

Cirugía endovascular de los aneurismas de aorta torácica

C. Vaquero-Puerta, V.M. Gutiérrez-Alonso, S. Carrera, J.A. González-Fajardo, E.M. San Norberto-García, M.L. del Río-Solá, I. del Blanco-Alonso, N. Cenizo, J.A. Brizuela-Sanz, L. Mengíbar- Fuentes, M.A. Ibáñez-Maraña

CIRUGÍA ENDOVASCULAR DE LOS ANEURISMAS DE AORTA TORÁCICA

Resumen. Objetivo y desarrollo. Se realiza una revisión de la problemática que plantea el tratamiento endovascular de los aneurismas de aorta torácica de origen ateroscleroso. Para ello, se analizan los aspectos implicados en esta opción terapéutica que condicionan múltiples aspectos: desde los basados en la edad, estado general del paciente, patología asociada, los factores de riesgo desde un punto de vista general hasta otros más específicos, según la morfología de las lesiones en los aspectos de diámetro, extensión, afectación de ramas colaterales o viscerales, existencia de trombo mural o angulaciones o plicaturas. El tratamiento también está condicionado por la posibilidad de colocación de diferentes tipos de endoprótesis, las cuales aseguran en mayor o menor grado, junto con la implicación de aspectos biológicos, los resultados del tratamiento a corto y largo plazo. Se discute la evidencia de los resultados de la cirugía abierta convencional y las posibilidades futuras en comparación con las aportaciones de nuevas técnicas diagnósticas y la aparición de nuevos dispositivos de aplicación endovascular. [ANGIOLOGÍA 2006; 58 (Supl 1): S25-S35]

Palabras clave. Aneurisma. Aorta. Aterosclerosis. Endoprótesis. Endovascular. Tratamiento. Torácico.

Introducción

La arteriosclerosis es una enfermedad degenerativa de las arterias con bases naturales y soportadas en el envejecimiento. Se trata de un proceso degenerativo de la pared vascular arterial caracterizado generalmente por procesos oclusivos y, en algunas ocasiones, aneurismáticos. La ateromatosis sería la degeneración parietal con el desarrollo de la denominada 'placa de ateroma'. Los procesos aneurismáticos se han vinculado en la mayoría de las ocasiones con la aterosclerosis, aunque a veces se les reconocen otras bases fisiopatológicas, sin poder precisarse clara-

mente en el momento actual qué factores originan la base del proceso aneurismático. No obstante, son bien conocidos los fenómenos que se producen en la pared del vaso y, más concretamente, en cada una de las capas estructurales [1,2].

Los aneurismas de aorta torácica presentan unas características desde el punto de vista estructural y morfológico que van a condicionar en parte su tratamiento, por lo que estas circunstancias son importantes en su consideración para proyectar la estrategia adecuada en su tratamiento [3,4] (Fig. 1). Entre las características estarían el tipo lesional en su forma aneurismática, como sacular, fusiforme o irregular; el grado de dilatación del conducto arterial, lo que se considera diámetro aneurismático; la irregularidad de su calibre; la existencia de plicaturas, estenosis y sectores oclusivos; la afectación de las ramas viscerales, ya sean los troncos supraórticos o las nutricias de los órganos o vísceras abdominales; la posible afec-

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid, España.

Correspondencia: Dr. Carlos Vaquero Puerta. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Avda. Ramón y Cajal, 3. E-47005 Valladolid. E-mail: cvaquero@med.uva.es

© 2006, ANGIOLOGÍA



Figura 1. Angiografía de un aneurisma torácico de la parte distal de la aorta.



Figura 2. Reconstrucción tridimensional de la aorta torácica donde se puede visualizar un aneurisma sacular.

tación de las arterias de irrigación medular, en especial, la de Adamkiewicz [5]; la existencia de lesiones ateromatosas en el resto del sistema vascular arterial; la frecuente existencia de trombos murales, o el grado de calcificación de la arteria [6] (Fig. 2).

Desde el punto de vista de las connotaciones directas de la patología de la aorta torácica, al estar situada en un nivel proximal en la cavidad torácica, cerca en su origen del corazón y antes de la emergencia de ella de importantes ramas viscerales, implica una gran relevancia vital por tratarse de un vaso de gran calibre, su situación en la cavidad torácica, ser el vaso distribuidor de aportación sanguínea al organismo y su condición de vaso arterial de gran débito [7,8].

Con respecto a las características de los pacientes, la enfermedad ateromatosa afecta generalmente a ancianos. En muchas ocasiones, los enfermos tienen

patología asociada, muy especialmente la cardíaca, sobre todo coronaria, problemas de insuficiencia renal o de procesos respiratorios. La edad avanzada de muchos de ellos, y sin que exista una patología especial, sino por el propio desgaste evolutivo de su organismo, les confiere un grado de riesgo ante cualquier procedimiento que se plantee realizar, evidentemente superior en el caso de los más agresivos [7,9].

