



## Experiencia Clínica

# Reemplazo de arco aórtico y aorta descendente proximal por aneurisma o disección aórtica con prótesis *Thoraflex* (\*)

Ricardo Zalaquett<sup>1</sup>, Rodrigo Reyes<sup>1</sup>, Patricio González<sup>1</sup>, Cecilia Muñoz<sup>1</sup>, Francisco Valdés<sup>2</sup>, Francisco Vargas<sup>2</sup>, Renato Mertens<sup>2</sup>.

1) División de Enfermedades Cardiovasculares

2) Departamento de Cirugía Vascular y Endovascular.

Facultad de Medicina. Pontificia universidad Católica de Chile.

\* Vascuteek - Terumo, Escocia, Reino Unido.

Recibido el 4 de abril 2018 / Aceptado el 24 de abril 2018

Rev Chil Cardiol 2018; 37: 18-25

El compromiso simultáneo del arco aórtico y aorta descendente proximal, ya sea por disección o aterosclerosis, constituye uno de los mayores desafíos que puede enfrentar un cirujano cardiovascular. La prótesis híbrida *Thoraflex*, introducida en los últimos años, ha resultado ser una importante ayuda para el tratamiento quirúrgico de esta compleja y grave patología. Esta consiste en un tubo protésico de Dacron con 4 ramas, para el reemplazo del arco aórtico y sus

troncos braquiocefálicos y perfusión corporal distal, y una endoprótesis que queda como “trompa de elefante suspendida” en la aorta descendente proximal.

Presentamos en esta oportunidad nuestra experiencia inicial en 4 pacientes, 3 con disección aórtica crónica y una con un aneurisma aterosclerótico, usando la prótesis híbrida *Thoraflex*.

**Palabras Claves:** Aneurisma, aorta, arco aórtico, disección, endoprótesis.

### Correspondencia:

Dr. Ricardo Zalaquett  
División de Enfermedades cardiovasculares  
Facultad de Medicina  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Diagonal Paraguay 362, Piso 7, Santiago  
rzalague@med.puc.cl



## Aortic arch and proximal descending aorta replacement with the *Thoraflex*\* prosthesis

Atherosclerotic aneurysm or dissection of the aortic arch and proximal descending thoracic aorta is one of the major challenges for a cardiovascular surgeon. The new hybrid prosthesis *Thoraflex* has become an important device to simplify the surgical treatment of this very complex and technically demanding aortic pathology. This hybrid prosthesis consists of a 4-branched arch graft with a stent-graft at the distal end. The proximal part is a gelatin-coated woven polyester prosthesis. The stented section is a self-expanding endoprosthesis

constructed of thin-walled polyester and nitinol ring stents that is left in the proximal descending aorta as a “frozen elephant trunk”.

We present our initial experience with the *Thoraflex* prosthesis in four patients, three of them with chronic aortic dissection and one with an atherosclerotic aneurysm.

**Keywords:** Frozen elephant trunk, aortic surgery, aneurysm, dissection.



### Introducción:

En 1983 Borst introdujo el concepto de prótesis en “Trompa de Elefante” para efectuar un reemplazo aórtico extenso, en casos de enfermedad combinada del arco aórtico y de la aorta descendente proximal, ya sea por aneurisma o disección<sup>1</sup>. Esta prótesis en trompa de elefante, que se introducía en la aorta descendente distal a la subclavia izquierda, permitió un mejor control proximal en la reparación distal de la aorta descendente. El procedimiento era posteriormente complementado con el reemplazo protésico del resto de la aorta descendente a través de una toracotomía izquierda. Con la introducción de la reparación endovascular de la aorta torácica (TEVAR), se hizo evidente que la trompa de elefante podía ser un excelente anclaje para una endoprótesis<sup>2</sup>, lo que rápidamente se convirtió en la opción preferida para la segunda etapa del procedimiento, evitándose la toracotomía, lo que fue luego seguido por la colocación directa y en forma abierta de la endoprótesis en el arco aórtico y aorta descendente proximal, suturándola directamente a esta<sup>3</sup>.

