

Artículo original

Cirugía mínimamente invasiva para el recambio valvular aórtico. Una técnica segura y útil más allá de lo estético

Federico A. Paredes*, Sergio J. Cánovas, Oscar Gil, Rafael García-Fuster, Fernando Hornero, Alejandro Vázquez, Elio Martín, Armando Mena y Juan Martínez-León

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

Historia del artículo:

Recibido el 24 de noviembre de 2012

Aceptado el 15 de febrero de 2013

On-line el 13 de junio de 2013

Palabras clave:

Válvula aórtica

Cirugía

Mínimamente invasiva

RESUMEN

Introducción y objetivos: El objetivo es comparar resultados clínicos intrahospitalarios entre pacientes sometidos a recambio valvular aórtico aislado por abordaje mínimamente invasivo frente a esternotomía estándar.

Métodos: Se incluyó a 615 pacientes sometidos a recambio valvular aórtico entre 2005 y 2012, 532 mediante abordaje estándar (grupo E) y 83 mediante miniesternotomía en «J» (grupo M).

Resultados: No se encontraron diferencias significativas en cuanto a edad ($69,27 \pm 9,31$ frente a $69,40 \pm 10,24$ años) y EuroSCORE logístico ($6,27 \pm 2,91$ frente a $5,64 \pm 2,17$) entre los grupos E y M. Tampoco en la incidencia de diabetes mellitus, hipercolesterolemia, hipertensión arterial y enfermedad pulmonar obstructiva crónica o el tamaño de válvulas implantadas (grupo E frente a grupo M, $21,94 \pm 2,04$ y $21,79 \pm 2,01$ mm). Sí las hubo en los tiempos de circulación extracorpórea y de pinzamiento aórtico, mayores en el grupo E: $102,90 \pm 41,68$ frente a $81,37 \pm 25,41$ min ($p < 0,001$) y $77,31 \pm 29,20$ frente a $63,45 \pm 17,71$ min ($p < 0,001$) respectivamente. La mortalidad del grupo E fue del 4,88% (26). En el grupo M no hubo muertes ($p < 0,05$). No hubo diferencia en las complicaciones hemodinámicas, neurológicas, renales, infecciosas o de herida. Los días de estancia en unidad de cuidados intensivos y de estancia hospitalaria fueron más en el grupo E: $4,17 \pm 5,23$ frente a $3,22 \pm 2,01$ días ($p = 0,045$) y $9,58 \pm 7,66$ frente a $7,27 \pm 3,83$ días ($p < 0,001$). En el grupo E hubo más complicaciones respiratorias postoperatorias, 42 (8,0%) frente a 1 (1,2%) ($p < 0,05$).

Conclusiones: El abordaje mínimamente invasivo presenta resultados al menos equiparables al estándar en cuanto a morbimortalidad y tiempos quirúrgicos, y en nuestra serie ha permitido disminuir significativamente la estancia hospitalaria. Dado que el estudio es retrospectivo, creemos que se debe confirmar estos hallazgos en estudios prospectivos aleatorizados.

© 2013 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Minimally Invasive Aortic Valve Surgery. A Safe and Useful Technique Beyond the Cosmetic Benefits

ABSTRACT

Introduction and objectives: The aim of this study was to compare the in-hospital clinical outcomes of minimally invasive, isolated aortic valve replacement vs median sternotomy.

Methods: Between 2005 and 2012, 615 patients underwent aortic valve replacement at a single institution, 532 by a median sternotomy (E group) and 83 by a J-shaped ministernotomy (M group).

