

Original

# TEVAR ramificado en zona 2 con endoprótesis Castor™: experiencia inicial. Consejos y trucos en implante



Iván Martín-González<sup>a,b,\*</sup>, Claudia M. Aguirre-Ramón<sup>a</sup>, Carlos Domínguez-Massa<sup>a</sup>, Audelio Guevara-Bonilla<sup>a</sup>, José A. Rincón-Almanza<sup>a</sup> y Tomás Heredia-Cambra<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España

<sup>b</sup> Departamento de Cirugía, Universidad de Valencia, Valencia, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 5 de septiembre de 2024  
Aceptado el 29 de noviembre de 2024  
On-line el 30 de diciembre de 2024

### Palabras clave:

Aneurisma aórtico  
Dissección aórtica  
Reparación aneurisma endovascular  
Arteria subclavia  
Daño medular

### Keywords:

Aortic aneurysm  
Aortic dissection  
Endovascular aneurysm repair  
Subclavian artery  
Spinal cord injury

## R E S U M E N

**Introducción:** Castor™ (MicroPort®) es una endoprótesis mono-ramificada para sellado parcial en arco. Aunque las instrucciones de uso de Castor™ son para disecciones tipo B, en la práctica real se ha expandido a otras entidades.

El objetivo es analizar la prótesis Castor™ a partir de nuestra experiencia inicial.

**Métodos:** Descripción de prótesis Castor™ y método de implante.

Descripción de 2 casos clínicos.

**Resultados:** Hay varias consideraciones para el adecuado implante de Castor™: introductor 8 F Flexor® (Cook) × 110 cm para tutorizar la guía de la rama, proyección de trabajo de ostium de subclavia izquierda, maniobras para guías entrelazadas y alineamiento de la rama, control presión arterial para liberación endoprótesis con endoclampaje de cava inferior o estimulación ventricular rápida.

El caso 1 es un varón de 54 años con un pseudoaneurisma crónico postraumático (zona 3). El caso 2 es otro varón de 59 años con una disección tipo B subaguda (Tb,E3,M3-) con factores de riesgo (radiológicos/clínicos). En ambos, el implante fue en zona 2 y transfemoral derecho percutáneo.

El postoperatorio inmediato en ambos casos cursó sin complicaciones mayores y la tomografía de control fue satisfactoria.

El seguimiento cursó con buena evolución clínica tanto en caso 1 (3,5 meses) como en caso 2 (un mes).

**Conclusiones:** En nuestra corta experiencia, y coincidiendo con la literatura, Castor™ es un dispositivo con rama seguro para el sellado parcial del arco, aunque son necesarios más estudios para reforzar los resultados a largo plazo.

Este dispositivo tiene varios pasos que deben ser respetados para un adecuado implante.

© 2024 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Branched TEVAR at zone 2 with Castor™ endograft: Initial experience. Tips and tricks for implantation

### A B S T R A C T

**Introduction:** Castor™ (MicroPort®) is a single-branched thoracic endograft platform for a partial arch sealing. Even Castor™ instructions for use are for type B aortic dissections, its use in real-world is spreading along other aortic diseases.

The objective is to analyze the endograft Castor™ from our initial experience.

**Methods:** Description of endograft Castor™ and its implantation.

Description of 2 clinical cases.

**Results:** There are several tips and tricks for an adequate Castor™ implantation: 8 F Flexor® (Cook) sheath × 110 cm for guiding the traction wire, working projection of the left subclavian artery ostium for delivery, maneuvers for twisted wires and branch alignment, blood pressure control for aortic graft opening with inferior vena cava endoclamping or rapid ventricular pacing.

Case 1 is a 54-year-old male with a chronic post-traumatic pseudoaneurysm at zone 3. Case 2 is a 59-year-old male with a subacute type B aortic dissection (Tb,E3,M3-) with high-risk factors (radiological and clinical). Both Castor™ devices were implanted at zone 2 via right common femoral artery (percutaneously).

Postoperative course was uneventful for major complications and tomography control was satisfactory for both cases.

At follow-up (case 1 with 3,5 months; case 2 with 1 month), the clinical status was fine.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ivan.martin@uv.es](mailto:ivan.martin@uv.es) (I. Martín-González).

**Conclusions:** In our short initial experience, as well as literature experience, Castor™ is a safe single-branched device for arch sealing, even further studies are needed for long-term outcomes.

This device has several steps that should be followed for a successful implantation.

© 2024 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Published by Elsevier España, S.L.U.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Castor™ (MicroPort Endovascular, Shanghai, China) es una endoprótesis torácica mono-ramificada cuya rama está integrada en el injerto aórtico permitiendo así aumentar la zona de sellado en arco (zona 2) y la revascularización concomitante de la arteria subclavia izquierda (ASI). Esta opción de rama integrada, prácticamente única en el mercado, evita el riesgo de *endoleak* tipo III (respecto a las ramas internas o fenestraciones). Aunque las instrucciones de uso de Castor™ son para disecciones tipo B y sellados en zona 2, en la práctica real se ha expandido a otras afecciones (aneurismas, traumatismos), así como se han realizado sellados en zona 0 o 1<sup>1,2</sup>.

La tendencia en general, apoyado por las guías actuales de práctica clínica<sup>3</sup>, es la revascularización de la ASI cuando se realiza *thoracic endovascular aneurysm repair* (TEVAR) en zona 2, ya que la incidencia de ictus, daño medular e isquemia del brazo es menor. Hay situaciones que es más forzosa dicha revascularización como en ausencia/oclusión de arteria vertebral derecha, arteria vertebral izquierda (AVI) terminal en arteria cerebelosa posteroinferior, la existencia de bypass coronario permeable con mamaria izquierda o de una fístula arteriovenosa ipsilateral funcionando para diálisis<sup>4</sup>. En otras circunstancias es más permisiva la no revascularización de la ASI, como en emergencias o inestabilidad hemodinámica por la enfermedad a tratar. La detección de variantes anatómicas de los troncos supraaórticos, y más específicamente de las arterias subclavias y vertebrales es esencial en la planificación correcta de estos procedimientos<sup>5</sup>.