En 1996 Kato<sup>4</sup> describe, por primera vez, una modificación de la trompa de elefante convencional consistente en

un injerto protésico con un stent distal, lo que Karck posteriormente denomina “Trompa de Elefante Inmovilizada” (*Frozen Elephant Trunk*)<sup>5</sup>. Posteriormente, se describen diferentes variaciones de este procedimiento, pero todas tienen en común que el stent se coloca dentro de la aorta descendente a través de una aortotomía, siendo suturado directamente a esta bajo paro circulatorio.

En 2011, Shrestha, introduce una nueva variación, consistente en un injerto protésico, compuesto de un tubo de Dacron con cuatro ramas para el arco aórtico y una endoprótesis auto expandible en su mitad distal para la aorta descendente proximal, fabricado por *Vascutek* y luego conocido como *Thoraflex*<sup>6</sup>. Tres de las ramas del tubo protésico son para anastomosar cada uno de los troncos del cayado aórtico y la cuarta para perfusión sistémica distal. Entre el tubo protésico y la endoprótesis, el injerto tiene un “collarete” para anastomosarlo al extremo distal de la aortotomía a través de la cual es introducido el stent en la aorta descendente (Figuras 1 y 2). Shrestha presentó en esa comunicación 34 casos, con excelentes resultados.

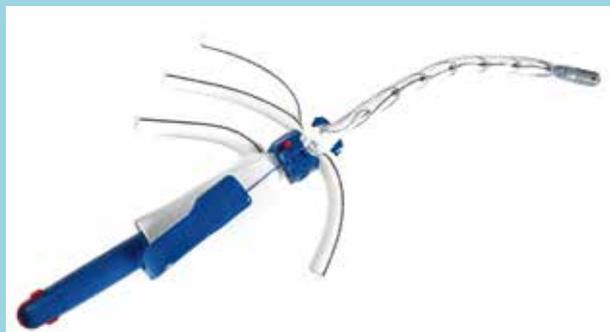
En esta oportunidad presentamos nuestra experiencia inicial en 4 casos operados con este injerto protésico *Thoraflex* (Tabla 1).

Tabla 1. Pacientes operados con prótesis híbrida *Thoraflex* en el Hospital Clínico de la Universidad Católica.

	Diagnóstico	Operación	Morbilidad
Hombre 60 años	Aneurisma disecante de aorta tóraco-abdominal S/P Disección aórtica tipo A S/P Operación de Bentall (2005)	<b>Thoraflex 28/30 mm</b> Canulación axilar derecha Paro circulatorio con hipotermia a 20°C Perfusión cerebral anterógrada selectiva	Accidente vascular encefálico Reoperación por pseudoaneurisma de anastomosis proximal
Hombre 42 años	Aneurisma disecante de aorta tóraco-abdominal S/P Disección aórtica tipo A S/P Operación de Bentall (2003) Enfermedad de Marfan	<b>Thoraflex 26/28 mm</b> Canulación axilar derecha Paro circulatorio con hipotermia a 18°C Perfusión cerebral anterógrada selectiva Exclusión de arteria subclavia izquierda	no
Hombre 39 años	Disección aórtica crónica reagudizada tipo B Enfermedad coronaria: Lesión crítica ADA Síndrome de Ehlers-Danlos	<b>Thoraflex 26/28 mm</b> PAC-ADA Canulación axilar derecha Paro circulatorio con hipotermia a 22°C Perfusión cerebral anterógrada selectiva Exclusión de arteria subclavia izquierda	no
Mujer 73 años	Aneurisma aterosclerótico de aorta ascendente, arco aórtico y aorta descendente	<b>Thoraflex 26/28 mm</b> Canulación axilar derecha Paro circulatorio con hipotermia a 18°C Perfusión cerebral anterógrada selectiva Perfusión corporal por rama lateral Exclusión de arteria subclavia izquierda	no

