



# Tratamiento endovascular de la aorta torácica mediante endoprótesis con escotadura distal

Marcio Fernando Maciel Da Rocha

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



UNIVERSITAT DE BARCELONA



## **Tratamiento endovascular de la aorta torácica mediante endoprótesis con escotadura distal**

Memoria presentada por **Marcio Fernando Maciel Da Rocha** para optar al Título de Doctor en Medicina, y realizada de acuerdo con la Normativa para la presentación de tesis doctorales en forma de compendio de publicaciones.

Director: **Vicent A. Riambau.**

**Departament de Cirurgia i Especialitats Quirúrgiques**

**Facultat de Medicina**

**Barcelona, 2011.**



Facultat de Medicina  
Dept. Cirurgia i Especialitats Quirúrgiques  
Casanova, 143  
08036 Barcelona  
Tlf. 934039684

**El Dr. Vicent A. Riambau**, Catedrático de Cirugía Vascular, del

Departament de Cirurgia i Especialitats Quirúrgiques de la Universitat de Barcelona,

### **CERTIFICA**

Que esta tesis, que lleva por título **“Tratamiento endovascular de la aorta torácica mediante endoprótesis con escotadura distal”** ha sido realizada, bajo mi dirección, por **Marcio Fernando Maciel Da Rocha**, para optar al Grado de Doctor. Los artículos que se incluyen en esta tesis cumplen las condiciones vigentes en la Facultat de Medicina de la Universitat de Barcelona para la presentación de tesis doctorales por publicaciones.

Barcelona, 04 de Abril de 2011.

---

**Agradecimientos**

*A Ana Regina.*  
*A mi hija, Olivia.*  
*A mi madre y padre (in memoriam)*

Al Profesor y Jefe de la división de Cirugía Vasculat, del Instituto de Tórax del Hospital Clínico de la Universidad de Barcelona, Prof. Dr. Vicente A. Riambau, por ser un verdadero precursor de la cirugía endovascular a nivel internacional. Por haber sabido transmitir no sólo sus enseñanzas, que son muchas, pero también sus fuertes valores personales, como la integridad y dedicación a sus pacientes.

Al Dr. Jaime Mulet por haber permitido mi estancia en el servicio de cirugía cardiovascular. A los adjuntos del servicio de cirugía cardiovascular, aunque no quiera destacar a ninguno dellos por encima de los demás, pero he de hacer un agradecimiento especial a Dr. Clemente Barriuso, Dr. Salvador Ninot y al Dr. Cesar Garcia-Madrid.

A la Dra Matute Purificación por su amistad. A la Profesora Dra. Carmen Gomar por su ayuda.

A las enfermeras y auxiliares que he conocido en estos años de mi estancia en el Hospital Clínico.

A la familia Doñate-Sabatés, por haber me aceptado en su casa como un amigo.



1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	5
3. INTRODUCCIÓN.....	9
A. Definiciones.....	13
a. Tratamiento endovascular.....	14
b. Endoprótesis.....	14
c. Cirugía híbrida de la aorta torácica.....	15
d. Endofuga.....	15
e. Éxito técnico primario.....	16
f. Durabilidad.....	16
B. Histórico.....	18
C. Indicaciones del tratamiento quirúrgico endovascular de la aorta torácica.....	19
a. Aneurisma de aorta.....	20
b. Disección de aorta.....	24
c. Hematoma intramural.....	25
d. Úlcera penetrante de aorta.....	26
e. Pseudoaneurisma.....	27
f. Aneurismas micóticos.....	28
g. Fístula aorto-bronquial.....	29
h. Lesiones traumáticas de aorta.....	29
i. Fístula aorto-entérica.....	29
D. Estado actual del tratamiento endovascular de la aorta torácica.....	30
a. Resultados de los metanálisis y revisiones sistemáticas.....	31
b. Resultados de los investigaciones de las endoprótesis disponibles.....	33
4. JUSTIFICACIÓN.....	38
5. HIPOTESIS DE TRABAJO.....	41
6. OBJETIVO GENERAL.....	43
A. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	45

a) Artículo I.	
b) Artículo II.	
7. PACIENTES Y MÉTODOS.....	47
a. Metodología general.....	48
b. Metodología del artículo I.....	49
c. Metodología del artículo II.....	51
d. Análisis Estadístico.....	56
8. RESULTADOS.....	57
A. Grupo de enfermos sometidos a la cirugía híbrida.....	58
a. Éxito técnico y tasa de endofuga.....	58
b. Tasa de reintervención.....	58
c. Morbilidad global.....	58
d) Complicaciones postoperatorias.....	59
e) Morbilidad neurológica.....	60
f) Mortalidad.....	61
B. Grupo de enfermos tratados con endoprótesis con escotadura distal....	62
a. Tasa de éxito técnico.....	62
b. Tasa de reintervención.....	62
c. Morbilidad global y tasas de complicaciones postoperatoria y neurológica.....	62
d. Mortalidad.....	63
C. Resultados globales del tratamiento endovascular de la aorta torácica en la presencia de cuello aórtico corto.....	64
a. Éxito técnico y tasa de endofuga.....	64
b. Tasa de reintervención.....	65
c. Morbilidad global.....	65
d. Complicaciones postoperatorias.....	67
e. Morbilidad neurológica.....	68

f. Mortalidad.....	69
9. DISCUSIÓN.....	71
10. CONCLUSIONES.....	82
11. BIBLIOGRAFÍA.....	85
12. ANEXOS.....	90
A. ANEXO I. Relación de tablas.....	91
B. ANEXO II. Relación de figuras.....	94
13. PUBLICACIONES.....	96
A. Artículo I.....	97
B. Artículo II.....	105

---

## 1. Resumen

El tratamiento endovascular de las enfermedades de la aorta torácica (TEEAT) suele ser la única opción para los enfermos no aptos a la cirugía abierta. La proximidad del tronco celíaco y de la arteria mesentérica superior, en la presencia de cuello aórtico corto, es una importante limitación a la intervención endoluminal. Diversos abordajes al problema fueron desarrollados, pero todavía no hay consenso sobre su mejor manejo. La endoprótesis con escotadura distal hecha a medida es un avance en el TEEAT, pues mejora el anclaje y mantiene el flujo a las arterias viscerales. Hay pocos datos en la literatura sobre su uso.

La hipótesis de trabajo de la tesis doctoral es que el uso de la endoprótesis hecha a medida disminuye la morbilidad y mortalidad del tratamiento endoluminal en presencia de cuello aórtico corto distal. Así, el objetivo de ese trabajo es el de conocer la factibilidad y el impacto en la mortalidad, y en las morbilidades global y neurológica, de la introducción de una endoprótesis con escotadura distal en el TEEA, en la presencia de cuello aórtico distal corto.

Este trabajo es una línea de investigación, “tratamiento endovascular de la aorta torácica”, y se divide en dos partes que han dado lugar a dos artículos publicados.

Para revisar la experiencia con técnicas de cirugía híbrida para tratamiento de aneurismas de la aorta torácica en la presencia de cuello aórtico corto, se utilizaron las informaciones de la base de datos prospectiva del servicio de cirugía vascular del Hospital Clinic de Barcelona, en un estudio observacional, longitudinal, retrospectivo, no controlado. Se incluyeron los pacientes afectados de degeneración aneurismática de la aorta torácica, sometidos a la cirugía híbrida del arco y visceral.

Para se evaluar la viabilidad técnica y experiencia con los dispositivos hechos a medida con la plataforma de la endoprótesis torácica Relay™ Bolton (Bolton Medical, Sunrise, FL), como una alternativa para el cuello distal de configuración subóptima, para mejorar la fijación distal y sellado en el cuello corto distal, manteniendo el flujo a las arterias viscerales, se llevó a cabo el segundo artículo. Se estudiaron 57 pacientes con enfermedad de la aorta torácica sometidos a la intervención con ese dispositivo, en un trabajo observacional, longitudinal, prospectivo, multicéntrico, no controlado, llevado a cabo en Europa .

Los resultados de los dos trabajos fueron comparados. Las variables cuantitativas fueron descritas con frecuencias y porcentajes, y las continuas con media. Se utilizó la prueba Chi Cuadrado para comparación de variables categóricas entre-grupos, y t de Student, para las variables cuantitativas continuas con distribución normal. Para las variables sin distribución normal, se utilizó el método de Bonferroni. El nivel de significación estadística se fijó en el 5% bilateral.

El éxito técnico del TEEAT en los pacientes tratados con la endoprótesis con escotadura distal fue de 96,4% y de 100% en los sometidos a la intervención híbrida (  $p = 1,000$ ). Reintervención fue necesaria en un paciente del grupo de la cirugía híbrida del arco (1%).

La endoprótesis con escotadura distal cuando comparada a la cirugía híbrida presentó menos morbilidad ( $p < 0,0001$ ) y complicaciones postoperatorias ( $p < 0,03$ ). En comparación a la variante híbrida visceral, hubo menos morbilidad, complicaciones postoperatorias y mortalidad ( $p < 0,0001$ ).

No hubo diferencias significantes cuanto a los resultados de las complicaciones neurológicas en los dos grupos.

El conocimiento añadido de ese trabajo de tesis doctoral es que la introducción del dispositivo con escotadura distal es factible. Cuando comparado con las técnicas de cirugía híbrida, el uso de esa endoprótesis incrementa los resultados del TEEAT en casos seleccionados, en la presencia de cuello aórtico distal corto.

---

## 2. Summary

Endovascular treatment of thoracic aortic disease (ETTAD) is often the only option for patients unfit for open surgery. The proximity of the celiac and superior mesenteric artery in the presence of short distal aortic neck is a major limitation of endoluminal intervention. Various approaches to the problem were developed, but still there is no consensus on the best management. The scalloped thoracic stent graft is an advance in the ETTAD. It improves distal sealing and fixation and maintains the flow to the visceral arteries. There are few data in the literature about its use.

The hypothesis of the thesis is that the use of a custom-made thoracic stent graft reduces morbidity and mortality in the presence of short distal aortic neck. Thus, the purpose of this study is to determine the feasibility and impact on mortality, and overall morbidity and neurological damage, of the introduction of a scalloped thoracic stent graft in the ETTAD.

This work comes from a line of surgery research, "Endovascular treatment of thoracic aorta", and is divided into two parts which have resulted in two papers published before.

To review the experience with hybrid surgery techniques to treat aneurysms of the thoracic aorta in the presence of short distal aortic neck, we used the information from the prospective database of vascular surgery department, Hospital Clinic of Barcelona, in an observational, longitudinal, retrospective, uncontrolled study. We included patients with degenerative aneurysm of the thoracic aorta, who underwent arch and visceral hybrid surgeries.

To be evaluated the technical feasibility and experience with a custom-made scalloped thoracic endograft using the Relay platform (Bolton Medical, Sunrise, FL) as an alternative to treat the distal aortic neck with suboptimal configuration, to improve distal fixation and sealing, keeping the flow to the visceral arteries, it was carried out the second work. We studied 57 patients with thoracic aortic disease undergoing surgery with this device, in an observational, longitudinal, prospective, multicenter, uncontrolled trial conducted in Europe.

The results of the two works were compared. Quantitative variables were described as mean and qualitative variables as percent frequency. We used the Chi Square test to compare between-group categorical variables, Student t test for continuous variables with normal distribution. For variables without normal distribution, we used the Bonferroni method. The level of statistical significance was set at 5% bilateral.

Technical success in patients treated with scalloped thoracic stent graft was 96.4% and 100% in those treated with hybrid intervention ( $p = 1.000$ ). Reoperation was necessary in one patient in the arch hybrid surgery group (1%).

Scalloped thoracic endograft when compared to hybrid surgery had less morbidity ( $p < 0.0001$ ) and postoperative complications ( $p < 0.03$ ). Compared to visceral hybrid variant, there was less morbidity, postoperative complications and mortality ( $p < 0.0001$ ). There were no significant differences with the results of neurological complications in both groups.

The added knowledge of the doctoral thesis is that the introduction of the scalloped device is feasible. When compared with hybrid surgery techniques, the use of this thoracic endograft increases the results of ETTAD in selected cases, in the presence of short distal aortic neck.

---

### **3. Introducción**

El progreso tecnológico aplicado a los métodos de diagnóstico por la imagen y las diversas innovaciones en la medicina han proporcionado una mayor sobrevida a la población en los últimos años. De la misma manera el rápido incremento de los métodos de imagen llevaron a un mejor conocimiento de la historia natural de las enfermedades que acometen la aorta torácica, y el desarrollo de nuevas modalidades terapéuticas, como las técnicas “ mínimamente invasivas”, para el tratamiento endovascular de las enfermedades de aorta torácica (TEEAT) (1).

La intervención abierta prueba los sistemas cardiovascular, pulmonar, neurológico, hematológico e inmunológico del enfermo. Se estima que un enfermo de 78 años, sometido al reparo abierto de aneurisma toracoabdominal, con insuficiencia renal y en hemodiálisis, tiene un riesgo de muerte hospitalaria de 71%, mientras se estima que la mortalidad del TEEAT se encuentra alrededor de 5% (2,3).

Aunque hubo avances en la cirugía abierta de la aorta torácica, el surgimiento de la cirugía endovascular fue la innovación técnica más importante de las dos últimas décadas (Figura 1). Las ventajas, comparadas con la cirugía convencional, son las bajas tasas de morbilidad, mortalidad y de complicaciones neurológicas (Tabla 1). El TEEAT evita el pinzamiento completo de la aorta y sus consecuencias mórbidas.



**Figura 1.** Control postoperatorio del tratamiento endovascular de la aorta torácica.

**Tabla 1.** Ventajas de la cirugía endovascular.

- 
- Evita:
    - Perdida excesiva de sangre.
    - Toracotomía.
    - Clampeo aórtico.
    - Larga estancia hospitalaria.
  - Bajas tasas de :
    - Morbilidad.
    - Mortalidad.
    - Daño neurológico.
-

Pero, la tecnología endovascular es reciente y todavía hay limitaciones que no posibilitan su amplio uso en los diversos escenarios clínicos. Innovaciones técnicas son desarrolladas en beneficio de los enfermos no aptos a la cirugía abierta (4, 5). Las limitaciones del TEEAT son la adecuada fijación y liberación de la endoprótesis, por la proximidad de las ramas aórticas, especialmente en el arco aórtico, la durabilidad de los materiales, la tortuosidad y calcificación de la aorta y de sus accesos y las múltiples patologías de la pared aórtica (6,7), (Tabla 2). En la presencia de limitaciones el TEEAT es complejo.

**Tabla 2.** Limitaciones del tratamiento endovascular de la aorta torácica.

- 
- Anatomía del arco aórtico
  - Tortuosidad y calcificación de la aorta y sus accesos.
  - Adecuada fijación y liberación de la endoprótesis, especialmente en el arco.
  - Las múltiples patologías de la pared aórtica.
  - Durabilidad de los materiales.
  - Proximidad de las ramas viscerales.
-

---

## A. Definiciones

a. Tratamiento Endovascular

El tratamiento endovascular es el acto terapéutico en el que, mediante la utilización de un punto de entrada vascular remoto, ya sea percutáneo o con disección, y la aplicación de las técnicas de cateterismo, se consigue reparar un segmento vascular alejado, utilizando generalmente visión fluoroscópica (radioscópica) como método de control. En el caso particular del TEEAT, consiste en la introducción de una endoprótesis, generalmente por vía femoral o ilíaca, y su despliegue con control radioscópico, en el sitio de la aorta torácica que se propone tratar (1).

b. Endoprótesis

Una endoprótesis aórtica puede ser definida como una prótesis endovascular que protege indefinidamente la aorta de la ruptura y permite un flujo imprescindible a través de la aorta y sus ramas (Figura 2). De manera ideal, la endoprótesis necesita tener fijación permanente, durabilidad a largo plazo, función hemodinámica a lo largo del tiempo, ser de liberación fácil y precisa, y aplicable a la mayoría de las anatomías y patologías. No hay actualmente una endoprótesis considerada ideal (1).



**Figura 2.** Endoprótesis torácicas disponibles en Europa.

c. Cirugía híbrida de la aorta torácica

La cirugía híbrida es la combinación de la cirugía abierta con la reparación endovascular. Hay dos modalidades. La variante que trata lesiones del arco aórtico y sus ramas (variante del arco) y la variante que interesa al segmento tóracoabdominal y sus ramas viscerales (variante visceral).

d. Endofuga

Endofuga se define como la presencia del flujo de sangre aparte de la prótesis (8) y se clasifica en:

Tipo I – Fuga en zona de anclaje.

A. Proximal

B. Distal

Tipo II – Flujo retrógrado por colaterales (arteria subclavia izquierda, intercostales).

Tipo III - Alteración estructural de la endoprótesis (tejido roto, separación modular).

Tipo IV - Filtración a través de la prótesis (porosidad en el recubrimiento).

Tipo V – Endotensión (crecimiento del aneurisma sin fuga demostrable).

e. Éxito técnico primario

Se define como la resolución completa de la lesión que se propone tratar al final del procedimiento principal, en la ausencia de cualquier complicación inmediata.

f. Durabilidad

Es definida en relación a la fijación y sellado permanente de la endoprótesis, conexión entre los módulos, patencia y diseño de cada tipo de endoprótesis. Los factores que influyen en la durabilidad son la selección apropiada de los enfermos, la técnica quirúrgica utilizada y la historia natural de la enfermedad que se propone tratar (1).



Alexander Balko en 1986 fue el primer científico que intentó de manera experimental la exclusión de un aneurisma artificial por vía endoluminal (9). En ese experimento fue usada una prótesis endovascular de poliuretano con soporte de S-stent. Esa idea inicial fue mejorada por Julio Palmaz y Cesare Gianturco, con la introducción de los stents balón y alto expansibles (10,11). Volodos en 1988, reportó en ruso, la primera serie clínica de tratamiento endovascular de la aorta torácica (12). En 1984, Volodos había patentado un “Z” stent de acero recubierto. En el occidente, Juan Parodi en 1991, reportó el tratamiento endovascular de cinco aneurismas de aorta abdominal (13). Ya Michael Dake fue el primero a reportar la exclusión endovascular de un aneurisma de la aorta torácica descendente (14).

En España, la división de cirugía vascular, del departamento de cirugía cardiovascular del Hospital Clínico, fue pionera en la utilización de diversas técnicas endoluminales. Además, tuvo importante papel en el desarrollo de materiales y en la difusión del conocimiento acerca de esa nueva modalidad terapéutica (1). Otros pioneros siguen actualmente desarrollando innovaciones en el fascinante campo de la cirugía de la aorta torácica, con beneficio de los enfermos.

---

**C. Indicaciones del tratamiento endovascular de la aorta torácica.**

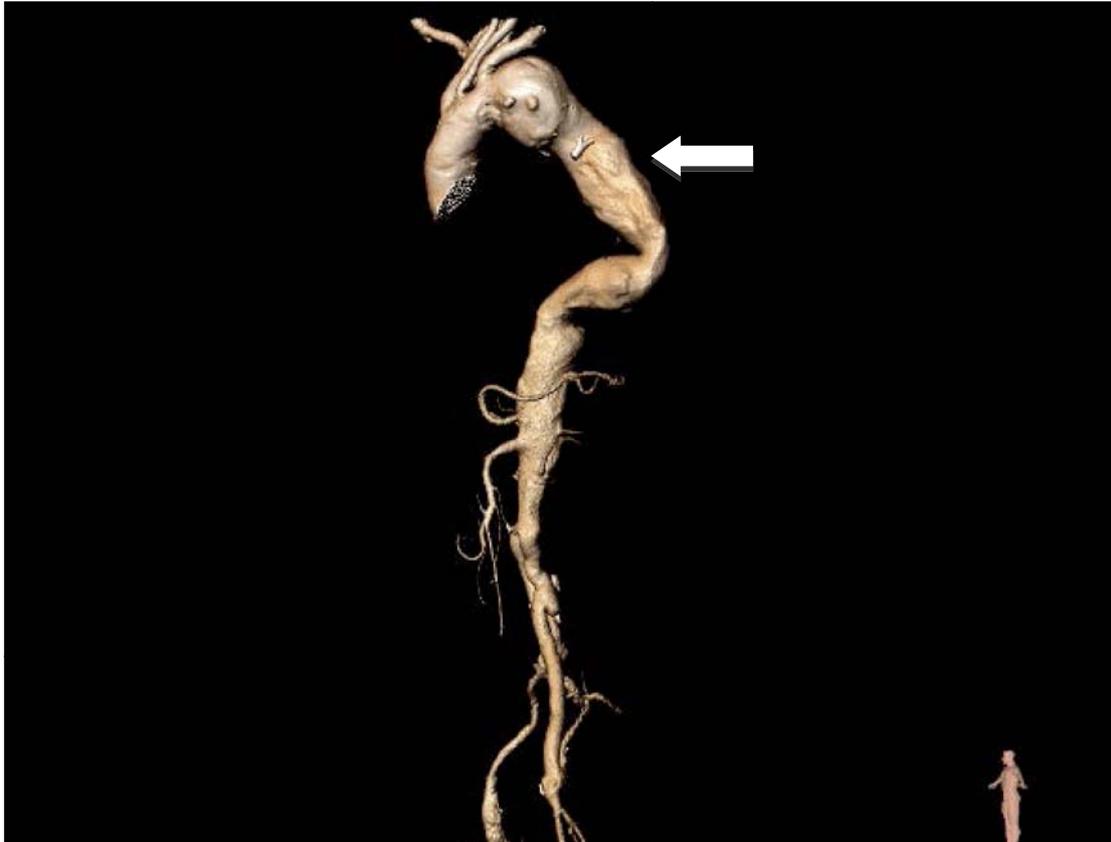
Diversas enfermedades acometen la aorta torácica y son pasibles de tratamiento por vía endovascular (Tabla 3). De esas la más frecuente es el aneurisma de la aorta torácica.

