Cirugía Cardiovascular 30 (2023) S74–S78

Revisión

Reparación de válvula tricúspide con anillos protésicos

Yolanda Carrascal[a,b,*], Bárbara Segura[a], Cristina Sánchez[a], Eduardo Velasco[a] e Ignacio Vázquez[a]

[a] *Servicio de Cirugía Cardiaca, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, España*
[b] *Departamento de Cirugía, Universidad de Valladolid, Valladolid, España*

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:
Recibido el 29 de diciembre de 2021
Aceptado el 16 de febrero de 2022
On-line el 4 de mayo de 2022

Palabras clave:
Reparación valvular tricúspide
Insuficiencia tricúspide severa
Anuloplastia tricúspide
Anuloplastia tricúspide con anillo
Insuficiencia tricúspide recidivante

RESUMEN

Introducción: La reparación es el tratamiento quirúrgico más habitual de la insuficiencia tricúspide. Analizamos los resultados de la reparación tricúspide mediante anillo protésico.
Métodos: Revisión retrospectiva de los resultados de la anuloplastia aislada con anillo semirrígido en pacientes con insuficiencia tricúspide (al menos severa) asociada o no a valvulopatías izquierdas.
Resultados: Se analizaron 182 pacientes con una mediana de seguimiento postoperatorio de 61 meses. El 16,5% tenía insuficiencia tricúspide masiva y en el 90% de los casos la etiología fue funcional. Se identificaron como factores de riesgo de mortalidad: la edad superior a 70 años, la clase funcional NYHA ≥ III, la hiponatremia y la cirugía mitroaórtica concomitante. La peor clase funcional y la anemia se asociaron con la aparición de insuficiencia cardiaca derecha postoperatoria. Durante el seguimiento los pacientes con insuficiencia tricúspide masiva presentaron una mortalidad y recidiva de la insuficiencia significativamente superior, y la anemia preoperatoria, la hiponatremia ligera y el diámetro preoperatorio del anillo tricúspide fueron factores de riesgo para la aparición de insuficiencia cardiaca derecha.
Conclusiones: La mortalidad de la reparación tricúspide con anillos semirrígidos se incrementa en pacientes ancianos, con peor clase funcional, enfermedad mitroaórtica concomitante y disfunción derecha incipiente. La corrección de la anemia puede disminuir el riesgo de insuficiencia cardiaca derecha tras la intervención. En pacientes con insuficiencia tricúspide masiva se optará por el recambio valvular protésico o reparaciones complejas, para evitar la recidiva y mejorar la supervivencia y la calidad de vida.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. 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/).

Tricuspid valve repair with a ring annuloplasty

Keywords:
Tricuspid valve repair
Severe tricuspid regurgitation
Tricuspid annuloplasty
Tricuspid annuloplasty ring
Recurrent tricuspid regurgitation

ABSTRACT

Introduction: Repairing is the most common surgical treatment for tricuspid regurgitation. We analyze the results of tricuspid valve repair using a prosthetic ring.
Methods: Retrospective review in patients with tricuspid regurgitation (at least severe), isolated or concomitant with left-sided valve disease, undergoing repair using a semi-rigid annuloplasty ring.
Results: 182 patients were analyzed, with a median postoperative follow-up of 61 months. 16.5% had massive tricuspid regurgitation and in 90% of the cases the etiology was functional. Age over 70 years, NYHA functional class ≥ III, hyponatremia, and concomitant mitroaortic surgery were identified as risk factors for mortality. The worst preoperative functional class and anemia were associated with postoperative right heart failure. During follow-up, patients with massive tricuspid regurgitation had significantly higher mortality and recurrent tricuspid regurgitation. Preoperative anemia, mild hyponatraemia, and higher preoperative tricuspid annulus diameter were risk factors related to right heart failure during follow-up.
Conclussions: The mortality of tricuspid repair with semi-rigid annuloplasty ring increased in elderly patients, with a worse functional class, concomitant mitroaortic disease and incipient right ventricular dysfunction. Correction of anemia could reduce the risk of postoperative right heart failure. In patients with massive tricuspid regurgitation, prosthetic valve replacement or complex tricuspid valve repairing will be chosen to avoid recurrence and improve survival and quality of life.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. 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/).

