

Cir. Cardio. 2008;15(3):273-9

# Resultados a corto plazo del tratamiento en un solo tiempo de la enfermedad del arco aórtico y aorta torácica descendente con endoprótesis integrada anterógrada

Daniel Pereda, Carlos-A. Mestres, Antonio García-Valentín, Félix Gómez, Stefano Congiu, Ramón Cartañá, Miguel Josa, Jaime Mulet

Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Hospital Clínico. Universidad de Barcelona. Barcelona

**Objetivo.** Comunicar nuestra experiencia con endoprótesis integradas anterógradas en el tratamiento de la disección del arco y aorta torácica descendente.

**Material y métodos.** Entre marzo de 2006 y abril de 2008 se implantó en 12 pacientes por disección aórtica.

**Resultados.** La mediana de edad fue 60,6 años (33,2-71,1), todos bajo parada circulatoria e hipotermia (mediana: 20 °C). Diez por disección tipo A (cuatro agudas) y 2 tipo B (una aguda), completándose en todos los casos. La mortalidad hospitalaria es de cuatro pacientes (dos intraoperatorias). El seguimiento medio es 12,03 meses (IC 95%: 6,72-17,34), presentando una muerte más (sin complicaciones en la aorta). En todos los casos se observó trombosis de la falsa luz hasta el nivel cubierto. No se ha observado crecimiento. No hay casos de migración, endofuga, accidente cerebrovascular o paraplejía.

**Discusión.** La técnica estándar en dos tiempos acarrea considerable morbimortalidad en ambos. Esta técnica ofrece una alternativa permitiendo el tratamiento completo de la aorta torácica en un tiempo a través de esternotomía. Los resultados publicados muestran una mortalidad y complicaciones similares a las técnicas clásicas a medio plazo.

**Conclusiones.** Es posible el tratamiento completo de la aorta torácica sin aumentar la complejidad ni el tiempo de parada circulatoria, con una mor-

**Short-term results of one-stage treatment of the aortic arch and descending thoracic aorta with antegrade integrated stent-graft**

**Objective.** To report our experience with antegrade integrated stent-grafts in the treatment of aortic dissection involving the arch and the descending thoracic aorta.

**Material and methods.** Between March-2006 and April-2008 the stent-graft was implanted in twelve patients with aortic dissection.

**Results.** Median age was 60.6 years (33.2-71.1), all under hypothermic circulatory arrest (median: 20 °C). Ten patients had type A aortic dissection (4 acute) and 2 type B (1 acute). All procedures were completed. Hospital mortality was 4 patients (2 intraoperatively). Mean follow-up was 12.03 months (CI 95%: 6.72-17.34) and one additional death occurred (not for aortic complications). False lumen thrombosis was observed in all cases in the covered segment. No aortic growth was observed. There were no cases of migration, endoleak, stroke or paraplegia.

**Discussion.** The standard two-stage approach carries significant morbidity and mortality. This technique offers a one-stage solution for the entire thoracic aorta through median sternotomy. Published results show similar mortality and mid-term results compared with standard management.

**Conclusions.** Complete treatment of the thoracic aorta without increasing complexity or circulatory

Correspondencia:  
Carlos-A. Mestres  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Hospital Clínico i Provincial de Barcelona  
Villarroel, 170, esc. 1, 5.ª planta  
08036 Barcelona  
E-mail: cmestres@clinic.ub.es

«Presentado en el XIX Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cirugía Torácica y Cardiovascular, Málaga 18-21 de junio de 2008»

Recibido: 25 junio 2008  
Aceptado: 21 septiembre 2008

**bimortalidad similar a las técnicas clásicas. Parece disminuir el riesgo de paraplejía, migración y endofugas. No requiere ninguna infraestructura especial y permite su uso en situaciones de emergencia. Es necesaria más información para conocer la evolución de la reparación a largo plazo.**

**Palabras clave:** «Trompa de elefante». Sustitución de arco aórtico. Disección aórtica. *Frozen elephant trunk*. Endoprótesis integrada.

