

Aneurismas de aorta ascendente: tratamiento quirúrgico



Rafael García-Fuster*

Servicio de Cirugía Cardíaca, Consorcio Hospital General Universitario de Valencia, Valencia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de enero de 2015

Aceptado el 21 de enero de 2015

On-line el 19 de junio de 2015

*Palabras clave:*Aneurisma
Aorta ascendente
Etiología
Diagnóstico
Cirugía

RESUMEN

En este capítulo se realiza una revisión general de la patología aneurismática de la aorta ascendente. Se describen las diferentes etiologías y formas de presentación, haciendo especial énfasis en la necesidad de obtener información o signos de sospecha de esta patología para realizar un diagnóstico precoz. Este diagnóstico, junto con un seguimiento de la progresión del aneurisma, es fundamental para indicar a tiempo el tratamiento quirúrgico y eludir la evolución natural hacia la rotura. Igualmente, se analizan las principales técnicas quirúrgicas disponibles.

© 2015 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

*Keywords:*Aneurysm
Ascending aorta
Etiology
Diagnosis
Surgery

Ascending aortic aneurysms: surgical treatment

ABSTRACT

A systematic review has been done in this chapter about ascending aortic aneurysms. Different etiologies and clinical presentations have been described focusing on the necessity of an early diagnosis in the managing of this disease. A proper diagnosis and follow-up are important issues to establish the timing of surgery and avoid aortic rupture. The most important operative techniques have also been described.

© 2015 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La patología aneurismática de la aorta ascendente sigue en frecuencia a los aneurismas de aorta abdominal. La mayoría se diagnostican en pacientes en la sexta o séptima década de la vida, que presentan antecedentes de hipertensión y tabaquismo, y se trata de aneurismas de origen arteriosclerótico. Sin embargo, pacientes con enfermedades del tejido conjuntivo o con válvula aórtica bicúspide llegan al diagnóstico en edades más precoces. Estos últimos suelen llegar al diagnóstico tras detectarse de forma casual un soplo valvular aórtico. Los pacientes con patología degenerativa, como los que tienen un síndrome de Marfan, se diagnostican incluso en la infancia o la adolescencia debido al chequeo realizado motivado por tener antecedentes familiares. Todos ellos deben ser seguidos periódicamente para valorar el diámetro de la aorta¹.

El objetivo que nos planteamos es definir y clasificar esta patología, valorar su frecuencia y especialmente analizar su forma de presentación clínica y progresión. Nos planteamos hacer hincapié en la necesidad de identificar signos de sospecha que nos permitan un diagnóstico temprano. Finalmente, revisamos los criterios aceptados actualmente para indicar la cirugía y las principales opciones técnicas.

Definición y clasificación

Definición

Se considera aneurisma la dilatación anormal de un vaso. Este concepto implica a las 3 capas de la pared arterial («aneurisma verdadero») y este hecho lo distingue del concepto de pseudoaneurisma o «aneurisma falso», caracterizado por la disrupción de las capas íntima y media de la pared. Contribuyen a la contención de las paredes la propia adventicia del vaso, el coágulo perivasculoso y los tejidos adyacentes. Por tanto, la dilatación del vaso que se origina de un pseudoaneurisma implica una rotura contenida de dicho vaso y el riesgo de una rotura completa recomienda un tratamiento urgente una vez hecho el diagnóstico².

En nuestro apartado concreto, un aneurisma de aorta ascendente supone una dilatación permanente localizada en dicha región de la aorta, que implica a las 3 capas de la pared y que iguala o supera el 50% del diámetro considerado como normal en una persona de edad, sexo y estatura comparables³.

Clasificación

Los criterios de clasificación más habituales de los aneurismas aórticos pueden ser el aspecto macroscópico y la localización.

Según el primer criterio, la morfología de los aneurismas puede clasificarlos en:

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rgfuster@terra.com

- saculares: solo afectan a una porción de la circunferencia de la aorta y
- fusiformes: afectan a toda la circunferencia de la aorta.

Según la localización, el músculo diafragma nos delimita 2 amplios territorios:

- aneurismas de aorta torácica (que, a su vez, pueden afectar a la aorta ascendente, el arco aórtico y/o la aorta descendente),
- aneurismas de aorta abdominal (que, a su vez, en función del límite marcado por el eje arterial renal, pueden tener una localización infra y/o suprarrenal).

