

ARTÍCULO ESPECIAL

Abordaje híbrido de la disfunción aórtica: a propósito de 2 casos y revisión de la literatura



K.N. Moreno Bermudez ^{a,*}, C.A. Arias Páez ^b y C.A. Bautista Vacca ^c

^a Servicio de Cirugía General, Hospital Militar Central, Bogotá, Colombia

^b Especialidad Cirugía Vasculare Periférica y Cardiovascular, Hospital Militar Central, Bogotá, Colombia

^c Especialidad Cirugía General, Hospital Militar Central, Bogotá, Colombia

Recibido el 19 de agosto de 2015; aceptado el 24 de diciembre de 2016

Disponibile en Internet el 18 de marzo de 2017

PALABRAS CLAVE

Aneurisma toracoabdominal;
Arco aórtico;
Tratamiento híbrido;
Procedimiento endovascular;
Endoprótesis;
Circulación extracorpórea;
Anastomosis

KEYWORDS

Thoraco-abdominal aneurysm;
Aortic arch;
Hybrid management;

Resumen La corrección de los aneurismas de la aorta toracoabdominal y del arco aórtico es sumamente compleja debido a su relación con las arterias viscerales y con los troncos supraaórticos respectivamente. El desarrollo progresivo de las técnicas endovasculares ha permitido realizar abordajes híbridos, en los que estos procedimientos se han combinado con intervenciones quirúrgicas abiertas. La aplicación de la cirugía híbrida ha mejorado las tasas de morbimortalidad en los últimos años, y es la primera opción en pacientes de edad avanzada o que presentan comorbilidades que contraindican el abordaje quirúrgico abierto. Ello es debido a que se pueden evitar los tiempos quirúrgicos prolongados, el pinzamiento aórtico o la circulación extracorpórea.

En este artículo describimos 2 casos de tratamiento híbrido, uno de aorta toracoabdominal y otro de arco aórtico y realizamos una revisión de la literatura al respecto.

© 2017 SEACV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Hybrid approach to aortic disease: Report of 2 cases and literature review

Abstract The correction of aneurysms of the thoraco-abdominal aorta and aortic arch is extremely complex, due to their relationship with the visceral arteries and the supra-aortic trunks, respectively. The progressive development of endovascular techniques has allowed hybrid approaches to be made, in which these procedures have been combined with open

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: nicoletta.moreno@hotmail.com (K.N. Moreno Bermudez).

Endovascular
procedure;
Stent;
Extracorporeal
circulation;
Anastomosis

surgical procedures. The application of hybrid surgery has improved morbidity and mortality rates in recent years. It is the first choice in elderly patients or those with comorbidities that contraindicate the open surgery approach. This is due to preventable prolonged surgical time, aortic clamping, and/or extracorporeal circulation.

In this paper we describe 2 cases of hybrid treatment are described in this work; one of the thoraco-abdominal aorta, and the other of the aortic arch. A review of the literature is also presented.

© 2017 SEACV. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Los aneurismas de la aorta toracoabdominal (AATA) y del arco aórtico son comunes en pacientes ancianos y su prevalencia aumenta con el envejecimiento de la población. La mayoría de los pacientes que no son tratados mueren por rotura del aneurisma, lo cual se encuentra asociado a la edad¹.

El tratamiento convencional del aneurisma torácico, aneurisma abdominal y AATA, que afectan a los troncos supraaórticos, las arterias viscerales y renales, sigue estando asociado con una alta mortalidad y con complicaciones neurológicas, especialmente de la médula espinal^{2,3}.

La terapia endovascular para las lesiones aórticas complejas no siempre es posible, por lo cual el uso de una técnica híbrida que combine la transposición de las ramas viscerales o troncos supraaórticos, seguida de un procedimiento endovascular para la exclusión del aneurisma es requerido. La utilización de estas técnicas se recomienda sobre todo en aquellos pacientes de alto riesgo quirúrgico que no pueden tolerar un procedimiento abierto convencional, con pinzamiento aórtico o circulación extracorpórea (CEC)^{4,5}.

Los procedimientos híbridos se pueden realizar en una sola etapa o de forma diferida. La principal desventaja de este último es el riesgo de rotura del aneurisma en el intervalo entre las 2 etapas, por lo cual se debe tener en cuenta la estabilidad del paciente para su elección².

El presente manuscrito presenta los casos clínicos de 2 pacientes con aneurismas complejos de aorta que comprometían los troncos supraaórticos o viscerales que ingresaron a nuestro centro y a los que se les practicaron técnicas híbridas; además se realiza una revisión de la literatura al respecto.

Casos clínicos

Primer caso

Paciente masculino de 49 años con antecedente de nefropatía lúpica, insuficiencia renal estadio V en hemodiálisis a través de fístula arteriovenosa. Consultó en urgencias por presentar dolor torácico que se irradió a región interescapular y región abdominal asociado a diaforesis. Fue valorado en un centro de II nivel de complejidad, donde evidenciaron cambios electrocardiográficos con infradesnivel del

segmento ST en pared inferior y lateral, además de bloqueo completo de rama derecha y enzimas cardíacas negativas.