Existen múltiples formas de revascularización de la ASI. La más clásica es el *bypass* carótido/subclavio izquierdo con excelentes resultados de permeabilidad<sup>6,7</sup> a un año (97-99,5%) y 5 años (98%), aunque con riesgos aproximadamente del 6% para parálisis frénica izquierda, oclusión de AVI, y fuga de quilo (lesión conducto torácico). La transposición subclavio/carotídea, el *bypass* carótido/axilar izquierdo y el áxilo/axilar cruzado son alternativas de revascularización con cirugía abierta. Alternativamente, disponemos de opciones de revascularización endovascular de ASI, más recientes, y cada una de ellas con sus pros y contras: prótesis fenestrada (customizada o *in vitro*), fenestración *in situ* (láser o aguja), prótesis con rama interna (retrógrada) o injerto paralelo (chimenea). Un artículo reciente<sup>8</sup> con 2.489 pacientes presenta un menor *stroke* postoperatorio (2,6 vs. 4,8%) y complicaciones intrahospitalarias (20 vs. 27%) a favor de la revascularización endovascular en TEVAR zona 2.

El objetivo de este trabajo es analizar la prótesis Castor™ a partir de nuestra experiencia inicial.

## Métodos

Se realiza una descripción de las características de la prótesis Castor™, así como de su método de implante paso a paso con consejos y trucos prácticos. Se describen nuestra experiencia inicial en 2 casos clínicos.

## Resultados

### Características Castor™

#### Anatomía del sistema de liberación y la endoprótesis

1. *Introducción externo (outer sheath)*. Tiene cubierta hidrofílica y un perfil de 24 F (diámetro externo) (fig. 1a).

2. *Camisa interna (inner sheath)*. Cubre la rama ASI y el injerto aórtico, es un *polyester* blando para cruzar arco con mayor seguridad y menor perfil.

A. *Endoprótesis* tiene una *porción aórtica* y una *rama ASI integrada*, a modo de 2 cabezas «independientes» a nivel proximal. Está formada por *Z-stent* autoexpandibles (nitinol) con cobertura de *woven polyester*. Los *stent* aórticos más proximales son de menor longitud (mayor adaptabilidad). Hay un *stent* circular de acero<sup>1</sup> en la base de la rama ASI, por contra, los 5 mm distales de la rama el *stent* es descubierto (fig. 1b).

B. *Trigger wire* o guía de liberación de níquel-titanio sobre hilo con bucles que atrapan y crimpian la endoprótesis hasta que es retirada, en dicho momento el injerto aórtico se libera de la cánula interna (la cual lleva incorporada la nariz del sistema) (fig. 1c).

3. Un *capuchón* de *polyester* envuelve y mantiene crimpada la *rama ASI*, el cual lleva acoplado a su extremo distal una *guía de tracción* que permite tensar desde el brazo izquierdo, así como 2 bucles de hilo en su parte proximal que quedan atrapados por el *trigger wire* aórtico. Por tanto, no se puede liberar la rama ASI hasta que no se haya retirado el *trigger wire* aórtico. La rama viene plegada con su extremo distal apuesto al extremo proximal aórtico y cubierto por la camisa interna, permitiendo en el momento oportuno encarar el *ostium* de ASI desde su cara posterior (fig. 1d).

4. Existen varios «*seguros*» que nos permiten solidarizar los diferentes componentes (fig. 1a).

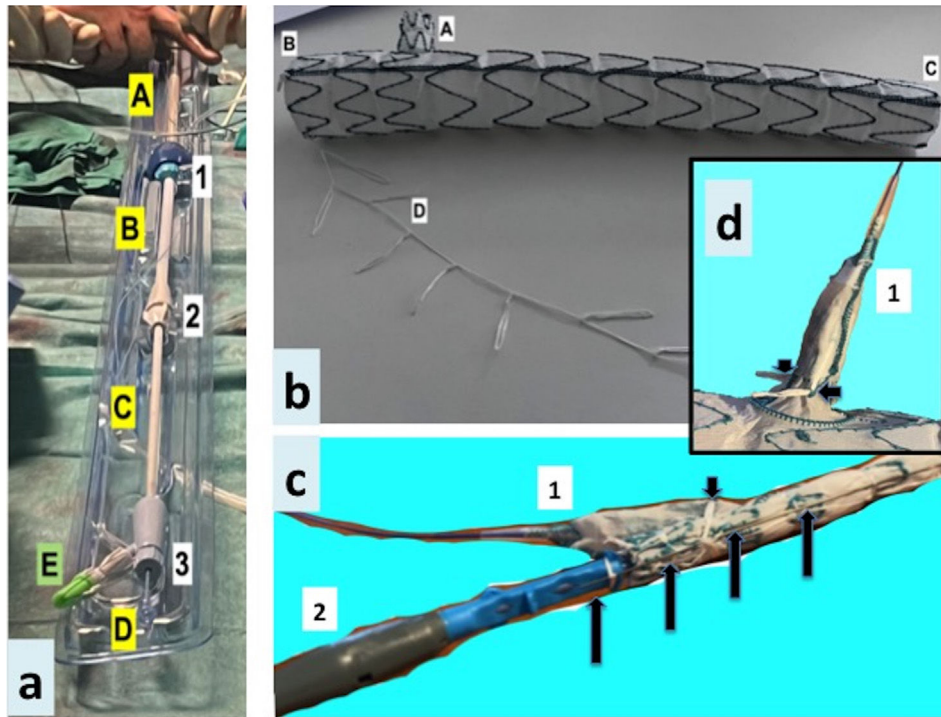
*Radiomarcadores* (en forma de 8 y circular) (fig. 2). Su posición respecto a horas reloj, si consideramos las 12 h el centro de la rama ASI, serían:

- Injerto aórtico proximal: un 8 a las 6 h, 2 círculos laterales a las 3 y 9 h.
- Injerto aórtico distal: un 8 a las 6 h y un círculo a las 12 h.
- Rama ASI: 4 círculos en proximidad al *stent* de su base en los 4 puntos cardinales, y 2 círculos enfrentados en la zona de *stent* cubierto distal.
- Además, hay un 8 en la camisa interna a las 6 h. Solo útil en la orientación más inicial de la prótesis en aorta torácica descendente (ATD), una vez que ya sale la nariz del *outer sheath* y se vuelve a reintroducir, pierde dicho valor. Cuando se realiza el *pull-back* de la camisa interna se visualiza como dicho 8 se moviliza caudalmente.

