

Original

Experiencia en DAC cardiaca en la Comunidad Valenciana: programa de extracción cardiaca extrahospitalaria



Audelio Guevara-Bonilla*, Eduardo Tébar-Botí, Claudia Aguirre-Ramón, Alexandra Merino-Orozco, Carlos Domínguez-Massa, Manuel Pérez-Guillén, Ana Bel-Mínguez, Salvador Torregrosa-Puerta, Tomás Heredia-Cambra, Alejandro Rincón-Almanza, María J. Dalmau-Sorli, Iván Martín González, Francisco J. Valera Martínez, Ana Tur-Alonso y Juan B. Martínez León

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

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 25 de mayo de 2024

Aceptado el 31 de julio de 2024

On-line el 29 de agosto de 2024

Palabras clave:

Trasplante cardiaco

Donación en asistolia controlada

Perfusión toracoabdominal

Isquemia cardiaca

Circulación extracorpórea

RESUMEN

Introducción: En España desde el año 2020 se realizan trasplantes cardiacos de corazones obtenidos a partir de la donación en asistolia controlada (DAC). Mostramos nuestra experiencia desde el inicio del programa de DAC cardiacas. Para ello se ha implementado un protocolo extracción cardiaca extrahospitalaria dentro de la Comunidad Valenciana.

Material y método: Desde noviembre de 2022 a abril de 2024 se han realizado 21 valoraciones cardiacas en el contexto de la DAC.

Criterios de inclusión: donante < 55 años; consentimiento familiar de donación; previsión de tiempo de isquemia caliente funcional < 30 min.

Criterios de exclusión del donante, los propios de una donación cardiaca más: infusión de adrenalina; infusión de dobutamina; infusión de noradrenalina > 0,3 µg/kg/min.

Es un estudio descriptivo retrospectivo.

Resultados: De los 21 posibles donantes, 19 fueron corazones válidos, 2 de ellos extraídos para un hospital fuera de la comunidad. La media de edad de los donantes fue de 40,4 años, la mayoría hombres. En total, 17 pacientes trasplantados en nuestro hospital. La media del tiempo de isquemia cardiaca fue de 136,41 min. En 8 pacientes se describió un fallo primario de injerto.

Conclusiones: El uso de una máquina de circulación extracorpórea nos permitió una monitorización continua del metabolismo aerobio y anaerobio, un correcto vaciamiento de las cavidades cardiacas y la administración de cardioplejía con control de presión, temperatura y flujo.

Nuestra experiencia resalta las posibilidades de éxito con corazones obtenidos a partir de una DAC, representando un aumento del número de donantes y disminución del tiempo de espera para el trasplante.

© 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/>).

Initial experience in DCD heart at the Community of Valencia: Extrahospitalary heart retrieval program

ABSTRACT

Introduction: In Spain, since 2020, hearts obtained from donation after circulatory determination of death (DCD) have been used for heart transplants. We show our experience from the beginning of the heart DCDs program. An out-of-hospital cardiac extraction protocol has been implemented within the Valencian Community.

Materials and method: From November 2022 to April 2024, 21 cardiac assessments have been performed in the context of DCD.

Donor inclusion criteria: donor < 55 years old; family donation consent; functional warm ischemia time < 30 min.

Donor exclusion criteria, additional to those of a cardiac donation: adrenaline infusion; dobutamine infusion; norepinephrine infusion > 0,3 µg/kg/min.

This is a retrospective descriptive study.

Results: Of the 21 possible donors, 19 were valid hearts, 2 of them were for a hospital outside the community. The mean age of the donors was 40.4 years, most of them men. In total, 17 patients were transplanted in our hospital. The mean cardiac ischemia time was 136.41 min. Primary graft failure was described in 8 patients.

Keywords:

Heart transplant

Donation after circulatory determination of death (DCD)

Thoracoabdominal normothermic regional perfusion

Cardiac ischemia

Cardiopulmonary bypass

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dr.aguevarabonilla@gmail.com (A. Guevara-Bonilla).