Results: No significant differences were found between the E and M groups in terms of age ($69.27 [9.31]$ years vs $69.40 [10.24]$ years, respectively), logistic EuroSCORE ($6.27 [2.91]$ vs $5.64 [2.17]$, respectively), size of implanted valve prosthesis ($21.94 [2.04]$ mm vs $21.79 [2.01]$ mm, respectively), or the incidence of diabetes, hypercholesterolemia, high blood pressure, or chronic obstructive pulmonary disease. Mean cardiopulmonary bypass time was $102.90 (41.68)$ min for the E group vs $81.37 (25.41)$ min for the M group ($P < .001$). Mean cross-clamp time was $77.31 (29.20)$ min vs $63.45 (17.71)$ min for the S and M groups, respectively ($P < .001$). Mortality in the E group was 4.88% (26). There were no deaths in the M group ($P < .05$). The E group was associated with longer intensive care unit and hospital stays: $4.17 (5.23)$ days vs $3.22 (2.01)$ days ($P = .045$) and $9.58 (7.66)$ days vs $7.27 (3.83)$ days ($P < .001$), respectively. E group patients had more postoperative respiratory complications (42 [8.0] vs 1 [1.2%]; $P < .05$). There were no differences when postoperative hemodynamic, neurologic, and renal complications, systemic infection, and wound infection were analyzed.

Conclusions: In terms of morbidity, mortality, and operative times, outcomes after minimally invasive surgery for aortic valve replacement are at least comparable to those achieved with median sternotomy. The length of the hospital stay was reduced by minimally invasive surgery in

Keywords:

Aortic valve

Surgery

Minimally invasive

VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2013.05.011>, Rev Esp Cardiol. 2013;66:685-6.

* Autor para correspondencia: Vicente Tormo Alfonso 1, 4.º, puerta 15, 46015 Valencia, España.

Correo electrónico: feco_py@hotmail.com (F.A. Paredes).

our single-institution experience. The retrospective nature of this study warrants further randomized prospective trials to validate our results.

Full English text available from: www.revespcardiol.org/en

© 2013 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Abreviaturas

UCI: unidad de cuidados intensivos

INTRODUCCIÓN

La medicina es una ciencia en continua evolución. Hace ya más de 10 años, surgió el interés creciente en minimizar la agresión y el traumatismo al organismo durante los procedimientos quirúrgicos, y de este principio nacieron los denominados «abordajes mínimamente invasivos». La cirugía cardíaca no se ha mantenido al margen de esta tendencia, y se han descrito diferentes técnicas mínimamente invasivas. En la cirugía sobre la válvula aórtica, la esternotomía media ha sido el abordaje de elección desde que Julian et al¹ la introdujeran en cirugía cardíaca en 1957. Sin embargo, desde que Cosgrove y Sabik² describieron la toracotomía longitudinal paraesternal en 1996, diversos grupos han ido presentando su experiencia con diferentes tipos de abordajes mínimamente invasivos para el recambio valvular aórtico: miniesternotomía en «J», miniesternotomía en «C» invertida, miniesternotomía en «L», miniesternotomía en «T» y las minitoracotomías^{3–7}. Se ha atribuido a este tipo de abordaje diversas ventajas respecto al estándar: mejor resultado estético, menor dolor postoperatorio, mejor y más rápida recuperación de la función respiratoria y disminución de las estancias hospitalaria y en unidad de cuidados intensivos (UCI); sin embargo, los resultados arrojados por los diferentes estudios aún son controvertidos^{8–16}.

Nuestro servicio se inició en la técnica de abordaje mínimamente invasivo de forma sistemática en el año 2005. Con este estudio se pretende comparar los resultados intraoperatorios y postoperatorios de los pacientes sometidos a abordaje mínimamente invasivo frente al abordaje estándar en cirugía de recambio valvular aórtico.

MÉTODOS

Se trata de un estudio retrospectivo con datos obtenidos en un solo centro. El autor principal del trabajo obtuvo los datos de la base de datos informática del servicio, y en algunos casos fue necesario recurrir a la revisión de historias clínicas para recolectar la totalidad de los datos requeridos. Entre noviembre de 2005 y mayo de 2012, excluyendo a los pacientes intervenidos de urgencia, con otro procedimiento concomitante o sometidos a reintervención, se estudió a 615 pacientes entre 25 y 91 años (media, $69,29 \pm 9,44$) intervenidos consecutivamente de primer recambio valvular aórtico aislado. Se intervino a 532 pacientes mediante abordaje estándar (grupo E) y a 83 por abordaje mínimamente invasivo (grupo M).