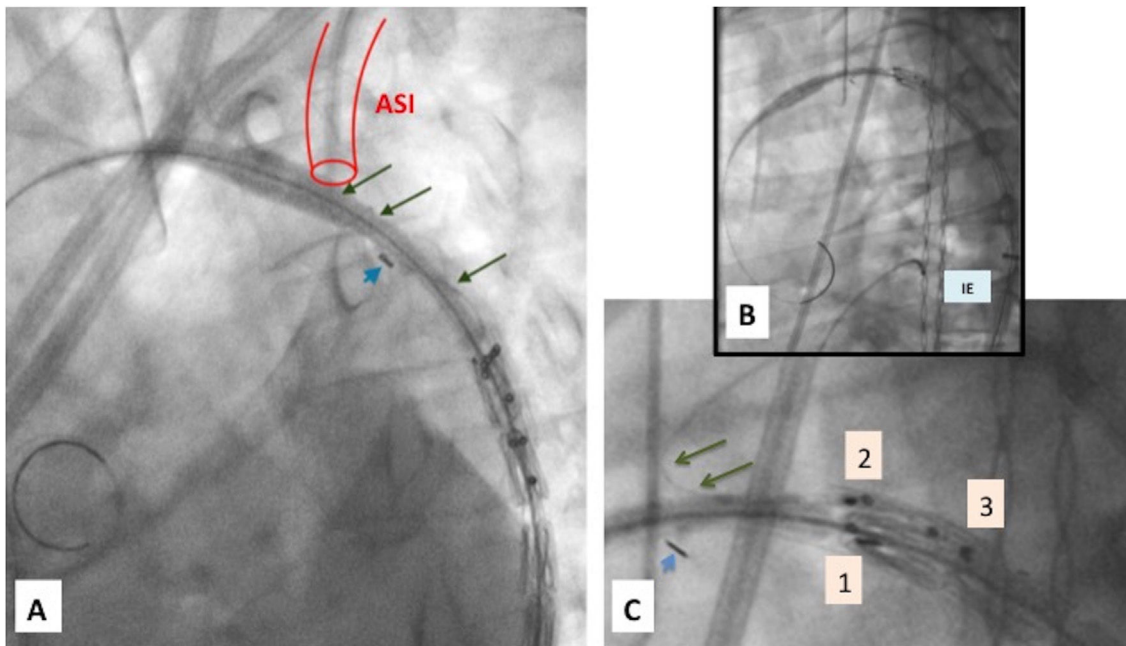
### Medidas

Se describe cómo se nombra la prótesis (Ej. C322610-2003010 sería CD1D2D3-L1L2L3):

- C: Castor™.
- D1: Diámetro proximal aórtico (mm).
- D2: Diámetro distal aórtico (mm).
- D3: Diámetro rama ASI (mm). La porción más proximal de la rama mide 2 mm más.
- L1: Longitud injerto aórtico.
- L2: Longitud rama ASI (incluyendo la porción descubierta).
- L3: Distancia desde extremo proximal aórtico a cara anterior rama ASI.



**Figura 1.** a) Sistema de liberación de prótesis Castor™. Porciones: A: introductor externo, B: mango controlador de camisa interna, C: mango controlador de cánula interna, D: cánula interna, E: control del *trigger wire*. Seguros de control entre las porciones (para solidarizar o independizar movimientos de las porciones): 1, 2 y 3. b) Componentes de la endoprótesis Castor™. A: rama integrada arteria subclavia izquierda, B: porción proximal aórtica, C: porción distal aórtica, D: hilo con bucles para crimpaje de cada *stent*, liberación de cada *stent* controlada por la *trigger wire* no representada. c) Porción proximal de endoprótesis y sistema liberación tras retirada de camisa interna. 1: capuchón de rama arteria subclavia izquierda (ASI), 2: nariz del sistema liberación. Flechas largas (*trigger wire*), flecha corta (sujeción de capuchón rama ASI en *trigger wire*). d) Rama ASI. 1: capuchón de rama ASI. Flechas cortas (sujeción de capuchón rama ASI en *trigger wire* tras retirada de la misma).



**Figura 2.** Implante paso a paso (I): A) Guías entrelazadas (2 vueltas) con flechas largas. Radiomarcador de 8 de camisa interna normoposicionado en curvatura menor con flechas cortas. B) Guías no entrelazadas, normoposición radiomarcadores de base de rama. C) Detalle ampliado de imagen B. Guías no entrelazadas con flechas largas. Radiomarcador de 8 de camisa interna normoposicionado en curvatura menor con flechas cortas. 1: radiomarcadores proximales aórticos, 2: radiomarcadores distales de rama de ASI, 3: radiomarcadores basales de rama de ASI. ASI: arteria subclavia izquierda; IE: introductor externo.

Existen múltiples opciones de medidas para adaptación a las diferentes anatomías.