Existen aneurismas de gran extensión que rebasan los límites anatómicos citados y que se denominan aneurismas toraco-abdominales, siendo clasificados a su vez en distintos tipos en función de las regiones de la aorta implicadas (clasificación de Crawford)³.

Epidemiología

Los aneurismas aórticos más frecuentes son los de la aorta abdominal, especialmente los de la región infrarrenal. En segundo lugar, se encuentran los aneurismas de la aorta torácica, pero la frecuencia de los mismos en función de la distribución por regiones no está bien aclarada. Según la mayoría de las series publicadas, los aneurismas de aorta ascendente serían los más frecuentes, seguidos por los de la aorta torácica descendente y el cayado aórtico⁴. En algunas publicaciones, los aneurismas de aorta torácica descendente (extendidos desde el origen de la arteria subclavia izquierda hasta el músculo diafragma) serían más frecuentes que los ubicados en la aorta ascendente.

Los estudios de prevalencia de la patología aneurismática aórtica en la población general son escasos. Un estudio⁵ realizado en Rochester (Minnesota) engloba el análisis realizado en 2 períodos sucesivos: primer estudio entre los años 1951 y 1980, y segundo estudio entre 1980 y 1994. La frecuencia de aneurismas de aorta torácica prácticamente se duplicó en el segundo período (5,9 vs. 10,4 por 100.000 habitantes/año), pero se observó una mejoría significativa del pronóstico de esta patología. Un estudio poblacional global en Suecia⁶, desarrollado entre 1987 y 2002, con la inclusión de más de 14.000 pacientes, mostró un aumento de la incidencia de la patología aórtica en ambos sexos asociada a una mejoría en los resultados del tratamiento.

Etiología

Entre las causas más habituales de aneurismas de aorta torácica se encuentra la arteriosclerosis (etiología más frecuente de los aneurismas de arco y aorta torácica descendente) y la degenerativa (más frecuente en aneurismas de la aorta ascendente). En la primera situación, es frecuente la asociación de factores de riesgo cardiovascular con afectación predominante en varones (proporción varón: mujer de 10:1), pacientes de edad avanzada y con antecedentes familiares de patología cardiovascular.

La patología degenerativa suele afectar a la aorta ascendente y la raíz aórtica, con frecuente dilatación de los senos de Valsalva. Desde el punto de vista histológico, se observan cambios degenerativos de las fibras elásticas y del colágeno de la capa media de la pared aórtica, junto con pérdida de celularidad y un acúmulo de material mucoide, constituyendo una entidad denominada necrosis quística de la media. Distintos cuadros clínicos se asocian a esta patología, como los síndromes de Marfan (mutación del gen de la fibrilina 1 en el brazo largo del cromosoma 15), síndrome de Loeys-Dietz (mutación del gen de los receptores de factor de crecimiento tipo I o II) o

síndrome de Ehlers-Danlos tipo IV familiar o esporádico (mutación del gen del procolágeno tipo III), todos ellos trastornos con herencia autosómica dominante. La válvula aórtica bicúspide congénita, distintos síndromes familiares de aneurismas de aorta torácica y otros síndromes, como el de Turner, Noonan o Beals, también se han asociado a patología aneurismática degenerativa³.

Otras causas de aneurismas son: la disección aórtica, infecciones (sífilis y aneurismas micóticos), arteritis y traumatismos.

Historia natural

La evolución natural de un aneurisma es hacia el aumento progresivo de su diámetro hasta que se produce la rotura del mismo o la disección aórtica. El riesgo de rotura de los aneurismas de aorta torácica guarda una relación directa con su diámetro transversal máximo y con la presencia de clínica relacionada en el paciente. La rotura espontánea sin síntomas previos es menos frecuente en los aneurismas torácicos en comparación con los aneurismas de aorta abdominal. Respecto al tamaño, para diámetros inferiores a 4 cm el riesgo estimado es de 2-3% al año, pero si el diámetro es mayor de 6 cm el riesgo es del 7% al año. La tasa media de crecimiento anual es de 0,1-0,2 cm, siendo mayor en pacientes con síndrome de Marfan o con disección aórtica previa. Según el estudio de Coady et al.⁷ la probabilidad de rotura o disección fue un 25% superior en pacientes con diámetros ≥ 6 cm en comparación con aquellos con diámetros entre 4-4,9 cm. La incidencia de disección aórtica o rotura fue del 27,9% para aneurismas con diámetro > 6 cm, del 17,8% para diámetros entre 5,0-5,9 cm, del 9,5% para diámetros entre 4,0-4,9 cm y del 8,8% entre 3,5-3,9 cm. La ley de Laplace puede explicar esta relación entre diámetros y riesgo de rotura, siendo la tensión parietal (T) que soporta el aneurisma directamente proporcional a la presión sanguínea interna (P) y al radio de la aorta (R): $T = PR/2$.

