

Original

Resultados a corto y largo plazo tras trasplante cardíaco en pacientes con cardiopatías congénitas



Marta Molina^{a,*}, Elena Roselló^a, Manel Tauron^{a,b}, Juan F. Tabilo^a, Constanza Fernandez^a, Carla Gotsens^a, Exzequiel Pueblas^a, José Montiel^a, Sandra Casellas^a, Angela Irabien^a, Laura Corominas^a, Laura López^c, Sonia Mirabet^c y Antonino Ginel^a

^a Departamento de Cirugía Cardíaca, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España

^b CIBERCV, Madrid, España

^c Departamento de Cardiología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 11 de junio de 2024

Aceptado el 20 de agosto de 2024

On-line el 16 de septiembre de 2024

Palabras clave:

Cardiopatías congénitas

Trasplante cardíaco

Trasplante de corazón

Insuficiencia cardíaca

RESUMEN

Introducción y objetivos: La supervivencia y la necesidad de trasplante cardíaco en pacientes con cardiopatía congénita han aumentado. Este estudio tiene como objetivo conocer las características perioperatorias y la supervivencia a largo plazo de estos pacientes tras el trasplante y compararlas con las de pacientes con cardiopatías no congénitas.

Métodos: Se incluyeron los pacientes trasplantados en nuestro centro desde 1984 hasta 2023. Se realizó un estudio de cohortes retrospectivo (congénitos/no congénitos) con seguimiento a largo plazo.

Resultados: Se incluyeron 636 pacientes trasplantados, de los cuales 37 tenían cardiopatía congénita. El porcentaje de pacientes trasplantados con cardiopatías congénitas ha aumentado; el 59,5% de los trasplantes de pacientes con cardiopatías congénitas tuvo lugar en los últimos 10 años. La cardiopatía congénita más frecuente fue la transposición de grandes vasos. Los trasplantados con cardiopatías congénitas eran más jóvenes, tenían menos comorbilidades y un mayor número de intervenciones previas ($p < 0,05$). No hubo diferencias significativas en el tiempo de circulación extracorpórea, reintervención por sangrado o estancia hospitalaria. La supervivencia del grupo de congénitos fue del 97,1%, del 90,1%, del 75,3% y del 52,6% a 1, 5, 10 y 20 años, respectivamente. Comparado con el grupo de no congénitos, los pacientes congénitos presentaron mayor supervivencia estadísticamente significativa (HR: 0,44; IC 95%: 0,22–0,9; $p = 0,024$).

Conclusiones: El número de pacientes con cardiopatía congénita que requieren trasplante está creciendo rápidamente. A pesar de su mayor complejidad, estos pacientes tienen resultados quirúrgicos similares y una mayor supervivencia a largo plazo. La planificación y la preparación del equipo son fundamentales.

© 2024 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

Short and long-term results after heart transplant in patients with congenital heart disease

A B S T R A C T

Keywords:

Congenital heart disease

Heart transplantation

Cardiac transplantation

Heart failure

Introduction and objectives: Survival and the need for transplantation in patients with congenital heart disease have increased. This study aims to understand the perioperative characteristics and long-term survival of these patients after transplantation and to compare them with those of patients with non-congenital heart disease.

Methods: Patients who underwent a heart transplant at our center from 1984 to 2023 were included. A retrospective cohort study (congenital/non-congenital) with long-term follow-up was conducted. Statistical analysis was performed using Stata.

Results: A total of 636 transplanted patients were included, of which 37 had congenital heart disease. The number of transplanted patients with congenital heart disease has increased; 59.5% of such patients was transplanted in the last 10 years. The most frequent congenital heart disease was the transposition of great arteries. Transplanted patients with congenital heart diseases were younger, had fewer comorbidities, and a higher number of previous interventions ($P < .05$). There were no significant differences in extracorporeal circulation time, reoperation for bleeding, or hospital stay. The survival rates for the congenital group were 97.1%, 90.1%, 75.3%, and 52.6% at 1, 5, 10, and 20 years, respectively. Compared to the non-congenital group, congenital patients had significantly higher survival rates (HR: 0.44; 95% CI: 0.22–0.9; $P = .024$).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: marta.molina94@gmail.com (M. Molina).