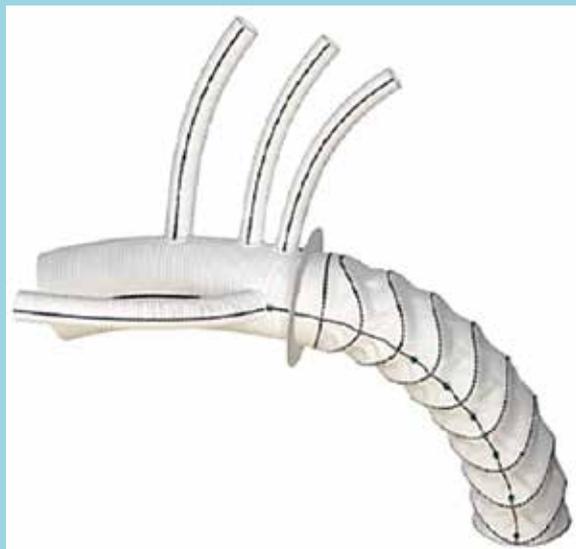


Figura 1



Prótesis híbrida Thoraflex con endoprótesis compactada.

Figura 2



Prótesis híbrida Thoraflex con endoprótesis desplegada.

### Técnica Quirúrgica

Aparte de la monitorización anestésica cardiovascular habitual, se colocó una línea intraarterial en ambas extremidades superiores. Previo a la esternotomía, el cirujano vascular correspondiente introdujo un catéter guía a través de la arteria femoral común, la que se avanzó bajo control fluoroscópico y ecocardiográfico hasta la aorta ascendente. Se expuso la arteria axilar derecha, luego de lo cual se efectuó una esternotomía media y se completó la disección del corazón en los 2 casos de reoperación (Casos 1 y 2). Posteriormente, se canuló la arteria axilar a través de la interposición de un tubo protésico de Dacron de 8mm<sup>7</sup> y la canulación venosa se hizo con una cánula única introducida a través de la orejuela derecha o el remanente de esta, hacia la vena cava inferior. Se canuló el seno coronario, para infusión de solución cardiopléctica por vía retrógrada,

y se introdujo un vent aurículo-ventricular izquierdo a través de la vena pulmonar superior izquierda. Completada la canulación, se entró en circulación extracorpórea con hipotermia sistémica de 20°C. Alcanzada esta temperatura, se efectuó un paro circulatorio sistémico y con pinzamiento del tronco innominado y la arteria carótida izquierda se inició perfusión cerebral anterógrada selectiva, con un flujo de entre 10 y 15 ml/kg/min. Se resecó el arco aórtico hasta antes del origen de la arteria subclavia izquierda, luego de lo cual se introdujo la porción stent de la prótesis *Thoraflex* a la aorta descendente dirigida y soportada por la guía previamente introducida. Luego de desplegada la endoprótesis, se procedió a suturar el “collarete” al remanente del cayado aórtico con una sutura corrida de Prolene 4-0. Sólo en el Caso 1 se anastomosó la arteria subclavia izquierda a la rama correspondiente del tubo protésico; en los otros 3 casos, esta arteria y la rama correspondiente del tubo protésico fueron ligadas; los cirujanos vasculares efectuaron, posteriormente, un bypass carótido-subclavio izquierdo. En los 3 primeros casos se procedió a anastomosar la arteria carótida izquierda y el tronco innominado a las ramas correspondientes del tubo protésico con suturas corridas de Prolene 6-0 y luego de esto a la anastomosis del tubo protésico con el remanente de aorta ascendente o la prótesis de la operación de Bentall previa (casos 1 y 2). En ninguno de estos 3 casos se utilizó la rama para perfusión sistémica de la prótesis *Thoraflex*. En el Caso N°4, una vez terminada la sutura del “collarete”, se procedió a la anastomosis del tubo protésico al remanente de aorta ascendente, luego de lo cual se reinició la perfusión corporal sistémica y cardíaca, a través de la cuarta rama del tubo protésico, con lo que el corazón reasumió actividad electromecánica normal. Durante el recalentamiento, se procedió a anastomosar la arteria carótida izquierda y el tronco innominado a las ramas correspondientes de la prótesis *Thoraflex*. Un video de la técnica quirúrgica empleada en el primer caso se puede ver en <https://youtu.be/4dRmSYoIPaw>.