Otros estudios relevantes han analizado la tasa de crecimiento anual, la tasa de rotura o disección y la presencia de predictores de dichos eventos. El estudio de Davies et al.⁸ de la Universidad de Yale estimó una tasa de crecimiento anual global de 0,1 cm/año, siendo menor en la aorta ascendente comparado con la descendente (0,07 vs. 0,19 cm/año, respectivamente). En aneurismas disecantes, esta tasa fue mayor comparada con aneurismas no disecantes (0,14 vs. 0,09 cm/año). La tasa de rotura o disección mostró una clara correlación con el tamaño del aneurisma: 2%/año para diámetros < 5 cm, 3%/año para diámetros entre 5-5,9 cm y 7%/año en aneurismas con diámetro ≥ 6 cm. Los principales predictores independientes de rotura-disección y sus riesgos relativos (RR) fueron: diámetro entre 5-5,9 cm (RR: 2,5), diámetro ≥ 6 cm (RR: 5,2), síndrome de Marfan (RR: 3,7) y sexo femenino (RR: 2,9). Otros predictores de riesgo observados en un estudio previo por Griep et al.⁹ fueron: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (RR: 3,6), edad (RR: 2,6, por cada década) y dolor relacionado con el aneurisma (RR: 2,3).

Clínica

La mayor parte de pacientes con aneurismas de aorta ascendente se encuentran asintomáticos y el único dato exploratorio de sospecha puede ser la presencia de un soplo de insuficiencia valvular aórtica. En aneurismas de aorta abdominal, la posibilidad de encontrar a la palpación una masa pulsátil y no dolorosa puede facilitar la sospecha diagnóstica. El descubrimiento casual de un aneurisma de aorta ascendente suele ocurrir tras la evaluación de una radiografía simple de tórax en la que se observa una dilatación del mediastino superior.

En los pacientes sintomáticos, las manifestaciones clínicas pueden originarse a partir de 4 posibles mecanismos:

1. rotura del aneurisma, lo que implica una hemorragia masiva y conlleva la muerte del paciente por shock hipovolémico,
2. insuficiencia valvular aórtica con insuficiencia cardíaca secundaria que ocasiona disnea,
3. embolia a partir de un trombo mural formado en el interior del aneurisma o aterioembolia como consecuencia de la aterosclerosis aórtica,
4. compresión de estructuras vecinas que puede ocasionar una gran diversidad de síntomas:
 - dolor torácico,
 - disfonía por compresión del nervio laríngeo recurrente izquierdo,
 - tos, ronquera y disnea por afectación traqueal,
 - disfagia secundaria a compresión esofágica,
 - síndrome de vena cava superior con congestión braquiocefálica por compromiso del retorno venoso por compresión de dicha vena,
 - erosión ósea vertebral o incluso del esternón.

Diagnóstico

Existen distintas pruebas diagnósticas de imagen que pueden indicar la presencia de un aneurisma de aorta ascendente o confirmar su diagnóstico.

- La radiografía simple de tórax, puede ser la primera prueba diagnóstica sugerente de aneurisma ante la presencia de signos como el ensanchamiento mediastínico o el desplazamiento o compresión de la tráquea o el bronquio principal izquierdo.
- La ecocardiografía permite valorar la raíz aórtica y parte de la aorta ascendente, junto con un estudio detallado de la morfología y función de la válvula aórtica. La ecocardiografía transesofágica ofrece imágenes de una mayor resolución y permite medir el diámetro de la aorta más proximal a diferentes niveles. También se pueden obtener imágenes de parte de la aorta descendente.
- La TAC y la RM torácica permiten confirmar el diagnóstico de aneurisma y realizar un seguimiento periódico del mismo, con especial evaluación seriada de su diámetro con el fin de determinar su tasa de crecimiento.
- La aortografía durante la realización de un cateterismo cardíaco puede poner en evidencia una dilatación de la aorta ascendente que sugiera la presencia de un aneurisma.