**Tabla 3.** Enfermedades de la aorta torácica pasibles de tratamiento endovascular.

- 
- Aneurisma.
  - Pseudoaneurisma.
  - Disecciones Aguda y crónica.
  - Hematoma intramural.
  - Úlcera penetrante de aorta
  - Trauma
  - Aneurismas micóticos
  - Fistula aorto-bronquial
  - Fistula aorto-entérica
- 

a. Aneurisma de aorta.

El aneurisma es la enfermedad que más frecuentemente afecta la aorta torácica (Figura 3). Se define como una dilatación localizada y permanente, resultado un incremento del 50% al menos en el diámetro normal de la aorta. La incidencia estimada en el occidente es de 6/100.000 personas / ano. Tiene importancia por el hecho de que la tasa de supervivencia de los pacientes no tratados con aneurismas de aorta torácica es pésima, estimada entre 13% y 39% en cinco años. Los aneurismas degenerativos son los más frecuentes, pero los aneurismas por enfermedad genética (Síndrome de Marfan, Ehlers-Danlos y osteogénesis imperfecta) también suelen estar presentes.



**Figura 3.** Aneurisma de aorta torácica (flecha).

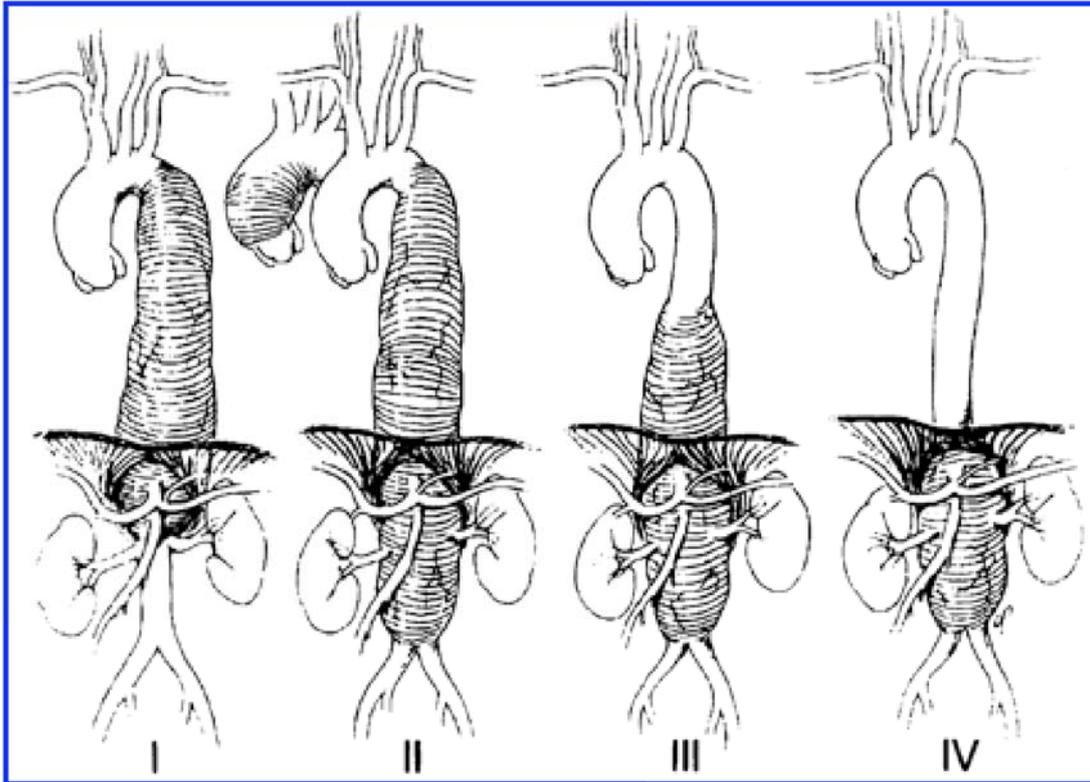
Los aneurismas de la aorta torácica en general son extensos. Pueden ser divididos de acuerdo con su localización, en aneurismas de la aorta ascendente, del arco aórtico y de la aorta descendente. Ya la clasificación de Crawford (modificada) divide los aneurismas toracoabdominales en cinco tipos de acuerdo con su extensión (Figura 4):

Tipo I - distal de la arteria subclavia izquierda, arriba de las arterias renales.

Tipo II - distal de la arteria subclavia izquierda hasta abajo de las arterias renales.

Tipo III - desde el sexto espacio intercostal hasta abajo de las arterias renales.

Tipo IV – desde el duodécimo espacio intercostal hasta la bifurcación ilíaca.



**Figura 4.** Clasificación de Crawford de los aneurismas toracoabdominales.

La manifestación clínica está relacionada con la situación, tamaño, tasa de crecimiento y el estado estructural del aneurisma. El riesgo de rotura guarda relación con el tamaño. El riesgo se incrementa estadísticamente en los diámetros mayores de 6 cm en la aorta ascendente, y de 7 cm en la aorta descendente.

De una manera general, las indicaciones de tratamiento quirúrgico incluyen factores como el diámetro, tipo de aneurisma y la presencia de síntomas y/o complicaciones, y están listados abajo, en la tabla 4 (7).

**Tabla 4.** Criterios de indicación quirúrgica en aneurismas torácicos.

- 
- Diámetro \*
    - Aorta ascendente: > 5,5 cm.
    - Aorta descendente: > 6,5 cm.
  - Aneurismas postcoarctación.
  - Presencia de síntomas
    - Dolor torácica
    - Ronquera
    - Disfagia
    - Disnea
    - Arritmia.
  - Presencia de complicaciones
    - Rápido crecimiento
    - Disección
    - Ruptura
-

\* Pacientes afectos de Síndrome de Marfan o con antecedentes familiar de ruptura o disección son intervenidos con diámetros aneurismáticos menores.

b. Disección de aorta.

Es definida como la separación entre las capas íntima y media de la aorta, con el desarrollo de una falsa luz (Figura 4). Suele ser aguda, hasta 14 días del inicio de los síntomas, o crónica, en que el enfermo sobrevive por más de 14 días. De acuerdo con la clasificación de Stanford, la disección suele ser del tipo A, la que afecta o se inicia en la aorta ascendente, o del tipo B, la que tiene inicio en la aorta descendente. En la disección tipo A, el tratamiento es quirúrgico. En la tipo B, de manera general, es medicamentoso. Los Criterios de indicación quirúrgica en la disección de aorta tipo B están descritos en la tabla 5.

**Tabla 5.** Criterios de indicación quirúrgica en la disección de aorta tipo B.

---

<ul style="list-style-type: none"><li>• Aguda<ul style="list-style-type: none"><li>- En la presencia de complicaciones: Dolor no controlable. Hipertensión no controlable. Isquemia visceral o de extremidades. Ruptura de aorta y/o rápido incremento del diámetro aórtico.</li></ul></li><li>• Crónica<ul style="list-style-type: none"><li>- En la presencia de: Degeneración aneurismática (de acuerdo con diámetro). Nueva disección con complicación. Ruptura de aorta.</li></ul></li></ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---



**Figura 5.** Disección aguda de aorta torácica y la luz falsa (flecha).

Los objetivos del tratamiento endovascular de la disección de aorta tipo B son el cierre de la entrada principal, despresurización y trombosis de la falsa luz, redirección del flujo sanguíneo para la luz verdadera e inducción de remodelación aórtica. Actualmente con el suceso terapéutico de la intervención endovascular, hasta las enfermedades del tejido conectivo, como el síndrome de Marfan, son pasibles de tratamiento endoluminal, con buenos resultados, aunque todavía, ese es un tema polémico (15).

c. Hematoma intramural.

El hematoma intramural es una enfermedad que afecta personas mayores. Es más frecuente en la aorta descendente. Suele progresar para disección aórtica en hasta 36% de los casos. El abordaje de los hematomas es parecido

con el manejo de las disecciones tipo A y B. Los casos que acometen la aorta ascendente son de tratamiento quirúrgico abierto. Los que afectan la aorta descendente, son de tratamiento medicamentoso. La intervención endovascular está indicada en las ocasiones listadas en la tabla 6 (16).

**Tabla 6.** Indicaciones quirúrgicas en el hematoma intramural.

- 
- Dolor torácica no tratable o recurrente
  - Incremento del tamaño del hematoma
  - Eminencia o presencia de ruptura.
  - Desarrollo de aneurisma y/o disección de aorta.
- 

d. Úlcera penetrante de aorta.

Las úlceras son más encontradas en la aorta descendente y generalmente son múltiples (Figura 5). Normalmente hay extensa enfermedad aterosclerótica. El tratamiento endovascular es indicado en la presencia de complicaciones y/o persistencia de síntomas (tabla 7) (16).

**Tabla 7.** Indicaciones de cirugía en las úlceras penetrantes de aorta.

- 
- Dolor torácica no tratable o recurrente.
  - En la presencia de complicaciones como:
    - Embolización.
    - Disección.
    - Desarrollo de aneurisma o pseudoaneurisma.
    - Ruptura o perforación.
-



**Figura 6.** Úlcera penetrante de aorta torácica (flecha).

e. Pseudoaneurisma.

Su desarrollo es casi siempre una complicación tardía del tratamiento quirúrgico convencional de aorta (Figura 6). El tratamiento abierto de los pseudoaneurismas es un desafío. Hay alta morbilidad y mortalidad, ya que es necesaria una toracotomía en campo quirúrgico con adhesión densa y derivación cardiopulmonar. El tratamiento endovascular tiene indicación pues es menos invasivo y más seguro. Se evita el abordaje del área con fibrosis (17).



**Figura 7.** Pseudoaneurisma de aorta (flecha) en el postoperatorio de reparo quirúrgico de coartación de aorta.

f. Aneurismas micóticos.

Los aneurismas micóticos de la aorta torácica son raros. Estos son responsables del 1 al 3% de todos los aneurismas de la aorta torácica y predisponen a la ruptura temprana. Los microorganismos que con más frecuencia se identifican son Salmonella SP y Staphylococcus aureus. Aunque no hay un consenso sobre la apropiada opción de un abordaje quirúrgico en el tratamiento de los aneurismas micóticos de la aorta torácica, la técnica endovascular que es menos invasiva, provee mejores resultados y evita los riesgos de la toracotomía y del sangrado excesivo. El uso de ese tipo de intervención está asociado a mejores resultados en casos seleccionados (18).

g. Fístula aorto-bronquial.

La causa más frecuente de fístula aorto-bronquial es la presencia de pseudoaneurisma, responsable por 60% de los casos. El diagnóstico de la fístula requiere un alto índice de sospecha. La herramienta diagnóstica más útil es la angio-tomografía que permite la identificación de la fístula en 50% de los casos. Es causa de hemoptisis, que suele ser letal. En esos pacientes se indica el tratamiento de manera precoz. La terapia endoluminal tiene gran potencial por menor riesgo quirúrgico, ya que evita algunos riesgos inherentes al procedimiento abierto y por disminuir la morbilidad(19).

h. Lesiones traumáticas de aorta.

El traumatismo torácico tiene elevada morbilidad y mortalidad por las múltiples lesiones asociadas. El tratamiento endovascular es una alternativa al tratamiento quirúrgico abierto (20).

i. Fístula aorto-entérica.

La fístula aorto-entérica es una situación muy grave. Es frecuente la aparición de sangrado digestivo, con o sin sepsis. Generalmente tiene malo pronóstico, mismo con el tratamiento endovascular. La presencia de sepsis postoperatoria es indicador de mala evolución (21).

---

**D. Estado actual del tratamiento endovascular de la aorta torácica.**

Para ser conocer el estado actual del tratamiento endovascular de la aorta torácica es necesario estudiar los resultados de las revisiones sistemáticas, de los metanálisis y de las investigaciones de las diferentes endoprótesis, ya reportados en la literatura (Tabla 8).

a. Resultados de los metanálisis y revisiones sistemáticas.

En el tratamiento endovascular de los aneurismas de aorta torácica las tasas de mortalidad, morbilidad y de complicaciones neurológicas son fuertemente más bajas que en la cirugía convencional. En un metanálisis se comparó los resultados del tratamiento quirúrgico abierto y endovascular de las enfermedades de la aorta torácica (2). Los análisis de los subgrupos sugirió que la reparación endovascular redujo la mortalidad (odds-ratio agrupado 0,25; IC 95%: .09 a 0.66), y la morbilidad neurológica (odds-ratio agrupado 0,28; IC del 95% desde 0,13 hasta 0,61), en pacientes estables sometidos a la reparación de aneurismas de aorta torácica.

El papel de la terapia endovascular en la disección del tipo A todavía no está claro, pero en la disección del tipo B el tratamiento endovascular es superior a la intervención abierta, en los escenarios agudo y crónico. En un metanálisis se estimó tasa de suceso de 95% con la utilización de endoprótesis, con baja tasa de paraplejía, y niveles aceptables de mortalidad en las fases aguda, e en el seguimiento medio. La mortalidad reportada del reparo abierto es de hasta 60% en la fase aguda (22-24).

Los aneurismas micótico cuando pasibles de tratamiento endovascular presentan buenos resultados. En una reciente revisión sistemática, Chung-Dann Kan et al (25), analizaron 48 casos publicados en la literatura. La mortalidad de la colocación de endoprótesis aórtica fue estimada en 10,4%,

con supervivencia en 12 meses de 94%. En la presencia de sepsis, con fiebre persistente, o ruptura aórtica, la intervención endovascular es considerada como un puente, hasta la realización de una cirugía abierta definitiva. En términos prácticos, esto significa que en la ausencia de sepsis activa, la cirugía endovascular es el abordaje definitivo, pues tiene menor mortalidad, cuando se compara con la cirugía abierta.

En la lesión traumática de la aorta, la mayor preocupación es la durabilidad del procedimiento, ya que, de una manera general, los enfermos afectados son jóvenes. El daño neurológico es más bajo, pero la mortalidad del tratamiento endovascular es alta. Resulta no de la terapia en sí misma, pero es una consecuencia directa de las lesiones traumáticas asociadas. Hay alta incidencia de lesiones asociadas, como craneanas y de órganos sólidos, contusión pulmonar y fracturas de huesos. En un reciente metanálisis de 139 trabajos publicados, con 7768 pacientes, el TEEAT fue superior a la cirugía abierta y al tratamiento no quirúrgico (26). Además de tener peores resultados, la cirugía abierta tiene más riesgo de infección de prótesis y daño neurológico que el tratamiento endoluminal.

Del expuesto se puede concluir que los resultados del TEEAT son mejores que los de la cirugía abierta. Incluso en la presencia de rotura aórtica los resultados de la intervención endoluminal son mejores que los de la cirugía abierta (27). Pero, de una manera general, los artículos publicados en la literatura son series retrospectivas de casos y los resultados de largo plazo del TEEAT todavía están por publicarse. Así hace falta conocer los resultados de los estudios de las diversas endoprótesis disponibles.

b. Resultados de las investigaciones de las endoprótesis disponibles.

La endoprótesis torácica de Gore (TAG; W.L. Gore, Flagstaff, Ariz) fue el primer endoinjerto aprobado por la FDA para el tratamiento de aneurisma torácico. Desde septiembre 1999 a mayo de 2001, 142 pacientes fueron incluidos en un estudio multicéntrico, prospectivo no aleatorizado de fase II, realizado en 17 sitios en los Estados Unidos. Fueron seleccionados los pacientes con aneurismas torácicos descendentes y de buen riesgo quirúrgico. El éxito de la implantación del dispositivo fue de 98%. Las tres fallas de implantación fueron relacionadas a las cuestiones como la tortuosidad y el diámetro de las arterias ilíaca. Accidente cerebrovascular peroperatorio ocurrió en el 3.5% y 3.7% tuvieron isquemia medular. En dos años de seguimiento hubo endofugas en 21 pacientes (16%). La mayoría de las endofugas fueron reportados como de origen indeterminado. No se informó sobre la endofuga del tipo Ib. Un paciente presentó endofuga del tipo Ia y cuatro del tipo II. La migración proximal ocurrió en 3 pacientes en más de dos años de seguimiento (2.11%). Hubo dos revisiones por vía endovascular y una conversión a la cirugía abierta, sin rotura aórtica (28).

Los resultados de la fase II del estudio de la endoprótesis GORE TAG, después de cinco años de seguimiento, fueron reportados por Makaroun et al (29). En hasta sesenta y seis meses de seguimiento, la mortalidad relacionada con el aneurisma fue de 2,8%. Hubo dos muertes tardías. Una se produjo dos meses después del procedimiento endovascular, pues el paciente necesitó de una conversión a la cirugía abierta debido a una fístula aorto-esofágica. La otra, cinco meses después de una reparación de aneurisma del arco, resultó de una endofuga tipo I y migración del dispositivo, arreglada con conversión a la

cirugía abierta. Endofuga ocurrió en el 10,6% del grupo TAG durante 5 años de seguimiento. La mayoría de la endofugas fue del tipo I, en los sitios de anclaje. Durante un período de 60 meses, fuga del tipo Ib estuvo presente en el 1,68% de los pacientes en el seguimiento. La tasa de reintervención en el grupo de TAG a los 5 años de seguimiento fue 3,6% (cinco reintervenciones por endofuga en tres pacientes, una migración distal y una conversión a la cirugía abierta).

El estudio VALOR fue un estudio prospectivo, no aleatorizado, multicéntrico, diseñado y llevado a cabo en 38 instituciones en los Estados Unidos para evaluar la endoprótesis torácica Talent de Medtronic (Medtronic Vascular, Santa Rosa, CA, EE.UU.), en el tratamiento de los aneurismas torácicos. Desde diciembre de 2003 a junio de 2005 195 pacientes fueron incluidos en el grupo de tratamiento con endoprótesis. Se incluyeron pacientes de riesgos bajo y moderado. El éxito de la implantación del dispositivo fue de 99,5%. El fracaso de un despliegue fue secundario al acceso. Hubo accidente cerebrovascular peroperatorio en el 3,6%, y 8,7% tuvieron isquemia medular (1,5% presentó paraplejía y 7,2%, paraparesia). Las zonas más proximales de implantación del stent fueron las zonas 1 (6,7%) y 2 (26,8%). Endofugas estuvieron presentes en el 25,9% en la visita de 1 mes, y en 12,2% a una visita de un año. La mayoría de las endofugas fueron del tipo II. Fuga tipo I estuvo presente en el 4% de los pacientes en la visita de 1 mes y en un 4,9% en la visita 1 año. No se informó sobre la diferenciación entre el tipo de fuga Ia e Ib. Migración proximal ocurrió en dos pacientes (1%), y la tasa de migración global fue del 3,9%. Disección retrógrada del tipo A se produjo en tres pacientes (1,5%). No hubo

desconexión modular. La mortalidad fue 2,1% y conversión a la cirugía abierta 0,5% (30).

El estudio internacional Zenith TX2 (William Cook Europe, ApS, Bjaeverskov, Denmark), inscribió 230 pacientes con aneurismas de la aorta descendente o úlcera penetrante, en cuarenta y dos sitios. Matsumura et al (31) publicaron los resultados de un año de 160 pacientes que fueron sometidos al TEEAT. La mayoría de los pacientes eran ASA II y la minoría ASA IV. El éxito de la implantación del dispositivo fue del 98,8%. Las dos fallas de implantación fueron secundarias a problemas de acceso. Accidente cerebrovascular peroperatorio se produjo en el 2,5%, y 5,5% presentaron isquemia medular (paraplejía 1,2% y 4,3% paraparesia). Endofuga estuvo presente en el 12,6% en el alta, 4,8% a los 30 días, 2,6% a los 6 meses, y 3,9% a los 12 meses. Endofuga tipo Ib estuvo presente en el 0,7%, 0,8%, 0,9% y 0% en el alta, 30 días, 6 meses y 12 meses, respectivamente. Migración proximal o distal se produjo en 3 pacientes en más de doce meses (2,8%). Ocurrió migración caudal en dos casos y un caso de migración craneal. No hubo ruptura aórtica temprana o tardía, o la necesidad de conversión a cirugía abierta. La mortalidad fue 1,9%.

