

Cirugía de los aneurismas del arco aórtico

Salvador Torregrosa Puerta,
Francisco José Valera Martínez,
José Anastasio Montero Argudo

*Servicio de Cirugía Cardiovascular
Hospital La Fe. Valencia*

El aneurisma de arco aórtico (AAA) es la dilatación patológica que afecta a la porción horizontal de la aorta intratorácica. En el presente capítulo se analizan los principales aspectos relacionados con la historia natural y las complicaciones de esta enfermedad, fundamentalmente la rotura, así como los métodos diagnósticos, las indicaciones actuales de tratamiento quirúrgico según la evidencia disponible, la valoración del riesgo quirúrgico y el estudio preoperatorio necesario y las principales variantes técnicas de tratamiento, tanto en cirugía abierta como híbrida.

Palabras clave: Aorta. Aneurisma de arco aórtico. Sustitución de arco aórtico. Cirugía híbrida.

INTRODUCCIÓN

Se entiende por aneurisma de arco aórtico (AAA) la dilatación patológica de la aorta intratorácica que compromete la porción horizontal de la misma. Los AAA aislados son poco frecuentes, lo más habitual es que se encuentren asociados a dilatación de aorta ascendente, de aorta descendente, o de todo el conjunto de la aorta torácica.

Los factores responsables de la rotura de un aneurisma son: el tamaño en el momento del diagnóstico, la rapidez de crecimiento y la enfermedad asociada. El riesgo de rotura varía de forma exponencial con el diámetro del aneurisma. Así, aneurismas cuyo diámetro es menor de 4-5 cm tienen un riesgo de rotura entre 0-12%¹, mientras que en aneurismas de más de 6 cm el riesgo de rotura es cinco veces mayor, con una tasa lineal de rotura de 3,7%/año, y de rotura o disección aguda de 6,9%/año². Cuanto mayor es el aneurisma, más se ace-

Surgery of aortic arch aneurysms

Aortic arch aneurysm (AAA) is the pathological dilation affecting the horizontal portion of the intrathoracic aorta. In this chapter we discuss the natural history and key aspects of the complications of this disease, mainly rupture, as well as diagnostic tests, current indications for surgical treatment according to the available evidence, surgical risk assessment, preoperative study and major technical variations of treatment, both in open and hybrid surgery.

Key words: Aorta. Aortic arch aneurysm. Arch replacement. Hybrid surgery.

lera su expansión. La expansión anual media de aneurismas mayores de 5 cm de diámetro es de 7,9 mm, mientras que sólo es de 1,7 mm para aneurismas de diámetro inferior¹.

Los principales factores de riesgo de rotura asociados son la hipertensión arterial, la bronconeumopatía obstructiva crónica, el tabaquismo y la edad avanzada³.

La localización del aneurisma también es importante. Para un mismo diámetro, los de aorta ascendente tienen una tasa de rotura mayor que los de AAA. No obstante, es frecuente que los AAA se asocien con dilatación patológica de aorta ascendente. Otro factor es la resistencia de la pared aórtica en relación con la enfermedad subyacente. Los pacientes con síndrome de Marfan y síndromes pseudomarfanoides (distrofia anuloectásiante familiar, válvula aórtica bicúspide, etc.) presentan una tasa de rotura y/o disección mayor para un mismo diámetro.

Correspondencia:
Salvador Torregrosa Puerta
Servicio de Cirugía Cardíaca
Hospital La Fe
Avda. Campanar, 21
46009 Valencia
E-mail: torregrosa_sal@gva.es

DIAGNÓSTICO

Se basa en técnicas de imagen. Frecuentemente, los AAA son asintomáticos en el momento del diagnóstico, al que se llega durante un estudio médico por otra causa. Se puede establecer un diagnóstico de sospecha en pacientes con antecedentes familiares, signos compatibles con síndrome de Marfan, válvula aórtica bicúspide, etc.

Radiografía de tórax

Su interés reside en ser un método diagnóstico de rutina, permitiendo establecer un diagnóstico de sospecha ante la presencia de signos indirectos de crecimiento del arco aórtico. La existencia de un botón aórtico prominente, o bien de un crecimiento de la sombra mediastínica en el borde derecho, izquierdo o ambos del mediastino superior, debe hacer pensar en la existencia de un AAA. Su sensibilidad y especificidad son bajas.