Tratamiento quirúrgico

Indicaciones quirúrgicas

La decisión de intervenir quirúrgicamente a un paciente concreto en el que se ha realizado el diagnóstico de aneurisma de aorta ascendente debe basarse no solo en la información obtenida por las pruebas de imagen mencionadas, sino en una valoración del estado global del mismo con la finalidad de determinar la presencia de síntomas, comorbilidad y establecer una relación beneficio-riesgo.

La presencia de síntomas relacionados con el aneurisma suele indicar la necesidad de tratamiento quirúrgico y suele aparecer en pacientes con diámetros elevados en aorta ascendente. La ausencia de síntomas plantea la necesidad de fundamentar la indicación quirúrgica en el grado de dilatación del aneurisma precisando un cálculo lo más exacto posible del diámetro aórtico. El punto de corte de dicho diámetro a partir del cual se considera necesaria la cirugía puede variar según la etiología de base. En aneurismas de origen arteriosclerótico se puede considerar la cirugía cuando el diámetro es igual o superior a 5,5 cm, pero si la etiología es degenerativa la cifra debe ser menor debido a un mayor riesgo de

rotura. En pacientes con síndrome de Marfan se puede establecer la indicación para diámetros de 5 cm o más. La afectación asociada de la raíz aórtica puede conllevar la asociación de un grado variable de insuficiencia valvular aórtica y precisar una cirugía combinada valvular y sustitutiva de raíz y aorta ascendente. En estos pacientes se aconseja intervenir cuando el diámetro es menor si se observa un crecimiento acelerado del aneurisma (> 0,5 cm/año), una insuficiencia valvular aórtica moderada a severa o existen antecedentes familiares de disección aórtica. En el síndrome de Loeys-Dietz la cirugía se aconseja con diámetros inferiores, considerando un punto de corte entre 4,4-4,6 cm.

En las guías clínicas más recientes publicadas por la Sociedad Europea de Cirugía Cardio-Torácica y Cardiología¹⁰ sobre el tratamiento quirúrgico de los pacientes con enfermedad valvular, se incluyeron las siguientes consideraciones para indicar la cirugía en pacientes con enfermedad de la raíz aórtica, con independencia del grado de severidad de la insuficiencia valvular aórtica asociada. La cirugía debe indicarse en pacientes con síndrome de Marfan y diámetro máximo de aorta ascendente ≥ 50 mm. Igualmente, la cirugía debe ser indicada en otras 3 situaciones:

- pacientes con síndrome de Marfan con diámetro ≥ 45 mm si coexisten factores de riesgo,
- pacientes con válvula aórtica bicúspide y factores de riesgo con diámetro ≥ 50 mm,
- para otros pacientes se considera la cirugía sólo si el diámetro es ≥ 55 mm.

Los factores de riesgo considerados en el síndrome de Marfan son los siguientes:

1. historia familiar de disección aórtica,
2. tasa de crecimiento aórtico mayor de 2 mm/año,
3. insuficiencia valvular aórtica o mitral severas o
4. embarazo.

En los pacientes con válvula aórtica bicúspide se consideran como factores de riesgo los factores 1 y 2 previamente contemplados para los pacientes con síndrome de Marfan junto con la presencia de hipertensión arterial o coartación de aorta.

Técnicas quirúrgicas

La técnica quirúrgica básica para el tratamiento del aneurisma de aorta ascendente es la sustitución de la aorta dilatada por un injerto tubular protésico de dacrón.

Podemos considerar distintos criterios para clasificar las posibles técnicas quirúrgicas empleadas en esta patología: la extensión del aneurisma, el tipo de sustituto aórtico empleado o la técnica anastomótica.