Anestesia y técnica quirúrgica

Todos los pacientes recibieron el mismo régimen de anestesia y monitorización. Las intervenciones se realizaron con circulación extracorpórea e hipotermia ligera ($32\text{--}34^\circ\text{C}$), canulación central y pinzamiento aórtico estándar. Del *staff* de 5 cirujanos del servicio, 4 (80%) realizaron el procedimiento por abordaje mínimamente invasivo, con diferencia en cuanto al porcentaje realizado por cada uno. Para protección miocárdica, se utilizó cardioplejía hemática fría a 4°C . Excepto la incisión y la canulación venosa, el resto de la técnica quirúrgica fue similar en ambos grupos. En el grupo E se realizó una incisión en piel de 20–25 cm, seguida de una esternotomía completa longitudinal; la canulación venosa se realizó en la orejuela derecha con cánula venosa de 32 Fr (fig. 1A). En el grupo M se realizó una incisión en piel de 8 cm, partiendo del ángulo de Louis hacia el extremo caudal, seguida de una miniesternotomía en «J» desde la horquilla esternal hasta el cuarto espacio intercostal derecho. La canulación venosa fue a través de la vena cava superior en dirección a la aurícula derecha y vena cava inferior con una cánula venosa de 29 Fr (fig. 1B). En el grupo M se utilizó infusión continua de CO_2 en el campo quirúrgico durante el tiempo de circulación extracorpórea, para facilitar el purgado de

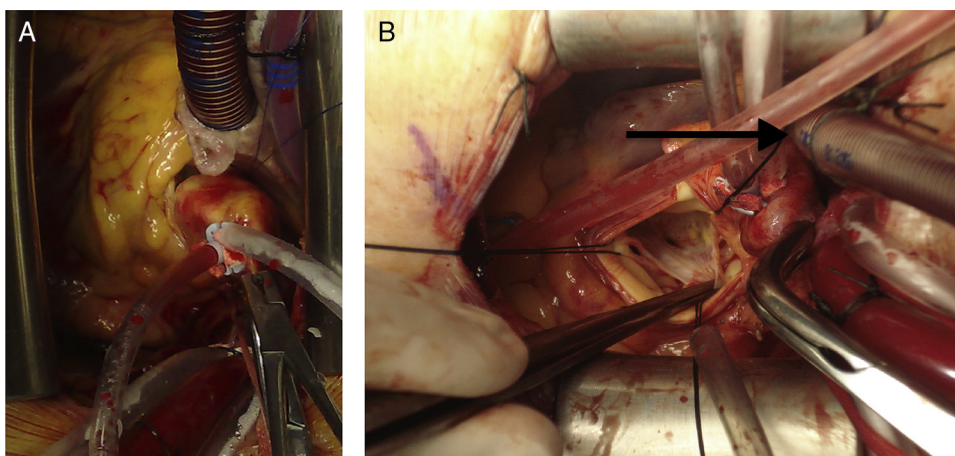


Figura 1. A. Exposición del campo quirúrgico mediante esternotomía media longitudinal con canulación central. B. Exposición del campo quirúrgico mediante miniesternotomía en «J» con canulación central. Obsérvese la canulación venosa directa en vena cava superior (flecha).

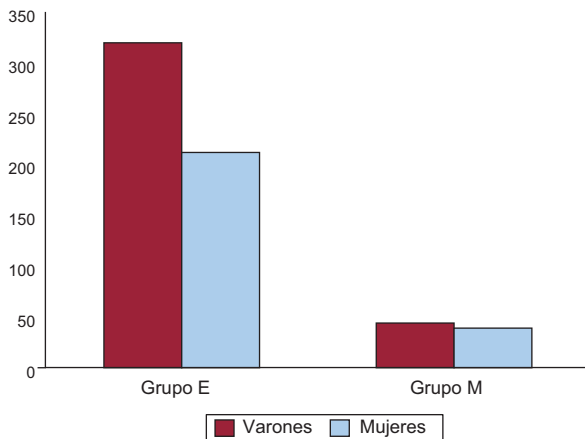


Figura 2. Distribución por sexo. Grupo E: esternotomía media; Grupo M: miniesternotomía.

aire de las cavidades cardiacas, a diferencia del grupo E, en el que no se utilizó siempre. Cuando fue necesario desfibrilar el corazón tras liberar la pinza aórtica, se utilizaron palas de desfibrilador internas convencionales para los casos del grupo E y palas de tamaño pediátrico para el grupo M. La elección del abordaje fue criterio exclusivo de cada cirujano.

