

Donación en asistolia controlada con perfusión regional normotérmica y cardioplejia Del Nido para la recuperación de corazón y pulmón en entorno locales y periféricos

Donation after circulatory death with normothermic regional perfusion and Del Nido cardioplegia for heart and lung retrieval in local and peripheral scenarios



Juan Blanco Morillo

Coordinador de Unidad de Cuidados de Enfermería en Soporte Vital Extracorpóreo (UCESVE)
Cirugía cardiovascular (CCV). Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca (HCUVA)
Universidad de Murcia (UM)
ORCID: 0000-0002-3706-7562

Ramón Aranda Domene

Cirujano cardiovascular. Fellow en Hospital Clínic de Barcelona. Universitat de Barcelona
ORCID: 0000-0002-6788-7668

Mario Royo-Vilanova Reparaz

FEA UCI. Coordinador Médico de Trasplantes HCUVA. UM
ORCID: 0000-0002-2898-2312

Ricardo Robles Campos

Jefe de sección Cirugía General. Coordinador Regional de Trasplantes. Región de Murcia
ORCID: 0000-0003-0007-562X

Carlos Albacete Moreno

Jefe de Sección. Unidad de Cuidados Intensivos. HCUVA. UM

Ángel Sornichero Caballero

Enfermero perfusionista. UCESVE. CCV. HCUVA. UM

Sergio Cánovas López

Jefe de Servicio. Cirugía Cardiovascular. HCUVA. UM
ORCID: 0000-0002-4345-6863

RESUMEN / SUMMARY

Introducción: La donación en asistolia controlada (DAC) es un procedimiento en auge que permite aumentar la disponibilidad de los órganos para trasplante gracias a la incorporación de terapias de soporte extracorpóreo, como la perfusión regional normotérmica (PRN). Si bien, en el ámbito abdominal se cuenta con una mayor trayectoria en la aplicación de PRN, la obtención de pulmones y corazones supone un reto mayor.

Métodos: En este estudio se utilizó un enfoque observacional retrospectivo para describir la metodología empleada en la obtención de órganos de donantes en asistolia controlada. Se aplicó un minicircuito de clase IV y se utilizó la cardioplejia Del Nido (CDN) tanto en nuestra institución como en centros periféricos.

Resultados: El procedimiento ha sido realizado con éxito en 14 ocasiones en diferentes entornos. Este nuevo enfoque parece asociarse con una reducción en el pico de troponinas postoperatorias y el tiempo de estancia en UCI.

Discusión: La aplicación de PRN-Toracoabdominal (TA) con CDN permite aumentar la biodisponibilidad de órganos viables para trasplante. La experiencia preliminar parece mostrar que se trata de un procedimiento seguro con potenciales beneficios en términos de recuperación precoz del paciente.

Conclusiones: La PRN-TA con CDN es un procedimiento fácilmente replicable en entornos locales y periféricos que ofrece resultados no inferiores a los obtenidos mediante el trasplante de órganos de donantes en muerte encefálica. Se requiere de futuros estudios que permitan ahondar en los beneficios observados en este estudio preliminar.

Introduction: Donation after Circulatory Death (DCD) is a growing procedure that allows for an increased availability of organs for transplantation by incorporating extracorporeal support therapies, such as normothermic regional perfusion (NRP). While there is more experience with the application of abdominal NRP, obtaining lungs and heart represents a greater challenge.

Methods: This study employed a retrospective observational approach to describe the methodology used in obtaining organs from controlled donation after circulatory death (DCD) donors. A class IV mini-circuit was applied, and Del Nido cardioplegia was used both at our institution and at peripheral centers.

Results: The procedure has been successfully performed 14 times in different settings. This new approach appears to be associated with a reduction in postoperative troponin peaks and ICU stay duration.

Discussion: The application of thoracoabdominal NRP with CDN increases the availability of viable organs for transplantation. This study pointed that this seems to be a safe procedure with potential benefits in terms of early patient recovery.

Conclusions: NRP-TA with CDN is an easily replicable procedures, applicable in local and peripheral settings, offering non-inferior outcomes when compared to transplanted organs from brain death donors. Further studies are required to delve into the observed benefits in this preliminary study.