**arrest time is feasible with similar morbidity and mortality. Paraplegia, migration and endoleak seem to be less frequent. No special infrastructure is required and its can be performed on an emergency basis. More information is required to assess long-term results.**

**Key words:** Elephant trunk. Arch replacement. Aortic dissection. Frozen elephant trunk. Integrated stent-graft.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad aneurismática y la disección del arco aórtico y de la aorta torácica descendente (ATD) representan uno de los principales retos en cirugía cardiovascular. A pesar de los innumerables avances surgidos a lo largo del tiempo en los campos de la perfusión y la protección miocárdica y cerebral, así como en el diseño de las prótesis, el empleo de nuevos materiales y en la propia técnica quirúrgica, el tratamiento de estas enfermedades continúa teniendo una elevada incidencia de complicaciones graves y mortalidad.

Un aspecto clave en este contexto es el manejo del arco aórtico, especialmente si es necesario intervenir en los troncos supraaórticos. Aunque posible, el acceso a la ATD mediante una esternotomía media es difícil y no está exento de riesgos. En la actualidad, la corrección en dos tiempos se considera la estrategia estándar para solucionar esta enfermedad. Los dos tiempos quirúrgicos presentan importantes riesgos y además pueden aparecer complicaciones y mortalidad entre las ambas. Las técnicas endovasculares son cada vez más frecuentemente empleadas para completar en el segundo tiempo de la ATD, pudiendo reducir las complicaciones inmediatas y extender la indicación quirúrgica a pacientes con mayor riesgo operatorio, aunque no se conoce su eficacia a largo plazo. La posibilidad de tratar esta enfermedad de forma completa y radical, en un solo tiempo y a través de incisión única mediante el empleo de prótesis híbridas integradas, resulta por todo esto una opción muy atractiva. Estas prótesis permiten su correcto despliegue en la ATD de forma segura y sin alargar en exceso el tiempo de parada circulatoria, siendo compatibles con las estrategias de canulación y de protección miocárdica y cerebral que se desee emplear en cada caso.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Endoprótesis

Desde marzo de 2006 hasta abril de 2008 se ha implantado la prótesis E-Vita Open® (Jotec, Hechingen,

Alemania) en 12 pacientes. Esta prótesis consta de un segmento proximal de dacrón poroso de 7 cm de longitud y una parte distal formada por una endoprótesis con soportes de nitinol unidos mediante una sutura de polipropileno a una prótesis tubular de poliéster.

Las dimensiones de esta prótesis integrada son: diámetros de la prótesis de dacrón 24, 28, 30, 32, 34 y 38 mm (la longitud es siempre 70 mm). La endoprótesis tiene diámetros de 24, 28, 30, 33, 36 y 40 mm. La longitud de la endoprótesis es de 150 mm, y de 160 mm en los de 33 mm y superiores de diámetro. Se selecciona la prótesis que tiene la porción reforzada del diámetro de la aorta «normal» más próxima o del diámetro máximo de la luz verdadera. En los casos en los que el sellado distal se realiza sobre zonas de disección, no suele realizarse sobredimensión, ya que se ha relacionado con la aparición de complicaciones. Si el sellado se realiza sobre aorta no disecada, se realiza una sobredimensión del 10-15%. No existe problema técnico relacionado con la prótesis que impida tener un inventario de diversas medidas en almacén disponibles para casos de urgencia vital.

En todos los pacientes se calculó el riesgo quirúrgico con el sistema EuroSCORE<sup>1</sup>. En todos los pacientes se realizó un estudio con angio-TC de alta resolución con reconstrucciones vasculares para la planificación de la intervención y la elección del tamaño de la prótesis. Todos los pacientes fueron monitorizados con ecocardiografía transesofágica (ETE). No se practicó drenaje de líquido cefalorraquídeo intraoperatorio en ningún paciente.

Todas las intervenciones se llevaron a cabo a través de esternotomía media, con parada circulatoria. La estrategia de perfusión preferida fue la canulación de la aorta ascendente y del tronco innominado. En un paciente se canuló la arteria axilar izquierda y en otro la arteria femoral izquierda. Siempre que es posible se canula la cara anterior de la aorta ascendente, que suele presentar áreas aptas para la canulación y perfusión. En estos casos la estrategia habitual es la introducción por punción directa de una guía en la aorta ascendente y posteriormente la cánula arterial con la técnica de Seldinger,