Tradicionalmente, este tipo de patología se trataba mediante cirugía convencional, por lo general, con sustitución del sector del vaso afectado por un segmento tubular protésico. Con la aparición y desarrollo de las endoprótesis se ha revolucionado la estrategia del tratamiento de aorta torácica, ya que se ha encontrado una alternativa terapéutica inicialmente de más sencilla realización, menor mortalidad y morbilidad [10]. Las indicaciones de un tratamien-

to endovascular en el aneurisma ateromatoso de la aorta torácica se centrarían en el momento actual en criterios coincidentes con la cirugía abierta convencional con relación al tamaño o diámetro aneurismático; se tratan los superiores a 5 o 6 cm, según los autores, en pacientes de edad avanzada en quienes se presuman problemas ante una cirugía convencional [11]. Algunos autores incluyen a los pacientes con edad superior a los 65 años y a los pacientes de alto riesgo quirúrgico que precisen un tratamiento del aneurisma torácico [12].

Por otro lado, las contraindicaciones o limitaciones se centrarían en la imposibilidad de fijación de los extremos proximales o distales de la endoprótesis. Para obviar estos aspectos, se han desarrollado estrategias de oclusión de ramas, incluso vitales, mediante revascularización por procedimientos convencionales. Constituyen los que se denominan 'procedimientos híbridos', en la imposibilidad de navegación por la arteria por plicaturas, elongaciones, estenosis, obstrucciones o arterias de calibres limitados, circunstancias que también se han afrontado con cirugías más proximales o con tratamientos previos de este tipo en situaciones con angioplastias, mediante colocación de *stent*, o reparaciones arteriales. Especial consideración debe prestarse a la mujer en el tratamiento endovascular de su patología aórtica aneurismática por la tendencia a presentar arterias de pequeño calibre, lo que exige un estudio minucioso de la vía de cirugía [13].

La situación de la rotura del aneurisma de aorta torácica es un estado de suma gravedad, en primer lugar, por el calibre e importancia del vaso afectado y por la localización de éste. En estos casos, la cirugía convencional obtiene muy malos resultados y es donde una implantación de endoprótesis puede mejorar la supervivencia a pesar de la alta mortalidad que comportan estos procesos. La precariedad del tratamiento de este tipo de problemas se centra fundamentalmente en la limitación de la información acerca de la morfología del aneurisma motivada por la situa-

ción de urgencia en que se trata al paciente, con los estudios limitados a lo imprescindible y sin que permitan una planificación sosegada del problema. A ello había que añadir la peor calidad de las imágenes obtenidas, fundamentalmente, por la nueva situación de alteración estructural provocada por la ruptura evidentemente incompleta a la que se unen los cambios estructurales ocasionados por la enfermedad soporte del problema como es la aterosclerosis [14,15].

Desarrollo

La técnica endovascular torácica se fundamenta en la oclusión de los procesos aneurismáticos mediante la implantación de un sistema tubular flexible, constituido por una estructura formada por un esqueleto metálico y recubierta con una tela plástica, generalmente poliéster o teflón. El sistema debe de coaptarse con determinados segmentos, fundamentalmente con los extremos proximales y distales, lo que es de especial relevancia en el caso del primero con la pared arterial interna para lograr aislar sin fugas la zona que se pretende excluir. La problemática de la implantación se centra, en primer lugar, en la posibilidad de acceso con desplazamiento del dispositivo desde arterias periféricas hasta el lugar de su colocación y, posteriormente, lograr desplegarlo. Todos los dispositivos se introducen plegados sobre un vástago y se despliegan después, aprovechando la capacidad expansiva del soporte metálico. En todos los casos existen momentos de oclusión temporal de la aorta, en algunos dispositivos en un tiempo corto y en otros más prolongado. Esta circunstancia exige, o por lo menos recomienda, su despliegue en situaciones de hipotensión, con objeto de evitar que el bolo sanguíneo desplace el dispositivo endoprotésico a la parte distal e impida su colocación adecuada [16] (Figs. 3, 4 y 5).

Las limitaciones del dispositivo son, principalmente: a) la imposibilidad de sellado por falta de coaptación de la pared de la endoprótesis [17], debi-



Figura 3. Campo operatorio de la implantación de una endoprótesis torácica desde un acceso retroperitoneal en la arteria iliaca común derecha.



Figura 4. Representación del despliegue de una endoprótesis en el tratamiento de un aneurisma fusiforme torácico.

do a las características técnicas sobre todo de los segmentos proximales por rigidez o falta de flexibilidad del dispositivo; b) los problemas de fijación, especialmente en el área proximal, ya que en ésta se basan casi todos los casos, salvo algún dispositivo provisto de *stent* de fijación o de ganchos o en la propia fuerza radial del dispositivo; y c) los problemas derivados por el desgaste de los materiales [18] que se centran a medio o largo plazo en fracturas del material del esqueleto metálico, roturas de la cubierta de la tela o de las suturas de fijación del esqueleto a la tela [19].