Abreviaturas: CEC, circulación extracorpórea; IT, insuficiencia tricúspide; OMS, organización mundial de la salud; RIC, rango intercuartílico.

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: ycarrascal@hotmail.com (Y. Carrascal).

https://doi.org/10.1016/j.circv.2022.02.017
1134-0096/© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. 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/).

Introducción

La insuficiencia es la enfermedad que más frecuentemente afecta a la válvula tricúspide. En la mayoría de los casos su etiología es funcional. La insuficiencia tricúspide (IT) severa puede permanecer asintomática durante largo tiempo, no siendo infrecuente el transcurso de entre uno y 8 años desde el momento del primer diagnóstico ecocardiográfico y su corrección quirúrgica[1]. El tratamiento quirúrgico en etapas tardías, en las que se haya desarrollado un cierto grado de disfunción ventricular derecha y fallo hepatorrenal, se asocia a un incremento considerable del riesgo quirúrgico, especialmente en caso de valvulopatía izquierda concomitante[2].

La técnica quirúrgica más habitual para tratar la IT funcional es la reparación. La durabilidad de la reparación es superior en las series que utilizan anillos protésicos (rígidos o semirrígidos) frente al uso de anuloplastias con sutura o bandas flexibles[3,4]. Sin embargo, se ha constatado que entre el 13% y el 38% de los pacientes sometidos a reparación tricúspide experimentan una recurrencia de la misma en los primeros 2 años[5–7].

Pretendemos analizar los resultados de la cirugía de reparación valvular tricúspide mediante el uso de anillos protésicos en nuestro medio: los factores de riesgo de mortalidad e insuficiencia cardiaca derecha postoperatoria y en el seguimiento a medio plazo, así como los factores de riesgo de recidiva de la IT severa.

Métodos

Revisamos, de forma retrospectiva, una serie de pacientes mayores de 18 años, intervenidos de forma consecutiva en nuestro centro entre 2012 y 2020 con el diagnóstico de IT, al menos severa (asociada o no a valvulopatías izquierdas), en los que se realizó reparación valvular tricúspide con anillo semirrígido Carpentier-Edwards Physio Tricuspid Annuloplasty Ring (Edwards Lifesciences Corporation, Irvine, CA, EE. UU.)™. Se excluyeron del análisis todos aquellos procedimientos que requirieron reconstrucción de velos, implante de neocuerdas y otras técnicas asociadas a la anuloplastia.

Las variables clínicas y demográficas, así como las referidas al seguimiento de los pacientes, se recogieron prospectivamente. El protocolo de estudio se aprobó por el Comité Clínico y Ético de Investigación del Hospital Clínico Universitario de Valladolid (PI 19-1435). El estudio se ha realizado según los principios y normas éticas de la Declaración de Helsinki en cuanto a los derechos de los pacientes y a la protección de datos, sin consentimiento individualizado. El grado preoperatorio de IT se determinó mediante ecocardiografía, de acuerdo con los criterios de Go et al.[8], y se diagnosticó la presencia de anemia preoperatoria de acuerdo con la definición propuesta por la OMS[9]. Se habla de mortalidad operatoria para referirnos a la que se produjo durante el ingreso hospitalario o dentro de los 30 días subsiguientes al alta del paciente. Se entiende por cirugía urgente aquella que se efectúa en las 24 horas siguientes al diagnóstico de la enfermedad y preferente como aquella realizada durante el mismo ingreso hospitalario. Se diagnosticó insuficiencia cardiaca derecha ante la presencia de síntomas y signos de disfunción ventricular derecha persistente (presión de la aurícula derecha > 18 mm Hg con un índice cardíaco < 2,0 l/min/m^2), en ausencia de presión de enclavamiento capilar pulmonar elevada (> 18 mm Hg), taponamiento, arritmias ventriculares o neumotórax. Los datos de mortalidad durante el seguimiento, reingreso por insuficiencia cardiaca derecha y grado de IT se obtuvieron mediante comunicación telefónica directa con el paciente y/o su cardiólogo, así como los datos de la historia clínica electrónica de los diferentes centros de referencia.