Otros informes sobre la experiencia acumulada con el TEEAT mezclan patologías aórticas, en estudios no multicéntricos. Ese es el caso del endoinjerto de EndoFit (Lemaitre vascular, Burlington, MA, EE.UU.). De enero 2002 a enero de 2007, 41 pacientes fueron evaluados (32). Las indicaciones para el tratamiento fueron la progresión de tamaño del aneurisma en 24 pacientes, 5 rupturas aórticas agudas y contenidas, 6 disecciones aórticas, 4 úlceras arterioscleróticas penetrantes, un pseudoaneurisma post-traumático, y

un aneurisma post reparación de coartación. El éxito de la implantación del dispositivo fue de 100%. La mortalidad hospitalaria a 30 días fue del 7,3%. Hubo una endofuga del tipo Ib. Una conversión a cirugía abierta fue necesaria para tratar una endofuga del tipo Ia. Hubo un caso de isquemia de la médula espinal (paraparesia) sin paraplejía. Hubo siete muertes (17%) durante el seguimiento. No hay datos sobre la migración de endoprótesis en este estudio.

Otro ejemplo es el dispositivo de E-vita (Jotec, Hechingen, Alemania). Entre mayo de 2004 y marzo de 2008 un estudio fue realizado con 126 pacientes consecutivos (33). Las indicaciones de los implantes de las endoprótesis E-vita fueron: 56 disecciones del tipo B, 25 aneurismas degenerativos, 17 úlceras penetrantes aórticas, 10 lesiones traumáticas contundentes, un ateroma móvil, 7 pseudoaneurismas de sutura y 22 reintervenciones tras el implante de endoprótesis anterior. El porcentaje de procedimientos de emergencia fue de 52%. Isquemia de la médula espinal reversible se observó en 2 casos (1,4%). Accidente vascular cerebral ocurrió en el 2,8% (4 pacientes). El éxito técnico primario fue de 77% (106 procedimientos). No hay datos acerca de migración del dispositivo en esta publicación.

Al final, fueron reportados los resultados de termo medio del TEEAT con la endoprótesis Relay (Bolton Medical, Barcelona, Spain). El estudio RESTORE fue llevado a cabo en Europa. Se evaluarán 304 pacientes del Abril de 2005 al Enero de 2009, de manera prospectiva, no aleatorizada, en 22 sitios de siete países. Las patologías tratadas fueron: aneurismas (52,9%), disecciones (29,9%) y traumatismo torácico (13,2%). La mayoría de los enfermos se clasificaron como ASA (Sociedad americana de anesthesiólogos) III. La mortalidad en 30 días fue del 7,2%, el éxito técnico fue 97,7%, endofuga 4,6%,

accidente vascular cerebral 1,6% y paraplejía 2,0%. Hubo Migración en el 2,6% de los casos. No hubo la necesidad de conversión a la cirugía abierta en ninguno caso (34).

Tomando en cuenta los análisis de las principales encuestas reportadas en la literatura, la tasas de éxito técnico del TEEAT son de 97,7 a 99,5%, daño neurológico de 3,6% a 11,3%, endofuga 4,6% a 25,9%, migración de endoprótesis 2,1 a 3,9%, reintervención 0 a 2,1% y mortalidad del 1,9 a 7,2% (28-36).

**Tabla 8.** Resultados de las principales encuestas del TEEAT.

	Éxito técnico	Daño neurológico	Endofuga	Migración	Reintervención	Mortalidad
GORE TAG(28)	98%	7,2%	16%	2,11%	2,11	2,8%
VALOR(30)	99,5%	11,3%	25,9%	3,9%	0,5%	2,1%
Zenith TX2(31)	98,8%	8,0%	12,6%	2,8%	0%	1,9%
RESTORE(34)	97,7%	3,6%	4,6%	2,6%	0%	7,2%

---

## 4. Justificación

Actualmente hay una tendencia en se sustituir el tratamiento quirúrgico abierto de las enfermedades de la aorta torácica por el tratamiento por vía endovascular. Se estima que en Europa la mitad de los procedimientos sobre la aorta torácica son por vía endoluminal (37). Pero, todavía el TEEAT tiene limitaciones y suele ser la única alternativa para enfermos no aptos a la cirugía abierta (6,7).

En el tratamiento endovascular de la aorta torácica hasta el 5,5% de los enfermos presentan cuello corto distal (38). De esos, el 40% no tienen anatomía favorable y no son aptos al tratamiento con endoprótesis con ramas o fenestración (39). En las enfermedades de la aorta torácica, en que no hay cuello adecuado para el despliegue de la endoprótesis, todavía no hay consenso sobre la mejor alternativa quirúrgica para todos los casos (6,7). Hay pocos datos en la literatura sobre la utilización de endoprótesis con escotadura distal (5).

Diversas enfermedades acometen la aorta torácica lo que resulta en la existencia de dificultades técnicas para el TEEAT, ya que todavía no hay una endoprótesis ideal para todas las enfermedades. Eso es de muy interés para los pacientes que presentan cuello distal suboptimo o no adecuado para una buena fijación del dispositivo intraluminal. Una endoprótesis ideal necesita tener fijación permanente, durabilidad y función hemodinámica a lo largo del tiempo, liberación fácil y precisa, ser aplicable a la mayoría de las anatomías y patologías y mantener el flujo para las ramas aórticas (1).

En enfermos con cuello corto, la proximidad de las ramas aórticas crea una dificultad técnica que suele no posibilitar el tratamiento endovascular convencional, por la proximidad de las ramas viscerales. Diversas técnicas

alternativas fueron desarrolladas para el abordaje de esos casos. La utilización de endoprótesis con ramas o fenestración (40-44), oclusión intencionada de las ramas aórticas sin revascularización previa (45-49), la cirugía híbrida (50-52) y la tecnología de las endoprótesis con escotadura distal (5).

El desarrollo de endoprótesis con diseño específico para las diversas anatomías e enfermedades que acometen la aorta torácica suele mejorar los resultados del TEEAT en la presencia de limitaciones al tratamiento endovascular convencional. El desarrollo de una endoprótesis con escotadura distal, hecho a medida para el tratamiento del cuello corto o subóptimo distal, es un avance en el tratamiento endoluminal.

---

## 5. Hipótesis

La utilización de la endoprótesis con escotadura distal, hecha a medida, incrementa los resultados quirúrgicos del TEEAT, en la presencia de cuello aórtico distal corto, habiendo disminución de la morbilidad y mortalidad del tratamiento endoluminal.

---

## **6. Objetivo general**

Conocer la factibilidad y el impacto en la mortalidad y en la morbilidad general y neurológica, de la introducción de una endoprótesis con escotadura distal en el TEEAT, en la población de enfermos que presentan como limitación al tratamiento endoluminal convencional la presencia de cuello aórtico corto distal. Para ello, se han planteado objetivos específicos que han sido reportados en dos publicaciones que componen esta tesis doctoral.

---

## **A. Objetivos específicos**

- a. **ARTICULO I. “Da Rocha MF, Miranda S, Adriani D, Urganani F, Riambau VA, Mulet J. Hybrid procedures for complex aortic pathology: initial experience at a single center. *Rev Esp Cardiol.* 2009;62(8):896-902.”**

Objetivo: Revisar la experiencia de nuestro centro con técnicas híbridas para tratamiento de aneurismas complejos de la aorta torácica.

- b. **ARTICULO II. “Da Rocha M, Riambau VA. Experience with a scalloped thoracic stent graft: a good alternative to preserve flow to the celiac and superior mesenteric arteries and to improve distal fixation and sealing. *Vascular.* 2010;18(3):154-60.”**

Objetivo: Evaluar la viabilidad técnica y experiencia con los dispositivos con escotadura distal, hechos a medida, usando la plataforma de la endoprótesis torácica Relay™ Bolton (Bolton Medical, Sunrise, FL) como una alternativa para el cuello distal de configuración subóptima, para mejorar la fijación distal y sellado.

---

## 7. Pacientes y método

#### a. METODOLOGÍA GENERAL

Este trabajo es una línea de investigación, “tratamiento endovascular de la aorta torácica”, de la división de cirugía vascular del Instituto del Torax, Hospital Clinic de Barcelona. Se basa en el estudio de dos grupos de pacientes, afectados de enfermedad de la aorta torácica en la presencia de cuello corto. En el primero grupo de enfermos, reportado en el artículo I, se les practicó una intervención híbrida. En el segundo grupo, tema de la publicación II, se les practicó una intervención endoluminal, en que se utilizó una endoprótesis con escotadura distal, hecha a medida en la presencia de cuello corto distal.

El artículo I es un estudio observacional, longitudinal, retrospectivo, no controlado, llevado a cabo en el Hospital Clinic de Barcelona. Los datos del trabajo fueron obtenidos en la base de datos prospectiva del servicio de cirugía vascular. Se reportó los resultados de la cirugía híbrida en sus variantes visceral y del arco. Se definió como complejo el aneurisma que involucraba plenamente el ostium de ramas supraaórticas o viscerales, o con una distancia centroluminal entre el ostium y el inicio del aneurisma menor de 2 cm o, lo que es lo mismo, con cuello de sello para endoprótesis < 2 cm. Fue requisito para el implante de la endoprótesis que el cuello proximal y el distal fuesen  $\geq 2$  cm medidos en el eje central de la aorta.

El artículo II utilizó los datos de un estudio observacional, longitudinal, prospectivo, multicéntrico, no controlado, llevado a cabo en Europa, bajo coordinación y orientación de la división de cirugía vascular del Hospital Clinic. Se estudió pacientes con patología aortica con cuello corto distal, sometidos al tratamiento endovascular con endoprótesis con escotadura distal, hecha a medida, para la preservación del flujo arterial para el tronco celiaco e

mesentérica superior, y mejor fijación distal. Los criterios de inclusión fueron la presencia de cuello de menos de 30 mm y más de 15 mm de la aorta sana por encima del orificio del tronco celíaco.

Todos los pacientes tenían consentimiento informado. Los trabajos publicados forman parte del proyecto integral del tratamiento endovascular de la aorta aprobado por el Comité de Ética del Hospital Clínico en 1997.

#### b. METODOLOGÍA DEL ARTÍCULO I

**ARTICULO I. “Da Rocha MF, Miranda S, Adriani D, Urganani F, Riambau VA, Mulet J. Hybrid procedures for complex aortic pathology: initial experience at a single center. *Rev Esp Cardiol.* 2009;62(8):896-902.”**

La experiencia de nuestro centro en el tratamiento endovascular de aneurismas de la aorta torácica desde marzo de 1998 hasta marzo de 2007 fue de 158 pacientes. Fueron incluidos en el trabajo 41 enfermos con aneurismas verdaderos de la aorta torácica con afección de las ramas supraórticas o viscerales sometidos a procedimientos híbridos. Los criterios de exclusión fueron la presencia de enfermedades del tejido conectivo, aorta gravemente calcificada y comorbilidades que hicieran previsible una expectativa de vida de menos de 2 años, los enfermos que necesitaron de accesos iliacos transitorios, los pacientes tratados con prótesis híbridas (frozen elephant trunk) y con otras afecciones aórticas diferentes de la aneurismática. En ese mismo periodo, 183 pacientes con aneurisma de aorta torácica fueron sometidos a cirugía abierta convencional. Se analizaron retrospectivamente los datos prospectivos correspondientes a esta cohorte de pacientes. Los anestesiólogos clasificaron de ASA IV a todos los pacientes en la visita preoperatoria. Por lo tanto, se les

consideró no aptos para el tratamiento quirúrgico tradicional por graves comorbilidades médicas. Las comorbilidades registradas fueron: diabetes mellitus tipo 2 (12,2%), enfermedad coronaria (24,4%), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (73,1%), insuficiencia cardiaca congestiva (9,7%), tórax hostile (4,8%), insuficiencia renal terminal (7,3%) y trasplante renal (4,8%). Los pacientes fueron valorados mediante anamnesis y exploración física y analítica, radiografía de tórax, espirometría de esfuerzo y ecocardiograma.

Para su análisis se dividió a los pacientes en 2 grupos: grupo A, pacientes con afección del arco aórtico, y grupo B, pacientes con afección de la aorta descendente que involucraba troncos viscerales.

El grupo A estaba constituido por 32 pacientes, 31 varones, con edad promedio de  $69,3 \pm 1,3$  años (intervalo, 62-73), y el grupo B, por 9 pacientes con edad promedio de  $71,5 \pm 5,0$  años (intervalo, 68-74). El tamaño de los aneurismas fue de  $6,8 \pm 2,0$  cm (intervalo, 5,9-8,2) y  $6,8 \pm 2,1$  cm (intervalo, 6,4-10,1) para el grupo A y B, respectivamente. Los 32 pacientes del grupo A fueron tratados en dos tiempos, con intervalo promedio entre ambos procedimientos de 6,2 días (intervalo, 2-30). Tres habían sido intervenidos previamente de aneurisma de aorta ascendente (3 reconstrucciones de hemiarco anterior). A 13 pacientes se les practicó derivación carótida-carótida pretraqueal. A 12 pacientes se les practicó una derivación carótida-subclavia, y los 4 restantes se sometieron a una transposición total de troncos supraaórticos.

En el grupo B, se realizó transposición parcial de los troncos viscerales e implante de endoprótesis en dos tiempos quirúrgicos (lapso promedio, 4,5 días; intervalo, 2-7 días) a 4 pacientes. Los 5 pacientes restantes del grupo B

precisaron transposición visceral total e implante de endoprótesis torácica en el mismo tiempo quirúrgico.

Todas las cirugías fueron realizadas electivamente, bajo anestesia general. Los tiempos quirúrgicos convencionales se practicaron en el quirófano de cirugía vascular al igual que las reparaciones simultáneas. En estas últimas, para los implantes de las endoprótesis, se utilizó un arco de RX móvil BV 300 (Philips, Eindhoven, Países Bajos). Los implantes de endoprótesis correspondientes a los segundos tiempos se realizaron en la sala endovascular habilitada en el departamento de angiorradiología, equipada quirúrgicamente y con un arco de RX fijo de altas prestaciones Axion Artis (Siemens, Erlangen, Alemania). Las endoprótesis fueron sobredimensionadas en diámetro en un 15-20% en todos los casos.

#### c. METODOLOGÍA DEL ARTÍCULO II

**ARTICULO II. “Da Rocha M, Rimbau VA. Experience with a scalloped thoracic stent graft: a good alternative to preserve flow to the celiac and superior mesenteric arteries and to improve distal fixation and sealing. *Vascular*. 2010;18(3):154-60.”**

De enero de 2006 a junio de 2009, 57 pacientes (40 hombres), con patología de la aorta torácica y cuello corto distal (menos de 30 mm y más de 15 mm de longitud) fueron tratados en Europa con la endoprótesis torácica con escotadura distal hecha a medida, con la plataforma de Relay™ (Bolton Medical, Sunrise, FL, EE.UU). La edad media fue de 71,1 años (r: 50-80). Todos ellos fueron juzgados de alto riesgo para la cirugía abierta. Las patologías reparadas fueron el aneurisma en 45 casos, la disección de tipo B

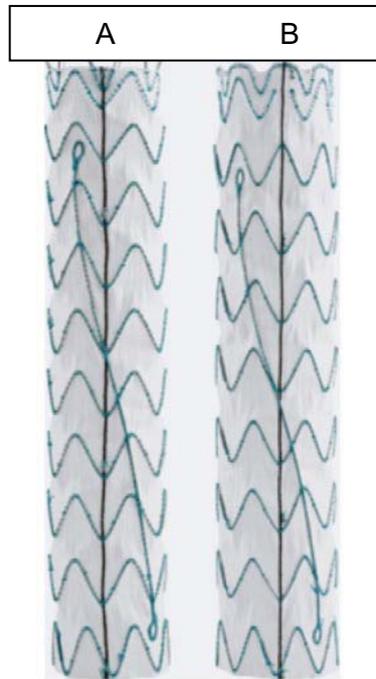
en 9 pacientes y 3 presentaban pseudoaneurisma aórtico. Fueron excluidos los enfermos que necesitaban de cirugía de manera no electiva. Los criterios de inclusión fueron la presencia de cuello de menos de 30 mm y más de 15 mm de la aorta sana por encima del orificio del tronco celíaco. Todos los pacientes tenían el consentimiento informado.

## ASPECTOS TÉCNICOS

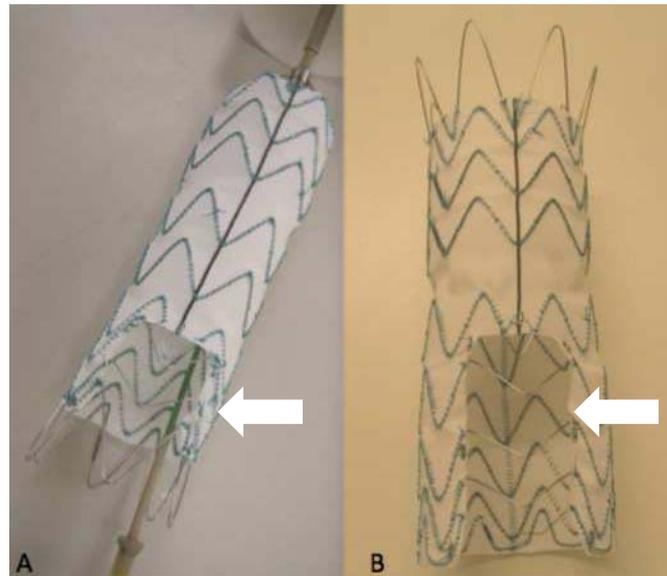
La endoprótesis Torácica de Relay™ Bolton se compone de stents de nitinol auto-expansibles suturados a una prótesis vascular de poliéster. El esqueleto del dispositivo es compuesto por una serie de stents sinusoidales a lo largo de la tela del injerto. Un cable de nitinol curvo, adjuntado del extremo proximal hasta el distal del injerto con suturas quirúrgicas, proporciona soporte longitudinal y, al mismo tiempo flexibilidad y buen torque. El extremo proximal usado en este trabajo fue con configuración de stent libre o no (bare o non bare stent – NBS) (Figura 7).

El extremo distal de la endoprótesis con escotadura tiene la configuración recta y se incluye una puerta o escotadura en la circunferencia del stent que permite preservar la perfusión para las arterias viscerales, mesentérica superior y/o tronco celíaco, cuando se despliega (Figuras 8 y 9). Marcadores radiopacos (Platinum / Iridium) también están cosidas en lugares estratégicos en el stent-injerto para ayudar en la visualización y precisa orientación del dispositivo y de la escotadura para los vasos alvo. La escotadura asigna el tronco celíaco y la arteria mesentérica superior. Si ambos orificios se encontraban en el mismo plano, la escotadura podría ser estrecha. Por el contrario, si la arteria mesentérica superior no estaba cerca del tronco celíaco, una escotadura más amplia fue necesaria. Típicamente, una escotadura estrecha significa 14 mm

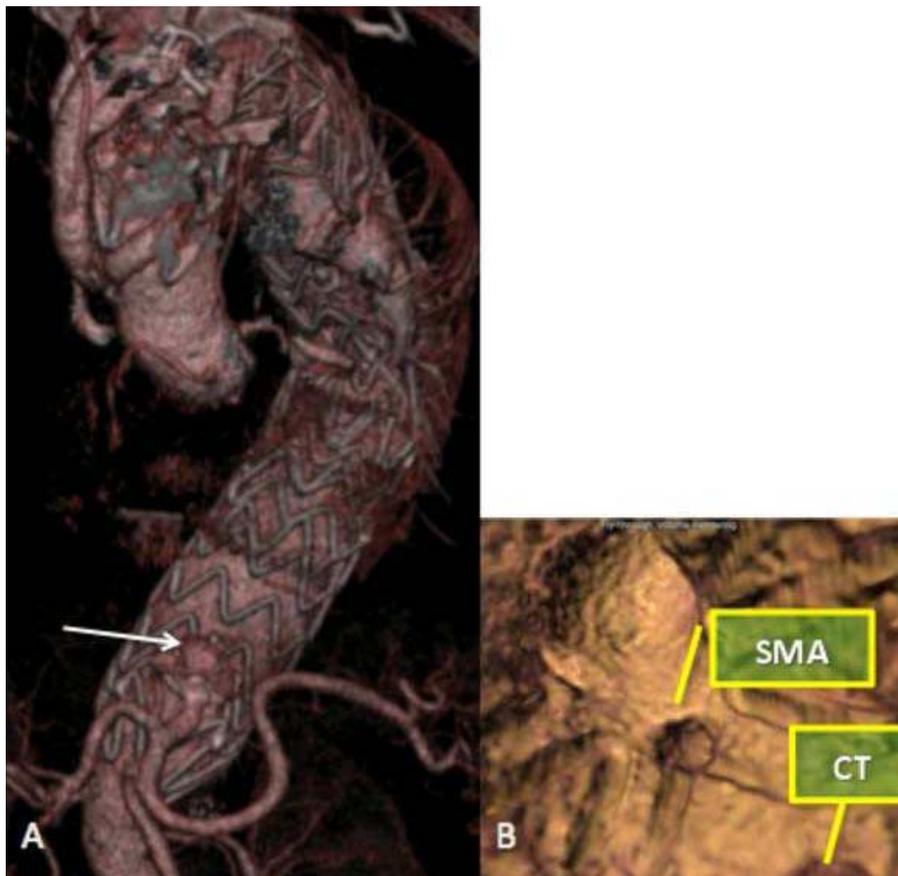
de alto y 18 mm de ancho. Escotadura a las arterias renales no fueron utilizados.



