

Los aneurismas de la aorta torácica y su enfoque terapéutico

Humberto Martínez Hernández*

Resumen

La aorta ha dejado de considerarse como sólo un tubo por el cual se transporta sangre del corazón a toda la economía del cuerpo humano; a convertirse conceptualmente en un órgano, el cual no sólo está diseñado para transportar los elementos sanguíneos que el corazón expulsa, sino que también, en ella reside producción de hormonas, la regulación de la presión y homeostasis del organismo, así como las respuestas metabólicas y de receptores que se traducen en reacciones locales y sistémicas; al ser un órgano específico también presenta su patología especial. En todo el mundo la patología de la aorta es relativamente común, con la aparición de muchos nuevos casos cada año y ocupando un lugar importante en la morbimortalidad general en países como los Estados Unidos, Japón, Brasil, etc. Esta enfermedad también repercute en la utilización de grandes cantidades de recursos económicos, humanos y de infraestructura para su manejo. En México no contamos con estadísticas adecuadas de la enfermedad de la aorta, ya que ésta es poco diagnosticada y cuando provoca la muerte, la defunción se atribuye a otros problemas (infarto al miocardio, arritmias, etc.). Actualmente con los nuevos métodos de diagnóstico menos invasivos que se encuentran más al alcance de la población en general, esta patología se diagnostica cada vez más, observándose que en muchos de los pacientes que se encuentran en servicios de urgencia o con cuadros compatibles con alguna otra enfermedad torácica o abdominal, pueden presentar enfermedad de la aorta. Es por esto que es necesario crear un grupo multidisciplinario especializado para hacer su diagnóstico, y su manejo integral expedito para poder disminuir así la gran morbimortalidad que se asocia a esta enfermedad.

Palabras clave: Aorta. Disección. Aneurismas.

Key words: Aorta. Aneurysms. Dissection.

Summary

THE AORTIC ANEURYSMS AND THERAPEUTIC MANAGEMENT

The aorta was saw has a tube who transport blood from the heart to all the human economy, today we see the aorta like an specific organ who not only is design to transport the blood and it is elements, the aorta also produce hormones and elements of the inflammatory responds and control the systemic pressure. That's why the aorta has it specific illness. In the entire world the pathology of the aorta is quite frequent with the appearance of a lot of new cases and occupies a predominant place in the general mortality of countries like United States of America, Japan or Brazil. This pathology needs the utilization of large amounts of economics, human and structural resources. In Mexico do not have the statistical information of the aortic illness because it is few diagnosed, and when induce death it confusing to another diseases. In the present time with the new no invasive diagnostic methods more approachable to the general population this disease is easier to diagnose. That is why he need to develop a multi-disciplinary specialize group who can make the diagnosed and do the specific treatment for these disease.

(Arch Cardiol Mex 2006; 76: S2, 124-133)

* Médico adscrito al Servicio de Cardiopatías Adquiridas del Departamento de Cirugía del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Correspondencia: Dr. Humberto Martínez Hernández. Médico adscrito al Servicio de Cardiopatías Adquiridas del Departamento de Cirugía. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". (INCICH, Juan Badiano Núm. 1 Col. Sección XVI, Tlalpan, 14080 México, D.F.).

Los aneurismas de la aorta torácica son una entidad reconocida desde el siglo II D.C., basada en las observaciones de Galeno al darse cuenta de la formación de pseudoaneurismas postraumáticos que se producían en los gladiadores durante sus batallas,¹ en el mismo período Antyllus describió la diferencia de la dilatación arterial postraumática con la dilatación vascular arterial degenerativa.² Así mismo se refiere que a finales del 1700, Paré describió la relación que existía entre la sífilis y los aneurismas de aorta, después de lo cual se realizaron diversos intentos para resolver este tipo de padecimiento sin mucho éxito.¹ Cuando Cooley y DeBakey comenzaron a colocar injertos artificiales para remplazar los segmentos de aorta después del advenimiento de la bomba de circulación extracorpórea, fue éste el momento en donde nació la nueva era en el tratamiento de la enfermedad de la aorta, en esta época se pensaba que la aorta era sólo un tubo por el cual se transportaba la sangre que expulsaba el corazón.³ Conforme fue pasando el tiempo y se fue estudiando más minuciosamente la aorta y su fisiología, se ha logrado entender que ésta se trata de un órgano aparte, la cual tiene una fisiología propia, y por lo tanto tiene una fisiopatología particular; por lo que su diagnóstico, manejo y tratamiento deben de ser considerados de forma específica, teniéndose que crear grupos multidisciplinarios especializados para el tratamiento de la enfermedad de la aorta.⁴

Otro de los factores importantes de esta enfermedad es que se trata de una patología silenciosa, cuando se presentan sus datos clínicos, es el momento en donde hay dilatación de la aorta y/o sus complicaciones graves, por lo que en muchos casos los pacientes (pts) mueren por ruptura o disección teniendo diagnósticos de infarto al miocardio, etc.⁵

Es por eso que en nuestro país no tenemos estadísticas adecuadas con respecto a esta enfermedad, ya que los diversos métodos de diagnóstico por imagen de la aorta, son costosos y sólo se encuentran en medianas y/o grandes ciudades. En los países en donde la posibilidad de hacer un diagnóstico por imagen es más accesible se ha encontrado que el síndrome aórtico agudo y la dilatación aneurismática de la aorta son enfermedades bastante más comunes de lo que se creía; teniendo así, la posibilidad de instituir tratamientos más tempranos con lo que se disminuye la morbimortalidad de estos padecimientos.⁶

En los Estados Unidos de América la enfermedad de la aorta ocupa el número 13 dentro de las causas generales de muerte,⁷ teniendo una incidencia de aneurisma de aorta torácica de 5.9 casos por cada 100,000 personas por año, y una edad media de diagnóstico de entre los 59 a los 69 años de edad;⁸ este aumento en los casos de aorta también se ha observado en otros países como en Europa y en Brasil (Fig. 1), en donde este tipo de padecimientos se ha convertido en un problema prioritario de salud.