#### Implante paso a paso: consejos y trucos

1. **Accesos ecoguiados.** Arteria femoral para la endoprótesis (abierta o percutánea); arteria humeral izquierda (abierta o percutánea) para *through-and-through* (T&T); arteria radial/humeral derecha o femoral contralateral para *pigtail*; vena femoral.
2. **Colocación guías.** Aorta ascendente/femoral y T&T húmeral izquierda/femoral. Es crucial en disecciones verificar la posición en verdadera luz en todo el trayecto (*intravascular ultrasound* [IVUS] vs. angiografías), además de comprobar la no progresión de la disección tras la última tomografía axial computarizada (TAC). Material útil: guía Lunderquist® 300 mm (COOK, Bloomington, IN, EE. UU.), guía Glidewire® blanda 400 mm (Terumo Medical Corp., Somerset, New Jersey, EE. UU.), introductor 18-22 F × 28-33 cm, lazo.
3. **Sistema de control de presión arterial.** Se utiliza en el momento del despliegue (retirada *trigger wire*), para asegurar la posición precisa y disminuir el riesgo de pico de pájaro. Las más utilizadas son el *rapid ventricular pacing* (implica colocar un marcapasos temporal por vena femoral o yugular) o la oclusión de cava inferior con acceso venoso 12-14 F y *endoclamp* con Coda® 46 mm (COOK Incorporated, Bloomington, IN, EE.UU.), o Reliant® (Medtronic, Santa Rosa, CA, EE. UU.). Es el momento de hacer un test de normofuncionamiento.
4. Subir Castor™.
  - a. Introducir dispositivo sobre Lunderquist con la rama ASI a las 6 h<sup>9,10</sup>, usando como referencia la guía tracción que cruza a través del introductor 8 F Flexor® (COOK Incorporated, Bloomington, IN, EE. UU.) × 110 cm con su dilatador que viene desde humeral izquierda. Evitando que se entrecruce y traccionando de la guía ASI (realmente desde un *mosquito* que se coloca en la guía a ras del dilatador del introductor) según se avanza la Castor™ bajo control escópico. El Flexor® 8 F × 90 cm desde humeral puede ser útil, pero se suele quedar a nivel de ilíaca externa (menor comodidad). Un operador está dedicado al control de la guía de tracción.
  - b. En *proyección de trabajo de ASI*, se va progresando el dispositivo hasta 5-10 cm distal a la ASI.
  - c. Se verifica que *radiomarcador 8 de la camisa interna* se ve como una línea en la zona medial de la ATD.
5. **Angiografía.** Se puede ajustar la *fusión* si se dispone de ella. La proyección de trabajo de ASI ya se mantendrá todo el procedimiento.
6. **Avanzar dispositivo con camisa interna (fig. 2).**
  - a. Tras abrir el seguro 1.º, avanzar el dispositivo solo con la camisa interna<sup>11</sup>.
  - b. Verificar que la *guía de ASI no está entrelazada* en el dispositivo (a nivel de *cara posterior ASI*). Si estuviera entrelazada, recuperar el dispositivo hasta el introductor externo (es ligeramente costoso reintroducirlo), cerrar el seguro 1.º, y girar 360º todo el sistema a favor o en contra de agujas del reloj (tutorizando el giro con la escopia y el movimiento del puerto lateral), abrir seguro 1.º y avanzar con la camisa interna de nuevo. Si a pesar de ello sigue entrelazada, hacer 2 giros de 360º contraria a la dirección que tomamos antes. Si ya no entrelazada, pasar a siguiente paso.
  - c. Verificar en cara posterior ASI *normoposición de los radiomarcadores de la base de la rama ASI*. Si todos están por encima de la Lunderquist® se puede aceptar, no obstante, si todos los marcadores estuvieran en la misma línea sería la situación de máxima alineación. Si no es así, hacemos la misma manio-

bra del punto anterior en ATD, pero con pequeños giros de 30-90º para buscar la posición correcta.

7. Retirar todo el introductor externo.
8. Pull & Through (fig. 3). Tras abrir seguro 2.º, primero se inicia retirada (PULL) de unos 2-4 cm de la camisa interna, en dicho momento simultáneamente se sigue con esta maniobra hasta el final mientras se avanza de forma concomitante la prótesis/cánula interna (Through) de forma que la rama va entrando en la ASI y la cabeza aórtica avanza hacia su landing proximal.
9. Angiografía ASI por *pigtail* (fig. 3). Se verifica que la posición del radiomarcador anterior de la base de la rama coincide con la cara anterior de la ASI.
10. Retirada *trigger wire*. Bajo hipotensión extrema mediante los sistemas de control antes mencionados, se retira el *trigger wire* de forma continua y con ello se empieza a expandir toda la porción aórtica de la endoprótesis. Durante este paso se recomienda una ligera tracción de guía de ASI, simultáneamente la Lunderquist® debe estar bien apoyada en curvatura externa (en las disecciones el apoyo en la lamella suele dar una falsa imagen de no apoyo en curvatura externa) (fig. 4).
11. Apertura rama ASI. Se tracciona de la guía para extraer el capuchón. Si se retira el dilatador del Flexor®, saldrá el capuchón por el introductor 8 F, manteniendo así el acceso. Existen varias maniobras de *ball-out*, en caso de dificultad de extraer el capuchón de la rama.
12. Retirada de nariz-cánula interna. Se retira hacia introductor externo, se bloquean seguros y se extrae todo el sistema. Se coloca el introductor de 18-22 F que previamente se utilizó.
13. Angiografía control. Verificando correcta expansión rama ASI (por si conviene baloneo o extensión con stent descubierto o cubierto), así como normoposición Castor™ y endofugas (fig. 4).