**Figura 8.** Endoprótesis de Relay Bolton con stent libre (A) y sin stent libre (B).



**Figura 9.** Endoprótesis de Relay Bolton con escotadura (flecha). (A) stent libre. (B) sin stent libre.



**Figura 10.** Imagen de reconstrucción de angiotomografía del seguimiento postoperatorio de endoprótesis con escotadura distal. (A) escotadura para el tronco celiaco e arteria mesentérica superior (flecha). (B) Imagen de

reconstrucción endoluminal del tronco celiaco (CT) y de la arteria mesentérica superior (SMA).

Todas las cirugías fueron realizadas electivamente, bajo anestesia general. Se utilizó el drenaje de líquido cefalorraquídeo en estas circunstancias: cobertura de T9 a T12, larga cobertura de segmento de la aorta torácica, comprometimiento de vías colaterales (por ejemplo, reparación de aneurisma de la aorta infrarrenal anterior), y la isquemia vertebral sintomática. Los implantes de endoprótesis se realizaron en la sala endovascular, equipada quirúrgicamente. Las endoprótesis fueron sobredimensionadas en diámetro en un 10-20% en todos los casos. La proyección del arco-C fue lo más perpendicular al vaso posible y el ostium del vaso de destino fue protegido con una guía o catéter antes de la implantación de la endoprótesis (Figura 10).



**Figura 11.** A. Proyección del arco-C B. Protección con una guía (circulo) del tronco celiaco antes del despliegue de la endoprótesis.

d. Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los resultados del TEEAT en los 98 pacientes de ese estudio se llevó a cabo con el programa estadístico SPSS 11.5 (SPSS Inc® 1989-2002, USA). Se describió las variables cuantitativas con frecuencias y porcentajes, y las continuas con media. La comparación de variables categóricas fue hecha con la prueba Chi Cuadrado entre-grupos. La *t* de Student para las variables cuantitativas continuas con distribución normal. Para las variables sin distribución normal, se utilizó el método de Bonferroni. El nivel de significación estadística se fijó en el 5% bilateral.

---

## 8. Resultados

A. Grupo de enfermos sometidos a la cirugía híbrida

a. Éxito técnico y tasa de endofuga

Hubo la exclusión de los aneurismas sin endofugas en todos los casos programados, lo que supuso una tasa de éxito técnico del 100%.

b. Tasa de reintervención.

A lo largo del seguimiento promedio de 6,2 años (r:1-10 años) se ha producido un decúbito de una derivación carótido-carotídea al año de su implante que fue corregida exitosamente con una mioplastia de esternocleidomastoideo en el grupo de la variante del arco.

En el grupo visceral no se objetivaron oclusiones de las derivaciones en el postoperatorio.

No se registraron otras complicaciones ni se han practicado reintervenciones sobre la aorta en ese grupo de enfermos.

c. Morbilidad global

La morbilidad global fue 21,9%. Hubo problemas en el postoperatorio en 9 de 41 enfermos. En el grupo de los enfermos de la variante del arco, hubo interurrencias en 4 de 32 pacientes (12,5%), y en la variante visceral en 5 de 9 enfermos (55%). (Tabla 9).

**Tabla 9.** Tasa de morbilidad global en enfermos sometidos a la cirugía híbrida.

	Frecuencia	Porcentaje
Variante del arco	4/32	12,5%
Variante visceral	5/9	55,5%
Morbilidad global	9/41	21,9%

#### d) Complicaciones postoperatorias

Hubo complicaciones postoperatorias en 7 de 41 pacientes (17%) sometidos a la cirugía híbrida en sus variantes del arco e visceral.

En el grupo de enfermos sometidos a la cirugía híbrida variante del arco, 3 de los 32 pacientes (9,3 %) presentaron complicaciones postoperatorias. Dos pacientes presentaron neumonía y uno linforragia cervical posterior.

En el grupo de la cirugía híbrida visceral 4 de 9 enfermos (44,4 %) presentaron problemas en el postoperatorio. Hubo un caso de insuficiencia renal y tres casos de complicaciones gastrointestinales graves. De ellas, dos pancreatitis y un infarto mesentérico. (Tabla 10).

**Tabla 10.** Tasas de complicaciones postoperatorias en enfermos sometidos a la cirugía híbrida.

	Frecuencia	Porcentaje
Variante del arco	3/32	9,3%
Variante visceral	4/9	44,4%
Total	7/41	17%

## e) Morbilidad neurológica

Hubo complicaciones neurológicas en 2 de los 41 pacientes (4,8%) tratados por vía endovascular en la presencia del cuello aórtico corto. En el grupo de enfermos sometidos a la cirugía híbrida variante del arco, hubo daño neurológico en 1 de los 32 enfermos (3,2%). En detalle, ese enfermo sufrió múltiples embolias en territorios cerebrales y cerebeloso bilaterales, en el contexto de un arco con aterotrombosis y calcificación severa. En el grupo de enfermos sometidos a la cirugía híbrida variante visceral, 1 enfermo (11,1%) presentó paraplejía no recuperada seguida de fallo multiorgánico y fallecimiento. (Tabla 11).

**Tabla 11.** Tasas de complicaciones neurológicas en enfermos sometidos a la cirugía híbrida.

	Frecuencia	Porcentaje
Variante del arco	1/32	3,2%
Variante visceral	1/9	11,1%
Total	2/41	4,8%

#### f. Mortalidad

La mortalidad a los 30 días fue 12,1% (5 de 41 enfermos) en el grupo de la cirugía híbrida. Se registraron 1 fallecimiento en el grupo de la variante del arco (3,2%) y cuatro en el grupo de la variante visceral (44,4%). (Tabla 12).

**Tabla 12.** Tasas de mortalidad en enfermos sometidos a la cirugía híbrida.

	Frecuencia	Porcentaje
Variante del arco	1/32	3,2%
Variante visceral	4/9	44,4%
Total	5/41	12,1%

## B. Grupo de enfermos tratados con endoprótesis con escotadura distal.

### a. Tasa de éxito técnico.

Los resultados demostraron una implantación correcta y exacta en todos los casos, salvo una rotación parcial de la endoprótesis (1,74%), en una anatomía muy tortuosa, pero con mantención del flujo a las arterias del tronco celíaco e mesentérica superior. Hubo una endofuga del tipo Ib (1,74%). Eso supuso una tasa de éxito técnico del 96,5% ya que hubo problemas técnicos en 2 casos (3,5%). (Tabla 13).

**Tabla 13.** Tasa de éxito técnico en 57 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal con endoprótesis con escotadura.

	Frecuencia	Porcentaje
Implantación correcta	56/57	98,2%
Ausencia de endofuga	56/57	98,2%
Éxito técnico	55/57	96,5%

### b. Tasa de reintervención.

Con un seguimiento medio de seis meses no hubo necesidad de reintervención abierta o endovascular, o mismo migración de la endoprótesis.

### c. Morbilidad global y tasas de complicaciones postoperatoria y neurológica.

Hubo solo una complicación intraoperatoria que resultó de una ruptura de la arteria ilíaca externa, reparada quirúrgicamente. No hubo disección retrograda o embolización en el intraoperatorio, o otras complicaciones en el postoperatorio. De hecho, la morbilidad global fue 1,7%.

Las arterias viscerales se mantuvieron permeables en el seguimiento postoperatorio. También no hubo complicaciones neurológicas. (Tabla 14).

**Tabla 14.** Tasas de morbilidad global y de complicaciones neurológicas en 57 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal con endoprótesis con escotadura.

	Frecuencia	Porcentaje
Complicación intraoperatoria	1/57	1,7%
Complicaciones neurológicas	0/57	0%
Morbilidad global	1/57	1,7%

d. Mortalidad.

No hubo mortalidad a los 30 días y en el seguimiento medio de seis meses en los pacientes tratados por vía endovascular con la endoprótesis hecha a la medida, para el tratamiento del cuello corto distal.

C. Resultados globales del tratamiento endovascular de la aorta torácica en la presencia de cuello aórtico corto.

a. Éxito técnico y tasa de endofuga.

En el grupo de 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto, sometidos al tratamiento quirúrgico con las técnicas de cirugía híbrida, en sus variantes del arco y visceral, y con el uso de la endoprótesis con escotadura distal, se logró el éxito técnico en el 97,9% de los casos.

La endofuga (tipo 1b) estuvo presente en solo 1 enfermo del grupo de la endoprótesis con escotadura distal. Hubo también 1 caso de despliegue no adecuado de la endoprótesis, con rotación parcial del dispositivo, pero sin haber daño a la perfusión de las arterias viscerales. El éxito técnico se logró en el 96,4% de los pacientes tratados con el dispositivo con escotadura distal y en el 100% de los sometidos a las técnicas de cirugía híbrida. (Tabla 15).

**Tabla 15.** Tasas de éxito técnico en 98 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.

	Frecuencia	Porcentaje	p
Endoprótesis con escotadura	55/57	96,4%	
Cirugía híbrida	41/41	100%	1,000
Éxito técnico global	96/98	97,9%	

b. Tasa de reintervención.

La reintervención fue necesaria en solo 1 enfermo en de los 98 pacientes (1%). En el grupo de la cirugía híbrida variante del arco, hubo un nuevo abordaje por decúbito. (Tabla 16).

No se ha practicado reintervención sobre la aorta en todo los 98 casos tratados en la presencia de la limitación del cuello aórtico corto.

**Tabla 16.** Tasa de reintervención en 98 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.

	Frecuencia	Porcentaje	p
Endoprótesis con escotadura	0/57	0%	
Cirugía híbrida	1/41	2,4%	1,000
Reintervención	1/98	1%	

c. Morbilidad global.

La morbilidad global en los pacientes de ese trabajo fue del 10,2% (10 en 98 pacientes). La morbilidad global de la intervención híbrida fue del 9,1% (9 en 98 pacientes), mientras con el uso de la escotadura distal fue del 1% (1 en 98 pacientes). (Tabla 17).

**Tabla 17.** Tasas de morbilidad global en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.

	Frecuencia	Porcentaje	p
Endoprótesis con escotadura	1/98	1 %	
Cirugía híbrida	9/98	9,1%	< 0,001
Morbilidad global	10/98	10,1%	

Cuando se compararon los resultados de la morbilidad global entre los pacientes tratados con la cirugía híbrida y con el dispositivo con escotadura distal, esa fue mayor en los sometidos a la intervención híbrida ( $p < 0,001$ ).

No hubo diferencia significativa al se comparar la endoprótesis con escotadura distal y la variante del arco ( $p=0,225$ ). Pero al se llevar en consideración las técnicas para el tratamiento del cuello corto distal, la morbilidad global fue mayor en la cirugía híbrida variante visceral ( $p < 0,001$ ) (tabla 18). No hubo diferencias cuando se compararon las variantes del arco y visceral ( $p= 0,210$ ).

**Tabla 18.** Comparación de las tasas de morbilidad de los pacientes tratados con la endoprótesis con escotadura distal y con las variantes de la cirugía híbrida.

	Morbilidad (%)	p
Endoprótesis con escotadura	1,74%	
Cirugía híbrida		
- Variante del arco	12,5%	0,225
- Variante visceral	55,5%	< 0,001

## d. Complicaciones postoperatorias.

En todo el grupo hubo interurrencias en el 7,1% (7 en 98 pacientes). La presencia de complicaciones postoperatorias fue mayor en los tratados con la cirugía híbrida 17% (7 en 41 pacientes), en comparación con la endoprótesis con escotadura distal, en que no hubo complicaciones postoperatorias en 57 enfermos tratados, ( $p=0,030$ ). (Tabla 19).

**Tabla 19.** Tasas de complicaciones postoperatorias en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.

	Frecuencia	Porcentaje	p
Endoprótesis con escotadura	0/57	0%	
Cirugía híbrida	7/41	17 %	< 0,030
Complicaciones postoperatorias	7/98	7,1%	

No fue significativa la comparación de las tasas de complicación del uso de la escotadura con los sometidos a la variante del arco ( $p= 0,660$ ). Ya cuando se compararon las tasas de complicaciones de la escotadura distal con la variante visceral, los enfermos que presentaban el cuello aórtico corto tuvieron más complicaciones cuando sometidos a la intervención híbrida visceral ( $p< 0,001$ ) (Tabla 20). No hubo diferencia cuando se compararon las tasas de complicación entre las variantes de la cirugía híbrida ( $p=0,486$ ).

**Tabla 20.** Comparación de las tasas de complicaciones postoperatorias en 98 pacientes tratados con endoprótesis con escotadura distal y con variantes de la cirugía híbrida.

	Complicaciones postoperatorias (%)	p
Endoprótesis con escotadura	0%	
Cirugía híbrida		
- Variante del arco	9,3%	0,225
- Variante visceral	44,4%	< 0,001

e. Morbilidad neurológica.

Ocurrieron complicaciones neurológicas en 2 pacientes de los 98 tratados (2%). Los enfermos tratados con el dispositivo con escotadura distal no presentaron daño neurológico (0%), mientras 2 casos se pasaron en el grupo de enfermos sometidos a las técnicas híbridas (2%). Hubo una complicación para cada variante, del arco y visceral. (Tabla 21).

**Tabla 21.** Tasas de complicaciones neurológicas en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.

	Frecuencia	Porcentaje	p
Endoprótesis con escotadura	0/57	0%	
Cirugía híbrida	2/41	4,8 %	1,000
Complicaciones neurológicas	2/98	2 %	

Cuando comparadas las tasas de complicaciones neurológicas, no hubo diferencias significantes entre los pacientes tratados con la endoprótesis con escotadura distal y la cirugía híbrida ( $p=1,000$ ) (Tabla 21), y entre los sometidas a las variantes visceral ( $p=0,816$ ) y del arco ( $p=1,000$ ) (Tabla 22). También no hubo diferencia entre los dos grupos de la cirugía híbrida ( $p=1,000$ ).

**Tabla 22.** Comparación de las tasas de complicaciones neurológicas en 98 pacientes tratados con endoprótesis con escotadura distal y las variantes de la cirugía híbrida.

	Morbilidad neurológica (%)	p
Endoprótesis con escotadura	0%	
Cirugía híbrida		
- Variante del arco	3,2%	1,000
- Variante visceral	4,8%	0,816

f. Mortalidad.

La mortalidad global en los 98 pacientes fue 5,1% (5 casos). En el grupo de la escotadura distal no hubo muertes. En los sometidos a la variante del arco hubo fallecimiento en 3,2% (1 en 32 enfermos) y en la variante visceral 44,4% (4 de 9 pacientes). Así la mortalidad global en los pacientes del grupo de la cirugía híbrida fue 12,1% (5 enfermos en 41). Cuando se compararon los dos grupos, no hubo diferencias significantes ( $p=1,000$ ). El mismo se pasa cuando se compararon los resultados del grupo de la endoprótesis con escotadura distal y de la variante del arco. Pero al se comparar la mortalidad de la

endoprótesis y de la variante visceral, hubo diferencia significativa, pues la mortalidad de la cirugía híbrida variante visceral fue mayor (44%), ( $p < 0,001$ ). (Tablas 23 y 24).

**Tabla 23.** Tasas de mortalidad en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.

	Frecuencia	Porcentaje	p
Endoprótesis con escotadura	0/57	0%	
Cirugía híbrida	5/41	12,1 %	1,000
Mortalidad	5/98	5,1%	

**Tabla 24.** Comparación de las tasas de mortalidad en 98 pacientes tratados con endoprótesis con escotadura distal y las variantes de la cirugía híbrida.

	Mortalidad (%)	p
Endoprótesis con escotadura	0%	
Cirugía híbrida		
- Variante del arco	3,2 %	1,000
- Variante visceral	44,4 %	< 0,001

---

## 9. Discusión

El estudio del uso del abordaje endoluminal en la presencia de limitaciones tiene especial interés en el grupo de pacientes no aptos a la cirugía abierta (15). El conocimiento del real papel de la cirugía endovascular, en la presencia de limitaciones al tratamiento endoluminal convencional, es dificultado, pues, de una manera general, los artículos publicados son retrospectivos y constituyen un agregado de datos (41-52). Por la gravedad de las lesiones, urgencia, o incluso, por razones éticas, no es posible la realización de trabajos prospectivos aleatorios, para la comparación del tratamiento médico, endovascular y abierto. Del punto de vista metodológico, las opciones para la resolución de ese problema son la realización de registros de seguimiento de casos y de metanálisis (22-36). Todavía no tenemos los resultados de largo plazo de los registros.

En ese trabajo de tesis doctoral, a nosotros nos interesaron los resultados obtenidos con el TEEAT en la presencia de una de las limitaciones al TEEAT convencional, que es la presencia de cuello aórtico corto distal. En la literatura no hay trabajos en que se comparan los resultados de las diversas técnicas que hacen el abordaje de esa limitación.

El tratamiento endovascular convencional no es posible en muchos casos por la proximidad de las ramas aórticas, el que suele no posibilitar el despliegue y anclaje adecuados de la endoprótesis (53,54). Quizá esa sea la limitación más importante y una de las cuestiones críticas en el tratamiento de la patología de la aorta torácica descendente, por la proximidad de la arteria mesentérica superior y del tronco celíaco (55). Jackson et al. (38) reportaron que de 126 pacientes con aneurismas de la aorta torácica, el 5,5% presentaba cuello distal corto para endoprótesis torácica convencional. Ya 40% de esos no

suelen ser sometidos a la intervención endoluminal con las endoprótesis con ramas o con fenestración (39). Los enfermos candidatos al TEEAT de una manera general son los rechazados a la cirugía abierta. La terapia endoluminal suele ser la única opción para esos enfermos.

Muchas opciones se han descrito para suplantar el problema. Estas incluyen la cirugía híbrida (50-52), endoprótesis fenestrada o con ramas (41-43), la oclusión intencionada del tronco celíaco (45-49) e incluso la disposición de stent a modo de Chimenea (56). Aunque son alternativas aceptables para los pacientes no aptos para la cirugía abierta, esas opciones presentan algunos inconvenientes.

Los dispositivos con ramas o fenestrados para la reparación endovascular toracoabdominal son procedimientos que tardan, exponen a los pacientes a dosis altas de radiación, y es necesario experiencia del equipo quirúrgico. Estos factores añadidos con la comorbilidad de los pacientes puede explicar la desventaja de este enfoque. Greenberg et al.(4) reportaron una mortalidad total del 17% en 29 pacientes. Ferreira et al. (41) describieron una cohorte de 11 pacientes sometidos a endoprótesis ramificada. El tiempo quirúrgico varió de 3 a 8 horas, tres pacientes presentaron isquemia de la médula espinal, y tres fallecieron. Las endoprótesis fenestradas tienen también algunas dificultades. Reorientación y la rotación del dispositivo en la aorta torácica pueden no ser fáciles, con riesgo de embolización.(6).

La oclusión del tronco celíaco es una estrategia que está ganando popularidad con el fin de obtener una zona de anclaje segura. La oclusión intencionada del tronco celíaco tiene el riesgo inherente de isquemia del

intestino. El uso de angiotomografía y angiografía preoperatoria no parece suficiente para predecir la seguridad de esta maniobra. Para ocluir las arterias viscerales es necesaria una prueba de oclusión con balón (47). Vaddineni et al. (45) mediante angiografía mesentérica selectiva preoperatoria realizaron la cobertura de las arterias viscerales sin mayores consecuencias. Ya Hyhlik-Durr et al. (46) mediante angiotomografía tuvo 20% de mortalidad. La cobertura del tronco celíaco puede ser imposible en algunos casos debido a la existencia de las variaciones vasculares. En presencia de circulación colateral no adecuada se aconseja un puente a la arteria celíaca en caso de cobertura intencional de esa arteria, lo que es lo mismo que indicar una cirugía híbrida (47-49).

El uso de stent a modo de Chimenea es un abordaje interesante y barato, pero presenta riesgos inherentes de endofuga, disección de la arteria visceral y de oclusión del stent. Todavía hay pocos reportes en la literatura y los resultados de largo plazo son desconocidos. De una manera general, esa es una alternativa atractiva como rescate, en caso de oclusión accidental de una rama de la aorta (56, 57).