Ecocardiografía

Es un método diagnóstico cuyo interés es similar al de la radiografía. Debe descartarse la existencia de un AAA al evaluar otras enfermedades relacionadas, por ejemplo, un aneurisma de aorta ascendente. Sin embargo, la ecocardiografía transtorácica está limitada en la visibilidad del arco aórtico, sobre todo, su parte distal, mientras que la transesofágica es poco útil debido a la presencia de los bronquios. Sin embargo, puede ser eficaz para evidenciar un trombo intraluminal, hematoma intramural, placas de ateroma o una falsa luz permeable.

Angiotomografía computarizada multicorte (ATC)

Es el «patrón oro» en la exploración de los aneurismas de la aorta torácica. No sólo permite visualizar la aorta, sino también las estructuras adyacentes, permitiendo una exploración completa en un solo examen. El desarrollo, en los últimos años, de la ATC helicoidal y de captación múltiple permite obtener imágenes en múltiples planos y reconstruirlas en dos y tres dimensiones, lo que facilita una visión completa, prácticamente en tiempo real, del órgano o lesión.

Angiorresonancia magnética (ARM)

La angiografía mediante la técnica de «contraste» con gadolinio es la más simple y más utilizada. La inyección de gadolinio se realiza en una vena periférica, no presentando los inconvenientes de la inyección intraarterial. Además, el gadolinio no posee la nefrotoxi-

cidad de los contrastes yodados, por lo que es el método de elección en pacientes con insuficiencia renal. Es un excelente medio de diagnóstico de la lesión crónica y de vigilancia postoperatoria a largo plazo, evitando la exposición repetida a los rayos X.

La ARM es más resolutoria que la ATC en la evaluación de la vascularización fina de las ramas de la aorta, aunque las actuales ATC de 64 sensores pueden igualar la definición vascular obtenida con la ARM. Es la técnica de elección para el análisis de la vascularización y lesión cerebral, que es imprescindible en el estudio preoperatorio del paciente con AAA.

INDICACIONES QUIRÚRGICAS

Se basan en la apreciación relativa del riesgo de rotura o disección en relación con el riesgo de mortalidad quirúrgica. Sentar la indicación es relativamente simple cuando se trata de un aneurisma de gran tamaño o sintomático, o bien, con signos de rotura inminente o ya roto. Salvo contraindicación mayor, se impone la cirugía.

Mucho más frecuentes son los aneurismas asintomáticos, descubiertos de forma ocasional durante un examen sistemático o durante el estudio de otra lesión aórtica o cardiovascular. Un estudio sobre 114 aneurismas torácicos de diversa localización mostró que la media del diámetro aórtico en el momento de la rotura era 5,8 cm³. No existen datos en la literatura específicos para los AAA, por lo tanto, se puede establecer que los que alcanzan 5,5-6 cm de diámetro deben ser operados (*recomendación clase I, nivel de evidencia C*). En los pacientes con síndrome de Marfan o pseudomarfanoides, existe indicación cuando el aneurisma alcanza un diámetro de 5 cm.

Es fácil sobrestimar o infraestimar el diámetro aórtico cuando la medición no es perpendicular al eje del vaso. Además, es indispensable que se considere el diámetro externo del vaso y no el interno. Por último, en caso de aorta tortuosa e imagen elíptica, sólo debe considerarse el diámetro del eje pequeño. La reconstrucción tridimensional con rotación espacial, utilizando los aparatos más recientes, permite evaluar exactamente el tamaño y morfología de la aorta y sus ramas.

Un estudio reciente ha relacionado el cociente entre el diámetro aórtico y la superficie corporal (*aortic size index*) con la incidencia de complicaciones (rotura, disección o muerte). Los pacientes se clasificaron en tres grupos: los de menos de 2,75 cm/m², de riesgo bajo (4%/año); entre 2,75-4,24 cm/m², de riesgo moderado (8%/año), y los que presentan índices superiores a 4,25 cm/m², de riesgo alto (20%/año). Concluye que el índice de diámetro aórtico es más importante que el

diámetro absoluto en la predicción de complicaciones. Los autores recomiendan reparación electiva antes de alcanzar un índice mayor de $2,75 \text{ cm/m}^2$ ⁴. Estos datos confirman que la mayoría de pacientes deberían intervenir-se antes de que el diámetro del aneurisma alcance 6 cm.

VALORACIÓN DEL RIESGO QUIRÚRGICO

Edad

La edad en sí misma no es una contraindicación, pero constituye un factor de riesgo evidente por sus consecuencias sobre el estado clinicopatológico del individuo, las cuales permiten determinar la esperanza y calidad de vida del paciente y compararlas al beneficio que puede aportar la cirugía. Por lo tanto, un estudio preoperatorio de comorbilidad y el análisis individualizado es imprescindible para sentar la indicación de cirugía en el paciente añoso.