La aorta es un órgano que tiene una gran resistencia y distensibilidad para poder tolerar las grandes presiones y flujos a los que es sometida, esta particularidad es derivada de las características únicas de su capa media, la cual está constituida por una capa laminar de elastina, colágeno, células de músculo liso y fibrina;⁹ esta capa es más gruesa en las porciones más proximales de la aorta y se va haciendo más delgada conforme la aorta se aleja del corazón.¹⁰ Estas características hacen de la pared de la aorta una entidad biológica muy activa, en donde las células de músculo liso sintetizan y degradan la elastina, el colágeno y los proteoglicanos de la capa media de la aorta.¹¹ La fragmentación de alguno de estos productos o la alteración en la función de las células de músculo liso producen un debilitamiento de la pared de la aorta con una degeneración cística de la capa media que se puede convertir en una necrosis cística. Con el debilitamiento de la pared de la aorta y la pérdida de su elasticidad se produce un

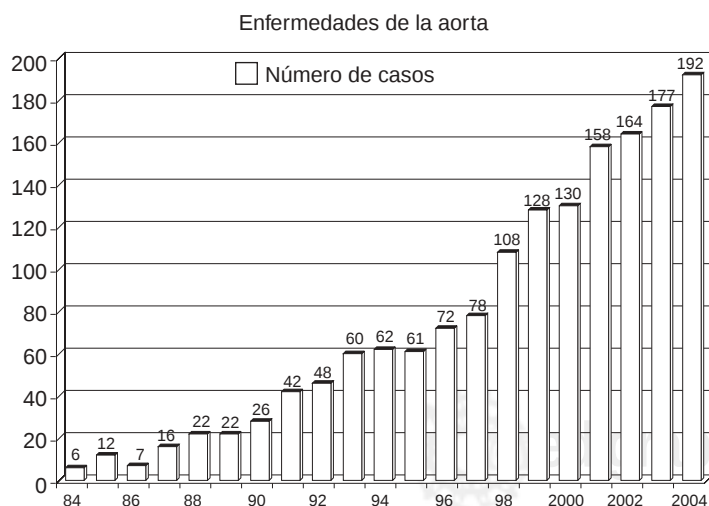


Fig. 1. La incidencia de enfermedades de la aorta ha ido aumentando con el paso de los años en el Servicio de Cirugía Cardíaca de la Universidad de São Paulo. Cortesía del Dr. Enio Buffolo, Universidad de São Paulo, São Paulo Brasil.

aumento en la tensión relativa sobre su pared derivado de la ley de Laplace, lo cual facilita más dilatación y más tensión a nivel de las capas de la aorta hasta que ocurre una disección y/o una ruptura de la pared¹² (Tabla I).

Tabla I. Dentro de las patologías que se asocian con dilatación de la aorta se encuentran:

1. La degeneración cística idiopática de la capa media de la pared de la aorta.
2. Degenerativos:
 - a. Aterosclerosis
 - b. Fibrodisplasia
3. Enfermedades genéticas que se asocian con alteraciones en la colágena:
 - a. Síndrome de Marfan
 - b. Síndrome de Ehlers-Danlos
 - c. La enfermedad familiar dilatante de la aorta
4. La disección de la aorta que produce aneurisma de la aorta
5. La enfermedad de la válvula aórtica asociada con dilatación de la aorta
 - a. Aorta bivalva
 - b. Aorta monovalva
6. Infección:
 - a. Aneurismas bacterianos (Micóticos)
 - b. Aneurismas sífilíticos
7. Enfermedades asociadas a arteritis:
 - a. Lupus
 - b. Arteritis de células grandes
 - c. Takayasu
8. Congénitos
9. Trauma
10. Pseudoaneurismas

Los aneurismas de aorta se tienden a clasificar por el compromiso de su pared (verdaderos y en pseudoaneurismas), por su forma (saculares y fusiforme), (Fig. 2) pero la clasificación más importante es por los segmentos anatómicos que la enfermedad está afectando, ya que dependiendo de los segmentos afectados será el tratamiento que se realice al paciente (Fig. 3).

Las razones de porqué a los pacientes que cursan con una enfermedad aneurismática de la aorta deben de ser tratados, son porque en los últimos años se han hecho varios estudios para analizar la incidencia de morbilidad y mortalidad de estos enfermos comparados con los que no presentan dilatación aórtica; y se ha encontrado que los pacientes que tienen aneurismas grandes de la aorta tienen un riesgo de 74% de ruptura en los siguientes 5 años después del diagnóstico; de los cuales el 94% de los pts que se rompieron murieron¹³ (Fig. 4), por lo que una vez establecido el diagnóstico, el paciente tiene que ser manejado lo antes posible antes de que se presenten alguna de las dos complicaciones más graves. Por otro lado, el tamaño de la aorta también es un factor muy importante en el riesgo de ruptura; se ha encontrado que una aorta torácica que mide entre 5 a 5.9 cm tiene 40% más riesgo de ruptura que aquel paciente en donde su aorta mide menos de 5 cm; aun así y más importante es que las aortas que miden más de 6 cm tienen