siempre bajo control con ETE, tanto de la posición de la guía en la luz verdadera como de los flujos en la luz verdadera al empezar la perfusión a flujos bajos. La protección cerebral se realizó con perfusión anterógrada selectiva continua con control de la saturación hemisférica de oxígeno en todos los casos excepto en un paciente. Los procedimientos asociados necesarios se realizaron durante las fases de enfriamiento y recalentamiento. Una vez lograda la temperatura deseada y bajo parada circulatoria se procedió a seccionar la aorta abriendo el arco para su inspección y para la colocación de las cánulas de perfusión cerebral anterógrada en los troncos supraaórticos en los casos en que se empleó esta técnica. Una vez identificada la luz verdadera, se procedió a introducir en ésta de forma anterógrada el cuerpo de la endoprótesis (Fig. 1) y a su posterior liberación en la ATD. Después se procede a desplegar la porción proximal de dacrón que se sutura circunferencialmente en el arco distal o en inicio de la ATD reforzando la línea con tiras de teflón. La arteria subclavia izquierda fue ocluida de forma intencionada en seis de los pacientes. En dos pacientes se empleó el dacrón de la endoprótesis integrada para la reconstrucción del arco aórtico. En el resto de pacientes se seccionó antes de la sutura de fijación y se substituyó el arco con otra prótesis de convencional para evitar la hemorragia por la mayor porosidad al no estar precoagulado en la endoprótesis E-Vita Open®.



**Figura 1.** Introducción y liberación de la endoprótesis integrada de forma anterógrada en la luz verdadera a nivel de la ATD.

**TABLA I. DATOS PREOPERATORIOS**

	Mediana	Mínimo	Máximo
Edad	60,6	33,2	71,1
Peso (kg)	73	60	93
Talla (cm)	167,5	157	182
IMC (kg/m <sup>2</sup> )*	26,08	18,52	36,33
Diámetro aorta ascendente (mm)	57	30	80
Diámetro arco aórtico (mm)	43	33	78
Diámetro aorta descendente (mm)	46,5	30	70

\*IMC: índice de masa corporal.

## RESULTADOS

### Experiencia clínica

Los pacientes han sido siete varones y cinco mujeres de edades entre 33,2-71,1 años (mediana 60,6 años). Las características de los pacientes de la serie se incluyen en las tablas I y II. Los datos intraoperatorios se resumen en la tabla III. Todos los pacientes fueron intervenidos por disección aórtica (DA); 10 (83,3%) por disección tipo A de Stanford (cuatro agudas y seis crónicas) y dos por DA tipo B (una aguda y una crónica). La DA tipo B aguda es una mujer de 33 años afecta de síndrome de Marfan e intervenida previamente por DA tipo A aguda (operación de Bentall-De Bono). Tras la intervención desarrolló un aneurisma del arco aórtico y la aorta torácica descendente y durante el seguimiento presentó una DA tipo B aguda. Ocho de los pacientes han sido reintervenciones (en dos era la segunda reintervención). Un paciente presentaba criterios diagnósticos de EPOC, y otro, insuficiencia renal crónica con creatinina sérica basal de 2,1 mg/dl.

La endoprótesis pudo ser liberada de forma correcta y la reparación del arco se completó en todos los pacientes. Los procedimientos asociados realizados fueron sustitu-

ción supracoronaria de aorta ascendente en tres pacientes, sustitución valvular aórtica en un paciente, mitral en un paciente, y un paciente requirió sustitución valvular mitral y aórtica, además de anuloplastia tricúspide con anillo protésico. En la mayoría de los casos se ha observado durante la intervención mediante ETE la trombosis parcial tras la administración de protamina. La estratificación preoperatoria de riesgo, según EuroSCORE, confirmó una puntuación aditiva media de 10,5 (8-16), correspondiendo a una mortalidad esperada media de 21,74% (11,73-66,86%), si bien son conocidas las limitaciones de este sistema de puntuación con respecto a la cirugía de la aorta intratorácica.