Los criterios de transfusión, extubación y retirada de drenajes fueron los mismos en ambos grupos.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el paquete de *software* SPSS (versión 12.0). Los valores se expresan en porcentaje y media \pm desviación estándar. Para los análisis estadísticos cuantitativos se utilizó el test de la U de Mann-Whitney y para los cualitativos, la prueba de la χ^2 de Pearson. Se consideró significativas las diferencias con $p < 0,05$.

RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos E y M en cuanto a edad ($69,27 \pm 9,31$ frente a $69,40 \pm 10,24$ años; $p = 0,592$) o riesgo de muerte intrahospitalaria ($6,27 \pm 2,91$ frente a $5,64 \pm 2,17$ ($p = 0,148$), calculado a través del EuroSCORE (*European System for Cardiac Operative Risk Evaluation*) logístico, el sistema de estratificación del riesgo quirúrgico en cirugía cardíaca más empleado en Europa. La distribución por sexos (fig. 2) también fue similar, 212 (40%) mujeres y 320 (60%) varones en el grupo E y 39 (47%) mujeres y 44 (53%) varones en el grupo M ($p = 0,218$). En el resto de las características preoperatorias (incidencia de obesidad, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes mellitus, hipertensión arterial, insuficiencia renal, hipercolesterolemia y fracción de eyección del ventrículo izquierdo medida por ecocardiografía) no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo, se halló mayor presencia de arteriopatía periférica en el grupo E: 58 (11%) frente a 3 pacientes (3,7%) en el grupo M ($p = 0,039$) (tabla 1).

Tanto el tiempo de circulación extracorpórea como el de pinzamiento aórtico fueron significativamente menores en el grupo M que en el grupo E: $81,37 \pm 25,41$ frente a $102,90 \pm 41,68$ min ($p < 0,001$) y $63,45 \pm 17,71$ frente a $77,31 \pm 29,20$ min ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias significativas en cuanto al tipo y el tamaño de las válvulas implantadas en ambos grupos (tabla 2). Al inicio de la serie, 3 pacientes del grupo M fueron reconvertidos a esternotomía completa. En uno de los casos fue para tener un mejor control de una hemorragia iatrogénica de la

Tabla 1

Características demográficas preoperatorias de los pacientes intervenidos. Score de riesgo. Factores de riesgo cardiovascular presentes

	Grupo M	Grupo E	p
Pacientes (n)	83	532	
Edad (años)	$69,40 \pm 10,24$	$69,27 \pm 9,31$	0,592
Sexo			
Mujeres	39 (47)	212 (40)	0,218
Varones	44 (53)	320 (60)	
EuroSCORE	$5,64 \pm 2,17$	$6,27 \pm 2,91$	0,148
Obesidad	14 (16,8)	107 (20,1)	0,456
Insuficiencia renal	8 (9,63)	38 (7,14)	0,444
Arteriopatía periférica	3 (3,75)	58 (11)	0,039
EPOC	7 (8,5)	62 (11)	0,387
Diabetes mellitus	19 (23)	150 (28)	0,314
Hipercolesterolemia	43 (52)	232 (44)	0,162
Hipertensión arterial	51 (61)	328 (62)	0,971
FEVI (%)	$51,11 \pm 17,30$	$50,38 \pm 15,50$	0,594

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; Grupo E: esternotomía media; Grupo M: miniesternotomía. Salvo otra indicación, los datos expresan n (%) o media \pm desviación estándar.

Tabla 2

Datos intraoperatorios: tiempos quirúrgicos y prótesis implantadas

	Grupo M	Grupo E	p
Pacientes (n)	83	532	
Tiempo de pinzamiento (min)	$63,45 \pm 17,71$	$77,31 \pm 29,20$	$< 0,001$
Tiempo de CEC (min)	$81,37 \pm 25,41$	$102,90 \pm 41,68$	$< 0,001$
Tamaño valvular (mm)	$21,79 \pm 2,01$	$21,94 \pm 2,04$	0,434
Tipo de válvula			
Mecánica	20 (24)	163 (31)	0,225
Biológica	63 (76)	369 (69)	

CEC: circulación extracorpórea; Grupo E: esternotomía media; Grupo M: miniesternotomía.