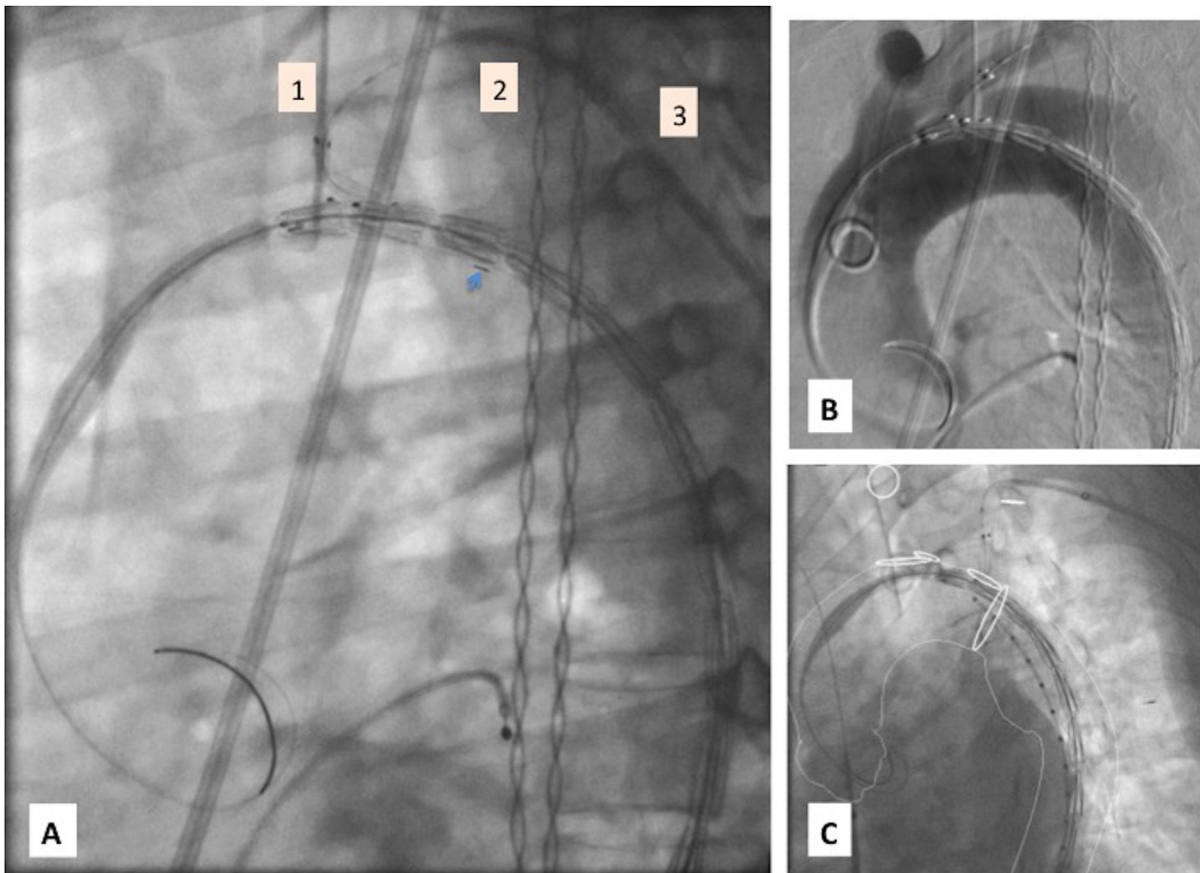
#### Casos clínicos

##### Caso clínico 1

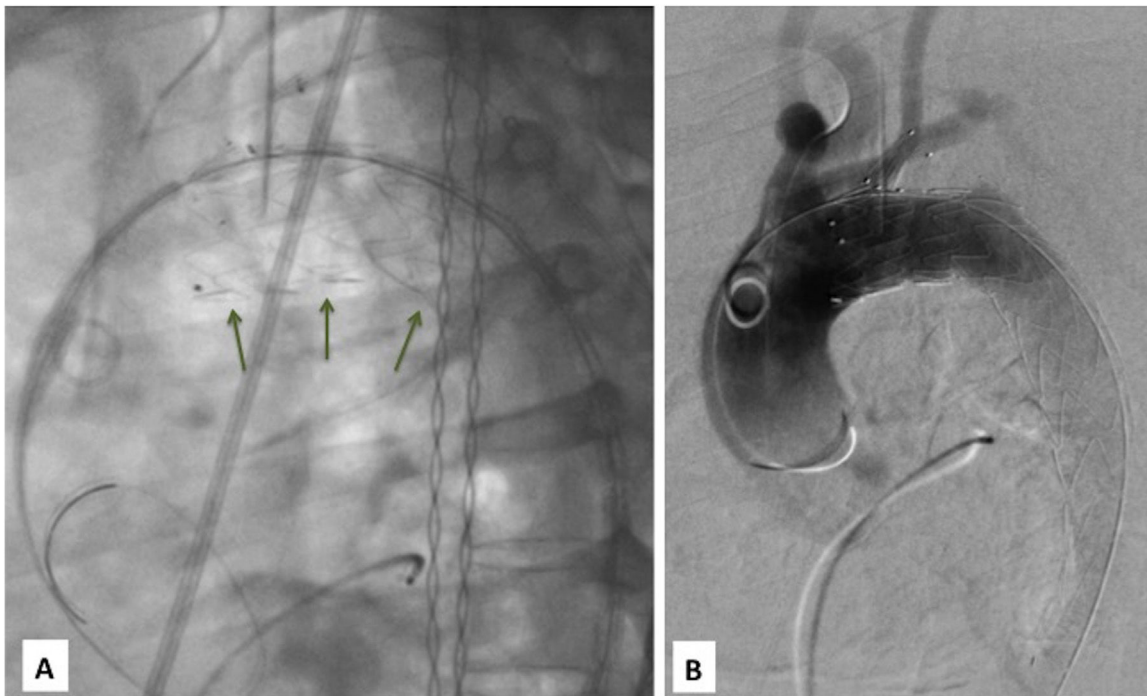
Es un varón de 54 años con un pseudoaneurisma crónico post-traumático en zona 3, de 32 mm de base y 17 mm de profundidad (tablas 1 y 2, y fig. 5). Se implantó una Castor™ (C342812-1502510) sin incidencias. Se utilizó un lazo Amplatz GooseNeck® 20 mm (ev3) desde la arteria femoral a nivel de la aorta infrarrenal para el T&T. Se realizaron 2 maniobras de recolocación del dispositivo por guías entrelazadas. El postoperatorio inmediato clínico y radiológico (TAC) fue favorable. Seguimiento clínico a 3,5 meses sin incidencias.

##### Caso clínico 2

Es un varón de 59 años con una disección tipo B subaguda<sup>3</sup> (Tb,E3,M3-) con factores de riesgo radiológicos (puerta de entrada proximal y > 10 mm) y clínicos (hipertensión arterial tratada con 5 fármacos) (tablas 1 y 2, y fig. 6). Se implantó una Castor™ (C363010-2002510) sin incidencias. Se utilizó un lazo Indy® (COOK Incorporated, Bloomington, IN, EE. UU.) desde la humeral izquierda a nivel de la aorta ascendente para el T&T. Las guías no se entrelazaron, aunque sí que hubo que movilizar el dispositivo para ajustar la posición de la rama. Hubo una mejoría significativa de la verdadera luz a nivel yuxtarenal tras el procedimiento. El postoperatorio inmediato radiológico (TAC) fue favorable y a nivel clínico presentó cefalea (posdrenaje espinal) y una fístula arteriovenosa humeral izquierda pospunción asintomática (manejo conservador). En el seguimiento a un mes, el paciente estaba asintomático.



**Figura 3.** Implante paso a paso (II): A) Durante maniobra de pull & through: entrada de rama en la subclavia izquierda y retirada progresiva de camisa interna (radiomarcador de 8 con flecha corta). 1: capuchón de rama de subclavia izquierda, 2: dilatador del Flexor® 8 F, 3: introductor Flexor® 8 F. B) Marcaje preciso de arteria subclavia izquierda previo a liberación protésica con angiografía. C) Marcaje preciso de arteria subclavia izquierda previo a liberación protésica con fusión.



**Figura 4.** Implante paso a paso (III): A) Retirada parcial de trigger wire con liberación de porción aórtica proximal (flechas verdes) de endoprótesis. B) Angiografía control de Castor™ tras previa retirada de capuchón de rama de subclavia izquierda.