Fue remitido a nuestro centro de salud, donde se realizó angio-TC que evidenció disección aórtica de tipo B con extensión retrógrada a zona 2 (fig. 1). Se practicó ecocardiograma transesofágico, que demostró integridad del cayado aórtico, con disección desde la subclavia izquierda. Consistentemente con el antecedente de fístula arteriovenosa se identificó en la angio-TC arterialización de todos los lechos venosos en el cuello, dilatación marcada de la vena subclavia y el confluente yugulosubclavio izquierdo, lo que hacía el acceso quirúrgico en el cuello de alto riesgo para lesión vascular y sangrado.

Se propuso para este paciente la realización de una técnica híbrida con transposición de troncos supraaórticos y, en un segundo tiempo quirúrgico, tratamiento endovascular con implantación de una endoprótesis desde la zona 1.

Primer tiempo quirúrgico: Se realizó una derivación axiloaxilar de derecha a izquierda con injerto de PTFE anillado de 6 mm, con avance transmediastinal por vía toracoscópica y una derivación axilocarotídea izquierda con ligadura de arteria carótida común y de subclavia izquierda en el origen del arco.

Segundo tiempo quirúrgico (endovascular): Se realizó 24 h después del primer tiempo quirúrgico. Se colocó drenaje de líquido cefalorraquídeo para protección espinal. El aortograma evidenció disección aórtica de tipo B con desgarramiento distal a la subclavia izquierda con extensión hasta las ilíacas, con sitios de reentrada a nivel del hiato diafragmático y otro a nivel infrarrenal. Injerto axiloaxilar (fig. 2A) y axilocarotídeo izquierdo con permeabilidad adecuada (fig. 2B) y zona de estenosis de arteria subclavia derecha a 15 mm proximal de la anastomosis axilar derecha. Se practicó angioplastia con balón sobre zona de estenosis, que se logró vencer y permitió adecuado flujo por el injerto. Se colocaron 2 endoprótesis *medtronic valiant* cubriendo desde la zona 1 hasta 3 cm por encima del tronco celiaco (fig. 2C-D).

El paciente evolucionó adecuadamente y se dio alta hospitalaria al día 14 con control tomográfico (fig. 2E).

Segundo caso

Paciente masculino de 64 años, quien 5 años antes del ingreso presentó dolor torácico retroesternal intenso y a

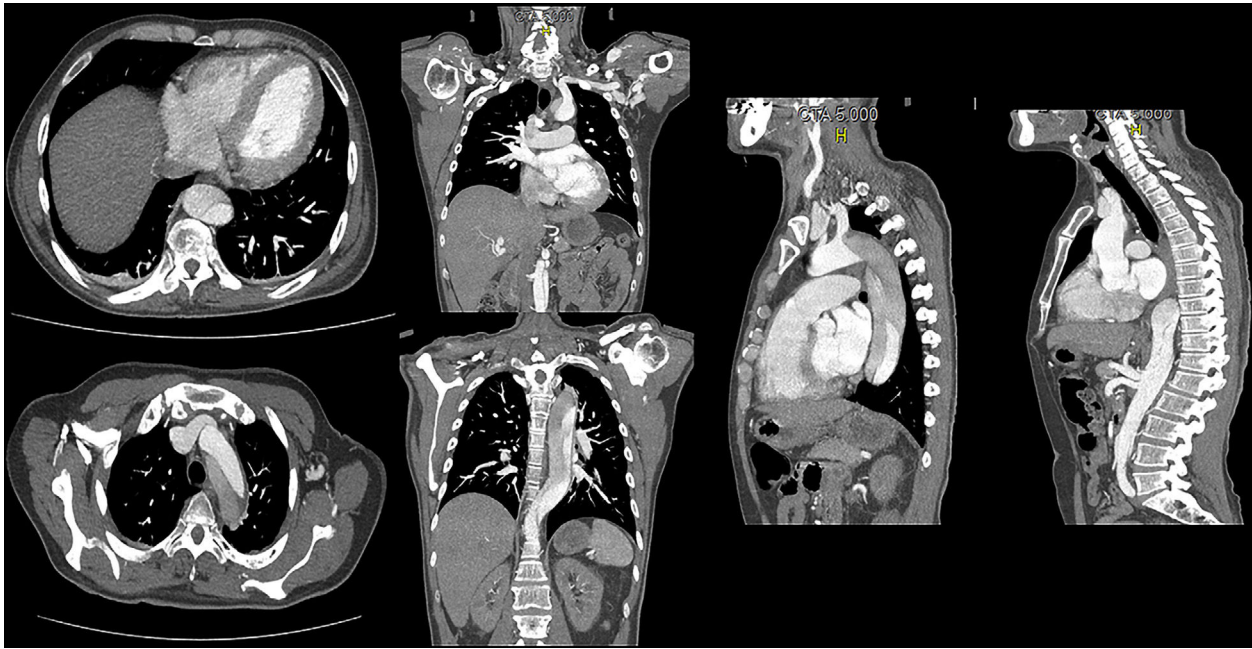


Figura 1 AngioTC de ingreso caso 1. Disección aórtica tipo B con extensión retrógrada a zona 2 que se extiende en forma helicoidal hasta las ilíacas, con predominio de la ilíaca derecha; trombo mural hacia el arco aórtico a nivel de la carótida izquierda, oclusión casi total a nivel de la primera porción de la aorta descendente con un diámetro de luz falsa a este nivel de 30 mm, sin dilataciones aneurismáticas; salida de la luz verdadera de ramas viscerales.