Ramón Aranda Domene
ramon-ad@hotmail.com

Recibido: junio 2023
Aceptado: septiembre 2023

INTRODUCCIÓN

La DAC con soporte extracorpóreo es un procedimiento conocido como perfusión regional normotérmica. Gracias a su progresiva incorporación en el ámbito del trasplante, es posible aumentar la disponibilidad y la viabilidad de los órganos, reducir la incidencia de fallo primario del injerto y promover la capacidad funcional temprana del mismo tras el implante^{1,2,3}.

A pesar de que existe una larga trayectoria en la recuperación de órganos abdominales mediante PRN, la experiencia en la recuperación de órganos torácicos, como el corazón, ha resultado mucho más limitada debido a la necesidad de solventar aspectos técnicos éticos y legales³. Las primeras experiencias en este campo se remontan a las de equipos como el de Boucek et al, que presentaron una serie de 3 casos entre 2004 y 2007 realizados en el ámbito pediátrico tras el diagnóstico de muerte, empleando soporte extracorpóreo mediante un dispositivo corazón-pulmón⁴. En 2009, el equipo del Royal Papworth describió un caso en que consiguen recuperar, por primera vez, un corazón adulto viable para trasplante mediante circulación extracorpórea tras 23 minutos de isquemia caliente con la aplicación de PRN en DAC⁵.

Si bien la figura del perfusionista parece innegable en la conducción de este tipo de procedimientos, por requerirse el manejo de dispositivos corazón-pulmón, en la actualidad no existe ningún consenso con respecto al tipo de circuito a emplear ni a la estrategia de preservación a aplicar tras la validación del órgano. Dhital et al publicaron su experiencia en la recuperación del órgano mediante sistemas de perfusión ex situ tras la realización de PRN⁶. Sin embargo, Messer et al optaron por la preservación fría estática tras PRN-TA mediante la infusión de solución cristaloides de St. Thomas, sin observar un detrimento con respecto a los resultados obtenidos en el trasplante de muerte encefálica⁷. Asimismo, mediante un estudio multicéntrico, que comparó los resultados de la donación aplicando PRN-TA con los obtenidos en muerte encefálica, permitió observar que se trata de una técnica segura y reproducible con resultados prometedores que deberán ser explorados de manera pormenorizada⁸.

Por otro lado, cabe destacar que el debate acerca de la solución que pueda proveer una mejor cardioprotección sigue en curso, con la existencia de cardioplejias cristaloides y hemáticas, intracelulares y extracelulares, monodosis o multidosis, entre otras opciones. Sin embargo, existe una evidencia creciente que indica que la CDN podría resultar más beneficiosa que otras soluciones como la HTK (Custodiol) o las multidosis, en el ámbito de la cirugía cardiaca programada, tanto en pacientes pediátricos como en el adulto, al poder reducir los tiempos de isquemia y la incidencia de fibrilación tras el despinzamiento^{9,10}.

Teniendo en consideración todo lo anterior, así como nuestra amplia experiencia en PRN abdominal y en el uso de CDN, se presentan los resultados preliminares de este nuevo

enfoque con el que obtener una adecuada cardioprotección en DAC, tanto en nuestro centro como en centros del área metropolitana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un análisis de los resultados preliminares en los casos iniciales en que se aplicó la estrategia, efectuando un estudio observacional de corte retrospectivo, comparando los 14 pacientes tratados con PRN-TA con las 30 donaciones cardiacas realizadas en el mismo periodo de tiempo (2020-2023) mediante donación en muerte encefálica.

Preparación del potencial donante

Tras la obtención del consentimiento informado del paciente o de su familia para la donación, se procedió al traslado del paciente al quirófano para la realización de la canulación y la discontinuación de medidas del soporte vital. En los casos que la familia expresó su voluntad al respecto, tras la finalización de la canulación, les fue permitido el acompañamiento al donante hasta el fallecimiento.

En DAC locales, se empleó la bomba corazón-pulmón Stöckert S5 (Livanova PLC, Londres) con un minicircuito extracorpóreo de clase IV¹¹, basado en el oxigenador 6F y la centrífuga Revolution (Livanova PLC, Londres) (figura 1). En estos casos, la cardioplejia se suministró de manera controlada mediante un sistema Vanguard 1:4, (Livanova PLC, Londres), manteniendo una presión de 150-180 mmHg.