### Casos Clínicos

**Caso 1.** Paciente hombre de 60 años con antecedentes de disección aórtica Tipo A sometido a cirugía de urgencia en 2005 en otra institución, en la que se efectuó una Operación de Bentall con tubo protésico aorto-valvulado Saint Jude N° 25. Se mantiene en control clínico y radiológico. El último angioTAC efectuado en septiembre 2016 mostró una dilatación de la aorta descendente proximal de 5,7 cm y de la aorta abdominal de 5,0 cm. El 17 de enero de 2017 se efectúa el reemplazo del arco aórtico y aorta



descendente proximal con prótesis *Thoraflex*. Evolucionó sin complicaciones, siendo dado de alta al séptimo día de post-operatorio. El 16 de febrero presenta compromiso hemodinámico súbito, comprobándose en angioTAC un hemomediastino con taponamiento cardíaco secundario a un pseudoaneurisma de la aorta ascendente, en relación con la anastomosis protésica-protésica (Figura 3). Se opera de urgencia evolucionando hemo dinámicamente bien, pero presenta un accidente vascular encefálico, del que se recupera con una leve secuela. Posteriormente, el 25 de abril se efectúa una cirugía de Debranching abdominal, que luego se complementa con una endoprótesis toracoabdominal. Actualmente en buenas condiciones generales y asintomático cardiovascular, haciendo vida normal con una leve secuela neurológica. La Figura 4 muestra el resultado radiológico final.

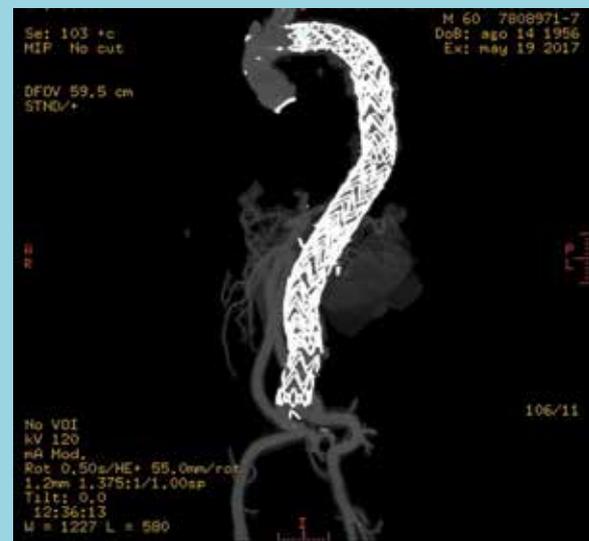
Figura 3



AngioTAC postoperatorio Caso 1 que muestra hemomediastino secundario a pseudoaneurisma de anastomosis prótesis-prótesis de aorta ascendente. Se observa, además, endoprótesis desplegada en aorta descendente proximal.

**Caso 2.** Paciente hombre de 42 años, portador de un Síndrome de Marfan, con antecedentes de una disección aórtica operada de urgencia en nuestra institución en 2003, oportunidad en la que se efectuó una operación de Bentall con tubo protésico aorto-valvulado Saint Jude N° 27 y un puente aorto-coronario con vena safena a la arteria coronaria derecha. Se mantiene en control cardiológico hasta junio 2016 en que consulta por presentar en último control un aneurisma de la aorta descendente de 5,4 cm. Se decide controlar en 6 meses con nuevo angioTAC, el que demuestra una estabilización del aneurisma. El paciente se mantiene asintomático hasta febrero 2017 en que presenta dolor torácico y abdominal agudo. Se efectúa un nuevo angioTAC el que muestra ahora la disección de la aorta toraco-abdominal y la aparición de un hematoma intramural

Figura 4



Aspecto radiológico final de Caso 1, con sustitución protésica completa de la aorta.