Salvo otra indicación, los datos expresan n (%) o media \pm desviación estándar.

arteria pulmonar causado por la pinza de aorta, y en los otros dos casos fue por preferencia del cirujano de tener visión directa de la totalidad del corazón tras fibrilarlo al retirar la pinza de aorta.

La mortalidad intrahospitalaria fue nula en el grupo M, frente al 4,88% (26 pacientes) del grupo E ($p < 0,05$), ambas inferiores a la mortalidad esperada según EuroSCORE. Aunque hubo menos reintervenciones por hemorragia en el grupo M, 2 (2,4%) frente a 36 (6,7%) casos en el grupo E, no se alcanzaron diferencias significativas ($p = 0,125$). Sí se encontraron diferencias importantes a favor del grupo M en cuanto a estancia en UCI y estancia postoperatoria total: $3,22 \pm 2,01$ frente a $4,17 \pm 5,23$ días ($p = 0,045$)

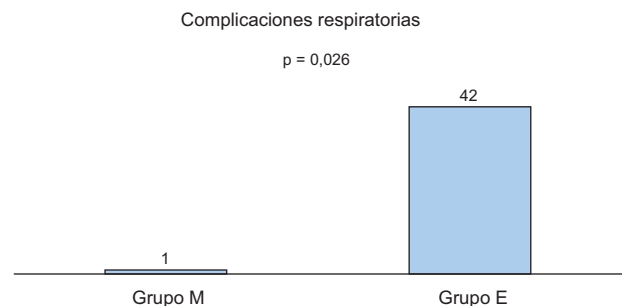


Figura 3. Complicaciones respiratorias. Grupo E: esternotomía media; Grupo M: miniesternotomía.

Tabla 3
Datos postoperatorios: tiempos quirúrgicos y prótesis implantadas

	Grupo M	Grupo E	p
Pacientes (n)	83	532	
Mortalidad	0	26 (4,88)	< 0,05
Estancia total en UCI (días)	3,22 ± 2,01	4,17 ± 5,23	0,045
Estancia postoperatoria total (días)	7,27 ± 3,83	9,58 ± 7,66	< 0,001
Reintervenciones por hemorragia	2 (2,4)	36 (6,7)	0,125
Infecciones respiratorias	3 (3,6)	37 (6,9)	0,251
Complicaciones hemodinámicas	10 (12)	63 (11,8)	0,957
FA	8	59	
Bloqueo auriculoventricular	2	2	
Insuficiencia cardíaca izquierda	0	1	
BCIA	2	10	
IAM	0	1	
Complicaciones neurológicas	0 (0)	11 (2)	0,186
Complicaciones renales	5 (6)	27 (5)	0,717
IRA con hemodiálisis/hemofiltración	5	22	
IRA sin hemodiálisis	0	5	
Complicaciones respiratorias	1 (1,2)	42 (8)	0,026
Neumotórax	1	10	
Derrame pleural	0	12	
Insuficiencia respiratoria	0	20	
Complicaciones de herida	1 (1,2)	27 (5)	0,116

BCIA: balón de contrapulsación intraaórtico; FA: fibrilación auricular; Grupo E: esternotomía media; Grupo M: miniesternotomía; IAM: infarto agudo de miocardio; IRA: insuficiencia renal aguda; UCI: unidad de cuidados intensivos. Salvo otra indicación, los datos expresan n (%) o media ± desviación estándar.

y 7,27 ± 3,83 frente a 9,58 ± 7,66 días ($p < 0,001$) respectivamente. La aparición de complicaciones hemodinámicas, neurológicas y de heridas fueron menores en el grupo M, pero sin alcanzarse la significación estadística. Sin embargo, las complicaciones respiratorias (neumotórax, derrames pleurales e insuficiencia respiratoria) fueron significativamente menores en el grupo M, 1 caso (1,2%) frente a 42 casos (8,0%) en el grupo E ($p = 0,026$) (tabla 3; fig. 3).

