

Técnicas quirúrgicas en disección aórtica tipo A[☆]

Alejandro Vázquez

Servicio de Cirugía Cardíaca, Hospital Universitari i Politècnic La Fe, Valencia, España



INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 10 de noviembre de 2014

Aceptado el 11 de noviembre de 2014

On-line el 13 de enero de 2015

Palabras clave:

Disección aórtica

Aorta

Válvula aórtica

Circulación extracorpórea

Hipotermia terapéutica

Keywords:

Dissecting aneurysm

Aorta

Aortic valve

Cardiopulmonary bypass

Therapeutic hypothermia

R E S U M E N

La cirugía de la disección aórtica tipo A es una situación clínica que asocia invariablemente una elevada mortalidad. El principal desafío al que se enfrenta el cirujano consiste en mantener con vida al paciente una vez superado el episodio agudo, independientemente de la evolución de la afección residual aórtica y de la necesidad o no de reintervención posterior. Los objetivos quirúrgicos se dirigen a reinstaurar el flujo a través de la luz verdadera, eliminar el desgarro (rotura) principal, y restablecer la anatomía de la raíz y la competencia de la válvula aórtica para limitar los efectos de la malperfusión visceral y coronaria, el riesgo de rotura y taponamiento cardíaco, así como el estado de shock. El contexto clínico de cada paciente, así como la infraestructura disponible y la experiencia del cirujano determinan en último lugar la técnica más adecuada a aplicar.

© 2014 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Surgical techniques in type A aortic dissection surgery

A B S T R A C T

Type A aortic dissection surgery is invariably associated with a high mortality rate. The first challenge that the surgeon faces is to keep the patient alive, regardless of the residual disease in the remaining aorta and the need for re-intervention in the future. Surgical goals are aimed at restoring flow on the true lumen, excluding a main aortic tear and restoring the anatomy and competence for the aortic root and the aortic valve, in order to limit the consequences of visceral and coronary malperfusion, the risk of rupture and tamponade, as well as shock. The clinical context, the available infrastructure and the experience of the surgeon are ultimate determinants for which the most suitable technique should be performed.

© 2014 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El pronóstico fatal de la disección aórtica tipo A sin tratamiento quirúrgico ha sido bien documentado desde hace más de 2 décadas¹. En la actualidad, centros de excelencia consiguen tasas de supervivencia hospitalaria y al año por encima del 80%^{2,3}, por lo que, en ausencia de edades extremas, daño neurológico masivo evolucionado, isquemia (necrosis) intestinal avanzada u otro tipo de gran comorbilidad, cualquier paciente diagnosticado de disección aórtica tipo A debería recibir tratamiento quirúrgico inmediato⁴. En relación con la edad, resulta lógico que los resultados quirúrgicos sean peores en ancianos, aunque pacientes seleccionados pueden presentar una supervivencia razonable incluso a partir de la octava década^{5,6}. Por otra parte, existe evidencia en aumento en relación con la reversibilidad de determinados cuadros neurológicos (como consecuencia directa de una malperfusión craneal) tras una intervención quirúrgica temprana adecuada⁷.

Los objetivos principales en la cirugía de la disección aórtica tipo A son 3:

- 1) Reinstaurar el flujo a través de la luz verdadera.
- 2) Eliminar el desgarro (rotura) principal.
- 3) Restablecer la anatomía de la raíz y la competencia de la válvula aórtica.

Todo ello con la finalidad de evitar o tratar la rotura y el taponamiento cardíaco, las consecuencias de la malperfusión de órganos (infarto de miocardio, ictus, etc.) y, eventualmente, el fallecimiento del paciente. La presencia de malperfusión visceral a cualquier nivel (hasta en el 20-30% de los pacientes), así como el taponamiento cardíaco y el estado de shock han sido identificados en múltiples estudios como los principales predictores de mortalidad precoz⁸, mientras que la insuficiencia valvular o la imposibilidad de exclusión del desgarro principal que origina la disección lo son para la necesidad de reintervención posterior, por lo que es fundamental que los procedimientos quirúrgicos se dirijan a tratar cada una de estas situaciones.