Conclusions: The number of congenital heart disease patients requiring transplantation is growing sharply. Despite their greater complexity, these patients have similar surgical outcomes and better long-term survival. Team planning and preparation will be crucial.

© 2024 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/>).

Introducción

Los avances en el diagnóstico, la cirugía y el manejo postoperatorio han permitido que una mayor proporción de pacientes con cardiopatías congénitas (CC) lleguen a la edad adulta. Actualmente, en España, el número de adultos con CC supera al de la población pediátrica¹. Se ha observado que una parte significativa de estos adultos desarrollan insuficiencia cardíaca avanzada refractaria al tratamiento médico y que no puede ser corregida quirúrgicamente, por lo que acaban requiriendo un trasplante cardíaco (TC). Aunque estos pacientes suelen presentar menos comorbilidades y una buena supervivencia a largo plazo², el TC en este grupo es particularmente desafiante.

Primero de todo, se trata de un grupo con elevada complejidad anatómica que requiere un estudio de imagen previo para la comprensión de la anatomía de cada paciente. Diversos autores han elaborado guías técnicas³ para intentar simplificar el abordaje quirúrgico y ayudar a la planificación del TC. En algunos casos se requerirán técnicas como canulación periférica, reconstrucción de las estructuras previo al implante o hipotermia profunda.

La mayoría de los pacientes presentan un alto número de cirugías previas paliativas o incluso TC previo. No es infrecuente que los accesos vasculares habituales estén trombosados y que haya adherencias en el mediastino, por lo que será importante una coordinación entre el grupo extractor y el grupo implantador para la optimización del tiempo de isquemia.

La CC además presenta impacto en otros órganos, como el hígado o los pulmones⁴. En los pacientes con corazón univentricular y cirugía de Fontan son indicación de TC las arritmias, la enteropatía pierde-proteínas, la bronquitis plástica y la enfermedad hepática⁵. En algunos casos pueden precisar trasplante combinado corazón-hígado.

Métodos

Diseño del estudio e inclusión de pacientes

Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo. Se han incluido todos los pacientes intervenidos de TC en el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona) desde el año 1984 hasta el 2023. Se establecieron dos grupos de comparación según la cardiopatía de base: cohorte cardiopatía congénita (C) y cohorte no congénita (NC).

Fuentes de información

Los datos de los pacientes se han obtenido de la base de datos del servicio de cirugía cardíaca de nuestro centro (disponible desde 2009) y del registro de trasplantados cardíacos de la Unidad de Insuficiencia Cardíaca del mismo hospital. Los datos relacionados con las variables perioperatorias de los pacientes únicamente incluyen aquellos intervenidos a partir de 2009 (fecha en que se inició nuestra base de datos). Para la supervivencia al seguimiento, se ha incluido la muestra completa.

Variables

- Variables preoperatorias: edad, hipertensión arterial, dislipemia, diabetes mellitus, hábito tabáquico, cirugía previa y tipo de CC.
- Variables intraoperatorias: tiempo de circulación extracorpórea (CEC).
- Variables postoperatorias: necesidad de reintervención por sangrado, tiempo de estancia en la unidad de cuidados intensivos y tiempo de estancia postoperatoria global.
- Seguimiento: tiempo de seguimiento y supervivencia libre de muerte por cualquier causa.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el paquete estadístico de datos Stata (Stata BE 17.0 para Mac de StataCorp). Las variables continuas se presentan como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico (IQR) según presenten distribución normal o no paramétrica; las variables categóricas se muestran en forma de frecuencia absoluta y porcentaje.

Para analizar la distribución temporal de los TC en el grupo C sobre el global de la muestra se establecieron intervalos de 5 años.

Para comparar las diferencias entre grupos de las variables continuas se usó la *t* de Student o la prueba de U de Mann-Witney-Wilcoxon (suma de rangos), según su distribución fuera normal o no paramétrica, respectivamente. Para variables categóricas se usó la prueba de chi cuadrado o la prueba exacta de Fisher, según correspondiera.

Para el análisis de supervivencia libre de muerte de cualquier causa se estimó la HR —siendo la cohorte NC el grupo control—, se calcularon las curvas de supervivencia acumulada libre del evento, y dichas curvas se compararon con la prueba de Mantel-Cox (log rank test).