Examen cardiovascular

Debe realizarse una ecocardiografía para evaluar la función ventricular y valvular. La insuficiencia aórtica es frecuente en aneurismas de aorta ascendente, y la estenosis aórtica en pacientes arterioscleróticos, añosos e hipertensos. La existencia de una valvulopatía obliga a su reparación durante el acto quirúrgico.

Es también importante conocer el estado del árbol coronario. La enfermedad coronaria constituye uno de los principales factores de riesgo de mortalidad en la cirugía de los aneurismas de aorta torácica. A todos los pacientes mayores de 45 años, o bien con factores de riesgo coronario, clínica actual o pasada de cardiopatía isquémica y/o datos ecocardiográficos indirectos se les debe estudiar para descartar coronariopatía significativa. En caso de estenosis coronaria susceptible de dilatación, ésta debe ser practicada antes del tratamiento del aneurisma. Si existe indicación de revascularización coronaria quirúrgica, debe realizarse en el transcurso de la cirugía del AAA.

Examen respiratorio

Especialmente importante en pacientes con posibilidad de toracotomía. Un volumen espiratorio máximo por segundo (VEMS) menor o igual a 1.000 ml constituye una contraindicación prácticamente absoluta (recomendación clase I, nivel de evidencia C). La suspensión del tabaco y la fisioterapia respiratoria durante las semanas previas son de gran utilidad para mejorar el pronóstico.

Examen neurológico

Es esencial analizar el estado de los vasos del cuello y la circulación intracraneal. La existencia de enfermedad cerebrovascular extracraneal se asocia a complicaciones neurológicas postoperatorias. Estaría indicado resolver la estenosis carotídea antes de proceder con la cirugía del arco, si es posible, o bien durante el desarrollo de la misma si ésta no es demorable.

Por otra parte, un polígono de Willis insuficiente puede entrañar una isquemia cerebral contralateral en caso de perfusión selectiva aislada de una carótida. Un polígono de Willis incompleto ha sido identificado en un 8% de casos⁵. Por lo tanto, la realización de ARM cerebral preoperatoria es recomendable y, en todo caso, obligada en pacientes con antecedentes neurológicos y/o soplo cervical. Además, permite visualizar y analizar el parénquima cerebral y descubrir lesiones preexistentes.

Examen hepatorenal

Una insuficiencia hepática grave constituye una contraindicación, dado el riesgo hemorrágico que implica durante y después de la cirugía del arco aórtico (recomendación clase I, nivel de evidencia C). La afectación de la función renal no constituye una contraindicación, pero puede complicar la evolución postoperatoria.

TÉCNICA QUIRÚRGICA DE LA SUSTITUCIÓN TOTAL DEL ARCO AÓRTICO

Se describe el procedimiento para sustitución total del arco, la técnica más compleja. A partir de las diferentes fases constituyentes de la técnica se pueden abordar resecciones parciales y más limitadas del arco aórtico.

La vía de abordaje habitual para sustitución de aorta ascendente, arco aórtico y aorta descendente proximal es una esternotomía media que se puede prolongar hacia el borde interno del músculo esternocleidomastoideo izquierdo. Si se requiere una resección más extensa, de aorta descendente, se gira al paciente 20-30° hacia la derecha y se realiza una combinación de esternotomía media y toracotomía anterior izquierda por el cuarto o sexto espacio intercostal, o bien una toracotomía anterior bilateral por el cuarto espacio (*clamshell*). Para este abordaje la intubación con una cánula de doble luz permite el colapso del pulmón izquierdo, y facilita la disección de la aorta descendente.

Se diseca el tronco arterial braquiocefálico (TBC) hasta su bifurcación, y se valora la posibilidad de establecer la canulación arterial a nivel del TBC distal. Si el

TBC presenta enfermedad, se trata de una reintervención, o bien, es la preferencia del cirujano, se expone la arteria axilar derecha mediante una incisión infraclavicular. A continuación se disecan las arterias carótida izquierda (ACI) y subclavia izquierda (ASI). Otra opción de canulación es la arteria femoral, todavía usada por algunos grupos, aunque la canulación proximal es cada vez más utilizada. Mención especial merecen los casos de reintervención o con aneurismas gigantes con adherencias firmes y estrechas a la tabla esternal; en estos casos, se prefiere la canulación periférica femorofemoral o entre arteria axilar y vena femoral, iniciando la CEC e incluso enfriando antes de hacer la esternotomía.