La cirugía híbrida tiene ventajas sobre la cirugía abierta por evitar la toracofrenolaparotomía y el clampeo de la aorta torácica y por tener menos impacto sobre la fisiología orgánica (50-51). El uso del abordaje híbrido parece más racional para obtener cuello adecuado para el despliegue y anclaje de la endoprótesis. Pero la cirugía híbrida visceral con la revascularización del tronco celíaco y/o de la mesentérica superior tiene elevada morbilidad y mortalidad. Black et al. (58) reportaron una elevada morbilidad general con una mortalidad de 13% en 30 días. En un metanálisis se informó mortalidad de 10,7% en 30-días, con mortalidad total, temprana y al largo plazo de 15,5% (59).

Hemos publicado nuestra experiencia con el uso de las técnicas de cirugía híbrida, en sus variantes del arco y visceral. Todos los enfermos fueron valorados en el preoperatorio y se estimó que los enfermos tenían alto riesgo para la cirugía abierta convencional. Los procedimientos fueron hechos en dos tiempos en su mayoría. En la primera parte se hizo la cirugía abierta de revascularización de los troncos viscerales, y en el segundo lugar, la intervención endovascular, para el despliegue de la endoprótesis. La intervención en dos tiempos parece más adecuada. Hay menos impacto sobre la función renal y en teoría, menos riesgo de coagulopatía por la trombosis del saco aneurismático (50-51). Los resultados de nuestra casuística son aceptables para una población afectada de enfermedad aórtica, tratados en la presencia de severas comorbilidades, cuando comparado a los resultados de la cirugía abierta. Pero también hubo, como reportada en la literatura, elevadas morbilidad y mortalidad. La morbilidad global fue 21,9%, con tasa de daño neurológico de 4,8%, y mortalidad del 12,1%.

Cuando se compararon los resultados de la variante del arco con la variante visceral, el grupo de la cirugía híbrida visceral tuvo los peores resultados. La mortalidad fue 44,4%, mientras la variante del arco presentó mortalidad de 3,2%. Daño neurológico estuvo presente en 11% de los enfermos sometidos a la variante híbrida visceral, y 3,2% en la variante del arco, con morbilidad de 55,5% y 12,5%, respectivamente. Aunque esos resultados son confrontantes, no hubo diferencias significantes.

Los datos de los diversos trabajos reportados en la literatura muestran que, de una manera general, la cirugía híbrida del arco tiene resultados comparables, o mejores, que el tratamiento quirúrgico convencional (60). Así, el

abordaje híbrido del arco es una alternativa aceptable en los enfermos no aptos a la cirugía abierta.

Ya la variante visceral tiene alta tasa de morbilidad y mortalidad y no es útil en los enfermos de alto riesgo. Es una alternativa sólo a la expectación clínica, en casos seleccionados (46).

Así, el desarrollo de nuevos materiales y el avance de la tecnología endoluminal son de especial interés para el tratamiento de los pacientes con cuello corto distal. El advenio de la endoprótesis con escotadura distal parece prometedor. La ventaja de utilizar los dispositivos con escotadura de Relay™ Bolton hechos a medida es la preservación del flujo visceral sin la necesidad de cualquier otra maniobra o derivación. Además esa opción suele mejorar la zona de anclaje distal en la aorta torácica descendente. La razón es que los pilares del diafragma pueden actuar como una envoltura de la aorta, lo que refuerza la pared aórtica. El único requisito anatómico para se usar esta endoprótesis es la necesidad de menos de 30 mm y más de 15 mm de la aorta sana por encima de ostium del tronco celíaco.

La personalización, fabricación y suministro de la endoprótesis de Relay™ Bolton lleva sólo 3 semanas. Diferentes modelos, formas y tamaños se pueden combinar durante la personalización. Se puede añadir un Stent libre distal para incrementar la fijación distal, si es necesario. Hay marcadores específicos radiopacos que son útiles para el correcto despliegue, por lo que el despliegue es más fácil con menos exposición a la radiación. Un guía adicional o catéter se puede insertar en el vaso intencionado, antes de la implantación de la endoprótesis, para mejoría de la precisión de la liberación.

La importancia del desarrollo de una endoprótesis con diseño propio suele ser también justificado si miramos en la literatura las limitaciones impuestas a los enfermos traumáticos, ya que todavía no hay una endoprótesis ideal para el tratamiento del trauma de aorta torácica. Los individuos jóvenes presentan pequeños diámetros aórticos y de sus accesos, la porción distal del arco es en general estrechada, y la medición de la aorta se hace en el estado de shock hipovolémico, casi siempre, el que suele resultar en la elección de una endoprótesis con diámetro pequeño (60,61).

La endoprótesis ideal para el tratamiento de la lesión traumática de la aorta debe adaptarse a la curvatura del arco distal de los pacientes jóvenes, ser suficientemente corta para evitar la cobertura excesiva de las arterias intercostales, tener despliegue seguro, con un sistema de entrega estable, flexible y de pequeño diámetro, además de ser duradera y con buen anclaje para prevenir la migración tardía. Además, los servicios de trauma han de tener equipo entrenado y disponibilidad de diferentes endoprótesis con diversos diámetros (1). La disponibilidad de solo un tipo de endoprótesis limita la actuación del cirujano y posibilita peores resultados. El uso de dispositivos como extensores de aorta abdominal suele ser intentado, pero de manera rutinaria no es indicado, pues existe el riesgo de desconexión, si se utiliza más de una pesa, y los sistemas de liberación son cortos, habiendo necesidad de acceso ilíaco más frecuentemente (61).

En nuestro servicio seguimos estudiando diferentes abordajes en las situaciones complejas. El 4,6% de los enfermos sometidos al abordaje endoluminal híbrido reportados en el artículo I presentaban trasplante renal

funcionante (62). Para esos enfermos todavía también no hay material propio y adecuado para todos los casos.

El tratamiento endovascular de los enfermos reotransplantados que presentan enfermedad aortica es complejo. Un problema al uso de la terapia endovascular en esos casos es la necesidad de instrumentación del árbol arterial, en la presencia de riñón transplantado en la pelvis. La prioridad es la preservación de la función renal, en el escenario en que es necesario el uso de contraste nefrotóxico.

El trasplante renal es el tratamiento de elección para la insuficiencia renal terminal. Actualmente, es bien conocido que este método incrementa la supervivencia de la población de enfermos con el uso de tratamiento inmunosupresor de larga duración. Los inmunosupresores se asocian con el desarrollo o empeoramiento de varios factores de riesgo para aterosclerosis, como la hipertensión, hipertrigliceridemia y alteración de la tolerancia a la glucosa (63). Además, con el incremento de la expectativa de vida, hay riesgo de desarrollo de enfermedades en la aorta torácica.

Hemos desarrollado estrategias específicas con el objetivo de preservar la función renal. En el preoperatorio, hidratación adecuada y uso de N-acetilcisteína. Estricto control de la presión arterial durante el procedimiento y utilización de una pequeña cantidad de medios de contraste de baja osmolaridad.

En el intraoperatorio, la instrumentación de los dispositivos intra-arteriales es realizada con cuidado, a fin de no dañar las arterias ilíacas. El uso del lado contralateral al riñón trasplantado, para la entrega de la endoprótesis es una

buena estrategia quirúrgica, para evitar daños a la arteria ilíaca donante del injerto. La arteria ilíaca, previamente manipulada, en general está fijada por la cicatrización, lo que incrementa su riesgo de ruptura, disección o de oclusión. Hay que tener cuidado también con la manipulación de la arteria ilíaca contralateral al injerto renal, ya que el paciente suele necesitar de otro trasplante en el futuro. Es necesario el uso de materiales con el más pequeño diámetro externo posible.

En el postoperatorio, control estricto de la presión arterial, hidratación adecuada y el pronto uso de los inmunosupresores es recomendable, y en el seguimiento postoperatorio, la angiorrresonancia sustituye la angiotomografía, como método de imagen, por no utilizar contraste yodinado.

En nuestros enfermos el uso de la terapia intervencionista endoluminal no fue causa de pérdida del injerto renal. En el seguimiento de medio plazo hubo preservación de la función renal en todos los enfermos.

Los resultados con la utilización de la endoprótesis con escotadura son iniciales, pero prometedores. Hemos observado tasa de éxito técnico del 96,4%. Hubo un solo caso de endofuga del tipo Ib, y una ruptura de la arteria ilíaca externa que fue reparada quirúrgicamente. No hubo mortalidad o complicaciones asociadas al procedimiento, en el seguimiento medio de seis meses.

Al se comparar los resultados del TEEAT con endoprótesis con escotadura distal y los obtenidos con la cirugía híbrida, el valor de la introducción de una endoprótesis con diseño adecuado es muy claro, principalmente en la población de enfermos que presentan cuello distal corto. De una manera

general la estrategia de ocluir de manera intencionada el tronco celiaco es de muy riesgo. Los enfermos son casi siempre mayores y presentan importantes morbilidades. El desarrollo de isquemia intestinal es frecuente causa de muerte. Además, si no es posible la oclusión del tronco celiaco, es necesario la realización de una cirugía híbrida para revascularización de las arterias viscerales, el que conlleva elevadas morbilidad y mortalidad. Las endoprótesis fenestradas tienen problemas técnicos en su despliegue y orientación en la aorta, además de su confección tardar muchísimo.

La utilización de endoprótesis con escotadura distal es opción válida y factible en los casos en que hay cuello distal subóptimo, por posibilitar la preservación del flujo arterial a la mesentérica superior y tronco celiaco, y por tener buena una fijación distal y posiblemente evitar la migración proximal a largo plazo.

En ese trabajo el uso del dispositivo con escotadura distal tuvo mejores resultados que la cirugía híbrida. Los resultados de las tasas de morbilidad global y de complicaciones postoperatorias de la endoprótesis hecha a medida, son mejores que los obtenidos con la cirugía híbrida. El uso de la endoprótesis resultó de una morbilidad global de 1,74%, confrontado con 21,9% de la cirugía híbrida ( $p < 0,001$ ). Ya el mismo se pasó con la tasa de complicaciones postoperatorias, 0% versus 17% ( $p < 0,001$ ), respectivamente.

Con la utilización del dispositivo con escotadura distal no hubo daño neurológico. Aunque no hubo diferencias significantes, los dos casos de complicación neurológica ocurrieron en el grupo de la cirugía híbrida.

La mortalidad obtenida en los pacientes tratados con la escotadura distal fue Zero. Ya la mortalidad del grupo tratado con la cirugía híbrida fue 17%. Claramente, aunque no significativa, el procedimiento híbrido tiene mortalidad más importante.

De manera objetiva, el más importantes de ese trabajo son los resultados obtenidos al se comparar las tasas de morbilidad global, complicaciones postoperatorias, daño neurológico y de mortalidad, en los dos grupos de tratamiento de la patología aortica, sometidos a la endoprótesis hecha a medida y a la cirugía híbrida, en presencia del cuello aórtico corto distal.

Con el uso de la endoprótesis con escotadura distal hubo menos morbilidad general, complicaciones postoperatorias y mortalidad que con la cirugía híbrida variante visceral ( $p < 0,0001$ ).

Así, de una manera general, el uso de la tecnología endoluminal con dispositivo con escotadura distal es factible y de menos riesgo. Esa es una alternativa válida para el TEEAT en la presencia de cuello aórtico corto, o no adecuado al despliegue de una endoprótesis convencional.

---

## 10. Conclusiones

1. El uso del dispositivo endoluminal con escotadura distal para el tronco celiaco y arteria mesentérica superior es técnicamente factible.
2. Las tasas de morbilidad global, mortalidad, complicaciones postoperatorias y neurológica son aceptables y bajas, en la población de enfermos rechazados al tratamiento quirúrgico abierto, en la presencia de cuello aórtico corto, tratados con la endoprótesis con escotadura distal.
3. El uso de la endoprótesis con escotadura distal incrementa los resultados del TEEAT, en la presencia de cuello corto distal, cuando comparada a la cirugía híbrida.
4. La cirugía híbrida visceral tiene elevada morbilidad y mortalidad. Esa debe ser opción solo a la expectación en los enfermos de más riesgo quirúrgico.
5. La introducción de nuevos dispositivos endoluminales suelen mejorar los resultados del TEEAT.

---

## 11. Bibliografia

1. Riambau V. Endovascular treatment of thoracic aorta lesions: an update. *Rev Esp Cardiol.* 2005;58(1):1-5.
2. Walsh SR, Tang TY, Sadat U, Naik J, Gaunt ME, Boyle JR, Hayes PD, Varty K. Endovascular stenting versus open surgery for thoracic aortic disease: systematic review and meta-analysis of perioperative results. *J Vasc Surg.* 2008;47:1094-98.
3. Schepens MA, Heijmen RH, Ranschaert 1 W, Sonker U, Morshuis WJ. Thoracoabdominal Aortic Aneurysm Repair: Results of Conventional Open Surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009;37:640-5.
4. Greenberg RK, West K, Pfaff K, Foster J, Skender D, Haulon S, Sereika J, Geiger L, Lyden SP, Clair D, Svensson L, Lytle B. Beyond the aortic bifurcation: branched endovascular grafts for thoracoabdominal and aortoiliac aneurysms. *J Vasc Surg.* 2006;43(5):879-86.
5. Riambau V, Da rocha M, Diaz C, Ugrnani F, Montana X. Scallop design for thoracic stent graft: an alternative to improve distal fixation and sealing. *Vascular* 2009;17 (suppl 2):s 67.
6. Elefteriades JA, Farkas EA. Thoracic aortic aneurysm clinically pertinent controversies and uncertainties. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(9):841-57.
7. Svensson LG, Kouchoukos NT, Miller DC, Bavaria JE, Coselli JS, Curi MA, Eggebrecht H, Elefteriades JA, Erbel R, Gleason TG, Lytle BW, Mitchell RS, Nienaber CA, Roselli EE, Safi HJ, Shemin RJ, Sicard GA, Sundt TM 3rd, Szeto WY, Wheatley GH 3rd; Society of Thoracic Surgeons Endovascular Surgery Task Force. Expert consensus document on the treatment of descending thoracic aortic disease using endovascular stent-grafts. *Ann Thorac Surg.* 2008;85(1 Suppl):S1-41.
8. Choke E, Thompson M. Endoleak after endovascular aneurysm repair: current concepts. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2004;45(4):349-66.
9. Balko A, Piasecki GJ, Shah DM, Carney WI, Hopkins RW, Jackson BT. Transfemoral placement of intraluminal polyurethane prosthesis for abdominal aortic aneurysm. *J Surg Res.* 1986;40(4):305-9.
10. Palmaz JC. The balloon-expandable stent. *EuroIntervention.* 2007;2(4):416-21.
11. Wright KC, Wallace S, Charnsangavej C, Carrasco CH, Gianturco C. Percutaneous endovascular stents: an experimental evaluation. *Radiology.* 1985;156(1):69-72.
12. Volodos' NL, Karpovich IP, Shekhanin VE, Troian VI, Iakovenko LF. A case of distant transfemoral endoprosthesis of the thoracic artery using a self-fixing synthetic prosthesis in traumatic aneurysm. *Grudn Khir.* 1988;(6):84-6.
13. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 1991;5(6):491-9.
14. 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(26):1729-34.
15. Coady MA, Ikonomidis JS, Cheung AT, Matsumoto AH, Dake MD, Chaikof EL, Cambria RP, Mora-Mangano CT, Sundt TM, Sellke FW; American Heart Association Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia and Council on Peripheral Vascular Disease. Surgical management of descending thoracic aortic disease: open and endovascular approaches: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2010;29;121(25):2780-804.
  16. Riambau V, Ugrnani F, Da Rocha M, Adriani D, Lerut P. Endovascular management of penetrating aortic ulcers and intramural haematomas. In: Roger M Greenhalgh. *Vascular and endovascular consensus update 2008.* 1 ed. London, UK.: BIBA Publishing., 2008, v. 01, p. 390-9.
  17. Da ROCHA M, Riambau V . Pseudoaneurisma del arco aórtico: un caso clínico complejo. *Tecnicas Endovasculares.* 2008;10: 2336-39.
  18. Kan CD, Lee HL, Luo CY, Yang YJ. The efficacy of aortic stent grafts in the management of mycotic abdominal aortic aneurysm-institute case management with systemic literature comparison. *Ann vasc surg.* 2010;24:433-40.
  19. Da Rocha M, Diaz C, Castillo S, Riambau V. Tratamiento endovascular urgente de fístulas aorto-bronquiales secundarias a tratamiento quirúrgico de coartación de aorta torácica. *Tecnicas Endovasculares.*2008; 11: 2660-63.
  20. Ugrnani F, Lerut P, Da Rocha M, Adriani D, Leon F, Riambau V. Endovascular treatment of acute traumatic thoracic aortic injuries: a retrospective analysis of 20 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;138(5):1129-38.
  21. Jonker FH, Schlösser FJ, Moll FL, van Herwaarden JA, Indes JE, Verhagen HJ, Muhs BE. Outcomes of thoracic endovascular aortic repair for aortobronchial and aortoesophageal fistulas. *J Endovasc Ther.* 2009;16(4):428-40.
  22. Luebke T, Brunkwall J. Outcome of patients with open and endovascular repair in acute complicated type B aortic dissection: a systematic review and meta-analysis of case series and comparative studies. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2010;51:613-32.
  23. Xiong J, Jiang B, Guo W, Wang SM, Tong XY. Endovascular stent graft placement in patients with type B aortic dissection: a meta-analysis in China. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;138:865-72.
  24. Eggebrecht H, Nienaber CA, Neuhäuser M, Baumgart D, Kische S, Schmermund A, et al. Endovascular stent-graft placement in aortic dissection: a meta-analysis. *Eur Heart J.* 2006;27(4):489-98.
  25. Kan CD, Lee HS, Yang YJ. Outcome after endovascular stent graft treatment for mycotic aortic aneurysm: A systematic review. *J Vasc Surg.* 2007;46:906-12.
  26. Murad MH, Rizvi AZ, Malgor R, Carey J, Alkatib AA, Erwin PJ, Lee WA, Fairman RM. Comparative effectiveness of the treatments for thoracic aortic transaction. *J Vasc Surg.* 2011;53:193-9.

27. Xenos ES, Minion DJ, Davenport DL, Hamdallah O, Abedi NN, Sorial EE, et al. Endovascular versus open repair for descending thoracic aortic rupture: institutional experience and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2009;35:282-6.
28. Makaroun MS, Dillavou ED, Kee ST, Sicard G, Chaikof E, Bavaria J, et al. Endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms: Results of the phase II multicenter trial of the GORE TAG thoracic endoprosthesis. *J Vasc Surg* 2005;41:1-9.
29. Makaroun MS, Dillavou ED, Wheatley GH, Cambria RP. Five-year results of endovascular treatment with the Gore TAG device compared with open repair of thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2008;47:912-8.
30. Fairman RM, Criado F, Farber M, Kwolek C, Mehta M, White R, Lee A, Tucheck JM; VALOR Investigators. Pivotal results of the Medtronic Vascular Talent Thoracic Stent Graft System: the VALOR trial. *J Vasc Surg*. 2008;48:546-54.
31. Matsumara JS, Cambria RP, Dake MD, Moore RD, Svensson LG, Snyder S. International controlled clinic trial of thoracic endovascular aneurysm repair with the Zenith TX2 endovascular graft: 1-year result. *J Vasc Surg*. 2008;47:247-57.
32. Inglese L, Mollichelli N, Medda M, Sirolla C, Tolva V, Grassi V, et al. Endovascular repair of thoracic aortic disease with the EndoFit stent-graft: short and midterm results from a single center. *J Endovasc Ther*. 2008;15:54-61.
33. Zipfel B, Buz S, Hammerschmidt R, Krabatsch T, Duesterhoeft V, Hetzer R. Early clinical experience with the E-vita thoracic stent-graft system: a single center study. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2008;49(4):417-28.
34. Riantbau V, Zipfel B, Coppi G, Czerny M, Tealdi DG, Ferro C, Chiesa R, Sassi C, Rousseau H, Berti S; RELAY Endovascular Registry for Thoracic Disease RESTORE Investigators. Final operative and midterm results of the European experience in the RELAY Endovascular Registry for Thoracic Disease (RESTORE) study. *J Vasc Surg*. 2011;53(3):565-73.
35. Leurs LJ, Bell R, Degrieck Y, Thomas S, Hobo R, Lundbom J; EUROSTAR; UK Thoracic Endograft Registry collaborators. Endovascular treatment of thoracic aortic diseases: combined experience from the EUROSTAR and United Kingdom Thoracic Endograft registries. *J Vasc Surg*. 2004;40(4):670-9.
36. Corbillon E, Bergeron P, Poullié AI, Primus C, Ojasoo T, Gay J. The French National Authority for Health reports on thoracic stent grafts. *J Vasc Surg*. 2008; 47(5):1099-107.
37. EVEM panel. *Técnicas Endovasculares* 2007;10(3): 2259-79.
38. Jackson BM, Carpenter JP, Fairman RM, Moser GW, Pochettino A, Woo EY, Bavaria JE. Anatomic exclusion from endovascular repair of thoracic aortic aneurysm. *J Vasc Surg*. 2007;45(4):662-6.
39. Rodd CD, Desigan S, Cheshire NJ, Jenkins MP, Hamady M. The Suitability of Thoraco-abdominal Aortic Aneurysms for Branched or Fenestrated Stent Grafts - And the Development of a New Scoring Method to Aid Case Assessment. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011;41:175-85.

