



## ORIGINAL

# Tratamiento híbrido de los aneurismas del arco aórtico. Nuestra experiencia<sup>☆</sup>



A. Duque Santos\*, M.A. Romero Lozano, A.A. Reyes Valdivia, E. Aracil Sanus, J.L. Ocaña Guaita y C. Gandarias Zúñiga

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Ramón y Cajal, Madrid, España

Recibido el 17 de septiembre de 2016; aceptado el 24 de diciembre de 2016  
Disponible en Internet el 11 de febrero de 2017

### PALABRAS CLAVE

Aneurisma;  
Arco aórtico;  
Debranching

### Resumen

**Introducción:** El tratamiento de la disfunción del arco aórtico sigue siendo un reto. El reemplazo quirúrgico del arco aórtico se asocia a una elevada morbimortalidad. Se propone el tratamiento híbrido como una alternativa menos invasiva.

**Objetivos:** Presentamos la experiencia de nuestro centro en el tratamiento híbrido de aneurismas del cayado aórtico. Se describe la morbimortalidad a 30 días y a medio plazo; endofugas, reintervenciones y permeabilidad de los *bypasses*.

**Material y métodos:** Realizamos un estudio descriptivo y retrospectivo de los aneurismas de aorta con afectación del arco que se sometieron a un procedimiento híbrido entre enero del 2009 y diciembre del 2014. Incluimos pacientes tratados tanto de forma urgente como electiva.

**Resultados:** De un total de 38 pacientes tratados por disfunción aneurismática del cayado aórtico en dicho periodo, 12 (31,5%) recibieron tratamiento híbrido. Se realizaron 2 *bypasses* aortotronco branquiocefálico-carotídeo izquierdo y carótido-subclavio izquierdo, 5 *bypasses* carótido-carótido-subclavio izquierdo, un *bypass* carótido-carotídeo y 5 *bypasses* carótido-subclavio izquierdo, seguidos de la colocación de una endoprótesis torácica mediante técnica habitual. Se consiguió éxito técnico del 92%. La mortalidad a 30 días fue del 16% (n=2). El seguimiento medio fue de 29,3 meses ( $\pm 15$  meses). Dos pacientes (16%) cursaron con endofuga en el seguimiento, ambas de tipo Ia, por lo cual precisaron de reintervenciones mediante *bypass* proximal y nueva endoprótesis. La mortalidad global fue del 25% (n=3). La permeabilidad de los *bypasses* fue del 92%. No apareció ningún caso de isquemia medular ni ictus en el postoperatorio ni durante el seguimiento.

<sup>☆</sup> Parte de la información del manuscrito fue presentada previamente en el International Symposium Charing Cross celebrado del 26 al 29 de abril del 2016, en Londres (Reino Unido), con el título «Mid-term results of aortic arch debranching: A single-center experience».

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [africaduque@hotmail.com](mailto:africaduque@hotmail.com) (A. Duque Santos).

**Conclusión:** Los resultados obtenidos en nuestro centro son similares a los publicados en grandes series en la literatura. El *debranching* del cayado aórtico es una alternativa válida en la cirugía electiva y una gran herramienta en el caso urgente, con una aceptable morbimortalidad en el medio plazo.

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

## KEYWORDS

Aneurysm;  
Aortic arch;  
Debranching

## Hybrid approach to aortic arch aneurysm. Experience in a single centre

### Abstract

**Introduction:** Aortic arch aneurysm treatment is still considered a challenge for surgeons. Total aortic arch replacement is associated with high morbidity and mortality. Hybrid treatment is considered an alternative and a less invasive treatment.

**Objective:** To present our results for the treatment of aortic arch aneurysms with hybrid procedures. An analysis was made of the 30-day and mid-term morbidity and mortality, endoleak rate, re-intervention rate, and bypass patency.

**Material and methods:** An extensive review was carried out on all patients treated by hybrid procedures, from January 2009 to December 2014. Elective and urgent cases were included.

**Results:** A total of 38 patients with aortic arch and thoracic aneurysm were reviewed. Of these, 12 (31.5%) required hybrid treatment. Two complete revascularisations of supra-aortic vessels were performed, as well as 5 carotid-carotid bypass plus left subclavian artery bypass, one carotid-carotid bypass alone, and 4 left carotid-to-left subclavian artery bypass, all followed by endovascular aortic aneurysm exclusion. Technical success was 92%. The 30-day mortality rate was 16% (n=2). Mean follow-up was 29.3 months ( $\pm 15$  months). Two patients (16%) developed a type Ia endoleak in the follow-up that required further proximal revascularisation plus proximal endograft extension. Overall mortality was 25%. Patency of supra-aortic vessels revascularisation was 92% during follow-up. No neurological complications were found.