Por el contrario, en los centros periféricos se empleó un circuito MiECC clase IV adaptado a la consola portátil Novalung (Fresenius MC, Bad Homburg, Alemania), que incluyó un reservorio de cardiología Medtronic (Dublín, Irlanda) a fin de recoger el drenaje de los troncos supraaórticos mediante la aplicación de drenaje asistido por vacío (DVAV) (figura 2). En esos casos en que se estimaron tiempos totales de pinzamiento aórtico inferiores a 2 h, se administró la CDN mediante un sistema de presurización controlada, manteniendo una presión estable de 200 mmHg. Al no contar con un sistema de mezcla sanguínea 1:4, se requirió la preparación manual de la mezcla, tras la obtención de 250 ml de sangre autóloga a través de la cánula de raíz de aorta.

Antes de proceder a la discontinuación de medidas de soporte vital (DMSV), a fin de garantizar una anticoagulación eficaz, se administraron 1000 U/kg de heparina sódica al potencial donante. A continuación, se efectuó la canulación de la vena femoral derecha con una cánula de drenaje Biomedicus® (Medtronic Minneapolis, USA) de 21 a 25 Fr., posicionada su punta en aurícula derecha. Posteriormente, se canuló la arteria femoral derecha con una cánula de retorno Optisite® (Edwards Lifesciences Irvine, USA) de 18-20 Fr. Ambas cánulas fueron purgadas tras su inserción con suero heparinizado y se

conectaron al circuito extracorpóreo, el cual fue previamente cebado con solución cristaloide y se mantuvo pinzado hasta el inflado del balón de oclusión, tras completarse el periodo de inacción requerido por la legislación vigente.

Tras la canulación de ambos vasos, por la arteria femoral contralateral fue insertado un balón-occludor CODA (Cook Incorporated, Bloomington, Reino Unido) mediante técnica de Seldinger, comprobando su posicionamiento mediante fluoroscopia.

Discontinuación de medidas de soporte vital y reacondicionamiento del injerto

La DMSV fue llevada a cabo por el intensivista, en seguimiento a las indicaciones de la Sociedad Internacional de Trasplantes Cardiopulmonares (IHSLT) y de la legislación vigente, tras haber comprobado la adecuada colocación de las cánulas y la capacidad oclusiva del balón. A partir de momento en que se observó el cese total de actividad eléctrica en el ECG o una presión arterial media

(PAM) inferior a 30 mmHg acompañada de la ausencia total de capacidad eyectiva cardiaca, comprobada mediante ecocardiografía transesofágica, se inició el periodo de inacción o non-touch³.

Cumplido dicho plazo, se procedió al inflado del balón ocludor hasta impedir el paso de flujo hacia el cayado aórtico. Seguidamente, se inició recuperación orgánica abdominal mediante la aplicación de PRN. Para tal fin, se tomaron como objetivos la entrega de una $DO_2 i > 225$ ml/min/m² y la obtención de una PAM 50-80 mmHg. Para ello, se empleó un flujo de 1.7 a 2 l/min/m² y se transfundieron hemoderivados, evitando Hgb <9.5 g/dL.

Tras el inflado del balón, paralelamente, el cirujano cardiovascular realizó una esternotomía media urgente, procediendo al pinzamiento proximal y a la transección de los troncos supraaórticos, a fin de evitar la posibilidad de reperfusión cerebral a través de vasos colaterales. Inmediatamente después, se desinfló el balón ocludor, permitiendo la reperfusión coronaria, por lo que se mantuvo un soporte a un índice de 2 l/min/m². Asimismo, y fin de reducir los requerimientos transfusionales, el sangrado procedente de los troncos supraaórticos fue aspirado hacia el reservorio de cardiología del MiECC y reincorporado al sistema para evitar la falta de precarga.

Con el objetivo de optimizar la perfusión tisular y evitar la aparición de efectos deletéreos, se realizaron gasometrías periódicamente. Cada 15 minutos se obtuvo una muestra sanguínea postmembrana y cada 30 minutos una preoxigenador, tratando de obtener una adecuada oxigenación y evitar la hiperoxia e hipocapnia (PaO_2 120-200 mmHg, $PaCO_2$ 40-45 mmHg) y saturación arterial de oxígeno (SaO_2) 97%, así como una saturación en línea venosa (SvO_2) >70%.