En general, las actuaciones más conservadoras consistentes en la sustitución de aorta ascendente suprasinusal por un conducto

[☆] Trabajo presentado en la XIX Reunión de Médicos Residentes en Cirugía Cardiovascular.

Correo electrónico: avazsan@gmail.com

protésico o biológico (extendido distalmente a hemiarco si se precisa) con preservación de la válvula aórtica son reproducibles y útiles para tratar a una gran mayoría de pacientes, con una mortalidad aceptable⁹. De hecho, tras una intervención exitosa de este tipo, la tasa de reintervención por progresión de la enfermedad a los 10 años (en los casos no complicados) se sitúa en torno al 5% de acuerdo con las series de Cleveland¹⁰ y Yale¹¹, con un crecimiento promedio del diámetro aórtico de 0,26 cm/año, es decir, comportándose de una manera relativamente benigna tras la primera intervención. En consecuencia, procedimientos quirúrgicos más extensos deben ser cuidadosamente planificados e individualizados, teniendo en cuenta el riesgo quirúrgico adicional y el hipotético beneficio para el paciente en cada caso. Sin embargo, la persistencia de una falsa luz residual en el cayado y la aorta torácica descendente está presente en el 60-90% de los pacientes intervenidos, lo que ha generado controversias acerca de la idoneidad de tratar estos segmentos de aorta durante el mismo acto, *a posteriori* o exclusivamente bajo tratamiento médico. Estudios recientes han identificado variables que predisponen a un mal resultado a largo plazo y la necesidad de reintervención posterior (pudiendo llegar hasta el 50% a 10 años), tales como¹²:

- 1) Tamaño de la aorta torácica descendente superior a 35 mm.
- 2) Persistencia de permeabilidad en la falsa luz.
- 3) Diámetro de la falsa luz superior a 22 mm.
- 4) Desgarro principal superior a 10 mm.

Primer objetivo: reinstaurar el flujo a través de la luz verdadera

La ruta de acceso para proporcionar flujo arterial de entrada a través de la luz verdadera (subclavia, femoral, etc.) continúa siendo motivo de debate en la actualidad^{13,14}. Con independencia del acceso elegido, es imprescindible asegurar la canulación de la luz verdadera, ya que lo contrario podría derivar en una presurización excesiva de la falsa luz, agravando la situación de malperfusión e incrementando el riesgo de progresión de la disección o incluso de rotura de la aorta. La monitorización hemodinámica, la presencia de diuresis adecuada, así como la evolución de la oximetría cerebral y los parámetros bioquímicos intraoperatorios (lactato, etc.), junto con una técnica quirúrgica precisa, son medidas intraoperatorias que contribuyen a asegurar una perfusión adecuada de la luz verdadera durante todo el procedimiento.

Entre las diferentes opciones de canulación, en los últimos años está ganando en popularidad la vía subclavia o axilar derecha por constituir una perfusión anterógrada más fisiológica y presentar un menor número de inconvenientes derivados de la malperfusión, sobre todo en disecciones tipo A que se extienden a lo largo de toda la aorta (tipo I de DeBakey) ante la posibilidad de múltiples entradas entre ambas luces a lo largo de la misma¹⁵. Diferentes estudios han puesto énfasis en las ventajas del abordaje axilar respecto al femoral, con una reducción de la mortalidad promediada desde el 23% en las series con canulación femoral hasta el 6,5% en el caso de la subclavia¹⁶. La perfusión por vía subclavia puede realizarse mediante canulación arterial directa (habitualmente 16-18 F) o mediante la interposición de un injerto protésico de Dacron, tras diseccionar y controlar proximal y distalmente la arteria bajo el borde clavicular o en el surco deltopectoral.