40. Greenberg R, Eagleton M, Mastracci T. Branched endografts for thoracoabdominal aneurysms. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140(6 Suppl):S171-8.
41. Ferreira M, Lanzotti L, Monteiro M. Branched devices for thoracoabdominal aneurysm repair: Early experience. *J Vasc Surg.* 2008;48(6 Suppl):30S-36S.
42. Chuter TA. Branched and fenestrated stent grafts for endovascular repair of thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2006;43 Suppl A:111A-115A.
43. Tielliu IF, Verhoeven EL, Zeebregts CJ, Prins TR, van den Dungen JJ. Thoracic stent grafts with a distal fenestration for the celiac axis. *Vascular* 2005;13:236-40.
44. Canaud L, Hireche K, Berthet JP, Branchereau P, Marty-Ané C, Alric P. Endovascular repair of aortic arch lesions in high-risk patients or after previous aortic surgery: Midterm results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140:52-8.
45. Vaddineni SK, Taylor SM, Patterson MA, Jordan WD Jr. Outcome after celiac artery coverage during endovascular thoracic aortic aneurysm repair: preliminary results. *J Vasc Surg.* 2007 45:467-71.
46. Hyhlik-Dürr A, Geisbüsch P, von Tengg-Kobligk H, Klemm K, Böckler D. Intentional overstenting of the celiac trunk during thoracic endovascular aortic repair: preoperative role of multislice CT angiography. *J Endovasc Ther.* 2009;16:48-54.
47. Libicher M, Reichert V, Aleksic M, Brunkwall J, Lackner KJ, Gawenda M. Balloon occlusion of the celiac artery: a test for evaluation of collateral circulation prior endovascular coverage. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;36:303-5.
48. Gawenda M, Libicher M. Imaging to estimate the safety of intentional celiac trunk coverage in TEVAR: multislice CTA cannot replace angiography at present. *J Endovasc Ther.* 2009;16:55-8.
49. Waldenberger P, Bendix N, Petersen J, Tauscher T, Glodny B. Clinical outcome of endovascular therapeutic occlusion of the celiac artery. *J Vasc Surg.* 2007;46:655-61.
50. Younes HK, Davies MG, Bismuth J, Naoum JJ, Peden EK, Reardon MJ, Lumsden AB. Hybrid thoracic endovascular aortic repair: pushing the envelope. *J Vasc Surg.* 2010;51(1):259-66.
51. Patel R, Conrad MF, Paruchuri V, Kwolek CJ, Chung TK, Cambria RP. Thoracoabdominal aneurysm repair: hybrid versus open repair. *J Vasc Surg.* 2009;50(1):15-22.
52. Quinones-Baldrich W, Jimenez JC, DeRubertis B, Moore WS. Combined endovascular and surgical approach (CESA) to thoracoabdominal aortic pathology: A 10-year experience. *J Vasc Surg.* 2009;49(5):1125-34.
53. Ueda T, Fleischmann D, Dake MD, Rubin GD, Sze DY. Incomplete endograft apposition to the aortic arch: bird-beak configuration increases risk of endoleak formation after thoracic endovascular aortic repair. *Radiology.* 2010;255(2):645-52.

54. Hinchliffe RJ, Krasznai A, Schultzekool L, Blankensteijn JD, Falkenberg M, Lönn L, Hausegger K, de Blas M, Egana JM, Sonesson B, Ivancev K. Observations on the failure of stent-grafts in the aortic arch. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;34(4):451-6.
55. Alric P, Canaud L, Branchereau P, Marty-Ané C, Berthet JP. Preoperative assessment of anatomical suitability for thoracic endovascular aortic repair. *Acta Chir Belg.* 2009;109(4):458-64.
56. Del Rosario R, Riambau V. Stent a modo de Chimenea en el manejo de disección del arco aórtico. *Técnicas Endovasculares* 2010; 13: 3521-3524.
57. Da Rocha M, Riambau V. Aortic arch false aneurysm: a challenging Clinical case. *Coment. Técnicas Endovasculares* 2007; 10: 2329-36.
58. Black SA, Wolfe JH, Clark M, Hamady M, Cheshire NJ, Jenkins MP. Complex thoracoabdominal aortic aneurysms: endovascular exclusion with visceral revascularization.
59. Donas KP, Czerny M, Guber I, Teufelsbauer H, Nanobachvili J. Hybrid open-endovascular repair for thoracoabdominal aortic aneurysms: current status and level of evidence. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007 Nov;34(5):528-33.
60. Rosenthal D, Wellons ED, Burkett AB, Kochupura PV, Hancock SM. Endovascular repair of traumatic thoracic aortic disruptions with "stacked" abdominal endograft extension cuffs. *J Vasc Surg.* 2008;48(4):841-4.
61. Van Prehn J, van Herwaarden JA, Muhs BE, Arnofsky A, Moll FL, Verhagen HJ. Difficulties with endograft sizing in a patient with traumatic rupture of the thoracic aorta: the possible influence of hypovolemic shock. *J Vasc Surg.* 2008;47(6):1333-6.
62. Da Rocha M, Zarka ZA, Riambau V. Endovascular treatment of thoracic aortic pathology in renal transplant recipients: early and intermediate-term results. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.*
63. Chaikof EL, Brewster DC, Dalman RL, Makaroun MS, Illig KA, Sicard GA, Timaran CH, Upchurch GR Jr, Veith FJ; Society for Vascular Surgery. The care of patients with an abdominal aortic aneurysm: the Society for Vascular Surgery practice guidelines. *J Vasc Surg.* 2009;50(4 Suppl):S2-49.

---

## **Anexo I. Relación de Tablas**

Tabla 1. Ventajas de la cirugía endovascular.....	11
Tabla 2. Limitaciones del tratamiento endovascular de la aortatorácica.....	12
Tabla 3. Enfermedades de la aorta torácica pasibles de tratamiento endovascular.....	20
Tabla 4. Criterios de indicación quirúrgica en los aneurismas de la aorta torácica.....	23
Tabla 5. Criterios de indicación quirúrgica en la disección de aorta tipo B.....	24
Tabla 6. Indicaciones quirúrgicas en el hematoma intramural.....	26
Tabla 7. Indicaciones de cirugía en las úlceras penetrantes de aorta.....	26
Tabla 8. Resultados de las principales encuestas del TEEAT.....	37
Tabla 9. Tasa de morbilidad global en enfermos sometidos a la cirugía híbrida.....	59
Tabla 10. Tasa de complicaciones postoperatorias en enfermos sometidos a la cirugía híbrida.....	60
Tabla 11. Tasas de complicaciones neurológicas en enfermos sometidos a la cirugía híbrida. ....	60
Tabla 12. Tasas de mortalidad en enfermos sometidos a la cirugía híbrida.....	61
Tabla 13. Tasa de éxito técnico en 57 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal con endoprótesis con escotadura.....	62
Tabla 14. Tasas de morbilidad global y de complicaciones neurológicas en 57 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal con endoprótesis con escotadura .....	63
Tabla 15. Tasas de éxito técnico en 98 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto .....	64
Tabla 16. Tasa de reintervención en 98 enfermos sometidos al tratamiento endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.....	65
Tabla 17. Tasas de morbilidad global en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.....	66
Tabla 18. Comparación de las tasas de morbilidad de los pacientes tratados con la endoprótesis con escotadura distal y con las variantes de la cirugía híbrida.....	66
Tabla 19. Tasas de complicaciones postoperatorias en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.....	67

Tabla 20. Comparación de las tasas de complicaciones postoperatorias en 98 pacientes tratados con endoprótesis con escotadura distal y con variantes de la cirugía híbrida .....68

Tabla 21. Tasas de complicaciones neurológicas en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.....68

Tabla 22. Comparación de las tasas de complicación neurológica en 98 pacientes tratados con endoprótesis con escotadura distal y las variantes de la cirugía híbrida.....69

Tabla 23. Tasas de mortalidad en 98 pacientes tratados por vía endoluminal en la presencia de cuello aórtico corto.....70

Tabla 24. Comparación de las tasas de mortalidad en 98 pacientes tratados con endoprótesis con escotadura distal y las variantes de la cirugía híbrida. ..70

---

## **Anexo II. Relación de Figuras**

Figura 1. Control postoperatorio del tratamiento endovascular de la aorta torácica.....	11
Figura 2. Endoprótesis torácicas disponibles en Europa.....	15
Figura 3. Aneurisma de aorta torácica.....	21
Figura 4. Clasificación de Crawford de los aneurismas toracoabdominales..	23
Figura 5. Disección aguda de aorta torácica y la luz falsa.....	25
Figura 6. Úlcera penetrante de aorta torácica.....	27
Figura 7. Pseudoaneurisma de aorta en el postoperatorio de reparo quirúrgico de coartación de aorta.....	28
Figura 8. Endoprótesis de Relay Bolton con stent libre (A) y sin stent libre (B).....	53
Figura 9. Endoprótesis de Relay Bolton con escotadura. (A) stent libre y (B) sin stent libre.....	54
Figura 10. Imágen de reconstrucción de angiotomografía del seguimiento postoperatorio de endoprótesis con escotadura distal. (A) escotadura para el tronco celiaco e arteria mesentérica superior (seta). (B) Imagen de reconstrucción endoluminal del tronco celiaco (CT) y de la arteria mesentérica superior (SMA).....	54
Figura 11. A. Proyección del arco-C B. Protección con una guía (circulo) del tronco celiaco antes del despliegue de la endoprótesis.....	55





## Hybrid Procedures for Complex Aortic Pathology: Initial Single Center Experience

Marcio F. Maciel Da Rocha, Salvador Miranda, Domingo Adriani, Francesca Ugrnani, Vicente A. Rimbau, and Jaime Mulet

División de Cirugía Vascul, Instituto del Tórax, Hospital Clínic, Universidad de Barcelona, Barcelona, Spain

**Introduction and objectives.** To review experience at our center with the use of hybrid techniques for treating complex aneurysms of the thoracic aorta.

**Methods.** The medical records of 41 patients (40 male) with complex aortic aneurysms affecting supra-aortic or visceral vessels who underwent hybrid procedures between 1998 and 2007 were reviewed retrospectively. All patients were in American Society of Anesthesiologists category IV. They were divided in 2 groups: group A comprised 32 patients with aneurysms involving the aortic arch and its branches (2 ascending aorta replacements, 1 arch repair, 13 carotid-carotid bypasses, 12 carotid-subclavian bypasses, and 4 with total arch debranching); and group B comprised 9 patients with thoracoabdominal aneurysms and visceral vessel transpositions (4 partial and 5 total debranching). The mean age in group A was 69.3 (1.3) (range, 62-73) years and in group B, 71.5 (5.0) (range, 68-74) years.

**Results.** The mean hospital stay was 18 (7.1) days (range, 5-35) and 12 (8.2) days (range, 2-15) in groups A and B, respectively. Overall mortality was 12.2% (3.4% and 44.4% in groups A and B, respectively) and neurological morbidity was 3.4% and 11.1% in the 2 groups, respectively.

**Conclusions.** The results obtained with hybrid treatment of the aortic arch area were comparable with those of conventional surgery. However, thoracoabdominal repair with complete revascularization of the visceral branches was associated with high mortality. Consequently, hybrid treatment is a valid option for high-risk patients who do not require complete revascularization in the visceral area.

**Key words:** *Thoracic aneurysm. Endovascular. Complex aneurysm. Aortic arch. Thoracoabdominal. Hybrid surgery.*

### Procedimientos híbridos para patología aórtica compleja. Experiencia inicial de un centro

**Introducción y objetivos.** Revisar la experiencia de nuestro centro con técnicas híbridas para tratamiento de aneurismas complejos de la aorta torácica.

**Métodos.** Se revisaron retrospectivamente los registros prospectivos de 41 pacientes (40 varones) con aneurismas torácicos que comprometían ramas supraaórticas o viscerales sometidos a procedimientos híbridos, en el periodo 1998-2007. Todos los pacientes fueron clasificados como ASA IV. Éstos fueron divididos en 2 grupos: grupo A, 32 pacientes con aneurismas que involucraban el arco aórtico y sus ramas (2 sustituciones de aorta ascendente, 1 reparación de arco, 13 derivaciones carótido-carotídeas, 12 derivaciones carótido-subclavias y 4 transposiciones totales de troncos supraaórticos); grupo B, 9 pacientes con aneurismas toracoabdominales (4 transposiciones parciales y 5 totales de troncos viscerales). En el grupo A la media de edad fue 69,3 ± 1,3 (intervalo, 62-73) años, y en el grupo B fue 71,5 ± 5,0 (intervalo, 68-74) años.

**Resultados.** La media de estancia hospitalaria fue 18 ± 7,1 días (intervalo, 5-35) y 12 ± 8,2 días (intervalo, 2-15) para los grupos A y B, respectivamente. La mortalidad global fue del 12,2% (el 3,4 y el 44,4% para los grupos A y B, respectivamente), con morbilidad neurológica del 3,4 y el 11,1%, respectivamente.

**Conclusiones.** Los resultados de nuestros tratamientos híbridos en la zona del arco aórtico son comparables con los de la cirugía convencional. Las reparaciones toracoabdominales con revascularización completa de las ramas viscerales se asocian a mortalidad elevada. Así, la cirugía híbrida es una alternativa válida para pacientes de alto riesgo que no precisen la revascularización completa del área visceral.

**Palabras clave:** *Aneurisma torácico. Endovascular. Aneurisma complejo. Arco aórtico. Toracoabdominal. Cirugía híbrida.*

Correspondence: Dr. V.A. Rimbau.  
División de Cirugía Vascul. Instituto del Tórax. Hospital Clínic.  
Villarroel, 170. 08036 Barcelona. España.  
E-mail: vrimbau@clinic.ub.es

Received April 6, 2008.  
Accepted for publication May 20, 2009.

## INTRODUCTION

Standard surgical treatment for aneurysms of the thoracic aorta (TAA) entails high morbidity and mortality.<sup>1,2</sup> In the last 10 years, endovascular treatment of TAA has emerged as a new option, offering several advantages over the traditional approach<sup>3</sup> as it is less invasive, and avoids thoracotomy and aortic clamping, and their consequences.

With the new technique, new challenges in the treatment of TAA have arisen that we need to overcome. The endoprosthesis has certain limitations due to the anatomy of the aortic arch itself, its curved geometry and calcification of the aorta and its points of access, adequate fixation and deployment of the endoprosthesis in the arch different diseases may affect the aortic wall finally, the durability of materials.

In some cases, endovascular treatment of thoracic aneurysms can prove challenging. The techniques used in hybrid surgery, used in hybrid surgery, that is the combination of open surgery with endovascular techniques, were developed in order to treat complex cases. Broadly speaking, hybrid surgery has 2 forms: one involves the aortic arch and its branches, and the other involves the thoracoabdominal segment and its visceral branches. Theoretically, the principal advantage of this new technique is the fact it avoids complete aortic clamping and its morbid consequences. The objective of the present study is to review initial experience of hybrid techniques in the treatment of complex TAA involving supra-aortic or visceral branches at our center.

## METHODS

From March 1998 thru March 2007, our experience of endovascular treatment of TAA involved 158 patients; 41 of these had genuine aneurysms affecting supra-aortic or visceral branches and underwent hybrid procedures. We excluded transient iliac access, patients receiving hybrid prostheses ("frozen elephant trunk"),<sup>4</sup> or aortic conditions other than aneurysms. In the same period, 183 patients with TAA underwent conventional open-heart surgery.

Retrospectively, we analyzed the prospective data corresponding to this cohort. The anesthesiologist classified all patients as ASA IV on a pre-operative visit. We therefore considered them not apt for traditional surgical treatment due to severe medical comorbidities. The comorbidities recorded were: type 2 diabetes mellitus (12.2%), coronary heart disease (24.4%), chronic obstructive pulmonary disease (73.1%), congestive heart failure (9.7%),

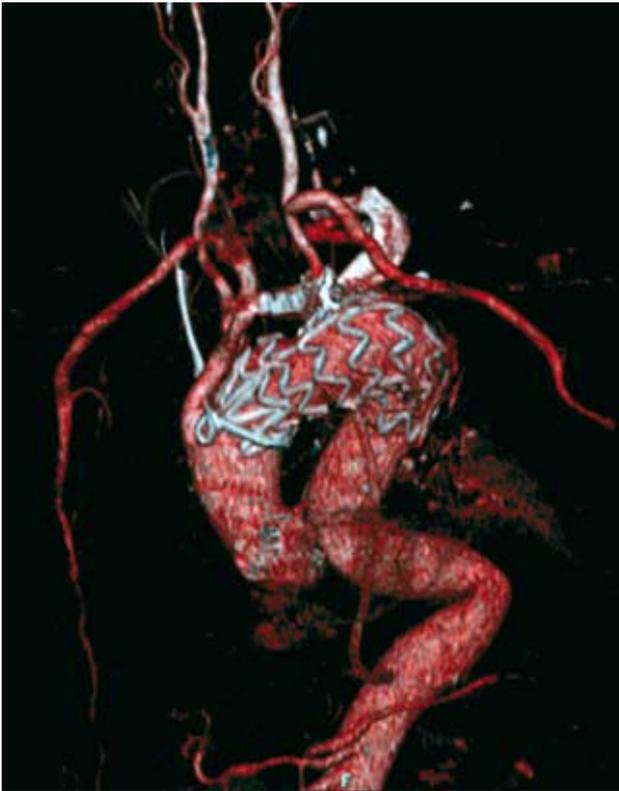
hostile thorax (4.8%), terminal kidney failure (7.3%), and kidney transplantation (4.8%). Patients were assessed through their case history, physical examination, blood and urine tests, chest x-ray, effort spirometry, and echocardiography. We defined aneurysms as complex if they fully involved the supra-aortic or visceral branch ostium, presented a <2 cm center-luminal distance between the ostium and the start of the aneurysm, or had a <2 cm endoprosthesis neck seal. For endoprosthesis implantation, the proximal and distal neck had to measure  $\geq 2$  cm along the central axis of the aorta.

To analyze data, we divided the patients in 2 groups: group A, patients with aneurysms involving the aortic arch; and group B, patients with aneurysms involving the descending aorta and visceral vessels.

Group A comprised 32 patients, 31 men, with mean age 69.3 (1.3) years (range, 62-73); group B consisted of 9 patients, with mean age 71.5 (5.0) years (range, 68-74). Aneurysm size was 6.8 (2.0) cm (range, 5.9-8.2) and 6.8 (2.1) cm (range, 6.4-10.1), respectively. The 32 group A patients received 2-stage treatment with a 6.2 day (range, 2-30) mean time lapse between procedures. Three had been operated previously for aneurysm of the ascending aorta (3 anterior semi-arch reconstructions); 13 patients underwent pretracheal carotid-carotid bypasses; 12 underwent carotid-subclavian bypasses; and the remaining 4 underwent total supra-aortic debranching. In group B, 4 patients underwent partial debranching of the visceral vessels and 2-stage endoprosthesis implantation (mean time lapse, 4.5 days; range, 2-7). The remaining 5 patients required total visceral debranching and thoracic endoprosthesis implantation in a single procedure.

All surgical interventions were programmed and took place under general anesthetic. Conventional surgery took place in the vascular surgery operating theater as did the simultaneous repairs. For endoprosthesis implantation, we used a BV300 mobile x-ray system (Philips, Eindhoven, The Netherlands). Second stage endoprosthesis implantations were performed in the angio-radiology department's designated, fully-equipped endovascular room and a high-quality, stationary Axiom-Artis x-ray system was used (Siemens, Erlangen, Germany). Endoprostheses diameters were 15%-20% oversized in all patients. The exclusion criteria were presenting diseases of connective tissue, severely calcified aorta, and comorbidities leading to probable <2-year life expectancy.

All patients gave informed consent. This study is part of the integrated endovascular treatment of the aorta project approved by the Ethics Committee of our center in 1997.



**Figure 1.** Total debranching of supra-aortic trunks. Donor graft from ascending aorta.

## RESULTS

Exclusion of aneurysms without endoleaks was achieved in all programmed interventions, representing a technical success rate of 100%.

According to the Classification of thoracic aorta by zones<sup>5</sup>, in the group A patients, 4 endoprostheses were implanted in zone 0 (Figure 1), 13 in zone 1, 12 in zone 2, and 3 in zone 3. In the 9 group B patients, 5 underwent revascularization of the 4 visceral branches (2 renal, celiac trunk, and superior mesenteric) as they presented type II (2 patients) and type III (3 patients) thoracoabdominal aneurysms. Of the remaining patients, 3 presented type IV and 1, type V thoracoabdominal aneurysms. These only required partial revascularization of the branches: 2, by way of a retrograde aorto-supraceliac trunk bypass; 1 received 3 retrograde bypasses from the aorta to the right renal, superior mesenteric, and 1 celiac trunk (Figure 2). One received a double bypass from the abdominal aorta to the celiac trunk and superior mesenteric artery.