Las limitaciones de aplicación del dispositivo derivan de las posibilidades de acceder a la zona; generalmente se utilizan arterias periféricas con un calibre mínimo sobre todo las arterias femorales, generalmente las comunes, aunque en algunas ocasiones se emplean las ilíacas mediante la sutura previa de una prótesis. Muchas veces, la calcificación arterial o las estenosis cerradas impiden el acceso a la luz del vaso y su posterior desplazamiento. La navegación también puede ser problemática por las frecuentes elongaciones, tortuosidades y plicaturas de los vasos, generalmente en el área iliaca, aunque no

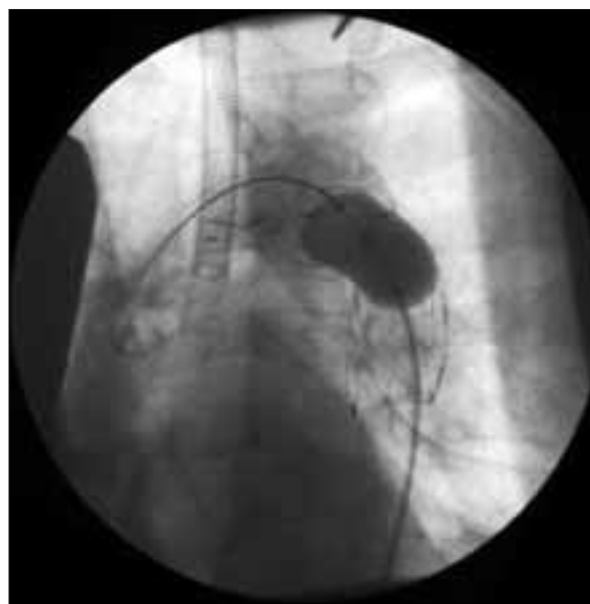


Figura 5. Sellado de una endoprótesis mediante la utilización de un balón de baja presión.

son infrecuentes en la zona aórtica, sobre todo en la transición toracicoabdominal de la aorta [20]. Otro de los problemas es la colocación inadecuada en la oclusión del origen de los vasos, generalmente los viscerales. Esta situación en ocasiones se provoca

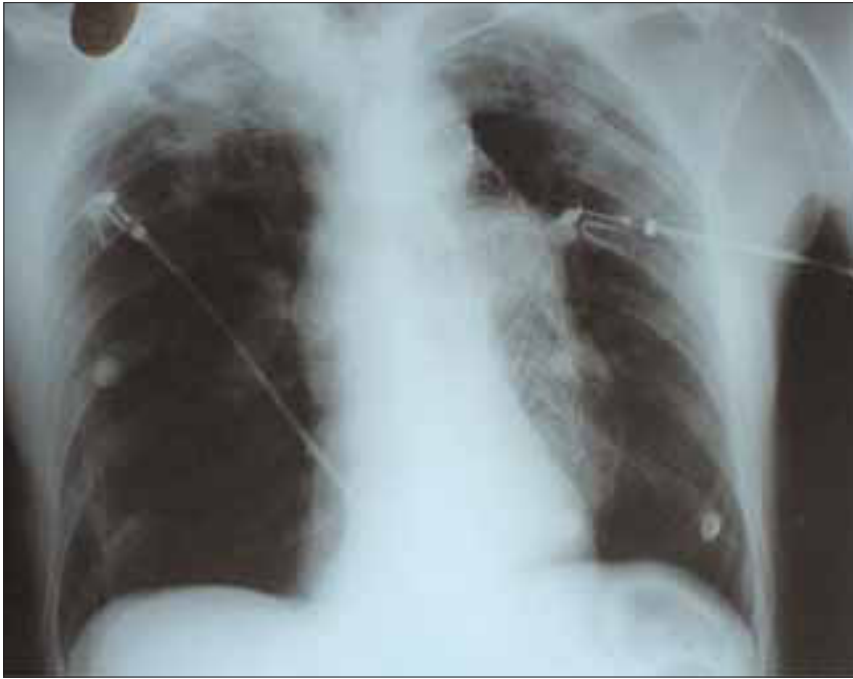


Figura 6. Control de la situación de una endoprótesis en una radiografía simple de tórax.

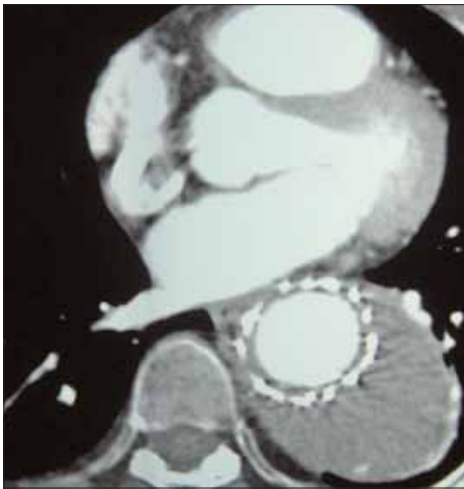


Figura 7. Corte transversal de una tomografía axial computarizada donde se aprecia la situación de una endoprótesis en un aneurisma con trombo sacular.



Figura 8. Control de una endoprótesis colocada en la aorta descendente cubriendo casi toda su extensión.

cional. Una de las posibles complicaciones del procedimiento es la posibilidad de la ruptura del vaso ocasionada por la rigidez del dispositivo o de su mecanismo de aplicación. En la implantación existe la posibilidad de desprendimiento del trombo mural o embolización del material endoaneurismático, como los émbolos, que provocan la oclusión de los vasos con la isquemia consecuente en el territorio afectado. Por último, existe la posibilidad de oclusión de las arterias de irrigación de la médula espinal, lo que produce isquemia de la misma con las repercusiones posteriores de paraparesia, paraplejía o incluso tetraplejía [21] (Figs. 6, 7 y 8).

