

Reparación combinada quirúrgica y endovascular del arco aórtico y la aorta torácica

L.F. Riera-Del Moral^a, G. Garzón-Moll^b, L. Riera-De Cubas^a

REPARACIÓN COMBINADA QUIRÚRGICA Y ENDOVASCULAR DEL ARCO AÓRTICO Y LA AORTA TORÁCICA

Resumen. Introducción. Los aneurismas de la aorta torácica y las disecciones aórticas son patologías muy graves que afectan a una población importante y que con frecuencia se tratan de forma conservadora por miedo a la morbilidad que acompaña a sus procedimientos quirúrgicos. Las técnicas endovasculares son una alternativa menos radical, aunque en ocasiones necesita de gestos quirúrgicos para mantener la perfusión de los troncos supraaórticos (TSA). Objetivo. Presentar las distintas técnicas combinadas abierta y endovascular que se utilizan en la patología del arco aórtico. Desarrollo. Siguiendo la clasificación de Balm, se exponen las distintas posibilidades de revascularización extraanatómica de los TSA previa a la ligadura de sus orígenes y la oclusión endovascular de éstos durante el tratamiento endovascular de la patología del arco. Todos los procedimientos evitan el pinzamiento aórtico y la bomba de circulación extracorpórea, y algunos de ellos incluso la estereotomía media. Conclusiones. El desarrollo de las técnicas y los dispositivos endovasculares para la aorta torácica, en combinación con cirugías menos radicales puede ser una alternativa interesante para aquellos pacientes no subsidiarios de reparaciones convencionales. Serán necesarios más estudios para comprobar la viabilidad de estas técnicas emergentes y la supervivencia que consiguen, ya que hasta la fecha la experiencia se reduce a series muy cortas de casos seleccionados cuyos resultados son dispares. [ANGIOLOGÍA 2006; 58 (Supl 1): S149-58]

Palabras clave. Aneurisma de la aorta torácica. Bypass extraanatómico. Cirugía combinada. Disección aórtica. Endoprótesis torácica. Trompa de elefante.

Introducción

La patología de la aorta torácica y del arco aórtico es más frecuente de lo que parecía en el pasado. La incidencia anual estimada en EE. UU. es de 6/100.000 habitantes en los aneurismas de la aorta torácica (AAT) y de 10-20/millón de habitantes en las disecciones aórticas (DA). Se estima que los AAT mayores de 6 cm de diámetro máximo tienen un índice de rotu-

ra del 31% en cinco años con una tasa de supervivencia global a los cinco años de un 13-56% en los pacientes no operados y de un 70-79% en aquellos que optan por una cirugía electiva. La mortalidad asociada a la rotura de un AAT es del 94% [1-3]. En el caso de la DA no tratada, un 36-72% muere en las primeras 48 horas del diagnóstico y hasta un 62-92% en la primera semana, de manera que en EE. UU. el número total de muertes por DA supera al producido por la rotura de los aneurismas aórticos [4,5].

Hasta ahora el único tratamiento efectivo para estas patologías era la reparación quirúrgica, mediante técnicas muy complejas y con una gran morbilidad, que se hallaba elevada también por el perfil de edad y comorbilidades de los pacientes habitualmente afectados [6]. Las cifras de morbilidad

^a Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. ^b Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Universitario La Paz. Madrid, España.

Correspondencia: Dr. Luis Riera del Moral. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario La Paz. P.º de la Castellana, 261. E-28046 Madrid. E-mail: piperiera@yahoo.es

Agradecimientos. A la Dra. Aldanondo, por las ilustraciones.

© 2006, ANGIOLOGÍA

dad han disminuido sólo levemente con el tiempo, al mejorar las técnicas quirúrgicas y los cuidados perioperatorios (mejor protección cerebral y miocárdica). La cirugía abierta del arco aórtico se acompaña de unas cifras de morbilidad que varían del 3 al 30% en la cirugía electiva [7], lo cual –añadido a la falta de experiencia e infraestructuras de muchos centros– es la causa de que muchos cirujanos prefieran asistir a estos pacientes sólo con tratamiento médico y observación [8-10].

Estos hechos hacen pensar que la cirugía endovascular tendrá un mayor impacto en la aorta torácica que el que ya ha tenido en la patología de la aorta abdominal. El desarrollo de las endoprótesis torácicas ha sido más lento que el experimentado por los dispositivos diseñados para la aorta abdominal [3]. La aorta torácica presenta aspectos específicos que han impedido la simple adaptación de los dispositivos y las técnicas ideadas para la aorta abdominal. En primer lugar, las fuerzas hemodinámicas de la aorta torácica son mayores, con el consiguiente aumento del riesgo de migración, angulación y fallos estructurales de las endoprótesis a medio plazo. Además, se necesita una mayor flexibilidad de los dispositivos para amoldarse a la curvatura del arco aórtico y a unas lesiones frecuentemente más tortuosas y complejas que las de la aorta abdominal. Asimismo, se necesitan dispositivos con perfiles mayores, con el consiguiente problema del acceso vascular. Este problema se acentúa en las mujeres con AAT, cuyas arterias periféricas tienen un calibre menor. Por otro lado, la incidencia de eventos isquémicos medulares, al igual que en la cirugía abierta, es mayor, incluso al no necesitar el pinzamiento aórtico (hasta el 5% de las endoprótesis y el 5-25% de las cirugías abiertas presentan complicaciones medulares) [11-15]. Por último, se necesita un tramo de aorta sana proximal y otro distal a la lesión (cuello) de unos 15-20 mm para asegurar el correcto sellado de la lesión [16]. No siempre se dispone de cuello, ya que aproximadamente el 20% de las lesiones afectan a la porción más proxi-

mal de la aorta descendente [17] o al arco aórtico y los troncos supraaórticos (TSA) [3,7,9].

Para solucionar este último problema muchos autores han publicado series cortas de pacientes a los que se aplicaron soluciones puntuales mediante la combinación de técnicas endovasculares y cirugías abiertas menos invasivas. Estas experiencias pueden ser el inicio de investigaciones que busquen una alternativa a la cirugía convencional [18].