En el caso de la canulación directa, las técnicas tipo Seldinger no son recomendables debido a la posibilidad de incidir sobre la falsa luz. La canulación suele realizarse con una arteriotomía transversal convencional diferenciando las diferentes capas de la arteria para asegurar una canulación correcta. La cánula debe introducirse unos 4-5 cm sin resistencia para no sobrepasar la bifurcación carotidsubclavia, y fijarse adecuadamente para evitar la expulsión

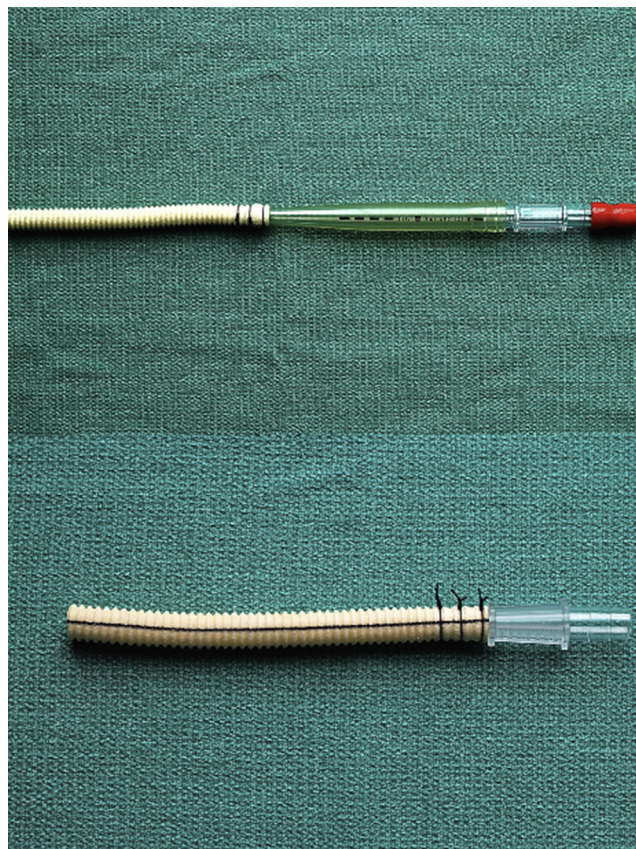


Figura 1. Propuestas de canulación con interposición de injerto de 8 mm.

retrógrada debido a la presión de la línea. Posteriormente, y tras la decanulación, la arteria suele necesitar ser reconstruida, lo que habitualmente se realiza con suturas interrumpidas de polipropileno 5/0 asegurando la entrada a través de todas las capas de la arteria.

En relación con la interposición de conducto, suele utilizarse una prótesis de Dacron de 8-10 mm mediante una anastomosis terminolateral con sutura continua de polipropileno 5/0 a través de una arteriotomía longitudinal. Proximalmente el conducto puede conectarse al circuito arterial con una conexión 3/8 de pulgada o mediante una cánula similar a la de la situación anterior (fig. 1). Esta técnica permite un flujo mayor en arterias pequeñas, así como profundir el miembro superior derecho y monitorizar la presión arterial por vía radial derecha. Además, presenta un menor riesgo de yatrogenia en relación con lesiones de la arteria radial y del plexo braquial¹⁷.

Segundo objetivo: excluir el desgarro principal

Hoy en día, las técnicas de reparación óptima de la pared aórtica tanto a nivel proximal como distal en las zonas de anastomosis continúan en evolución, e incluyen la reconstrucción neomedial con interposición de teflón o pegamentos biológicos, la inversión adventicial o el refuerzo interno y/o externo con teflón o pericardio autógeno. El entusiasmo inicial por los pegamentos biológicos ha disminuido tras describirse casos de necrosis de pared, fallo de sutura y formación de pseudoaneurismas¹⁸. En cualquier caso, resulta fundamental (sobre todo en las disecciones aórticas extensas donde puede haber múltiples reentradas entre ambas luces) asegurar una buena anastomosis distal que incluya suficiente cantidad de material de todas las capas de la aorta con la finalidad de evitar el posible sangrado por flujo retrógrado («back flow»), por

presurización de la falsa luz a través de alguna de las reentradas, aunque todavía para ciertos autores este es un concepto más teórico que real¹⁹.

