Revista Española de Perfusión

NÚMERO 70 PRIMER SEMESTRE 2021

ORIGINAL

Protocolos de administración de cardioplejias: Buckberg, miniplejia y del Nido. Resultados.

PROTOCOLO

Protocolo de ECMO en parada cardiorrespiratoria refractaria intrahospitalaria.

CASO CLÍNICO

¿Es el bajo peso una limitación para la CEC? Experiencia con un neonato de 1,5 Kg.

CASO CLÍNICO

Traslado en helicóptero de paciente pediátrico en ECMO.

AEP

Asociación Española de Perfusionistas

Revista Española de
Perfusión
Primer semestre 2021 Nº 70

Editorial

3 Editorial
Carlos García Camacho, Presidente de la AEP

Original

5 Protocolos de administración de cardioplejias: Buckberg, miniplejia y del Nido. Resultados.
Parada Nogueiras MA, Ramos Barbosa M

Protocolo

17 Protocolo de ECMO en parada cardiorrespiratoria refractaria intrahospitalaria.
Castillo García J, Gual Sanandreu M, Sánchez Salado JC, Barrionuevo Sánchez M, González Costello J, Santos Molina Mazón C, Arbonés Arqué D, Blasco Lucas A, Osorio Higa K, Iglesias Gordillo F, López Sánchez G

Caso clínico

25 ¿Es el bajo peso una limitación para la CEC? Experiencia con un neonato de 1,5 Kg.
García Benítez R, García Maellas MT, López Gámez S, Orozco Ibarra P, Carballo Rodríguez L, Martins MF, García Torres E

Caso clínico

31 Traslado en helicóptero de paciente pediátrico en ECMO.
Recio Recio ML, Casado Sánchez C, González Perales MC, Arcos von Haartman C, García Piñero JM, Cabrera López A, Vera Puente F, Morales Martínez A, Santos Palomino JC

Director

Carlos García Camacho
Presidente de la AEP
Hospital Universitario Puerta del Mar (Cádiz)
presidencia@aep.es

Editor jefe

Juan Carlos Santos Palomino
Hospital Regional Universitario de Málaga
editor@aep.es

Editora adjunta

Lucía Cobos González
revista@aep.es

Comité editorial

María Jesús Alonso Peña
Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla (Madrid)

Laura Lorenzo Vaquerizo
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)

Agustín Elías Fuentes
Hospital Reina Sofía de Córdoba

Francesc Gahete Santiago
Hospital Clinic de Barcelona

Miguel Ángel Parada Nogueiras
Complejo Asistencial Universitario de León

Benjamín Vázquez Alarcón
Hospital Quironsalud Albacete

Alexei Suárez Rivero
Cardiocentro Manta, Manta, Ecuador

Edita

Asociación Española de Perfusionistas
Paseo de la Habana, 9 - 11
28036 MADRID
www.aep.es
info@aep.es

Los números de la revista pueden consultarse en la página web de la Asociación.

Abreviatura oficial de la revista: Rev Esp Perfusión

© Asociación Española de Perfusionistas, 2020

Creative Commons,
Reconocimiento, No Comercial y Compartir Igual 4.0 Internacional
(CC BY-NC-SA 4.0)

Indexada en CUIDEN

Depósito legal: M-7150-2019
ISSN papel: 2659-5834
ISSN online: 2659-5826

DISEÑO
Jorge Portland

COMPOSICIÓN
Carmen López Castro

IMPRIME
Área Gráfica Emelar

Ejercicio de Historia

Carlos García Camacho
Presidente de la AEP

Es importante que periódicamente recordemos la historia de nuestra Asociación para que los nuevos compañeros y compañeras que se incorporan a esta maravillosa profesión conozcan los pilares sobre los que nos hemos desarrollado.

Como sucede en la propia vida, también en la de la AEP, las historias paralelas, los malentendidos y los intereses personales e institucionales y las intoxicaciones interesadas pueden llegar a corromper la realidad.

Desde que en 1978 se constituyera nuestra Asociación todos los perfusionistas, a través de las sucesivas Juntas Directivas, hemos realizado todas las gestiones a nuestro alcance para nuestro reconocimiento profesional. Las estrategias han ido cambiando y adaptándose a los tiempos, pero ese ha sido y sigue siendo el principal objetivo de la AEP.

El reconocimiento profesional no tendría sentido sin un contenido curricular que avale nuestra formación y nos capacite para realizar nuestra actividad clínica con la seguridad y garantía exigibles para nuestros pacientes y también en esta línea se han concentrado gran parte de nuestros esfuerzos.

Ya en 1992 la Comisión de Formación de la AEP presentó un programa formativo unificado para los perfusionistas españoles avalado por el BOARD Europeo de Perfusión Cardiovascular, que se consolidó como organismo educativo.

En 1993, la Comisión Mixta formada por la AEP y la entonces Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular estudió la puesta en marcha de un programa de formación con categoría Máster o Curso de Posgrado que se hizo realidad en 1997. Este curso, que estaba validado por el Registro de la Propiedad Intelectual el 13 de marzo de 1995 y avalado por el BOARD Europeo de Perfusión Cardiovascular, pasó a categoría Máster en el año 2008.

Una de las intoxicaciones a las que hacía referencia al principio de esta editorial es que hubo quien siempre tuvo interés en llamarle el "Máster de Barcelona" cuando esa no es la realidad. El Máster en Técnicas de Perfusión y Oxigenación Extracorpórea es la formación que avalan la AEP y la SECCE, que se desarrolla en la Universidad de Barcelona y que durante su trayectoria ha formado a excelentes profesionales con un altísimo nivel clínico para el desarrollo de su actividad profesional

Esa formación de excelencia ha sido posible gracias a todos los perfusionistas que durante estos años han ejercido como docentes y como tutores.

En la actualidad, la actividad clínica de los perfusionistas en España, igual que en todo el mundo, está ligada al número de profesionales y a la actividad quirúrgica que se desarrolla en cada hospital. La proporcionalidad entre ambas cifras garantiza la preparación y actualización de los conocimientos por parte de los perfusionistas de cada equipo quirúrgico, así como el cumplimiento de los requisitos correspondientes para su reacreditación y para garantizar la formación de futuros perfusionistas en cada unidad.

La relación entre la oferta y la demanda de profesionales de la perfusión ha de garantizar que la práctica clínica habitual del perfusionista sea la suficiente como para que mantenga actualizadas sus habilidades. La práctica habitual y la formación continuada son las herramientas imprescindibles para que el ejercicio de nuestra actividad se haga en las condiciones necesarias de seguridad. Y es que esa práctica habitual presenta un beneficio colectivo para todas las Unidades médicas y quirúrgicas implicadas en los procedimientos que requieren circulación extracorpórea, así como para los pacientes.

Esta Asociación Española de Perfusionistas tiene una «Misión, Visión y Valores» que componen nuestra identidad organizacional y que hemos de hacer valer, especialmente frente a los que intoxican nuestra realidad para que no puedan enturbiar nuestra pasión, excelencia y capacidad de innovación en cada puesto de trabajo que ocupamos en las distintas instituciones hospitalarias y nuestra búsqueda de la máxima seguridad en todos los procedimientos en los que participamos. Estos, y no otros, son los principales objetivos de esta Junta Directiva que presido.

https://www.aep.es/mision-vision-valores

La **INNOVACIÓN CONSTANTE** en perfusión

CYTOSORB

El único sistema de inmunomodulación extracorpórea diseñado para Cirugía Cardíaca

Indicado para:

- **Endocarditis aguda**
- Reducir el riesgo de sangrado intraoperatorio en pacientes bajo **Ticagrelor** y **Rivaroxaban**
- Reintervenciones complejas
- Procedimientos combinados
- **ECMO**

CÁNULA BI-FLOW

Perfusión arterial femoral bidireccional

- La **única** cánula diseñada para prevenir la isquemia de las extremidades
- Disponible en dos versiones, una validada durante **6 horas** y la otra durante **29 días**, cubriendo los procedimientos de **Cirugía Cardíaca** y **ECMO**.

· Kit dilatador vascular incluido

Palex

Constant Improvement

CIRUGÍA CARDÍACA

Jesús Serra Santamans, 5 08174 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)
T: +34 934 006 552 F: +34 934 006 501 · palexmedical@palex.es

palexmedical.com

Protocolos de administración de cardioplejias: Buckberg, miniplejia y del Nido. Resultados.

Cardioplegia administration protocols: Buckberg, microplegia and del Nido. Outcomes.

Resumen / Abstract

Introducción: Una de las funciones más relevantes que tienen los perfusionistas durante la realización de la circulación extracorpórea (CEC) es la protección miocárdica mediante la administración de cardioplejia (CP). Existen diferentes tipos de CP, pero actualmente no existe consenso en cuanto a cuál se puede considerar "gold standard". El objetivo fue exponer los protocolos y resultados de las distintas CP que utilizamos en nuestro centro (Buckberg con Cardibraun, miniplejia y del Nido).

Material y métodos: Estudio descriptivo, retrospectivo y transversal. Se describen las principales variables demográficas, de CEC y de resultados posoperatorios: troponina T, estancia, sangrado, insuficiencia renal, transfusión sanguínea, síndrome de bajo gasto cardiaco, infarto agudo de miocardio (IAM) perioperatorio, y mortalidad. Se comparan estadísticamente los resultados de los grupos Buckberg (GB) y miniplejia (GM) por ser muestras homogéneas.

Resultados: Se incluyeron 138 pacientes en total: 84 pacientes con Buckberg 4:1, 54 con miniplejia y 15 con del Nido. Al comparar los GB y GM se encuentran diferencias entre las variables quirúrgicas de glucemia máxima (p=0,0001) y desfibrilación espontánea (p=0,0001). En las variables posoperatorias no se hallaron diferencias significativas. Solo la estancia postoperatoria (p=0,051) y la transfusión de hematíes (p=0,057) tuvieron resultados cercanos a la significación estadística.