DISCUSIÓN

Con el aumento en la expectativa de vida de la población, debido en parte al avance en el tratamiento de muchas enfermedades crónicas, los cirujanos nos vemos enfrentados a tomar decisiones frente a pacientes cada vez más complejos; esto obliga a buscar alternativas cada vez menos invasivas y agresivas para tratar determinadas afecciones cardíacas. Para la valvulopatía aórtica, el implante valvular aórtico transcáteter se ha presentado recientemente como una opción para pacientes con muy alto riesgo quirúrgico¹⁷⁻²⁰. Sin embargo, es un procedimiento no exento de complicaciones, que se presentan incluso en mayor proporción que en cirugía convencional; todo esto, asociado a su elevado coste, aún no permite generalizarlo a todos los pacientes. Por ello, el abordaje mínimamente invasivo en la cirugía cardíaca se convierte en una buena estrategia, sobre todo si se demuestran algunos de los beneficios que se le atribuyen.

Diferentes grupos han presentado su experiencia con las técnicas de abordaje mínimamente invasivo, pero los resultados obtenidos hasta ahora han generado controversia. A pesar de que la mayoría encuentra ventajas en los resultados postoperatorios (como menor dolor, menor hemorragia y disminución de la necesidad de transfusión de hemoderivados, menores estancias hospitalaria y en UCI, mejor resultado estético a favor del abordaje

mínimamente invasivo), estos no llegan a ser estadísticamente significativos en algunos trabajos^{15,21-25}. Uno de los motivos a los que se atribuye esto es el escaso número de pacientes estudiados. Por otra parte, existen trabajos que sí demuestran resultados significativamente mejores con este tipo de abordaje en cuanto a mejor y más rápida recuperación postoperatoria, con lo que disminuyen los días de estancia tanto en UCI como en sala, así como una mejor recuperación de la función respiratoria y menor dolor^{9,16,26,27}. Además, en trabajos descriptivos de resultados obtenidos con técnicas mínimamente invasivas, se demuestra que esta es practicable y segura y no aumenta las complicaciones posquirúrgicas ni la mortalidad respecto a la técnica estándar^{28,29}.

Nuestro servicio tiene más de 7 años de experiencia en el abordaje mínimamente invasivo en cirugía valvular aórtica. Los datos presentados se obtuvieron retrospectivamente de nuestra base de datos. A diferencia de otros servicios, escogimos la miniesternotomía en «J» como abordaje único para el acceso mínimamente invasivo en el recambio valvular aórtico con canulación central.

Limitaciones

A pesar de las limitaciones del estudio, como la diferencia en el número de pacientes de cada grupo y que sea retrospectivo, los resultados muestran ventajas a favor del abordaje mínimamente invasivo respecto al estándar. Como entre las características demográficas preoperatorias de los pacientes de ambos grupos no se encontraron diferencias significativas, consideramos que podrían ser comparables. Un dato llamativo, a diferencia de lo encontrado en la mayoría de los trabajos^{9,15,21,23,24,27,30}, es que tanto el tiempo total de circulación extracorpórea como el de pinzamiento aórtico fueron significativamente menores en el grupo M, lo que consideramos muy importante, ya que sabemos que tiempos largos se asocian a mayor morbimortalidad. Sin embargo, esto podría explicarse por un sesgo de selección, ya que, sobre todo en el inicio de la serie (los primeros 20 casos), los pacientes intervenidos por técnica mínimamente invasiva presentaban características demográficas más favorables (se excluyó a las mujeres de más de 80 años y con anillos valvulares de menos de 20 mm, así como a los pacientes muy obesos). A partir del paciente número 21 ya no hubo sesgo de selección más allá de la propia elección del cirujano. En la literatura médica también se han descrito series con miniesternotomía para el recambio valvular aórtico con tiempos de pinzamiento y de circulación extracorpórea iguales o menores que los de la esternotomía media^{22,26}. En cuanto a las variables postoperatorias, encontramos una clara diferencia a favor del grupo M en cuanto a estancia en UCI y estancia hospitalaria postoperatoria total, en promedio hasta 1 y 2 días menos respectivamente. Esto coincide con los resultados expuestos por diferentes autores^{9,16,22,24-26}. En un reciente metanálisis que ha tomado como muestra sólo los estudios prospectivos aleatorizados²⁷, encontraron también una reducción en los días de estancia tanto en UCI como en el postoperatorio total; pero sólo los primeros alcanzaron significación estadística. En otro metanálisis que incluyó 26 trabajos tanto observacionales como aleatorizados, se encontraron resultados similares a favor de la miniesternotomía en cuanto a la estancia hospitalaria³⁰. Sin embargo, en trabajos que no encontraron diferencias en estas variables, tampoco se demostraron mayores estancias hospitalaria y en UCI de los pacientes intervenidos mediante abordaje mínimamente invasivo. En nuestra serie no se encontraron diferencias significativas en cuanto a las complicaciones postoperatorias hemodinámicas, neurológicas, renales y de herida, aunque hubo tendencia a que fueran menores en el grupo M. Sí destaca la menor aparición de complicaciones respiratorias como neumotórax, derrames