Consideraciones generales

Todos los autores coinciden en reservar estas opciones para pacientes clasificados como de muy alto riesgo [19] no subsidiarios de reparaciones de la aorta torácica con cirugía mayor, que por otra parte son la mayoría de ellos [20-23].

Las técnicas combinadas eliminan la necesidad del pinzamiento aórtico y de la bomba de circulación extracorpórea, y así consiguen una mínima isquemia visceral y reducen el traumatismo quirúrgico, ya que –como sabemos– el bypass cardiopulmonar se asocia con una importante respuesta inflamatoria sistémica y con un daño miocárdico significativo, especialmente en los grupos de riesgo [8,21].

A fin de facilitar el despliegue y baloneo de los dispositivos endovasculares en la aorta torácica, todos los autores inducen una hipotensión controlada, para lo que usan distintos métodos como la asistolia inducida por adenosina (que parece tener efectos cerebro y cardioprotectores durante los 20-30 s de asistolia [20]), el balón intraauricular [24], la fibrilación ventricular [25] y otros [26]. Algunos prefieren realizar estas maniobras previa colocación de marcapasos intraventriculares o externos para evitar arritmias [20,27].

Para minimizar el riesgo de paraplejía secundaria a eventos isquémicos medulares, algunos autores emplean el drenaje de líquido cefalorraquídeo durante el procedimiento [27-30], pero otros, no [16,31].

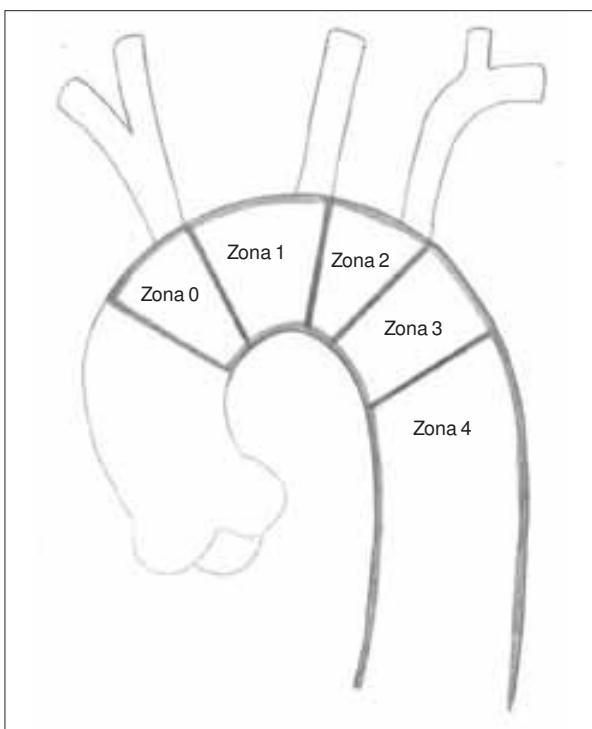


Figura 1. Clasificación de Balm para las distintas zonas de anclaje del arco aórtico en relación con el origen de los troncos supraaórticos.

Todos los autores sobredimensionan el calibre de la aorta proximal un 15%-20% para disminuir el riesgo de fugas de tipo I, al aumentar la fuerza de anclaje radial. En el caso de tener que colocar varios dispositivos, en general recomiendan que se solapen un mínimo de 4-5 cm para asegurar el correcto sellado de la lesión y evitar las fugas de tipo III [7,9,27]. Con los medios de que disponemos en nuestro centro hemos comprobado que las imágenes de nuestra TC sobredimensionan hasta un 20% el calibre real del cuello del aneurisma, hecho que tenemos en cuenta a la hora de realizar las mediciones para seleccionar correctamente la endoprótesis adecuada.

El empleo de la ecocardiografía transesofágica durante el procedimiento de implantación es fundamental para muchos, entre los que nos incluimos, puesto que añade información abundante sobre la correcta situación de la guía en la luz verdadera en el caso de las DA, la colocación y anclaje de los *stents*

y colabora en la detección de fugas con la arteriografía [32].

Clasificación de las lesiones según las zonas de anclaje

Balm et al [33] propusieron una clasificación anatómica que distingue las zonas de anclaje de las endoprótesis torácicas (Fig. 1). Esta clasificación práctica fue corroborada por Mitchell et al en el Primer Simposio Internacional de Endoprótesis en Aorta Torácica [34] y después ha sido empleada por diversos autores [23].

Existen muchas técnicas de *bypass* extraanatómico y ligadura de los TSA en combinación con el tratamiento endovascular de la aorta en su porción más proximal. Hay pocos casos publicados en las zonas 0 y 1, y más a medida que nos alejamos del origen aórtico.

Algunos autores realizan ambos procedimientos durante el mismo acto quirúrgico [31] –actitud que compartimos–, pero otros difieren la técnica endovascular unos días; por una parte, para asegurar la ausencia de eventos isquémicos cerebrales y, por otra, para colocar los dispositivos en la sala de radiología intervencionista y no en el quirófano [20,21].