Conclusiones: Las 3 estrategias de CP son efectivas con buenos resultados en cuanto al síndrome de bajo gasto cardiaco, IAM perioperatorio y mortalidad a 30 días.

La recuperación del ritmo cardiaco espontáneo es superior con del Nido y miniplejia sobre Buckberg. La transfusión sanguínea se reduce con miniplejia, así como las glucemias en CEC.

Palabras clave: cardioplejia, miniplejia, cardioplejia del Nido.

Introduction: One of the most important functions that perfusionists have during cardiopulmonary bypass (CPB) is myocardial protection by administering cardioplegia (CP). There are different types of CP, but currently there is no consensus as to which one can be considered the "gold standard". The objective was to present the protocols and results of the different CP that we use in our hospital (Buckberg with Cardibraun, microplegia and del Nido).

Material and methods : Descriptive, retrospective and cross-sectional study, with a total of 138 patients. The main demographic variables, CPB and postoperative results: troponin T, stay, bleeding, renal failure, blood transfusion, low cardiac output syndrome, perioperative acute myocardial infarction (AMI), and mortality are described. The results of Buckberg (GB) and microplegia (GM) groups are statistically compared as they are homogeneous samples.

Results : 84 patients with Buckberg 4:1, 54 with microplegia and 15 with del Nido were included. When comparing the GB and GM, differences were found between the surgical variables of maximum glycemia (p=0,0001) and spontaneous defibrillation (p=0,0001). No significant differences were found in the postoperative variables. Only the postoperative stay (p=0,051) and red blood cell transfusion (p=0,057) had results close to statistical significance.

Conclusions : The 3 CP strategies are effective with good results in terms of low cardiac output syndrome, perioperative AMI, and 30-day mortality. Spontaneous cardiac rhythm beat recovery is superior with del Nido and microplegia over Buckberg. Blood transfusion is reduced with microplegia, as well as blood glucose levels in CPB.

Keywords: cardioplejia, microplegia, del Nido cardioplejia.

Miguel Ángel Parada Nogueiras
Dr. Enfermero Perfusionista
Complejo Asistencial Universitario de León

Manuela Ramos Barbosa
Enfermera
Complejo Asistencial Universitario de León

Miguel Ángel Parada Nogueiras
Complejo Asistencial Universitario de León
C/ Altos de Nava s/n.
24071, León
maparada@saludcastillayleon.es

Recibido: diciembre 2020
Aceptado :febrero 2021
https://doi.org/10.36579/rep.2020.70.1

Introducción

La protección miocárdica (PM) es un concepto fundamental sobre el que se sustenta la cirugía cardiaca (CC). No serían posibles la mayoría de las cirugías si el corazón no estuviese parado y vacío, y que volviese a latir asumiendo su función al acabar la intervención. Por ello la PM es un desafío para el perfusionista y el equipo quirúrgico en cada intervención y es clave en el éxito del procedimiento. Por muy perfecta que sea la cirugía si la protección del miocardio no es adecuada, nos encontraremos con consecuencias adversas serias, como: infarto de miocardio, daño por isquemia-reperfusión, síndrome de bajo gasto cardiaco (SBGC), etc. asociados a un aumento de los tiempos de estancia hospitalaria, insuficiencia cardiaca y morbilidad, y finalmente un aumento de la mortalidad perioperatoria.

La PM es una estrategia multifactorial (factores prequirúrgicos, quirúrgicos y posquirúrgicos) siendo la administración de la cardioplejia (CP) el más importante[1]. Los pilares fundamentales son reducir la demanda metabólica miocárdica, minimizar el daño miocárdico e incrementar la tolerancia del corazón a la isquemia.

Los principales conceptos de PM son la hipotermia, propuesta por Bigelow[2] y la parada diastólica inducida por potasio popularizada por Melrose, en la década de los 50[3]. El uso de la hipotermia y la hiperkaliemia han sido el estándar clínico en la mayoría de los quirófanos de CC en el mundo[4].

Existen por lo tanto diferentes tipos de CP, según su lugar de acción (intra o extracelulares), su composición (hemática o cristaloide), vía de administración (anterógrada o retrógrada), temperatura (fría, templada, caliente) y diferentes protocolos de administración (uni-multidosis, intermitente-continua). En la búsqueda de la PM óptima se han ido combinando y modificando estos conceptos para encontrar la mejor CP.

Tras las dudas sobre la asistolia conseguida con potasio propuesta por Melrose, debido a los daños producidos por la excesiva concentración de potasio utilizada, aparecen las CP cristaloides, como la desarrollada por Bretschneider a mediados de los 60, usándose actualmente con pequeños cambios como cardioplejia HTK o Custodiol. Continúa evolucionando el concepto y se llega a una de las más utilizadas hoy en día y que ha demostrado ser una técnica óptima de PM frente a la isquemia miocárdica, la CP tipo Buckberg basada en una dosis de CP sanguínea 4:1 de forma anterógrada y fría, combinada con dosis de repetición por vía retrógrada y una reperfusión caliente previa al desclampaje aórtico. Y minimizando este concepto se llega a diseñar la miniplejia, en la que respetando la temperatura e intervalos de administración, se administra únicamente sangre con una pequeña cantidad de potasio y magnesio.

A partir de los 90, Matte y del Nido desarrollaron un nuevo tipo de CP, enfocada principalmente a la CC pediátrica para la protección de los miocitos inmaduros, que son particularmente susceptibles a la sobrecarga de calcio y a la isquemia-reperfusión[5]. Pero su uso en adultos se ha ido extendiendo, siendo en la actualidad la que mayor número de trabajos suscita, evidenciando buenos resultados. Es una CP sanguínea, pero 1:4 que se administra en una sola dosis si el periodo de isquemia es de 90-120 min, pudiendo administrar una dosis de repetición si se supera ese tiempo.

La CP sanguínea tiene las ventajas de ser más fisiológica, con capacidad de transporte de oxígeno, captación y amortiguación de radicales libres y producir menos hemodilución al compararla con la CP cristaloide.

A pesar de todo, tras varias décadas de estudios y evolución, no hay una guía estándar sobre la CP, no existe consenso en cuanto a que CP se puede considerar "gold standard".

En la Unidad de Perfusión del Complejo Asistencial Universitario de León utilizamos 3 protocolos de CP: tipo Buckberg, miniplejia y del Nido.

El objetivo de este trabajo es describir los diferentes protocolos de administración de CP que manejamos, así como mostrar los resultados obtenidos en una muestra de pacientes con cada una, con el fin de aportar nuestro enfoque sobre qué tipo es mejor para nuestros pacientes.

Material y Métodos

Se lleva a cabo un estudio descriptivo, retrospectivo y transversal, desde el 1 de noviembre de 2019 a 30 de abril de 2020. Se incluyen todas las cirugías con circulación extracorpórea (CEC), siendo los criterios de exclusión: cirugías emergentes, sin clampaje aórtico (CAo), con parada circulatoria o reintervenciones.

Se describen las variables:

- Demográficas: edad, género, diabetes, hipertensión arterial, insuficiencia renal (IR) e índice de masa corporal (IMC).
- Quirúrgicas: tipo de cirugía, tiempo de CEC, tiempo de CAo, kaliemia y glucemia máximos y desfibrilación espontánea (DFE) tras el desclampaje aórtico.
- Posoperatorias: valor máximo de troponina T, estancia hospitalaria, sangrado, IR, transfusión de concentrado de hematíes, uso de inotrópicos más de 24 h, IAM perioperatorio y mortalidad a 30 días.

Se comparan estadísticamente los resultados de los grupos Buckberg (GB) y miniplejia (GM) por ser muestras homogéneas, mientras que en el grupo de del Nido (GDN) se seleccionan los pacientes para su administración al estar en una fase inicial de manejo. Se seleccionan pacientes con cirugías cortas (tiempo de clamplaje aórtico (CAo) ±60 min

para evitar utilizar dosis de repetición) y sin patología en válvula aórtica (intentando garantizar su administración anterógrada).

Los protocolos de administración de la CP tipo Buckberg con Cardibraun® se presenta en el anexo 1, miniplejia en el anexo 2 y del Nido en el anexo 3.

Se utilizaron 3 tipos de set de CEC: Maquet con oxigenador Quadrox® y filtro arterial Quart®, Sorin Inspire® 6F con filtro integrado y Terumo Capiox® FX15 para pacientes con superficie corporal inferior a 1,6 m². Todos ellos con bomba de rodillo. Las máquinas de CEC utilizadas son Stockert SIII y S5.

El volumen de cebado en los 2 primeros casos es de 1000 ml de Ringer Lactato, 150 ml de Manitol 20% y 500 ml de Gelafundina. En el caso de Capiox FX15 se utiliza un cebado de 500 ml de Ringer Lactato, 100 ml de Manitol 20% y 500 ml de Gelafundina. Se emplean técnicas de cebado anterógrado y/o retrógrado autólogo en pacientes con hematocrito (Hto) basal <30%.

La heparina no fraccionada (HNF) administrada es de 3 mg/kg para obtener un tiempo de coagulación activada (TCA) superior a 400 s para entrar en CEC. Durante la CEC se realizan controles analíticos (con el analizador de gases en sangre ABL90 Flex® de Radiometer) y de TCA (con el Hemochron Response®) cada 15-20 min y en caso de TCA inferiores a 400 s se administra un bolo de 50 mg de HNF.

Se considera un flujo de bomba de 2,4 L/min/m² para mantener una tensión arterial media (TAM) mayor o igual a 60 mmHg, PaO_2 200-250 mmHg, $PaCO_2$ 35-45 mmHg. Se realiza la perfusión en normotermia con temperatura vesical entre 36-37ºC. Se realiza transfusión de concentrado de hematíes si el Hto es inferior a 25%. Se realiza control de glucemia con protocolo de insulina presentado en anexo 4.