1. La extensión de la zona afectada por el aneurisma. La extensión de la cirugía puede variar según la afectación de regiones adyacentes a la porción tubular de la aorta ascendente. En caso de afectación proximal y dilatación de la raíz aórtica con o sin afectación de la válvula aórtica, se debe sustituir la aorta en su porción sinusal y asociar o no cirugía valvular para el reemplazo o la preservación-reparación de dicha válvula. En caso de extensión del aneurisma en sentido distal hacia el cayado aórtico, puede ser necesario sustituir parcial o completamente el arco aórtico.
2. El tipo de sustituto aórtico. Se puede utilizar un injerto sintético de dacrón valvulado o no, en función de la extensión proximal de la patología aórtica. Entre los sustitutos no sintéticos o biológicos de válvula, raíz y aorta ascendente podría emplearse

un xenoinjerto, un homoinjerto o un autoinjerto pulmonar (u operación de Ross).

- La técnica anastomótica del sustituto seleccionado sobre la aorta del paciente puede ser variada. Lo más habitual es realizar la anastomosis con sutura monofilamento de polipropileno mediante una sutura continua, pero puede complementarse con el empleo de parches de teflón o pericardio, pegamento biológico o la adición de puntos o suturas de refuerzo.

Los principales procedimientos específicos sobre la aorta ascendente y la raíz aórtica dependen especialmente de la extensión del aneurisma y del estado de la raíz aórtica y la válvula, pero también de otros factores como la patología de base, las expectativas de vida del paciente, la posibilidad de anticoagulación y las preferencias del propio cirujano.

- En aneurismas de aorta ascendente con senos de Valsalva y anillo valvular normal, solo se precisa la sustitución de la aorta ascendente desde la unión sinotubular al inicio del cayado aórtico. Si la válvula es patológica, se puede reemplazar de forma separada. Los senos de Valsalva en pacientes con síndrome de Marfan no deberían preservarse debido a la necesidad frecuente de reoperación¹¹.
- En pacientes con dilatación asociada de la raíz aórtica se pueden plantear distintos procedimientos:
 - sustitución de válvula, raíz y aorta ascendente con injerto aorto-valvulado (operación tipo Bentall). Las arterias coronarias se reimplantan en forma de «botones» coronarios sobre el injerto de dacron¹².
 - Sustitución de válvula, raíz y aorta ascendente con un homoinjerto con reimplante coronario. Actualmente, suele indicarse especialmente en pacientes con endocarditis infecciosa. La degeneración del mismo con el paso del tiempo supone la posibilidad de una reoperación compleja, especialmente si existe calcificación severa. Esto ha supuesto que su empleo rutinario no sea más frecuente y sea necesario seleccionar muy bien al paciente candidato¹³.
 - Sustitución con autoinjerto pulmonar de la válvula, raíz y de la primera porción de la aorta ascendente (operación de Ross)¹⁴. El reemplazo del resto de la aorta ascendente puede requerir añadir un injerto de dacrón. Los candidatos potenciales de esta técnica son adultos jóvenes con estilo de vida activo y expectativa vital que excede los 15-20 años o bien mujeres en edad fértil que desean tener un embarazo o pacientes con contraindicación para la anticoagulación¹⁵.
 - Procedimientos de sustitución de la raíz aórtica con preservación de la válvula. Este tipo de intervenciones pueden clasificarse en 2 grandes grupos: técnica de remodelado (postulada por Yacoub)¹⁶ y técnica de reimplante (representada por David)¹⁷. En ambos procedimientos, las cúspides de la válvula aórtica deben ser normales y la insuficiencia valvular suele ser secundaria a la dilatación de la raíz aórtica. En algunos pacientes con insuficiencia valvular central por dilatación de la unión sinotubular sin afectación de los senos, podría bastar con reducir dicha unión sinotubular con el recambio de la aorta ascendente.
 - Finalmente, otro procedimiento alternativo podría ser la técnica de Robiseck en la aorta ascendente (o «wrapping»)¹⁸, que estaría indicada en pacientes de edad avanzada, con alto riesgo quirúrgico o esperanza de vida limitada. Se suele realizar una aortotomía longitudinal si se debe reemplazar la válvula aórtica, con resección parcial de la pared aórtica y cierre posterior con refuerzo externo con una banda ancha de dacrón a modo de soporte.

Conclusiones

Los aneurismas de aorta ascendente son los más frecuentes después de los de aorta abdominal.