La preparación ideal para realizar una correcta anastomosis distal requiere unas condiciones de parada circulatoria y cierto grado de hipotermia para disminuir el metabolismo y el daño celular de los órganos durante el tiempo que no están perfundidos. De esta manera se facilita la construcción de una anastomosis «abierta», que permite explorar adecuadamente el interior del arco aórtico y evitar lesiones derivadas del pinzamiento aórtico, que debe ser evitado. David et col.²⁰ mostraron que la evitación del pinzamiento aórtico durante la fase de enfriamiento y la construcción de una anastomosis distal abierta en condiciones de parada circulatoria mejoraba sus resultados a corto y largo plazo, demostrando que el pinzamiento aórtico no solo podría inducir la presurización de la falsa luz, sino también originar nuevas lesiones en la aorta *per se*.

La anastomosis distal abierta posibilita la extensión de la anastomosis distal más allá del inicio del tronco braquiocefálico, extendiendo los bordes de resección y anastomosis inferiores en la convexidad del arco aórtico (sustitución de aorta ascendente ampliada a hemiarco). Pese a que la sustitución de aorta ascendente, bien aislada, bien ampliada como hemiarco, suele ser suficiente en una gran mayoría de los enfermos, existe disparidad de opiniones en lo relativo a la necesidad de sustituir el arco aórtico completo de manera sistemática en esta afección. En general, las roturas que se localizan incluyendo o más allá de alguno de los troncos supraaórticos, o bien aquellos casos que presentan una dilatación aneurismática marcada del cayado (> 50 mm), deberían considerarse para una sustitución total del arco aórtico.

La decisión acerca de la idoneidad de una sustitución de cayado aórtico simultánea en el mismo procedimiento es motivo de debate en la actualidad debido al considerable incremento en morbi-mortalidad del procedimiento respecto a la sustitución de aorta ascendente aislada, así como a la mayor dificultad técnica del mismo (constituyendo en ocasiones un verdadero desafío quirúrgico). Existen signos de mal pronóstico que orientarían hacia un manejo más intensivo de la afección aórtica aconsejando una sustitución completa de cayado, entre los que se encontrarían¹²:

- 1) Aneurisma de cayado aórtico preexistente > 50 mm.
- 2) Desgarro intimal principal localizado en el cayado aórtico distal (no abordable mediante una exclusión tipo «hemiarco» convencional).
- 3) Desgarro intimal secundario con una longitud > 10 mm.
- 4) Signos clínicos evidentes de malperfusión visceral.
- 5) Signos radiológicos de malperfusión visceral potencial.
- 6) Diámetro de la falsa luz > 22 mm.
- 7) Diámetro de la aorta torácica descendente > 35 mm.

Por último, durante el tiempo de parada circulatoria es posible realizar algún tipo de perfusión cerebral selectiva en función de la técnica de canulación, lo que permite ampliar el margen de tiempo de parada circulatoria y disminuir el grado de hipotermia. Mediante canulación axilar derecha y control del tronco braquiocefálico se posibilita la perfusión cerebral anterógrada unilateral por la carótida derecha. Múltiples variantes de perfusión cerebral selectiva han sido descritas en la literatura médica¹⁵, aunque en el momento actual existe una tendencia cada vez más generalizada a pasar de situaciones de parada circulatoria con hipotermia profunda (18 °C) a hipotermia moderada (24-25 °C), que permite márgenes de seguridad similares con tiempos de circulación extracorpórea más cortos, al necesitar un período de recalentamiento menor^{21,22}, aunque estos aspectos quedan fuera del propósito del presente artículo.