**Tabla 1**  
Casos clínicos: características clínicas y anatómicas vasculares

	Caso 1	Caso 2
Edad	54 años	59 años
Sexo	Varón	Varón
Antecedentes interés	No	Cocaína, hipertensión, obesidad
Enfermedad aórtica	Seudoaneurisma crónico z3 (trauma)	Disección tipo B subaguda (Tb, E3, M3-)
Indicación	Factores alto riesgo (sacular)	Factores alto riesgo (radiológicos/clínicos)
Medidas aorta	Base 32 mm, profundidad 17 mm, diámetro total aórtico 39 mm	Puerta entrada proximal > 1 cm, diámetro total 36 mm
Arco	Tipo 1. Bovino	Tipo 2. Bovino
Arterias vertebrales	Codominancia, origen normal	Codominancia, origen normal
Otras consideraciones	No	Suboclusión hipogástrica izquierda Hipoperfusión renal derecha (dinámica)

z3: zona 3.

**Tabla 2**  
Casos clínicos: estrategia de implante

	Caso 1	Caso 2
Anestesia	General	General
Drenaje LCR	No	Sí
PESS/PEM monitor	No	Sí
Acceso arterial ppal	AFC dcha pc	AFC dcha pc
Acceso arterial adicional	AFC izqda pc/humeral izqda pc	AFC izquierda pc/humeral izqda pc/axilar dcha pc
Acceso venoso adicional	VFC dcha pc	VFC izqda pc
Control presión arterial	Endoclamp VCI (Coda® 4 mm)	Rapid ventricular pacing
Proximal landing zone	Zona 2	Zona 2
Proyección trabajo ASI	OAI 53 CAU 10	OAI 56 CAU 3
Endoprótesis adicionales	No	Distalmente ZTA-P-30-155 (Cook®)
Distal landing zone	120 mm por encima TC	30 mm por encima TC
IVUS	No	Sí
FUSION	Sí	Sí

AFC: arteria femoral común; ASI: arteria subclavia izquierda; CAU: caudal; dcha: derecha; IVUS: intravascular ultrasound; izqda.: izquierda; LCR: líquido cefalorraquídeo; OAI: oblicua anterior izquierda; pc: percutáneo; PESS/PEM: potenciales evocados somatosensoriales/potenciales evocados motores; ppal: principal; TC: tronco celiaco; VCI: vena cava inferior; VFC: vena femoral común.



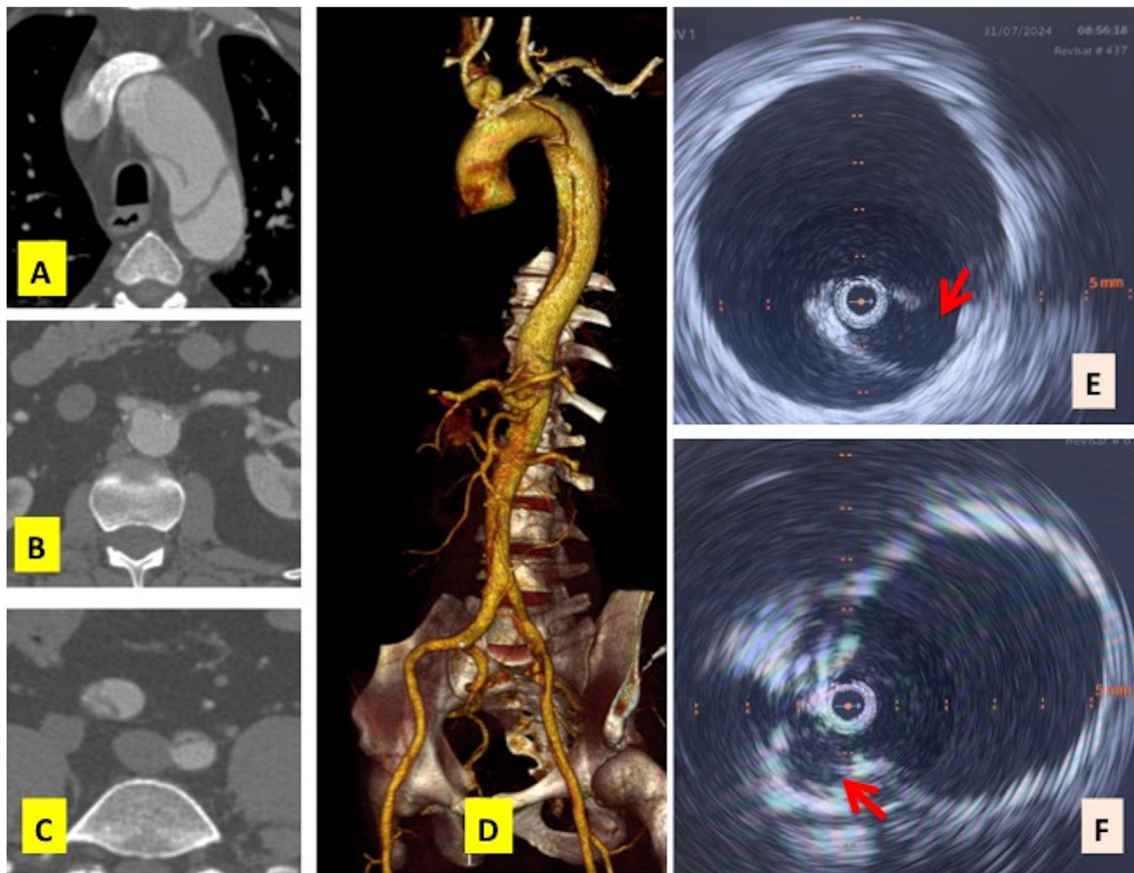
**Figura 5.** Caso clínico 1. A) Tomografía axial computarizada preoperatoria, B) Tomografía axial computarizada postoperatoria.

**Discusión**

La experiencia en nuestro centro con Castor™, aunque pequeña y reciente, y por las bondades de la prótesis, nos hace prever un salto cualitativo hacia este tipo de dispositivo para el TEVAR en zona 2, es decir, hacia un cambio de paradigma que puede ir dejando atrás progresivamente la revascularización extraanatómica con

bypass/transposición carótido/subclavia. La gran experiencia en China alienta a resultados muy prometedores a largo plazo, si bien la disponibilidad no inmediata (*custom-made*) y el coste de la endoprótesis (que puede ser 3-4 veces superior a un módulo convencional) en nuestro medio actualmente genera cierta dificultad.