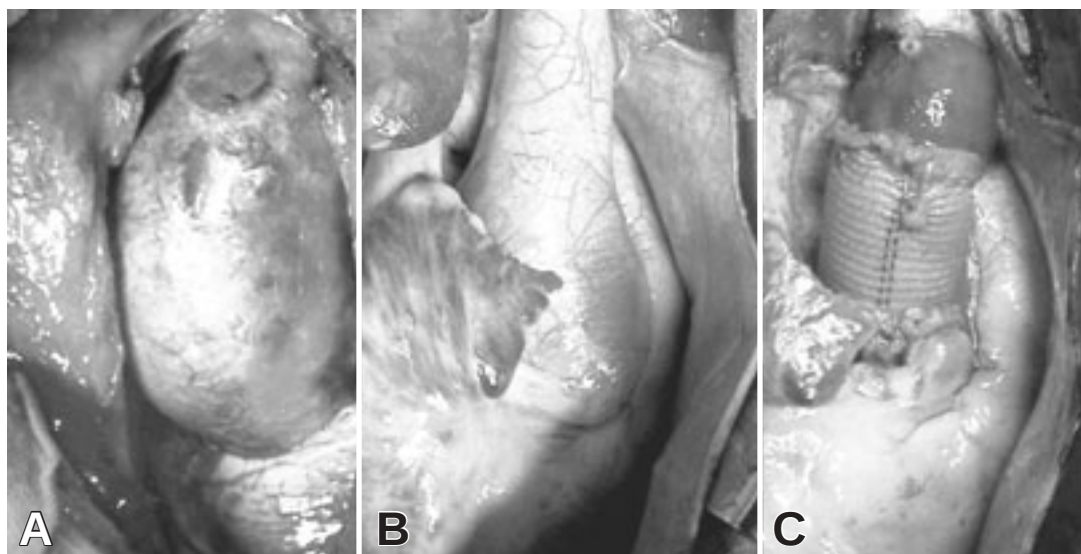


Fig. 2. En esta figura se observan las diversas formas de aneurismas de aorta ascendente. Además se puede observar en la Fig. **A** una eminencia de ruptura con necrosis franca de la pared de la aorta y una franca dilatación y adelgazamiento de la misma. En la Fig. **B** se observa la dilatación aneurismática simple de la raíz de la aorta y en la Fig. **C** se observa a ese mismo paciente resuelto con una técnica de Bentall.

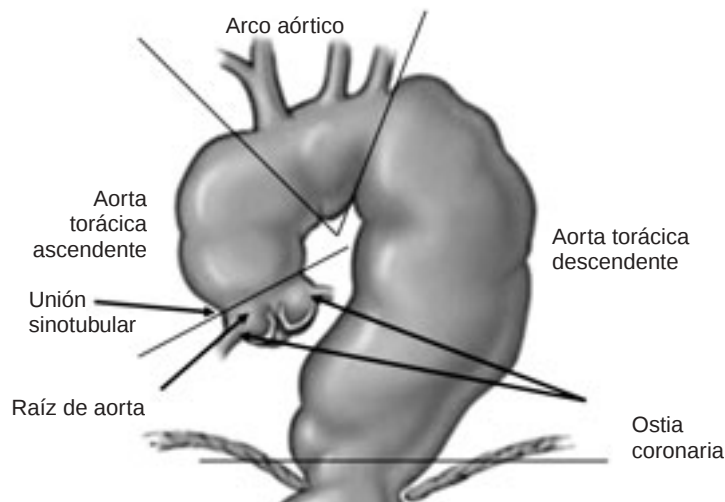


Fig. 3. En esta Figura se pueden apreciar los diferentes segmentos en los que se divide la aorta torácica y las referencias anatómicas más importantes para poder determinar el tratamiento a seguir.

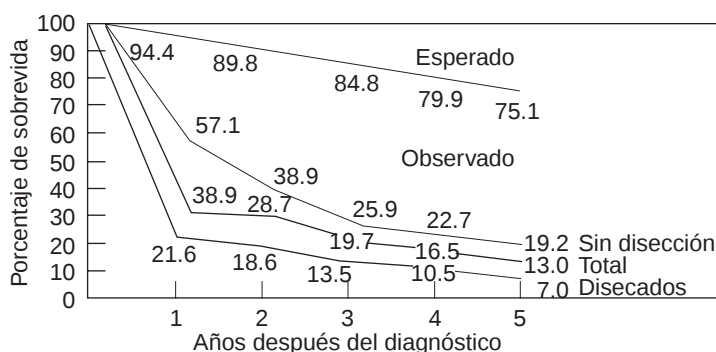


Fig. 4. Supervivencia actuarial estimada en 72 pacientes con aneurismas y disecciones torácicas que no fueron operados y los cuales fueron seguidos. Bickerstaff LK, Pairolero PC, Hollier LH, et al: Thoracic aortic aneurysms: a population-based study. Surgery 1982; 92: 1103-1109.

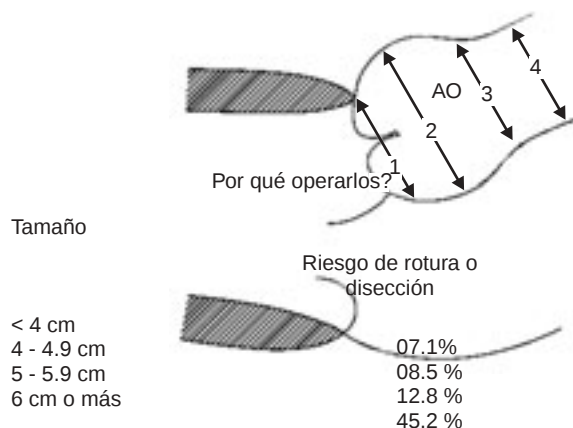


Fig. 5. Los aneurismas de aorta torácica y su enfoque quirúrgico actual.

un riesgo de ruptura y/o disección de 45% por año. Por lo que en la actualidad se ha llegado al consenso que en pts en los que su aorta mide más de 5 cm se debe considerar la posibilidad de un tratamiento más agresivo, que sólo el tratamiento médico, y aquellos que tienen por arriba de 6 cm deben de ser tratados lo antes posible¹⁴ (Fig. 5).

Dentro de las posibilidades de tratamiento existen dos formas principales; la primera es la forma clásica, la cual el tratamiento es el quirúrgico, en donde se substituye el segmento de la aorta que está enfermo eliminando el riesgo de ruptura y/o disección en esa zona. La segunda, que es la más nueva, en donde se protege a la aorta colocando un injerto interno autoexpandible en la zona del aneurisma intentando producir el mismo efecto de estabilización y protección de la aorta; este nuevo procedimiento ofrece resultados prometedores a nivel de la aorta torácica en su porción descendente, en donde pueden ser colocados estos injertos, durante la cirugía o por un abordaje femoral. Dependiendo de la zona que esté afectada, el tamaño del aneurisma, la etiología de la dilatación de la aorta, el estado general y el estado clínico del paciente se determinará el mejor tipo de tratamiento que se le debe de ofrecer, ya sea quirúrgico, endovascular o mixto.