La acidosis subsecuente al periodo de isquemia caliente

se corrigió de manera activa mediante el suministro de bicarbonato 1M desde el primer momento, mientras que la hiperglicemia fue contrarrestada añadiendo insulina rápida al circuito extracorpóreo. En los casos en que la vasoplejia postmortem supuso una falta de precarga para el sistema (presión de succión <-70 mmHg), se suministraron soluciones cristaloides balanceadas o concentrados de hemáties, preservando niveles de Hgb >10 mg/dl, a fin de favorecer el transporte de oxígeno.

Tras la recuperación del latido cardiaco, se observó la contractilidad ventricular mediante ecografía transesofágica (ETE), disminuyendo el nivel de soporte de manera acorde a la recuperación hasta permitir una adecuada apertura de la válvula aórtica, evitando en todos los casos la sobredistensión del ventrículo izquierdo. Tras la retirada completa del soporte circulatorio, se procedió a la evaluación y validación del órgano para trasplante mediante ETE.

Cardioprotección e implante

Estando todos los equipos extractores preparados y habiendo establecido una estrategia conjunta para facilitar la extracción de todos los órganos en condiciones óptimas, se procedió a la canulación de la raíz de la aorta, al pinzamiento aórtico y al suministro de 1000 ml de CDN en proporción 14⁽¹²⁾.

En los casos que fue requerido se reinició el soporte extracorpóreo, con el fin de continuar optimizando la perfusión de los demás órganos hasta su extracción. En los casos en que el proceso incluyó extracción pulmonar, se suministró Perfadex® (Medisan, Uppsala, Suecia) como solución de preservación pulmonar, mediante canulación directa de dichos órganos, tras iniciar el suministro de solución cardiopléctica.

Tras la extracción cardiaca en centros periféricos, se protegió el corazón con triple bolsa eliminando todo contacto con el aire ambiente y evitando la exposición a hielo, estando en contacto directo con 1000 ml de solución cristaloide Del Nido a 4 °C. Tras ello, para preservar dichas condiciones de temperatura, el transporte interhospitalario se realizó en una nevera Vitalpack® (Cardiolink, Barcelona). En las DAC realizadas en el propio centro tras la extracción se transfirió el corazón al quirófano contiguo sin medidas adicionales de protección más allá de la triple bolsa.

Tras realizar la entrega en el quirófano que alojaba al receptor, donde ya se había realizado la exéresis del corazón disfuncionante, el cirujano procedió al implante sin aplicar ninguna otra medida de cardioprotección hasta cumplir 90 minutos desde la dosis de cardioplejia. En los casos en que no fue posible completar el implante antes de dicho plazo, se suministró media dosis adicional de CDN (600 ml).

Completado el implante, se efectuó el despinzamiento aórtico y se administraron fármacos antiarrítmicos en segui-

miento de nuestro protocolo de antifibrilación química, consistente en 3000 mg de sulfato de magnesio y 1 mg/kg de lidocaína al 2% inmediatamente después del despinzamiento, con el fin de retrasar la capacidad contráctil y favorecer tanto la estabilización del tránsito iónico a través de la membrana miocítica como el desaireado del árbol coronario.

Tratamiento estadístico

A fin de evaluar la no inferioridad de la estrategia, se procedió a analizar las diferencias existentes con un grupo control (GC), tratado con la técnica convencional de extracción en muerte encefálica, mediante un análisis retrospectivo de los casos contemporáneos a la muestra (n=30 vs. 13).

Inicialmente, se procedió a caracterizar la muestra mediante frecuencias, para las variables dicotómicas, así como con la mediana y rango intercuartil, para las variables cuantitativas, debido a la no normalidad de las mismas. El análisis inferencial se realizó mediante los test Chi² y Kruskal-Wallis, respectivamente. Todos los análisis fueron realizados mediante el software Stata v.14 de StataCorp LLC.

RESULTADOS

El procedimiento de DAC con PRN-TA y CDN fue realizado exitosamente en 14 ocasiones, siendo dos de ellas en hospitales diferentes al centro implantador. No se observaron diferencias en cuanto a la edad de los receptores entre ambos grupos, ni en cuanto a los tiempos de espera para trasplante (tabla I).