Conclusions: The cardiopulmonary bypass allowed continuous monitoring of aerobic and anaerobic metabolism, correct emptying of the cardiac chambers and the administration of cardioplegia with pressure, temperature and flow control.

Our experience highlights the possibilities of success with hearts obtained from a DCD, representing an increase in the number of donors and a decrease in the waiting time for the transplant.

© 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

Christiaan Barnard, en compañía de su grupo quirúrgico, realizó por primera vez en el mundo un trasplante cardíaco ortotópico el 3 de diciembre de 1967^{1,2}. Solo en España, un total de 9.362 corazones han sido trasplantados desde 1984 al 2021³.

La donación de órganos por asistolia controlada, tipo Maastricht III, ha mitigado en cierta manera la problemática relacionada con la disminución de órganos donantes (hepático, renal, pulmonar). Con la finalidad de aumentar el número de corazones donantes ante la escasez de estos en un ámbito pediátrico, el equipo de trasplante cardíaco pediátrico de Denver (Colorado) publicó tres casos exitosos de corazones obtenidos por donación en asistolia controlada (DAC) entre los años 2004 y 2007⁴. Adoptando esta idea, en 2015 el equipo de trasplantes del hospital Saint Vincent de Sidney (Australia) publicó una serie de 4 donantes de corazón obtenidos a partir de una DAC, siendo solo tres los corazones que se trasplantaron válidos, descartando uno de ellos por tiempo de isquemia caliente muy alargado; a fecha de corte de la publicación, la supervivencia es del 100% de los casos⁵. Al año siguiente en Inglaterra se publicó una serie de 9 casos, con similares resultados en términos de supervivencia en los pacientes que finalmente fueron trasplantados, y concluyó que la donación en asistolia controlada podría aumentar en un 45% la actividad trasplantadora⁶.

En España, desde el año 2020 se realizan trasplantes cardíacos de corazones obtenidos a partir de la donación en asistolia controlada. Mostramos nuestra experiencia desde el inicio del programa de DAC cardíacas y el protocolo implementado para la extracción cardíaca extrahospitalaria dentro de la Comunidad Valenciana.

Métodos

De manera retrospectiva se recolectaron datos de todas las valoraciones de corazones ofertados para una donación en asistolia controlada. Desde noviembre de 2022 a abril de 2024 se han realizado 21 valoraciones cardíacas en el contexto de una DAC dentro de la Comunidad Valenciana.

Los criterios de inclusión y exclusión del donante se recogen en las [tablas 1 y 2](#).

El protocolo quirúrgico que se siguió para la realización de una DAC cardíaca fue:

1. Canulación venosa y arterial femoral previo a la limitación del esfuerzo terapéutico, lo que servirá para la perfusión toracoabdominal.
2. Implante de balón de oclusión intraaórtico en femoral contralateral; el balón se ubicará por encima de diafragma, comprobándose con rayos siempre que sea posible.
3. Limitación del esfuerzo terapéutico.

Tabla 1
Criterios de inclusión en el donante

Edad menor de 50 años
Consentimiento familiar de donación cardíaca en asistolia controlada
Previsión de tiempo de isquemia caliente funcional ≤ 30 minutos

Tabla 2
Criterios de exclusión en el donante

Cirugía cardíaca previa
Esternotomía previa
Enfermedad coronaria conocida
Enfermedad congénita cardíaca conocida
IAM previo
Infusión de adrenalina
Infusión de dobutamina
Infusión de noradrenalina > 0,3 µg/kg/min
Neoplasia activa
Antígeno de hepatitis B positivo
Anticuerpo de hepatitis C positivo
VIH
Linfoma intracerebral primario
Enfermedad de Creutzfeldt-Jacob
Tuberculosis
HTLV I y II

HTLV: virus linfotrópico de células T humanas; IAM: infarto agudo de miocardio; VIH: virus de la inmunodeficiencia humana.