En el momento actual, existen muchos dispositivos endoprotésicos para el tratamiento de la patología torácica que, aunque presentan bases de diseño comunes con armadura estructural metálica y una cobertura laminar, difieren en otros aspectos, como la posibilidad de fenestración para evitar oclusiones de ramas. La evolu-

para lograr el tratamiento adecuado del problema y exige la valoración y el seguimiento de sus consecuencias con el fin de aplicar el tratamiento apropiado o prevenir estas situaciones con intervenciones revascularizadoras, generalmente de cirugía conven-

ción estructural en estos dispositivos es continua y aparecen nuevos modelos constantemente, como los que basan su diseño en distintos aspectos biomecánicos para lograr características de adaptabilidad, flexibilidad, resistencia, anclaje adecuado, u otros mo-

delos con modificaciones de los anteriores, todo ello para intentar mejorar sus prestaciones. Las propiedades del sistema no sólo van a venir dadas por la endoprótesis, sino también por el sistema de liberación, que permite la navegación del dispositivos y la posibilidad de implantarlo de forma precisa en el lugar adecuado. La selección de uno u otro dispositivo para implantarlo depende de la zona que se va a sellar, la extensión de la lesión, el tipo de lesión, el calibre de la arteria y otras consideraciones; sin embargo, la selección del dispositivo se basa en realidad en muchas ocasiones en la experiencia del cirujano o en sus criterios conceptuales sobre el tratamiento a este nivel [22].

Los dispositivos disponibles serían los siguientes: de Medtronic, la endoprótesis Valiant[®] o el modelo anterior, Talent[®]; de Cook, el sistema Zenith[®], modelos TX₁ o TX₂; de Gore, el modelo TAG[®]; de Boston Medical, el dispositivo Relay[®]; de Endomet, la endoprótesis Endofit[®]; de Jotec, la endoprótesis E-vita[®], y otras con menos posibilidades de obtenerlas por las características de su distribución comercial [23,24]

Para la implantación de la endoprótesis en el área torácica se suele utilizar la vía femoral y se hace avanzar el dispositivo a través de las arterias ilíacas del lado elegido, a través de la aorta hasta alcanzar el lugar de implantación, a veces por medio de introductores y soportados sobre guías rígidas [25]. Cada modelo de implantación tiene un sistema de liberación de la endoprótesis según una secuencia técnica que debe realizarse siguiendo las indicaciones del fabricante. Los problemas a veces se presentan cuando debe de acercarse el dispositivo a la válvula aórtica, con la posibilidad de lesionar la válvula. Se despliegan el segmento o segmentos tubulares, que cuando son varios deben estar solapados, y generalmente es preciso talonear la endoprótesis con balones de baja presión para coaptar la prótesis con la pared del vaso. Son necesarios los controles angiográficos para comprobar la colocación adecuada de

la endoprótesis, en ocasiones, mediante ultrasonidos intravasculares tipo IVUS o ecografía transesofágica [26]. Con arterias femorales de pequeño calibre a veces es preciso utilizar la vía ilíaca común previa sutura de prótesis convencionales para facilitar el acceso. En ocasiones menos frecuentes, la aorta abdominal o el cayado de la aorta ascendente pueden ser una buena vía para la cirugía, sobre todo si posteriormente se siguen procedimientos híbridos con estos segmentos protésicos para revascularizar sectores arteriales [27-29].

Para obtener buenos resultados, el tratamiento endovascular se basa en un estudio previo que facilite toda la información concerniente a la extensión, forma, angulación, presencia de trombo, calcificación arterial y otros aspectos relevantes del aneurisma para su evaluación exhaustiva. En este sentido, la angiotomografía axial computarizada (angio-TAC), la angiorresonancia magnética (ARM), la ecografía transesofágica y la angiografía [30] proporcionan los datos precisos, a veces con gran belleza de imagen, al poder obtenerse imágenes y reconstrucciones tridimensionales para el adecuado tratamiento del paciente portador de un aneurisma de aorta torácico; precisan aspectos la información con miras a la decisión terapéutica, la posibilidad del tratamiento endovascular y la selección de la endoprótesis más adecuada para cada caso. La informática contribuye poderosamente a lograr esta información al integrar los datos y ofrecer información de gran precisión [31,32].

Sobre los resultados obtenidos con la técnica endovascular, se admite de forma generalizada que son buenos a corto y medio plazo, aunque está pendiente todavía la valoración a largo plazo. Muchos de los estudios y registros existentes todavía están en fase de realización sin haber ofrecido datos concluyentes, además de por el poco tiempo de desarrollo de la técnica, porque no se dispone de grandes series que puedan avalar el procedimiento. Por otro lado, los estudios comparativos con las técnicas conven-

cionales son discutibles debido a la existencia de un posible sesgo que distorsione los resultados, ya que al indicar uno u otro procedimiento según el estado general del paciente, en los grupos donde se realizan ambas técnicas se seleccionan los pacientes en mejor estado general para tratamiento quirúrgico convencional y los peores, por la posibilidad de hacer en los primeros técnicas endovasculares. Por otro lado, los resultados de grandes series publicados en la literatura de tratamiento quirúrgico convencional están aportados por grupos con amplia experiencia en este tipo de tratamiento y realizado en hospitales con medios, dotación, infraestructura y adiestramiento muy superiores a las situaciones convencionales. El tratamiento endovascular está al alcance de equipos quirúrgicos con menos medios, aunque evidentemente se requiera un adiestramiento previo en técnicas endovasculares [33,34].