**Conclusion:** These findings support the assumption that the hybrid approach in the management of aortic arch aneurysm is a reliable alternative to open surgery in elective surgery. This technique is also valid for patients in the urgent setting. Our results are comparable to other published series. There is low morbidity and mortality in the mid-term.

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

## Introducción

El tratamiento de la enfermedad aneurismática del arco aórtico sigue siendo un reto para los cirujanos. El reemplazo del arco aórtico mediante *bypass* aorto-aórtico con reimplante de los troncos supraaórticos es el *gold standard* en su tratamiento. Este procedimiento requiere parada cardiocirculatoria, hipotermia y métodos de perfusión cerebral<sup>1,2</sup>. A pesar de la evolución en las técnicas quirúrgicas durante las últimas décadas, la cirugía clásica se asocia a una elevada tasa de morbimortalidad (5-20%), secuelas neurológicas (5-18%), así como a deterioro de la función renal y a lesiones en la zona de canulación aórtica<sup>3-5</sup>.

El tratamiento endovascular de la aorta torácica (TEVAR) ha demostrado ser una alternativa a la cirugía clásica para los aneurismas de la aorta torácica descendente con una menor morbimortalidad a largo plazo<sup>6</sup>. Es necesario tener en cuenta criterios morfológicos del aneurisma, viabilidad de los accesos vasculares y una adecuada zona de anclaje proximal y distal, para evitar complicaciones durante el procedimiento<sup>7</sup>. Gracias al desarrollo de las técnicas endovasculares, se desarrollaron abordajes híbridos para los aneurismas del arco aórtico. Este consiste en la realización

de un *bypass* extraanatómico de los troncos supraaórticos, seguido del implante de una endoprótesis aórtica. El tratamiento híbrido (*debranching*) permite la exclusión de este tipo de aneurismas, evitando el pinzamiento aórtico, la parada cardiocirculatoria y la hipotermia<sup>8,9</sup>. El *debranching* del arco aórtico es una alternativa de tratamiento que asocia menor morbimortalidad a la cirugía convencional.

La evolución y el desarrollo de los nuevos dispositivos hacen que el tratamiento endovascular total de los aneurismas del cayado aórtico sea factible mediante la técnica de endoprótesis ramificada o fenestrada. No obstante, la mayoría de las series que se han publicado al respecto son cortas y han sido realizadas en centros de gran volumen endofunción aórtica. Por ello, existen dudas sobre la seguridad de la técnica y la posibilidad de generalizar su uso.

## Material y métodos

Presentamos un estudio observacional descriptivo, realizado sobre una cohorte retrospectiva de pacientes con aneurismas de arco aórtico y aorta torácica, tratados en nuestro centro entre enero del 2009 y diciembre del 2014. En este