Se registraron dos muertes intraoperatorias. La primera de ellas fue un varón de 45 años intervenido previamente de sustitución valvular aórtica e implante de marcapasos DDD y que ingresó con diagnóstico de endocarditis infecciosa de la prótesis complicada localmente con absceso anular, de la válvula mitral nativa y de los cables del marcapasos. Este paciente fue intervenido 5 días antes por un aneurisma micótico roto de la arteria mesentérica superior requiriendo reconstrucción urgente con homoinjerto arterial criopreservado. Después de la reparación y de sustituir la válvula mitral por una bioprótesis, tras el despinzamiento, falleció por rotura

TABLA II. CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES

Caso	Enfermedad	Comentario	1.ª intervención	2.ª intervención	Diámetros de la aorta (mm)		
					Ascendente	Cayado	Descendente
1	DA tipo A aguda		Sustitución aorta ascendente	No	80	42	41
2	DA tipo A crónica		Sustitución aorta ascendente	No	30	65	70
3	DA tipo B aguda	Sd. Marfan	Bentall	No	32	55	42
4	DA tipo A aguda		SVAo	No	73	42	33
5	DA tipo A crónica	EI activa complicada	Sustitución aorta ascendente	SVAo	52	40	30
6	DA tipo A aguda		No	No	50	33	36
7	DA tipo A crónica		Bentall	No	60	42	55
8	DA tipo A crónica	IM grave	Sustitución aorta ascendente	Bentall	51	43	47
9	DA tipo A aguda		No	No	54	42	46
10	DA tipo A crónica		Bentall	No	60	50	55
11	DA tipo B crónica	IRC	Derivación Ao-bifemoral	No	65	78	60
12	DA tipo A crónica	IM, IAo e IT graves. EPOC	No	No	80	65	70

DA: disección aórtica; EI: endocarditis infecciosa; IRC: insuficiencia renal crónica; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; IM: insuficiencia mitral; Iao: insuficiencia aórtica; IT: insuficiencia tricuspídea; SVAo: sustitución valvular aórtica.

TABLA III. DATOS INTRAOPERATORIOS

	Mediana	Mínimo	Máximo
Tiempo de CEC (min)	195	114	270
Tiempo de pinzamiento aórtico (min)	125	75	240
Tiempo de parada circulatoria (min)	75	40	126
Temperatura sistémica durante la parada (°C)	20	15	23
EuroSCORE aditivo	10,5	8	16
EuroSCORE logístico (%)	21,74	11,73	66,86

CEC: circulación extracorpórea.

de la ATD y del arco aórtico no reparable debido a la extrema fragilidad de los tejidos a este nivel. El segundo caso de fallecimiento intraoperatorio fue un varón de 64 años intervenido de forma urgente por DA tipo A aguda en paro por rotura intrapericárdica bajo masaje cardíaco hasta la canulación y circulación extracorpórea. El paciente falleció tras completar la reparación por destrucción y rotura de la raíz aórtica tras el despinzamiento. Además de los fallecimientos intraoperatorios, una paciente extubada falleció a los 23 días por pancreatitis necrohemorrágica. El cuarto paciente falleció por colecistitis aguda a los 34 días de la intervención. La mortalidad intrahospitalaria ha sido del 33%.

Tres pacientes requirieron cierre esternal diferido en las primeras 48 h de postoperatorio por coagulopatía tras abandonar la circulación extracorpórea. No se realizó ninguna revisión mediastínica por hemorragia tras el cierre esternal. La mediana de estancia en UCI fue de 7 días (rango 2-34). Dos pacientes requirieron traqueostomía. No se observaron complicaciones intratorácicas relacionadas con la intervención o la endoprótesis.

## Seguimiento

Durante un seguimiento medio (Fig. 2) de 12,03 meses (IC 95%: 6,72-17,34) otro paciente falleció por insuficiencia cardíaca tras requerir sustitución valvular mitral

y anuloplastia tricúspide a los 8,9 meses después de la reparación del arco y del implante de la endoprótesis integrada. Se desestimó el trasplante cardíaco. No se ha observado ningún caso de accidente cerebrovascular ni de paraplejía. En todos los casos se ha constatado durante el seguimiento la trombosis completa de la falsa luz hasta el extremo distal de la endoprótesis (Fig. 3). No se ha detectado ningún caso de crecimiento del diámetro aórtico ni de la falsa luz durante el seguimiento. Asimismo no se ha encontrado ningún tipo de endofuga en ningún paciente de la serie.