Las complicaciones con la técnica endovascular provienen de los problemas derivados de la implantación de la prótesis, que van desde la simple imposibilidad de desplazamiento a través de las arterias por problemas técnicos, que pueden llegar a la rotura del vaso, sobre todo en la zona iliaca; rotura de la aorta o de la válvula aórtica mediante las guías utilizadas; la posible embolización periférica por desprendimiento de material aterogénico, la movilización del trombo con oclusión de ramas colaterales incluidas las de irrigación medular; la trombosis secundaria de los vasos utilizados como acceso vascular, ya sea a en ellos o en la zona distal; la inadecuada colocación del *stent* cubierto sin cubrir la zona de exclusión u ocluyendo ramas o zonas no deseadas; mala colocación de la endoprótesis con plicaturas, torsiones o invaginaciones del sistema tubular; rupturas de la endoprótesis, fundamentalmente a largo plazo, y desplazamiento de la endoprótesis [35].

La evolución del paciente tratado con endoprótesis puede presentar la no resolución del problema aneurismático por crecimiento de la dilatación a pesar de la implantación endoprotésica, o por la apa-

rición de fugas o fenómenos de endotensión con pre-surización del saco –que indican que no se ha excluido el aneurisma–, o por la ruptura del vaso, a veces provocada por el traumatismo de la propia endoprótesis en la pared aórtica [36], o por la trombosis de la endoprótesis, aunque esta circunstancia se puede considerar excepcional si no media otra situación patológica.

Conclusiones

Resulta evidente que el tratamiento endovascular del aneurisma de aorta torácica se muestra como una clara opción terapéutica en el tratamiento del aneurisma de aorta torácica frente a técnicas quirúrgicas convencionales por cirugía abierta [37,38].

Se admite de forma generalizada que el tratamiento endovascular de los aneurismas torácicos presenta menor riesgo para el paciente al tener que emplear sólo una incisión mínima inguinal para obtener la arteria de acceso a la arteria femoral, salvo en algunas ocasiones en que se precisa la ilíaca y, de forma excepcional, la aorta abdominal o la aorta ascendente en el área torácica. Esta estrategia evita la toracotomía, la disección mediastínica del vaso y su consiguiente agresión quirúrgica, el clampaje aórtico que se reconoce como una de las causas de isquemia medular por interrupción en este sector del sistema nervioso central y por las pérdidas hemáticas; estas últimas pueden descompensar hemodinámicamente a los pacientes de edad y provocarles situaciones de descompensación cardíaca, renal o respiratoria, y a veces desencadenan el fallecimiento del paciente [39]. Por este motivo, parece que esta fuera de toda duda que en pacientes añosos, de alto riesgo operatorio, la indicación endovascular es la aconsejable, por los excelentes resultados obtenidos hasta el momento actual, aunque no dispongamos de una evidencia clara de sus buenos resultados a largo plazo. Con relación a la isquemia medular, la frecuencia de su apari-

ción tras el implante de la endoprótesis en el tratamiento del aneurisma de la aorta torácica dependerá, como parece lógico, de la extensión de la lesión y de la longitud de la aorta ocluida o sellada, que evidentemente puede mostrar datos discordantes en cuanto a la información recogida en la bibliografía sobre esta complicación, ya que se incluyen en el apartado del tratamiento mediante endoprótesis muy diferentes formas de aneurisma torácico, en especial en lo que se refiere a la extensión [40]. En cuanto a la necesidad o no de realizar procedimientos o maniobras de protección medular para prevenir la isquemia de la médula espinal, como es el drenaje de líquido cefalorraquídeo, o controlar la situación de la perfusión de este sector del sistema nervioso mediante la monitorización funcional, como pudiera ser la valoración de los potenciales evocados, cabe señalar que muchos autores consideran la prevención de este tipo de complicaciones, pero hay otros que, según su especial experiencia, no realizan ningún tipo de protección, ni incluso valoración [41]. Quizá al desarrollarse el aneurisma sobre la base de una enfermedad ateromatosa, de implantación progresiva y lenta, pueden darse fenómenos de adaptación con la creación de vías colaterales que compensan las muy frecuentes oclusiones ateromatosas de las arterias de irrigación medular que parten de la aorta torácica; por otra parte, cabe considerar que la técnica endovascular ocluye el origen de las arterias de perfusión medular, pero no destruye la colateralidad de la arteria aorta sino que se conservan estas vías colaterales, hechos que han podido comprobarse experimentalmente [42,43].