pleurales e insuficiencia respiratoria. Aunque la mortalidad fue significativamente inferior en el grupo M, debemos interpretar este dato con precaución debido al pequeño número de pacientes de nuestra muestra y a la importancia que puede tener un evento adverso poco frecuente como es la muerte. En otras series no se consiguió demostrar diferencias significativas en mortalidad^{9,21,22,28}.

CONCLUSIONES

Por los datos obtenidos en nuestro estudio, el abordaje mínimamente invasivo para el recambio valvular aórtico es una técnica segura, comparable al abordaje estándar, e incluso podría presentar ventajas importantes, sobre todo en cuanto a la disminución tanto de estancia en UCI como de ingreso postoperatorio total, efecto que probablemente se deba al menor traumatismo generado en la caja torácica durante la intervención, lo que permite una más rápida recuperación de los pacientes, y todo esto sin aumentar la morbimortalidad. Debido a que se trata de un trabajo retrospectivo, pensamos que harían falta futuros estudios prospectivos con un adecuado número de pacientes para corroborar estos resultados.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Julian OC, López-Belío M, Dye WS. The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation: a general evaluation of its use in heart surgery. *Surgery*. 1957;42:753–61.
- Cosgrove III DM, Sabik J. Minimally invasive approach to aortic valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1996;62:596–7.
- Svensson LG. Minimal-access «j» or «j» sternotomy for valvular, aortic and coronary operations or re-operations. *Ann Thorac Surg*. 1997;64:1501–3.
- Moreno-Cabral RJ. Mini-T sternotomy for cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1997;113:810–1.
- Aris A. Reversed «C» sternotomy for aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg*. 1999;67:1806–7.
- Von Segesser LK, Westaby S, Pomar J, Loisanche D, Groscurth P, Turnia M. Less invasive aortic valve surgery: rationale and technique. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;15:781–5.
- Zalaquett R, Baeza C, Irrazabal M, Morán S, Becker P, Maturana G, et al. Esternotomía mínima en cirugía valvular. *Rev Chil Cardiol*. 1999;18:63–8.
- Szwerc MC, Benckart DH, Weichmann RJ. Partial versus full sternotomy for aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg*. 1999;68:2209–14.
- Doll N, Borger MA, Hain J, Bucerius J, Walther T, Gummert JF, et al. Minimal Access aortic valve replacement: effects on morbidity and resource utilization. *Ann Thorac Surg*. 2002;74:1318–22.
- Mächler HE, Bergman P, Anelli-Monti M. Minimally invasive versus conventional aortic valve operations: a prospective study in 120 patients. *Ann Thorac Surg*. 1999;67:1001–5.
- Vanoverbeke H, Van Belleghem Y, Francois K, Caes F, Bové T, Van Nooten G. Operative outcome of minimal Access aortic valve replacement versus standard procedure. *Acta Chir Belg*. 2004;104:440–4.
- Liu J, Sipiropoulos A, Konertz W. Minimally invasive aortic valve replacement (AVR) compared with standard AVR. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;16 Suppl 2:80–3.
- Christiansen S, Stypmann J, Tjan TDT. Minimally invasive versus conventional aortic valve replacement—perioperative course and mid-term results. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;16:647–52.
- Cooley DA. Minimally invasive valve surgery versus the conventional approach. *Ann Thorac Surg*. 1998;66:1101–5.