Los trasplantados con órganos procedentes de DAC con PRN-TA, y protegidos con CDN, tuvieron una tendencia a una menor estancia total hospitalaria, aunque no se alcanzó la significación estadística.

Se observó que los pacientes trasplantados con órganos optimizados con PRN-TA y protegidos con CDN presentaron una concentración pico de troponinas un 50% menor que los trasplantados con órganos de muerte encefálica (ME: 2106,5 vs. 988). Sin embargo, no se observó diferencia en cuanto a las horas de ventilación mecánica requeridas tras el trasplante (tabla II).

Los pacientes trasplantados con órganos procedentes de DAC con PRN-TA redujeron en un 50% la estancia en UCI tras el trasplante (ME 10 vs. 5 días), sin que se observasen diferencias significativas en la tasa de reingreso ni en la supervivencia a 3 meses (tabla II, figura 3).

DISCUSIÓN

Este estudio presenta una estrategia fácilmente replicable en diferentes entornos clínicos que permite aumentar la disponibilidad y la calidad de corazones para trasplante, garan-

tizando que no se produzca una reperfusión efectiva tras el inicio de la PRN-TA. Diferiendo de la estrategia inicialmente adoptada por los equipos pioneros, que solamente procedían a la ligadura de troncos supraaórticos, la transección de ambas arterias carótidas permite que el potencial flujo colateral, desviado a través de las arterias espinales de manera subsecuente a la vasoplegia masiva y la recuperación de flujo pulsátil, sea desviado hacia el campo quirúrgico sin alcanzar una presión de perfusión suficiente como para poder suponer una reperfusión cerebral, evitando así conflictos ético-legales¹³.

Otras de las características clave de nuestra estrategia es la adopción de un circuito extracorpóreo minimizado de tipo MiECC clase IV¹¹, que permite al mismo tiempo aunar los beneficios de ofrecer un campo exangüe y reducir la activación de la respuesta inflamatoria por interfase gas-aire^{14,15}. La inclusión de un reservorio de cardiología resultó ser una pieza clave, al permitir gestionar de manera sencilla tanto la adición de volumen como la recolección del sangrado proveniente de los troncos supraaórticos, reduciendo así las necesidades transfusionales necesarias para llevar a cabo el procedimiento de manera exitosa. Si bien en un entorno local, la aspiración de campo se realizó mediante los sistemas de rodillo de una bomba corazón-pulmón, en el caso de las donaciones periféricas, el diseño del sistema permitió mantener una aspiración hacia el reservorio mediante la aplicación de vacío (-100 a -200 mmHg), considerando que debió ser discontinuada temporalmente cada vez que se pretendía introducir volumen hacia el sistema extracorpóreo. En el caso de requerir una aspiración más continua en donaciones periféricas, podría considerarse la colocación de dos reservorios en paralelo y alternar la aspiración entre ambos, requiriendo de un perfusionista específicamente entrenado para su manejo, a fin de evitar la aparición de embolia gaseosa masiva del sistema.

En cuanto a los resultados observados en esta experiencia preliminar, estos parecen alineados con los obtenidos en la mayor serie publicada hasta la fecha, por el equipo de Louca et al, al cual hemos contribuido. Ambos estudios no solo confirman la no inferioridad de la PRN-TA en donación en asistolia controlada como una alternativa a la donación en muerte encefálica⁸, sino que parece que nuestro enfoque puede ofrecer beneficios adicionales.

A nivel de cardioprotección, el menor tiempo de isquemia y la utilización de CDN en monodosis parece haber permitido reducir de manera muy notable el pico de biomarcadores de daño miocárdico, de manera concordante con las observaciones de otros autores en el ámbito de la cirugía cardiovascular programada^{6,7}, apuntando a que nuestra estrategia puede reducir el daño miocárdico.

Si bien la aplicación de PRN-TA implica la inclusión de un segundo perfusionista, como único coste añadido respecto a la donación en muerte encefálica, nuestra experiencia preliminar parece indicar que dicha inversión se ve compensada

con creces, al verse reducida la mediana de la estancia en UCI en 5 días, no habiendo diferencias entre ambos grupos en la tasa de reingreso en UCI ni en la mortalidad a 3 meses.