Tabla 1
Características clínicas y demográficas

Variables Cualitativas	N (%)
Edad > 70 años	94 (51,6)
Fumador	16 (8,8)
Hipertensión arterial	111 (61)
Diabetes mellitus	41 (22,5)
Dislipidemia	67 (36,8)
Enfermedad vascular periférica	20 (11)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	14 (7,7)
Fibrilación auricular	141 (77,5)
Enfermedad coronaria	19 (10,4)
Anemia preoperatoria	62 (34,1)
NYHA	
I	13 (7,1)
II	64 (35,2)
III	92 (50,5)
IV	13 (7,1)
Cirugía cardiaca previa	30 (16,5)
Cirugía valvular concomitante	
Aórtica	21 (11,5)
Mitral	110 (60,1)
Mitroaórtica	42 (23,7)
Coronaria	12 (6,6)
Reparación de defecto congénito	2 (1,1)
Na preoperatorio < 135 mmol/l	15 (8,2)

Cuantitativas	Media (DS) o mediana (RIC)
Índice de masa corporal	26,8 (4,3)
Filtrado glomerular (ml/min/1,73 m^2)	80 (25,7)
Fracción de eyección ventricular izquierda (%)	59,6 (8,7)
Presión sistólica pulmonar (mm Hg)	57,3 (14,5)
Diámetro del anillo tricúspide (mm)	41,3 (5,2)
Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (mm)	17,3 (3,7)
Creatinina	1,06 (0,3)
Sodio (mmol/l)	138 (3,3)
Proteínas totales (g/dl)	7,1 (0,7)
Aspartato aminotransferasa (U/l)	30,3 (16,5)
Bilirrubina total (mg/dl)	0,9 (0,6)

Análisis estadístico

Se realizó mediante software IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Las variables cuantitativas se expresaron como media ± desviación estándar o como mediana (rango intercuartílico) (RIC) para distribuciones no normales (determinadas mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov). Las variables cualitativas se expresaron mediante valor absoluto y porcentaje. La asociación entre variables cualitativas se determinó mediante uso de la prueba Chi cuadrado o del test exacto de Fisher y mediante el test de la «t» de Student o U de Mann Whitney, en el caso de las cuantitativas. Los factores de riesgo significativos en el análisis univariante con p < 0,2 se incluyeron en un análisis de regresión logística multivariante escalonado. La supervivencia libre de eventos se calculó mediante el uso de modelos de regresión logística multivariable de Cox y test de Kaplan-Meier. Se consideró estadísticamente significativo un valor de p < 0,05.

Resultados

Se analizaron un total de 182 pacientes. Las características demográficas y clínicas se detallan en la tabla 1. En el 83,5% de los pacientes el grado de IT preoperatorio estimado en el ecocardiograma era severo, y masivo en el 16,5% restante. La etiología de la IT fue funcional en 164 pacientes (90,1%), reumática en 14 pacientes (7,7%), secundaria a endocarditis en 3 (1,6%) y a la existencia de un dispositivo intracardiaco en uno (0,5%). La edad media de los pacientes intervenidos fue 69,3 ± 8,9 años (rango: 39-83 años), con un 70,9% de mujeres. El 57,7% de los pacientes se encontraba

Tabla 2
Factores de riesgo de mortalidad

Factor de riesgo	RR	IC (95%)	p
Edad > 70 años	5,6	1,6-19,6	0,006
NYHA ≥ III	7,6	1,7-32,3	0,006
Sodio preoperatorio < 135 mmol/l	8	1,6-39,2	0,010
Cirugía mitroaórtica concomitante	3,2	1,05-9,8	0,041

Tabla 3
Factores de riesgo de insuficiencia cardiaca derecha postoperatoria

Factor de riesgo	RR	IC (95%)	p
NYHA ≥ III	2,6	1,1-6,2	0,023
Anemia preoperatoria[a]	2,1	0,9-4,6	0,068
N° de concentrados de hematíes transfundidos	1,5	1,1-1,9	0,002