El tipo de canulación más frecuente es la arterial en aorta ascendente con cánula arterial curva de 20 fr (Pureflex® de Livanova) y la venosa es con atriocava 28/36 fr (MC2® de Medtronic), o en cirugías mitrales, de tumores en aurícula derecha o comunicación interauricular se utiliza sistema de doble cava, con cánula recta y curva de 28 fr (V122-28® de Sorin Group y DLP® de Medtronic, respectivamente). El tamaño de las cánulas puede variar adaptándonos a la anatomía y el flujo de bomba que necesite el paciente.

Se utiliza el programa informático SPSS 20.0 para Windows (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) para el análisis estadístico. Las variables continuas se presentan con la media ± DE. Las variables dicotómicas se presentan con porcentaje.

En las variables continuas se calcula si la distribución se ajusta a la normalidad mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y se comparan las medias con el test T de Student. Si no se puede asumir la normalidad de la variable se realiza el test no paramétrico de Mann-Whitney. Para analizar las variables cualitativas se utiliza el test de Chi-cuadrado. Se utiliza un nivel de significación del 95%.

Se realiza una búsqueda bibliográfica en la base de datos Pubmed, con las palabras clave "cardioplegia" y "microplegia", utilizando los filtros: "adult:19+ years", fecha de publicación los últimos 10 años, metaanálisis y revisiones sistemáticas. Se obtienen un total de 22 artículos, seleccionando tras la lectura del título 3 de ellos. Durante al acceso a estos artículos se seleccionan otros 2 metaanálisis obtenidos desde los "artículos similares" que ofrece el buscador en su página web.

Resultados

Se incluyeron 138 pacientes en total: 84 pacientes con Buckberg 4:1, 54 con miniplejia y 15 con del Nido. Los datos demográficos, preoperatorios y quirúrgicos (tipo de cirugía y tiempos de CEC y CAo) se evalúan para decidir si los grupos GB y GM se pueden comparar entre sí. Los datos obtenidos para GB y GM son los expuestos en la tabla 1.

En cuanto a las variables prequirúrgicas cabe destacar que en el GM la edad fue superior 72,2±7,0 años en comparación con el GB 65,7±10,3 (p=0,0001), y se intervinieron más mujeres (44,4%) respecto al GB (22%, p=0,005). Respecto a las variables quirúrgicas destacar que la cirugía más frecuente fue la valvular en ambos grupos (GB 42,7% vs GM 38,9%) no habiendo diferencia en cuanto al tipo de cirugía (p=0,32). El tiempo de CEC fue similar en los 2 grupos (GB 124,2±46,8 min vs GM 125,7±41,7; p=0,848), así como el tiempo de clampaje aórtico (GB 97,0±35.0 min vs GM 94,8±28,7; p=0,71). La glucemia máxima en CEC fue superior en el GB (GB 221±41 mg/dL vs GM 179±30; p=0,0001) así como la kaliemia máxima (GB 5,30±0,65 meq/L vs GM 5,21±0,60; p=0,376). La desfibrilación espontánea tras desclamplaje fue superior con miniplejia (GB 31,7% vs GM 68,5%; p=0,0001).

En los resultados posquirúrgicos se observa un nivel de troponinas ultrasensible T muy similar en ambos grupos (GB 1097±1880 ng/dL vs GM 1055±1073; p=0,88), un porcentaje de transfusión de hematíes inferior con miniplejia (GB 53,7% vs GM 37,0%; p=0,057) y la mortalidad a 30 días semejante en los 2 grupos (GB 3,7% vs GM 3,7%; p=0,989). La estancia hospitalaria posoperatoria fue superior en el GM (8,0±7,6 días vs GB 5,9±3,6; p=0,051).

En el GDN obtenemos los resultados presentados en la tabla 2. En cuanto a las variables prequirúrgicas cabe destacar que la edad media fue 73,9±7,2 años, y el 60% mujeres. Respecto a las variables quirúrgicas destacar que la cirugía más frecuente fue la valvular 86,70%. El tiempo medio de CEC fue de 78,9±16,9 min, y el tiempo de CAo 59,8±12,9 min. La glucemia máxima en CEC fue 173,5±37,1 mg/dL y la kaliemia máxima 4,89±0,56 meq/L. La DFE tras desclamplaje se obtuvo en el 86,7% de los pacientes.

En los resultados posquirúrgicos se observa un nivel de troponinas ultrasensible T de 614±279 ng/dL y un por-

centaje de transfusión de hematíes del 46,7%, con una mortalidad a 30 días del 0%. La estancia hospitalaria postoperatoria media fue de 6,1±2,5 días.

Discusión

El análisis de los datos del GDN no nos permite compararlos con los datos de los GB y GM, debido a la selección específica que se realiza de estos pacientes al encontrarnos en una fase de curva de aprendizaje. Como se ha comentado se seleccionan pacientes con cirugías que se prevean cortas (tiempos de CAo de aproximadamente 60 min) para evitar la utilización de dosis de repetición, así como cirugías con válvula aórtica sin alteraciones, para asegurar una correcta administración por vía anterógrada. Además de ser reducido el número de casos (n=15), encontramos que la mayoría de cirugías son valvulares, excepto 2 de ellas (13,3%) correspondientes a tumores, lo que ya difiere de forma importante con los otros 2 grupos. Las cirugías son visiblemente más cortas, con tiempos de CEC y de CAo mucho más cortos que en los GB y GM. La diferencia en cuanto a la kaliemia máxima si es menor que los otros grupos, siendo un beneficio de la administración única de este tipo de cardioplejia, y la glucemia máxima en CEC es similar al GM, beneficio obtenido por ser CP libres de glucosa, lo que no ocurre con la Cardibraun Mantenimiento® (glucosa monohidrato 17,3 g/500 ml).

En cuanto a los datos sobre DFE, el que se consiga en el 86% de los pacientes indica una buena PM y estabilidad de la membrana celular de los miocitos durante el periodo de isquemia. Los datos obtenidos en las variables posquirúrgicas son alentadores en cuanto a troponina T máxima y necesidad de soporte farmacológico e IAM perioperatorio, justificando una adecuada PM, si bien es cierto que el tiempo de CAo es relativamente corto (59,8±12,9 min) comparado con los otros grupos.

La estancia posoperatoria, IR posquirúrgica, sangrado y transfusión de hematíes se obtienen datos similares a los GB y GM, no pudiendo considerarse una ventaja la administración de esta CP.

En cuanto a la mortalidad, en los 30 días posteriores a las cirugías ningún paciente falleció.

Al comprobar las variables preoperatorias y quirúrgicas de los grupos GB y GM para valorar si son comparables, llama la atención una serie de circunstancias. Lo primero es que el GM es inferior al GB (54 vs 84 pacientes), que la edad es mayor en GM (65,7±10,3 vs 72,1±7,0; p=0,0001), siendo también superior el número de mujeres intervenidas (22,0% vs 44,4%,0; p=0,005), así como un mayor número de pacientes con IR prequirúrgica (23,2% vs 44,4%,0; p=0,009). Esto nos da una idea de ser un grupo de pacientes más vulnerables. Podría ser la explicación de la mayor estancia operatoria observada en el GM (8,0±7,6 días vs GB 6,0±3,6 días; p=0,051). Sería importante aumentar los grupos estudiados, con el fin de evitar diferencias en las variables comentadas.

En cuanto al tipo de cirugía, tiempos de CEC y de CAo no se aprecian diferencias significativas, motivo por el cual se considera que los grupos pueden ser comparables. Otro dato que se puede valorar en futuras investigaciones es el Euroscore, que permitiría comparar el riesgo de mortalidad para cada grupo de pacientes sometidos a cirugía cardiaca.

Relativo a las variables analizadas durante la intervención, se observa que no hay diferencias en cuanto a la kaliemia máxima (GB 5,30±0,65 vs GM 5,21±0,60; p=0,376) pero sí en la glucemia máxima (GB 221 ± 41 vs GM 179±30; p=0,0001) debido a lo comentado con anterioridad por la administración de Cardibraun Mantenimiento®. Esto nos lleva a pensar en valorar en futuros estudios la cantidad de insulina administrada a los pacientes, y los efectos que puede tener esta hiperglucemia en el posoperatorio, como alteraciones neurológicas, infección de la herida quirúrgica, mayor tiempo de ventilación mecánica e incluso de estancia en la Unidad de Reanimación Cardiaca y estancia global.

La DFE se consigue proporcionalmente en más del doble de los pacientes con miniplejia (GB 31,7% vs GM 68,5%,0; p=0,0001) lo que nos lleva a pensar en una mayor estabilización de la membrana celular durante el periodo de isquemia miocárdica, aunque en los valores de troponina T no se hayan observado diferencias (GB 1098±1880 vs GM 1055 ± 1074; p=0,88) por lo que sería un exceso de atrevimiento el asegurar una mejor PM con miniplejia.

No se observan diferencias entre los 2 grupos en cuanto a: estancia posoperatoria, sangrado, IR posquirúrgica, uso de inotrópicos más de 24 h, IAM perioperatorio o mortalidad a 30 días.

La transfusión de hematíes fue sensiblemente inferior en el GM (37,0% vs 53,7%; p=0,057) lo que hace pensar en la ventaja que supone la menor hemodilución que se produce con este tipo de CP. Para confirmar este dato será necesario aumentar el tamaño muestral de los grupos, y controlar otro tipo de variables como el Hto previo a la cirugía, Hto nadir, utilización de hemoconcentradores y de diuréticos durante la CEC. Así como la cantidad exacta de volumen administrado al paciente tras el purgado del sistema de CEC y posterior empleo de las técnicas de cebado autólogo.