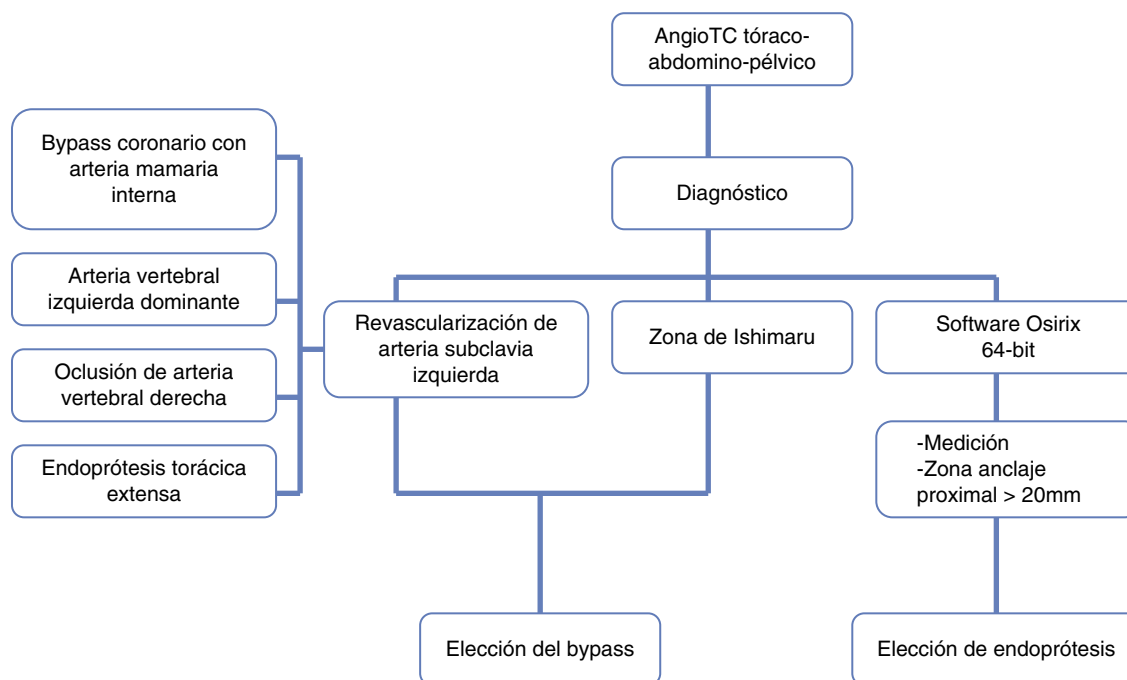


Figura 1 Protocolo preoperatorio tras el diagnóstico de aneurisma del cayado aórtico en rango terapéutico.

estudio analizaremos exclusivamente a los pacientes que requirieron tratamiento híbrido. Se incluyeron tanto casos programados como urgentes. Los pacientes que no requirieron revascularización de los troncos supraaórticos fueron excluidos de este estudio.

Las indicaciones de tratamiento de estos aneurismas fueron: diámetro máximo mayor de 60 mm o crecimiento rápido (más de 10 mm al año). El origen de los casos fue secundario a enfermedad aneurismática aterosclerótica y crecimiento del saco tras una disección crónica de aorta.

La figura 1 muestra el protocolo quirúrgico ante el hallazgo de un aneurisma del arco aórtico en rango terapéutico. En todos los casos, tras el hallazgo de un aneurisma del cayado aórtico, solicitamos una angio-TC toracoabdominopélvica, ecografía de arterias poplíteas y troncos supraaórticos, pruebas de función respiratoria y valoración cardiológica quirúrgica, según protocolo de nuestro centro. Posteriormente, se realizó una reconstrucción de la angio-TC con el software Osirix® v.5.6 64-bit, que nos permite realizar la toma de medidas del aneurisma, búsqueda de una óptima zona de sellado proximal y distal y valoración de los troncos supraaórticos y accesos ilio-femorales. En función de las características del aneurisma y del arco aórtico, se procede a la elección de la endoprótesis más adecuada, para su implante. Tras el procedimiento, los pacientes pasaron a la unidad de cuidados posquirúrgicos, para vigilancia estrecha las primeras horas postoperatorias.

Se utilizó la clasificación de Ishimaru para la estratificación de los pacientes en función de la zona de sellado proximal del aneurisma del arco aórtico, para elegir la mejor técnica de revascularización de los troncos supraaórticos. Así:

- Zona 0: esternotomía media para realizar un clampaje parcial de la aorta ascendente y realizar un *bypass*

aorto-tronco braquiocefálico (TBC)-carotídeo izquierdo-subclavio izquierdo.

- Zona 1: *bypass* carótido-carotídeo izquierdo-subclavio izquierdo.
- Zona 2 y 3: *bypass* carótido izquierdo-subclavio izquierdo.

Los criterios de revascularización de la arteria subclavia izquierda fueron los siguientes: *bypass* previo dependiente de la arteria mamaria, arteria vertebral izquierda dominante, oclusión de arteria vertebral derecha y previsión de endoprótesis de aorta torácica extensa. En estos casos, el origen de la arteria subclavia izquierda se ocluyó mediante ligadura directa o embolización con coils o *plug*.

Respecto a la cronología de los procedimientos, 4 se llevaron a cabo en el mismo acto quirúrgico y 8 de forma secuencial, con una media de 25 días entre ambos procedimientos. No se perdió ningún paciente en el periodo de convalecencia entre ambas cirugías en el segundo grupo. La elección de uno u otro método de revascularización se realizó teniendo en cuenta el riesgo anestésico de cada paciente y las preferencias del equipo quirúrgico.