Tras heparinizar, la cánula del TBC o la axilar pueden insertarse directamente a través de una arteriotomía o interponiendo un injerto de dacrón. Se canula la aurícula derecha y se inicia la CEC. Se coloca un catéter de aspiración en ventrículo izquierdo. Una cánula de cardioplejía se inserta en la aorta ascendente, si no existe insuficiencia aórtica, y otra en el seno coronario.

La disección de la aorta torácica se lleva a cabo antes de iniciar el enfriamiento. Se disecan las zonas previstas de anastomosis proximal y distal y se rodean con una cinta los nervios vago y frénico izquierdos, para evitar dañarlos. Cuidado especial merece en esta zona el esófago, que se encuentra estrechamente relacionado con la porción proximal de la aorta descendente.

Durante la fase final de la disección aórtica, se inicia la hipotermia. A 31 °C, se pinza la aorta ascendente distal y se administra la cardioplejía. Dado que los tiempos de isquemia cardíaca suelen ser prolongados, la cardioplejía suele administrarse de forma intermitente por vías anterógrada y retrógrada. Se secciona la aorta ascendente en el nivel adecuado, y se selecciona un injerto de dacrón con tres ramas de un diámetro 2-4 mm menor que el diámetro de la aorta ascendente. Se hace corresponder las ramas del injerto con los troncos supra-aórticos y se secciona proximalmente el injerto, sobrepasando unos 5-10 mm el borde de sección de la aorta ascendente. Estos 5-10 mm que sobran de injerto son evertidos, como los puños de una manga de camisa. Se colocan dos puntos en U de polipropileno 4/0 entre la reflexión del manguito (de arriba abajo) y el remanente de aorta por encima de los orificios de las arterias coronarias (de dentro a fuera), y luego se pasan a través de una tira de teflón en el exterior de la aorta. El injerto es transportado, por medio de estas suturas, al interior de la aorta. La aorta es anastomosada al manguito con sutura de polipropileno 4/0, incorporando la tira de teflón (Fig. 1). Esta sutura es rápida, ya que existe un espacio entre el manguito y el injerto para el alojamiento de la aguja, y los bordes de la aorta e injerto están superpues-

Figura 1. Anastomosis proximal según técnica de manguito.

tos. Es una sutura altamente hemostática debido a la inclusión del injerto dentro de la aorta, con el consiguiente aumento del área de contacto entre ellos, y al efecto de autotensado de la sutura con el restablecimiento del flujo sanguíneo. Otra ventaja es la facilidad para la colocación de puntos adicionales en los sitios de fuga sanguínea, una vez restablecido el flujo arterial, por la presencia de este espacio entre el injerto y la línea de sutura, donde las paredes del injerto y aorta están superpuestas⁶. Alternativamente a este tipo de anastomosis se puede realizar una sutura continua sin refuerzo, usar bandas de teflón sin eversión del injerto, o bien emplear sellantes del tipo de las colas biológicas o sintéticas.

Durante la sutura proximal la temperatura habrá descendido por debajo de 20 °C (hipotermia profunda). Se empaqueta la cabeza en hielo y se administran 10 mg/kg de tiopental y metilprednisolona. Se reduce el flujo de bomba, se pinzan la línea venosa y arterial y, finalmente, se detiene la circulación –en caso de usar bomba de rodillo, pararemos la bomba antes de pinzar la línea arterial–. Con esta secuencia, se evita el robo sanguíneo del paciente hacia el reservorio y se mantiene la aorta torácica llena de sangre tras su apertura, lo cual facilitará el purgado durante la anastomosis final entre el injerto y aorta descendente. A continuación, se pinzan

Figura 2. Hipotermia profunda y perfusión cerebral por TBC o axilar, mientras se reimplantan TBC y ACI.

los tres troncos supraaórticos lejos del origen aórtico en zona libre de ateroma. Se inicia perfusión cerebral anterógrada por la cánula de TBC o axilar a un flujo de 10 ml/kg/min y temperatura de 20 °C. La presión de perfusión puede monitorizarse en arteria radial derecha si se ha canulado el TBC, o bien en subclavia proximal o TBC si se ha canulado la axilar, y se mantiene entre 50-70 mmHg.

Se abre longitudinalmente aorta ascendente distal y arco aórtico para acomodar el injerto y se seccionan el TBC y ACI en un nivel adecuado para la anastomosis. En primer lugar, la ACI se anastomosa a la segunda rama del injerto, y a continuación se anastomosa el TBC a la rama proximal del injerto utilizando polipropileno 5/0 (Fig. 2).