4. Certificación de muerte.
5. Hinchado de balón intraaórtico e inicio de perfusión normotérmica abdominal.
6. Esternotomía rápida, pinzamiento y sección de troncos supraaórticos.
7. Deshinchado de balón e inicio de perfusión toracoabdominal.

Para la perfusión de órganos, una vez certificado el fallecimiento, se usó una máquina de circulación extracorpórea (CEC), siendo el sistema de perfusión Quantum la máquina que más se adaptó a las necesidades de este programa, sobre todo cuando se realizó una DAC cardíaca fuera del hospital de origen, e incluso en hospitales donde no existe el servicio de cirugía cardíaca.

La validez del órgano se dio tras salir de CEC.

La preservación del órgano se realizó con Custodiol, y el transporte del órgano, en un sistema de almacenamiento frío diseñado para el transporte de órganos.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos.

Consideraciones éticas

Dada la naturaleza retrospectiva y de no intervención, no se requirió la aprobación del CEIC de nuestro centro, aunque se siguieron las recomendaciones en consonancia con el código ético de la OMS (Declaración de Helsinki).

Resultados

Se realizaron un total de 21 valoraciones cardíacas, 3 de ellas fuera de la Comunidad Valenciana y solo 6 del propio centro. Del total de corazones ofertados, 19 fueron válidos. El primer corazón rechazado fue por elevación del ST en el electrocardiograma y por ateromatosis coronaria; el segundo rechazo fue por disfunción del ventrículo derecho tras las maniobras de reperfusión cardíaca.

De la totalidad de corazones válidos, dos fueron trasplantados en otra comunidad autónoma, previa aceptación del equipo quirúrgico del hospital al que se trasladaría el corazón.

La media de edad de los donantes fue de 40,4 años, siendo el 66% de los donantes hombres. La media de edad de los receptores fue de 52,6 años, siendo la mayoría de los receptores hombres (58,8%).

Los tiempos de isquemia caliente total y funcional se obtuvieron a partir de las 21 valoraciones cardíacas. La media del tiempo de isquemia caliente total fue de 20,4 min, y el tiempo más largo recogido fue de 41 minutos. La media de tiempo de isquemia caliente funcional fue de 15,28 min, siendo el tiempo más largo recolectado de 22 min. La media de tiempo desde el inicio de la esternotomía hasta el pinzamiento y la sección de troncos supraaórticos, con inicio de la perfusión toracoabdominal, fue de 1,94 min.

La media de tiempo de isquemia cardíaca de los corazones trasplantados en nuestro centro (17 pacientes) fue de 136,41 min (mínimo 62 min, máximo 230 min).

De total de corazones trasplantados en nuestro centro (17 pacientes), el 47% (8 pacientes) de ellos desarrollaron un fallo primario de injerto (FPI). La definición de fallo primario de injerto se adoptó según el consenso de la *International Society of Heart and Lung Transplant* (ISHLT)⁷. Dos de los 8 pacientes con FPI evolucionaron desfavorablemente y fallecieron; en el resto, la evolución fue satisfactoria, siguiendo el alta hospitalaria en todos los casos. Del total de los 8 pacientes con FPI, 3 requirieron una asistencia tipo ECMO (membrana de oxigenación extracorpórea), 2 de ellos evolucionando favorablemente, siendo éxitos un caso.

La mortalidad intrahospitalaria fue del 17,64% (3 de 17 pacientes); el primer caso fue por rechazo de injerto y fallo multiorgánico, el segundo por taponamiento, y el tercer caso, por sepsis y fallo multiorgánico.

Discusión

En cuanto al método de extracción y valoración cardíaca usados, el grupo de Saint Vincent difiere del nuestro, pues realizan una extracción rápida del corazón, previo paso de solución de cardioplejía para posteriormente colocarlo en un dispositivo de preservación *ex vivo* como es el Organ Care System (OCS) de Transmedics⁸. Este grupo consideraba válido aquel corazón que mantuviera una estabilidad hemodinámica y fisiológica según los parámetros del OCS, a lo que sumaban la valoración seriada de niveles de láctico y la valoración visual de la función biventricular.