Otro tipo de cirugía combinada del arco aórtico es la técnica de la trompa de elefante y fijación de ésta mediante una endoprótesis torácica descendente (Fig. 2). Esta técnica, original de Borst et al [35], consiste en suturar un tubo de dacron por su parte intermedia inmediatamente distal a la salida de los TSA e introducir su mitad distal en el interior de la aorta descendente. Despues se reimplanta en él la pastilla de los TSA y se recoloca la bomba de circulación extracorpórea. Por último, se anastomosa la parte proximal de la prótesis al origen aórtico, de manera que se recambia todo el arco. En un segundo tiempo, mediante toracotomía, se sutura el cabo distal de la prótesis a la aorta torácica descendente. Con

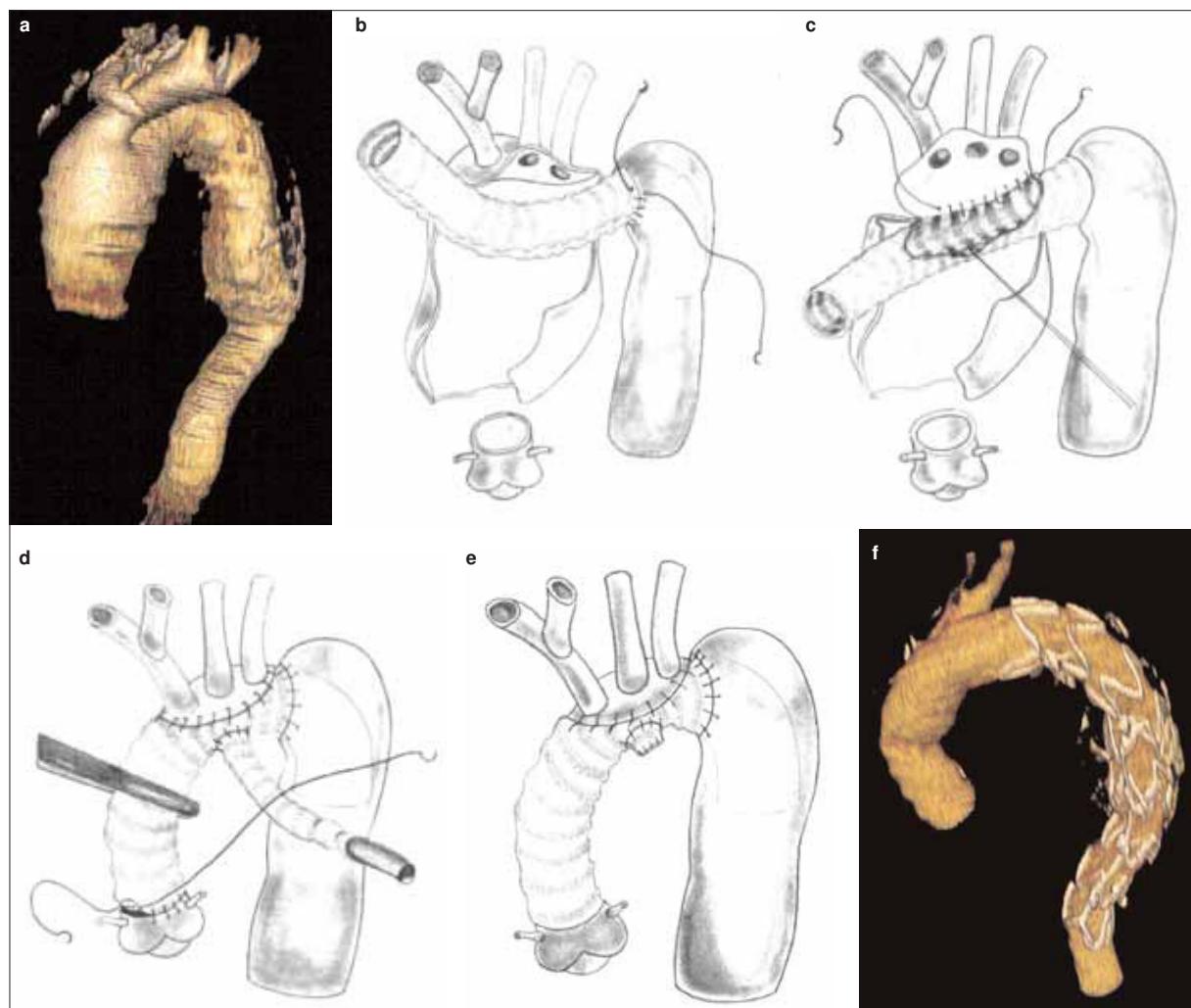


Figura 2. Esquema de la técnica de la 'trompa de elefante' en un paciente con un aneurisma de arco aórtico (a-e) y fijación posterior del extremo distal mediante endoprótesis torácica; f) Reconstrucción de tomografía computarizada.

la llegada de las endoprótesis torácicas, este segundo tiempo se puede evitar mediante un dispositivo endovascular para la fijación distal [35-37].

Afectación del origen subclavio izquierdo (zona 2)

Cuando el cuello proximal necesario implica a la salida de la arteria subclavia izquierda (ASI) se pueden tomar varias actitudes. Por un lado, la cobertura simple del *ostium* sin revascularización parece que se tolera bien [23,38,39]. La abundante circulación colate-

ral alrededor de la arteria subclavia puede explicar que esta opción entraña un riesgo de isquemia vertebral o del brazo izquierdo pequeño o nulo. El 35% de los pacientes a los que se tapa el *ostium* de la ASI desarrolla claudicación en el brazo, pero la mayoría de las veces ésta es autolimitada en el tiempo y no incapacitante [7]. De todas formas, antes de tomar esta determinación es imperativo estudiar la permeabilidad de la arteria vertebral contralateral [38]. Hay autores que realizan la revascularización subclavia siempre para asegurar el flujo vertebral y la ausencia

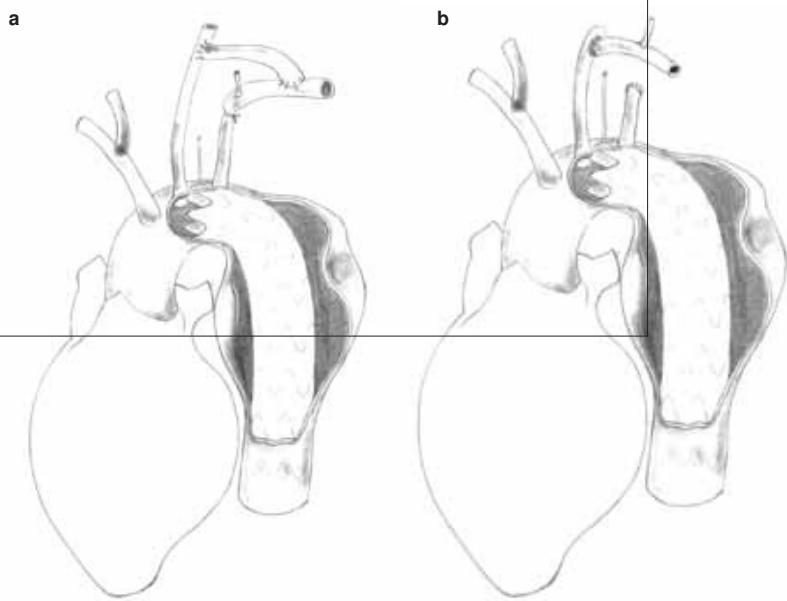


Figura 3. Técnicas de revascularización de la arteria subclavia izquierda (zona 2). a) *Bypass carotidosubclavio*; b) *Transposición carotidosubclavia*.