## DISCUSIÓN

El tratamiento completo de los aneurismas y disecciones del arco aórtico con extensión distal al origen del arco aórtico requiere una estrategia de corrección en dos tiempos o un abordaje amplio para la corrección convencional en un solo tiempo. La estrategia más extendida para el manejo de esta enfermedad en la actualidad es la técnica en dos tiempos de la «trompa de elefante», descrita en 1983 por Borst<sup>2</sup>. Ambos procedimientos por separado son complejos y acarrear una morbilidad y mortalidad importante<sup>3,4</sup> y que es además aditiva, que oscila según las series en torno a un 8%. Además existe la probable aparición de complicaciones y muerte entre ambas fases. Esta mortalidad entre estadios es de difícil valoración en la mayoría de series ya que esta técnica es muy frecuentemente empleada de forma profiláctica para facilitar un segundo tiempo en caso de ser necesario durante el seguimiento, particularmente en la disección aórtica tipo A. A pesar de esto y gracias a la amplia serie publicada por Safi, et al.<sup>4</sup>, se sitúa en torno al 16% en pacientes que esperan la segunda fase.

También se ha estudiado la posibilidad de completar la reparación de la ATD tras la primera fase por vía en-

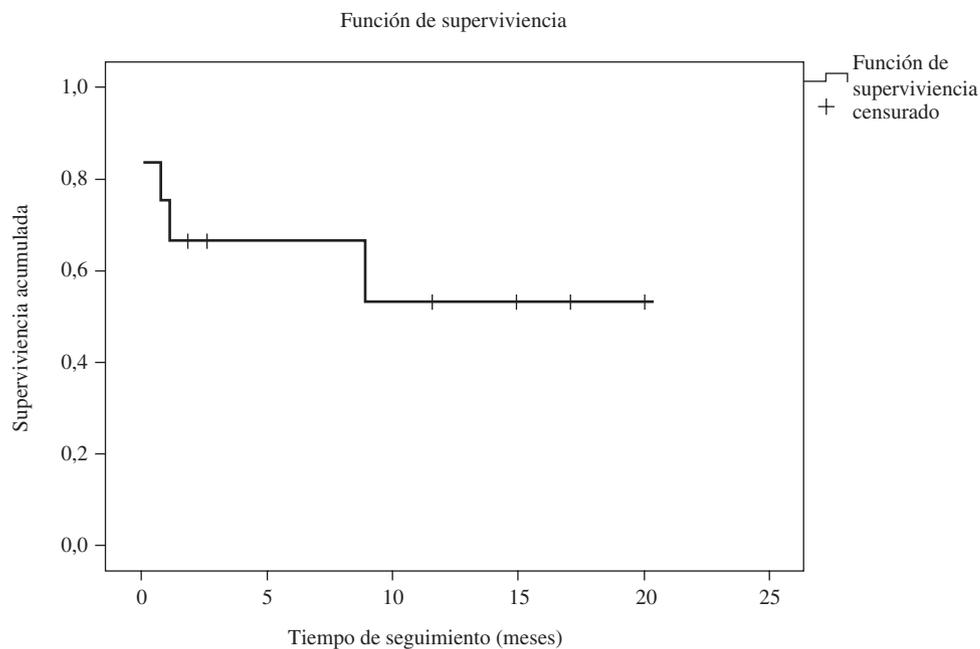


Figura 2. Seguimiento y supervivencia (método de Kaplan-Meier).



Figura 3. Reconstrucción tras la reparación.

dovascular. Las series publicadas de este tipo de corrección, aunque con menor número de pacientes, pacientes más seleccionados y menor seguimiento, comunican unos resultados similares. Esta estrategia sí parece disminuir el riesgo de paraplejía<sup>3</sup>. No se ha observado migración o endofuga, con muy probable relación con la fijación proximal con sutura circunferencial. Este punto puede ser de vital importancia a medio-largo plazo teniendo en cuenta las particularidades anatómicas y fisiológicas del arco distal y la ATD proximal, donde las fuerzas de cizallamiento son máximas y la calidad del sello endovascular es menor. Ya se han comunicado casos, y en nuestro centro tenemos también experiencia con complicaciones graves tras reparaciones endovasculares en este sector por migraciones, endofugas y acodamientos intraprocedimiento y a corto plazo.

La opción de corregir la totalidad de la enfermedad mediante un único procedimiento requiere normalmente un abordaje más amplio (la mayoría de series utilizan la toracotomía anterior bilateral<sup>5</sup>, aunque también hay series de toracotomía izquierda, esternotomía media y la combinación de ambas<sup>3</sup>). La alta agresividad y complejidad de estas técnicas y la existencia sólo de series reducidas han hecho que su uso no se haya extendido a la práctica habitual en la mayoría de centros.