The mean intensive care unit stay was 5 (6) days (range, 2-28) in group A and 4 (3.2) days (range, 1-10) in group B. The mean hospital stay was 18



**Figure 2.** Debranching of right renal arteries, superior mesenteric and celiac trunk in a patient with only 1 kidney and a prior bifurcated graft.

(7.1) days (range, 5-35) in group A and 12 (8.2) days (range, 2-15) in group B.

Post-operatively, 2 group A patients presented pneumonia and 1 developed cervical lymphorrhagia following a carotid-subclavian bypass. In group B, 1 had kidney failure and 3 presented severe gastrointestinal complications (2 pancreatitis and 1 mesenteric infarction). In 2 patients we recorded general neurologic morbidity, representing total incidence of 4.8% (3.4% and 11.1% for A and B, respectively): 1 group A patient had multiple embolia in cerebral and bilateral cerebellum territories in the

**TABLE 1. Immediate Results According to Adjuvant Surgical Technique**

	In-hospital Mortality	Neurologic Morbidity	Major Morbidity
Grupo Group A	3.4%	3.4%	12.5%
Ascending aorta	0/3	0/3	
Carotid-carotid	0/13	1/13	
Carotid-subclavian	0/12	0/12	
Total debranching	1/4	0/4	
Group B	44.4%	11.1%	56.5%
Partial revascularization	0/4	0/4	
Total revascularization	4/5	1/5	
Total	12.2%	4.8%	21.9%

context of an arch with atherothrombosis and severe calcification<sup>6</sup> and 1 group B patient had paraplegia, without recovering, followed by multiorgan failure and death. Total morbidity was 21.9% (12.5% and 55.5% for groups A and B, respectively). General 30-day mortality was 12.2% (Table 1). We recorded 1 (3.4%) death in group A and 4 (44.4%) deaths in group B. During the 6.2-year (range, 1-10) mean follow-up, 1 decubitus ulcer of a carotid-carotid bypass at 1 year postimplantation was successfully corrected with sternomastoid myoplasty.<sup>7</sup> We found no other complications and performed no reinterventions of the aorta. We did not find bypass occlusions in the postoperative period.

## DISCUSSION

Prevalence of TAA in the western world is on an upward trend due to the aging of the population and the widespread use of diagnostic imaging techniques.<sup>8</sup> Since the last decade, surgical treatment, which traditionally entails high rates of mortality and morbidity, has been able to draw on new therapeutic strategies.<sup>3</sup> Surgical mortality is as high as 34% in some centers.<sup>9</sup> In a retrospective study, Rigberg et al<sup>10</sup> showed that the 30-day mortality of open repair of thoracoabdominal aortic aneurysms in California was 19%, increasing to 31% at 365 days. Major complications were spinal cord ischemia, pulmonary problems, and kidney damage.

However, the risk of thoracic aorta aneurysm lesions rupturing is high if they go untreated.<sup>11</sup> Elefteriades<sup>12</sup> identified thoracic aneurysm size as a predictor of complication (rupture or dissection). At the critical dimensions— $\geq 6$  cm diameter for the ascending aorta and 7 cm for the descending aorta—the probability of rupture or dissection is 31% and 43%, respectively. Of 94 patients without

surgical treatment, Crawford et al<sup>13</sup> found 76% died after 2 years; half died due to a rupture.

Recently, endovascular treatment has burst onto the therapeutic scene as a way to reduce mortality and perioperative complications. With the endovascular approach, we eliminate aortic clamping and thoracotomy and avoid excessive blood loss, the use of extracorporeal circulation and/or circulatory arrest, and the consequent hemodynamic instability and coagulation disorders. Difficulties, like the inadequate adaptation of the endoprosthesis to the internal curvature of the aortic arch or the presence of supra-aortic or visceral branches in the sealing and fixation zone, do exist. However, hybrid techniques represent a solution in the treatment of aneurysms involving these critical areas, without the need for complete aortic clamping.

In this retrospective study, our limited experience describes a special group of patients with severe comorbidities. In this context, we excluded aortic conditions other than aneurysm, like pseudoaneurysms or dissections of the aorta. In these patients, treatment strategies varied according to the anatomic conditions they presented. Patients with aortic arch conditions treated with hybrid techniques achieved highly acceptable results: 3.4% mortality, 12.5% morbidity, and only 1 requiring reintervention for carotid-carotid graft exteriorization. The scenario was clearly worse for patients needing revascularization of the visceral vessels, with 44.4% mortality and 55.5% morbidity. In particular, in patients undergoing total revascularization of the 4 branches and simultaneous endoprosthesis implantation we recorded an unacceptable 80% mortality (4 of 5 patients died in the immediate postoperative). These differences in results derive from the surgical part of the hybrid treatment. Most supra-aortic bypasses are extra-anatomic and sternotomy is not needed. Visceral

revascularizations require laparotomy with substantial dissections and lengthy intervention times. To this, is added the implantation of very extensive endoprostheses with iodine contrast, which worsens the renal function of patients with renal parenchyma who have suffered recent ischemia during their respective bypasses. With greater surgical experience and the use of technical resources like VORTEC (*Viabahn, Open, Rebranching, TEchnique*, described by Lachat, presented at SITE 2007, Barcelona), we will probably be able to improve on these results.

Other modest experiences of applying hybrid techniques to solve the pathologic processes of the arch appear in the literature. For example, in a series of 15 patients with aneurysms of the aortic arch treated with hybrid procedures, in the perioperative period, Saleh et al<sup>14</sup> recorded 26% of adverse results like thrombosis of the artery at the site of access, "postimplantation syndrome" (back pain, high temperature, leucocytosis, and reduced platelet count), cervical lymphorrhagia following left subclavian transection and pulmonary complications (pneumonia) leading to the death of 1 patient at 2 months. In 22 patients requiring an "elephant trunk" complemented by an endovascular procedure, Greenberg et al<sup>15</sup> recorded transient neurologic events in 13.6%. In 27 patients undergoing supra-aortic debranching, Czerny et al<sup>16</sup> reported 2 deaths, 1 due to myocardial infarction and 1 to rupture of the aneurysm while awaiting the endovascular procedure.

In the near future we will be able to avail ourselves of technologic advances that will facilitate the management of aneurysms of the arch in the form of the development of single-branch endoprostheses. These will enable us to avoid sternotomy when debranching of all supra-aortic trunks is necessary by being able to direct the branch towards the brachiocephalic trunk and complete the cervical extra-anatomic revascularization towards the rest of the supra-aortic trunks. In this context, the experience of Chuter et al is of note.<sup>17</sup> They described the modular branched endoprosthesis developed initially in a rubber model for use in the treatment of aortic arch aneurysms. Schneider et al<sup>18</sup> report a case of correction of a pseudoaneurismatic aortic arch with this procedure. Another proposal is to resort to the use of stents parallel to the endoprosthesis, between the aorta and the corresponding branch. This still-controversial approach is known internationally as the "chimney technique" (presented by Malina at SITE 2007, Barcelona).

On this point, it is worth commenting on the still controversial need for left subclavian artery revascularization.<sup>19</sup> Our group currently performs

selective revascularization. That is, in the presence of an aberrant right vertebral artery, a dominant left vertebral artery, a permeable mammary-coronary bypass, a functional arteriovenous fistula in the upper left extremity, the antecedent of abdominal aortic vascular surgery, faced with planning extensive endoprosthetic coverage of the descending thoracic aorta, or in left-handed professionals. The most-feared consequence of deliberate occlusion of the left subclavian artery is the appearance of paraplegia.<sup>20</sup> Therefore, strictly applied selection criteria are needed in these cases.

In the literature, we find experiences that demystify left subclavian occlusion. Palma et al<sup>21</sup> reported a series of 14 patients undergoing deliberate subclavian occlusion by an endoprosthesis and found no adverse effect. In a 24-patient series, Riesenman et al<sup>22</sup> reported only 1 required reintervention, to treat a left extremity with claudication. Also, in our experience, in 12 selected cases we were able to achieve left subclavian artery occlusion without prior revascularization and with no clinical consequences.<sup>23</sup>

Furthermore, experiences of hybrid treatment of thoracoabdominal aneurysms appear in the literature. In a series of 32 patients, Chiesa et al<sup>24</sup> found 30.8% morbidity and 23% mortality. In 29 procedures, Black et al<sup>9</sup> reported 21 major complications including prolonged respiratory support, inotropic support, kidney failure requiring some or no temporary support, prolonged ileum, left hemisphere stroke, and ischemic left colon resection. If we look at open conventional surgery series in centers of excellence, authors such as Achouh et al<sup>25</sup> report 7% incidence of gastrointestinal complications in 1159 thoracic aneurysms. In this group of complex patients mortality rose to 39.9%; intestinal infarction (62%) was the most frequent cause of death.

A recent review of experience of hybrid repair of thoracoabdominal aneurysms stresses the fact that published series are very small, which means firm conclusions cannot be drawn. However, it is proposed as an alternative for patients at high surgical risk.<sup>26</sup> In our experience, we reserve this hybrid technique for partial revascularization, preferably, in 2-stage interventions.

Other options for treating thoracoabdominal aneurysms are branched endoprostheses. In an initial series of 9 patients with thoracoabdominal aneurysms and treated with branched endovascular grafts, Greenberg et al<sup>27</sup> recorded 1 dissection of the superior mesenteric artery, 1 reintervention to perform a fenestration of the celiac, and 2 patient deaths in the immediate postoperative. The future development of endoprostheses with more manageable branches and increased clinical

experience will make this technique the preferred alternative in selected patients.

## CONCLUSIONS

Provisionally, we conclude that while recognizing that endovascular treatment is less aggressive than traditional open surgery, until long-term follow-up results are available, hybrid techniques should be reserved for patients at high surgical risk. In our experience, results show hybrid treatments in the aortic arch zone are acceptable and comparable with conventional surgery in lower risk patients in centers of excellence. However, thoracoabdominal repairs with total revascularization of visceral branches entail high mortality. Therefore, hybrid repair is a valid alternative for high-risk patients who do not require total revascularization of the visceral area. Greater experience in these techniques would improve current results. We hope endovascular technology continues to develop new ideas to simplify procedures in the near future.

## REFERENCES

- Cambria RP, Clouse WD, Davison JK, Dunn PF, Corey M, Dorer D. Thoracoabdominal aneurysm repair: results with 337 operations performed over a 15-year interval. *Ann Surg.* 2002;4:417-9.
- Derrow AE, Seeger JM, Dame DA, Carter RL, Ozaki CK, Flynn TC, et al. The outcome in the United States after thoracoabdominal aortic aneurysm repair, renal artery bypass, and mesenteric revascularization. *J Vasc Surg.* 2001;34:54-61.
- 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.
- Karch M, Chavan A, Hagl C, Friedrich H, Galanski M, Haverich A. The frozen elephant trunk technique: a new treatment for thoracic aortic aneurysms. *J Thoracic Cardiovasc Surg.* 2003;125:1550-3.
- 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 2:32-8.
- Murillo I, Martins J, Rivadeneira M, Riambau V. Amaurosis post-tratamiento híbrido en aneurisma de aorta torácica. *Tech Endovasc.* 2005;8:1523.
- Pontes C, Riambau V. Mioplastia cervical en derivación carótido-carotídea adyuvante a endoprótesis torácica. *Tech Endovasc.* 2004;7:1232.
- Clouse WD, Hallett JW Jr, Schaff HV, Gayari MM, Ilstrup DM, Melton LJ 3rd. Improved prognosis of thoracic aortic aneurysms: A population-based study. *JAMA.* 1998;280:1926-9.
- Black AS, Wolfe JHN, Clark M, Hamady M, Cheshire N JW, Jenkins MP. Complex thoracoabdominal aortic aneurysms: Endovascular exclusion with visceral revascularization *J Vasc Surg.* 2006;43:1081-9.
- Rigberg DA, McGory ML, Zingmond DS, Maggard MA, Agustin M, Lawrence PF, et al. Thirty-day mortality statistics underestimate the risk of repair of thoracoabdominal aortic aneurysms: A statewide experience. *J Vasc Surg.* 2006;43:217-23.
- Perko MJ, Norgaard M, Herzog TM, Olsen PS, Schroeder TV, Pettersson G. Unoperated aortic aneurysms: a survey of 170 patients. *Ann Thorac Surg.* 1995;59:1204-9.
- Elefteriades JA. Natural history of thoracic aortic aneurysms: indications for surgery, and surgical versus nonsurgical risks. *Ann Thorac Surg.* 2002;74:S1877.
- Crawford ES, DeNatale RW. Thoracoabdominal aortic aneurysm: Observations regarding the natural course the disease. *J Vasc Surg.* 1986;3:578-82.
- Saleh HM, Inglese L. Combined surgical and endovascular treatment of aortic arch aneurysms. *J Vasc Surg.* 2006;44:460-6.
- Greenberg RK, Haddad F, Svensson L, O'Neill S, Walker E, Lyden SP, et al. Hybrid approaches to thoracic aortic aneurysms the role of endovascular elephant trunk completion. *Circulation.* 2005;112:2619-26.
- Czerny M, Gottardi R, Zimpfer D, Schoder M, Grabenwoger M, Lammer M, et al. Mid-term results of supraaortic transpositions for extended endovascular repair of aortic arch pathologies. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007;31:623-7.
- Chuter TAM, Schneider DB, Reilly LM, Lobo EP, Messina LM. Modular branched stent graft for endovascular repair of aortic arch aneurysm and dissection. *J Vasc Surg.* 2003;38:859-63.
- Schneider DB, Curry TK, Reilly LM, Kang JW, Messina LM, Chuter TAM. Branched endovascular repair of aortic arch aneurysm with a modular stent-graft system. *J Vasc Surg.* 2003;38:855.
- Peterson BG, Eskandari MK, Thomas GG, Morasch MD. Utility of left subclavian artery revascularization in association with endoluminal repair of acute and chronic thoracic aortic pathology. *J Vasc Surg.* 2006;43:433-9.
- Buth J, Harris PL, Hobo R, Van Eps R, Cuyper P, Duijm L, et al. Neurologic complications associated with endovascular repair of thoracic aortic pathology: Incidence and risk factors. a study from the European Collaborators on Stent/Graft Techniques for Aortic Aneurysm Repair (EUROSTAR) registry. *J Vasc Surg.* 2007;46:1103-10.
- Palma JH, Souza JAM, Alves CMR, Carvalho AC, Buffolo E. Self-expandable aortic stent-grafts for treatment of descending aortic dissections. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:1138-42.
- Riesenman PJ, Farber MA, Mendes RR, Marston WA, Fulton JJ, Keagy BA. Coverage of the left subclavian artery during thoracic endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* 2007;45:90-5.
- Riambau V. Indications for subclavian revascularization prior intentional occlusion by thoracic endografting. En: Brancherau A, Jacobs M, editores. *Hybrid vascular procedures.* New York: Futura-Blackwell Publishing; 2004. p. 85-9.

24. Chiesa R, Tshomba Y, Melissano G, Marone EM, Bertoglio L, Setacci F, et al. Hybrid approach to thoracoabdominal aortic aneurysms in patients with prior aortic surgery. *J Vasc Surg.* 2007;45:1128-35.
25. Achouh PE, Madsen K, Miller III CC, Estrera AL, Azizzadeh A, Dhareshwar J. Gastrointestinal complications after descending thoracic and thoracoabdominal aortic repairs: A 14-year experience. *J Vasc Surg.* 2006;44:442-6.
26. Donas KP, Czerny M, Guber I, Teufelsbauer H, Nanobachvili J. Hybrid open-endovascular repair for thoracoabdominal aortic aneurysms: current status and level of evidence. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;34:528-33.
27. 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.



ORIGINAL ARTICLE

# Experience with a Scalloped Thoracic Stent Graft: A Good Alternative to Preserve Flow to the Celiac and Superior Mesenteric Arteries and to Improve Distal Fixation and Sealing

Marcio Da Rocha\*, Vicent A. Riambau\* on Behalf of Relay Implanters

Thoracic endografting has been proposed as an effective alternative to open repair to treat several aortic pathologies. Cranial migration is one of the critical issues concerning long-term durability. The scalloped thoracic endograft was proposed to improve distal sealing and fixation crossing the diaphragm. The objective of this study was to evaluate technical feasibility and experience with a custom-made scalloped thoracic endograft using the Relay platform (Bolton Medical, Sunrise, FL) in selected cases. From January 2006 to June 2009, 57 patients (40 men) were treated in Europe with a customized distal scalloped thoracic endograft. Forty-five patients presented with thoracic aortic aneurysm, nine presented with type B dissection, and three had a pseudoaneurysm. Successful and accurate deployment was achieved in all cases except one partial rotation in an extremely tortuous anatomy. Technical success was achieved in 96.4%. Good sealing and no mortality, paraplegia, or visceral embolization were observed. At a mean follow-up of 6 months, no complications were registered. The Relay endograft with the distal scallop represents a feasible alternative for distal short necks. This approach may increase the applicability and durability of the endograft in short distal necks.

**Key words:** celiac trunk, endograft, endovascular, Relay, scallop, thoracic aorta

Stent grafting of the thoracic aorta is responsible for almost 50% of thoracic aortic surgery in Europe.<sup>1</sup> But some critical issues remain related to the proximity of the aortic branches, cranial migration, and graft durability. This is especially true in the arch and in the distal aspect of the descending thoracic aorta.<sup>2</sup> Some technical alternatives, such as hybrid surgery,<sup>3,4</sup> fenestrated or branched endografts,<sup>5,6</sup> and intentional occlusion of the celiac trunk,<sup>7–9</sup> have been described. Although they are acceptable alternatives, some have drawbacks: increased morbidity, prolonged exposure to radiation, and amount of time consumed.<sup>10–12</sup>

A feasible alternative is the use of a scalloped thoracic aortic stent graft. It preserves flow to the celiac and

superior mesenteric arteries and increases distal sealing and fixation.<sup>13</sup> The objective of this work was to evaluate experience with the Relay platform custom-made scalloped thoracic endograft (Bolton Medical, Sunrise, FL) to improve distal fixation and sealing in short distal necks in selected cases.

## Patients and Methods

From January 2006 to June 2009, 57 patients (40 men) with thoracic aortic pathology and a short distal neck (< 30 mm and > 15 mm in length) were treated in Europe with the Relay thoracic endograft customized with a distal scallop. The mean age was 71.1 years (range 50–80 years). All patients were classified as high risk for open surgery. Repaired pathologies were aneurysm in 45 cases, type B dissection in 9 patients, and pseudoaneurysm in 3 patients. The anatomic inclusion criterion was the presence of < 30 mm and > 15 mm of healthy aorta above the celiac ostium. All patients gave informed consent.

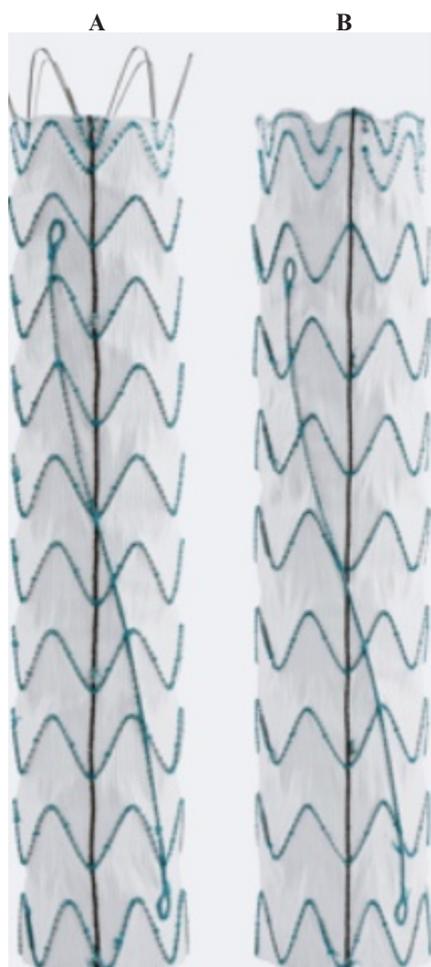
\*Thorax Institute, Division of Vascular Surgery, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

Correspondence to: Vicent A. Riambau, MD, PhD, Thorax Institute, Division of Vascular Surgery, Hospital Clinic, Villarroel 170, 08036 Barcelona, Spain; tel: 34 932275515; fax: 34 932275749; e-mail: vriambau@clinic.ub.es.

