoGraft System.

encontraría en los límites del 20%. Por consiguiente, la tasa de mortalidad descrita del 25,8% representa un riesgo relativo del 1,16% anual tras la REVA.

El ensayo EVAR 1 describió una tasa de mortalidad por cualquier causa similar, del 28% a los 4 años de la aleatorización². Los datos del ensayo EUROSTAR sugieren una supervivencia a los 3 años del 85-90%⁴ y el ensayo Dutch Randomised Endovascular Aneurysm Management (DREAM) describió una supervivencia a los 2 años del 89,7%³; no obstante, es probable que estas cifras sigan siendo comparables con las descritas en el presente estudio cuando se consideran períodos de seguimiento más breves.

De nuevo, la tasa de reintervención del presente estudio del 33% es similar a la descrita a los ensayos EVAR 1 y EUROSTAR, que sugieren tasas del 20 y 18% a los 4 y 2 años después de la REVA, respectivamente^{2,15}. No se observaron diferencias desde un punto de vista de la trombosis, infección del injerto o endofuga entre dispositivos comerciales y LEGS; esto coincide con los hallazgos de Malas et al¹⁸, que describieron que los *stents* autoexpandibles pueden provocar algunas complicaciones no observadas con los dispositivos de fabricación propia aorto-uniilíacos expandibles con balón.

La vigilancia de las endoprótesis aórticas se considera obligatoria en la mayoría de centros debido a la

posibilidad de complicaciones tardías. Es motivo de controversia cuál es la mejor técnica de diagnóstico por la imagen para el seguimiento sistemático, sugiriendo algunos autores la TC¹⁹, mientras que otros recomiendan el uso de la ecografía^{20,21}. En el presente estudio, todos los pacientes fueron seguidos principalmente con ecografía, utilizando la TC cuando se consideró necesario. Aunque se ha descrito que el eco-Doppler no es sensible para detectar las endofugas²², diversos autores²³⁻²⁵ confirman que es una técnica adecuada para el seguimiento sistemático de las endoprótesis aórticas, utilizando TC de forma selectiva cuando los resultados de la ecografía no son claros. Las ventajas de ésta sobre la TC como modalidad de diagnóstico por la imagen de primera elección son múltiples e incluyen la evitación de una dosis de radiación y un coste innecesarios, además de la comodidad de los resultados instantáneos disponibles durante la misma consulta ambulatoria. Con la introducción de medios de contraste ecográficos²⁶, es posible que la ecografía llegue a ser tan, o incluso más, sensible que la TC en la detección de endofugas. Utilizándola como prueba diagnóstica de primera elección, no observamos una mortalidad tardía relacionada con el aneurisma debido a endofugas o desplazamientos del *stent* no diagnosticados y, por lo tanto, la consideramos una estrategia razonable.

Las endofugas de tipo II siguen siendo un tema a debate. Aunque puede considerarse que confieren un riesgo relativamente bajo de rotura^{27,28}, cuando hay pruebas de aumento de tamaño del saco, es posible un mayor riesgo de esta temible complicación^{29,30}; por esta razón, se recomienda su tratamiento preferente. Sin embargo, se ha demostrado que una estrategia conservadora de monitorización de los aumentos de tamaño del saco no entraña riesgos^{31,32} y, utilizando esta norma, no observamos complicaciones como consecuencia de las fugas de tipo II.

Algunos estudios han sugerido que la regresión del saco es un marcador de la colocación satisfactoria del *stent*^{9,10,12} y, en realidad, se observó una diferencia entre el grupo libre de endofugas y en el grupo en conjunto. Otros autores han observado una diferencia en el grado de regresión del saco de acuerdo con el tipo de endoprótesis utilizada^{13,33}, a pesar de que el presente estudio no incluyó el número suficiente de pacientes para confirmarlo.

Aunque se han efectuado diversos ensayos multicéntricos a gran escala con resultados a medio plazo²⁻⁴, apenas se han publicado informes de un solo centro sobre seguimiento tardío después de REVA^{34,35}. El presente estudio confirma unas tasas de mortalidad y complicaciones aceptables

partiendo de una cohorte de pacientes sometidos a una reparación endovascular en un centro individual. Por esta razón, recomendamos continuar el uso de esta técnica y consideramos que el seguimiento con ecografía es viable y fiable en la detección de complicaciones tardías.

