

Asistencia ventricular derecha en cirugía coronaria sin derivación cardiopulmonar

A.L. Fernández¹, E. Tamayo², J.R. Echevarría³, M.J. Hernando³, T. Cubero³, M.J. Agudado³, G. López³

¹Servicio de Cirugía Cardíaca. Hospital Clínico Universitario de Santiago. ²Servicios de Anestesiología y ³Cirugía Cardíaca. Hospital Universitario de Valladolid.

Correspondencia:

AL. Fernández González
Servicio de Cirugía Cardíaca
Hospital Clínico Universitario de Santiago
Travesía Choupana, s/n.
15706 Santiago de Compostela
(alfg@inicia.es)

Resumen

Introducción y Objetivos: El abordaje de los vasos coronarios laterales e inferiores durante la cirugía sin derivación cardiopulmonar puede provocar inestabilidad hemodinámica debido a la compresión del ventrículo derecho durante la manipulación cardíaca. Para evitar este problema se han diseñado dispositivos de asistencia circulatoria derecha. Se presenta la experiencia clínica preliminar con este tipo de dispositivos.

Métodos: Se han intervenido un total de ocho pacientes varones de revascularización miocárdica sin derivación cardiopulmonar utilizando un dispositivo de asistencia ventricular derecha. Se analizan las variables técnicas y clínicas de esta serie.

Resultados: El implante y manejo del dispositivo de asistencia circulatoria derecha se desarrolló sin complicaciones. Se realizaron un total de 21 anastomosis distales siendo su localización en la arteria interventricular anterior(8), marginales(6), diagonales(2), interventricular posterior(3) y coronaria derecha(2). Durante la rotación del corazón para la exposición de los territorios lateral e inferior el dispositivo ventricular proporcionó flujos medios de 2.2 L/min sin observarse deterioro significativo de los parámetros hemodinámicos.

Conclusiones: El uso de dispositivos de asistencia circulatoria derecha es una técnica sencilla y de bajo riesgo, capaz de facilitar las anastomosis vasculares sobre los vasos coronarios laterales e inferiores en la cirugía de revascularización miocárdica sin derivación cardiopulmonar.

Palabras clave: Cirugía coronaria. Asistencia ventricular derecha.

Introducción

La exposición e inmovilización de los vasos coronarios epicárdicos laterales, posteriores e inferiores durante la cirugía coronaria sin derivación cardiopulmonar, también llamada cirugía sin bomba o cirugía sin circulación extracorpórea (OPCABG, del inglés Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting), conlleva, a menudo, un deterioro hemodinámico significativo secundario a la manipulación cardíaca¹. Estudios experimentales han de-

Summary

Background and Objectives: Exposure of lateral and inferior coronary vessels during off-pump coronary artery bypass grafting may cause significant hemodynamic compromise due to right ventricular compression when tilting the heart. Some new right ventricular assistance devices have been developed in order to avoid this problem but only a few series have been published. A preliminary experience with a right heart circulatory support system is reported.

Methods: A total of eight patients underwent off-pump coronary artery bypass grafting using a right heart support device. Technical procedure and clinical outcome are analyzed.

Results: The right heart circulatory support device insertion and management were performed without any complication. A total of 21 distal coronary anastomoses were completed. They were located on the anterior descending artery(8), circumflex branches(6), diagonal branches(2), posterior descending artery(3) and right coronary artery(2). The right ventricular support device delivered flow at a medium rate of 2.2 L/min, providing hemodynamic stability when tilting the heart and exposing the coronary arteries.

Conclusions: The use of right heart support devices is a simple and low risk procedure which may facilitate surgical anastomoses on lateral and inferior epicardial vessels during off-pump coronary artery surgery.

Key words: Coronary surgery. Right heart support.

mostrado que la alteración hemodinámica durante la OPCABG se debe en gran medida a la compresión de las cavidades cardíacas². Para evitar este problema se han diseñado varios dispositivos de asistencia circulatoria formados por cánulas intraventriculares conectadas a minibombas centrífugas, pulsátiles o de disposición axial intraventricular, capaces asistir al ventrículo derecho, al izquierdo o a ambos³. Se han publicado varios estudios experimentales donde se evalúa la efectividad de estos dispositivos para el mantenimiento del gasto

cardíaco durante la exposición del territorio coronario de la arteria circunfleja^{4,5}. Se presenta la experiencia clínica preliminar con la utilización de un dispositivo de asistencia circulatoria derecha en la OPCABG.