El metaanálisis de Gong[6] comparando la miniplejia con la CP sanguínea estándar, con un total de 5 artículos, siendo ensayos clínicos controlados prospectivos, y que incluyen a 296 pacientes, no encontró diferencias entre ambas en cuanto a SBGC (p=0,841), retorno espontáneo a ritmo sinusal (p=0,331) o en IAM perioperatorio (p=0,442). Sí que se observó una disminución en el volumen de CP administrado con la miniplejia (p<0,01).

En cuanto al volumen de CP administrado no se suele detallar exactamente si el volumen es el total administrado, o solo la solución cristaloide, como sería en el caso de la tipo

Buckberg. Esto es importante porque si la administración es 4:1 solo el 20% del volumen total administrado sería cristaloide, lo que influiría en la hemodilución y con ello en la necesidad de transfusiones hemáticas o de medidas para el control de la volemia (uso de hemoconcentradores, diuréticos). También se puede valorar en futuros estudios el controlar el peso, lo que junto con el Hto basal nos permite tener una idea de la volemia del paciente. Esto es importante para valorar la hemodilución producida, no solo con la solución cristaloide del priming de la bomba de CEC, sino también con la CP administrada. Es evidente que no es lo mismo administrar 1000 ml de solución cristaloide a un paciente de 80 kg con un Hto de 30 produciéndose una hemodilución del 15% y un descenso del Hto al 26%, que a uno de 60 kg, produciéndose una hemodilución del 20% y descenso del Hto a 24%, entrando ya en valores de transfusión sanguínea.

En caso de miniplejia es menos importante la cantidad de volumen administrado durante su utilización pues no va a haber hemodilución. En determinados protocolos se pasa dosis de mantenimiento durante 2 min, en otros (como el que utilizamos nosotros) se pasan 3 min lo que implica unos 200-300 ml más de CP por dosis, lo que implica que en cirugías largas la cantidad administrada puede llegar a ser muy superior, pero ello no va a influir en la hemodilución, transfusiones e hiperglucemia. Sí sería importante tenerlo en cuenta a la hora de valorar el pico máximo de kaliemia, pero como se observa en nuestro estudio, no ha habido diferencias en este sentido. La posibilidad de adaptar la cantidad de potasio administrado durante la administración de miniplejia, modificando la velocidad de infusión en la bomba, puede evitar la presencia de hiperkaliemia.

En la revisión sistematica de Yongnan et al[7] en la que se incluyen 9 estudios retrospectivos, y compara la CP del Nido con la sanguínea convencional, concluye que el tiempo de CEC y de CAo son inferiores con del Nido (p=0,04 y p=0,01, respectivamente), así como el tiempo de ventilación mecánica (p=0,0006) y estancia en UCI (p<0,00001), el volumen de CP administrada (p=0,01) y la glucemia máxima durante CEC (p=0,0006). Pero no se hayan diferencias en cuanto a enzimas miocárdicas (TnT, TnI, CK-MB, p=0,18), soporte inotrópico (p=0,41), fibrilación auricular (p=0,62), estancia hospitalaria (p=0,18) y mortalidad (p=0,53).

En el artículo publicado por An et al[8] se realiza una revisión sistemática y metaanálisis, comparando los resultados de la CP de del Nido y la sanguínea, de 13 artículos (1 ensayo controlado randomizado con 89 pacientes, 7 estudios observacionales ajustados con un total de 1104 pacientes y 5 no ajustados con 717 pacientes). Sus conclusiones son similares a las anteriores, ya que la del Nido reduce la cantidad de volumen de CP durante la cirugía (p<0,0001), el tiempo de CEC (p=0,03), de clampaje (p=0,0004), y la liberación de troponinas (p=0,01). Y no hubo diferencias en cuanto a: infarto cerebral, fibrilación auricular, IR o diálisis, SBGC, transfusión sanguínea, reintervención, fracción de eyección del ventrículo izquierdo posoperatoria, estancia posoperatoria en UCI o estancia hospitalaria total, y mortalidad.

La revisión sistemática y metaanálisis de Satyajeet Misra et al[9] en la que se analizan 29 estudios, siendo 10 de ellos estudios retrospectivos, e incluyendo a 19591 pacientes, compara los resultados en cuanto a PM con CP del Nido versus sanguínea, obtiene unos resultados similares a los anteriores en cuanto a la reducción con del Nido del tiempo de CEC (p=0,004), de isquemia miocárdica (p=0,0001), de desfibrilación pos desclampaje aórtico (p<0,00001), de troponina T (p=0,03), mejor control glucémico (p=0,002) y menor transfusión sanguínea (p=0,009). Sin embargo, a diferencia de Yongnan et al no hay diferencias en la duración de ventilación mecánica (p=0,65) o estancia en UCI (p=0,14) y hospitalaria (p=0,40). Tampoco hay diferencias en cuanto a fibrilación auricular (p=0,67), en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (p=0,07), infarto cerebral (p=0,50), SBGC (p=0,20) ni mortalidad (p=0,37). Respecto a la incidencia de IR según la escala AKI no se obtiene significación estadística (p=0,06) aunque señalan que hay una tendencia a menor incidencia en el grupo que utiliza CP del Nido.

En el metaanálisis de Ivancarmine Gambardella et al[10] donde se analizan 23 artículos, todos ellos ensayos aleatorios controlados o con técnica de pareamiento por puntaje de propensión, también concluye que la CP de del Nido reduce el tiempo de isquemia (p<0,01), el tiempo de CEC (p=0,01), la fibrilación al desclampaje aórtico (p<0,01) y las enzimas cardiacas (p<0,01) comparado con CP multidosis. No habiendo diferencias en cuanto a mortalidad (p=0,22) e IAM perioperatorio (p=0,54).

Los metaanálisis revisados coinciden todos en la reducción del tiempo de CEC y de CAo con significación estadística. Pero lo que se debe valorar es si supone una ventaja a nivel clínico, el disminuir 10-15 min de CEC y 6-8 min de CAo, de forma aislada. Se debe valorar todo el conjunto de datos, además de los posibles riesgos que existen con cada tipo de CP para tomar una decisión final. Se debe valorar en las CP de dosis única, como en este caso la del Nido, el que su administración sea "perfecta" porque si no nos encontraremos con un problema de PM, comparado con las CP multidosis en la que la administración intermitente puede evitar ese riesgo.

Los datos de DEF tras desclampaje y los datos de enzimas cardiacas, suelen coincidir en la misma dirección. En todos los trabajos en los que se valora la DEF espontánea la CP del Nido es superior, lo que nos lleva a pensar en una mejor estabilización de la membrana celular de los miocitos y mejor protección del medio interno. Cuando se valoran las enzimas de daño miocárdico, muchos trabajos coinciden en el beneficio de del Nido, pero en otros no existe evidencia clara, habiendo una gran heterogeneidad en los resultados. Se debe volver a pensar en si esas diferencias, suponen algún tipo de ventaja en los pacientes, o en desarrollar trabajos para

identificar en que pacientes o tipos de cirugía conviene el uso de una u otra CP.

Se deberían llevar a cabo más estudios experimentales, como por ejemplo el de Velez et al[11], en el que concluyeron en un modelo canino de isquemia y reperfusión, que la miniplejia podría causar disfunción endotelial, indicado por un descenso máximo en la respuesta de relajación a la acetilcolina y a un incremento de la adherencia de neutrófilos al endotelio arterial coronario comparado con la CP sanguínea estándar, y esta disfunción endotelial podría causar un deterioro de la función cardiaca. Así se podrían observar los cambios producidos a nivel celular e intracelular durante la administración de los distintos tipos de CP, para saber cuál puede ser más beneficiosa para nuestros pacientes, a medio y largo plazo. Valorando resultados clínicos, nos quedamos con los resultados a corto plazo, y aquí tenemos unos resultados muy similares con las distintas CP de las que hablamos en este trabajo. Puede ser que de aquí surja la expresión que todos conocemos y hemos usado alguna vez de "a nosotros nos va muy bien".

Se deberían llevar a cabo más estudios controlados, de más calidad (prospectivos, randomizados), con muestras más amplias, incluyendo a todo tipo de pacientes, y con tiempos de CEC y CAo prolongados para poder identificar con mayor certeza, que tipo de pacientes y en qué tipo de intervenciones se pueden beneficiar del uso de un tipo u otro de CP.

Conclusiones

Los 3 tipos de CP son efectivas en la PM, como muestran los resultados en cuanto a SBGC, IAM perioperatorio y mortalidad a 30 días.

Con los datos obtenidos se consigue una mayor recuperación del latido espontáneo con la CP del Nido, y la miniplejia sobre la Buckberg.

Con la miniplejia se disminuye notablemente la transfusión sanguínea, así como glucemias más controladas.

Por ello se considera la miniplejia como CP de elección en pacientes diabéticos, y con mayor riesgo de transfusión sanguínea (Hto basal bajo, superficie corporal baja, insuficiencia renal).