de fugas por flujo retrógrado (tipo 2) a través de la ASI, hecho este último muy importante y que se debe considerar en los casos de aneurismas torácicos cuyo saco incluye el origen de esta arteria [11,22,27].

Se acepta que debe revascularizarse la ASI cuando se trata de pacientes que son profesionales zurdos, tienen patología en alguno de los ejes vertebrales o en el polígono de Willis, tienen una fistula arteriovenosa para hemodiálisis en el brazo izquierdo o se les ha realizado previamente un *bypass* aortocoronario con arteria mamaria interna [31,38,40,41]. En estos casos hay dos alternativas:

- *Bypass carotidosubclavio* con ligadura del origen de la ASI proximal a la salida de la arteria vertebral (Fig. 3a).
- *Transposición subclaviocarotídea* (Fig. 3b).

Parece que es mejor la transposición subclaviocarotídea que el *bypass* carotidosubclavio, en cuanto a la incidencia de complicaciones relacionadas con el material protésico y la permeabilidad primaria [41].

Afectación del origen carotídeo izquierdo

Al contrario de lo que sucede con la ASI, la arteria carótida común izquierda (ACCI) no puede ocluirse sin consecuencias. Existen varias técnicas que posibilitarían un procedimiento endovascular:

- *Bypass carotidocarotídeo* con ligadura proximal de la ACCI y ligadura en el mismo acto del origen de la ASI (con o sin revascularización subclavia) [27] (Fig. 4a).
- *Bypass femoroaxilar* con *bypass* carotidosubclavio o transposición subclavia y ligadura proximal de la ACCI [23, 42] (Fig. 4b).
- *Bypass subclaviosubclavio* o innominadosubclavio y reimplante en él de la ACCI [20] (Figs. 4c y 4d).
- *Transposición* de la ACCI en el tronco innomina- do con revascularización de la ASI [21] (Fig. 4e).

Las series publicadas son muy cortas, pero parece que la incidencia de fugas de tipo 1 es alta [27,43, 44]. Sin embargo, Schumacher, Criado y Melissano han publicado resultados muy alentadores en series también cortas, con escasa incidencia de fugas de tipo 1, que además se resolvían espontáneamente y con fugas de tipo 2 que se resolvieron por vía endovascular a través del brazo izquierdo o con gestos poco invasivos como la ligadura de la ASI. Czerny describe cinco casos con la técnica de la doble transposición sin introducir material protésico alguno, con resultados sobresalientes: una sola fuga de tipo 1 que se resolvió en una semana.

El *bypass* carotidocarotídeo es seguro y duradero, su uso evita la necesidad de esternotomía y proporciona una supervivencia libre de eventos isquémicos