### Device Design

The Relay thoracic stent graft is composed of self-expanding nitinol stents sutured to polyester vascular graft fabric. The skeleton of the device is a series of sinusoidal stents along the length of the graft fabric. A curved nitinol wire is attached from the proximal to the distal end of the graft with surgical suture to provide longitudinal support, flexibility, and torque response.<sup>14</sup>

The proximal and distal ends of the Relay stent graft included in this series were ordered with bare stent or no bare stent, according to the surgeon's preference (Figure 1). The distal end for the Relay device with the scallop has the following configuration: the circumference of the last stent on the distal end of the graft is covered with fabric that is not trimmed along the edges of the stent (straight-end configuration). On the circumference, one "scallop" is included—a gap in coverage through which blood flows to the celiac and superior mesenteric arteries



**Figure 1.** The two proximal ends of the Relay stent graft with bare stent (A) and without bare stent (B).

(Figure 2). Radiopaque markers (platinum or iridium) are also sewn in strategic places on the stent graft to aid in the visualization of the gate and accurate orientation of the device with the scallop in front of the target vessel (Figure 3).

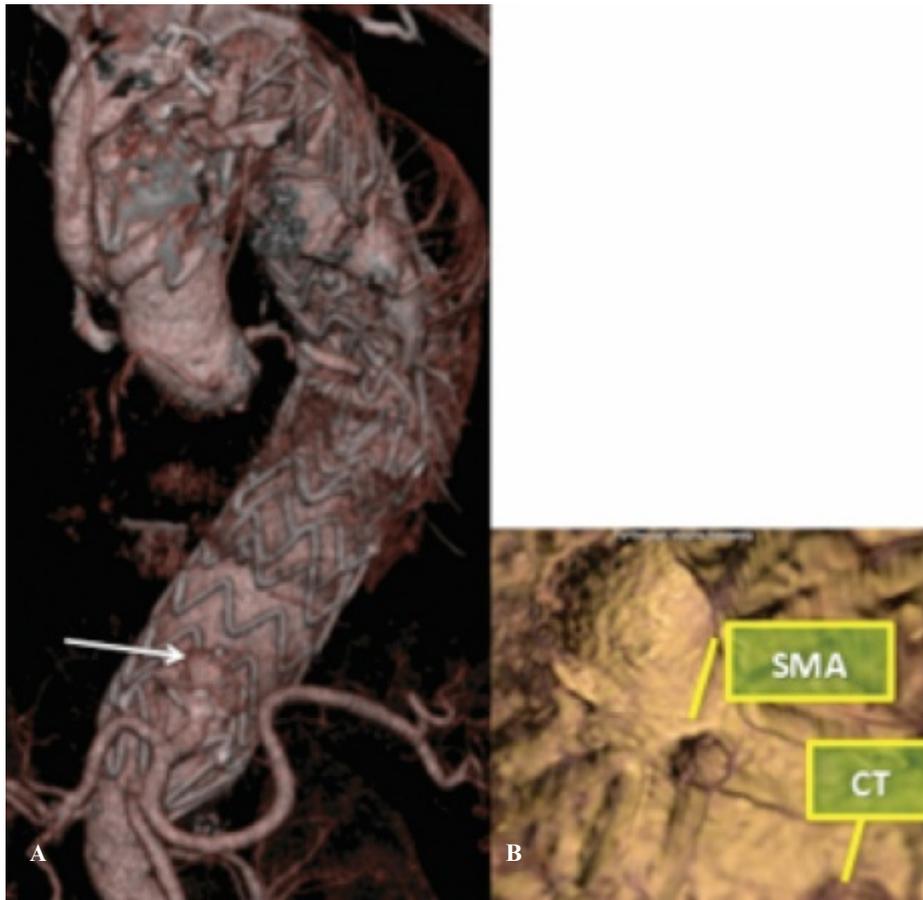
The delivery system is a two-stage device consisting of a series of coaxially arranged sheaths (a primary introduction sheath and a secondary delivery sheath), a handle, and an apex release mechanism. The sheath sizes depend on the stent graft's proximal diameter and length, and the outer diameters range from 22 to 26 mm. The stent graft is constrained within the secondary sheath, which is further constrained within the primary sheath. The radiopaque, polymeric, hydrophilic primary sheath is tracked over a guidewire to facilitate introduction of the device through the femoral and iliac arteries. Once the system reaches the placement location, the proximal handle of the delivery system is advanced to exit the secondary sheath from the primary sheath in preparation for deployment. The secondary sheath, composed of thin-walled, flexible polyester, enables the thoracic endograft to be more easily advanced and deployed in the curved and tortuous portions of the anatomy than a polymeric sheath would allow. The secondary sheath, connected to the deployment grip, can be retracted to deploy the constrained stent graft in a controlled fashion owing to the proximal clasp system, which allows repositioning of the device and accurate positioning. The clasp system constrains the bare stent of the endograft, and sliding the apex release grip provides controlled apposition of the bare stent to the vessel wall. The deployment of the device is possible without induction of hypotension or bradycardia in some cases.

Surgeons should always order the scalloped endograft from Bolton Medical as a custom-made device. Bolton Medical offers a custom-made program that allows physicians to request a stent graft according to the patient's needs. The surgeon completes a questionnaire and specifies the desired stent graft design. The time between the order and the stent graft's availability is less than 3 weeks.

The scallop should allocate the celiac trunk and the superior mesenteric artery. If both ostia were in the same plane, the scallop could be narrow. In contrast, if the superior mesenteric artery were close to the celiac trunk in a different plane, a wider scallop would be needed. Typically, a narrow scallop means 14 mm higher and 18 mm wider. In this series, scallops to the renal arteries were not used.

### Technical Remarks

During the procedure, it is recommended that the x-ray beams be perpendicularly projected to the target vessel. A



**Figure 2.** Follow-up computed tomographic angiographic reconstruction images of an endograft with distal scallop. *A*, Scallop to the celiac trunk and superior mesenteric artery (arrow). *B*, Endoluminal view of the celiac trunk (CT) and superior mesenteric artery (SMA).

right oblique-lateral projection is generally needed, given the usual location of the celiac orifice at 1 o'clock. The target vessel can be protected with wire or catheter from below before the final deployment. The wire or catheter provide accuracy and is an access in case of accidental coverage (Figure 4).

Cerebrospinal fluid drainage is not necessary in all cases. We used spinal catheterization in these circumstances: anticipated endograft coverage of T9 to T12, coverage of the long segment of the thoracic aorta, compromised collateral pathways (eg, previous infrarenal aortic aneurysm repair), and symptomatic spinal ischemia (in a patient who did not have a drain placed preoperatively).

## Results

Early results demonstrated successful and accurate deployment in all cases except one partial rotation in an extremely tortuous anatomy. Technical success was achieved in 96.4% of the cases. There was no unintentional coverage of visceral arteries, spinal cord ischemia, necessity

of open conversion or reintervention, retrograde type A dissection, embolization, or endoprosthesis migration. Use of a conduit to the iliac artery access was not necessary in any patient, although one patient presented with an external iliac artery rupture that was surgically fixed. Another patient presented with a type Ib endoleak. With a mean follow-up of 6 months, there was no migration, nor was open or endovascular reintervention necessary. There was no mortality in this period, and the visceral arteries were permeable.

## Discussion

The durability of endovascular thoracic aortic repair is still a concern. The overall incidence of migration in the pivotal trials published is up to 3.9% in 1 year.<sup>15</sup> Cranial migration is a late complication. The reports on thoracic endografting are aggregate data about the treatment of different aortic diseases, and, generally, different thoracic endografts are used. So it is difficult to assess the real incidence of this complication according to any specific thoracic pathology.<sup>1</sup> In an exhaustive review from the



**Figure 3.** A sample of a scalloped thoracic stent graft. On the distal aspect, the scallop design is identified with radiopaque markers (*red circles*).

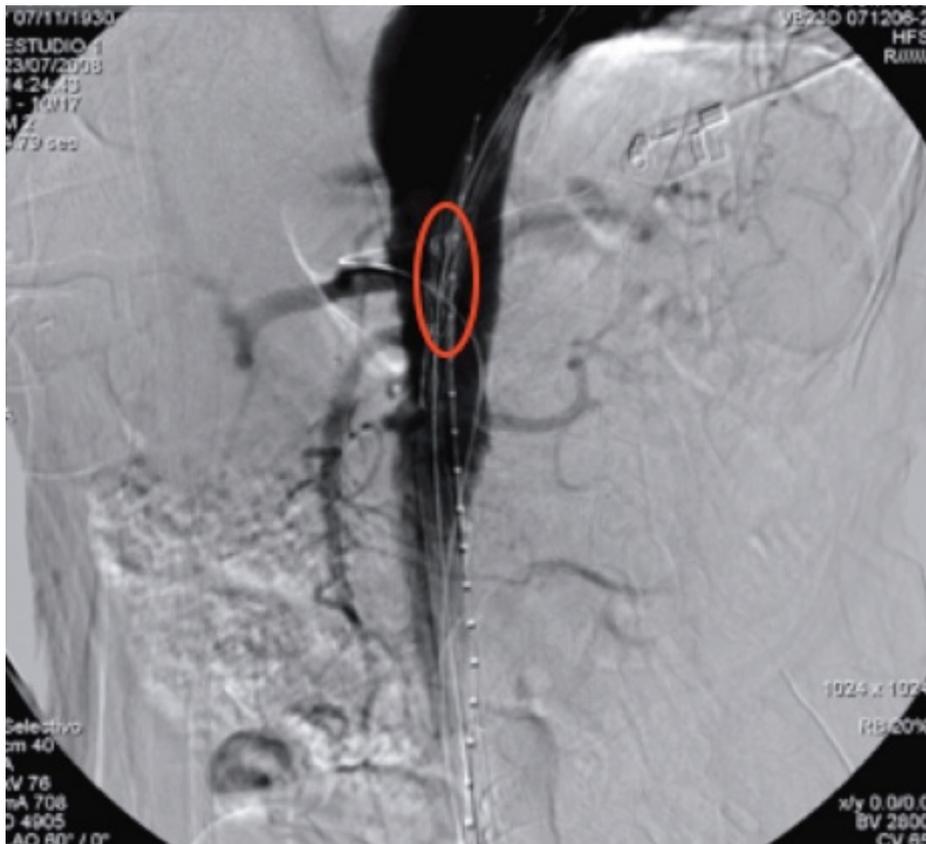
French National Authority for Health, 11 cases of migration in 543 patients were found, which represents a mean incidence of 2% of cranial migration.<sup>16</sup> A variety of diseases can affect the thoracic aorta as aneurysms, pseudoaneurysms, aortic ulcer, intramural hematoma, acute and chronic dissections, trauma, and late complications of open surgery.<sup>17</sup> There are no data on different migration rates according to different thoracic aortic pathologies. Nevertheless, it seems logical to believe that for aneurysm formations, the attachment forces among the

aortic wall and the graft itself are fewer than those observed for dissection, where the narrow true lumen plays a role in maintaining the endograft in place over time. The same can be applied to trauma cases.<sup>1</sup> Additionally, in thoracic aneurysm pathology, proximal and distal necks are potentially exposed to dilation over time. This is true for aneurysms and can explain some cranial migrations, in combination with the fragile distal attachment systems. In recent computational studies, cranial vectorial forces acting in descending thoracic endografts were reported.<sup>18</sup> For these reasons, it seems rational that durable thoracic endografting for large aneurysms would need a distal healthy neck longer than 3 cm.<sup>1</sup>

Clearly, the endovascular approach has some advantages when compared to conventional open surgery as it avoids excessive blood loss, aortic clamping, and large incisions, with low mortality rates and less neurologic morbidity than conventional open surgery. Nevertheless, one of the critical issues in the treatment of descending thoracic aortic pathology is the proximity to the celiac and superior mesenteric arteries. Jackson and colleagues reported that of 126 patients with thoracic aortic aneurysms, 5.5% presented with a short distal neck for conventional thoracic endografting.<sup>19</sup> Some different options have been described to overcome this problem, but they have some pitfalls.

The visceral hybrid surgery with revascularization of celiac trunk and/or superior mesenteric arteries has elevated morbidity and mortality. Black and colleagues reported overall morbidity with mortality of 13% in 30 days.<sup>3</sup> In a meta-analysis, the estimated 30-day mortality was 10.7%, with total early and long-term mortality of 15.5%.<sup>4</sup> When we compare the results of visceral versus arch hybrid surgery, the visceral approach has the worst results.<sup>20</sup>

Branched or fenestrated devices for thoracoabdominal endovascular repair are time consuming, expose patients to high doses of radiation, need an experienced surgical team, and are expensive, and, generally, a long manufacture period is necessary. These factors, combined with the comorbidity of the patients, may explain the disadvantage associated with this approach. Greenberg and colleagues reported a total mortality of 17% in 29 patients.<sup>5</sup> Ferreira and colleagues described a cohort of 11 patients submitted to branched stent grafting.<sup>6</sup> The operative time varied from 3 to 8 hours; three patients presented with spinal cord ischemia, and three patients died. The fenestrated endograft also has some difficulties. Reorientation and rotation of the device in the thoracic aorta may not be easy, and there is the risk of embolization.<sup>10</sup>



**Figure 4.** Radiopaque markers in front of the target vessel (*red circle*) and a security wire inside the celiac trunk.

Use of the customized scalloped Cook TX2 thoracic stent graft (Cook, Inc, Bloomington, IN) is another alternative with the same concept of crossing the diaphragm. The rationale is that the diaphragma crura may act as an aortic wrapping, reinforcing the aortic wall. The anatomic observation is the only evidence that it may improve distal fixation over time. Many thoracic and thoracoabdominal aneurysms respect the supraceliac aspect, although this does not apply in every case. The standard distal TX2 may also be an acceptable substitute in many of these cases. It has a barbed uncovered distal stent, which enhances fixation by attaching itself to the aorta at the level of the celiac artery. But the TX2 scalloped thoracic endograft needs a longer manufacture time than the Relay device, and the diameter is limited to up to 42 mm for the TX2 endograft, whereas the diameter available for the Relay endograft is up to 50 mm.

Occlusion of the celiac trunk is a strategy that is gaining popularity for obtaining a safe landing zone. The intentional occlusion of the celiac trunk has the inherent risk of foregut ischemia. The use of computed tomographic angiography (CTA) and preoperative angiography does not seem to be enough to predict the safety of performing this maneuver. To occlude this visceral artery, a balloon occlusion test is

necessary.<sup>11</sup> Vaddineni and colleagues, using a preoperative selective mesenteric angiogram in the preoperative period, performed the coverage without major consequences,<sup>7</sup> but Hyhlik-Dürr and colleagues, using CTA, had 20% mortality.<sup>8</sup> Coverage of the celiac trunk may be impossible in some circumstances owing to the existence of vascular variations.<sup>12</sup> In the presence of an inadequate collateral supply, a bypass to the celiac artery is advised in case of intentional coverage of this artery.<sup>9</sup>

We describe another option to improve the distal landing zone in the descending aorta.<sup>21</sup> The advantage of using a scalloped thoracic endograft is the preservation of visceral flow (see Figure 2), without the need for any other maneuver or bypass. The Relay custom-made scalloped device has a short manufacture time, is available in a variety of diameters, and has an acceptable outer diameter sheath. The customization, manufacture, and delivery of the Relay Bolton endograft take only 3 weeks. Different models, shapes, and sizes can be combined during customization. The surgeon can order distal bare stents to increase distal fixation if necessary. The only anatomic requirement for using this custom-made endograft is the necessity of < 30 mm and > 15 mm healthy aorta above the celiac ostium.

In the deployment, specific radiopaque markers are useful for correct positioning, making deployment easier, with less exposure to radiation. Additional wire or catheter can be inserted into the target vessel before endograft deployment to improve accuracy during deployment (see Figure 4). Accurate deployment was obtained in all cases. The top position of the gate should be precise because that is where the sealing starts. The scallop is wide enough to allow 10° to 20° degrees of rotation during deployment. In this series, there was no unintentional coverage of the mesenteric arteries, so no rescue maneuver was necessary. We do not have experience with this kind of event.

In this initial experience, there was no related mortality, foregut ischemia, or neurologic damage. Although 15% of patients undergoing thoracic endografting need a transitory conduit, in this series, no patient needed this approach, but one presented with an external iliac artery rupture, which was successfully fixed. In a mean follow-up of 6 months, no migration was demonstrated, and the patency of the celiac artery was evident in all cases.

This preliminary study has clear limitations. It involved a short series with a short follow-up, and no control group was available. No conclusion about migration can be obtained at this point. However, this report adds some useful information about an available and feasible technical alternative for short distal necks.

## Conclusion

The Relay endograft with the distal scallop represents a feasible alternative for distal short necks. Cranial migration of thoracic endografts is a concern and reduces the durability of the procedure. Different mechanisms have been applied to avoid this. New endograft designs must take this phenomenon into account. Patient selection remains crucial to ensure an early and long-term successful outcome. The 6-month mean follow-up experience demonstrates that endograft applicability may be enhanced with the scallop design, although this is an early clinical experience. Long-term outcome remains to be elucidated and will be reported in future publications.

## Acknowledgment

Vicent A. Riambau is a consultant for Bolton Medical SLU, Barcelona, Spain. Financial disclosure of reviewers: None reported.

## References

1. Riambau V, Da Rocha M, Diaz C, Fletcher C. What we know about endoprosthesis migration risk and endoprosthesis characteristics in the thoracic aorta? In: Chakfe N, Durand B, editors. *New technologies in vascular biomaterials—connecting biomaterials to arterial structures*, 1st ed. Strasbourg: Europrot; 2009. p. 199–212.
2. Morales JP, Greenberg RK, Morales CA, et al. Thoracic aortic lesions treated with the Zenith TX1 and TX2 thoracic devices: intermediate- and long-term outcomes. *J Vasc Surg* 2008;48:54–63.
3. Black SA, Wolfe JH, Clark M, et al. Complex thoracoabdominal aortic aneurysms: endovascular exclusion with visceral revascularization. *J Vasc Surg* 2006;43:1081–9.
4. Donas KP, Czerny M, Guber I, et al. Hybrid open-endovascular repair for thoracoabdominal aortic aneurysms: current status and level of evidence. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007;34:528–33.
5. Greenberg RK, West K, Pfaff K, et al. Beyond the aortic bifurcation: branched endovascular grafts for thoracoabdominal and aortoiliac aneurysms. *J Vasc Surg* 2006;43:879–86.
6. Ferreira M, Lanziotti L, Monteiro M. Branched devices for thoracoabdominal aneurysm repair: early experience. *J Vasc Surg* 2008;48(6 Suppl):30S–6S.
7. Vaddineni SK, Taylor SM, Patterson MA, Jordan WD. Outcome after celiac artery coverage during endovascular thoracic aortic aneurysm repair: preliminary results. *J Vasc Surg* 2007;45:467–71.
8. Hyhlik-Dürr A, Geisbüsch P, von Tengg-Kobligk H, et al. Intentional overstenting of the celiac trunk during thoracic endovascular aortic repair: preoperative role of multislice CT angiography. *J Endovasc Ther* 2009;16:48–54.
9. Libicher M, Reichert V, Aleksic M, et al. Balloon occlusion of the celiac artery: a test for evaluation of collateral circulation prior to endovascular coverage. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;36:303–5.
10. Chuter TA. Branched and fenestrated stent grafts for endovascular repair of thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2006;43 Suppl A: 111A–5A.
11. Gawenda M, Libicher M. Imaging to estimate the safety of intentional celiac trunk coverage in TEVAR: multislice CTA cannot replace angiography at present. *J Endovasc Ther* 2009;16:55–8.
12. Waldenberger P, Bendix N, Petersen J, et al. Clinical outcome of endovascular therapeutic occlusion of the celiac artery. *J Vasc Surg* 2007;46:655–61.
13. Tielliu IF, Verhoeven EL, Zeebregts CJ, et al. Thoracic stent grafts with a distal fenestration for the celiac axis. *Vascular* 2005;13:236–40.
14. Riambau V, RESTORE Collaborators. European experience with Relay: a new stent graft and delivery system for thoracic and arch lesions. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2008;49:407–15.
15. Fairman RM, Criado F, Farber M, et al. Pivotal results of the Medtronic Vascular Talent Thoracic Stent Graft System: the VALOR trial. *J Vasc Surg* 2008;48:546–54.
16. Corbillon E, Bergeron P, Poullié AI, et al. The French National Authority for Health reports on thoracic stent grafts. *J Vasc Surg* 2008;47:1099–107.
17. Feezor RJ, Huber TS, Martin TD, et al. Perioperative differences between endovascular repair of thoracic and abdominal aortic diseases. *J Vasc Surg* 2007;45:86–9.

18. Figueroa CA, Taylor CA, Chiou AJ, et al. Magnitude and direction of pulsatile displacement forces acting on thoracic aortic endografts. *J Endovasc Ther* 2009;16:350–8.
19. Jackson BM, Carpenter JP, Fairman RM, et al. Anatomic exclusion from endovascular repair of thoracic aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2007;45:662–6.
20. Da Rocha MF, Miranda S, Adriani D, et al. Hybrid procedures for complex aortic pathology: initial experience at a single center. *Rev Esp Cardiol* 2009;62:896–902.
21. Rimbau V, Da Rocha M, Diaz C, et al. Scallop design for thoracic stent graft: an alternative to improve distal fixation and sealing. *Vascular* 2009;17 Suppl 2:s67.