El futuro del tratamiento endovascular de los aneurismas ateromatosos de la aorta torácica para optimizar los resultados pasa por el desarrollo de nuevos dispositivos, en primer lugar, con sistemas de aplicación más finos que permitan una mejor navegabilidad por las arterias; en segundo lugar, con sistemas más flexibles y menos traumáticos para supe-

rar plicaturas, bucles, elongaciones y estenosis; en tercer lugar, con mejores diseños para conseguir mayor adaptabilidad de las endoprótesis [44] de la aorta y lograr sellados y exclusiones aneurismáticas más seguros; en cuarto lugar, con endoprótesis construidas con materiales más duraderos que resistan el paso del tiempo sin deteriorarse y sobre todo resistan el desgaste de su movilidad relativa provocada al estar implantados en una arteria gruesa, elástica si está libre de patología, de alta presión y flujo, y que tiene movimientos condicionados por la inyección de sangre de una forma cíclica desde el corazón, con una media de cambios de 70 veces por minuto; por último, hay que considerar que situaciones patológicas vinculadas con la extensión de las lesiones que afectan a ramas de perfusión cerebral, extremitaria o visceral no están solucionadas en el momento actual, por lo que nuevos diseños de forma deben dar respuesta al tratamiento de estas situaciones más complicadas, donde quizá las prótesis fenestradas o de ramas puedan tener cabida [45-47].

La posibilidad de aplicación de los dispositivos en fases más precoces, sobre todo si se logra una optimización en sus resultados y se previene la evolución a formas más complicadas desde el punto de vista de la aplicación de una estrategia terapéutica, parece que se muestra como una propuesta esperanzadora, pero muy discutible y criticable si no se basa en datos claramente contrastados que hayan demostrado la bondad de esta estrategia frente a otra menos agresiva y expectante [48-53].

En el momento actual, la posibilidad de realización de procedimientos híbridos [54] mediante la combinación de técnicas endovasculares y quirúrgicas convencionales [55,56] puede mostrarse como una opción terapéutica que resuelva problemas de una forma menos agresiva y con mejores resultados que con las técnicas exclusivamente quirúrgicas convencionales [57,58].

Bibliografía

1. Vaquero C. Aterotrombosis. *Anales de Cirugía Cardíaca y Vascular* 2004; 10: 314-28.
2. Vaquero C. Aterotrombosis. *Revista Española de Investigaciones Quirúrgicas* 2004; 7: 73-84.
3. Hassoun HT, Mitchell RS, Makaroun MS, Whiting AJ, Cardeira KR, Matsumura JS. Aortic neck morphology after endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2006; 43: 26-31.
4. Brandt M, Hussel K, Walluscheck KP, Muller-Hulsbeck S, Jahnke T, Rahimi A, et al. Stent-graft repair versus open surgery for the descending aorta: a case-control study. *J Endovasc Ther* 2004; 11: 535-8.
5. Chiesa R, Melissano G, Marrocco-Trischitta MM, Civilini E, Setacci F. Spinal cord ischemia after elective stent-graft repair of the thoracic aorta. *J Vasc Surg* 2005; 42: 11-7.
6. Sayed S, Thompson MM. Endovascular repair of the descending thoracic aorta: evidence for the change in clinical practice. *Vascular* 2005; 13: 148-57.
7. Vaquero C, Grajal MC, Nuño J, Gutiérrez V, Carrera S, González-Fajardo JA, et al. Valoración histológica y ultraestructural de los cambios morfológicos en la pared arterial tras la implantación de endoprótesis en animales sanos y ateromatosos. Estudio experimental en el conejo. *Técnicas Endovasculares* 2004; 7: 1217-23.
8. Diethrich EB. Endovascular surgery and pathology of the thoracic aorta. *Am Heart Hosp J* 2004; 2: 89-92.
9. Riesenman PJ, Farber MA, Mendes RR, Marston WA, Fulton JJ, Mauro M, et al. Endovascular repair of lesions involving the descending thoracic aorta. *J Vasc Surg* 2005; 42: 1063-74.
10. Jones LE. Endovascular stent grafting of thoracic aortic aneurysms: technological advancements provide an alternative to traditional surgical repair. *J Cardiovasc Nurs* 2005; 20: 376-84.