Se estableció el nivel de significación para valores de $p < 0,05$, o rango del intervalo de confianza del 95% del RR y HR que no incluya la unidad.

Consideraciones éticas

Este estudio respeta los principios establecidos en la Declaración de Helsinki (2000), en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y la biomedicina (BOE 20 de octubre de 1999). Así mismo se ajusta a los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación médica (Ley 14/2007 de 3 de julio, BOE de 4 de julio) y la protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 3/2018, BOE de 5 de diciembre). Debido a la naturaleza observacional y retrospectiva del estudio, se desestimó la necesidad de consentimiento informado individual de cada paciente.

Resultados

Se incluyeron 636 pacientes trasplantados en nuestro centro entre los años 1984 y 2023. Del total, 37 (5,82%) correspondieron a pacientes con CC, de los cuales 22 (59,5%) fueron trasplantados en los últimos 10 años (fig. 1). Hasta el año 2009, el número de pacientes trasplantados con CC se mantenía por debajo del 5%, pero a partir

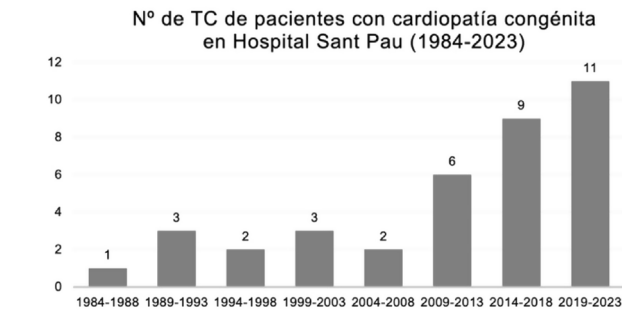


Figura 1. Representación del número de pacientes trasplantados con cardiopatías congénitas de base en nuestro centro en periodos de 5 años.

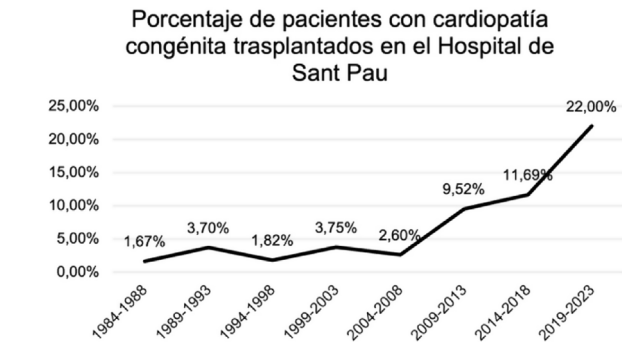


Figura 2. Evolución del porcentaje de pacientes con cardiopatías congénitas trasplantados en nuestro centro en periodos de 5 años.

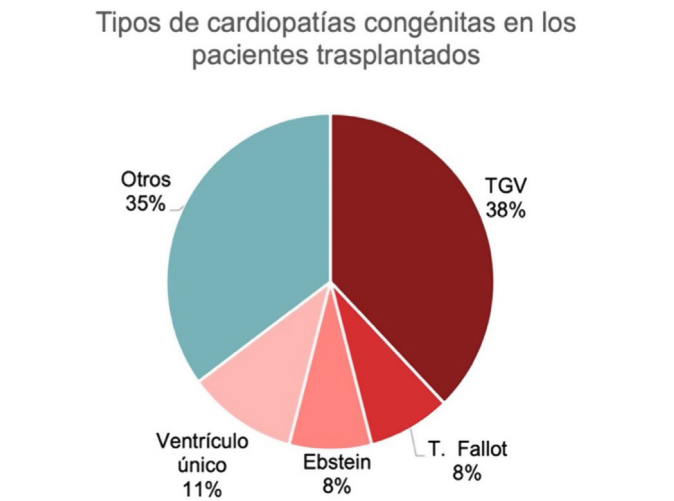


Figura 3. Clasificación de los pacientes trasplantados según la cardiopatía congénita de base (de toda la cohorte en la fig. 3, en los últimos 10 años en la fig. 4). TGV: transposición de grandes vasos.

de ese año se observa un aumento progresivo, representando el 22% de los trasplantados en los últimos 4 años (fig. 2).