Todos los procedimientos se realizaron en uno de los quirófanos habituales de cirugía vascular, bajo anestesia general. La distribución de los *bypasses* realizados fue la siguiente: 2 *bypasses* aorta-TBC-carotídeo izquierdo-subclavio izquierdo, 5 *bypasses* carótido-carotídeo-subclavio izquierdo, un *bypass* carótido-carotídeo y 4 *bypasses* carótido izquierdo-subclavio izquierdo. La elección de la endoprótesis se realizó caso por caso, en función de las características anatómicas del aneurisma y del paciente: 6 (50%) *Talent* y *Valiant* de Medtronic (Medtronic Inc, Santa Rosa, California, EE. UU.), 4 (33%) TAG de Gore (W.L. Gore & Assoc, Flagstaff, Arizona, EE. UU.) y 2 (17%) *Zenith* de Cook (Cook, Bloomington, Indiana, EE. UU.). El despliegue del dispositivo se realizó en

condiciones de hipotensión controlada (<80 mmHg). Como profilaxis de la isquemia medular, se colocó un catéter de drenaje de líquido cefalorraquídeo previamente a la cirugía, que se mantuvo durante 48-72 h, junto con una vigilancia estrecha de la presión arterial sistólica, para mantener cifras superiores a 100 mmHg durante el periodo peri- y postoperatorio.

El seguimiento postoperatorio fue clínico y radiológico, realizando al menos, una angio-TC torácica al mes y al año tras el procedimiento, para descartar la presencia de fugas o dilataciones a otros niveles de la aorta y valoración de permeabilidad de los *bypasses* realizados.

Se analizaron las siguientes variables resultado: éxito técnico, mortalidad a 30 días y a medio plazo, complicaciones neurológicas, permeabilidad de los *bypasses*, presencia de endofugas y reintervenciones.

### Definiciones

- Éxito técnico: realización de cirugía revascularizadora e implante de endoprótesis torácica, sin endofuga de tipo I o III en angiografía intraoperatoria.
- Mortalidad a 30 días: fallecimiento durante el procedimiento o en los primeros 30 días tras el procedimiento.
- Complicación neurológica: aparición de ictus, accidente cerebro-vascular transitorio, isquemia medular transitoria o permanente en el postoperatorio.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se ha realizado empleando los test chi-cuadrado y t de student, según si la variable analizada es cualitativa o cuantitativa, respectivamente. El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo mediante el paquete estadístico STATA® para Windows, versión 12.

### Resultados

En el periodo del estudio, 38 pacientes con aneurismas del arco aórtico y aorta descendente fueron intervenidos en nuestro servicio. Doce de estos pacientes requirieron un tratamiento híbrido. El 92% de los casos (n = 11) se llevaron a cabo de forma programada.

Las características demográficas y los antecedentes de los pacientes se resumen en la [tabla 1](#). La edad media fue de 75 ± 13 años. La mayoría de nuestros pacientes fueron varones (83%), hipertensos (67%), fumadores (50%) y portadores de una cardiopatía de cualquier tipo (75%). El diámetro medio del aneurisma en el momento del tratamiento fue de 69 ± 10 mm. Calculamos la mortalidad intraoperatoria esperada mediante el programa «EuroScore II», con un resultado del 10,2%.

En la [figura 2](#) presentamos los pacientes afectados en cada una de las zonas de Ishimaru.

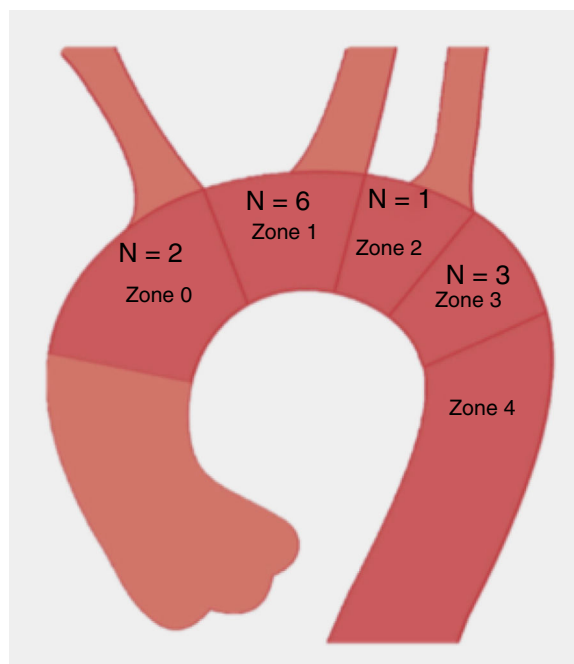
Los pacientes fueron seguidos durante una media de 29,3 ± 15 meses. No se perdió ningún paciente durante el seguimiento.