11. Aasland J, Lundbom J, Eide TO, Odegard A, Aadahl P, Romundstad PR, et al. Recovery following treatment of descending thoracic aortic disease. A comparison between endovascular repair and open surgery. *Int Angiol* 2005; 24: 231-7.
12. Katzen BT, Dake MD, MacLean AA, Wang DS. Endovascular repair of abdominal and thoracic aortic aneurysms. *Circulation* 2005; 112: 1663-75.
13. Dong ZH, Fu WG, Wang YQ, Guo DQ, Xu X, Chen B, et al. Strategies for handling the insufficiency of the proximal landing zone during endovascular thoracic aortic repair. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 2005; 43: 857-60.
14. Mizoguchi K, Okita Y. Ruptured non-dissection thoracic aortic aneurysms. *Kyobu Geka* 2004; 57 (Suppl 8): S623-9.
15. Collart F, Kerbaul F, Jop B, Magnan PE, Bartoli JM. Emergency endovascular treatment of a ruptured thoracic aneurysm discovered as a back pulsatile mass. *Int J Cardiol* 2005; 102: 537-8.
16. Therasse E, Soulez G, Giroux MF, Perreault P, Bouchard L, Blair JF, et al. Stent-graft placement for the treatment of thoracic aortic diseases. *Radiographics* 2005; 25: 157-73.
17. Fu WG, Dong ZH, Wang YQ, Guo DQ, Xu X, Chen B, et al. Strategies for managing the insufficiency of the proximal landing zone during endovascular thoracic aortic repair. *Chin Med J (Engl)* 2005; 118: 1066-71.
18. Bockler D, Von Tengg-Kobligh H, Schumacher H, Ockert S, Schwarzbach M, Allenberg JR. Late surgical conversion after thoracic endograft failure due to fracture of the longitudinal support wire. *J Endovasc Ther* 2005; 12: 98-102.
19. Tse LW, MacKenzie KS, Montreuil B, Obrand DI, Steinmetz OK. The proximal landing zone in endovascular repair of the thoracic aorta. *Ann Vasc Surg* 2004; 18: 178-85.
20. Gutiérrez-Alonso V, González-Fajardo JA, Del Río L, Martín-Pedrosa M, Torres A, Del Blanco I, et al. Aproximación a través del tronco braquiocefálico como método de ayuda en el tratamiento endovascular de los aneurismas de aorta torácica descendente. *Técnicas Endovasculares* 2003; 6: 760-6.
21. Koizumi N, Obitsu Y, Koide K, Sato K, Saiki N, Watanabe Y, et al. Evaluation of spinal cord ischemia in endovascular stent graft repair and surgical operation of descending thoracic or thoracoabdominal aortic aneurysms. *Kyobu Geka* 2004; 57: 262-7.
22. Peterson BG, Longo GM, Matsumura JS, Kibbe MR, Morasch MD, Cardeira KR, et al. Endovascular repair of thoracic aortic pathology with custom-made devices. *Surgery* 2005; 138: 598-605.
23. Greenberg RK, O'Neill S, Walker E, Haddad F, Lyden SP, Svensson LG, et al. Endovascular repair of thoracic aortic lesions with the Zenith TX1 and TX2 thoracic grafts: intermediate-term results. *J Vasc Surg* 2005; 41: 589-96.
24. 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.
25. Parmer SS, Carpenter JP. Techniques for large sheath insertion during endovascular thoracic aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2006; 43 (Suppl 2): S62-8.
26. González-Fajardo JA, Gutiérrez V, San Román JA, Serrador A, Arreba E, Del Río L, et al. Utility of intraoperative transthoracic echocardiography during endovascular stent-graft repair of acute thoracic aortic dissection. *Ann Vasc Surg* 2002; 16: 297-303.
27. Minale C, Cappiello P, Cimmino B, Di Natale M. New access to facilitate endovascular repair of descending aorta aneurysms. *Ann Thorac Surg* 2004; 77: 1445-7.
28. Exadaktylos AK, Duwe J, Eckstein F, Stoupis C, Schoenfeld H, Zimmermann H, et al. The role of contrast-enhanced spiral CT imaging versus chest X-rays in surgical therapeutic concepts and thoracic aortic injury: a 29-year swiss retrospective analysis of aortic surgery. *Cardiovasc J S Afr* 2005; 16: 162-5.
29. Gottardi R, Seitelberger R, Zimpfer D, Lammer J, Wolner E, Grimm M, et al. An alternative approach in treating an aortic arch aneurysm with an anatomic variant by supraaortic reconstruction and stent-graft placement. *J Vasc Surg* 2005; 42: 357-60.