Respecto a las complicaciones menores observadas en los casos presentados, cabe destacar que la fistula arteriovenosa hume-



**Figura 6.** Caso clínico 2. Tomografía axial computarizada preoperatoria: A) zona 3, B) zona 8, colapso de verdadera luz, C) zona 10, disección de ambas arterias ilíacas comunes, D) *volume rendering* 3D. IVUS: intravascular ultrasound, E) puerta de entrada en zona 3, previo a implante Castor™, F) rama de arteria subclavia izquierda postimplante Castor™.

ral podría quizás haberse evitado con una punción longitudinal ecoguiada de la arteria humeral, en lugar de transversal, o alternativamente, con un acceso abierto. Por otro lado, la cefalea pospunción se hubiera eliminado con una estrategia de drenaje espinal terapéutico. Aunque controvertido todavía, la tendencia actual se va alejando del drenaje espinal profiláctico, si bien conviene adecuar la decisión a las condiciones de cada centro y cada paciente (riesgo de isquemia medular)<sup>12</sup>.

Respecto a la imagen preoperatoria, además de los parámetros habituales en TEVAR (longitud/diámetro/calcio-trombo en *landing* proximal/distal, tortuosidad aórtica, accesos) es primordial la ASI (diámetro, distancia *ostium* ASI-AVI, angulación). Los datos radiológicos objetivo en la TAC de control inicial son la ausencia de endofugas (en las disecciones sería permisible la endofuga retrógrada) y la permeabilidad de la rama, así como la ausencia de efecto pico de pájaro significativo en el sellado proximal, todos presentes en ambos casos.

La puerta entrada en la disección tipo B se ubica en zona 3 en el 71% de los casos, el 18,9% tienen un arco tipo III, la posición horaria media de ASI es 12,15 h (rango intercuartílico: 11,16-1,16) y la posición media de ASI respecto a carótida izquierda es de  $-10$  min<sup>10</sup>.

El uso de Castor™ en disección aórtica tipo B (aguda/subaguda), según un reciente consenso de expertos<sup>9</sup> de China, lugar de mayor experiencia en Castor™, se recomienda especialmente cuando la distancia del ostium ASI a la puerta de entrada es  $< 15$  mm o si hay existencia de disección retrógrada hacia la ASI. La sobredimensión proximal recomendada es 0-5%<sup>9</sup>, ya que la rama ASI es un anclaje

añadido, de hecho, la capacidad de fijación de Castor™ respecto a TEVAR recto parece ser 3 veces mayor<sup>10</sup>.

En la literatura para Castor™ se aprecia dificultad de análisis por heterogeneidad de criterios, fundamentalmente en patologías y su temporalidad como en concepto de sellado proximal. No obstante, el metaanálisis de Yao et al. (2022) con 415 casos<sup>4</sup> en disección tipo B, con distancia de puerta de entrada a ASI  $< 15$  mm, puede facilitar una visión global. Los resultados a 30 días son: éxito técnico 97,5%, permeabilidad intraoperatoria ASI 99,5%, endofuga tipo I precoz 1,6%, mortalidad 0,96%, reintervención precoz 0,9%, *stroke* perioperatorio 0%. La supervivencia a un año es del 99,7% y la permeabilidad de ASI a 2 años es del 95,2%. Cabe destacar que en el estudio multicéntrico de Zaiping et al.<sup>11</sup> con 73 casos (71% en fase aguda), se añadieron *stent* en ASI durante el procedimiento en 6 pacientes, así como el 7,3% de las ramas ASI se ocluyeron a 61 meses de seguimiento. Por otro lado, hay experiencias en disección tipo B aguda/subaguda<sup>7</sup> y seguimiento medio de 69 meses con permeabilidad de la ASI de 100%, así como de trombosis completa de falsa luz (al menos en la parte más proximal de la ATD).

Hay algunos aspectos a reseñar de especial importancia durante el implante Castor™.

El perfil externo de 24 F es un límite para ciertos pacientes por diámetros, aunque además hay que valorar calcificaciones y tortuosidades ilíacas o aórticas para determinar el grado de complejidad del acceso para su navegación. En esta prótesis es necesario una orientación precisa, ello hace, que en los accesos complejos, es posible no llegar a conseguir que obedezca el dispositivo en la ATD a

las modificaciones de posición que se ordenan desde el lugar de acceso.

Si no se consigue deshacer las guías entrelazadas o alinear adecuadamente la rama, quizás la mejor opción es retirar la prótesis y decidir si se vuelve a intentar su introducción o se aborta el procedimiento. Una malposición protésica puede generar endofuga tipo I o problemas en la perfusión ASI, con soluciones más o menos complejas endovasculares y/o abiertas.

En angulación severa de la ASI proximal, se podría avanzar más proximal la prótesis, retirar la camisa interna superando la rama ASI y buscar una entrada de esta desde aorta ascendente/arco en vez desde ATD.

Para optimizar al máximo la precisión del implante, es útil un control rápido de gasto cardíaco y tensión arterial, por ello el uso del clampaje de vena cava inferior o del *rapid ventricular pacing* para obtener tensiones arteriales sistólicas de 30-60 mmHg con inducción y reversión rápidas. No obstante, en el caso 2, no funcionó la oclusión de cava, generando desaturación fundamentalmente; se cambió a *rapid ventricular pacing* que funcionó adecuadamente. La colocación de marcapasos temporales obliga a la realización de una ecocardiografía posteriormente, ya que ocasionalmente se producen perforaciones del ventrículo derecho y taponamientos que requieren pericardiocentesis o incluso abordaje quirúrgico. De forma alternativa, se han descrito otras técnicas de control rápido como *Munich Valsalva Implantation Technique* (MuVIT)<sup>13</sup> o el uso de adenosina. Algunos grupos de alta experiencia también realizan simple control farmacológico antihipertensivo<sup>2</sup> con objetivo de presión sistólica <90 mmHg, aunque quizás no recomendable como experiencia inicial.

El 2,5-8,5% de la población tiene un nacimiento anómalo de la AVI en el arco, entre carótida izquierda y ASI<sup>5</sup>. Su oclusión terapéutica con TEVAR zona 2, puede tener consecuencias nefastas (infarto fosa posterior o daño medular) en ciertas circunstancias, por eso, su preservación selectiva o sistemática las previene. Luo et al.<sup>14</sup> describen 25 pacientes tratados con Castor™ con fenestración *in vitro* (*physician modified*) proximal a la rama con permeabilidades del 100% en seguimiento medio a 28,5 meses. La tendencia en la evolución de su experiencia ha ido hacia reforzar la fenestración con anillo metálico, así como a evitar el stent de inicio a través de la fenestración. Tuvieron 2 casos de endofuga por la fenestración y se resolvió mediante implante de stent o de forma espontánea. Los resultados parecen prometedores, pero se precisa seguimiento a largo plazo y mayor casuística.