[a] Excluyendo del análisis el número de concentrado de hematíes transfundidos perioperatoriamente, la anemia preoperatoria es un factor de riesgo significativo para insuficiencia cardiaca derecha (p = 0,003, RR: 3,3, IC 95%: 1,4-7), ya que determina la mayor necesidad de transfusión durante este periodo.

preoperatoriamente en clase funcional III o superior de la New York Heart Association. El tiempo medio entre el primer diagnóstico de IT severa y la intervención quirúrgica fue de 35,2 ± 40,1 meses, con una mediana de 19,5 meses (RIC: 51). El riesgo preoperatorio calculado de acuerdo con la escala EuroSCORE logístico fue de 9,5 ± 7,5% (mediana; 7,1) y del 6,5 ± 5,9% (mediana: 4,35), según el cálculo de la escala EuroSCORE II. La cirugía fue urgente en el 1,1% y preferente en el 12%. En 5 (3,7%) pacientes se realizó una anuloplastia aislada en la válvula tricúspide y en el resto se efectuó algún procedimiento concomitante sobre válvulas izquierdas. En 12 casos se realizó, además, algún injerto coronario. Treinta pacientes (16,5%) habían sido previamente intervenidos y solo uno de ellos por insuficiencia tricúspide: en 18 se había realizado un procedimiento mitral previo, en 5 cirugía mitro-aórtica, en uno mitro-tricúspide, en 3 cirugía valvular aórtica y 3 pacientes habían sido previamente intervenidos por enfermedad congénita. La intervención sobre la válvula tricúspide se realizó bajo soporte con circulación extracorpórea, con o sin pinzamiento aórtico asociado, según preferencia del cirujano. El tiempo medio de CEC fue de 140 ± 40 min y el de pinzamiento aórtico de 104 ± 32 min. La mediana de estancia en la unidad de reanimación fue de 4 días (RIC: 43) y la de estancia hospitalaria 8 días (RIC: 47).

Mortalidad y complicaciones postoperatorias

La mortalidad operatoria fue del 11% (20 pacientes), siendo el fallo cardiaco la etiología más frecuente (85,7%). En el análisis multivariante se identificaron como factores de riesgo preoperatorio de mortalidad la edad superior a 70 años, la clase funcional NYHA igual o superior a III, un valor de sodio inferior a 135 mmol/l y la asociación a cirugía mitroaórtica (tabla 2). El 21,4% de los pacientes presentó insuficiencia cardiaca derecha postoperatoria, el 31,3% insuficiencia renal, el 14,3% bloqueo auriculoventricular completo y el 12,1% coagulopatía. La peor clase funcional preoperatoria, así como la anemia, se asociaron significativamente a la presencia de insuficiencia cardiaca derecha durante el postoperatorio (tabla 3).

En el ecocardiograma de control previo al alta no se apreciaba IT residual en el 23,4% de los pacientes, era ligera en el 47%, moderada en el 21,6% y severa en el 8% restante.

Datos del seguimiento

Se realizó el seguimiento del total de los 162 pacientes supervivientes, con una mediana de 61 meses (rango: 7-118 meses). Veintidós pacientes (13,6%) fallecieron durante el seguimiento (7 por causa cardiológica, 4 por procesos infecciosos, 3 por neoplasias, 3 por hemorragias, 3 por causa respiratoria y 2 pacientes por causa neurológica e insuficiencia renal terminal, respectivamente). La supervivencia a uno, 5 y 10 años de la cohorte total fue, respectivamente, del 88,5%, 84,4% y 79,7%. El diagnóstico de IT masiva preoperatoria incrementó de forma significativa la mortalidad durante el seguimiento (fig. 1).