Métodos

Entre Abril de 2000 y agosto de 2002 fueron intervenidos electivamente ocho varones con una edad media de $66,12 \pm 9,72$ años (rango 46-76) de OPCABG. Para la exposición de los vasos coronarios se utilizaron puntos de tracción el pericardio parietal. La inmovilización de los vasos coronarios para facilitar las anastomosis se realizó mediante estabilizadores epicárdicos de presión CTS Access Plus (CardioThoracic System, Cupertino, CA) o de succión Octopus 2 (Medtronic Inc, Minneapolis, MN).

En todos los pacientes se utilizó el sistema de asistencia ventricular derecha A-Med (A-Med Systems, West Sacramento, CA) compuesto por doble cánula coaxial aurículo-pulmonar, minibomba centrífuga, rotor, consola y medidor doppler de flujo. La cánula externa se introdujo a través de la orejuela de la aurícula derecha, sobre la que se realizó una bolsa de tabaco, y se hizo progresar cuidadosamente a través de la válvula tricúspide hasta el ventrículo derecho, quedando su extremo proximal en la aurícula y el distal en el tracto de salida del ventrículo derecho. Posteriormente se avanzó la cánula interna coaxial hasta situar su extremo distal en el tronco de la arteria pulmonar, comprobando la situación mediante palpación. La minibomba centrífuga desechable se emplazó en el campo quirúrgico y se conectó al sistema de cánulas y a un rotor externo gobernado por una consola. El cebado del circuito y de la minibomba se realizó con sangre autóloga del paciente siendo el volumen total de 40 ml. Previo al implante de la asistencia se heparinizó a los pacientes con 3 mg/kg de heparina sódica (Rovi S.A., Barcelona) manteniendo durante todo el procedimiento un tiempo de coagulación activado promedio de

$374,37 \pm 61,8$ segundos (rango 300-460) (ACT, Hemochron, International Technidyne Corp., Edison, NJ). La minibomba proporcionó asistencia ventricular derecha mediante la extracción de sangre de la aurícula derecha por la cánula externa hacia la minibomba y su posterior reinfusión en el tronco de la arteria pulmonar a través de la cánula interna, generando un flujo continuo, no pulsátil, con un rango entre 0,5 y 6 L/min (Figura 1). Una vez finalizada la asistencia se antagonizó la heparina con protamina (Rovi S.A., Barcelona) según el protocolo habitual. La ventilación se mantuvo en todo momento mediante los pulmones nativos.

Resultados

No se observaron complicaciones durante la inserción y retirada de la cánula coaxial, ni complicaciones debidas a la asistencia circulatoria derecha. En un paciente con corazón pequeño uno de los orificios auriculares de la cánula externa quedó parcialmente fuera de la aurícula, lo que facilitó la entrada de aire al circuito, sin llegar a bloquearlo. El problema se solucionó haciendo avanzar la cánula externa en el ventrículo derecho. El tamaño de la cánula externa es único y en consecuencia la distancia entre el extremo auricular y extremo ventricular es fija. Este hecho implica que en corazones pequeños se deba prestar atención para que los orificios auriculares no se sitúen fuera de la aurícula. Por el contrario, la longitud de la cánula interna cuyo extremo se sitúa en la arteria pulmonar es variable y se puede adaptar a cada paciente.

Especial atención se puso en el cebado de la bomba y, sobre todo, en el pinzamiento del circuito cuando la minibomba no estaba funcionando pues se observó que el flujo a través de la cánula puede ir en sentido inverso -desde la arteria pulmonar hacia la aurícula derecha- a favor del gradiente de presión.

Se realizaron un total de 21 anastomosis coronarias distales en los ocho pacientes con un promedio de $2,62 \pm 0,9$ anastomosis/paciente, siendo su localización en la arteria interventricular anterior⁸, arterias marginales⁶, diagonal², interventricular posterior³ y coronaria derecha².