- Aris A, Cámara ML, Montiel J, Delgado LJ, Galán J, Litvan H. Ministernotomy versus median sternotomy for aortic valve replacement: a prospective, randomized study. *Ann Thorac Surg*. 1999;67:1583–7.
- Bonacchi M, Prifti E, Giunti G, Frati G, Sani G. Does ministernotomy improve postoperative outcome in aortic valve operation? A prospective randomized study. *Ann Thorac Surg*. 2002;73:460–5.
- Avanzas P, Muñoz-García A, Segura J, Pan M, Alonso-Briales JH, Lozano I, et al. Implante percutáneo de la prótesis valvular aórtica autoexpandible CoreValve® en pacientes con estenosis aórtica severa: experiencia inicial en España. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63:141–8.
- López-Otero D, Teles R, Gómez-Hospital J, Balestrini C, Romaguera R, Saaibi-Solano J, et al. Implante percutáneo de válvula aórtica: seguridad y eficacia del tratamiento del homoinjerto aórtico disfuncionante. *Rev Esp Cardiol*. 2012;65: 350–5.
- Hernández-Antolín R, García E, Sandoval S, Almería C, Cuadrado A, Serrano J, et al. Resultados de un programa mixto de implantación de prótesis aórtica por vía transfemorales con los dispositivos de Edwards y CoreValve. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:35–42.
- Muñoz-García AJ, Hernández-García JM, Jiménez-Navarro MF, Alonso-Briales JH, Rodríguez-Bailón I, Peña-Hernández J, et al. Alteraciones de la conducción auriculoventricular y predictores de la necesidad de marcapasos tras el implante percutáneo de la prótesis aórtica CoreValve®. *Rev Esp Cardiol*. 2010; 63:1444–51.
- Stamou S, Kapetanakis E, Lowery R, Jablonski K, Frankel T, Corso P. Allogeneic blood transfusion requirements after minimally invasive versus conventional aortic valve replacement: a risk-adjusted analysis. *Ann Thorac Surg*. 2003;76: 1101–6.
- Bakir I, Casselman F, Wellens D, Jeanmart H, De geest R, Degrieck I, et al. Minimally invasive versus standard approach aortic valve replacement: a study in 506 patients. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:1599–604.
- Calderon J, Richebe P, Guibaud J, Coiffic A, Branchard O, Asselineau J, et al. Prospective randomized study of early pulmonary evaluation of patients scheduled for aortic valve surgery performed by ministernotomy or total median sternotomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2009;23:795–801.
- Murtuza B, Pepper J, Jones C, Rao C, Darzi A, Athanasiou T. Minimal access aortic valve replacement: is it worth it? *Ann Thorac Surg*. 2008;85:1121–31.
- Yamada T, Ochiai R, Takeda J, Shin H, Yozu R. Comparison of early postoperative quality of life in minimally invasive versus conventional valve surgery. *J Anesth*. 2003;17:171–6.
- Moustafa A, Abdelsamad A, Zakaria G, Omarah M. Minimal vs median sternotomy for aortic valve replacement. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2007;15: 472–5.
- Khosbin E, Prayaga S, Kinsella J, Sutherland F. Mini-sternotomy for aortic valve replacement reduces the length of stay in the cardiac intensive care unit: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ open*. 2011;1:e000266.
- Tabata M, Umakanthan R, Cohn L, Morton Bolman III R, Shekar P, Chen F, et al. Early and late outcomes of 1000 minimally invasive aortic valve operations. *Eur J Cardio Thorac Surg*. 2008;33:537–41.
- Bahamondes JC, Meriño G, Salman J, Silva A, Droguett JP. Miniesternotomía para cirugía valvular aórtica: Experiencia inicial en un centro cardiovascular en Chile. *Rev Med Chil*. 2008;136:1141–6.
- Brown L, McKellar S, Sundt T, Schaff H. Ministernotomy versus conventional sternotomy for aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;137:670–9.