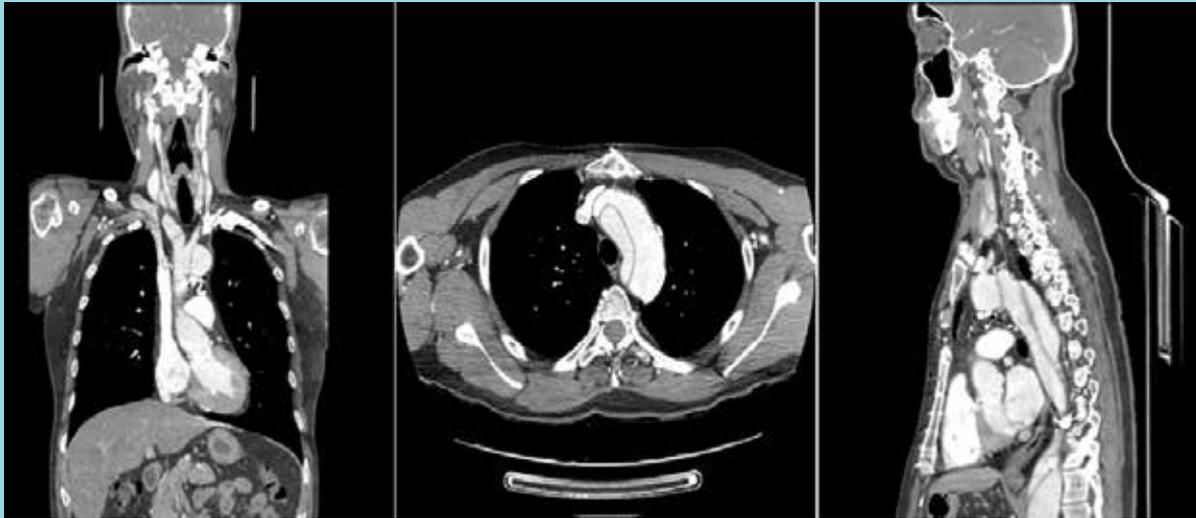
con trombo excéntrico del falso lumen, lo que origina una disminución del calibre del lumen verdadero (Figura 5). El 22 de febrero se efectúa un reemplazo del arco aórtico con reinsertión del tronco innominado y carótida izquierda y exclusión de arteria subclavia izquierda con “trompa de elefante suspendida” en aorta descendente proximal con prótesis *Thoraflex* N° 26-28. El 12 de marzo se efectúa por los cirujanos vasculares un bypass carótido-subclavio izquierdo y una semana después una cirugía de debranching visceral con puente aorto-bi-iliaco e implante de endoprótesis torácica. La Figura 6 muestra el resultado final al AngioTAC.

Actualmente asintomático cardiovascular y haciendo vida normal.

**Caso 3.** Paciente hombre de 39 años portador de un Síndrome de Ehlers – Danlos quien inicia dolor abdominal, pesquisándose en ecotomografía de abdomen un aneurisma de la aorta abdominal y arterias ilíacas, con imágenes sugerentes de disección. El 5 de octubre de 2017 se efectúa un angioTAC que confirma la existencia de una “extensa enfermedad aneurismática de la aorta torácica y abdominal, con compromiso de ambas arterias ilíacas, secundaria a disección de la aorta descendente Tipo B”. El día 14 de octubre es trasladado a nuestra institución, confirmándose el diagnóstico de Disección Aórtica Tipo B crónica con signos de reagudización. Se completa la evaluación del paciente con un nuevo angioTAC y un ecocardiograma transesofágico, demostrándose que la disección se inicia

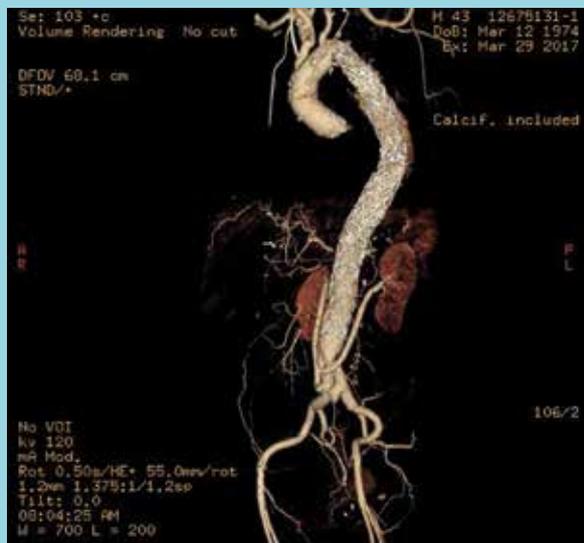


Figura 5



AngioTAC preoperatorio de Caso 2, observándose elementos de disección aguda sobre agregada a disección crónica de arco aórtico y aorta torácica descendente.