El espectro etiológico habitual va desde el aneurisma arteriosclerótico, propio de pacientes de mayor edad con factores de riesgo cardiovascular, hasta la patología degenerativa que suele afectar a gente joven, donde el diagnóstico precoz y el seguimiento de la dilatación progresiva de la aorta son fundamentales.

El diámetro aórtico es un factor de gran importancia para indicar el momento de la cirugía y su punto de corte es más bajo en pacientes con patología degenerativa.

La técnica quirúrgica más habitual es la sustitución de la aorta ascendente con injerto de dacrón. Se pueden emplear una gran diversidad de técnicas adicionales en función del grado de extensión del aneurisma y de otros factores relacionados con el paciente y el propio cirujano.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Pitt MP, Bonser RS. The natural history of thoracic aortic aneurysm disease: An overview. *J Card Surg.* 1997;12:270-8.
- Quevedo HC, Santiago-Trinidad R, Castellanos J, Atianzar K, Anwar A, Abi Rafeh N. Systematic review of interventions to repair ascending aortic pseudoaneurysms. *Ochsner J.* 2014;14:576-85.
- Isselbacher EM. Thoracic and abdominal aortic aneurysms. *Circulation.* 2005;111:816-28.
- Bickerstaff LK, Pairolo PC, Hollier LH, Melton LJ, van Peenen HJ, Cherry KJ, et al. Thoracic aortic aneurysms: A population-based study. *Surgery.* 1982;92:1103-8.
- Clouse WD, Hallett JW, Schaff HV, Gayari MM, Ilstrup DM, Melton LJ, et al. Improved prognosis of thoracic aortic aneurysms: A population-based study. *JAMA.* 1998;280:1926-9.
- Olsson C, Thelin S, Stahle E, Ekblom A, Granath F. Thoracic aortic aneurysm and dissection. Increasing prevalence and improved outcomes reported in a nationwide population-based study of more than 14 000 cases from 1987 to 2002. *Circulation.* 2006;114:2611-8.
- Coady MA, Rizzo JA, Hammond GL, Kopf GS, Elefteriades JA. Surgical intervention criteria for thoracic aortic aneurysms: A study of growth rates and complications. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1922-6.
- Davies RR, Goldstein LJ, Coady MA, Tittle SL, Rizzo JA, Kopf GS, et al. Yearly rupture or dissection rates for thoracic aortic aneurysms: Simple prediction based on size. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:17-27.
- Griep RB, Ergin MA, Galla JD, Lansman SL, McCullough JN, Nguyen KH, et al. Natural history of descending thoracic and thoracoabdominal aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1927-30.
- Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Barón-Esquivias G, Baumgartner H, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). The Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2012;33:2451-96.
- Lawrie GM, Earle N, DeBaake ME. Long-term fate of the aortic root and aortic valve after ascending aneurysm surgery. *Ann Surg.* 1993;217:711-20.
- Yun KL, Miller DC, Fann JI, Mitchell RS, Robbins RC, Moore KA. Composite valve graft versus separate aortic valve and ascending aortic replacement: Is there still a role for the separate procedure? *Circulation.* 1997;96(II):368-75.
- Gulbins H, Kreuzer E, Uhlrig A, Reichart B. Homografts in patients with combined disease of the aortic valve and the ascending aorta: An alternative to the classical bentall procedure. *J Heart Valve Dis.* 2001;10:650-6.

14. Kouchoukos NT. Aortic allografts and pulmonary autografts for replacement of the aortic valve and aortic root. *Ann Thorac Surg*. 1999;67:1846–8.
15. Elkins RC, Lane MM, McCue C. Ross procedure for ascending aortic replacement. *Ann Thorac Surg*. 1999;67:1843–5.
16. Yacoub MH, Gehle P, Chandrasekaran V, Birks EJ, Child A, Radley-Smith R. Late results of a valve-preserving operation in patients with aneurysms of the ascending aorta and root. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1998;115:1080–90.
17. David TE, Feindel CM. An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;103:617–21.
18. Ang KL, Raheel F, Bajaj A, Sosnowski A, Galinanes M. Early impact of aortic wrapping on patients undergoing aortic valve replacement with mild to moderate ascending aorta dilatation. *J Cardiothorac Surg*. 2010;5:58–62.