La CC de base más frecuente fue la transposición de grandes vasos (TGV) completa, observada en 14 pacientes (38%) e incluyendo la L-TGV y D-TGV, seguida del ventrículo único en 4 pacientes (10,8%). Otras causas incluyeron tetralogía de Fallot, anomalía de Ebstein y un grupo heterogéneo de otras patologías, como la displasia arritmogénica de ventrículo derecho y valvulopatías terminales, entre otras (fig. 3). Desglosamos la muestra e incluimos únicamente los pacientes intervenidos los últimos 10 años para ver si había cambios en la tipología de CC respecto el total de la muestra (fig. 4).

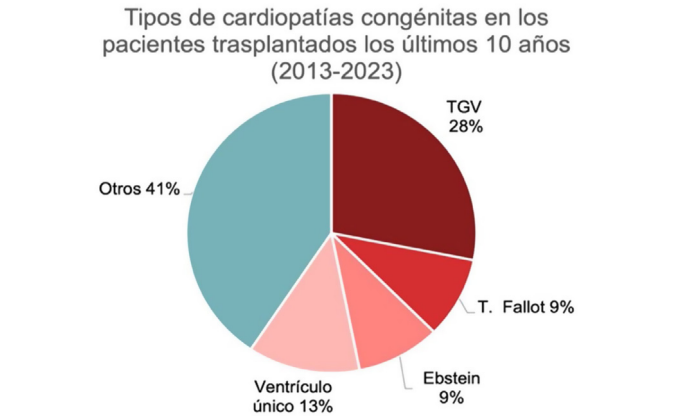


Figura 4. Clasificación de los pacientes trasplantados según la cardiopatía congénita de base (de toda la cohorte en la fig. 3, en los últimos 10 años en la fig. 4). TGV: transposición de grandes vasos.

Tabla 1
Tabla comparativa de las características pre, intra y postoperatorias de ambos grupos (congénitos/no congénitos)

	TC congénitos	TC no congénitos	p
Edad (años)	38 [25-49]	53 [42-60]	p<0,001
Hipertensión	1 (4,35%)	43 (52,44%)	p<0,001
Diabetes	0 (0%)	23 (28,05%)	p=0,002
Dislipemia	1 (4,35%)	40 (48,78%)	p<0,001
Tabaquismo	2 (8,7%)	33 (40,24%)	p=0,002
Cirugía previa	23 (62,16%)	27 (32,93%)	p=0,001
Tiempo de CEC (min)	145,5 [124-205]	120 [107-147]	p=0,052
Re IQ sangrado	4 (10,81%)	16 (19,51%)	p=0,880
Estancia UCI (días)	7 [6-14]	7 [5-17]	p=0,781
Estancia global (días)	24 [15-31]	23 [16-46]	p=0,860

CEC: circulación extracorpórea; Re IQ: reintervención quirúrgica; TC: trasplante cardíaco; UCI: unidad de cuidados intensivos.

En la tabla 1 se muestran las características preoperatorias. La mediana de edad del grupo C es de 38 años (IQR: 25-49), significativamente menor que la edad mediana del grupo NC (p<0,001). Solo 2 pacientes (5,4%) del grupo C presentaron algún factor de riesgo cardiovascular. También destaca el elevado porcentaje de pacientes con cirugías previas en el grupo C (23 pacientes [62,16%]). La reparación más frecuente en esta cohorte fue la corrección tipo switch auricular de la TGV: Mustard (3 pacientes) y Senning (5 pacientes). En 3 pacientes se había realizado la corrección de Glenn y un paciente presentaba circulación de Fontan completa. El resto de los pacientes presentaban fístulas previas, banding pulmonar, cierres de comunicación interventricular, entre otras reparaciones.

Respecto a las variables intraoperatorias y postoperatorias (tiempo de CEC, necesidad de reintervención por sangrado, estancia en cuidados intensivos y estancia hospitalaria global), no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos (tabla 1). La mediana del tiempo de seguimiento fue de 6,6 años (IQR: 0,8-14,4). La supervivencia del grupo C fue del 97,1%, del 90,1%, del 75,3% y del 52,6% a 1, 5, 10 y 20 años, respectivamente, siendo significativamente mayor que la del grupo NC (HR: 0,44; IC 95%: 0,22-0,9; p=0,024) (fig. 5).