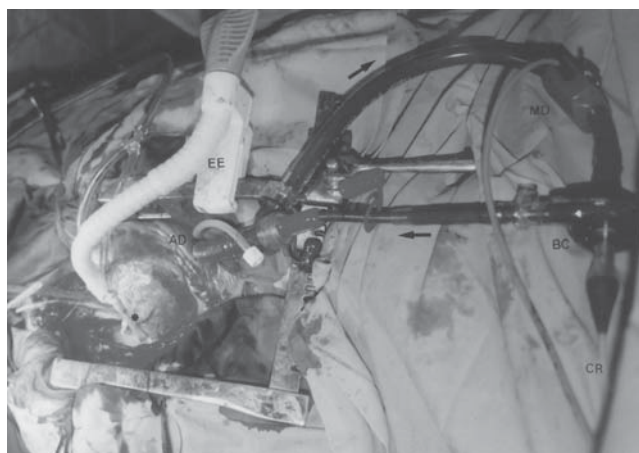
La asistencia circulatoria se inició con el corazón en posición anatómica con un flujo de 1 l/min. Cuando el corazón fue manipulado para exponer e inmovilizar las arterias coronarias se incrementó el flujo para mantener una presión arterial media superior a 60 mmHg. Durante la realización de las anastomosis distales el flujo medio generado por el dispositivo A-Med fue de $2,53 \pm 0,51$ l/min (rango 2-3) durante un promedio de $51,68 \pm 31,9$ minutos de asistencia (rango 15-115). Se mantuvo la temperatura de los pacientes en normotermia mediante el uso de una manta térmica. No se observaron cambios significativos de los parámetros hemodinámicos, incluida la presión telediastólica del ventrículo izquierdo, durante la asistencia ventricular comparativamente con los basales.

La evolución postoperatoria transcurrió sin complicaciones, siendo extubados precozmente todos los pacientes. No se observó hemólisis significativa.

Discusión

La derivación cardiopulmonar total con paro electromecánico del corazón mediante pinzamiento aórtico y administra-

Figura 1. Vista general del campo quirúrgico durante el abordaje de la arteria interventricular posterior (*). La minibomba centrífuga (BC) se sitúa en posición craneal. La cánula coaxial se introduce a través de la aurícula derecha (AD). El flujo de sangre está indicado por las flechas. MD: medidor doppler. CR: conexión de la BC con el rotor. EE: estabilizador epicárdico



ción de solución cardiopléjica permite operar sobre un corazón inmóvil y exangüe y es la técnica habitualmente utilizada para realizar de un modo cómodo y preciso la cirugía de revascularización miocárdica. La derivación cardiopulmonar, sin embargo, genera una morbilidad significativa debida sobre todo a trastornos de la hemostasia, respuesta inflamatoria sistémica, problemas respiratorios y complicaciones neurológicas. Con el fin evitar estos problemas, durante los últimos años ha aumentado notablemente el número de procedimientos de cirugía coronaria realizados sobre el corazón latiendo, sin utilizar derivación cardiopulmonar^{6,7}.

Este desarrollo de la cirugía coronaria sin derivación cardiopulmonar (OPCABG), generalmente conocida por cirugía "sin bomba" ha sido en gran medida posible gracias al perfeccionamiento de dispositivos de estabilización epicárdica que permiten exponer e inmovilizar los vasos coronarios para facilitar la técnica quirúrgica de la anastomosis vascular sobre el corazón en movimiento. Una de las limitaciones de la cirugía coronaria sin bomba es el acceso a los vasos coronarios laterales, posteriores e inferiores ya que las maniobras para exponer estos territorios pueden provocar alteraciones hemodinámicas que favorecen la aparición de complicaciones postoperatorias y dificultan una revascularización adecuada y completa.

El deterioro hemodinámico durante la manipulación del corazón conlleva disminución del gasto y de la presión de perfusión sistémica y se acompaña de un aumento de la presión venosa central y de la presión telediastólica ventricular derecha. En ocasiones se ha observado también un aumento de la presión telediastólica ventricular izquierda y de la presión arterial pulmonar, si bien el deterioro de la función ventricular es menor en el corazón izquierdo que en el derecho¹.

Estudios clínicos y experimentales han demostrado que la alteración básica durante la manipulación del corazón en la OPCABG es una restricción del llenado diastólico del ventrículo derecho cuya pared es fina y fácilmente deformable por compresión. No se ha observado una afectación significativa de la función valvular tricúspide o del ventrículo izquierdo. Otra alteración menos probable es la compresión del tracto de salida del ventrículo izquierdo que podría ocasionar un aumento de la presión arterial pulmonar y de una disminución de la presión arterial sistémica²⁻⁴. En este sentido, se ha observado que en la mayoría de los pacientes el uso de dispositivos de asistencia ventricular izquierda no es suficiente para lograr la estabilidad hemodinámica durante el abordaje de la cara lateral y posterior en la OPCABG^{8,9}.

A partir de estos hallazgos se han desarrollado dispositivos de asistencia ventricular derecha temporal para facilitar la manipulación cardíaca y atenuar el deterioro hemodinámico durante la OPCABG. La asistencia ventricular derecha descomprime el ventrículo derecho y mantiene un flujo pulmonar normal incluso en situaciones en las que la distorsión cardíaca es muy marcada, facilitando las anastomosis en los vasos coronarios laterales, posteriores e inferiores¹⁰⁻¹².