Por otra parte, el grupo de Papworth, con un protocolo algo más similar al nuestro, incluyen la perfusión toracoabdominal para recuperación de órganos donantes, realizan una esternotomía rápida, el pinzamiento de troncos supraaórticos y la canulación directa sobre aorta ascendente y aurícula derecha para el posterior inicio de una máquina compuesta por una bomba centrífuga y un oxigenador (LifeBox, Sorin)⁶. Tras la medición de presiones ventriculares por sistemas de medición directa, y estando fuera de bomba, consideraban el aceptar o no el órgano, y a esto se sumaba la constante valoración una vez extraído el corazón a través del OCS.

En 2019 Tchana-Sato et al.⁹, sin limitantes legislativas para la realización de procedimientos *ante mortem*, describieron la técnica que actualmente forma parte de nuestro protocolo. Esta consiste en la canulación venosa y arterial femoral previa a la limitación del esfuerzo terapéutico. Tras la limitación del esfuerzo terapéutico y habiendo certificado la muerte del donante, se realiza la esternotomía rápida y el pinzamiento de troncos supraaórticos para proceder al inicio de la perfusión toraco-abdominal. La validación cardíaca se daba tras el destete del ECMO y la valoración por medio de una ecografía transesofágica y medición de presiones a través del catéter de Swan-Ganz.

Un atributo diferenciador de nuestro protocolo es la utilización de una máquina de CEC con el sistema de perfusión Quantum. Gracias a su tamaño, que facilita el transporte en una ambulancia, puede ser usado en caso de necesidad de movilizarlos a un hospital

donde no exista el servicio de cirugía cardíaca, para poder realizar el procedimiento de la DAC con toda seguridad. Este sistema de perfusión permite la monitorización continua del metabolismo aerobio y anaerobio, tiene un módulo de ventilación integrado con sistema de vacío y un medidor de flujos asociado a la línea arterial y venosa. El uso de la CEC en una DAC permite el correcto vaciamiento de las cavidades cardíacas, la reinfusión continua de volumen sanguíneo y la administración de la solución de preservación con control de presión, flujo y temperatura, siendo esto último una de las características más importantes y diferenciadoras en comparación con otros métodos de extracción cardíaca. A este sistema de perfusión se le agrega un módulo de intercambiador de calor de doble canal, para temperatura de sangre arterial y de cardioplejía (módulo de normo-hipotermia Quantum de Spectrum Medical/Mr Frosty).

Nuestros resultados en cuanto a tiempos de isquemia caliente total y funcional, así como tiempos de isquemia cardíaca, son comparables a los encontrados en un estudio multicéntrico, donde se recolectaron de manera retrospectiva datos de 136 DAC cardíacas. En este estudio, la media de tiempo de isquemia caliente funcional total fue de 26,7 min, la media de tiempo de isquemia caliente funcional fue de 16,7 min y la media de isquemia cardíaca fue de 144,2 min¹⁰.

Al observar la tasa de FPI (47%) de nuestro centro, podría impresionar el porcentaje elevado de FPI de nuestra base de datos, por lo que cabe resaltar que nuestro diagnóstico de fallo primario de injerto ha sido estrictamente ligado a los criterios de la ISHLT⁷, los cuales abarcan desde un requerimiento de dosis bajas de inotrópicos más un índice cardíaco menor a 2 l/min/m² por más de una hora, hasta el uso de una asistencia tipo ECMO. Resultaría complicado realizar una comparativa con otras publicaciones por la discordancia de conceptos a la hora de definir FPI, pues en ciertos artículos se diagnostica fallo primario de injerto cuando hay la necesidad de asistencia tipo ECMO, que en nuestro caso se dio en 3 pacientes (17,64%) del total de pacientes trasplantados.