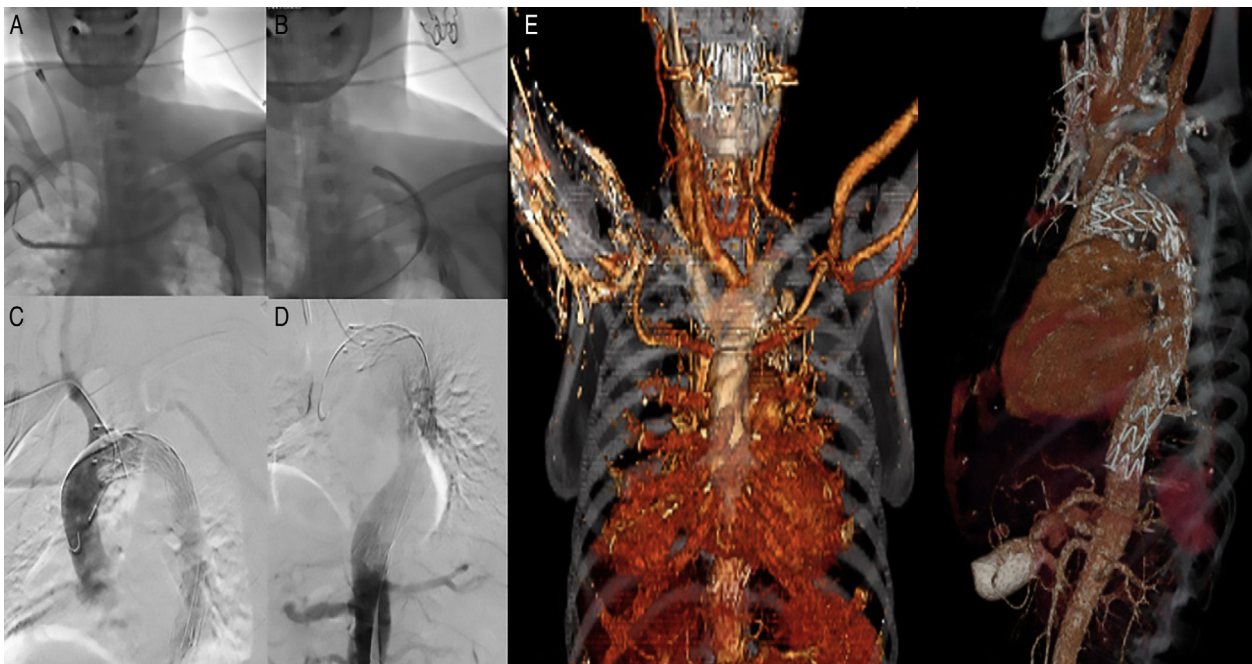


Figura 2 Segundo tiempo endovascular. A) Derivación axiloaxilar. B) Derivación axilocarotídea. C y D) Endoprótesis que cubre desde la zona 1 hasta 3 cm por encima del tronco celiaco. E) Control tomográfico postoperatorio con el procedimiento híbrido completado.

quien en el servicio de urgencias se le realizó angio-TC que evidenció disección de tipo B en tercio medio de la aorta descendente, por lo que se practicó corrección endovascular con endoprótesis TALENT.

En control tomográfico posterior se identificó zona de reentrada en la arteria ilíaca primitiva izquierda en su

tercio proximal, 1 cm por debajo de su bifurcación. Se realizó corrección endovascular colocando una extensión ilíaca con endoprótesis TALENT. El paciente permaneció asintomático, pero 4 años después presentó dolor torácico, por lo que se realizó nueva angio-TC, en la que se identificó disección aneurismática de aorta abdominal con el tronco