El tratamiento quirúrgico ha demostrado tener muy buenos resultados a corto, mediano y largo plazo, en pacientes con enfermedad de la aorta a nivel de su raíz y/o de la aorta torácica ascendente; siendo esto consecuencia de las diversas técnicas que se han desarrollado en los últimos 30 años.¹⁵

En el caso de la aorta torácica ascendente por arriba de la unión sinotubular y por debajo del tronco braquiocefálico, el tratamiento de elección es la sustitución de este segmento por un injerto artificial (regularmente de Dacron, aunque se han utilizado una gran diversidad de fibras artificiales), teniendo muy buenos resultados postoperatorios (Fig. 6).

En los casos de enfermedad de la raíz de aórtica y de aorta torácica ascendente, el tratamiento es eminentemente quirúrgico y la técnica realizada durante la operación dependerá si está afectada la válvula aórtica y/o los senos coronarios. Se ha logrado hacer su sustitución de la válvula aórtica con reimplante de coronarias y de la aorta ascendente (técnica de Bentall y DeBono¹⁶ (Fig. 7), con un tubo valvado, utilizándose válvulas biológicas

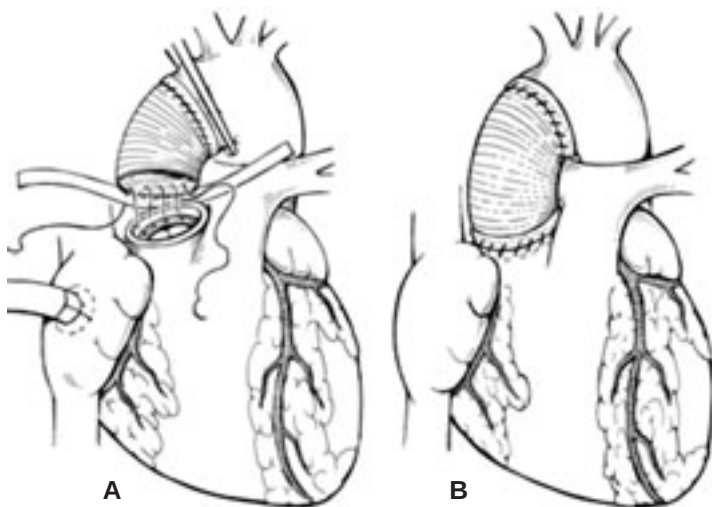


Fig. 6. En esta figura se aprecia la resolución de los aneurismas de aorta ascendente supracoronarios.

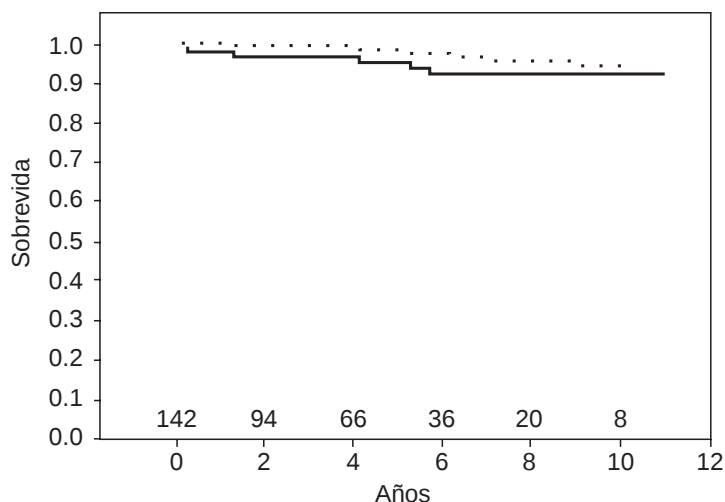


Fig. 7. Curva de supervivencia Kaplan-Meier para pacientes postoperados de cirugía de Bentall (línea sólida). La supervivencia global es de 0.95% (Intervalo de confianza de 95% de 0.9 a 0.99) a 5 años, y la supervivencia global a 8 años es de 0.93 (intervalo de confianza de 95% de 0.86 a 0.99). Se muestra la comparación con curvas de supervivencia para edad y sexo de la población de Estados Unidos parecidas a los pacientes (línea punteada). Hagl C, Strauch JT, Spielvogel D. Is the Bentall procedure for ascending aorta or aortic valve replacement the best approach for long-term event-free survival? *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 698–703.

o mecánicas, obteniéndose resultados de excelencia (Fig. 8), con mortalidades de menos de 4% en cirugías programadas y de menos del 10% en cirugías de urgencias. Esta técnica fue diseñada hace más de 30 años y ha demostrado un beneficio importante para los pacientes con esta patología.¹⁷ En el caso de que no se puedan movilizar adecuadamente los ostia coronarios, se ha creado

una técnica alterna (Cabrol) en donde en vez de implantar los ostia coronarios al tubo valvado, éstos se anastomosan a un tubo artificial el cual a su vez se anastomosa al tubo ya colocado¹⁸ (Fig. 9); uno de los últimos procedimientos que se han diseñado para el manejo de estos pacientes, es el intentar la conservación de la válvula aórtica nativa realizando la resuspensión de la misma (Fig. 10), teniendo resultados aceptables a corto y mediano plazo.¹⁹

Después de que todas estas técnicas han demostrado sus beneficios actualmente se está intentando utilizar otro tipo de tubos para sustituir la válvula, la raíz y la aorta ascendente, como lo pueden ser los homoinjertos, los aloinjertos o los autoinjertos tipo Ross.²⁰⁻²³

Uno de los segmentos de la aorta torácica que actualmente representa un gran reto para su tratamiento es el arco aórtico; el desafío de este segmento anatómico es preservar la adecuada perfusión cerebral, siendo uno de los factores más importantes para lograrla, el lugar de canulación, por lo que con el paso de los años se han creado diferentes técnicas de canulación.