Según Messer et al.⁶, la aceptación de un corazón proveniente de una DAC cardíaca incrementó en un 45% la actividad trasplantadora en su centro hospitalario. Louca et al.¹⁰ evidenciaron resultados parecidos con un incremento de la actividad del 30%, algo similar a lo observado en nuestro hospital, llegando a representar entre un 30–40% de la actividad trasplantadora realizada por nosotros en nuestra experiencia inicial.

Conclusiones

Nuestra experiencia resalta las posibilidades de éxito con corazones obtenidos a partir de una DAC, representando un aumento del número de donantes y disminución del tiempo de espera para el trasplante.

El sistema de perfusión Quantum nos permitió la realización de este procedimiento fuera de nuestro hospital, llegando a hospitales donde no existe el servicio de cirugía cardíaca, obteniendo resultados similares a las extracciones realizadas *in situ*. Entre las características importantes que nos llevaron al uso de la CEC en una DAC se encontraron el correcto vaciamiento de las cavidades cardíacas y la administración de cardioplejía con control de presión, temperatura y flujo.

Financiación

Ninguna.

Contribución de los autores

Todos los autores han contribuido a la elaboración de este manuscrito.

Conflicto de intereses

Todos los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses respecto al contenido de esta publicación.

Bibliografía

1. Brink JG, Hassoulas J. The first human heart transplant and further advances in cardiac transplantation at Groote Schuur Hospital and the University of Cape Town. *Cardiovasc J Afr.* 2009;20:31–5. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4200566/>
2. Cooper DKC. Christiaan Barnard — the surgeon who dared: The story of the first human-to-human heart transplant. *Glob Cardiol Sci Pract.* 2018;2018:11.
3. González-Vílchez F, Gómez-Bueno M, Almenar-Bonet L, Crespo-Leiro MG, Arizón del Prado JM, Blázquez-Bermejo Z, et al. Registro español de trasplante cardíaco. XXXIII informe oficial de la Asociación de Insuficiencia Cardíaca de la Sociedad Española de Cardiología. *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:926–35.
4. Boucek MM, Mashburn C, Dunn SM, Frizell R, Edwards L, Pietra B, et al. Pediatric heart transplantation after declaration of cardiocirculatory death. *N Engl J Med.* 2008;359:709–14.
5. Dhital KK, Iyer A, Connellan M, Chew HC, Gao L, Doyle A, et al. Adult heart transplantation with distant procurement and ex-vivo preservation of donor hearts after circulatory death: A case series. *Lancet.* 2015;385:2585–91.
6. Messer SJ, Axell RG, Colah S, White PA, Ryan M, Page AA, et al. Functional assessment and transplantation of the donor heart after circulatory death. *J Heart Lung Transplant.* 2016;35:1443–52.
7. Kobashigawa J, Zuckermann A, Macdonald P, LePrince P, Esmailian F, Luu M, et al. Report from a consensus conference on primary graft dysfunction after cardiac transplantation. *J Heart Lung Transplant.* 2014;33:327–40.
8. Chew HC, Iyer A, Connellan M, Scheuer S, Villanueva J, Gao L, et al. Outcomes of donation after circulatory death heart transplantation in Australia. *J Am Coll Cardiol.* 2019;73:1447–59.
9. Tchana-Sato V, Ledoux D, Detry O, Hans G, Ancion A, d'Orío V, et al. Successful clinical transplantation of hearts donated after circulatory death using normothermic regional perfusion. *J Heart Lung Transplant.* 2019;38:593–8.
10. Louca J, Öchsner M, Shah A, Hoffman J, Debose-Scarlett A, Vilchez FG, et al. The international experience of in-situ recovery of the DCD heart: A multicentre retrospective observational study. *EClinicalMedicine.* 2023;58:101887.



BIOMED



unidix

Especialistas en cirugía cardiovascular

desde 1977 al cuidado de tu salud



91 803 28 02



info@biomed.es