Se coloca un catéter de aspiración en el injerto de aorta ascendente y se purga el aire intracardiaco. Se despinza la ACI y se rellena el injerto con sangre hasta que fluye por su extremo distal; se despinza el TBC para purgar la rama, se coloca una pinza vascular en la tercera rama del injerto, y otra en el extremo distal del injerto. Se despinza el TBC, se aumenta el flujo a 15 ml/kg/min y se reinicia la reperfusión cardíaca y perfusión por las dos carótidas (Fig. 3). En unos 15-20 min desde el inicio de la parada circulatoria se restablece la perfusión anterógrada por ambas carótidas, sin necesidad de canulación directa de las mismas y el riesgo que ello conlleva de movilización de placas de ateroma. Podríamos llamar

Figura 3. TBC y ACI reimplantados, reperfusión cardíaca y perfusión cerebral anterógrada por vertebral derecha y ambas carótidas.

a esta modificación de la técnica *arch first*⁷ perfusión cerebral secuencial de ambas carótidas.

Antes de anastomosar la ASI, se puede realizar la anastomosis distal en aorta descendente para ahorrar tiempo de isquemia medular y visceral. La aorta descendente se secciona en el nivel apropiado. Para hacer esta anastomosis más cómoda, es recomendable utilizar de forma separada un tubo recto de dacrón de 10 cm de longitud y un diámetro 2-4 mm menor que la aorta descendente. De forma similar a la anastomosis proximal, el injerto es evertido a partir de uno de los extremos, en la mayor parte de su longitud. Este injerto, así preparado, se pliega a lo largo de su eje longitudinal, se introduce en la aorta descendente y se realiza la anastomosis, con sutura continua de polipropileno 4/0, entre el extremo evertido del injerto y la aorta descendente⁸, reforzada con una tira externa de teflón (Fig. 4). Tras finalizar la sutura, el injerto es extraído de la luz aórtica, adoptando la anastomosis una forma similar a la realizada previamente en la aorta ascendente (manguito) y, por lo tanto, presentando las mismas ventajas de rapidez, hemostasia y facilidad para la colocación adicional de puntos en las zonas de fuga sanguínea. Una vez más, y alternativamente, puede realizarse la anastomosis con sutura continua sin evertir el injerto, con bandas de teflón de refuerzo y/o uso de sellantes.

El injerto de tres ramas se pasa por detrás del pedículo conteniendo el nervio vago y frénico izquierdo y queda enfrentado con el injerto de aorta descendente. Se recortan oblicuamente los extremos de ambos injertos,

Figura 4. Anastomosis distal según técnica de «manguito revertido».

para adecuarse a la curvatura de la aorta a este nivel, y se realiza la anastomosis entre injertos. Como la aorta descendente se ha mantenido repleta de sangre gracias a las maniobras previas al establecimiento de la parada circulatoria, el purgado de esta última anastomosis es sencillo. Antes de finalizar la anastomosis, se pinza, si es posible, la aorta descendente, se reduce el flujo de bomba, se retira la pinza del injerto ramificado y se permite el purgado de aire mientras se completa la anastomosis (Fig. 5). Se reinicia la perfusión sistémica y se procede al recalentamiento del paciente. Por último, se realiza la anastomosis entre la tercera rama del injerto y la ASI.

Ventajas de la técnica

- Simplicidad: una sola cánula arterial, sin necesidad de modificarla de sitio, y circuito convencional de circulación extracorpórea (CEC), sin ramificaciones en la línea arterial.
- Perfusión cerebral de dos carótidas sin necesidad de canulación endoluminal, evitando lesionar la íntima.
- Reducción del tiempo de isquemia cardíaca, al realizar la sustitución de proximal a distal, lo que permite reperfundir precozmente el corazón.

Figura 5. Sutura injerto con injerto e inicio de perfusión sistémica.

- Técnica de anastomosis proximal y distal cómoda y hemostática.

Inconvenientes de la técnica

- Necesidad de hipotermia profunda inferior a 20 °C debido al empleo de parada circulatoria sistémica y ausencia de una segunda cánula arterial distal al arco aórtico para perfusión medular y visceral, aunque la técnica permite asociar esta segunda cánula, si se desea.
- Empleo de sutura adicional injerto con injerto, aunque de fácil realización.