Conflicto de intereses

Los autores no presentan conflicto de intereses

Identificación ORCID

Miguel A. Paradas Nogueira orcid.org/0000-0002-2270-4864

Bibliografía

1. Luo W, Bouhout I, Demers P. The del Nido cardioplejia in adult cardiac surgery: reinventing myocardial protection? J Thorac Dis. marzo de 2019;11(Suppl 3):S367-S369. doi: 10.21037/jtd.2018.12.65. PMID: 30997223.
2. BIGELOW WG, LINDSAY WK, GREENWOOD WF. Hypothermia; its possible role in cardiac surgery: an investigation of factors governing survival in dogs at low body temperatures. Ann Surg. noviembre de 1950;132(5):849-66. doi: 10.1097/00000658-195011000-00001. PMID: 14771796.
3. Melrose DG, Dreyer B, Bentall HH, et al. Elective cardiac arrest. Lancet. julio de 1955;269(6879):21-2. doi: 10.1016/s0140-6736(55)93381-x. PMID: 14382605.
4. Fallouh HB, Chambers DJ. Is blood versus crystalloid cardioplejia relevant? Significantly improved protection may require new cardioplegic concepts! Interact Cardiovasc Thorac Surg. diciembre de 2008;7(6):1162-3. doi: 10.1510/icvts.2008.186494. PMID: 18784121.
5. Matte GS, del Nido PJ. History and use of del Nido cardioplejia solution at Boston Children's Hospital. J Extra Corpor Technol. septiembre de 2012;44(3):98-103. PMID: 23198389.
6. Gong B, Ji B, Sun Y, Wang G, Liu J, Zheng Z. Is microplegia really superior to standard blood cardioplejia ? The results from a meta-analysis. Perfusion. julio de 2015;30(5):375-82. doi: 10.1177/0267659114530454. PMID: 24756305.
7. Li Y, Lin H, Zhao Y, Li Z, Liu D, Wu X, et al. Del Nido cardioplejia for myocardial protection in adult cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. ASAIO J. mayo/junio de 2018;64(3):360-7. doi: 10.1097/MAT.0000000000000652. PMID: 28863040.
8. An KR, Rahman IA, Tam DY, Ad N, Verma S, Fremes SE, et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of del Nido Versus Conventional Cardioplejia in Adult Cardiac Surgery. Innov Technol Tech Cardiothorac Vasc Surg. octubre de 2019;14(5):385-93. doi: 10.1177/1556984519863718. PMID: 31347414.
9. Misra S, Srinivasan A, Jena SS, Bellapukonda S. Myocardial Protection in Adult Cardiac Surgery with del Nido versus Blood Cardioplejia: A Systematic Review and Meta-analysis. Heart Lung Circ. mayo de 2021;30(5):642-655. doi: 10.1016/j.hlc.2020.10.016. Epub 2020 Dec 17. PMID: 33281072.
10. Gambardella I, Gaudino MFL, Antoniou GA, Rahouma M, Worku B, Tranbaugh RF, et al. Single- versus multidose cardioplejia in adult cardiac surgery patients: A meta-analysis. J Thorac Cardiovasc Surg. noviembre de 2020;160(5):1195-1202.e12. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.07.109. PMID: 31590948.
11. Velez DA, Morris CD, Budde JM, Muraki S, Otto RN, Guyton RA, et al. All-blood (miniplejia) versus dilute cardioplejia in experimental surgical revascularization of evolving infarction. Circulation. septiembre de 2001;104(12 Suppl 1):I296-302. doi: 10.1161/hc37t1.094838. PMID: 11568072.

ANEXO I

Protocolo de cardioplejia tipo buckberg

Cardioplejia sanguínea 4:1 (4 partes de sangre por 1 de solución cardiopléjica), fría y multidosis.

- La solución cardiopléjica es Cardibraun-M para inducción fría y dosis de mantenimiento frías.
- Se usará Cardibraun-R para inducción caliente y en determinados casos para la reperfusión cardiaca.

Indicaciones en función de la intervención quirúrgica y características del paciente:

- Inducción caliente se realiza en pacientes con IAM en curso.
- Reperfusión con Cardibraun-R se puede utilizar tras clampajes aórticos largos (>120 min) teniendo en cuenta la glucemia y kaliemia del paciente.
- Se utiliza en todas las cirugías en las que no estén indicadas otro tipo de cardioplejias (miniplejia, del Nido).

– Material necesario:
  - Set de infusión de cardioplejia 4:1.
  - Solución cardiopléjica Cardibraun.
  - 1 ampolla de ClK 2M.

– Preparación:
  - Solución cardiopléjica Cardibraun a la que se añade 15 ml de ClK 2M (30 meq).
  - Montaje del set de infusión de cardioplejia en bomba de perfusión de manera habitual.

Administración de cardioplejia:

– Inducción
  - Fría (4ºC) durante 4 min.
  - Vía de administración según patología cardiaca (normalmente 2 min anterógrada y 2 min retrógrada).
  - Velocidad de infusión ±300 ml/min para obtener unas presiones en su administración de:
    - ◊ Presión de infusión anterógrada ±200 mmHg.
    - ◊ Presión de infusión retrógrada ±40 mmHg.

– Mantenimiento
  - A los 15-20 min, a 4ºC, durante 2 min, preferentemente retrógrada.

– Reperfusión
  - 37ºC, preferentemente retrógrada, 4 min o recuperación de latido espontáneo.
  - Administración de 3 g de sulfato de Mg al inicio de la reperfusión en el reservorio de cardiotomía.
  - Se administra solo sangre, línea de solución cardiopléjica clampada.
  - Administrar Cardibraun-R en los casos indicados.

SIMPLY **SAFE**

The Quantum Heater-Cooler is safe against the risk of *M. chimaera* infection related to water-based systems [1,2,3]. Bacteria free environment is guaranteed primarily by CoolFlow Heat Transfer Fluid, which replaces water used in traditional systems[3,4].

Quantum
Heater-Cooler

1. Sax H, Bloemberg G, Hasse B, et al. Prolonged Outbreak of Mycobacterium Chimaera Infection After Open-Chest Heart Surgery. Clin Infect Dis. 2015;61:67-75.doi:10.1093/cid/civ198;
2. Hasse B, Hannan MM, Keller PM, et al. International Society of Cardiovascular Infectious Diseases Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Prevention of Disseminated Mycobacterium chimaera Infection Following Cardiac Surgery with Cardiopulmonary Bypass. J Hosp Infect. 2020;104(2):214-235. doi:10.1016/j.jhin.2019.10.009
3. Spectrum data on file - SM-RAD-001 1a Quantum Heater-Cooler as Bacteria-Free System
4. Spectrum data on file - SM-RAD-002 1a Quantum Heater-Cooler Performance

The product is available for our customers in Europe, Middle East, Africa, Russia, Canada, Australia and New Zealand.

See the device manual for detailed information regarding the instructions for use, indications, contraindications, warnings, precautions, and potential adverse events. For further information, contact your local Medtronic representative.

The Quantum Heater-Cooler is CE marked by Spectrum and distributed by Medtronic.

UC202101990 EE © 2020 Medtronic. All Rights Reserved.

Spectrum Medical

Medtronic

ANEXO II
Protocolo de miniplejia

Cardioplejia sanguínea, fría y multidosis, a la que se añade K^+ y Mg^{++}.

- Pacientes muy anémicos (hematocrito ≤28%), con baja superficie corporal (<1,6 m^2) con hematocritos bajos (<35%).
- Se consensuará el tipo de cardioplejia a administrar entre cirujano y perfusionista antes de la intervención.

– Material necesario:
  - 2 bombas de infusión de jeringa.
  - 2 jeringas de 50 ml.
  - 2 alargaderas macho-hembra.
  - 1 llave de 3 vías.
  - 1 set de administración de cardioplejia (en nuestro caso utilizamos el BCD-Vanguard® pues dispone de conexión lúer).
  - 2 ampollas de ClK (20 ml = 40 meq).
  - 2 ampollas de sulfato de Mg (SO_4Mg) (20 ml = 3g).
  - 1 ampolla de lidocaína 2% (20 mg/ml).

– Preparación:
  - 1 jeringa con 40 ml de ClK (80 meq), con lo que 1 ml=2 meq de K.
  - 1 jeringa con 20 ml de SO_4Mg (3 g) (1 ml=150 mg) + lidocaína 5 ml (100 mg).
  - Conexión de alargaderas a jeringas infusoras, purgado y conexión a llave de 3 vías conectada a la conexión lúer del sistema de perfusión de cardioplejia BCD-Vanguard®.
  - Purgado del sistema BCD-Vanguard®, incluido sistema de solución cardiopléjica con SF. La línea correspondiente a la administración de la cardioplejia Cardibraun® cuando se usa la cardioplejia tipo Buckberg 4:1, inicialmente se purga con SF y se deja clampada durante todo el procedimiento).
  - Clampaje del sistema de solución cardiopléjica.

Administración de cardioplejia:

– Inducción
  - Fría 8ºC, durante 4 min.
  - Vía de administración según cirujano (normalmente 2 min anterógrada y 2 min retrógrada).
  - K- 150 ml/h (20 meq).
  - Mg- 40 ml/h (±400 mg).

– Dosis de mantenimiento
  - A los 15-20 minutos, a 8ºC durante 3 min.
  - K- 50 ml/h (5 meq) ADAPTADO A KALIEMIA, se puede disminuir velocidad de infusión para disminuir la dosis de K a 2 meq.
  - Mg- 40 ml/h (300 mg).
  - SI PERSISTE ACTIVIDAD ELÉCTRICA- bolo de K de 2 ml (4 meq).

– Reperfusión
  - A 36ºC, durante 4 min o recuperación de latido espontáneo.
  - Mg - 200 ml/h hasta acabar los 3 g.
  - K- 0 ml/h : SI ACTIVIDAD ELÉCTRICA bolo de 2 ml.

ANEXO III
Protocolo cardioplejia del nido

Cardioplejia sanguínea con proporción 1:4 (1 parte de sangre, 4 de solución).

Indicaciones en función de la intervención quirúrgica y características del paciente:

- Cirugías largas en las que la administración de dosis de cardioplejia de mantenimiento puedan aumentar el tiempo de clampaje aórtico: Bentall, bypass coronario por 4-5, valvular + coronario.
- Se consensuará el tipo de cardioplejia a administrar entre cirujano y perfusionista antes de la intervención.

– Material necesario:
  - Solución cardiopléjica Del Nido (Braun®).
  - Sistema de infusión de cardioplejia 1:4.

– Preparación:
  - Montaje del set de infusión de cardioplejia en bomba de perfusión de manera habitual, con conexión al oxigenador de bomba de la línea 1/8", y conexión de línea de 1/4" a la bolsa de solución del Nido.