La canulación femoral con perfusión retrógrada es una buena técnica utilizada mucho en los años noventa, pero tiene el inconveniente de aumentar el riesgo de disección retrógrada, además de que se necesita que se haga perfusión cerebral retrógrada a través de la vena cava superior con paro circulatorio e hipotermia profunda, obteniéndose buenos resultados pero con el inconveniente de que el tiempo de paro idealmente tiene que ser menor a 30 minutos y no mayor a 45 minutos, después de lo cual se comenzaron a encontrar complicaciones neurológicas; por lo que se han tenido que intentar otras formas de abordaje.^{24,25}

La canulación axilar izquierda ha tenido buenos resultados teniendo la ventaja de poder hacer perfusión cerebral anterógrada con flujos bajos, paro circulatorio e hipotermia profunda; lo cual permita aumentar el tiempo de paro circulatorio, para poder trabajar a nivel del arco con un mejor índice de protección cerebral, el inconveniente de este procedimiento es la dificultad técnica para la canulación y los gradientes tan grandes que a veces se tienen en la cánula arterial lo cual compromete el flujo; así como requiere de un aumento el tiempo de calentamiento y de enfriamiento del enfermo.²⁶

La canulación directa de la arteria subclavia izquierda es otra forma de canulación que se ha

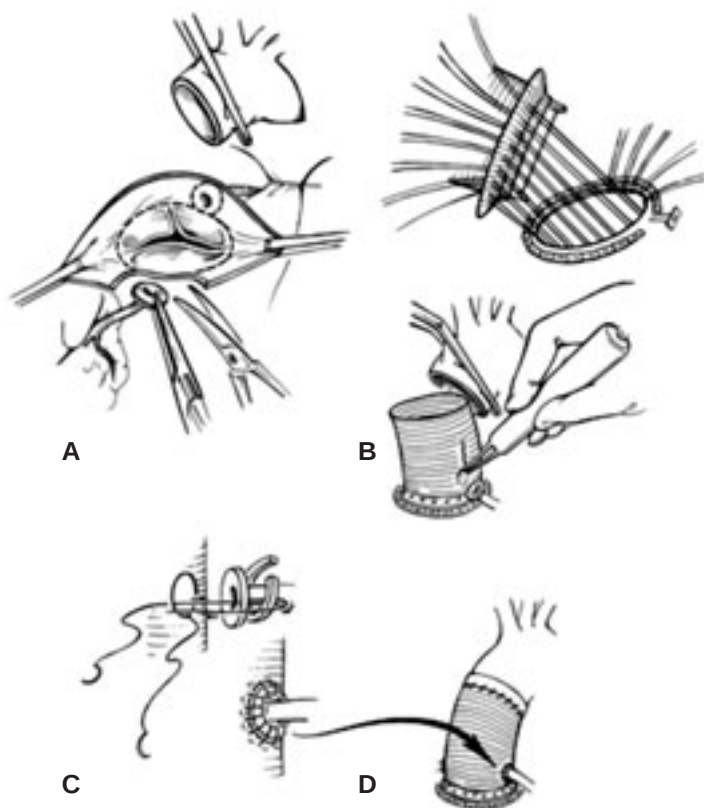


Fig. 8. Ilustración en donde se observa la sustitución de la aorta ascendente por un tubo valvado con reimplante de coronarias. **A.** La resección de la aorta ascendente y la disección de los platos de los ostia coronarias. **B.** La colocación del tubo valvado con puntos simples con teflón en el anillo aórtico y la creación de los orificios para los ostia coronarios. **C.** La anastomosis de los ostia coronarios. **D.** El tubo valvado con el reimplante de las coronarias finalizado.

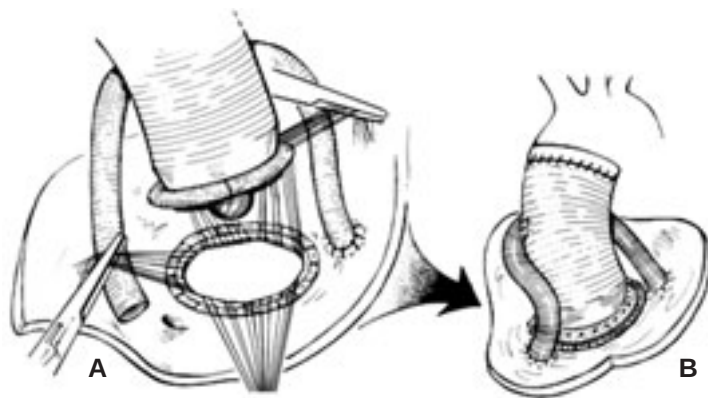


Fig. 9. En esta figura se aprecia cómo en vez de liberar las coronarias se les anastomosa un tubo de Dacron que luego se anastomosa al tubo valvado, técnica de Carbol.

intentado últimamente con excelentes resultados, ya que se coloca un injerto de PTFE a nivel de la subclavia izquierda justo después de la

bifurcación del tronco braquiocefálico, lo cual permite conectar una cánula de tamaño estándar lo cual no genera gradientes importantes, ni sangrado excesivo en el campo quirúrgico, ni dificultad para suministrar el flujo adecuado, esto permite un enfriamiento y un calentamiento rápido del paciente además de una excelente perfusión cerebral y del brazo derecho; lo que nos ha permitido hacer el procedimiento a nivel del arco aórtico con hipotermia moderada y bajo flujo, disminuyendo las complicaciones neurológicas y el riesgo de sangrado postoperatorio.²⁷ A toda esta diversidad de técnicas se les han agregado muchas más con la finalidad de poder lograr una reconstrucción adecuada del arco aórtico con una anastomosis en forma de plato de los troncos supraaórticos, o en su defecto con anastomosis específicas de cada uno de los troncos (Fig. 11), lo que nos ha llevado a tener mortalidades menores al 5% en pacientes programados. Una vez resuelto el problema de los troncos supraaórticos, se comenzó a tratar de resolver el problema del manejo de la aorta torácica descendente por vía anterior, no fue sino que a mediados de los 80 cuando se comenzó a utilizar la técnica denominada Trompa de Elefante, la cual permite hacer la cirugía del arco aórtico y/o de la aorta ascendente, protegiendo un segmento de por lo menos 5 a 10 cm de la aorta torácica descendente (Fig. 12); esta técnica ha tenido una buena aceptación en el manejo de la enfermedad dilatada de la aorta ya que para poder introducir el injerto de dacrón en forma de trompa de elefante a nivel del primer segmento de la aorta torácica descendente dilatada, es relativamente sencillo, no siendo así cuando se trata de una disección de aorta.²⁸