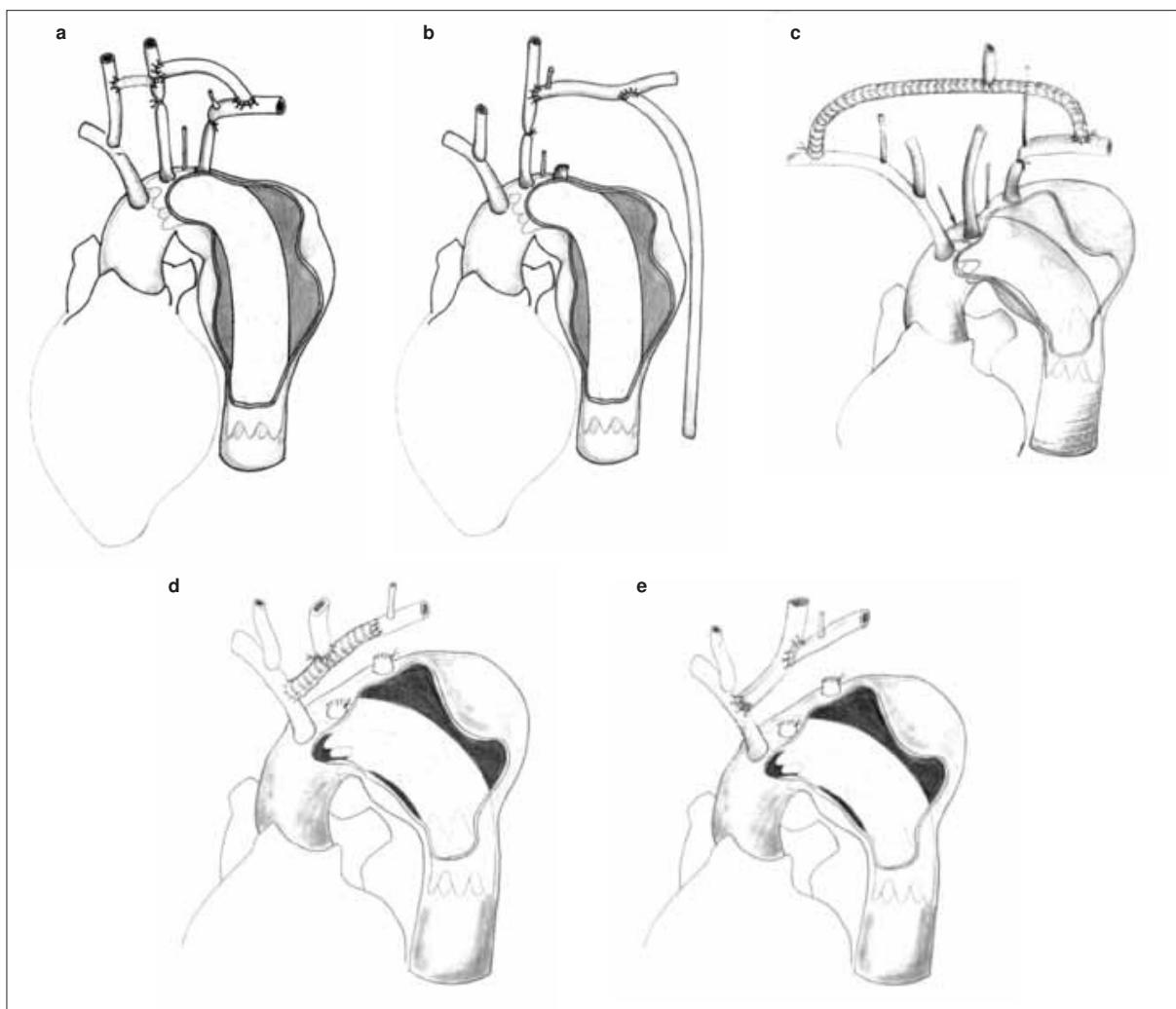


Figura 4. Técnicas de revascularización de la arteria carótida común izquierda (ACCI) con o sin revascularización subclavia (zona 1). a) Bypass carotidocarotídeo con ligadura proximal de la ACCI y ligadura en el mismo acto del origen de la arteria subclavia izquierda (ASI) con revascularización subclavia; b) Bypass femoroaxilar con transposición subclavia y ligadura proximal de la ACCI. Bypass subclaviosubclavio (c) e innominadosubclavio (d) y reimplante en él de la ACCI; e) Doble transposición de la ACCI en el tronco innomado y de la ASI en la ACCI.

cerebrales aceptable para el tipo de pacientes a los que está destinado [45-47]. Se trata de un *bypass* corto, bien protegido por el cuello (retrofaríngeo) y no se han demostrado diferencias entre el uso de vena antóloga y prótesis, por lo que se prefiere el politetrafluoropropileno (PTFE) anillado para efectuarlo [48-50].

Afectación aórtica proximal

Para los casos en que el cuello incluye el origen del

tronco innomado se han descrito las siguientes técnicas de cirugía combinada:

- *Bypass* aortoinnomado/carotídeo y ligadura o *coil* en la ASI, o revascularización de ésta. Se realiza el *bypass* con prótesis bifurcada y tunelización innomada por debajo de la vena innomina da y la rama carotídea por encima de ella, para evitar la compresión de esta estructura. Hay autores que no ligan el origen de este tronco y docu-

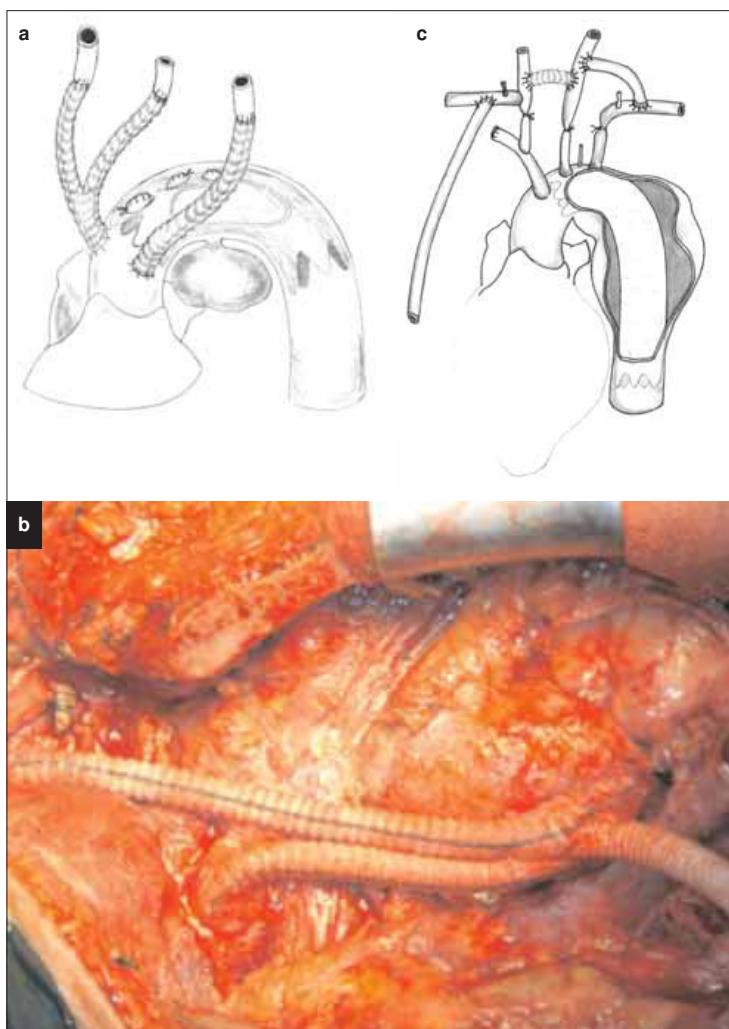


Figura 5. Bypass aorto-innominado y carotídeo izquierdo con implante de prótesis de dacron que revasculariza la ASI (a) y que facilita el despliegue de la endoprótesis (b); c) Bypass femoroaxilar derecho con transposición subclaviocarotídea derecha y ligadura proximal de la arteria carótida común derecha, junto con bypass carotidocarotídeo y ligadura proximal de la arteria carótida común izquierda y revascularización subclavia izquierda.

mentan su trombosis espontánea a los tres meses del procedimiento [22, 40,51].