Administración de cardioplejia:

– Inducción
  - Fría 8-12ºC.
  - Vía de administración preferentemente anterógrada, aunque no tiene contraindicación para administrarse vía retrógrada.
  - Dosis 15-20 ml/kg - MÁXIMO 1000 ml (total: cardioplejia + sangre 1:4).
  - Dosis 10 ml/kg si clampaje corto (30-45 min).
  - Tiempo depende de la Velocidad de Infusión.
  - Presión de 100-200 mmHg vía anterógrada, en caso de administración retrógrada 40-60 mmHg.

– Dosis de mantenimiento
  - A los 60-90 min o actividad cardiaca (máximo de 120 min).
  - Repetir dosis:
    - ◊ Dosis "adicionales" en corazones hipertróficos, insuficiencia aórtica o enfermedad coronaria significativa.

– Reperfusión
  - No se reperfunde, se procede a desclampaje y administración de 3 g de sulfato de Mg en el reservorio de cardiotomía.

ANEXO IV
Protocolo administración de insulina

Pauta de ajuste de la infusión según glucemia

Glucemia (mg/dL)	Velocidad de infusión de insulina 1:1	Siguiente control glucémico
< 70	Tratamiento de hipoglucemia	Según protocolo de hipoglucemia
70-110	No iniciar o suspender perfusión	30 min
111-140	1 ml/h	1 hora
141-160	2 ml/h	2 horas
161-180	4 ml/h	2 horas
181-200	6 ml/h	1 hora
201-220	8 ml/h	30 min
221-250	Administrar 0,10 UI/kg	15 min hasta entrar en rango 140-180
>250	Administrar 0,15 UI/kg	

Modificada de AACE/ADA, para el objetivo del Proyecto IQZ.

Tabla I. Datos comparativos Cardioplejia Buckberg vs Miniplejia

	Buckberg n=84	Miniplejia n=54	p
Variables prequirúrgicas			
Edad	65,7 ± 10,3	72,2 ± 7,0	0,0001
Género (mujer)	22%	44,4%	0,005
Diabetes (sí)	41,5%	37%	0,609
HTA (sí)	64,6%	78%	0,102
Insuf. Renal (sí)	23,2%	44,4%	0,009
IMC	27,8	28,0	0,73
Variables quirúrgicas			
Tipo de cirugía:			0,32
Valvular	42,7%	38,9%	
Coronaria	34,1%	20,4%	
Valvular+Coronaria	13,4%	22,2%	
Otras	10,7%	18,5%	
Tiempo de CEC (min)	124,2 ± 46,8	125,7 ± 41,7	0,848
Tiempo de Clampaje (min)	97,0 ± 35,0	94,8 ± 28,7	0,71
Potasio Máximo	5,30 ± 0,65	5,21 ± 0,60	0,376
Glucemia Máxima	221 ± 41	179 ± 30	0,0001
Desfibrilación Espontánea (sí)	31,7%	68,5%	0,0001
Variables posquirúrgicas			
TnT máxima	1097 ± 1880	1055 ± 1073	0,88
Estancia posoperatoria (días)	6.0 ± 3,6	8,0 ± 7,6	0,051
Sangrado (ml)	565 ± 384	473 ± 368	0,168
Insuf. Renal posq.(sí)	18,3%	11,1%	0,257
Transfusión Hemática (sí)	53,7%	37%	0,057
Inotrópicos más de 24h (sí)	13,4%	13%	0,939
IAM perioperatorio (sí)	0%	0%	
Mortalidad a 30 días	3,7%	3,7%	0,989

Tabla II. Datos cardioplejia del Nido

Cardioplejia del Nido	n=15
Variables prequirúrgicas	
Edad (años)	73,9 ± 7,2
Género (mujer)	60%
Diabetes (sí)	33,3%
Insuf. Renal (sí)	46,7%
IMC	29,3 ± 5,3
Variables quirúrgicas	
Tipo de cirugía	
Valvular	86,7%
Coronaria	0%
Valvular+Coronaria	0%
Otras	13,3%
Tiempo de CEC (min)	78,9 ± 16,9
Tiempo de Clampaje (min)	59,8 ± 12,9
Potasio Máximo	4,89 ± 0,56
Glucemia Máxima	173 ± 37
Desfibrilación Espontánea (sí)	86,7%
Variables posquirúrgicas	
TnT máxima	614 ± 279
Estancia posoperatoria (días)	6,1 ± 2,5
Insuf. Renal posq.(sí)	13,3%
Sangrado total (ml)	582 ± 499
Transfusión Hemática (sí)	46,7%
Inotrópicos más de 24h (sí)	6,7%
IAM perioperatorio (sí)	0%
Mortalidad a 30 días	0%

Protocolo de ECMO en parada cardiorrespiratoria refractaria intrahospitalaria.

ECMO protocol in-hospital refractory cardiorespiratory arrest.

Jordi Castillo García
Enfermero Perfusionista
Hospital Universitario de Bellvitge

Miquel Gual Sanandreu
Médico Cardiólogo
Hospital Universitario de Bellvitge

José Carlos Sánchez Salado
Médico Cardiólogo
Hospital Universitario de Bellvitge

Marisa Barrionuevo Sánchez
Médico Cardiólogo
Hospital Universitario de Bellvitge

Jose González Costello
Médico Cardiólogo
Hospital Universitario de Bellvitge

Carlos Santos Molina Mazón
Enfermero Supervisor Unidad Coronaria
Hospital Universitario de Bellvitge

Daniel Arbonés Arqué
Enfermero Asistencial Unidad Coronaria
Hospital Universitario de Bellvitge

Arnau Blasco Lucas
Médico. Cirujano Cardiovascular
Hospital Universitario de Bellvitge

Karina Osorio Higa
Médico. Cirujano Cardiovascular
Hospital Universitario de Bellvitge

Francis Iglesias Gordillo
Enfermero Perfusionista
Hospital Universitario de Bellvitge

Gustavo López Sánchez
Enfermero Perfusionista
Hospital Universitario de Bellvitge

Resumen / Abstract

La Reanimación cardiopulmonar extracorpórea (eRCP) consiste en el implante rápido y de forma precoz del sistema de oxigenación con membrana extracorpórea (ECMO) para mantener un soporte circulatorio en el caso de parada cardiorrespiratoria refractaria a las maniobras de reanimación con el fin de poder diagnosticar la causa subyacente, alargar la supervivencia o permitir la toma de decisiones u otros tratamientos.

Presentamos el protocolo de actuación con el fin de minimizar los tiempos y mejorar la supervivencia. En él se describen: el contexto y los ámbitos de actuación, los criterios de inclusión y exclusión, la organización del equipo durante todo el proceso, la distribución del personal durante las maniobras de RCP avanzada y de las actuaciones de cada uno de los miembros del equipo y la descripción del circuito. Se describen también la técnica del implante y manejo del paciente durante la RCP, el material necesario, así como un sistema de recogida de datos en forma de registro prospectivo con el fin de valorar la evolución de los casos e introducir elementos de mejora en el funcionamiento del circuito.

Palabras clave: Reanimación Cardiopulmonar, ECMO, Protocolo

The Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation (eRCP) consists of the rapid and early implantation of the Extracorporeal Membrane Oxygenation System (ECMO) to maintain circulatory support in the case of cardiorespiratory arrest refractory to resuscitation manoeuvres in order to diagnose the underlying cause, prolong survival or allow decision-making or other treatments.

We present the action protocol in order to minimize times and improve survival. It describes: the context and the areas of action, the inclusion and exclusion criteria, the organization of the team throughout the whole process, the distribution of personnel during advanced CPR maneuvers and the actions of each of the members of the equipment and circuit description. The implant technique and patient management during CPR are also described, as well as the necessary material. A data collection sheet is included as a prospective registry in order to assess the evolution of the cases and to allow the introduction of elements to improve the management of the circuit.

Keywords: Cardiopulmonary Resuscitation, ECMO, management protocol

Jordi Castillo García
Hospital Universitari de Bellvitge. C/ de la Feixa Llarga s/n, 08907. L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona.
jordicastillogarcia@gmail.com

Recibido: mayo 2020
Aceptado: agosto 2020
https://doi.org/10.36579/rep.2020.70.2

Introducción

Aunque no se conoce la incidencia exacta de las Paradas Cardiorespiratorias (PCR) en España, se estima que anualmente se producen 22.300 PCR en los pacientes ingresados en centros hospitalarios[1] y una supervivencia alrededor del 20% en los hospitales que han publicado sus resultados[2].

La PCR intrahospitalaria se presenta en pacientes ingresados por un proceso agudo y que presentan patologías de base, por lo que el pronóstico generalmente es adverso en la mayoría de casos. En diversos registros de PCR intrahospitalaria, la principal causa sigue siendo la cardiovascular (60%), siendo la cardiopatía isquémica aguda la más frecuente (70%)[3].

A pesar del inicio de maniobras de resucitación cardiopulmonar (RCP) inmediatas, las tasas de supervivencia con una situación neurológica aceptable de los pacientes que han presentado una PCR intrahospitalaria son extremadamente bajas[4,5].

En el año 2002, ante estos datos tan preocupantes, Westfeldt et al.[5] propuso el modelo de 3 fases de la RCP: actuación, objetivos y expectativas de las maniobras de RCP:

- Primera fase o fase eléctrica. Son los primeros 4 minutos de PCR en los que se incluye la desfibrilación (en caso de ritmo desfibrilable). Esta fase tendría impacto en la recuperación de la circulación espontánea (ROSC siglas en inglés "restore of spontaneous circulation").
- Segunda fase. Va desde el minuto 4 hasta el minuto 10 de RCP y en la que la desfibrilación no ha sido efectiva y se requiere mantener maniobras de RCP junto a vasopresores (adrenalina) para mantener la presión de perfusión coronaria, reperfundir el árbol coronario y poder recuperar al paciente de la situación de PCR.
- Tercera Fase o RCP Avanzada: A partir de los 10 minutos de PCR. En esta fase se encuentra la PCR refractaria que se define como aquella PCR en la que no se consigue la recuperación de la circulación espontánea en menos de 30 minutos desde el inicio de las maniobras de RCP avanzada. Las maniobras de RCP avanzadas clásicas tienen escaso impacto, debido a la avanzada alteración de la homeostasis, presencia de acidosis e hiperpotasemia. Todo ello hace que los fármacos y la desfibrilación tengan escaso efecto.