Figura 6



Reconstrucción radiológica final de Caso 2, observándose reemplazo protésico de válvula aórtica, aorta ascendente y cayado aórtico y endoprótesis toraco-abdominal. La arteria subclavia izquierda está excluida.

inmediatamente distal a la arteria subclavia izquierda, siendo la aorta ascendente y todo el arco aórtico normales, pero con una importante angulación que impedía el despliegue expedito de una endoprótesis por vía retrógrada. Se efectúa también una coronariografía, la que demuestra una lesión significativa de la arteria descendente anterior. El día 25 de octubre se efectúa el implante de una prótesis *Thoraflex* 26-28, seccionando el cayado aórtico transversalmente entre las arterias carótida y subclavia izquierda,

con exclusión de esta última, para la introducción de la endoprótesis en la aorta descendente proximal, como etapa previa a la resolución híbrida, quirúrgica y endovascular, del aneurisma tóraco-abdominal, y un bypass con vena safena a la arteria descendente anterior. El 27 de noviembre se efectúa la reparación quirúrgica de la porción abdominal del aneurisma disecante tóraco-abdominal mediante reemplazo y debranching y el 4 de diciembre el despliegue de una endoprótesis torácica desde la “trompa de elefante” hasta la reparación abdominal. Previamente, se había efectuado un bypass carótido-subclavio izquierdo. Actualmente, el paciente se encuentra en buenas condiciones y haciendo vida normal.

**Caso 4.** Paciente mujer de 73 años en quien, a raíz de una neumopatía, se diagnosticó hace 3 años por angioTAC un aneurisma aórtico tóraco-abdominal. La paciente era una fumadora activa de 15 cigarrillos al día, portadora de EPOC y de una disfonía posterior al tratamiento de un cáncer de mama izquierdo. El último angioTAC de control demostró un aneurisma aterosclerótico de la aorta ascendente distal, cayado aórtico proximal y aorta descendente distal a la subclavia izquierda, alcanzando en esta última porción un diámetro de 5,8 cm. El 29 de noviembre de 2017 se efectúa un reemplazo de la aorta ascendente y arco aórtico, con reimplante del tronco innominado y arteria carótida izquierda, y exclusión de la arteria subclavia izquierda, se instala una “trompa de elefante” en aorta descendente proximal con prótesis *Thoraflex* 26-28. Posteriormente, se efectuó un bypass carótido-subclavio izquierdo y actual-



mente se encuentra en buenas condiciones, a la espera de la resolución endoprotésica del aneurisma de la aorta descendente distal.

### Discusión

El compromiso simultáneo del arco aórtico y aorta descendente proximal ya sea por disección o aneurisma aterosclerótico, constituye uno de los más grandes desafíos quirúrgicos que puede enfrentar un cirujano cardiovascular, para lo cual este dispositivo protésico híbrido *Thoraflex* ha sido un gran aporte, que facilita el tratamiento quirúrgico de esta compleja patología vascular. Esta prótesis es el resultado de la evolución de la “Trompa de Elefante” introducida por Borst en 1983<sup>1</sup>, diseñada para simplificar la segunda operación del procedimiento en 2 etapas requerido para el tratamiento del compromiso del arco aórtico y la aorta descendente, ya sea por aneurisma o disección, y del tratamiento endovascular introducido por Dake y colaboradores en 1998<sup>2</sup> para el tratamiento del aneurisma de la aorta descendente. La combinación de estos 2 procedimientos dio origen a lo que se conoce como “Trompa de Elefante Inmovilizada” (Frozen Elephant Trunk)<sup>4,5</sup>. Inicialmente, esta se construía en forma manual o “casera”, combinando un tubo protésico de Dacron y una prótesis aórtica endovascular<sup>4,5</sup>, hasta que finalmente se desarrolló la prótesis prefabricada híbrida *Thoraflex* (*Vascutek, Inchinnan, United Kingdom*).<sup>6</sup>