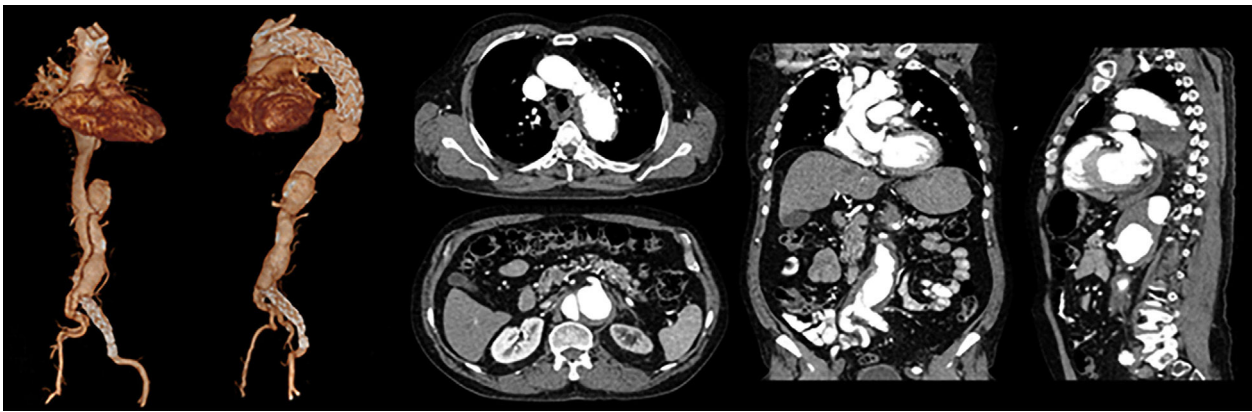


Figura 3 AngioTC de ingreso caso 2. Stent en cayado aórtico con dilatación aneurismática y trombo intramural concéntrico con un diámetro mayor de 82 mm con una luz verdadera de 38 mm; disección aneurismática de aorta abdominal con diámetro mayor de 44 mm con flap intimal; tronco celiaco que sale de la luz falsa; disección de arteria mesentérica superior; arterias renales que salen de la luz verdadera con progresión de la disección a la iliaca derecha; stent iliaco izquierdo permeable.

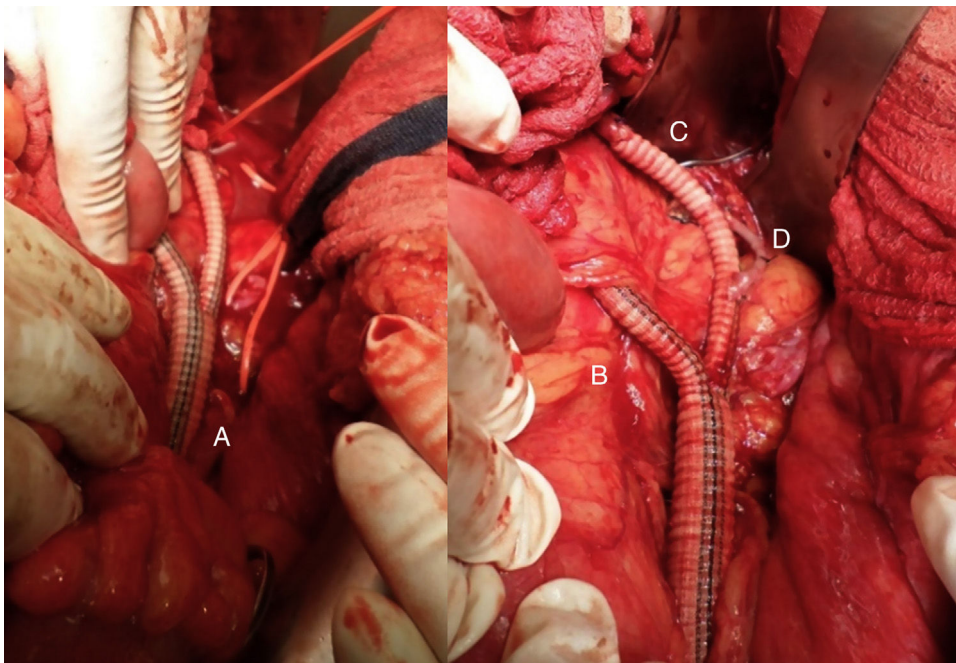


Figura 4 Primer tiempo quirúrgico. Transposición de vasos viscerales. A) Anastomosis de la iliaca externa izquierda al cuerpo principal del injerto. B) Anastomosis de la rama derecha del injerto a la arteria esplénica. C) Anastomosis de la rama izquierda a la arteria mesentérica superior. D) Anastomosis de la rama izquierda del injerto protésico a la arteria renal izquierda.

celiaco, arteria mesentérica superior que salía de la luz falsa, y progresión de la disección a la arteria iliaca derecha (fig. 3).

Se propuso para este paciente un procedimiento híbrido con trasposición de ramas viscerales, con puentes desde la iliaca externa izquierda y, en un segundo tiempo, corrección endovascular de la AATA.

Primer tiempo quirúrgico: Se realizó una transposición de vasos viscerales con anastomosis terminolateral, con injerto de dacrón, de la arteria iliaca primitiva izquierda al cuerpo principal del injerto (fig. 4A), con anastomosis terminolateral de la rama derecha del injerto a la arteria esplénica (fig. 4B) y anastomosis de la rama izquierda a la arteria

mesentérica superior (fig. 4C). También se realizó un puente de vena safena invertida de las arterias renales al cuerpo del injerto (fig. 4D) y ligadura del tronco celiaco, arterias renales y arteria mesentérica superior en su nacimiento de la aorta.