Durante el periodo de seguimiento 20 pacientes (12,3%) precisaron reingreso hospitalario por insuficiencia cardiaca derecha y en 4 casos se realizó una nueva cirugía sobre la válvula tricúspide, que se sustituyó por una prótesis (mecánica en 3 pacientes y biológica en el cuarto). Se identificaron como factores de riesgo independientes, relacionados con la aparición de insuficiencia cardiaca derecha durante el seguimiento, la anemia preoperatoria (p = 0,009, RR: 5,02, IC 95%: 1,4-16,9); la hiponatremia (Na < 135 mmol/l) (p = 0,005, RR: 11,1, IC 95%: 2,06-60,2); y el diámetro preoperatorio del anillo tricúspide (p = 0,025, RR: 1,12, IC 95%: 1,01-1,24). El estudio ecocardiográfico durante el seguimiento no mostró IT residual en 29 pacientes (18%), y esta fue ligera en 88 (54,3%), moderada en 24 (14,8%) y severa en 21 (13%). El diagnóstico preoperatorio de IT masiva (p = 0,021, RR: 3,3, IC 95%: 1,2-9,5) y el diámetro del anillo tricúspide en el momento de la intervención (p = 0,043, RR: 1,1, IC 95%: 1,004-1,2) se relacionaron significativamente con la aparición de IT severa en el seguimiento.

Discusión

La mortalidad operatoria cruda en nuestra serie es ligeramente superior a la de otras en las que se analiza la reparación valvular tricúspide con anillos semirrígidos (incluyendo procedimientos sobre válvulas con insuficiencias moderadas y severas)[5,10], y es similar a aquellas en las que la reparación de la IT severa se asocia a procedimientos sobre la válvula aórtica y/o mitral[2]. La peor clase funcional y la hiponatremia (aun ligera) incrementan de forma significativa la mortalidad operatoria en unos pacientes con una mediana en torno a 20 meses desde el diagnóstico inicial de IT severa y la cirugía. La hiponatremia, que en la población general que acude a urgencias ha demostrado ser un factor de riesgo independiente de mortalidad[11], puede interpretarse en estos pacientes como un dato de fallo derecho incipiente, concordante con la peor clase funcional y la evolución prolongada en el tiempo de la IT.

La insuficiencia cardiaca derecha postoperatoria es más frecuente en pacientes en peor situación clínica y en aquellos con diagnóstico de anemia, según los criterios de la OMS. Tal y como se detalla en la tabla 3 existe una relación directa entre la sobrecarga de volumen que supone las necesidades transfusionales perioperatorias y la aparición de fallo derecho en el postoperatorio inmediato, por lo que puede resultar esencial un diagnóstico y corrección preoperatoria de la anemia en estos pacientes.

El diagnóstico ecográfico de IT masiva se ha identificado como un factor de riesgo independiente de mortalidad a medio plazo, así como de la necesidad de reingreso hospitalario por insuficiencia cardiaca derecha y de recidiva de IT severa durante el seguimiento. Tal y como se confirma en nuestra serie, el procedimiento de reparación con anuloplastia aislada se demuestra ineficaz en caso de anillos muy dilatados[12]. Por ello, parece aconsejable optar bien por procedimientos complejos (como la ampliación de velos), bien por el reemplazo valvular si se quiere evitar el riesgo de recidiva en pacientes con IT masiva, especialmente en casos de demora de la indicación quirúrgica y peor situación funcional preoperatoria[1,7,13–15]. El objetivo último es evitar posteriores reintervenciones[15], ya que al igual que ocurre en nuestra muestra, la tasa de recurrencia de insuficiencia tricúspide severa después de la reparación con anuloplastia oscila alrededor del 8-15%, ya inmediatamente después de la cirugía[16].