Como se señaló, esta prótesis híbrida consiste de un tubo protésico con 4 ramas para el cayado aórtico con una endoprótesis en su porción distal para la aorta descendente. El tubo protésico proximal es una prótesis convencional de Dacron recubierto con gelatina. La porción distal consiste de una endoprótesis autoexpandible de poliéster y anillos de nitinol (Figuras 1 y 2). Está disponible en diámetros para la endoprótesis entre 28 y 40 mm, con largos de 100 y 150 mm, si bien este último se usa excepcionalmente por el mayor riesgo de paraplejía.

En 2016, Shrestha<sup>8</sup> presentó sus resultados a mediano plazo en 100 pacientes, 65 de los cuales eran hombres, con edad promedio de 59±14 años. Treinta y siete casos correspondieron a disección aguda, 31 a disección crónica y 32 a aneurisma. La mortalidad operatoria fue 7% y la supervivencia a 3,1±1,4 años fue 81%. Solo el 22% de los pacientes tuvo una segunda reintervención aórtica distal durante el seguimiento; en 60% de estos la reintervención fue por vía endovascular. Los pacientes con disección aguda fueron los que menos reintervención requirieron (8%). Todos los pacientes fueron canulados en la aorta ascendente, incluso aquellos con disección aórtica aguda, con

la técnica descrita por este grupo de Hannover en 2008<sup>9</sup>. El reemplazo del arco aórtico se realizó bajo paro circulatorio con hipotermia sistémica moderada (20°C-28°C) con perfusión cerebral anterógrada selectiva, por canulación directa de las arterias carótida izquierda e innominada, y oclusión de la arteria subclavia izquierda. El arco aórtico fue transversalmente seccionado inmediatamente distal a esta última arteria, la que luego fue anastomosada en todos los casos a la tercera rama del tubo protésico. Del mismo modo, en todos los casos se usó la cuarta rama para la perfusión corporal una vez terminada la anastomosis distal.

Shrestha y colaboradores describen también en esta publicación la evolución de la técnica quirúrgica iniciada en 2013, consistente en: 1) reducción de la embolia aérea, por insuflación de dióxido de carbono al campo operatorio; 2) disminución de la isquemia miocárdica a través de la cirugía del arco aórtico con el corazón latiendo; 3) protección medular con paro circulatorio hipotérmico, manteniendo la temperatura sistémica bajo 26°C, y drenaje perioperatorio del líquido raquídeo; 4) Disminución del tiempo de paro circulatorio, reiniciando la perfusión corporal y el recalentamiento sistémico, inmediatamente después de la anastomosis distal del arco aórtico y 5) Control endoscópico de la endoprótesis, en casos seleccionados.

En nuestros 4 pacientes nos hemos permitido algunas variaciones técnicas de la descrita en esta gran experiencia de Shrestha, como la canulación de la arteria axilar, con la cual tenemos ya una larga experiencia<sup>7</sup>, en lugar de la canulación de la aorta ascendente, como este propone, incluso en casos de disecciones agudas o crónicas. La canulación axilar permite, además, la perfusión cerebral anterógrada selectiva, por oclusión del tronco innominado, sin complicar el campo quirúrgico, como ocurre con la canulación directa de las arterias innominada y carótida común izquierda, que además tiene un riesgo propio de disección o embolia de estas. Otra alternativa, utilizada por otros grupos nacionales, es la canulación del tronco innominado, directamente (Seguel, Hospital Regional de Concepción<sup>10</sup>) o por interposición de un tubo protésico (Flores, Hospital Sótero del Río). Por otra parte, en todos los casos seccionamos el arco aórtico entre las arterias carótida y subclavia izquierdas, y no distal a esta última, como describen Svensson y colaboradores de la *Cleveland Clinic*<sup>11</sup>. Esto facilita la introducción anterógrada de la endoprótesis y la sutura del “collarete” de la anastomosis distal. Igualmente, la anastomosis de la arteria subclavia izquierda a la tercera rama es técnicamente difícil en muchos casos, por lo que sólo lo efectuamos en nuestro primer paciente. Por el contrario, un bypass carótido-subclavio es técnica-