Se dejó en bolsa de laparostomía para realizar revisión a las 48 h; al encontrar necrosis del bazo en 2/3 de su área, se practicó esplenectomía. En el segundo lavado quirúrgico se encontró la cavidad limpia y se realizó cierre de cavidad abdominal. Presentó bacteriemia por *Enterobacter cloacae* con disfunción multiorgánica, que se manejó con cefepime, lo cual retrasó el procedimiento endovascular.

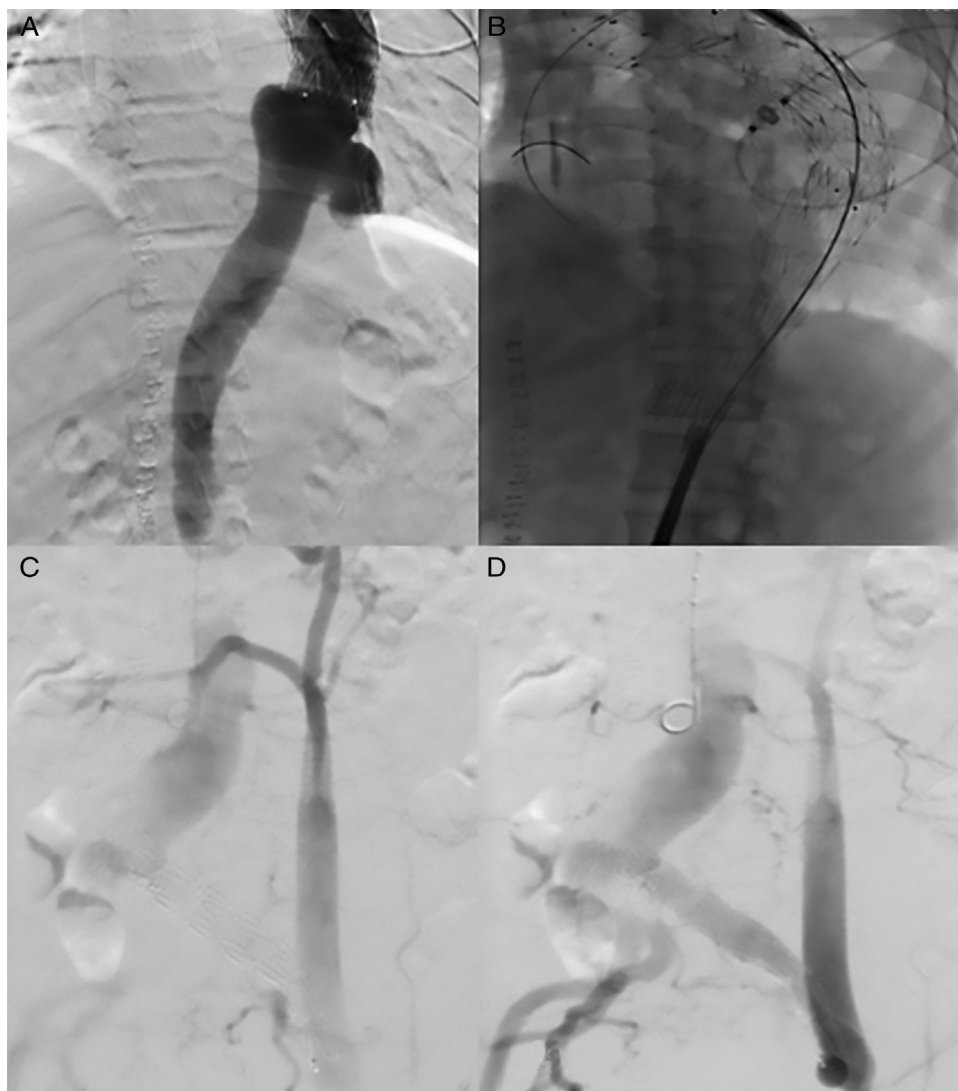


Figura 5 Segundo tiempo quirúrgico endovascular. A) Aneurisma toracoabdominal roto. B) Colocación de endoprótesis. C y D) Arteriografía con integridad de las anastomosis de trasposición de vasos viscerales.

Al día 20 después de la primera etapa, el paciente presentó anemia y *shock* con requerimiento de soporte vasoactivo en la unidad de cuidado intensivo. Se practicó angio-TC, que evidenció imagen sugestiva de rotura de aneurisma de aorta torácica, con drenaje a cavidad pleural.

Segundo tiempo quirúrgico (endovascular): Se llevó al paciente de manera urgente a corrección de aneurisma toracoabdominal roto, cubriendo adecuadamente la lesión (fig. 5).

El paciente moduló respuesta inflamatoria y completó el tratamiento antibiótico, con alta hospitalaria adecuada.

Discusión

Varias estrategias de tratamiento para la disfunción de la aorta han evolucionado en las últimas décadas, utilizando desde derivaciones aórticas toracofemorales temporales con homoinjertos, evidenciando una mortalidad del 50%^{6,7}. Para 1994, las técnicas endovasculares estaban bien

desarrolladas, de tal manera que se utilizaban para aneurismas de aorta descendente; sin embargo, este aporte fue limitado por la presencia de ramas viscerales y renales^{6,8}.