BIBLIOGRAFÍA

1. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg* 1991;5:491-497.
2. EVAR Trial Participants. Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. *Lancet* 2005;365:2179-2186.
3. Blankensteijn JD, de Jong SE, Prinssen M, et al. Dutch Randomised Endovascular Aneurysm Management (DREAM) Trial Group. Two year outcomes after conventional or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med* 2005;352:2398-2405.
4. Laheij RJF, Buth J, Harris PL, Moll FL, Stelter WJ, Verhoven EL on behalf of the EUROSTAR collaborators. Need for secondary interventions after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. Intermediate-term follow-up results of a European collaborative registry (EUROSTAR). *Br J Surg* 2000;87:1666-1673.
5. Hallett JW, Jr, Marshall DM, Peterson TM, et al. Graft-related complications after abdominal aortic aneurysm repair: reassurance from a 36-year population-based experience. *J Vasc Surg* 1997;25:277-284.
6. van Marrewijk C, Buth J, Harris PL, Norgren L, Nevelsteen A, Wyatt MG. Significance of endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: the EUROSTAR experience. *J Vasc Surg* 2002;35:461-473.
7. Powell A, Benenati JF, Becker GJ, Katzen BT, Zemmel G, Tummala S. Postoperative management: type I and III endoleaks. *Tech Vasc Interv Radiol* 2001;4:227-231.
8. Harris PL, Vallabhaneni S, Deagranges P, Becquemin J-P, van Marrewijk C, Laheij RJ for the EUROSTAR Collaborators. Incidence and risk factors of late rupture, conversion and death after endovascular repair of infrarenal aortic aneurysms. The EUROSTAR experience. *J Vasc Surg* 2000;32:739-749.
9. Farmer MC, Carpenter JP, Baum RA, Fairman RM. Early changes in abdominal aortic aneurysm diameter after endovascular repair. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:205-210.
10. Lee JT, Aziz IN, Lee JT, et al. Volume regression of abdominal aortic aneurysms and its relation to successful endoluminal exclusion. *J Vasc Surg* 2003;38:1254-1263.
11. Rhee RY, Eskandari MK, Zajko AB, Makaroun MS. Long-term fate of the aneurysmal sac after endoluminal exclusion of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2000;32:689-696.
12. Wolf YG, Hill BB, Rubin GD, Fogarty TJ, Zarins CK. Rate of change in abdominal aortic aneurysm diameter after endovascular repair. *J Vasc Surg* 2000;32:108-115.
13. Sternbergh WC, 3rd, Connors MS, 3rd, Tonnessen BH, Carter G, Mo RS. Aortic aneurysm sac shrinkage after endovascular repair is device-dependent: a comparison of Zenith and AneuRx endografts. *Ann Vasc Surg* 2003;17:49-53.
14. Torella F on behalf of the EUROSTAR Collaborators. Effect of improved endograft design on outcome of endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2004;40:216-221.
15. Becquemin J-P, Kelley L, Zubilewicz T, Desgranges P, Lapeyre M, Kobeiter H. Outcomes of secondary interventions after abdominal aortic aneurysm endovascular repair. *J Vasc Surg* 2004;39:298-305.
16. Neary WD, Heather BP, Earnshaw JJ. The Physiological and Operative Severity Score for the enUmeration of Mortality and Morbidity (POSSUM). *Br J Surg* 2003;90:157-165.
17. Ingle H, Fishwick G, Garnham A, Thompson MM, Bell PR. Long-term results of endovascular AAA repair using a homemade aortomonoiliac PTFE device. *J Endovasc Ther* 2002;4:481-487.
18. Malas MB, Ohki T, Veith FJ, et al. Absence of proximal neck dilatation and graft migration after endovascular aneurysm repair with balloon-expandable stent-based endografts. *J Vasc Surg* 2005;42:639-644.
19. McWilliams RG, Martin J, White D, et al. Detection of endoleak with enhanced ultrasound imaging: comparison with biphasic computed tomography. *J Endovasc Ther* 2002;9:170-179.
20. Wolf YG, Johnson BL, Hill BB, Rubin GD, Fogarty TJ, Zarins CK. Duplex ultrasound scanning versus computed tomographic angiography for postoperative evaluation of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2000;32:1142-1148.
21. AbuRahma AF, Welch CA, Mullins BB, Dyer B. Computed tomography versus color duplex ultrasound for surveillance of abdominal aortic stent-grafts. *J Endovasc Ther* 2005;12:568-573.
22. Ashoke R, Brown LC, Rodway A, et al. Color duplex ultrasonography is insensitive for the detection of endoleak after aortic endografting: a systematic review. *J Endovasc Ther* 2005;12:297-305.
23. Elkouri S, Panneton JM, Andrews JC, et al. Computed tomography and ultrasound in follow-up of patients after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg* 2004;18:271-279.
24. Raman KG, Missig-Carroll N, Richardson T, Muluk S, Makaroun MS. Color-flow duplex ultrasound scan versus computed tomographic scan in the surveillance of endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2003;38:645-651.
25. Sandford RM, Bown MJ, Fishwick G, et al. Duplex ultrasound scanning is reliable in the detection of endoleak following endovascular aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006;32:537-541.
26. Henao EA, Hodge M, Felkai DD, et al. Contrast-enhanced duplex surveillance after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: improved efficacy using a continuous infusion technique. *J Vasc Surg* 2006;43:259-264.
27. Tuerff SN, Rockman CB, Lamparello PJ, et al. Are type II (branch vessel) endoleaks really benign? *Ann Vasc Surg* 2002;16:50-54.
28. Veith FJ, Baum RA, Ohki T, et al. Nature and significance of endoleaks and endotension: summary of opinions expressed at an international conference. *J Vasc Surg* 2002;35:1029-1035.
29. Timaran CH, Ohki T, Rhee SJ, et al. Predicting aneurysm enlargement in patients with persistent type II endoleaks. *J Vasc Surg* 2004;39:1157-1162.
30. Timaran CH, Ohki T, Veith FJ, et al. Influence of type II endoleak volume on aneurysm wall pressure and distribution in an experimental model. *J Vasc Surg* 2005;41:657-663.
31. Steinmetz E, Rubin BG, Sanchez LA, et al. Type II endoleak after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: a

- conservative approach with selective intervention is safe and cost effective. *J Vasc Surg* 2004;39:306-313.
32. Buth J, Harris PL, van Marrewijk C, Gransen G. The significance and management of different types of endoleaks. *Semin Vasc Surg* 2003;16:95-102.
 33. Bertges DJ, Chow K, Wyers MC, et al. Abdominal aortic aneurysm size regression after endovascular repair is endograft dependent. *J Vasc Surg* 2003;37:716-723.
 34. Flora HS, Chaloner EJ, Sweeney A, Brookes J, Raphael MJ, Adiseshiah M. Secondary interventions following endovascular repair of abdominal aortic aneurysm: a single center experience. *Eur J Endovasc Surg* 2003;26:287-292.
 35. Cao P, Verzini F, Parlani G, et al. Clinical effect of abdominal aortic aneurysm endografting: 7-year concurrent comparison with open repair. *J Vasc Surg* 2004;40:841-848.