En esta situación de refractariedad se han introducido nuevas herramientas como la resucitación cardiopulmonar extracorpórea (eRCP)[3] para la recuperación de la circulación y del medio interno y reperfusión de los órganos diana mientras se diagnostica o trata la causa desencadenante de la PCR.

La eRCP consiste en el implante rápido y de forma precoz del sistema de oxigenación con membrana extracorpórea (ECMO) para mantener un soporte circulatorio inmediato en el paciente con PCR refractaria. Su uso en pacientes con PCR intrahospitalaria podría aumentar la supervivencia con una situación neurológica no limitante entre 20% y el 54%[6-8].

En el Hospital Universitario de Bellvitge (HUB) hemos utilizado la terapia ECMO en casos de PCR refractaria, y vimos la necesidad de crear un protocolo para mejorar la tasa de supervivencia. Este protocolo se adapta a la infraestructura y recursos que el HUB dispone y que puede variar en otros centros. El presente protocolo fue elaborado para ser pilotado en el Área del Corazón (unidad de cuidados intensivos coronarios-UCIC, planta de hospitalización cardiológica, unidad de hemodinámica y unidad de electrofisiología). Tras su evaluación a final de año se realizarán las mejoras oportunas y se abrirá a otros servicios y unidades del hospital.

Creemos que el éxito de la técnica radica principalmente en el seguimiento de un protocolo de actuación, sustentado en cuatro pilares básicos:

- Realizar una RCP de calidad y mantener el mínimo tiempo posible sin circulación, en inglés "No flow time". Para ello, es imprescindible que el personal esté debidamente formado en esta técnica. El tiempo de "no flow time" debería ser lo más cercano a "0" en el medio hospitalario[9].
- El mínimo tiempo de "low flow time" representa el tiempo desde el inicio de maniobras hasta la recuperación de la circulación, ya sea espontánea o asistida por ECMO. Cuando menor sea éste, mejor podrá ser la supervivencia. No está claro el tiempo exacto para decidir el uso de la eRCP, pero se considera que a partir de los 10 minutos de low flow time se debería valorar y anticipar la eRCP, intentando conseguir una canulación y recuperación circulatoria efectiva a los 20 minutos de la PCR[10].
- La adecuada selección del paciente a la hora de indicar esta técnica, permite la mejoría de resultados clínicos. Valores biológicos, como bajo CO_2 espirado, durante la reanimación y cifras elevadas de lactato también se asocian a menor supervivencia[11,12]. Finalmente, comorbilidad basal significativa[13] o enfermedad crónica con esperanza de vida limitada[14], son claros factores que condicionan el éxito de la técnica.
- Personal entrenado y formado. La eRCP es una técnica que necesita un aprendizaje y el mantenimiento constante de las competencias

de todos los miembros del equipo. Su abordaje es interdisciplinar, y las habilidades no técnicas deben ser entrenadas para disminuir la mayoría de los eventos adversos producidos[15].

La PCR representa una entidad con una alta carga de morbimortalidad y la necesidad de una gran movilización de recursos, tanto de personal sanitario como materiales y estancia hospitalaria. A pesar de ello, el uso de eRCP permite la recuperación de pacientes con PCR refractaria en los que hasta ahora las medidas clásicas de RCP tenían escaso impacto.

Contexto y ámbito de actuación

Este protocolo fue elaborado para aquellos pacientes del Área del Corazón del HUB, escenario de alta morbimortalidad. Gran parte del éxito de la técnica radica en la correcta selección de pacientes, en optimizar los tiempos de reanimación y en evitar futilidades clínicas o aplicación del protocolo en pacientes con pronóstico ominoso desde el inicio.

El protocolo debe ser aplicable las 24 horas del día y los 365 días al año. El equipo está integrado por personal de cardiología, cirugía cardíaca, anestesiología, equipo de perfusionistas, personal de enfermería y auxiliares de la UCIC.

La puesta en marcha del protocolo siempre debe llevarse a cabo de forma paralela a una formación integral de todo el personal en maniobras de RCP avanzada, cursos teórico-prácticos junto a técnicas de simulación.

Objetivos

El objetivo principal es protocolizar el uso de eRCP en PCR refractaria intrahospitalaria con la finalidad de recuperar al mayor número posible de pacientes que:

- Cumplan los criterios de inclusión (selección adecuada y evitar futilidades clínicas).
- Minimizar los tiempos de actuación.

Indicaciones y contraindicaciones

Serán candidatos a eRCP los pacientes que cumplan los siguientes criterios de inclusión y ninguno de los criterios de exclusión mostrados en la Tabla 1.

Activación del circuito y desarrollo del implante

En el HUB, la activación del circuito de RCP es distinto en el Área del Corazón (liderado por un cardiólogo y la misma Enfermería de la Unidad) que en el resto del Hospital (liderado por un Anestesiólogo y el equipo de Enfermería de Reanimación).

El equipo de eRCP estará formado por Cardiólogo, Cirujano Cardiaco (CCA), Perfusionista, Enfermería y Técnico en Cuidados Auxiliares de Enfermería (TCAE) de la unidad.

Se dispondrá de un equipo con el material necesario ya preparado, junto a la consola de ECMO purgada siempre disponible. El implante y canulación de la asistencia se realizará siguiendo las directrices prestablecidas.

Las maniobras de RCP avanzada, mientras llegan los efectivos del equipo de eRCP y durante el implante, se llevarán a cabo siguiendo las directrices de las guías de práctica clínica[3].

La cronología y tiempos del implante se tendrán que adaptar lo máximo posible a los siguientes cánones de calidad (puede observarse en la Figura 1).

1. Minuto 0-5: iniciar maniobras de RCP lo antes posible, siempre dentro de los primeros cinco minutos post PCR.
2. Minuto 5-10: tras 10 minutos de RCP avanzada, la ausencia de recuperación de circulación ya será motivo para activación del protocolo eRCP que se realizará mediante el chequeo de indicaciones/contraindicaciones y llamada al equipo de cirugía cardiaca/perfusionistas. Se inicia con una llamada telefónica al equipo de Cirugía Cardíaca de Guardia que consta en la hoja de guardia diaria (Teléfono Busca XXXX). En la llamada se deberá indicar con claridad:
   a. Edad y sexo del paciente.
   b. Localización de la PCR, hora de la PCR.
   c. Causa de la PCR y primer ritmo.
   d. Será el propio cirujano/a quien llamará al equipo de perfusionistas y al resto del equipo de Cirugía cardíaca.
3. Minuto 10-20: se procederá a preparar el material necesario:
   a. Equipo ECMO prepurgado (siempre habrá un fungible preparado para la eRCP)
   b. Equipo con todo material (se cuenta con un "kit" preparado con todo el material necesario para la implantación. Se revisará y repondrá tras cada uso).
   c. Ecógrafo con sonda vascular.
4. Minuto 20: Una vez preparado el material se iniciará la canalización de los vasos femorales por el cardiólogo adjunto, con vistas a la canulación posterior por parte de cirugía cardiaca. La punción ecoguiada de los vasos femorales se debería conseguir dentro de los primeros 30 minutos desde el inicio de las maniobras de RCP.

   a. Se colocarán introductores de 6 Fr en arteria y vena para posteriormente progresar la guía a través de ellos para realizar la canulación.
   b. Se realizará una gasometría arterial en el momento de canalizar el acceso arterial.
5. Minuto 30-40: en presencia del cirujano cardiaco y de los perfusionistas se iniciará la canulación una vez ya canalizados los vasos femorales.
6. Minuto 40-50: Una vez canulados los vasos se pondrá en marcha el dispositivo finalizándose en ese momento las maniobras de RCP.
7. Minuto 60: Posteriormente se realizará la implantación de cánula de perfusión distal y se iniciaran las medidas post PCR. Se realizará una gasometría arterial a los 10 minutos de la puesta en marcha del dispositivo ECMO.

Si una vez activado el circuito, el paciente recupera circulación espontánea antes de la canulación (inclusive antes de la llegada del equipo de cirugía cardíaca/perfusionistas) se llevarán a cabo las medidas terapéuticas según el clínico. Se mantendrá un período de observación de 30 minutos hasta poder desactivar el protocolo. Si durante 30 minutos el paciente no vuelve a presentar una PCR se desactiva el protocolo y se siguen las medidas diagnóstico/terapéuticas pertinentes. Si sufre una nueva PCR en el período de observación, se continuará el circuito hasta canulación y puesta en marcha del sistema ECMO (Anexo 1).

Material necesario para ERCP

Se dispondrá de una consola para la terapia ECMO (en nuestro centro contamos con consolas) siempre purgada en el área quirúrgica de la tercera planta. En caso de activación del protocolo, el tiempo estimado de transporte del dispositivo hasta la Unidad Coronaria es de aproximadamente 2-3 minutos. En la misma unidad se ha dotado de una maleta con todo el material fungible y cánulas (Tabla 2) para llevar a cabo la punción y acceso vascular por parte de cirugía cardíaca mientras los perfusionistas traen el dispositivo ECMO.