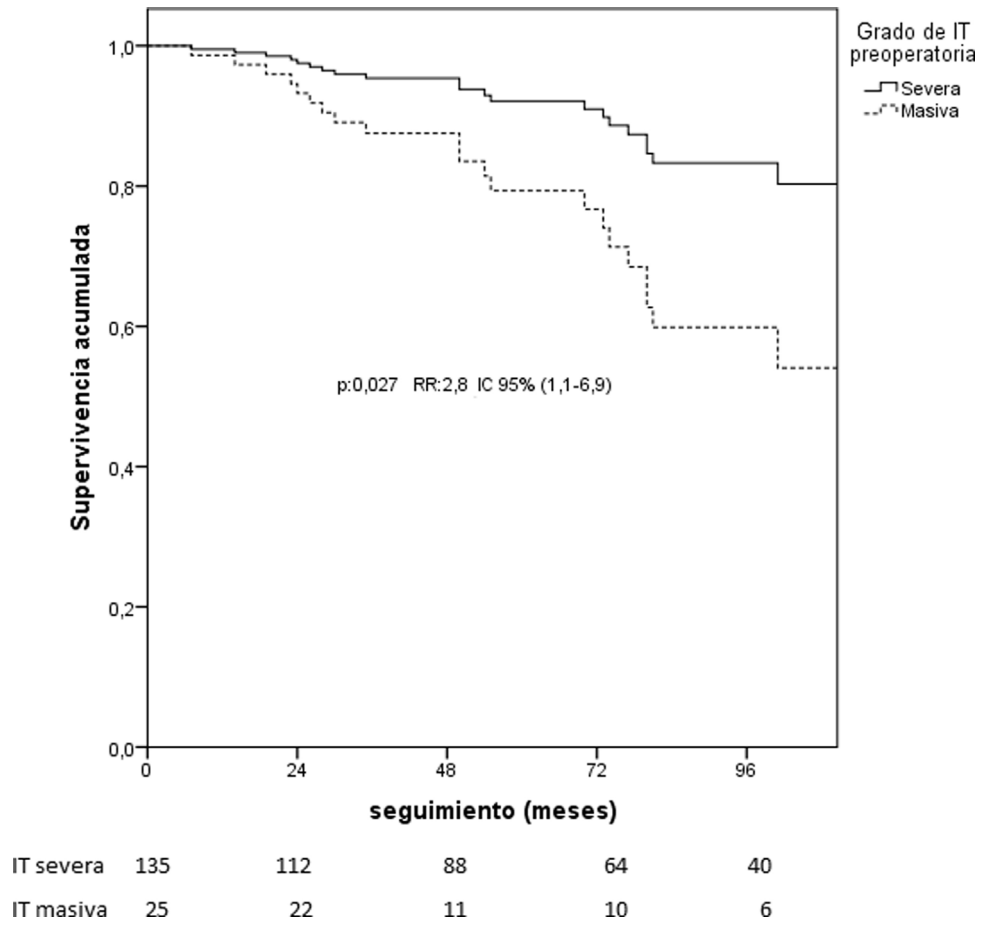

Figura 1. Supervivencia en pacientes con insuficiencia tricúspide masiva preoperatoria.

Algunos autores han demostrado que la persistencia de una insuficiencia tricúspide moderada o severa disminuye la supervivencia a largo plazo, independientemente de la función ventricular y la presión en la arteria pulmonar[17]. En la serie analizada se observa que, a pesar de la corrección quirúrgica, el diagnóstico preoperatorio de IT masiva reduce de forma significativa e independiente la supervivencia a medio plazo cuando se compara con el grupo con diagnóstico de IT severa.

Conclusiones

La mortalidad de la reparación tricúspide con anillos semirrígidos se incrementa con la peor clase funcional preoperatoria, en pacientes ancianos, con enfermedad mitroaórtica concomitante y disfunción derecha incipiente. La insuficiencia cardiaca derecha postoperatoria viene condicionada por la peor clase funcional, pero también por la presencia de anemia, que es preciso corregir antes de la intervención, para evitar la sobrecarga perioperatoria de volumen por la necesidad de hemoderivados. El diagnóstico ecográfico de IT masiva reduce la supervivencia a medio plazo e incrementa la probabilidad de insuficiencia cardiaca derecha y recidiva de la IT. Un diagnóstico y tratamiento precoz, evitando su progresión por encima de la severidad y/o una gran dilatación anular pueden contribuir a mejorar el pronóstico tras la reparación tricúspide. Finalmente, con el fin de evitar la recidiva de la IT severa y el deterioro de la supervivencia y la calidad de vida del paciente se optará por el recambio valvular protésico o reparaciones complejas en pacientes con IT masiva.