Tras la corrección aislada de la aorta ascendente persisten lesiones de la íntima en el arco en un 32% de pacientes<sup>6</sup> y la luz falsa permanece permeable en un 70-100% de casos de disecciones tipo A<sup>7</sup>, lo que acarrea un 20-30% de reintervenciones por enfermedad torácica distal a la reparación en 5-7 años. Si además se trata el

arco aórtico, la permeabilidad de la falsa luz se reduce al 15-30%<sup>8</sup>.

La aparición de estas endoprótesis híbridas integradas combina los conceptos de la «trompa de elefante» y de la reparación endovascular de la ATD. Además simplifica la segunda operación, si es necesaria, en casos de aneurismas toracoabdominales, y la reparación endovascular (buen cuello de solapamiento). Evita riesgos acumulativos de la cirugía por estadios, como la lesión del nervio frénico y recurrente, las complicaciones pulmonares, infecciones, etc.

Desde mediados de la década de 1990 han ido apareciendo comunicaciones de la experiencia con endoprótesis integradas en la literatura (varios modelos distintos y de «fabricación casera»). Esta técnica ha venido a conocerse en la literatura como *frozen elephant trunk*<sup>9-14</sup>. Las series publicadas demuestran que no añade demasiado tiempo de parada circulatoria a la reparación convencional del primer estadio de la «trompa de elefante» ( $12 \pm 5$  min)<sup>10</sup>. En algunos casos facilita el despliegue en la luz verdadera al ser anterógrada, y se evitan la migración distal y la endofuga tipo I proximal respecto a la reparación puramente endovascular (aunque está descrita<sup>10</sup> con la prótesis Chavan-Haverich). Las escasas series publicadas comunican una mortalidad de en torno al 7%, con una incidencia de paraplejía del 3,3%, y que depende de la extensión de ATD cubierta (paraplejía presente:  $T 8,0 \pm 0,6$  vs paraplejía ausente:  $T 6,5 \pm 1,1$ ;  $p = 0,0043$ )<sup>3</sup>.

La técnica clásica de «trompa de elefante», antes de ser completada, puede además producir fenómenos embólicos periféricos y viscerales por la aparición de trombo alrededor del segmento «flotante» en la ATD, especialmente si éste es demasiado largo<sup>15</sup>. Las series publicadas y nuestra propia experiencia muestran la trombosis total o casi total de la falsa luz de forma muy precoz, lo que sugiere que puede evitar o al menos disminuir el crecimiento de la falsa luz y la permeabilidad de ésta distalmente<sup>10</sup>. En muchos casos este fenómeno se observa incluso tras la administración de protamina. Algunos autores sugieren que no debe emplearse esta técnica en casos en que todos o la mayoría de vasos viscerales emerjan de la falsa luz, por la posibilidad de aparición de cuadros de malperfusión visceral<sup>16</sup>.

Nuestra serie muestra una mayor mortalidad que otras publicadas, lo que puede atribuirse, al menos parcialmente, a la mayor complejidad de los pacientes incluidos, siendo todos casos de disecciones aórticas de presentación aguda e intervenidas de forma urgente (uno en parada bajo masaje cardíaco). Hasta el momento no ha habido ningún caso electivo de enfermedad aneurismática aterosclerótica y hay prevalencia de reintervenciones (8/12 pacientes), la mayoría por disecciones

aórticas. Nuestra experiencia muestra que esta técnica no aumenta de manera importante la complejidad de las intervenciones ni la duración de la parada necesaria para completar la reparación.

Sin duda queda mucho campo para la introducción de mejoras en la técnica y en la tecnología de los materiales y del diseño de las prótesis, como por ejemplo la utilización de prótesis de dacrón menos porosas o pre-coaguladas, la aparición de un mayor repertorio de longitudes y diámetros para extender su aplicabilidad y la mejoría de los sistemas de liberación.