Alternativas técnicas

Alternativas válidas y contrastadas en la cirugía del arco aórtico son:

- Anastomosis de los tres troncos supraaórticos en bloque a partir de una pastilla de aorta (parche de Carrel), para lo cual se usa un injerto recto sin ramas. Esto requiere ausencia de afectación importante de los troncos a nivel de los orificios de los mismos.
- Realización en primer lugar de la anastomosis aórtica distal en aorta descendente, como ya se ha apuntado previamente. En este caso, tras anastomosar el injerto a la aorta se canula directamente o a través de una rama lateral y se reinicia la CEC, procediendo a anastomosar los

troncos supraaórticos a continuación y realizando la reparación proximal durante el recalentamiento.

- Perfusión cerebral retrógrada en lugar de anterógrada que, aunque menos utilizada actualmente, es empleada por algunos grupos para tiempos de parada circulatoria menores. Algunos centros de gran experiencia abogan incluso por la parada circulatoria hipotérmica sin perfusión cerebral para tiempos de parada inferiores a 20-30 min, sin que por ello se haya objetivado mayor tasa de complicaciones neurológicas. Otra alternativa que se emplea actualmente es no utilizar parada circulatoria, para lo cual se realiza perfusión cerebral selectiva a 15° y perfusión hipotérmica moderada o incluso normotérmica distal al arco aórtico.
- Anastomosis distal en «trompa de elefante», en aquellos casos con aorta descendente no aneurismática o ligeramente dilatada en la que se prevé una actuación quirúrgica abierta o endovascular en el futuro. Existen prótesis híbridas con endoprótesis distal que simplifican el procedimiento (descritas brevemente más abajo y de forma detallada en capítulo aparte).

TRATAMIENTO ENDOVASCULAR DEL AAA

Técnicas utilizando circulación extracorpórea (tratamiento híbrido, endoprótesis por vía abierta, trompa de elefante con endoprótesis).

Con la idea de mejorar los resultados de la cirugía del arco aórtico, Kato, et al.⁹ desarrollaron un tratamiento aparentemente menos agresivo, basado en el empleo de técnicas endovasculares asociadas a las quirúrgicas (tratamiento híbrido). El método supone la fijación distal mediante una endoprótesis autoexpandible, que se inserta en el interior de un injerto vascular. A diferencia del tratamiento quirúrgico convencional, que requiere disección, incisión y sutura en las zonas proximal y distal, la técnica híbrida requiere estas complejas maniobras sólo en la zona anastomótica proximal. Además, la vía de abordaje única es la esternotomía media, independientemente de la extensión en aorta descendente. Estas técnicas son útiles en pacientes de alto riesgo y en los que presentan toracotomía previa. Sin embargo, los pacientes con cirugía previa de aorta abdominal que requieren una implantación baja de la endoprótesis en aorta descendente presentan un alto riesgo de lesión medular con esta técnica, y deberían tratarse mediante cirugía convencional, o bien, tratamiento endovascular sin CEC¹⁰.

En el aneurisma verdadero, el diámetro aórtico de la zona anastomótica distal es el que se corresponde exactamente con el visualizado en la ATC. En la disección crónica, el diámetro luminal verdadero se calcula en la ATC mediante planimetría de la circunferencia de la luz verdadera a nivel de la anastomosis distal ($D = Cf/3,14$, donde D es diámetro y Cf es circunferencia).

La endoprótesis se compone de un estabilizador (*stent*) de acero inoxidable en forma de Z y un injerto de dacrón. El *stent* se inserta en la parte distal del injerto mediante sutura de puntos sueltos de polipropileno 5/0; no obstante, la extensión del mismo dentro del injerto es variable, dependiendo de las necesidades de cada caso, pudiendo ocupar casi toda la extensión de este último, siempre que quede suficiente amplitud de injerto libre en la parte proximal para permitir la sutura del mismo en la aorta. El diámetro del injerto se sobredimensionará un 10% del diámetro de la aorta distal en el aneurisma arteriosclerótico y un 20% del diámetro de la luz verdadera en el caso de la disección. El diámetro del *stent* es proporcional al del injerto: es de 40 mm para un injerto de diámetro mayor o igual a 28 mm, y de 30 mm para un injerto de diámetro menor o igual a 26 mm.