En los últimos años y con el nacimiento de los injertos endovasculares autoexpandibles (Fig. 13) se ha podido tener la posibilidad de proteger una mayor cantidad de aorta descendente, por lo que en el caso de que se tenga que manejar el aneurisma torácico por vía anterior porque también éste enferma la aorta ascendente y/o el arco aórtico el injerto endovascular se coloca durante la cirugía; esta técnica tiene dos ventajas importantes con respecto de colocar el endovascular por vía femoral:

La primera es que existe una estrecha relación entre el diámetro del sistema introductor del injerto con el largo del endovascular autoexpandible, por lo que entre más delgado sea el sistema introductor más corto será el injerto

endovascular y se tendrán que utilizar más número de injertos para poder proteger más cantidad de aorta descendente, es por esto que si el paciente va a un abordaje anterior es mejor proteger la aorta torácica descendente colocando un injerto endovascular autoexpandible en forma retrógrada,²⁹ porque como no se depende del sistema introductor para colocarlo ya que éste se

coloca directamente a través de la luz de la aorta, el largo del endovascular puede ser de toda la extensión de la aorta descendente o por lo menos más largo que el que se puede colocar por vía femoral, lo que permite que el tiempo que se utiliza para poner la trompa de elefante se disminuya substancialmente al colocar el endovascular, dando como resultado que el tiempo quirúrgico que se necesita para manejar el arco aórtico será más corto, lográndose resolver por completo la problemática de toda la aorta torácica.³⁰

La segunda ventaja que se tiene colocando el injerto transquirúrgico es que el endovascular autoexpandible se puede fijar fácilmente a la aorta evitando así la posibilidad de que el sistema se movilizce, además de que el cuello en donde el sistema se fija es un cuello artificial que ya no tiene posibilidad de dilatarse; esta particularidad es útil sobre todo en los pacientes con enfermedades que afectan a la colágena en donde se cree que a pesar de colocar el endovascular por vía femoral, el cuello de fijación se puede dilatar y favorecer a la movilización del injerto autoexpandible.³¹

Con respecto a los aneurismas de aorta torácica descendente puros, los injertos endovasculares han demostrado tener muchas ventajas en comparación con el procedimiento quirúrgico, ya que la morbilidad es menor, así como el tiempo de recuperación del paciente y el riesgo de paraplejía después del procedimiento, por lo que en los pacientes que tienen dilataciones de aorta

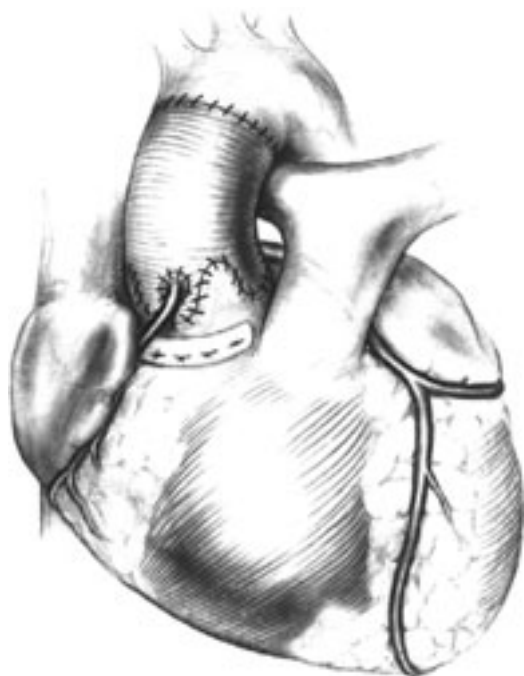


Fig. 10. Técnica de resuspensión de la válvula aórtica, en donde se sustituye la aorta ascendente pero se intenta dejar la válvula nativa del paciente.

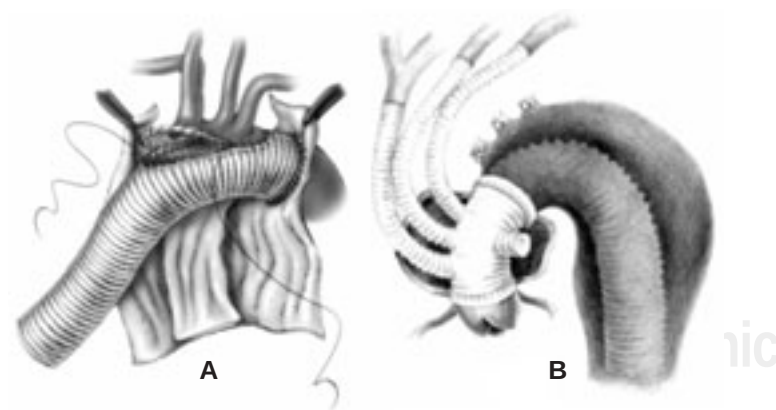


Fig. 11. En estas figuras se puede apreciar cómo se pueden hacer las anastomosis de los troncos supra-aórticos. **A.** La anastomosis de todos los troncos se puede realizar en un solo plato. **B.** o se pueden realizar en anastomosis por separado.



Fig. 12. Ilustración de cómo se coloca la trompa de elefante a nivel del inicio de la aorta torácica descendente.