La ventaja de este procedimiento es que puede hacerse con un pinzamiento lateral de la aorta ascendente, para lo que debe controlarse exhaustivamente la tensión arterial, no sólo para asegurar la fiabilidad del pinzamiento, sino también para asegurar después la correcta colocación de la endoprótesis, que en este punto tiende a migrar en

sentido distal. Es preciso colocar un *shunt* de carótida si la presión distal de ésta no supera los 60 mmHg [20, 42,52,53].

La endoprótesis se puede colocar por vía anterógrada, a través de una prótesis de dacron suturada a la aorta. Algunos usan después este mismo tubo para revascularizar la ASI [8] (Fig. 5a). Nosotros preferimos la vía transfemoral, pero también realizamos el implante de esa prótesis y la anastomosamos al *bypass* previo con el objetivo de sacar la guía por ella para fijarla, de manera que se da la rigidez necesaria al sistema y al tiempo se marca el límite del anclaje proximal (Fig. 5b).

Los autores que han utilizado esta técnica de cirugía combinada han obtenido resultados muy dispares en cuanto a la incidencia de fugas y complicaciones mayores. Buth sólo tuvo una fuga de tipo 1 que reparó con una prolongación proximal en su serie de cinco casos, mientras que Melissano comunicó un 33% de mortalidad en los tres pacientes tratados mediante cirugía combinada proximal; idéntica serie y resultados comunica Schumacher.

– *Bypass* femoroaxilar derecho con transposición subclaviocarotídea derecha y ligadura proximal de la arteria carótida común derecha, junto con *bypass* carotidocarotídeo y ligadura proximal de la ACCI y revascularización subclavia izquierda (Fig. 5c). Los autores que describen esta técnica insisten en su complejidad y en su escasa experiencia, por lo que debe reservarse para casos muy seleccionados, a pesar de la ventaja teórica de no necesitar esternotomía o toracotomía [23].

- *Bypass aortoinnominado/subclavio izquierdo con reimplante en él de la ACCI [20].*

Por último, se han descrito otras técnicas muy originales para casos excepcionalmente complejos como malformaciones congénitas, pacientes previamente operados o pacientes con patología aórtica en más de una localización [54-56].

Conclusiones

Es posible realizar técnicas endovasculares sobre el arco aórtico mediante la asociación de técnicas de revascularización de los TSA para el tratamiento de aneurismas o DA con una tasa de éxito aceptable en pacientes que por su edad o comorbilidad no son candidatos a una reparación quirúrgica convencional.

A pesar de tratarse de procedimientos en principio más simples que la cirugía a la que sustituyen, creamos que su aplicación debe reservarse a aquellos centros con infraestructura suficiente para asumir las

complicaciones potenciales que de ellos se pueden derivar, esto es, centros donde haya equipos con experiencia en la cirugía convencional del arco aórtico. Por este motivo también pensamos que el lugar idóneo para la realización de las técnicas combinadas es el quirófano, donde se pueden reunir equipos multidisciplinares que realicen la reparación aórtica en un solo acto quirúrgico (anestesistas, cirujanos, radiólogos intervencionistas, ecocardiografistas, etc.) y puedan solucionar las complicaciones que se presenten.

Estos procedimientos menos radicales aún tienen, por una parte, que demostrar que sus cifras de morbimortalidad son menores y, por otra, aclarar las dudas que se plantean sobre su durabilidad. Sólo así podrán establecerse sus indicaciones clínicas. Hasta ahora la experiencia clínica se reduce a series muy cortas, a casos muy seleccionados y a resultados dispares entre los equipos que las han utilizado. Aun así creemos que se trata de una alternativa terapéutica muy interesante para los pacientes a los que a día de hoy se destina. Se necesitan más estudios y más experiencia para generalizar su uso.

Bibliografía

1. Fann JI, Miller DC. Endovascular treatment of descending thoracic aortic aneurysms and dissections. *Surg Clin North Am* 1999; 79: 551-74.
2. Clouse WD, Hallett JW Jr, Schaff HV, Gayari MM, Ilstrup DM, Melton LJ III. Improved prognosis of thoracic aortic aneurysms: a population based study. *JAMA* 1998; 280: 1926-9.
3. Dake MD, Miller DC, Semba CP, Mitchell RS, Walker PJ, Liddell RP. Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *N Engl J Med* 1994; 331: 1729-34.
4. Dake MD, Kato N, Mitchell RS, Semba CP, Razavi MK, et al. Endovascular stentgraft placement for the treatment of acute aortic dissection. *N Engl J Med* 1999; 340: 1546-52.
5. Kouchoukos NT, Dougenis D. Surgery of the thoracic aorta. *N Engl J Med* 1997; 336: 1876-88.
6. Najibi S, Terramani TT, Weiss VJ, Mac Donald MJ, Lin PH, Redd DC, et al. Endoluminal versus open treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2002; 36: 732-7.
7. Criado FJ, Abul-Khoudoud OR, Domer GS, McKendrick C, Zuzga M, Clark NS, et al. Endovascular repair of the thoracic aorta: lessons learned. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 857-63.
8. Carrel TP, Do-Dai D, Triller J, Schmidli J. A less invasive approach to completely repair the aortic arch. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 1475-8.
9. Katzen BT, Dake MD, MacLean AA, Wang DS. Endovascular repair of abdominal and thoracic aortic aneurysms. *Circulation* 2005; 112: 1663-75.
10. Greenberg R, Resch T, Nyman U, Lindh M, Brunkwall J, Brunkwall P, et al. Endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms: an early experience with intermediate-term follow-up. *J Vasc Surg* 2000; 31: 147-56.
11. Thompson CS, Gaxotte VD, Rodríguez JA, Ramaiah VG, Vranic M, Ravi R, et al. Endoluminal stent grafting of the thoracic aorta: initial experience with the Gore Excluder. *J Vasc Surg* 2002; 35: 1163-70.
12. Najibi S, Terramani TT, Weiss VJ, Mac Donald MJ, Lin PH, Redd DC, et al. Endoluminal versus open treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2002; 36: 732-7.
13. Greenberg R, Resch T, Nyman U, Lindh M, Brunkwall J, Brunkwall P, et al. Endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms: an early experience with intermediate-term follow-up. *J Vasc Surg* 2000; 31: 147-56.