Dependiendo de la extensión del aneurisma diferenciaremos dos tipos de técnicas:

- Técnicas con circulación extracorpórea.
- Aneurisma de arco aórtico distal. La vía es la esternotomía. Previa heparinización, se procede a la canulación arterial y venosa, de forma similar a la empleada para la sustitución total del arco aórtico. Se inicia CEC e hipotermia. Alcanzada una temperatura de 18 °C, se pinza la aorta ascendente y se administra cardioplejía. A continuación, se detiene la CEC siguiendo los pasos descritos y se pinzan los troncos supraaórticos, iniciando perfusión cerebral, a través de la cánula de TBC o axilar, a un flujo de 10 ml/kg/min.

Se secciona el arco aórtico entre las arterias carótida y subclavia izquierdas o en la base de esta última y, bajo control con ecocardiografía transesofágica, se introduce un catéter curvilíneo de 30F, que contiene la endoprótesis, en la aorta descendente hasta un punto que permita un contacto estrecho de 25 mm de longitud entre la misma y la pared vascular. Se procede entonces a desplegar la endoprótesis, manteniendo una varilla, que hace de émbolo, en el interior del catéter mientras se retira este último. Tras la expansión de la endoprótesis se fija a la pared aórtica mediante una sonda-balón de Foley de 14F. Finalmente, el extremo proximal de

Figura 6. Trompa de elefante con soporte en el aneurisma de arco aórtico distal.

la endoprótesis se anastomosa al cuello proximal del saco aneurismático a través del borde de sección en el arco aórtico, incorporando en la sutura este último (Fig. 6). Durante el recalentamiento, si es necesario, se realiza una derivación entre la aorta descendente y la arteria subclavia izquierda.

- Aneurisma total de arco aórtico con extensión a aorta descendente. La reparación se realiza por esternotomía media. Se siguen los pasos indicados para la sustitución total del arco aórtico en las figuras 1, 2 y 3. A partir de aquí, se introduce la endoprótesis de manera similar a la descrita en el aneurisma de arco aórtico distal. Una vez implantada, su extremidad proximal se anastomosa a la prótesis trifurcada de arco aórtico, mediante una sutura de polipropileno 4/0, que incluye la pared del aneurisma (Fig. 7).
- Técnicas sin circulación extracorpórea. Este tipo de procedimientos deben reservarse para pacientes en los que la reparación quirúrgica con CEC, hipotermia profunda y parada circulatoria esté contraindicada o presente un riesgo prohibiti-

Figura 7. Trompa de elefante con soporte en aneurisma de arco aórtico con extensión a aorta descendente.

vo. También podría considerarse su empleo en pacientes que rechacen la técnica convencional. Comprende dos fases:

- Transposición arterial. Por esternotomía media y sin CEC se realiza una derivación desde aorta ascendente a los troncos supraaórticos cuyo orificio quede comprometido por el aneurisma o la zona limítrofe (*landing zone*) necesaria para anclar posteriormente la endoprótesis. Si la endoprótesis necesita ocluir los tres troncos para un anclaje seguro, utilizaremos un injerto de dacrón trifurcado para la derivación de los mismos a aorta ascendente (injerto vascular bifurcado, de 16 × 8 o 18 × 9 mm, al que se le anastomosa en el cuerpo un injerto vascular de 10-12 mm). El procedimiento se realiza con heparina (1 mg/kg) y oclusión lateral de aorta ascendente, anastomosando las ramas a los troncos supraaórticos con polipropileno 5/0 y suturando el muñón aórtico de los mismos (Fig. 8); la rama de 10-12 mm se reserva para el TBC^{11,12}. Se puede también reimplantar directamente la ACI en el TBC y la ASI en la ACI mediante anastomosis terminolateral¹³.

A**B**

Figura 8. **A:** aneurisma de arco afectando a ACI y ASI. Transposición de troncos mediante injerto bifurcado. **B:** segundo tiempo. A la izquierda, aneurisma disecante crónico de arco aórtico. A la derecha, liberación de endoprótesis sin circulación extracorpórea, mostrando exclusión completa del aneurisma.

- Liberación de la endoprótesis. Ésta puede llevarse a cabo inmediatamente después de la translocación de los troncos, si se dispone de equipamiento radiológico en quirófano, o bien, al día siguiente o en los próximos días, trasladando al paciente a la sala de radiología intervencionista. Bajo anestesia general y monitorización de la presión del líquido cefalorraquídeo, se disecciona la arteria femoral. Tras heparinización con 5.000 UI, se practica una arteriotomía femoral y el sistema de liberación de la endoprótesis se hace avanzar a través de ella hasta la aorta ascendente, bajo control fluoroscópico. Después, se despliega una endoprótesis de un diámetro 10-20% mayor que el diámetro de la

aorta ascendente, la cual queda anclada desde la aorta ascendente distal al injerto de los troncos supraaórticos, hasta la aorta descendente (Fig. 8).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

Los aneurismas de arco aórtico constituyen una enfermedad grave, cuya incidencia real en la población es desconocida y, en todo caso, superior a la registrada, dado que la mayoría son asintomáticos. El riesgo de complicaciones depende del tamaño, rapidez de crecimiento, comorbilidad y existencia de enfermedad estructural de la pared aórtica. Dentro de la batería diagnóstica, la

técnica más útil es la ATC, siendo la RM una técnica complementaria de estudio de vascularización cerebral y periférica y muy importante en el seguimiento de la aorta intervenida.