Las soluciones endovasculares fueron rápidamente adoptadas para el tratamiento de aneurismas de la aorta descendente infrarrenal o de aneurismas aislados de la región torácica. En las últimas décadas esta técnica se ha considerado en pacientes con AATA o del arco aórtico, con una disminución de la mortalidad operatoria para los aneurismas infrarrenales al igual que para los AATA, con el desarrollo de prótesis ramificadas o fenestradas. Pero estos dispositivos son extremadamente complejos y requieren de un equipo sofisticado, con un diseño personalizado, el cual puede demorar entre 6 y 12 semanas su realización, con lo que su uso en entornos urgentes o emergentes resulta poco práctico^{3,6}.

Por la complejidad quirúrgica que se presenta sobre las ramificaciones vasculares, se ha propuesto la utilización de técnicas híbridas, en las que se realiza la transposición de sus ramas más la reparación endovascular del aneurisma

Tabla 1 Comparación de mortalidad, paraplejía y permeabilidad del injerto de las principales publicaciones de técnica híbrida

Autoría	Año de publicación	N	Mortalidad a 30 días (%)	Paraplejía (%)	Permeabilidad (%)
Lee et al. ²³	2007	17	24	0	97
Bockler et al. ²⁴	2008	28	14,3	16	89
Chisea et al. ²⁵	2009	31	19,4	3,2	93
Quiñones-Baldrich et al. ²⁶	2009	20	0	6,6	100
Kuratani et al. ⁵	2010	86	2,2	0	98
Cochennec et al. ²⁷	2011	81	11,8	10	94
Hughes et al. ⁷	2012	47	8,5	0	97
Rosset et al. ²	2013	76	34,2	11,8	99

aórtico como una opción terapéutica³. Crawford introdujo el concepto de endoaneurismorrafia con anastomosis en botón, que contenga los orificios de los vasos viscerales en el lado de un injerto de dacrón, con pinzamiento aórtico sin shunt, y con una mortalidad del 7%⁹.

Corrección de aneurisma de aorta toracoabdominal

La reparación abierta implica la realización de una incisión toracoabdominal, utilización de ventilación unipulmonar, CEC o pinzamiento aórtico, lo que conlleva un estrés fisiológico elevado y complicaciones mayores, como son las pulmonares, cardíacas, renales (4%) y neurológicas, principalmente accidente cerebrovascular e isquemia de la médula espinal (6%)¹.

Los procedimientos híbridos no sustituyen la reparación convencional, que es el estándar de oro en candidatos adecuados, pero permite una alternativa para los pacientes de alto riesgo, en los que su desenlace sería potencialmente fatal^{3,10}. En centros especializados la mortalidad de los procedimientos abiertos para la reparación de AATA es del 10%; este porcentaje puede aumentar al 25% de forma global en Estados Unidos⁷, y en pacientes mayores de 70 años la mortalidad llega a aumentar hasta un 20%¹. Las tasas de permeabilidad del injerto pueden llegar a ser hasta del 97%, con una supervivencia global hasta del 70% a los 2 años y del 57% a los 5 años⁷. Los factores de riesgo asociados con resultados adversos en la reparación abierta son la edad avanzada y la enfermedad pulmonar^{11,12}.

Los AATA ocurren con mayor frecuencia en personas mayores de 65 años, que muchas veces no son candidatas óptimas para la reparación abierta por sus comorbilidades o el antecedente de cirugía aórtica previa, y en las que el tratamiento híbrido puede ser una opción que disminuye la morbimortalidad (tabla 1)⁷.

La CEC se ha utilizado en casos difíciles en un esfuerzo para minimizar el riesgo de lesión isquémica de órganos y médula espinal, con una mortalidad global del 7%, pero este porcentaje puede aumentar al 15% en pacientes Crawford II. La ventaja de las técnicas híbridas es evitar la necesidad de CEC y pinzamiento aórtico. Comparando la técnica abierta con la técnica híbrida se ha evidenciado una mortalidad temprana del 12% asociada al uso de CEC en cirugía abierta como factor independiente, pero la supervivencia a largo plazo entre las 2 técnicas y las tasas de mortalidad global tardía (7,5%) no tuvo diferencias significativas^{3,13}.

La realización en una sola etapa de las técnicas híbridas tiene la ventaja de evaluar la permeabilidad y la integridad del injerto inmediatamente después de la colocación de la endoprótesis. Sin embargo, los pacientes intervenidos en etapas tienen tiempos quirúrgicos menores, disminución de las transfusiones de hemoderivados, más probabilidades de ser extubados en la sala de cirugía y una adecuada reanimación, con optimización del momento del procedimiento endovascular y disminución de las tasas de mortalidad, paraplejía y falla renal^{2,5}. La utilización de drenajes de líquido cefalorraquídeo disminuye las tasas de paraplejía, que es la complicación principal en la reparación extensa de la aorta toracoabdominal^{5,14}.