14. Marin ML, Hollier LH, Ellozy SH, Spielvogel D, Mitty H, Griep R, et al. Endovascular stent graft repair of abdominal and thoracic aortic aneurysms: a ten-year experience with 817 patients. *Ann Surg* 2003; 238: 586-93.
15. Sunder-Plassmann L, Scharrer-Pamler R, Liewald F, Kapfer X, Gorich J, Orend KH. Endovascular exclusion of thoracic aortic aneurysms: mid-term results of elective treatment and in contained rupture. *J Card Surg* 2003; 18: 367-74.
16. Criado FJ, Clark NS, Barnatan MF. Stent graft repair in the aortic arch and descending thoracic aorta: a 4-year experience. *J Vasc Surg* 2002; 36: 1121-8.
17. Mitchell RS, Millar DC, Semba CP, Moore KA, Sakai T. Thoracic aortic aneurysm repair with endovascular stent graft: 'the first generation'. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1971-4.
18. Yano OJ, Faries PL, Morrissey N, Teodorescu V, Hollier LH, Marin ML. Ancillary techniques to facilitate endovascular repair of aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2001; 34: 69-75.
19. Zarins CK, Harris EJ Jr. Operative repair for aortic aneurysms: the gold standard. *J Endovasc Surg* 1997; 4: 232-41.
20. Schumacher H, Bockler D, Bardenheuer H, Hansmann J, Allenberg JR. Endovascular aortic arch reconstruction with supra-aortic transposition for symptomatic contained rupture and dissection: early experience in 8 high-risk patients. *J Endovasc Ther* 2003; 10: 1066-74.
21. Czerny M, Fleck T, Zimpfer D, Kilo J, Sandner D, Cejna M, et al. Combined repair of an aortic arch aneurysm by sequential transposition of the supra-aortic branches and endovascular stent-graft placement. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 916-8.
22. Gottardi R, Seitelberger R, Zimpfer D, Lammer J, Wolner E, Grimm M, et al. An alternative approach in treating an aortic arch aneurysm with an anatomic variant by supraaortic reconstruction and stent-graft placement. *J Vasc Surg* 2005; 42: 357-60.
23. Criado FJ, Barnatan MF, Rizk Y, Clark NS, Wang CF. Technical strategies to expand stent-graft applicability in the aortic arch and proximal descending thoracic aorta. *J Endovasc Ther* 2002; 9 (Suppl 2): S32-8.
24. Marty B, Morales CC, Tozzi P, Ruchat P, Chassot PG, von Segesser LK. Partial inflow occlusion facilitates accurate deployment of thoracic aortic endografts. *J Endovasc Ther* 2004; 11: 175-9.
25. Kahn RA, Marin ML, Hollier L, Parsons R, Griep R. Induction of ventricular fibrillation to facilitate endovascular stent graft repair of thoracic aortic aneurysms. *Anesthesiology* 1998; 88: 534-6.
26. Nienaber CA, Fattori R, Lund G, Dieckmann C, Wolf W, Von Kodolitsch Y, et al. Nonsurgical reconstruction of thoracic aortic dissection by stent-graft placement. *N Engl J Med* 1999; 340: 1539-45.
27. Tse LW, MacKenzie KS, Montreuil B, Obrand DI, Steinmetz OK. The proximal landing zone in endovascular repair of the thoracic aorta. *Ann Vasc Surg* 2004; 18: 178-85.
28. Coselli JS, Lemaire SA, Koksoy C, Schmittling ZC, Curling PE. Cerebrospinal fluid drainage reduces paraplegia after thoracoabdominal aneurysm repair: results of a randomized controlled trial. *J Vasc Surg* 2002; 35: 631-9.
29. Tiesenhausen K, Amann W, Koch G, Hausegger KA, Oberwalder P, Rigler B. Cerebrospinal fluid drainage to reverse paraplegia after endovascular thoracic aortic aneurysm repair. *J Endovasc Ther* 2000; 7: 132-5.
30. Ortiz-Gómez JR, González-Solís FJ, Fernández-Alonso L, Bilbao JI. Reversal of acute paraplegia with cerebrospinal fluid drainage after endovascular thoracic aortic aneurysm repair. *Anesthesiology* 2001; 95: 1288-9.
31. Melissano G, Civilini E, Bertoglio L, Setacci F, Chiesa R. Endovascular treatment of aortic arch aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005; 29: 131-8.
32. Swaminathan M, Lineberger CK, McCann RL, Mathew JP. The importance of intraoperative transesophageal echocardiography in endovascular repair of thoracic aortic aneurysms. *Anesth Analg* 2003; 97: 1566-72.
33. Balm R, Reekers JA, Jacobs MJHM. Classification of endovascular procedures for treating thoracic aortic aneurysms. In Jacobs MJHM, Branchereau A, eds. *Surgical and endovascular treatment of aortic aneurysms*. New York: Futura Publishing; 2000. p. 19-26.
34. Mitchell RS, Ishimaru S, Ehrlich MP, Iwase T, Lauterjung L, Shimono T, et al. First International Summit on Thoracic Aortic Endografting: roundtable on thoracic aortic dissection as an indication for endografting. *J Endovasc Ther* 2002; 9 (Suppl 2): S98-105.
35. Borst HG, Walterbusch G, Schaps D. Extensive aortic replacement using 'elephant trunk' prosthesis. *Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 31: 37-40.
36. Kieffer E, Koskas F, Godet G, Bertrand M, Bahnini A, Benhamou AC, et al. Treatment of aortic arch dissection using the elephant trunk technique. *Ann Vasc Surg* 2000; 14: 612-9.
37. Matsuda H, Tsuji Y, Sugimoto K, Okita Y. Secondary elephant trunk fixation with endovascular stent grafting for extensive/multiple thoracic aortic aneurysm. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 28: 335-6.
38. Gorich J, Asquan Y, Seifarth H, Kramer S, Kapfer X, Orend KH, et al. Initial experience with intentional stent-graft coverage of the subclavian artery during endovascular thoracic aortic repairs. *J Endovasc Ther* 2002; 9 (Suppl 2): S39-43.
39. Hausegger KA, Oberwalder P, Tiesenhausen K, Tauss J, Stanger O, Schedlbauer P, et al. Intentional left subclavian artery occlusion by thoracic aortic stent-grafts without surgical transposition. *J Endovasc Ther* 2001; 8: 472-6.
40. Dambrin C, Marcheix B, Hollington L, Rousseau H. Surgical treatment of an aortic arch aneurysm without cardio-pulmonary bypass: endovascular stent-grafting after extra-anatomic bypass of supra-aortic vessels. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27: 159-61.
41. Cina CS, Safar HA, Lagana A, Arena G, Clase CM. Subclavian carotid transposition and bypass grafting: consecutive cohort study and systematic review. *J Vasc Surg* 2002; 35: 422-9.
42. Kruger AJ, Holden AH, Hill AA. Endoluminal repair of a thoracic arch aneurysm using a scallop-edged stent-graft. *J Endovasc Ther* 2003; 10: 936-9.