Los aneurismas de aorta torácica y su enfoque quirúrgico actual

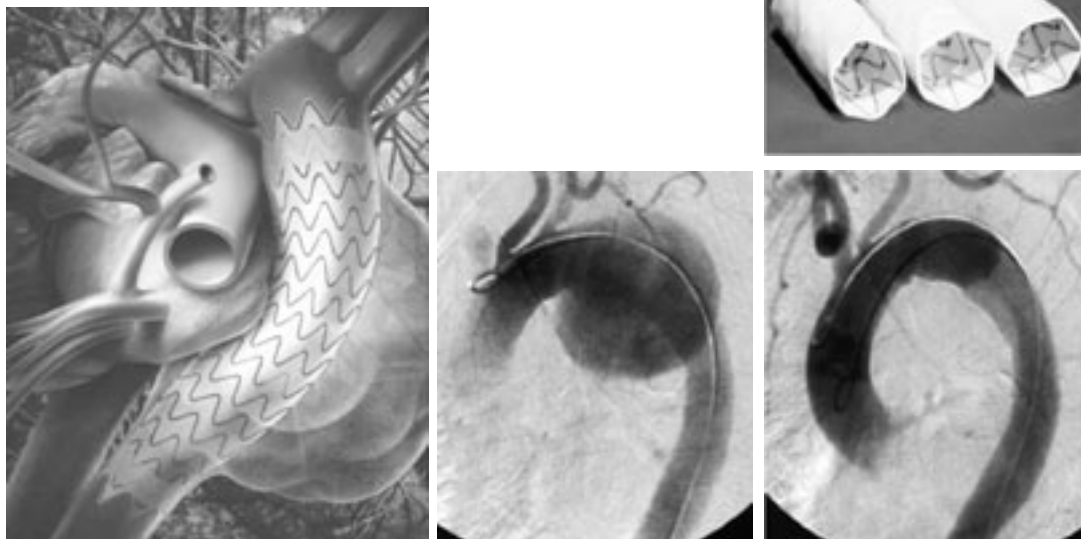


Fig. 13. El nuevo enfoque terapéutico para la resolución de los problemas de aorta, y en lo particular en la aorta torácica descendente es el de los injertos endovasculares autoexpandibles los cuales han podido disminuir la morbilidad que se tenía con este tipo de pacientes.

después de la arteria subclavia izquierda y que no tienen enfermedades de la colágena es preferible que se sometan a colocación de sistemas endovasculares autoexpandibles a través de las arterias femorales.³²

En el caso de los enfermos de Marfan u otros pacientes con enfermedades genéticas dilatantes de la aorta existe una gran controversia, ya que la posibilidad de que la zona de sujeción del endovascular se dilate y el injerto se pudiera movilizar.³³ Por lo que en estos casos o en otras circunstancias en donde no se pueden utilizar este tipo de injertos los diferentes procedimientos quirúrgicos utilizando soporte izquierdo o injerto aorto-aorto término-terminal, han tenido adecuados resultados, y a pesar de que la recuperación es más lenta que con el uso de endovasculares, la morbilidad es de menos del 5% con un riesgo de paraplejía menor al 3% de los casos.³⁴

Podemos concluir que la enfermedad aneurismática de la aorta es una patología multifactorial que se presenta en todo el mundo y que al no ser tan fácilmente establecida se asocia a una gran cantidad de muertes súbitas sin explicación; ya que a

pesar de que no es una entidad tan rara, no se diagnostica tan comúnmente por la necesidad de utilizar una gran infraestructura de diagnóstico con altos costos, por lo que dificulta la posibilidad de hacer el diagnóstico específico a tiempo antes de que se presenten las complicaciones que es lo que comprometen el pronóstico del enfermo.

Un aspecto importante en México es que en muchos lugares en donde no se tiene la posibilidad del tratamiento específico para esta patología, se piensa que las dilataciones aneurismáticas de la aorta son patologías intratables y se prefiere dejar evolucionar al paciente conforme a la historia natural de su enfermedad, quitándole la posibilidad de un tratamiento especializado que pudiera resolver su problema tempranamente. Por lo que es de gran importancia en nuestro país, el crear en las instituciones de alta especialidad grupos multidisciplinarios altamente preparados y acondicionados para poder hacer un diagnóstico rápido y específico lo que llevaría a ofrecer un tratamiento temprano, razonable e integral que pudiera brindar la resolución de los aneurismas de aorta torácica con morbilidades aceptablemente bajas.