Como limitaciones principales de nuestro estudio, debe considerarse su carácter preliminar, de corte retrospectivo y con un tamaño muestral limitado. Asimismo, debe tomarse en cuenta que los criterios para considerar elegible a un donante bajo PRN-TA en estas fases iniciales han podido resultar más restrictivos que en el caso de los donantes de muerte encefálica y que los tiempos de isquemia fueron más largos en este segundo grupo.

Por todo ello, cabe considerar que, si bien la aplicación de PRN-TA resulta un procedimiento prometedor y replicable con el que se han podido obtener unos resultados compatibles con una mejor recuperación cardiaca y un menor sufrimiento miocárdico, se requiere de futuros estudios que puedan refrendar nuestros hallazgos.

CONCLUSIONES

Este estudio preliminar ha mostrado que la aplicación PRN-TA con CDN es una estrategia que, en manos de un equipo multidisciplinar adecuadamente preparado, resulta altamente reproducible en cualquier escenario, arrojando resultados no inferiores a los obtenidos con el trasplante de órganos procedentes de muerte encefálica. Se requieren estudios posteriores que confirmen nuestras observaciones apuntando a que dicha estrategia reduce la agresión al injerto, el tiempo de recuperación postoperatoria y los costes derivados del proceso.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros de la Unidad de Cuidados de Enfermería en Terapias de Soporte Vital Extracorpóreo de la Región de Murcia: Alicia Verdú, Ángel Sornichero, Mercedes Martínez, Encarnación Tormos, Álvaro Cerón y Pablo Iniesta, por su dedicación absoluta y compromiso con la actividad clínica de nuestra unidad en el ámbito de los trasplantes.

CONFLICTO DE INTERESES

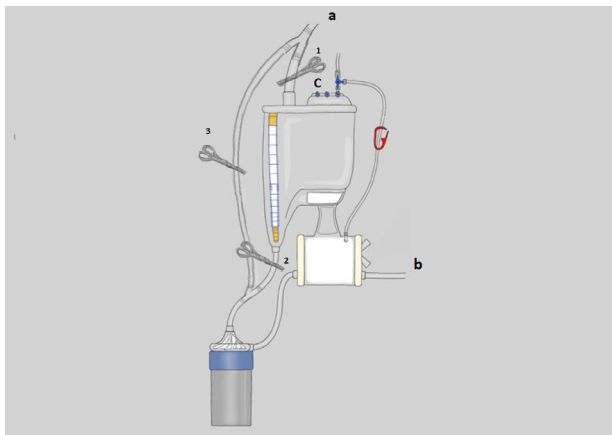
No existen conflictos de interés ni colaboraciones con la industria farmacéutica que haya podido tener influencia en la elaboración de este manuscrito. Tampoco se ha contado con ningún patrocinio para la elaboración del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lomero M, Gardiner D, Coll E, Haase-Kromwijk B, Proccaccio F, Immer F, et al. Donation after circulatory death today: an updated overview of the European landscape. *Transpl Int.* 2020;33(1):76-88. DOI: 10.1111/tri.13557
2. Dhital K, Ludhani P, Scheuer S, Connellan M, Macdonald P. DCD donations and outcomes of heart transplantation: the Australian experience. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;36(Suppl 2):224-32. DOI: 10.1007/s12055-020-01023-2
3. Tchana-Sato V, Ledoux D, Detry O, Hans G, Ancion A, D'Orio V, et al. Successful clinical transplantation of hearts donated after circulatory death using normothermic regional perfusion. *J Heart Lung Transplant.* 2019;38(6):593-8. DOI: 10.1016/j.healun.2019.03.017
4. Messer S, Cernic S, Page A, Berman M, Kaul P, Colah S, et al. A 5-year single-center early experience of heart transplantation from donation after circulatory-determined death donors. *J Heart Lung Transplant.* 2020;39(12):1463-75. DOI: 10.1016/j.healun.2020.08.001
5. Hoffman JRH, McMaster WG, Rali AS, Rahaman Z, Balsara K, Absi T, et al. Early US experience with cardiac donation after circulatory death (DCD) using normothermic regional perfusion. *J Heart Lung Transplant.* 2021;40(11):1408-18. DOI: 10.1016/j.healun.2021.08.001
6. Gambardella I, Gaudino MFL, Antoniou GA, Rahouma M, Worku B, Tranbaugh RF, et al. Single- versus multidose cardioplegia in adult cardiac surgery patients: A meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;160(5):1195-202 e12. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.04.035
7. Misra S, Srinivasan A, Jena SS, Bellapukonda S. Myocardial Protection in Adult Cardiac Surgery with Del Nido versus Blood Cardioplegia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Heart Lung Circ.* 2020. DOI: 10.1016/j.hlc.2020.10.007
8. Guajardo Salinas GE, Nutt R, Rodriguez-Araujo G. Del Nido cardioplegia in low risk adults undergoing first time coronary artery bypass surgery. *Perfusion.* 2017;32(1):68-73. DOI: 10.1177/0267659116668113
9. Vistarini N, Laliberte E, Beauchamp P, Bouhout I, Lamarche Y, Cartier R, et al. Del Nido cardioplegia in the setting of minimally invasive aortic valve surgery. *Perfusion.* 2017;32(2):112-7. DOI: 10.1177/0267659116673921
10. Timek T, Willekes C, Hulme O, Himelhoch B, Nadeau D, Borgman A, et al. Propensity Matched Analysis of Del Nido Cardioplegia in Adult Coronary Artery Bypass Grafting: Initial Experience With 100 Consecutive Patients. *Ann Thorac Surg.* 2016;101(6):2237-41. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2015.12.048
11. Ucak HA, Uncu H. Comparison of Del Nido and Intermittent Warm Blood Cardioplegia in Coronary Artery Bypass Grafting Surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;25(1):39-45. DOI: 10.5761/atcs.0a.18-00179
12. Gallo M, Trivedi JR, Slaughter MS. Myocardial protection with complementary dose of modified Del Nido cardioplegia during heart transplantation. *J Card Surg.* 2019;34(11):1387-9. DOI: 10.1111/jocs.14211
13. Mehta V, Taylor M, Hasan J, Dimarakis I, Barnard J, Callan P, et al.