Existe una gran variedad de posibilidades técnicas en las minibombas de asistencia ventricular derecha para la OPCABG. Las hay de disposición axial intracardiaca (Impella, Cardio-technik, Aachen, Germany), de pistón (Enabler, Hemodynamics Systems, Upper Yoqneam, Israel) y centrífugas (A-Med, Systems, West Sacramento, CA)^{13,14}.

Aunque la asistencia derecha es menos invasiva que la derivación cardiopulmonar, ya que evita el uso de oxigenador y la canulación arterial, sus ventajas frente a la circulación extracorpórea convencional no han sido demostradas. Por otro lado, el implante de la asistencia derecha no está exento de riesgos pudiendo lesionarse las estructuras cardíacas y vasos pulmonares así como provocar un edema pulmonar por hiperaflujo al corazón izquierdo.

Como conclusión, se puede afirmar que la asistencia ventricular derecha durante la cirugía coronaria sin derivación cardiopulmonar es una técnica sencilla y de bajo riesgo que facilita la exposición e inmovilización de los vasos coronarios. Las principales aplicaciones de la asistencia derecha pueden ser por un lado permitir la manipulación cardíaca en los casos de gran inestabilidad hemodinámica y por otro facilitar la curva de aprendizaje a los cirujanos que quieran iniciarse en la cirugía coronaria "sin bomba".

Bibliografía

1. Do QB, Goyer C, Chavanon O, Couture P, Denault A, Cartier R. Hemodynamic changes during off-pump CABG surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:385-90.
2. Grundeman PF, Borst C, Verlaan CW, Meijburg H, Moues CM, Jansen EW. Exposure of circumflex branches in the tilted, beating porcine heart: echocardiographic evidence of right ventricular deformation and the effect of right or left heart bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:316-23.
3. Meyns B, Sergeant P, Nishida T, Perek B, Zietkiewicz M, Flameng W. Micropumps to support the heart during CABG. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:169-74.
4. Porat E, Sharony R, Ivry S, Ozaki S, Meyns BP, Flameng WJ, Uretzky G. Hemodynamic changes and right heart support during vertical displacement of the beating heart. *Ann Thorac Surg* 2000;69:1188-91.
5. Suematsu Y, Ohtsuka T, Miyaji K, Murakami A, Miyairi T, Eyleten Z, Kotsuka Y, Takamoto S. Right heart mini-pump bypass for coronary artery bypass grafting: experimental study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;18:276-81.
6. Westaby S, Benetti FJ. Less invasive coronary surgery: consensus from the Oxford meeting. *Ann Thorac Surg* 1996;62:924-31.
7. Brasil LA, Gomes WJ, Salomao R, Buffolo E. Inflammatory response after myocardial revascularization with or without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1998;66:56-59.
8. Waldenberger FR, Haisjackl M, Holinski S, Lengsfeld M, Konertz W. Centrifugal pumps as left ventricular assist for coronary revascularization on a beating heart. *Artif Organs* 1998;22:698-702.
9. Meyns B, Sergeant P, Siess T, Zietkiewicz M, Perek B, Nishida Y, Flameng W. Coronary artery bypass graft with biventricular microaxial pumps. *Perfusion* 1999;14:287-90.
10. Mathison M, Buffolo E, Jatene AD, Jatene FB, Reichenspurner H, Matheny RG, Shenninb H, Akin JJ, Mack MJ. Right heart circulatory support facilitates coronary artery bypass without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000;70:coronary surgery, right heart support 1083-5.
11. Geskes GG, Dekker AL, van der Veen FH, Cramers AA, Maessen JG, Shoshani D, Prenger KB. The enabler right ventricular

circulatory support system for beating heart coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1558-61.

12. Dekker AL, Geskes GG, Cramers AA; Dasen WR, Maessen JG, Prenger KB et al. Right ventricular support for off-pump coronary artery bypass grafting studied with bi-ventricular pressure-volume loops in sheep. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19:179-84.
13. Sharony R, Autschbach R, Porat E, Struber M, Boening A, Krakor R et al. Right heart support during off-pump coronary artery bypass surgery. A multicenter study. *Heart Surg Forum* 2002;5: 13-6.
14. Lima LE, Jatene F, Buffolo E, Vanky F, Casimir-Ahn E, Lohn U et al. A multicenter initial clinical experience with right heart support and beating heart surgery. *Heart Surg Forum* 2001;4:60-4.