## CONCLUSIONES

El procedimiento presenta mortalidad similar a la técnica estándar en dos tiempos y permite el tratamiento radical de esta enfermedad tan compleja en un solo tiempo. Parece no aumentar el riesgo de paraplejía en estos pacientes respecto a la cirugía abierta de la ATD tras la reparación del arco. Parece no alargar de forma importante el tiempo de parada circulatoria ni la complejidad de la intervención, y permite asociar cualquier otro procedimiento quirúrgico sobre el corazón y de los troncos supraaórticos a través de la esternotomía. Es compatible con cualquier estrategia de canulación y perfusión, protección miocárdica y neurológica que se desee. Permite su empleo en situaciones de emergencia a diferencia de las técnicas endovasculares puras con menor disponibilidad y mayor exigencia en infraestructuras. Respecto a las técnicas endovasculares facilita el despliegamiento en la luz verdadera mediante la canulación anterógrada y bajo visión directa. Se evitan las endofugas proximales así como la migración distal del dispositivo, ya que se fija mediante sutura circunferencial a la pared aórtica y está integrada a la prótesis con que se completa la reconstrucción del arco aórtico proximal. No es necesaria una complicada infraestructura para su utilización, incluso en situaciones de urgencia vital, siendo adaptable al quirófano estándar de cirugía cardiovascular actual. Es, asimismo, lógico pensar que los pacientes de riesgo preoperatorio marginal puedan gravar de forma negativa una experiencia de este tipo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999; 16:9-13.
2. Borst HG, Walterbusch G, Schaps D. Extensive aortic replacement using "elephant trunk" prosthesis. *Thorac Cardiovasc Surgeon.* 1983;31:37-40.

3. Karck M, Kamiya H. Progress of the treatment for extended aortic aneurysms; is the frozen elephant trunk technique the next standard in the treatment of complex aortic disease including the arch? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;33:1007-13.
4. Safi HJ, Miller CC III, Estrera AL, et al. Optimization of aortic arch replacement: two-stage approach. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(Suppl):815-8.
5. Kouchoukos NT, Mauney MC, Masetti P, Castner CF. Optimization of aortic arch replacement with a one-stage approach. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(Suppl):811-4.
6. Van Arsdell GS, David TE, Butany J. Autopsies in acute type A aortic dissection. Surgical implications. *Circulation.* 1998;98:299-302.
7. Estrera AL, Miller CC III, Porat EE, Huynh TT, Winnerkvist A, Safi HJ. Staged repair of extensive aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(Suppl):1803-5.
8. Kazui T, Kimura N, Yamada O, Komatsu S. Total arch graft replacement in patients with acute type A aortic dissection. *Ann Thorac Surg.* 1994;58:1462-8.
9. Azizzadeh A, Estrera AL, Porat EE, Madsen KR, Safi HJ. The hybrid elephant trunk procedure: a single-stage repair of an ascending, arch, and descending thoracic aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2006;44:404-7.
10. Baraki H, Hagl C, Khaladj N, et al. The frozen elephant trunk technique for treatment of thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(Suppl):819-23.
11. Gorlitzer M, Weiss G, Thalmann M, et al. Combined surgical and endovascular repair of complex aortic pathologies with a new hybrid prosthesis. *Ann Thorac Surg.* 2007;84:1971-6.
12. Jakob H, Tsagakis K, Leyh R, Buck T, Herold U. Development of an integrated stent graft-dacron prosthesis for intended one-stage repair in complex thoracic aortic disease. *Herz.* 2005;30:766-8.
13. Schoenhoff FS, Schmidli J, Eckstein FS, Berdat PA, Immer FF, Carrel TP. The frozen elephant trunk: an interesting hybrid endovascular-surgical technique to treat complex pathologies of the thoracic aorta. *J Vasc Surg.* 2007;45:597-9.
14. Mestres CA, Fernández C, Josa M, Mulet J. Hybrid antegrade repair of the arch and descending thoracic aorta with a new integrated stent-dacron graft in acute type A aortic dissection: a look into the future with new devices. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007;6:257-9.
15. Crawford ES, Svensson LG, Coselli JS, Safi HJ, Hess KR. Aortic dissection and dissecting aortic aneurysms. *Ann Surg.* 1988;208:254-73.
16. Karck M, Chavan A, Khaladj N, Friedrich H, Hagl C, Haverich A. The frozen elephant trunk technique for the treatment of extensive thoracic aortic aneurysms: operative results and follow-up. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005;28:286-90.