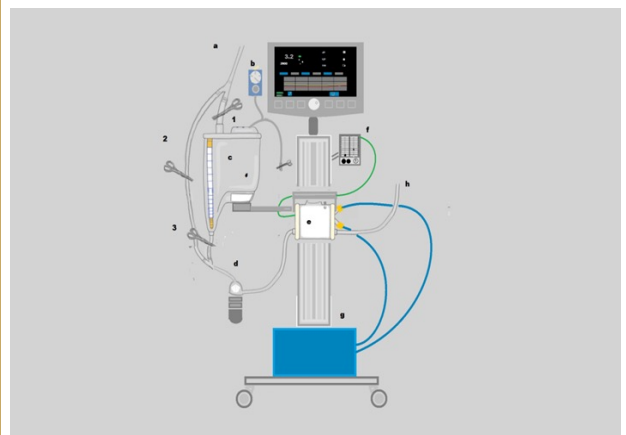
- al. Establishing a heart transplant programme using donation after circulatory-determined death donors: a United Kingdom based single-centre experience. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;29(3):422-9. DOI: 10.1093/icvts/ivz125
14. Minambres E, Royo-Villanova M, Perez-Redondo M, Coll E, Villar-García S, Canovas SJ, et al. Spanish experience with heart transplants from controlled donation after the circulatory determination of death using thoraco-abdominal normothermic regional perfusion and cold storage. *Am J Transplant.* 2021;21(4):1597-602. DOI: 10.1111/ajt.16309
15. Crawford TC, Magruder JT, Grimm JC, Kemp CD, Suarez-Pierre A, Zehr KJ, et al. The Paradoxical Relationship Between Donor Distance and Survival After Heart Transplantation. *Ann Thorac Surg.* 2017;103(5):1384-91. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.09.029
16. González-Vilchez F, Almenar-Bonet L, Crespo-Leiro MG, Gómez-Bueno M, González-Costello J, Pérez-Villa F, et al. Registro Español de Trasplante Cardíaco. XXXI Informe Oficial de la Asociación de Insuficiencia Cardíaca de la Sociedad Española de Cardiología. *Revista Española de Cardiología* 2020;73(11):919-26. DOI: 10.1016/j.rec.2020.09.003.