Discusión

Los resultados de nuestro estudio muestran un aumento significativo en el número de pacientes con CC que requieren TC, especialmente en la última década. Este incremento puede atribuirse a los avances en el diagnóstico, las técnicas quirúrgicas y el manejo postoperatorio de las CC, lo que ha permitido que más pacientes con estas patologías lleguen a la edad adulta. Muchos de

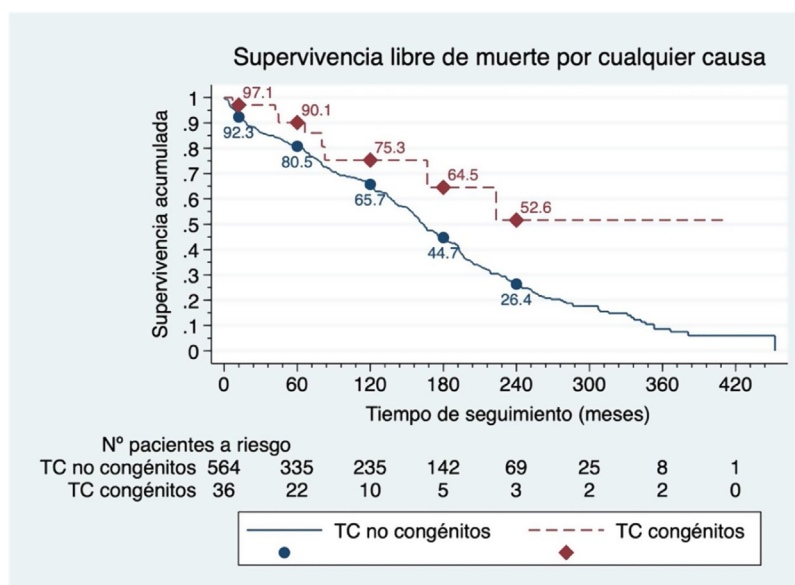


Figura 5. Curva de supervivencia de ambas cohortes: congénitos y no congénitos. Aparecen resaltada la supervivencia a 1, 5, 10, 15 y 20 años.

ellos pueden desarrollar insuficiencia cardíaca avanzada terminal y acaban necesitando un TC. A diferencia de otras series⁶, donde los TC de CC siguen representando una minoría, en nuestro centro el incremento también se ha visto en la proporción de pacientes con CC del global de trasplantados (llegando a superar el 20% en los últimos 5 años).

Hemos observado grandes diferencias en las características preoperatorias de ambos, todas ellas estadísticamente significativas. La cohorte C se trata de un grupo mucho más joven y con una comorbilidad mucho menor respecto a factores de riesgo cardiovascular. Estos resultados coinciden con los datos de las series publicadas en la literatura^{6,7}. Cabe destacar también el elevado número de cirugías previas en el grupo C, dato también esperable debido a la necesidad de cirugías paliativas o correctoras de estos pacientes durante la edad pediátrica⁸. Las cirugías previas y la variabilidad anatómica hacen que sea un grupo particularmente complejo. La presencia de adherencias importantes esternales suele conllevar necesidad de canular los vasos femorales y aumenta la complejidad y la posibilidad de complicaciones de estos trasplantes. Además, la presencia de hipertensión pulmonar o daños en otros órganos subraya la importancia de un enfoque multidisciplinario y bien coordinado⁹. A menudo, para comprender la anatomía de estos pacientes es necesario una planificación quirúrgica exhaustiva, utilizando herramientas avanzadas como la reconstrucción 3D con tomografía computarizada multimodal. En nuestro centro este tipo de tecnología se ha utilizado en los últimos años y se prevé que sea una herramienta cada vez más común.