Las indicaciones de tratamiento quirúrgico de los AAA dependen del riesgo estimado de complicaciones en relación con el riesgo quirúrgico, y podemos establecer las siguientes recomendaciones teniendo en cuenta la evidencia científica:

- AAA complicados (disección/rotura): indicación de cirugía urgente, siempre salvo contraindicación mayor.
- AAA no complicados: indicación de cirugía con diámetro mayor de 5,5-6 cm (5 cm en pacientes con síndrome de Marfan o marfanoides).

La valoración del riesgo quirúrgico es fundamental porque nos permitirá, por una parte, identificar alteraciones que deberán ser corregidas antes o en el mismo momento que se trata el aneurisma (p. ej. estenosis carotídeas, enfermedad coronaria, valvulopatías), y, por otra, detectar alteraciones graves que pueden suponer una contraindicación firme a la cirugía (bronconeumopatía, insuficiencia hepática).

En el presente capítulo se ha detallado la sustitución total del arco con reimplante de troncos supraaórticos según una técnica que permite perfusión anterógrada selectiva secuencial con un circuito de circulación extracorpórea sencillo, pero al mismo tiempo se explican las diferentes alternativas quirúrgicas y de protección cerebral existentes en el *armamentarium* terapéutico, incluyendo las prometedoras técnicas de cirugía endovascular e híbrida. Creemos que, sin olvidar unos principios básicos de tratamiento, cada grupo quirúrgico debe elegir aquella técnica en la que tenga mayor experiencia y le reporte los mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. McNamara JJ, Pressler VM. Natural history of arteriosclerotic thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 1978; 26:468-73.
2. Davies RR, Goldstein LJ, Coady MA, et al. Yearly rupture or dissection rates for thoracic aortic aneurysms: simple prediction based on size. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:17-28.
3. Juvonen T, Ergin MA, Galla JD, et al. Prospective study of the natural history of thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 1997;63:1533-45.
4. Davies RR, Gallo A, Coady MA, et al. Novel measurement of relative aortic size predicts rupture of thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 2006;81:169-77.
5. Dossche KM, Schepens MAAM, Morshuis WJ, Muysoms FE, Langemeijer JJ, Vermeulen FEE. Antegrade selective cerebral perfusion in operations on the proximal thoracic aorta. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1904-10.
6. Oda K, Akimoto H, Hata M, et al. Use of cuffed anastomosis in total aortic arch replacement. *Ann Thorac Surg.* 2003; 76:952-3.
7. Kouchoukos N, Masseti P. Total aortic arch replacement with a branched graft and limited circulatory arrest of the brain. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;128:233-7.
8. Hsieh SR, Verrier ED. A short wholly inside-out reversed vascular graft facilitating difficult aortic anastomosis. *Ann Thorac Surg.* 2005;80:1534-6.
9. Kato M, Ohnishi K, Kaneko M, et al. New graft-implanting method for thoracic aortic aneurysm or dissection with a stented graft. *Circulation.* 1996;94 Suppl II:188-93.
10. Flores J, Kuniyama T, Shiiya N, Yoshimoto K, Matsuzaki K, Yasuda K. Extensive deployment of the stented elephant trunk is associated with an increased risk of spinal cord injury. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;131:336-42.
11. Dietl CA, Kasirajan K, Pett SB, Wernly JA. Off-pump management of aortic arch aneurysm by using an endovascular thoracic stent graft. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003; 126:1181-3.
12. Carrel TP, Do DD, Triller J, Schmidli J. A less invasive approach to completely repair the aortic arch. *Ann Thorac Surg.* 2005;80:1475-8.
13. Czerny M, Zimpfer D, Fleck T, et al. Initial results after combined repair of aortic arch aneurysms by sequential transposition of the supra-aortic branches and consecutive endovascular stent-graft placement. *Ann Thorac Surg.* 2004; 78:1256-60.