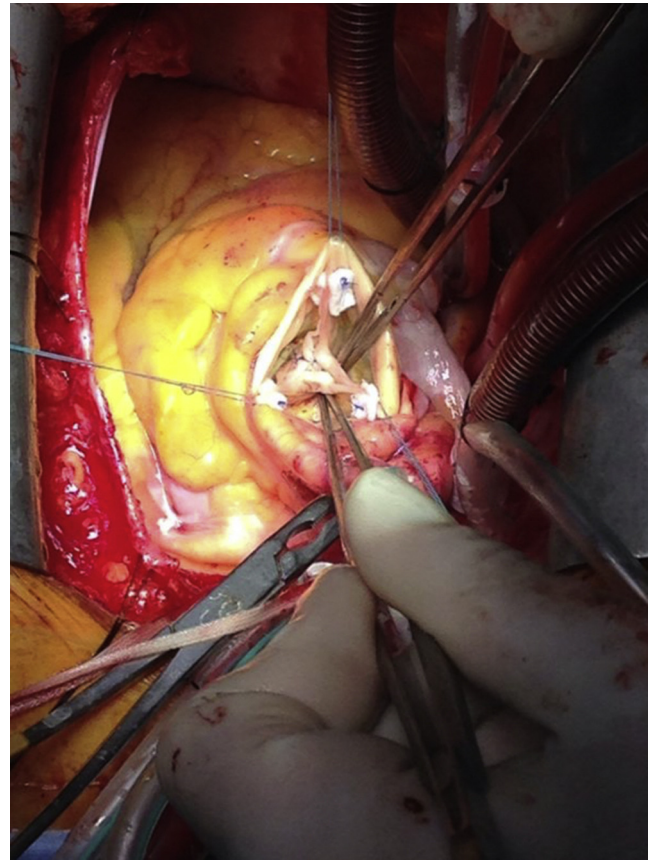


Figura 2. Resuspensión valvular aórtica mediante puntos comisurales.

Tercer objetivo: restablecer la anatomía de la raíz y la competencia de la válvula aórtica

No es infrecuente encontrar una progresión proximal de la disección hacia la raíz aórtica originando diferentes grados de incompetencia valvular. Los principales mecanismos que generan regurgitación aórtica son la regurgitación central por dilatación de la raíz, el prolapso de alguno de los velos o la inversión de un «flap» intimal que se interpone en el plano de coaptación valvular, siendo la válvula aórtica estructuralmente normal hasta en un 70%²³. Salvo la última situación (que se soluciona *per se* con la sustitución de la aorta ascendente), puede ser necesario algún tipo de actuación sobre la válvula aórtica o la raíz.

En general, un grado de insuficiencia aórtica ligero o moderado suele ser bien tolerado, y muchos pacientes no tratados de la misma durante una cirugía de disección aórtica tipo A pueden permanecer asintomáticos durante largos períodos de tiempo. Hay que hacer especial énfasis en que esta situación constituye un recurso exitoso, aunque el mismo paciente necesite un procedimiento de sustitución o reparación valvular aórtico años más tarde. Solo aquellos pacientes con un grado de regurgitación significativo (3+) necesitan invariablemente un tipo de actuación concomitante sobre la válvula aórtica, que debe estar dirigido preferentemente a solucionar el mecanismo fisiopatológico que la causa. En el caso de la insuficiencia central, puede ser suficiente con la reducción del diámetro del anillo sinotubular durante la realización de la anastomosis proximal. Otra técnica común y muy reproducible consiste en aproximar las 3 comisuras con puntos en «U» de polipropileno 5/0 con la finalidad de aumentar la superficie de coaptación entre los velos (fig. 2). La supervivencia libre de reintervención por insuficiencia valvular se sitúa entre el 70 y el 80%²⁴. Prolapsos más complejos o roturas de alguno de los velos requieren técnicas específicas de reparación



Figura 3. Sustitución de aorta ascendente y raíz aórtica con conducto valvulado.

valvular, y en estos casos puede ser más recomendable realizar una sustitución valvular, sobre todo si existen dudas sobre la fiabilidad de la reparación.