Referencias

- KAMPMEIER RH: *Saccular aneurysms of the thoracic aorta: a clinical study of 635 cases*. Ann Int Med 1938; 12: 624.
- WESTABY S, CECIL B: *Surgery of the thoracic aorta*, in Westaby S (ed): *Landmarks in Cardiac Surgery*. Oxford, Isis Medical Media, 1997: 223.
- COOLEY DA, DeBAKEY ME: *Resection of the entire ascending aorta in fusiform aneurysm using cardiac bypass*. JAMA 1956; 162: 1158.
- SAFI H, MILLER C, ESTRERA A, ET AL: *Staged Repair of Extensive Aortic Aneurysms: Morbidity and Mortality in the Elephant Trunk Technique*. Circulation 2001; 11: 2938-2942.
- PRESSLER V, McNAMARA JJ: *Thoracic aortic aneurysm: natural history and treatment*. J Thorac Cardiovasc Surg 1980; 79: 489.
- MASUDA Y, TAKANASHI K, TAKASU J, ET AL: *Expansion rate of thoracic aortic aneurysms and influencing factors*. Chest 1992; 102: 461.
- MAJUMDER PP, ST JEAN PL, FERRELL RE, ET AL: *On the inheritance of abdominal aortic aneurysm*. Am J Hum Genet 1991; 48: 164.
- COADY MA, RIZZO JA, GOLDSTEIN LJ, ELEFTERIADIS JA: *Natural history, pathogenesis, and etiology of thoracic aortic aneurysms and dissections*. Cardiol Clin 1999; 17: 615.
- WOLINSKY H: *A lamellar unit of aortic medial structure and function in mammals*. Circ Res 1967; 20: 99.
- LESAUSKAITE V, TANGANELLI P, SASSI C, ET AL: *Smooth muscle cells of the media in the dilatative pathology of ascending thoracic aorta: morphology, immunoreactivity for osteopontin, matrix metalloproteinases, and their inhibitors*. Hum Pathol 2001; 32: 1003.
- CANNON DJ, READ RC: *Blood elastolytic activity in patients with aortic aneurysm*. Ann Thorac Surg 1982; 34: 10.
- O'ROUKE MF, AVOLIO AP, NICHOLS WW: *Left-ventricular-systemic arterial coupling in humans and strategies to improve coupling in disease states*, in Yin FCP (ed): *Ventricular/Vascular Coupling: Clinical, Physiological and Engineering Aspects*. New York, Springer-Verlag, 1987.
- BICKERSTAFF LK, PAIROLERO PC, HOLLIER LH, ET AL: *Thoracic aortic aneurysms: a population-based study*. Surgery 1982; 92: 1103.
- COADY MA, RIZZO JA, HAMMOND GL: *What is the appropriate size criterion for resection of thoracic aortic aneurysms?* J Thorac Cardiovasc Surg 1997 Mar; 113(3): 476-491.
- BENTALL H, De BONO A: *A technique for complete replacement of the ascending aorta*. Thorax 1968; 23: 338-339.
- HAGL C, STRAUCH JT, SPIELVOGEL D, ET AL: *Is the Bentall Procedure for Ascending Aorta or Aortic Valve Replacement the Best Approach for Long-Term Event-Free Survival?* Ann Thorac Surg 2003; 76: 698-703.
- GELSOMINO S, MOROCUTTI G, FRASSANI R, ET AL: *Aortic Aneurysms and Dissections Long-term Results of Bentall Composite Aortic Root*. Replacement for Ascending Chest 2003; 124: 984-988.
- CABROL C, GANDJBAKHC I, PAVIE A: *Surgical treatment of ascending aortic pathology*. J Card Surg 1988 Sep; 3(3): 167-180.
- DAVID TE, IVONOV J, ARMSTRONG S, ET AL: *Aortic valve-sparing operations in patients with aneurysms of the aortic root and ascending aorta*. Ann Thorac Surg 2002; 74: S1758-S1761.
- KIRKLIN JK, SMITH D, NOVICK W, ET AL: *Long-term function of cryopreserved aortic homografts. A ten-year study*. J Thorac Cardiovasc Surg 1993; 106: 154-165.
- DOTY JR, SALAZAR JD, LIDDICOAT JR, FLORES JH, DOTY DB: *Aortic valve replacement with cryopreserved aortic allograft: ten-year experience*. J Thorac Cardiovasc Surg 1998; 115: 371-379.
- DAVID TE, PUSCHMANN R, IVANOV J, ET AL: *Aortic valve replacement with stentless and stented porcine valves: a case-match study*. J Thorac Cardiovasc Surg 1998; 116: 236-241.
- ELKINS RC, LANE MM, McCUE C, WARD KE: *Pulmonary autograft root replacement: mid-term results*. J Heart Valve Dis 1999; 8: 499-503.
- COSELLI JS, LeMAIARE SA: *Experience with retrograde cerebral perfusion during proximal aortic surgery in 290 patients*. J Cardiac Surg 1997; 12(Suppl): 322-5.
- ERGIN MA, GALLA JD, LANDSMAN SL, QUINTANA C, BODIAN C, GRIEPP RB: *Hypothermic circulatory arrest in operations on the thoracic aorta: determinants of operative mortality and neurologic outcome*. J Thorac Cardiovasc Surg 1994; 107: 788-99.
- SABIK JF, LYTLE BW, MCCARTHY PM, COSGROVE DM: *Axillary artery: an alternative site of arterial cannulation for patients with extensive aortic and peripheral vascular disease*. J Thorac Cardiovasc Surg 1995; 109: 885-91.
- BICHELL DP, BALAGUER JM, ARANKI SF, ET AL: *Axilloaxillary cardiopulmonary bypass: a practical alternative to femoro femoral bypass*. Ann Thorac Surg 1997; 64: 702-705.
- SVENSSON LG: *Rationale and technique for replacement of the ascending aorta, arch, and distal aorta using a modified elephant trunk procedure*. J Card Surg 1992; 7: 301-312.
- PALMA JH, CARVALHO AC, BUFFOLO E, ALMEIDA DR, GOMES WJ, BRASIL LA: *Endoscopic placement of stents in aneurysms of the descending*

- thoracic aorta*. Ann Thorac Surg 1998; 66: 256-258.
30. INOUE K, HOSOKAWA H, IWASE T, ET AL: *Aortic arch reconstruction by transluminally placed endovascular branched stent graft*. Circulation 1999; 100 (19suppl): II316-321.
 31. ALVES CMR, PALMA JH, SOUZA JAM, CARVALHO ACC, BUFFOLO E: *Endovascular treatment of thoracic disease: patient selection and a proposal of a risk score*. Ann Thorac Surg 2002; 73: 1143-48.
 32. PALMA JH, DE SOUZA JA, RODRIGUES ALVES CM, CARVALHO AC, BUFFOLO E: *Self-expandable aortic stent-grafts for treatment of descending aortic dissections*. Ann Thorac Surg. 2002 Apr; 73(4): 1138-41.
 33. INCE H, REHDE RS TC, PETZSCH M, KISCHE S, NIENABER CA: *Stent-grafts in patients with Marfan syndrome*. J Endovasc Ther. 2005 Feb; 12(1): 82-88.
 34. COSELLI JS, CONKLIN LD, LEMAIRE SA: *Thoraco-abdominal Aortic Aneurysm Repair: Review and Update of Current Strategies*. Ann Thorac Surg 2002; 74: S1881-S1884.