Completar la segunda etapa dentro de los 3-7 días después de la cirugía abierta permite una vigilancia más estrecha de los parámetros fisiológicos⁷. La principal desventaja del procedimiento en etapas es el riesgo de rotura del aneurisma en el intervalo entre las 2 intervenciones, por lo cual se debe practicar en pacientes con una aparente lesión aneurismática estable².

La permeabilidad de la reconstrucción visceral depende, esencialmente, del lugar elegido para la anastomosis proximal; lo ideal es sobre la aorta infrarrenal; si esta no es posible, el *bypass* se puede realizar desde la arteria iliaca común, siempre y cuando ambas arterias ilíacas sean de buena calidad. La arteria renal derecha se anastomosa sobre la iliaca derecha y la renal izquierda y las arterias viscerales, en la arteria iliaca izquierda. Este enfoque tiene la ventaja de no comprometer todas las derivaciones en caso de un deterioro de una arteria iliaca². Para poder realizar el cubrimiento del tronco celiaco, tiene que existir como requisito una arteria mesentérica superior permeable, con arterias gastroduodenales intactas, así como una vena porta permeable¹⁵. Esta técnica es bien tolerada en pacientes ancianos con múltiples comorbilidades, pero hasta el 32% de los pacientes pueden presentar algún tipo de endofuga⁸.

Corrección de aneurismas del arco aórtico

El reemplazo total abierto del arco aórtico ha sido la opción quirúrgica estándar, pero la técnica híbrida para la aorta ascendente ha atraído la atención como un nuevo tratamiento menos invasivo y ha superado al abordaje abierto en resultados como la mortalidad perioperatoria, que va del 4 al 28%, y una tasa de eventos adversos neurológicos que va del 1 al 10%¹⁶⁻¹⁸. La técnica híbrida no requiere la utilización de CEC, pero sí el pinzamiento lateral de la aorta

ascendente para lograr la anastomosis proximal, lo que puede conducir a complicaciones como el ictus, la disección aórtica o el pseudoaneurisma¹⁶. El procedimiento híbrido tiene una menor mortalidad en pacientes de edad superior a 75 años o con comorbilidades significativas, con buenos resultados a mediano plazo y tasas de permeabilidad a 5 años del 92%¹⁸⁻²⁰. Esta técnica se realiza mediante un *bypass* de las ramas supraaórticas más la reparación endovascular del aneurisma. Se deben tener 2 conceptos fundamentales: derivación braquiocefálica o revascularización de los grandes vasos y construcción de una zona de anclaje proximal y distal adecuada¹⁷. La preservación de las principales colaterales de la arteria vertebral puede contribuir a proteger el flujo medular para disminuir el riesgo de isquemia²¹. Existe un riesgo 2,8 veces mayor de mortalidad en la reparación de los aneurismas que se encuentran en zona 0, pero no mostró diferencias significativas con las complicaciones neurológicas²².

Se han desarrollado nuevas técnicas, como es la técnica en chimenea, que pueden lograr la anastomosis entre la aorta ascendente y un injerto ramificado sin la necesidad del pinzamiento aórtico y así reducir el riesgo de complicaciones cerebrales. Además, disminuyen la incidencia de endofugas, especialmente de tipo I, que varía del 5 al 30%, con una tasa de mortalidad más baja (de hasta el 10%) y una tasa de complicaciones neurológicas de hasta del 3%^{16,22}.

Se han demostrado las ventajas en realizar el procedimiento en 2 fases, con una menor incidencia de isquemia de la médula espinal en comparación con la realización del procedimiento en una sola etapa⁷.

Conclusiones

El papel de las técnicas híbridas en el tratamiento de los AATA y del arco aórtico ha sido el de disminuir la tasa de complicaciones peri- y postoperatorias y de mortalidad a corto plazo, con lo que han demostrado que son actualmente la primera opción en la reparación de este tipo de aneurismas para pacientes de edad avanzada o con múltiples comorbilidades que no podrán ser intervenidos mediante un tratamiento quirúrgico abierto.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Agradecimientos

Al Servicio de Radiología e Imágenes Diagnósticas y a su grupo técnico, al señor sargento segundo Duan Andrés González Aguilera por su aporte a esta publicación.