Limitaciones

Al tratarse de un estudio unicéntrico y retrospectivo los resultados pueden no ser generalizables. Por otra parte, al igual que lo hace en la mortalidad hospitalaria, la asociación a enfermedad valvular mitroaórtica podría influir en la mortalidad durante el seguimiento sin poderse demostrar, debido al bajo número de pacientes incluidos en la muestra. El uso o no del pinzamiento aórtico, en función de las preferencias del cirujano, puede condicionar un sesgo que afecte a los resultados de la intervención.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Axtell AL, Bhambhani V, Moonsamy P, Healy EW, Picard MH, Sundt TM, et al. Surgery is not associated with improved survival compared to medical therapy in isolated severe tricuspid regurgitation. J Am Coll Cardiol. 2019;74:715–25.
2. Kilic A, Saha-Chaudhuri P, Rankin JS, Conte JV. Trends and outcomes of tricuspid valve surgery in North America: An analysis of more than 50,000 patients from the Society of Thoracic Surgeons database. Ann Thorac Surg. 2013;96:1546–52.
3. Rogers JH, Bolling SF. Valve repair for functional tricuspid valve regurgitation: Anatomical and surgical considerations. Semin Thoracic Surg. 2010;22:84–9.
4. Roshanali F, Saidi B, Mandegar MH, Yousefnia MA, Alaeddini F. Echocardiographic approach to the decision-making process for tricuspid valve repair. J Thorac Cardiovasc Surg. 2010;139:1483–7.
5. Marquis-Gravel G, Bouchard D, Perrault LP, Pagé P, Jeanmart H, Demers P, et al. Retrospective cohort analysis of 926 tricuspid valve surgeries: Clinical and hemodynamic outcomes with propensity score analysis. Am Heart J. 2012;163:851–8.

6. Ejiofor JI, Neely RC, Yammine M, McGurk S, Kaneko T, Leacche M, et al. Surgical outcomes of isolated tricuspid valve procedures: Repair versus replacement. Ann Cardiothorac Surg. 2017;6:214–22.
7. Maleszka A, Kleikamp G, Koerfer R. Tricuspid valve replacement: Clinical long-term results for acquired isolated tricuspid valve regurgitation. J Heart Valve Dis. 2004;13:957–61.
8. Go YY, Dulgheru R, Lancellotti P. The conundrum of tricuspid regurgitation grading. Front Cardiovascular Med. 2018;5:164.
9. Haemoglobin thresholds used to define anaemia. En: De Benoist B, McLean E, Egli I, Cogswell M, editors. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005: WHO global database on anaemia. Switzerland: WHO; 2008. p. 4.
10. Choi JW, Jang MJ, Kim KH, Hwang HY. Repair versus replacement for the surgical correction of tricuspid regurgitation: A meta-analysis. Eur J Cardiothorac Surg. 2018;53:748–55.
11. Lee CT, Guo HR, Chen JB. Hyponatremia in the emergency department. Am J Emerg Med. 2000;18:264–8.
12. Fukuda S, Gillinov AM, McCarthy PM, Matsumura Y, Thomas JD, Shiota T. Echocardiographic follow-up of tricuspid annuloplasty with a new three-dimensional ring in patients with functional tricuspid regurgitation. J Am Soc Echocardiogr. 2007;20:1236–42.
13. Hamandi M, Smith RL, Ryan WH, Grayburn PA, Vasudevan A, George TJ, et al. Outcomes of isolated tricuspid valve surgery have improved in the modern era. Ann Thorac Surg. 2019;108:11–5.
14. Fukunaga N, Koyama T. Early and late outcomes of isolated tricuspid valve surgery following valvular surgery. Ann Thorac Cardiovasc Surg. 2019;25:111–6.
15. Zack CJ, Fender EA, Chandrashekar P, Reddy YNV, Bennett CE, Stulak JM, et al. National trends and outcomes in isolated tricuspid valve surgery. J Am Coll Cardiol. 2017;70:2953–60.
16. McCarthy PM, Bhudia SK, Rajeswaran J, Hoercher KJ, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Tricuspid valve repair: Durability and risk factors for failure. J Thorac Cardiovasc Surg. 2004;127:674–85.
17. Nath J, Foster E, Heidenreich PA. Impact of tricuspid regurgitation on long-term survival. J Am Coll Cardiol. 2004;43:405–9.