Aunque se sale del objetivo del trabajo, cabe mencionar que hay grupos con experiencias iniciales de sellados en zona 0 y 1<sup>1,2</sup> con Castor™, en combinación con revascularizaciones extraanatómicas de troncos supraaórticos y/o fenestraciones de la endoprótesis ya bien sean *in situ* o *in vitro* (*physician modified*), ampliando así el abanico de posibilidades terapéuticas.

En 2021, más de 7000 Castor™ habían sido implantadas en el mundo<sup>4</sup>, aunque posiblemente esta cifra haya sido ya triplicada en 2024. No obstante, hay otros dispositivos de una rama para TEVAR en zona 2<sup>15</sup>. *Valiant Mona left subclavian artery* (Medtronic Inc, Santa Rosa, CA, EE. UU.) y *Gore TAG Thoracic Branch Endoprosthesis* (TBE, WL Gore, Flagstaff, AZ, EE. UU.) son dispositivos con una rama interna retrógrada que viene precargada con guía. Precisan una rama puente para conectar la rama interna con ASI. Ambos son *off-the-shelf*, ventaja significativa de cara a disponibilidad, aunque solo disponible el último en España recientemente. En una línea similar, Terumo y Cook tiene la opción de ramas retrógradas como productos Custom Made Device. Todos estos dispositivos de rama internas pueden tener riesgo de endofuga IIIc, no posible en Castor™.

Actualmente la opción quirúrgica abierta pasa a un segundo plano en el tratamiento de la aorta torácica descendente puesto que el tratamiento endovascular es la primera elección<sup>3</sup>, excepto en cir-

cunstancias seleccionadas (conectivopatías, infecciones, anatomía desfavorable).

## Conclusiones

En nuestra corta experiencia, y coincidiendo con la literatura, Castor™ es un dispositivo con rama seguro para el sellado parcial del arco, aunque más estudios siguen siendo necesarios para reforzar los resultados a largo plazo.

Este dispositivo tiene varios pasos que deben ser respetados para un adecuado implante y evitar catástrofes con soluciones potencialmente complejas o con necesidad de conversión a cirugía abierta.

## Financiación

Este trabajo no ha recibido ningún tipo de financiación.

## Consideraciones éticas

Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes por escrito para la publicación del artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

A todo el equipo de enfermería (quirófano, reanimación, sala de hospitalización), de perfusión, de anestesia, de neurofisiología y de cirugía cardiovascular de nuestro centro, por la dedicación y el esfuerzo que realizan a diario en la atención de la patología aórtica compleja.

## Bibliografía

- Luo ZR, Zhang JX, Huang ZY, Chen LW. Endovascular repair of aortic pathologies involving the aortic arch using castor stent-graft combined with in-vitro fenestration technology. *BMC Cardiovasc Disord.* 2023;23:107.
- Kong X, Ruan P, Yu J, Chu T, Gao L, Jiang H, et al. Single-center experience with a unibody single-branched stent graft for zone 2 thoracic endovascular aortic repair. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:995173.
- Czerny M, Grabenwöger M, Berger T, Aboyans V, Della Corte A, Chen EP, et al. EACTS/STS Guidelines for Diagnosing and Treating Acute and Chronic Syndromes of the Aortic Organ. *Ann Thorac Surg.* 2024;118:5–115.
- Yao S, Chen X, Liao Y, Ding G, Li D, Qin G, et al. Systematic review and meta-analysis of type B aortic dissection involving the left subclavian artery with a Castor stent graft. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:1052094.
- Martín-González I, Gómez-Planas J, Botí ET. Bilateral aberrant vertebral arteries from descending thoracic aorta in open thoracoabdominal aneurysm repair. *JTCVS Tech.* 2021;7:53–6.
- Bertoglio L, Salvati S, Fittipaldi A, Melloni A, Kahlberg A, Cambiaghi T, et al. Carotid to subclavian bypass and Amplatzer vascular plug subclavian endovascular occlusion before thoracic open or endovascular repair. *J Vasc Surg.* 2020;71:1480–8.
- Tian Y, Wang C, Xie P. Mid-term outcomes of left subclavian artery revascularization with Castor stent graft in treatment of type B aortic dissection in left subclavian artery. *J Interv Med.* 2023;6:74–80.
- Mandigers TJ, Allievi S, Jabbour G, Gomez-Mayorga JL, Caron E, Giles KA, et al. Comparison of open and endovascular left subclavian artery revascularization for zone 2 thoracic endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* 2024;80:1425–36.
- Li X, Song C, Zhang L, Yuan L, Dai X, Guo L, et al. A Chinese expert consensus on thoracic endovascular aortic repair of type B aortic dissection with a single-branched stent graft for revascularization of the left subclavian artery. *Front Surg.* 2023;10, 12303349.
- Li X, Zhou Q, Li C, Wan Z, Zhang H, Cai N, et al. Thoracic endovascular aortic repair with unibody single-branched stent-graft for type B aortic dissection: A real-world multicenter study. *Int J Surg.* 2024.
- Jing Z, Lu Q, Feng J, Zhou J, Feng R, Zhao Z, et al. Endovascular Repair of Aortic Dissection Involving the Left Subclavian Artery by Castor Stent Graft: A Multicentre Prospective Trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;60:854–61.

12. Kemp C, Ikeno Y, Aftab M, Reece TB. Cerebrospinal fluid drainage in thoracic endovascular aortic repair: Mandatory access but tailored placement. *Ann Cardiothorac Surg.* 2022;11:53–5.
13. Tsilimparis N, Abicht JM, Stana J, Konstantinou N, Rantner B, Banafsche R, et al. The Munich Valsalva Implantation Technique (MuVIT) for Cardiac Output Reduction During TEVAR: Vena Cava Occlusion With the Valsalva Maneuver. *J Endovasc Ther.* 2021;28:7–13.
14. Luo ZR, Li SL, Chen LW, Huang RD. Utilizing physician modified fenestration on the castor branched stent technique for reconstruction of an isolated left vertebral artery on the aortic arch. *Sci Rep.* 2024;14:4051.
15. Banathy AK, Khaja MS, Williams DM. Update on Trials & Devices for Endovascular Management of the Ascending Aorta and Arch. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2021;24:100756.