Bibliografía

- Hughes GH, Mccann RL. Hybrid thoracoabdominal aortic aneurysm repair: Concomitant visceral revascularization and endovascular aneurysm exclusion. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21:355-62.
- Rosset E, Ben Ahmed S, Galvaing G, Favre JP, Sessa C, Lermusiaux P, et al. Editor's choice-hybrid treatment of thoracic, thoracoabdominal, and abdominal aortic aneurysms: A multicenter retrospective study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014;47:470-8.
- Patel HJ, Upchurch GR Jr, Eliason JL, Criado E, Rectenwald J, Williams DM, et al. Hybrid debranching with endovascular repair for thoracoabdominal aneurysms: A comparison with open repair. *Ann Thorac Surg.* 2010;89:1475-81.
- Quiñones-Baldrich WJ, Panetta TF, Vescera CL, Kashyap VS. Repair of type IV thoracoabdominal aneurysm with a combined endovascular and surgical approach. *J Vasc Surg.* 1999;30:555-60.
- Kuratani T, Kato M, Shirakawa Y, Shimamura K, Sawa Y. Long-term results of hybrid endovascular repair for thoraco-abdominal aortic aneurysms. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;38:299-304.
- Greenberg RK, West K, Pfaff K, Foster J, Skender D, Haulon S, et al. Beyond the aortic bifurcation: Branched endovascular grafts for thoracoabdominal and aortoiliac aneurysms. *J Vasc Surg.* 2006;43:879-86, discussion: 886-7.
- Hughes GC, Barfield ME, Shah AA, Williams JB, Kuchibhatla M, Hanna JM, et al. Staged total abdominal debranching and thoracic endovascular aortic repair for thoracoabdominal aneurysm. *J Vasc Surg.* 2012;56:621-9.
- Drinkwater SL, Böckler D, Eckstein H, Cheshire NJ, Kotelis D, Wolf O, et al. The visceral hybrid repair of thoraco-abdominal aortic aneurysms-a collaborative approach. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009;38:578-85.
- Crawford ES. Thoraco-abdominal and abdominal aortic aneurysms involving renal, superior mesenteric, celiac arteries. *Ann Surg.* 1974;179:763-72.
- Coselli JS, Bozinovski J, LeMaire SA. Open surgical repair of 2286 thoracoabdominal aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:S862-4, discussion S890-2.
- Wong DR, Parenti JL, Green SY, Chowdhary V, Liao JM, Zarda S, et al. Open repair of thoracoabdominal aortic aneurysm in the modern surgical era: Contemporary outcomes in 509 patients. *J Am Coll Surg.* 2011;212:569-79, discussion 579-81.
- Coselli JS, LeMaire SA, Miller CC 3rd, Schmittling ZC, Köksoy C, Pagan J, et al. Mortality and paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: A risk factor analysis. *Ann Thorac Surg.* 2000;69:409-14.
- Greenberg RK, Lu Q, Roselli EE, Svensson LG, Moon MC, Hernandez AV, et al. Contemporary analysis, of descending thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair: A comparison of endovascular and open techniques. *Circulation.* 2008;118:808-17.
- 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.
- Rao AS, Rhee RY. Coverage of the celiac artery during TEVAR: Is it ever, appropriate? *Semin Vasc Surg.* 2009;22:152-8.

16. Kato M, Kagaya H, Kubo Y, Banno H, Ohkubo N. Real chimney technique for total debranching of supra-aortic trunks. *J Vasc Surg.* 2015;61:542–5.
17. Vallabhajosyula P, Bavaria J, Szeto W. Hybrid approaches to complex aortic arch aneurysms. *Spring.* 2012;17:15–26.
18. Murashita T, Matsuda H, Domae K, Iba Y, Tanaka H, Sasaki H, et al. Less invasive surgical treatment for aortic arch aneurysms in high-risk patients: A comparative study of hybrid thoracic endovascular aortic repair and conventional total arch replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143:1007–13.
19. Milewski RK, Szeto WY, Pochettino A, Moser GW, Moeller P, Bavaria JE. Have hybrid procedures replaced open aortic arch reconstruction in high-risk patients? A comparative study of elective open arch debranching with endovascular stent graft placement and conventional elective open total and distal aortic arch reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140:590–7.
20. 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 supraaortic branches and consecutive endovascular stent-graft placement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126:916–8.
21. Cao P, De Rango P, Czerny M, Evangelista A, Fattori R, Nienaber C, et al. Systematic review of clinical outcomes in hybrid procedures for aortic arch dissections and other arch diseases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144:1286–300.
22. Gelpi G, Vanelli P, Mangini A, Danna P, Contino M, Antona C. Hybrid aortic arch repair procedure: Reinforcement of the aorta for a safe and durable landing zone. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;40:709–14.
23. Lee WA, Brown MP, Martin TD, Seeger JM, Huber TS. Early results after staged hybrid repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Am Coll Surg.* 2007;205:420–31.
24. Böckler D, Kotelis D, Geisbüsch P, Hyhlik-Dürr A, Klemm K, von Tengg-Koblighk H, et al. Hybrid procedures for thoracoabdominal aortic aneurysms and chronic aortic dissections: a single center experience in 28 patients. *J Vasc Surg.* 2008;47:724e32.
25. Chiesa R, Tshomba Y, Melissano G, Logaldo D. Is hybrid procedure the best treatment option for thoraco-abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009;38:26–34.
26. Quiñones-Baldrich WJ, Jimenez JC, DeRubertis B, Moore WS. Combined endovascular and surgical approach (CESA) to thoraco-abdominal aortic pathology: A 10 year experience. *J Vasc Surg.* 2009;49:112534.
27. Cochennec F, Riga C, Cheshire N. Hybrid procedures for thoraco-abdominal aortic aneurysms. *Springer.* 2011;44:1–50.