La [tabla 2](#) presenta una vista global de los resultados de las variables analizadas en el estudio. La mortalidad a 30 días fue del 16% (n = 2). Uno de los pacientes acudió a urgencias

**Tabla 1** Datos demográficos y comorbilidades

Variable	Resultado
Edad (años)	75 (13)
Hombre	10 (83)
Hipertensión	8 (67)
Dislipidemia	3 (25)
Tabaquismo	6 (50)
Cardiopatía	9 (75)
EPOC	3 (25)
Enfermedad renal crónica	4 (33)
Diámetro máximo del aneurisma (mm)	69 (10)

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica.  
La variable cualitativa se expresa en número total y porcentaje.  
La variable cuantitativa se expresa en media y rango.

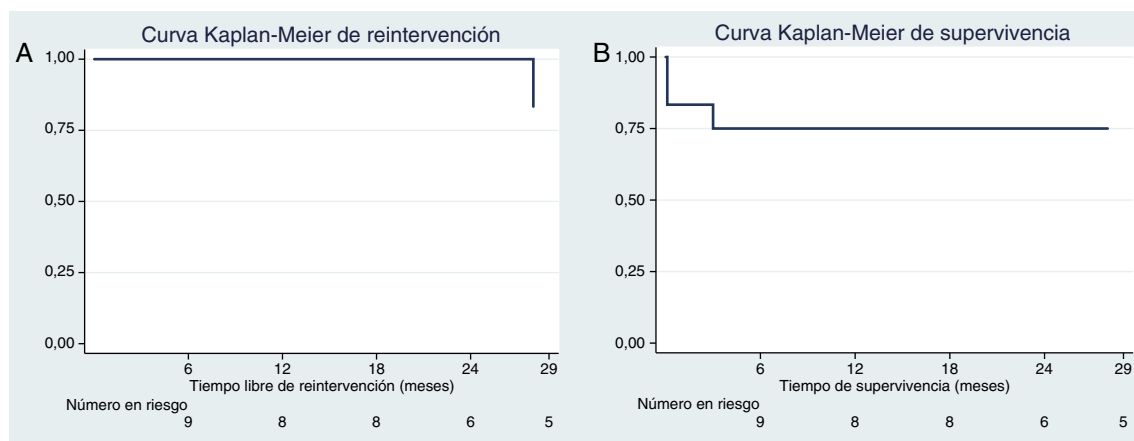


**Figura 2** Imagen de la clasificación de Ishimaru. Se señala el número de pacientes en cada zona en nuestra serie.

**Tabla 2** Variables resultado

Variable	%
Éxito técnico	92
Mortalidad a 30 días	16
Endofuga	16
Reintervención	16
Permeabilidad del <i>bypass</i>	92
Complicaciones neurológicas	0
Mortalidad total	25

por hematemesis, con hallazgo en angio-TC de una fístula aortoesofágica secundaria a un aneurisma del cayado y aorta torácica, que requirió de forma urgente de una *bypass* carótido-carotídeo-subclavio seguido del implante de 2 endoprótesis enrasadas al TBC. A pesar del éxito de la intervención, el paciente falleció en la UVI a las 24 h, debido a un infarto de miocardio masivo. El segundo paciente presentó una rotura



**Figura 3** A) Curva de Kaplan-Meier de tiempo libre de reintervención a lo largo del seguimiento. B) Curva de Kaplan-Meier de supervivencia a lo largo del seguimiento.

de aorta torácica masiva tras el remodelado de la endoprótesis aórtica, debido a una colagenopatía desconocida en ese momento, que causó fallecimiento intraoperatorio. Así, el éxito técnico fue del 92%.

La figura 3A muestra el tiempo libre de reintervención a lo largo del seguimiento. Dos pacientes (16%) presentaron una endofuga a lo largo del seguimiento, ambas de tipo Ia, que requirieron en ambos casos reintervención para realización de *bypass* de troncos supraaórticos proximal y nueva endoprótesis. No se han encontrado otras causas de reintervención en nuestra serie.