Por otra parte, ante la presencia de una aneurisma aórtica franca, en pacientes con conectivopatías tipo Marfan, o ante la presencia de un desgarro principal incluido en la raíz aórtica, la sustitución de la aorta con un conducto supracoronario puede no ser suficiente, siendo necesaria la interposición de un conducto valvulado para realizar una sustitución completa de raíz con reimplante de los botones coronarios (fig. 3). En este tipo de pacientes no solo se evita la necesidad de una segunda intervención a medio o largo plazo, sino que también se asegura la sutura proximal al anillo aórtico, evitando el tejido de mala calidad a nivel de la raíz.

Conclusiones

La cirugía de la disección aórtica tipo A es una situación clínica que asocia invariablemente una elevada mortalidad. El principal desafío al que se enfrenta el cirujano consiste en mantener con vida al paciente una vez superado el episodio agudo, independientemente de la evolución de la afección residual aórtica y de la necesidad o no de reintervención posterior. Los objetivos quirúrgicos se dirigen a reinstaurar el flujo a través de la luz verdadera, eliminar el desgarro (rotura) principal, y restablecer la anatomía de la raíz y la competencia de la válvula aórtica para limitar los efectos de la malperfusión visceral y coronaria, el riesgo de rotura y taponamiento cardíaco, así como el estado de shock.

Existe evidencia suficiente en relación con que la canulación periférica con permeabilización de la luz verdadera es preferible a la canulación central, y que el pinzamiento aórtico posee un alto riesgo de lesiones yatrogénicas. Por tanto, la sustitución de aorta ascendente que incluya el desgarro principal es el tratamiento de

elección en pacientes con una disección de aorta tipo A. La anastomosis distal más segura debería ser abierta bajo condiciones de parada circulatoria con perfusión cerebral selectiva (evitando el pinzamiento aórtico) y extendida o no como hemiarco en función de la situación en cada caso. Para ello, la perfusión anterógrada por vía subclavia derecha directa o con interposición de injerto parece asegurar un mayor porcentaje de éxito y un menor número de complicaciones. El recambio completo del arco aórtico debería realizarse en pacientes con disección tipo A en los que el desgarro principal se localiza incluyendo o más allá de alguno de los troncos supraaórticos, o bien en aquellos que presentan una dilatación aneurismática marcada del mismo (> 50 mm). El recambio de la raíz aórtica y la sustitución por un conducto valvulado está indicado en pacientes en los que el desgarro principal se localiza o se extiende en los senos coronarios izquierdo o derecho, o ante un diámetro de la raíz aórtica superior a 45 mm. El estudio minucioso de la tomografía prequirúrgica es fundamental de cara a identificar el desgarro principal y los diámetros aórticos en cada segmento, así como de las luces verdadera y falsa en el momento de la planificación quirúrgica. Sin embargo, el contexto clínico de cada paciente, así como la infraestructura disponible y la experiencia del cirujano, determinan, en último lugar, la técnica más adecuada a aplicar.