mente muy sencillo para los cirujanos vasculares (en nuestra opinión, el riesgo de isquemia cerebral o medular en esta situación sería muy bajo). Igualmente, sólo en nuestro último caso utilizamos la cuarta rama para efectuar una perfusión corporal distal, y lo hicimos porque este caso correspondió a un aneurisma aterosclerótico. En los casos de disecciones crónicas, como en nuestros otros 3 casos, se establece una extensa circulación colateral que hace innecesario la perfusión corporal distal, lo que además resulta engorroso e inunda el campo operatorio de sangre (de hecho, en estos casos utilizamos la cuarta rama para aspirar la aorta descendente y mantener un campo opera-

torio exangüe). Finalmente, seguimos pensando que la hipotermia sistémica bajo 26°C, como recomienda Shrestha, es la mejor protección cerebral y medular en casos de paro circulatorio. Ello, aun cuando se utilice perfusión selectiva, en especial para grupos quirúrgicos con casuísticas limitadas, como en nuestro caso.

Como conclusión, esta nueva prótesis permitió, en 3 de los 4 pacientes operados, efectuar un reemplazo completo de la aorta en etapas, lo que efectuado en una sola hubiera tenido una muy alta mortalidad y morbilidad (nuestra cuarta paciente se apronta a completar el reemplazo total de su aorta aneurismática por vía endovascular).

## Referencias

1. BORST HG, WALTERBUSH G, SCHARPS D. Extensive aortic replacement using "elephant trunk" prosthesis. *Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 31: 37-40.
2. DAKE MD, MILLER DC, MITCHELL RS, SEMBA CP, MOORE KA, SAKAI T: The "first generation" of endovascular stent-graft for patients with aneurysms of the descending thoracic aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116: 689-703.
3. SUTO Y, YASUDA K, SHIYA N, MURASHITA T, KAWASAKI M, IMAMURA M, et al. Stented elephant trunk procedure for an extensive aneurysm involving distal aortic arch and descending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 112: 1389-90.
4. KATO M, OHNISHI K, KANEKO M, UEDA T, KISHI D, MI-ZUSHIMA T et al. New graft-implantation method for thoracic aorta aneurysm or dissection with a stented graft. *Circulation* 1996; 94: III188-93.
5. KARK M, CHAVAN A, HAGL C, FRIEDRICH H, GALANSKI M, HAVERICH A. The frozen elephant trunk technique: a new treatment for thoracic aortic aneurysm. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125: 1550-3.
6. SHRESTHA M, PICHLMAIER M, MARTENS A, HAGL C, KHALADJ N, HAVERICH A. Total aortic arch replacement with a novel four-branched frozen elephant trunk graft: first-in-man results. *Eur J Cardiothoracic Surg* 2013; 43: 408-10.
7. ZALAQUETT R, BAHAMONDES JC, MERTENS R, MORAN S, IRARRÁZVAL MJ, BECKER P, et al. Canulación de la arteria axilar para circulación extracorpórea. *Rev med Chile* 2003; 131: 390-6.
8. SHRESTHA M, KAUFELD T, BECKMANN E, FLEISSNER F, UMMINGER J, ALHADI F, et al. Total aortic arch replacement with a novel 4-branched frozen elephant trunk prosthesis: Single-center results of the first 100 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2016; 152: 148-59.
9. KHALADJ N, SHRESTHA M, PETERS S, STRUEBER M, KARCK M, PICHLMAIER M, et al. Ascending aortic cannulation in acute aortic dissection type A: the Hannover experience. *Eur J Cardiothoracic Surg* 2008; 34: 792-6.
10. SEGUEL E, STOCKINS A, GONZALEZ R, JADUE A, ALARCON E. Canulación de la arteria innominada para conexión a circulación extracorpórea en cirugía de la aorta. *Rev Chil Cirug* 2015; 67: 88-92.
11. SVENSSON L, KIM K, BLACKSTONE E, ALSTER J, McCARTHY P, GREENBERG R et al. Elephant trunk procedure: newer indications and uses. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 109-16.