Figura 1. Minicircuito clase IV con bomba de CEC



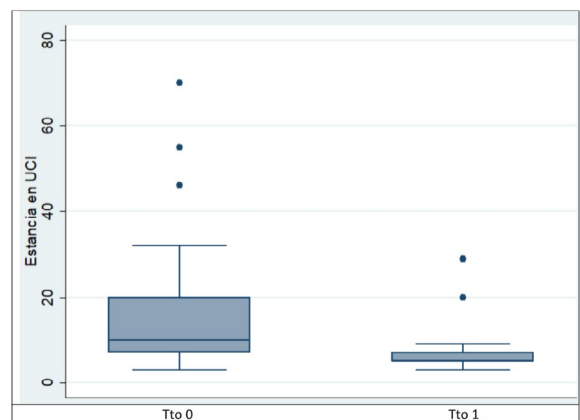
A: conexión con cánula venosa de acceso femoral. En este punto se recomienda monitorizar la presión de drenaje. B: Conexión con cánula arterial de acceso femoral. En este punto se recomienda monitorizar la presión de entrega. C: Puertos de aspiración conectados con aspiración de los troncos supraaórticos. Para trabajar con circuito cerrado, mantener pinzas 1 y 2 en la posición indicada, retirando la pinza 3. En caso de requerir adición de volumen, retirar pinza 2. Advertencia: Para reconvertir el circuito a sistema abierto debe evitarse retirar pinza 1 sin colocar la pinza 3 previamente, ya que lo contrario implicaría la entrada masiva de aire en el sistema.

Figura 2. Minicircuito clase IV adaptado a consola ECMO



A: Conexión con cánula venosa de acceso femoral. En este punto se recomienda monitorizar la presión de drenaje. B: Regulador de vacío. C: Reservorio de cardiotorax. D: Centrífuga DP3 (Novalung). E: Oxigenador FX25 (Terumo). F: Mezclador de gases. G: Calentador HICO 550. H: Línea arterial. Advertencia: Retirar la pinza 1 implicaría entrada de aire en el sistema, por lo que, en caso de necesitar reconvertir a circuito abierto, siempre debe colocarse pinza 3 antes de retirar la pinza 1. Para la adición de volumen al paciente se requiere desactivar la succión del vacío unos instantes, a fin de evitar cavitación.

Figura 3. Estancia en UCI tras trasplante cardíaco



Abreviaturas. Tto 0 = grupo control, Tto 1 = grupo tratado con PRN-TA y CDN. Se observa una mayor homogeneidad en la exposición a menores tiempos de estancia en UCI en el grupo de los tratados con PRN-TA.

Tabla I. Descriptivo de la muestra

	Muerte encefálica (ME)			PRN-TA		
	N	p50	IQR	N	p50	IQR
E. receptor	30	57	17	13	56	13
E. donante	30	42	20	13	49	13
Tiempo de espera	20	58,5	91	12	17,5	212
	Frecuencia	%		Frecuencia	%	
Patología base						
> C. Dilatada	18	53,3		8	61,5	
> C. Isquémica	8	26,7		2	15,4	
> C. Hipertrófica	1	3,3		3	23,8	
> Otros	5	16,7		0	0	
Origen Local	11	36,7		11	92,3	

Abreviaturas. E: Edad. Tto 0: Muerte encefálica. Tto 1: Donación en asistolia con PRN-TA. *(Significación estadística $p < 0,05$).

Tabla II. Resultados obtenidos

	Muerte encefálica (ME)			PRN-TA			Valor p
	N	p50	IQR	N	p50	IQR	
Pico de troponinas	30	2106,5	2331,0	13	988,0	785,0	0,002
Estancia UCI	30	10,0	13,0	13	5,0	2,0	0,016
Estancia Hospitalaria	30	25,0	26,0	13	18,0	12,0	0,142
Hora VM	30	6,0	6,0	13	5,0	5,0	0,513
	Frecuencia	%		Frecuencia	%		Valor p
Superviv. 3 meses	29	96,7		12	92,3		0,53
Reingreso UCI	2	6,7		2	15,4		0,57

Abreviaturas. PRN-TA: perfusión regional normotérmica toracoabdominal. *(Significación estadística $p < 0,05$).