43. Mitchell RS, Dake MD, Sembra CP, Fogarty TJ, Zarins CK, Liddel RP, et al. Endovascular stent graft repair of thoracic aortic aneurysms. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 111: 1054-162.
44. Dake MD, Miller DC, Mitchell RS, Sembra CP, Moore KA, Sakai T. The 'first generation' of endovascular stent-grafts for patients with aneurysms of the descending thoracic aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116: 689-704.
45. Ozsvath KJ, Roddy SP, Darling RC III, Byrne J, Kreienberg PB, Choi D, et al. Carotid-carotid crossover bypass: is it a durable procedure? *J Vasc Surg* 2003; 37: 582-5.
46. Manart FD, Kempczinski RF. The carotid-carotid bypass graft. *Arch Surg* 1980; 115: 669-71.
47. Abou-Zamzam AM Jr, Moneta GL, Edwards JM, Yeager RA, McConnell DB, Taylor LM Jr, et al. Extrathoracic arterial grafts performed for carotid artery occlusive disease not amenable to endarterectomy. *Arch Surg* 1999; 134: 952-7.
48. Baker JD, Rutherford RB, Bernstein EF, Courbier R, Ernst CB, Kempczinski RF, et al. Suggested standards for reports dealing with cerebrovascular disease. *J Vasc Surg* 1988; 8: 721-9.
49. Berguer R, Morasch MD, Kline RA. Transthoracic repair of innominate and common carotid artery disease: immediate and long-term outcome for 100 consecutive surgical reconstructions. *J Vasc Surg* 1998; 27: 34-42.
50. Fry WR, Martin JD, Clagett GP, Fry WJ. Extrathoracic carotid reconstruction: the subclavian-carotid artery bypass. *J Vasc Surg* 1992; 15: 83-9.
51. Kato N, Shimono T, Hirano T, Mizumoto T, Ishida M, Fujii H, et al. Aortic arch aneurysms: treatment with extraanatomical bypass and endovascular stent-grafting. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002; 25: 419-22.
52. Dorros G, Cohn JM. Adenosine-induced transient cardiac asystole enhances precise deployment of stent-grafts in the thoracic or abdominal aorta. *J Endovasc Surg* 1996; 3: 270-2.
53. Kahn RA, Moskowitz DM, Marin ML, Hollier LH, Parsons R, Teodorescu V, et al. Safety and efficacy of high-dose adenosine-induced asystole during endovascular AAA repair. *J Endovasc Ther* 2000; 7: 292-6.
54. Fleck T, Hutschala D, Czerny M, Ehrlich MP, Kasimir MT, Cejna M, et al. Combined surgical and endovascular treatment of acute aortic dissection type A: preliminary results. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 761-5.
55. Miyairi T, Ninomiya M, Endoh M, Naganuma J, Kotsuka Y, Takamoto S. Conventional repair and operative stent-grafting for acute and chronic aortic dissection. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 1621-3.
56. Carrel T, Do-Dai D, Müller M, Triller J, Mahler F, Althaus U. Combined endovascular and surgical treatment of complex traumatic lesions of the thoracic aorta. *Lancet* 1997; 350: 1146.

COMBINED SURGICAL AND ENDOVASCULAR REPAIR OF THE AORTIC ARCH AND THORACIC AORTA

Summary. Introduction. *Thoracic aortic aneurysms and aortic dissections are very serious pathologies that affect an important number of patients and which are often treated with conservative therapy for fear of the high morbidity and mortality rate that accompanies their surgical procedures. Endovascular techniques are a less drastic alternative, although sometimes surgical actions are needed to maintain perfusion in the supra-aortic trunks (SAT).* Aim. *To present the different combined (open and endovascular) techniques that are used to treat pathologies of the aortic arch.* Development. *Following Balm's classification, we describe the different possibilities open for extra-anatomical revascularisation of SAT prior to ligation of their origins and their endovascular occlusion during endovascular treatment of arch pathologies. All the procedures avoid aortic clamping and the need for a heart-lung bypass machine and some of them even make median sternotomy unnecessary.* Conclusions. *The development of endovascular techniques and devices for the thoracic aorta, in combination with less drastic surgery, can represent an interesting alternative for patients who are not going to benefit from conventional repairs. Further studies are needed to determine the feasibility of these promising techniques and the survival rates achieved, since to date our experience is limited to very short series of particular cases, the results of which are inconsistent.* [ANGIOLOGÍA 2006; 58 (Supl 1): S149-58]

Key words. *Aortic dissection. Combined surgery. Elephant trunk. Extra-anatomical bypass. Thoracic aortic aneurysm. Thoracic stent.*