En nuestro estudio, el tipo de cardiopatía más frecuente fue la TGV, y solo disponíamos de 4 pacientes con patología de ventrículo único (3 pacientes con cirugía de Glenn y un paciente con Fontan completo). Como sucede en muchos centros, el escaso número de pacientes en la serie no permite un análisis por tipo de CC, lo que sería muy interesante debido a las diferencias fisiológicas y anatómicas de las diversas etiologías. Según el metaanálisis de Doumouras et al.⁹, que incluye 899 pacientes con CC, la mortalidad precoz era superior en los pacientes con cirugía de Glenn o Fontan previa. Jayakumar et al.¹⁰ analizaron 35 pacientes trasplantados con corazón univentricular: 11 Glenn y 24 Fontan. Hubo 9 fallecimientos en el grupo Fontan y únicamente uno en el grupo Glenn, presentando una supervivencia a 1 año del 63% versus del 90%, res-

pectivamente. Aun así, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0,06$), seguramente debido al tamaño muestral.

Respecto a la supervivencia de ambos grupos, en nuestra serie hemos encontrado mejor supervivencia en el grupo C, incluso durante el primer año postoperatorio. Estos datos son diferentes a los encontrados en la literatura, donde usualmente se atribuye al grupo C una mayor mortalidad precoz debida a mayor fallo primario del injerto, infarto cerebral y hemorragia^{7,9}. De hecho, nosotros no hemos encontrado diferencias entre ambos grupos en cuanto a tiempo de CEC, reintervención por sangrado o estancia en la UCI. Esto se puede deber a la escasa representación en el grupo C de patología univentricular, que, aunque con poca evidencia por falta de estudios, son los que parecen tener mayor riesgo de mortalidad precoz¹¹.

Uno de los hallazgos más destacables de nuestro estudio es la supervivencia a largo plazo significativamente mayor en el grupo C en comparación con el grupo NC. Esta diferencia podría explicarse por varias razones. En primer lugar, los pacientes con CC eran más jóvenes y presentaban menos comorbilidades al momento del trasplante, lo que puede haber contribuido a mejores resultados postoperatorios. Por otro lado, los pacientes con CC tienen menos riesgo de muerte por neoplasias malignas, infección, rechazo y enfermedad vascular del injerto (aunque solo se encuentran diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las neoplasias)⁹. Todo esto muy probablemente relacionado con la edad. De hecho, en un estudio de cohortes apareadas¹², los pacientes con CC presentaron mayor mortalidad al año, pero no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a supervivencia de ambos grupos a 18 años.

La inclusión de estos pacientes en la lista de espera para el TC debe considerarse cuidadosamente, ya que, a pesar de tener una mayor mortalidad en la lista de espera y una mayor morbilidad peritransplante¹³, su supervivencia a largo plazo es superior a la de los pacientes con cardiopatías adquiridas. Según el último informe de la Sociedad Internacional de Trasplante Cardíaco y Pulmonar, la supervivencia media de los pacientes con CC que sobreviven al primer año tras el TC es de 15 años, en comparación con los 10 años de los pacientes trasplantados por cardiopatía isquémica o los 12 años de aquellos con cardiopatía no isquémica. Un desafío adicional es la sensibilización al antígeno anti-HLA, especialmente en pacientes con cirugías previas con CEC que han

requerido múltiples transfusiones sanguíneas. También es un factor de riesgo para la alosensibilización haber recibido homoinjertos, todo ello frecuente en el grupo C. Asimismo, en algunas ocasiones se precisan donantes especiales (no candidatos a donar el pulmón) para utilizar el tronco y la bifurcación pulmonar del donante en la reconstrucción de la circulación pulmonar proximal del receptor. Estos dos hechos disminuyen la posibilidad de encontrar donantes compatibles, lo que aumenta el tiempo en lista de espera para TC^{14,15}.

La ausencia de cardiólogos y cirujanos con experiencia en CC en las unidades de TC puede reducir la probabilidad de que estos pacientes sean incluidos en las listas de espera. Datos recientes indican un aumento significativo en la supervivencia de estos pacientes cuando cardiólogos con experiencia en CC se integran en los equipos de trasplante y los trasplantes son realizados por cirujanos cardíacos con experiencia en estas patologías¹⁶. Aunque la mortalidad a largo plazo es menor, es crucial que estos pacientes sean atendidos en unidades especializadas con cardiólogos y cirujanos expertos en CC¹⁷.