30. Martín-Pedrosa M, González-Fajardo JA, Del Río-Solá ML, Cenizo-Revueña N, Del Blanco-Alonso I, Gutiérrez-Alonso VM, et al. ¿Es la arteriografía preoperatoria un método tan infalible como se cree? *Angiología* 2005; 47: 381-8.
31. Swaminathan M, Lineberger CK, McCann RL, Mathew JP. The importance of intraoperative transesophageal echocardiography in endovascular repair of thoracic aortic aneurysms. *Anesth Analg* 2003; 97: 1566-72.
32. Hellinger JC. Endovascular repair of thoracic and abdominal aortic aneurysms: pre- and postprocedural imaging. *Tech Vasc Interv Radiol* 2005; 8: 2-15.
33. Vaquero C, Gutiérrez V, González-Fajardo JA, Diago V, Carrera S. Endovascular surgical training in Spain. *EndoCardioVascular WEB Magazine* 2002; 6: 5-7.
34. Del Río L, González-Fajardo JA, Espinilla A, Del Blanco I, Martín M, Torres A, et al. Procedimientos endovasculares y cirugía convencional de la aorta torácica y abdominal: implicaciones para la formación e indicación quirúrgica. *Revista Española de Investigaciones Quirúrgicas* 2002; 5: 93.
35. Idu MM, Reekers JA, Balm R, Ponsen KJ, De Mol BA, Legemate DA. Collapse of a stent-graft following treatment of a traumatic thoracic aortic rupture. *J Endovasc Ther* 2005; 12: 503-7.
36. Toyama M, Usui A, Yoshikawa M, Ueda Y. Thoracic aneurysm rupture due to graft perforation after endovascular stent-grafting via median sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27: 162-4.
37. Gutiérrez-Alonso V, González-Fajardo JA, Del Río L, Martín-Pedrosa M, Torres A, Del Blanco I, et al. Tratamiento endovascular de los aneurismas de aorta torácica descendente. *Técnicas Endovasculares* 2002; 5: 480-6.
38. Bortone AS, De Cillis E, D'Agostino D, Schinosa L. Stent graft treatment of thoracic aortic disease. *Surg Technol Int* 2004; 12: 189-93.
39. Carroccio A, Ellozy S, Spielvogel D, Marin ML, Hollier L. Endovascular stent grafting of thoracic aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 2003; 17: 473-8.
40. Bush RL, Lin PH, Lumsden AB. Endovascular treatment of the thoracic aorta. *Vasc Endovasc Surg* 2003; 37: 399-405.
41. Cheung AT, Pochettino A, McGarvey ML, Appoo JJ, Fairman RM, Carpenter JP, et al. Strategies to manage paraplegia risk after endovascular stent repair of descending thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 1280-8.
42. Vaquero C, Gutiérrez V, Carrera S, González-Fajardo JA, Del Río L, Torres A, et al. Valoración de la isquemia medular tras el sellado intraluminal de la aorta toracoabdominal del conejo mediante endoprótesis. *Revista Española de Investigaciones Quirúrgicas* 2003; 6: 189-93.
43. Vaquero C, Gutiérrez V, Carrera S, González-Fajardo JA, Ibáñez MA, Cenizo N, et al. Valoración hemodinámica de las repercusiones del sellado endovascular de un vaso arterial a nivel de las colaterales. *Revista Española de Investigaciones Quirúrgicas* 2003; 6: 194-7.
44. Gawenda M, Brunkwall J. Device-specific outcomes with endografts for thoracic aortic aneurysms. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2005; 46: 113-20.
45. Demers P, Miller DC, Mitchell RS, Kee ST, Sze D, Razavi MK, et al. Midterm results of endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms with first-generation stent grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 127: 664-73.
46. Di Centa I, Coggia M, Bonneau M, Goeau-Brissonniere O. Experimental development of an endovascular graft for thoraco-abdominal aortic aneurysm repair. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2005; 46: 485-9.
47. Anderson JL, Adam DJ, Berce M, Hartley DE. Repair of thoracoabdominal aortic aneurysms with fenestrated and branched endovascular stent grafts. *J Vasc Surg* 2005; 42: 600-7.
48. Ishida M, Kato N, Hirano T, Cheng SH, Shimono T, Takeda K. Endovascular stent-graft treatment for thoracic aortic aneurysms: short- to midterm results. *J Vasc Interv Radiol* 2004; 15: 361-7.
49. Leurs LJ, Bell R, Degrieck Y, Thomas S, Hobo R, Lundbom J, EUROSTAR and 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: 670-9.
50. Glade GJ, Vahl AC, Wisselink W, Linsen MA, Balm R. Mid-term survival and costs of treatment of patients with descending thoracic aortic aneurysms; endovascular vs. open repair: a case-control study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005; 29: 28-34.
51. Destrieux-Garnier L, Haulon S, Willoteaux S, Decoene C, Mounier-Vehier C, Halna P, et al. Midterm results of endoluminal stent grafting of the thoracic aorta. *Vascular* 2004; 12: 179-85.
52. Brandt M, Hussel K, Walluscheck KP, Boning A, Rahimi A, Cremer J. Early and long-term results of replacement of the descending aorta. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005; 30: 365-9.
53. Neuhauser B, Perkmann R, Greiner A, Steingruber I, Tauscher T, Jaschke W, et al. Mid-term results after endovascular repair of the atherosclerotic descending thoracic aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004; 28: 146-53.
54. 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.
55. Abdul-Ghani A, Pisipati S, McWilliams R, Page RD. Aorto-bronchial fistula following aortic and bronchial stenting of a thoracic aneurysm. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; 29: 419-21.
56. Tachibana K, Morishita K, Kurimoto Y, Fukada J, Hachiro Y, Abe T. Endovascular stent-grafting for thoracoabdominal aortic aneurysm following bypass grafting to superior mesenteric and celiac arteries: report of two cases. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 11: 335-8.
57. Gregoric ID, Gupta K, Jacobs MJ, Poglajen G, Suvorov N, Dougherty KG, et al. Endovascular exclusion of a thoracoabdominal aortic aneurysm after retrograde visceral artery revascularization. *Tex Heart Inst J* 2005; 32: 416-20.
58. Wolthuis AM, Houthoofd S, Deferm H, Haenen L, Verbist J, Peeters P. Complex thoracic aortic aneurysm: a combined open and endovascular approach. *Acta Chir Belg* 2005; 105: 400-2.

ENDOVASCULAR SURGERY OF THORACIC AORTIC ANEURYSMS

Summary. Aims and development. *In this article we review the problems involved in the endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms with an atherosclerotic origin. Thus, we analyse the features involved in this therapeutic alternative that are conditioned by a number of aspects including those based on age, the patient's general state, any associated pathologies and general to other more specific risk factors, according to the morphology of the lesions as regards characteristics such as their diameter, extension, the involvement of collateral or visceral branches, and the existence of mural thrombus or kinking or folds. Treatment is also conditioned by the possibility of placing different types of stents, which, together with the biological aspects involved, have a greater or lesser effect on ensuring the short and long-term outcomes of the therapy. The article includes a discussion on the evidence obtained from the results of conventional open surgery and future prospects with regard to the contributions made by the latest diagnostic techniques and the appearance of new devices for endovascular applications. [ANGIOLOGÍA 2006; 58 (Supl 1): S25-35]*

Key words. Aneurysm. Aorta. Atherosclerosis. Endovascular. Stent. Thoracic. Treatment.