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

- Masuda Y, Yamada Z, Morooka N, Watanabe S, Inagaki Y. Prognosis of patients with medically treated aortic dissections. *Circulation*. 1991;84:III7-13.
- Tsai TT, Evangelista A, Nienaber CA, Trimarchi S, Sechtem U, Fattori R, et al. Long-term survival in patients presenting with type A acute aortic dissection: Insights from the International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD). *Circulation*. 2006;114:1350-6.
- Kallenbach K, Oelze T, Salcher R, Hagl C, Karck M, Leyh RG, et al. Evolving strategies for treatment of acute aortic dissection type A. *Circulation*. 2004;110:II243-9.
- Svensson L, Adams D, Bonow R, Kouchoukos NT, Miller DC, O'Gara PT, et al. Aortic valve and ascending aorta guidelines for management and quality measures. *Ann Thorac Surg*. 2013;95 6 Suppl:S1-66.
- Piccardo A, Regesta T, Zannis K, Gariboldi V, Pansini S, Tapia M, et al. Outcomes after surgical treatment for type A acute aortic dissection in octogenarians: A multicenter study. *Ann Thorac Surg*. 2009;88:491-7.
- Raghupathy A, Nienaber CA, Harris KM, Myrmet T, Fattori R, Sechtem U, et al. Geographic differences in clinical presentation, treatment, and outcomes in type A acute aortic dissection (from the International Registry of Acute Aortic Dissection). *Am J Cardiol*. 2008;102:1562-6.
- Di Eusanio M, Patel HJ, Nienaber CA, Montgomery DM, Korach A, Sundt TM, et al. Patients with type A acute aortic dissection presenting with major brain injury: Should we operate on them? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145 3 Suppl:S213-21.
- Kazui T, Washiyama N, Bashar A, Terada H, Suzuki T, Ohkura K, et al. Surgical outcome of acute type A aortic dissection: Analysis of risk factors. *Ann Thorac Surg*. 2002;74:75-82.
- Westaby S, Saito S, Katsumata T. Acute type A dissection: Conservative methods provide consistently low mortality. *Ann Thorac Surg*. 2002;73:707-13.
- Sabik J, Lytle B, Blackstone E, McCarthy PM, Loop FD, Cosgrove DM. Long-term effectiveness of operations for ascending aortic dissections. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;119:946-62.

11. Dobrilovic N, Elefteriades JA. Stenting the descending aorta during repair of type A dissection: Technology looking for an application. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;131:777–8.
12. Appoo J, Pozeg Z. Strategies in the surgical treatment of type A aortic arch dissection. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2:205–11.
13. Takayama H, Smith CR, Bowdish ME, Stewart AS. Open distal anastomosis in aortic root replacement using axillary cannulation and moderate hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;137:1450–3.
14. Fusco DS, Shaw RK, Tranquilli M, Kopf GS, Elefteriades JA. Femoral cannulation is safe for type A dissection repair. *Ann Thorac Surg.* 2004;78:1285–9.
15. Etz C, von Aspern K, da Rocha e Silva J, Gírrbach FF, Leontyev S, Luehr M, et al. Impact of perfusion strategy on outcome after repair for acute type A aortic dissection. *Ann Thorac Surg.* 2014;97:78–86.
16. Rylski B, Urbanski P, Siepe M, Beyersdorf F, Bachet J, Gleason TG, et al. Operative techniques in patients with type A dissection complicated by cerebral malperfusion. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;46:156–66.
17. Sabik JF, Neme H, Lytle BW. Cannulation of the axillary artery with a side graft reduces morbidity. *Ann Thorac Surg.* 2004;77:1315–20.
18. Ngaage DL, Edwards WD, Bell MR, Sundt TM. A cautionary note regarding long-term sequelae of biologic glue. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;129:937–8.
19. Bavaria JE, Brinster DR, Gorman RC, Woo YJ, Gleason T, Pochettino A. Advances in the treatment of acute type A dissection: An integrated approach. *Ann Thorac Surg.* 2002;74 Suppl:1848–52, discussion 1857–63.
20. David TE, Armstrong S, Ivanov J, Barnard S. Surgery for acute type A aortic dissection. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1999–2001, discussion 2014–9.
21. Spielvogel D, Kai M, Tang GH, Malekan R, Lansman SL. Selective cerebral perfusion: A review of the evidence. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145 3 Suppl:S59–62.
22. Algarni K, Yanagawa B, Rao V, Rao V, Yau TM. Profound hypothermia compared with moderate hypothermia in repair of acute type A aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;6:2888–94.
23. Movsowitz H, Levine R, Hilgenberg A, Isselbacher EM. Transesophageal echocardiographic description of the mechanisms of aortic regurgitation in acute type A aortic dissection: Implications for aortic valve repair. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36:884–90.
24. Geirsson A, Bavaria J, Swarr D, Keane MG, Woo YJ, Szeto W.Y. Fate of the residual distal and proximal aorta after acute type A dissection repair using a contemporary surgical reconstruction algorithm. *Ann Thorac Surg.* 2007;84:1955–64.