Los *bypasses* se mantuvieron permeables durante el seguimiento. Ningún paciente presentó complicaciones neurológicas de ningún tipo tras el procedimiento. En la curva de Kaplan-Meier de supervivencia (fig. 3B) podemos ver que la mortalidad global fue del 25% ( $n = 3$ ), a expensas de los 2 pacientes que fallecieron precozmente y de un tercero que falleció a lo largo del seguimiento por causas no relacionadas con su afección aneurismática.

## Discusión

El tratamiento híbrido de los aneurismas del arco aórtico se postula como una alternativa poco invasiva a la cirugía abierta. De Rango et al.<sup>10</sup> realizaron un estudio prospectivo de 104 pacientes intervenidos con tratamiento híbrido o endovascular total de forma programada, con una mortalidad a 30 días del 5%, asociando un 7% de déficit neurológico precoz, 12% de endofugas y 2 casos de trombosis de los *bypasses* extraanatómicos a lo largo del seguimiento. Describen a su vez mortalidad a 5 años del 29%. Andersen et al.<sup>11</sup> analizaron el tratamiento híbrido en 84 pacientes, con una mortalidad a 30 días del 14,9%, que aumentó hasta el 51% a los 5 años, así como una incidencia de ictus o paraplejía del 4,9%.

Los 2 casos de endofuga durante el seguimiento, ambas de tipo Ia, son posiblemente secundarias a una zona de sellado proximal insuficiente. Esto puede ser debido a que se trataba de 2 pacientes tratados al inicio del desarrollo de dicha técnica en nuestro centro, momento en el cual no

disponíamos de *software* semiautomático para reconstrucción y toma de medidas de los aneurismas, por lo que se tomaban de forma manual sobre las imágenes, más la arteriografía centimetrada.

Hoy en día, la cirugía abierta se sigue considerando el *gold standard* del tratamiento de esta dolencia, a pesar de asociarse a una mortalidad de entre el 5 y el 20%, según las series<sup>11,12</sup>. Se han publicado diversas series que comparan el tratamiento abierto e híbrido de la enfermedad del arco aórtico proximal, sin encontrar diferencias significativas en la mortalidad precoz, ni a medio plazo, ni en la aparición de complicaciones neurológicas, al comparar ambos grupos<sup>13</sup>. Algunos estudios han demostrado una asociación estadísticamente significativa entre la afectación de la zona 0 y el aumento de la mortalidad a los 30 días, independientemente de la técnica utilizada para la exclusión del aneurisma<sup>14,15</sup>.

En la literatura se encuentran opiniones dispares a propósito de la revascularización de la arteria subclavia izquierda y de su relación con el aumento del riesgo de paraplejía. Woo et al. describen en una serie que no encontraron relación entre ambas; sin embargo, la mayoría de los estudios apoyan la revascularización de dicha arteria<sup>16</sup>.

Es de suma importancia valorar las futuras posibilidades terapéuticas en caso de evolución de la enfermedad proximal o complicaciones como la fuga Ia. La experiencia del tratamiento de degeneraciones aneurismáticas tras reparaciones abiertas en el sector abdominal<sup>17,18</sup> nos proporciona cierta evidencia de la complejidad de dicho tratamiento, dadas las dificultades técnicas que representa en términos de maniobrabilidad y espacio en el tratamiento con técnicas endovasculares complejas.

El tratamiento endovascular total, usando la técnica de endoprótesis fenestrada o ramificada, ha reportado resultados aceptables a corto plazo en pacientes de muy alto riesgo quirúrgico. Haulon et al.<sup>19</sup> han publicado un estudio multicéntrico e internacional en el que han tratado a un total de 38 pacientes con endoprótesis ramificadas. Los resultados tras un año de seguimiento muestran una mortalidad a 30 días del 13,2%, un éxito técnico del 84%, un 15,8% de complicaciones neurológicas y un 25% de reintervenciones.



## Conclusiones

Los resultados obtenidos en nuestro estudio son similares a los encontrados en otras series publicadas previamente, sobre todo respecto a la mortalidad y a las complicaciones neurológicas. Así, podemos apoyar la hipótesis de que el tratamiento híbrido del cayado aórtico es una alternativa válida y segura en el tratamiento electivo de los aneurismas del arco aórtico y una gran herramienta disponible para casos urgentes, con una aceptable morbimortalidad en el mediano plazo.