Conclusiones

Nuestro estudio demuestra que el número de pacientes con CC que requieren TC está creciendo y que, a pesar de los desafíos, estos pacientes pueden lograr resultados quirúrgicos similares o mejores que los pacientes con cardiopatías no congénitas. La clave para mejorar aún más estos resultados radica en la preparación y la planificación adecuada del equipo de trasplante, así como en un enfoque multidisciplinario y continuo en el manejo de estos pacientes complejos.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

1. Alonso-Gonzalez R. Insuficiencia cardíaca avanzada en cardiopatías congénitas: el papel del trasplante cardíaco y las asistencias ventriculares. *Rev Esp Cardiol*. 2019;72:285–7.

2. Polo L, González A, Ramchandani B, Rey J. Cardiopatías congénitas, ¿cómo prepararnos para el trasplante?: Aspectos quirúrgicos. *Cir Cardiov*. 2022;29:312–8.
3. Huddleston CB, Richey S, Fiore AC. Heart transplantation for congenital heart disease. *Oper Tech Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;24:103–20.
4. Houyel L, Dumortier NT, Lepers Y, Petit J, Roussin R, Ly M, et al. Heart transplantation in adults with congenital heart disease. *Arch Cardiovasc*. 2017;110:346–53.
5. Gil-Jaurena JM, Pérez-Caballero R, Pita A, González-López MT, Pardo C, Zamorano JA, et al. Trasplante cardíaco en cardiopatías congénitas. Peculiaridades técnicas. *Cir Cardiov*. 2019;26:35–41.
6. Alsoufi B, Kozik D, Perrotta M, Wilkens S, Lambert AN, Deshpande S, et al. Trends and outcomes of heart transplantation in adults with congenital heart disease. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2024;65, ezae086.
7. Kinsella A, Rao V, Fan CP, Manthot C, Stehlik J, Ross H, et al. Post-transplant survival in adult congenital heart disease patients as compared to dilated and ischemic cardiomyopathy patients; an analysis of the thoracic ISHLT registry. *Clin Transpl*. 2020;34:13985.
8. Sicim H, Noly PE, Naik S, Sood V, Ohye RG, Haft JW, et al. Determinants of survival following heart transplantation in adults with congenital heart. *J Cardiothorac Surg*. 2024;19:83.
9. Doumouras BS, Alba AC, Foroutan F, Burchill LJ, Dipchand AI, Ross HJ. Outcomes in adult congenital heart disease patients undergoing heart transplantation: A systematic review and meta-analysis. *J Heart Lung Transplant*. 2016;35:1337–47.
10. Jayakumar KA, Addonizio LJ, Kichuck-Chrisant MR, Galantowicz ME, Lamour JM, Quaegebeur JM, et al. Cardiac transplantation after the Fontan or Glenn procedure. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:2065–72.
11. Bakhtiyar S, Sakowitz S, Ali K, Chervu NL, Verma A, Si M-S, et al. Survival after cardiac transplantation in adults with single-ventricle congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2023;82:1226–41.
12. Dolgner SJ, Nguyen VP, Krieger EV, Stempien-Otero A, Dardas TF. Long-term adult congenital heart disease survival after heart transplantation: A restricted mean survival time analysis. *J Heart Lung Transplant*. 2021;40:698–706.
13. Shah DK, Deo SV, Althouse AD, Teuteberg JJ, Park SJ, Kormos RL, et al. Perioperative mortality is the Achilles heel for cardiac transplantation in adults with congenital heart disease: Evidence from analysis of the UNOS registry. *J Card Surg*. 2016;31:755–64.
14. Kaufman BD, Shaddy RE. Immunologic considerations in heart transplantation for congenital heart disease. *Curr Cardiol Rev*. 2011;7:67–71.
15. Nwakanma LU, Williams JA, Weiss ES, Russell SD, BaumgartnerWA, Conte JV. Influence of pretransplant panel-reactive anti-body on outcomes in 8,160 heart transplant recipients in recent era. *Ann Thorac Surg*. 2007;84:155–662, discusión 62–63.
16. Menachen JN, Lindenfeld J, Schlendorf K, Shah AS, Bichell DP, Book W, et al. Center volume and post-transplant survival among adults with congenital heart disease. *J Heart Lung Transplant*. 2018;37:1351–60.
17. Menachem JN, Golbus JR, Molina M, Mazurek JA, Hornsby N, Atluri P, et al. Successful cardiac transplantation outcomes in patients with adult congenital heart disease. *Heart*. 2017;103:1449–2145.