Más estudios con seguimiento a largo plazo y comparativos entre los 3 tratamientos disponibles en la actualidad serían necesarios para aumentar la evidencia científica en esta dolencia.

## 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.

## Bibliografía

- Preventza O, Garcia A, Cooley DA, Haywood-Watson RJL, Simpson K, Bakaeen FG, et al. Total aortic arch replacement: A comparative study of zone 0 hybrid arch exclusion versus traditional open repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;150:1591–600.
- Haulon S, Sobocinski J, Spear R, Kratzberg J, Roeder N, Azzaoui R, et al. Total endovascular repair of the aortic arch. *Ev Today.* 2014;13:67–73.
- He X, Liu W, Li Z, Liu X, Wang T, Ding C, et al. Hybrid approach to management of complex aortic arch pathologies: A single center experience in China. *Ann Vasc Surg.* 2016;31:23–9.
- Ouzounian M, LeMaire SA, Coselli JS. Open aortic arch repair: State-of-the-art and future perspectives. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;25:107–15.
- Antoniou GA, El Sakka K, Hamady M, Wolfe JHN. Hybrid treatment of complex aortic arch disease with supra-aortic debranching and endovascular stent graft repair. *Eur J Endovasc Surg.* 2010;39:683–90.
- Murphy EH, Stanley GA, Ilves M, Knowles M, Dimaiio JM, Jensen ME, et al. Thoracic endovascular repair (TEVAR) in the management of aortic arch pathology. *Ann Vasc Surg.* 2012;26:55–66.
- Maciel da Rocha MF, Miranda S, Adriani D, Urganli F, Rimbau VA, Mulet J. Hybrid procedures for complex aortic pathology: Initial single center experience. *Rev Esp Cardiol.* 2009;62:896–902.
- Kang WK, Ko YG, Shin EK, Park CH, Choi D, Youn YN, et al. Comparison of hybrid endovascular and open surgical repair for proximal aortic arch diseases. *Int J Cardiol.* 2016;203:975–9.
- Moulakakis KG, Mylonas SN, Markatis F, Kotsis T, Kakisis J, Liapis CD. A systematic review and meta-analysis of hybrid aortic arch replacement. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2:247–60.
- De Rango P, Cao P, Ferrer C, Simonte G, Coscarella C, Cieri E, et al. Aortic arch debranching and thoracic endovascular repair. *J Vasc Surg.* 2014;59:107–14.
- Andersen ND, Williams JB, Hanna JM, Shah AA, McCann RL, Hughes GC. Results with an algorithmic approach to hybrid repair of the aortic arch. *J Vasc Surg.* 2013;57:655–67.
- Chiesa R, Melissano G, Tshomba Y, Civilini E, Marona EM, Bertoglio L, et al. Endovascular treatment of aortic arch aneurysm. *J Vasc Bras.* 2008;7:90–8.
- Iba Y, Minatoya K, Matsuda H, Sasaki H, Tanaka H, Oda T. How should aortic arch aneurysms be treated in the endovascular aortic repair era? A risk-adjusted comparison between open and hybrid arch repair using propensity score-matching analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;46:32–9.
- Conrad MF, Cambria RP. Contemporary management of descending thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm: Endovascular versus open. *Circ.* 2008;117:841–52.
- Ferrero E, Ferri M, Viazzo A, Robaldo A, Zingarelli E, Sansone F, et al. Is total debranching a safe procedure for extensive aortic-arch disease? A single experience of 27 cases. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41:177–82.
- Woo EY, Carpenter JP, Jackson BM, Pochettino A, Bavaria JE, Szeto WY, et al. Left subclavian artery coverage during thoracic endovascular aortic repair: A single-center experience. *J Vasc Surg.* 2008;48:555–6.
- Reyes A, Donas K, Pitoulias G, Austermann M, Gandarias C, Torsello G. Complementary role of fenestrated/branched endografting and the chimney technique in the treatment of pararenal aneurysms after open abdominal aortic repair. *J Endovasc Ther.* 2016;23:599–605.
- Oikonomo K, Katsargyris A, Bekkema F, Tielliu I, Verhoeven ELG. Fenestrated endografting of juxtarenal aneurysms after open aortic surgery. *J Vasc Surg.* 2014;59:307–14.
- Haulon S, Greenberg RK, Spear R, Eagleton M, Abraham C, Lioupiis C, et al. Global experience with an inner branched arch endograft. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148:1709–16.