Técnica de implante y manejo del paciente en RCP

Procedimiento de canulación

1. Limpieza de zona inguinal bilateral con toallas de clorhexidina.
2. Colocación de gorro y mascarilla.
3. Lavado de manos quirúrgico y colocación de bata y guantes estériles.
4. Colocación de campo/sábana multiperforada de punción de vías.
5. Técnica Seldinger con punción ecoguiada de vasos femorales a nivel del pliegue inguinal y por debajo del ligamento inguinal:
   a. Punción de arteria femoral común y colocación de guía de 180cm hasta aorta torácica guiada por ecocardiografía. Fijación de la misma a la talla con ayuda de un mosquito.
   b. Punción de vena femoral común (de preferencia contralateral) y colocación de guía de 180cm que progrese hasta aurícula derecha comprobada por ecocardiografía. Fijación de la misma a la talla con ayuda de un mosquito.
6. Heparinización sistémica: 50-100 UI/Kg. Abundante suero de arrastre.
7. Ampliación del punto de inserción de las guías a nivel cutáneo con un bisturí hasta lograr una incisión de 5-8 mm.
8. Acceso arterial: Dilatación progresiva del trayecto de la guía hasta plano vascular, hasta canalizar el dilatador 12 Fr, y progresión de cánula arterial de 15 Fr en su totalidad. Fijación de cánula a plano cutáneo con punto de sutura trenzada no absorbible.
9. Acceso venoso: Dilatación progresiva del trayecto de la guía hasta plano vascular, hasta canalizar el dilatador 20 Fr, y progresión de cánula venosa multiperforada de 21 Fr hasta la confluencia entre la vena cava inferior y la aurícula derecha, guiada por ecocardiografía. Fijación de cánula a plano cutáneo con punto de sutura trenzada no absorbible.
10. Retirada de guías e introductores y clampaje de cánulas.
11. Conexión concordante de cánulas a líneas de circuito ECMO (A-A y V-V), asegurando la correcta purga de aire.
12. Comprobación de todo el sistema, apertura de clamps e inicio de ECMO con aumento progresivo de revoluciones según respuesta hemodinámica.
13. Fijación completa de cánulas y tubuladuras a plano cutáneo.
14. Vigilancia de signos de hipoperfusión en extremidad distal a la cánula arterial para valorar la necesidad de implante de cánula de perfusión distal.

Manejo del paciente en PCR y organización del equipo

Durante todo el procedimiento de canulación, se deben mantener las compresiones externas de calidad (5), pudiéndose interrumpir en momentos puntuales de punción y paso de guías, según indicación del cirujano.

Para activar el protocolo de eRCP, el cardiólogo de guardia llamará al cirujano cardiaco de guardia que se encargara de la punción y de la canulación (se encuentran de guardia de presencia en el Hospital de 8:00 a 20:00h) y éste activa a los perfusionistas que se encargará del purgado, implantación e inicio de la perfusión (se encuentran de presencia de 8:00 a 22:00h). En caso de activación del protocolo en horario de noche o fin de semana se estima que Cirugía y perfusión tardaran como mucho 20-30 minutos, pudiéndose realizar la punción por el cardiólogo si está entrenado (para disminuir tiempos).

La distribución inicial y final del personal de enfermería y del equipo médico se distribuirá tal como se muestra en la figura 2. A este equipo se le añadirán 2 miembros del servicio de cirugía cardíaca (CCA) y 2 miembros perfusionistas.

En la Tabla 3 se muestra la distribución que se utilizará en nuestro hospital. La enfermería de la unidad, que se encontrará la PCR, se distribuirá en un número de 4 inicialmente como se describe en la tabla 3 a la espera del cardiólogo adjunto y residente de cardiología que movilizará a la enfermera a la vía venosa.

Se llamará al anestesista encargado de todos las PCR del hospital (exceptuando las del área del corazón) para controlar la vía aérea de estos pacientes y poder liberar así una de las enfermeras.

Si cumple los requisitos de eRCP se avisará en horario laboral al cirujano cardiovascular o al segundo adjunto de cardiología en horario nocturno y fin de semana para iniciar la canulación a la espera del CCA y perfusión.

También se encontrará un técnico en curas auxiliares de enfermería (TCAE) que desinfectará el campo y ayudará a los sanitarios encargados de la canulación.

Es imprescindible llevar dentro de la habitación una organización escrupulosa de cada uno de los miembros del equipo citados anteriormente tanto antes como después de la llegada del CCA y el perfusionista.

Una vez presente todo el equipo, se coordinarán 2 equipos: Equipo interno (dentro de la habitación) y equipo externo (fuera de la habitación).

El equipo Interno estará formado de la misma manera a la definida previamente en el apartado de RCP (director, vía aérea, masaje, vía venosa), variando en función de si es horario laboral o de guardia. Además, a ello se añadirá en equipo de Cirugía cardíaca (CCA 1, CCA 2), junto al equipo de perfusionistas (perfusionista 1 da soporte en el proceso de canulación y el perfusionista 2 da soporte externo). El equipo externo estará formado por un personal de enfermería y un auxiliar de enfermería. Esta organización puede observarse en la Figura 2.

Registro prospectivo

Se llevará a cabo un registro prospectivo de todos los pacientes incluidos en el protocolo en el cual se incluirán características basales, datos de la parada cardiorrespiratoria (lugar, hora, inicio de maniobras, etc.), indicaciones y contraindicaciones para la activación del protocolo y datos de las variables biológicas, hemodinámicas y de los tiempos durante la canulación y puesta en marcha del sistema.

Se incluye un check-list (Anexo 2) en el que constan todas las variables a rellenar.

Las hojas de registro estarán siempre disponibles junto al material de eRCP y se rellenarán a lo largo del proceso.

Los datos registrados estarán disponibles para todo el personal adscrito al protocolo, en vías de poder analizar, ver resultados y potenciales carencias o puntos de mejora a lo largo del seguimiento.

Conflicto de intereses

Todos los autores firmantes cumplen los requisitos de autoría y todos han declarado la no existencia de conflictos de intereses.

Bibliografía

1 Perales N. Plan Integral ante la parada cardiaca hospitalaria. Un sistema para salvar vidas: recomendaciones. Madrid: Ed Aran Madrid;2019.

2 Gräsner JT, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, et al. EuReCa ONE—27 Nations, ONE Europe, ONE Registry A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. Resuscitation 2016;105:188–95.

3 Monsieurs K, Nolan JP, Bossaert L, Greif R, Maconochie IK, Nikolau NI. et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015.Section 1. Executive Summary. Resuscitation 2015;95:1-80.

4 Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M. In-hospital cardiac arrest: Incidence, prognosis and possible measures to improve survival. Intensive Care Med. 2007;33(2):237–45.

5 Westfeldt ML, Becker LB. Resuscitation after cardiac arrest: a 3-phase time-sensitive model. JAMA. 2002 Dec 18;288(23):3035-8. doi: 10.1001/jama.288.23.3035. PMID: 12479769.

6 Pabst D, El-Banayosy A, Soleimani B, Brehm CE. Predictors of survival for nonhighly selected patients undergoing resuscitation with extracorporeal membrane oxygenation after cardiac arrest. ASAIO J. 2018;64(3):368–74.

7 Chen Y, Lin J, Yu H, Ko W, Jerng J, Chang W, et al. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal

life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. Lancet. 2008 Aug 16;372(9638):554-61.

8 Stub D, Bernard S, Pellegrino V, Smith K, Walker T, Sheldrake J, et al. Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial). Resuscitation 2015;86:88–94

9 Kagawa E, Inoue I, Kawagoe T, Ishihara M, Shimatani Y, Kurisu S, et al. Assessment of outcomes and differences between in- and out-of-hospital cardiac arrest patients treated with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support. Resuscitation 2010;81(8):968–73.

10 Hutin A, Abu-Habsa M, Burns B, Bernard S, Bellezzo J, Shinar Z, et al. Early ECPR for out-of-hospital cardiac arrest: Best practice in 2018. Resuscitation. 2018;130:44-8.

11 Debaty G, Babaz V, Durand M, Gaide-Chevronnay L, Fournel E, Blancher M, et al. Prognostic factors for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation recipients following out-of-hospital refractory cardiac arrest. A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2017;112:1–10.

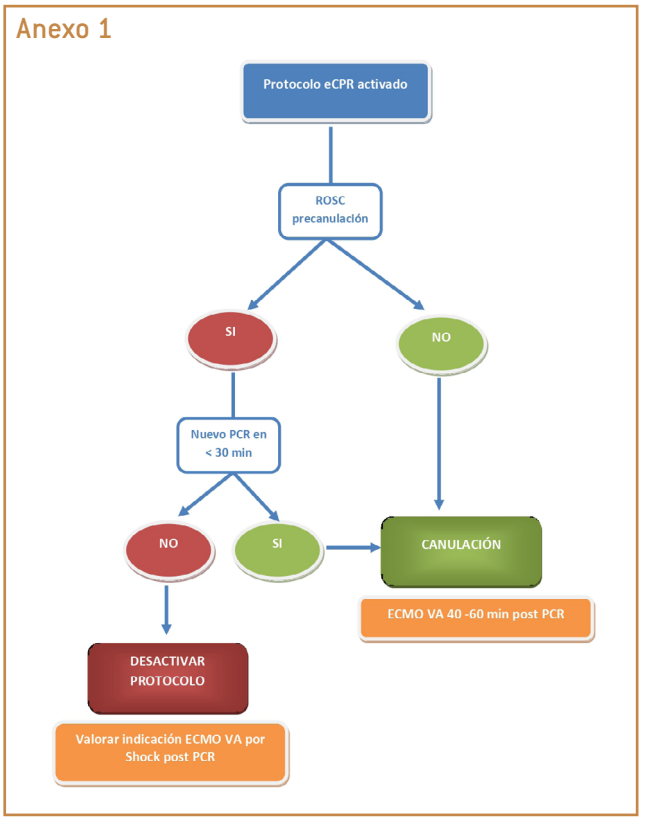
12 Yannopoulos D, Bartos JA, Raveendran G, Conterato M, Frascone RJ, Trembley A, John R, Connett J, Benditt DG, Lurie KG, Wilson RF, Aufderheide TP. Coronary Artery Disease in Patients With Out-of-Hospital Refractory Ventricular Fibrillation Cardiac Arrest. J Am Coll Cardiol. 2017;70(9):1109-1117.

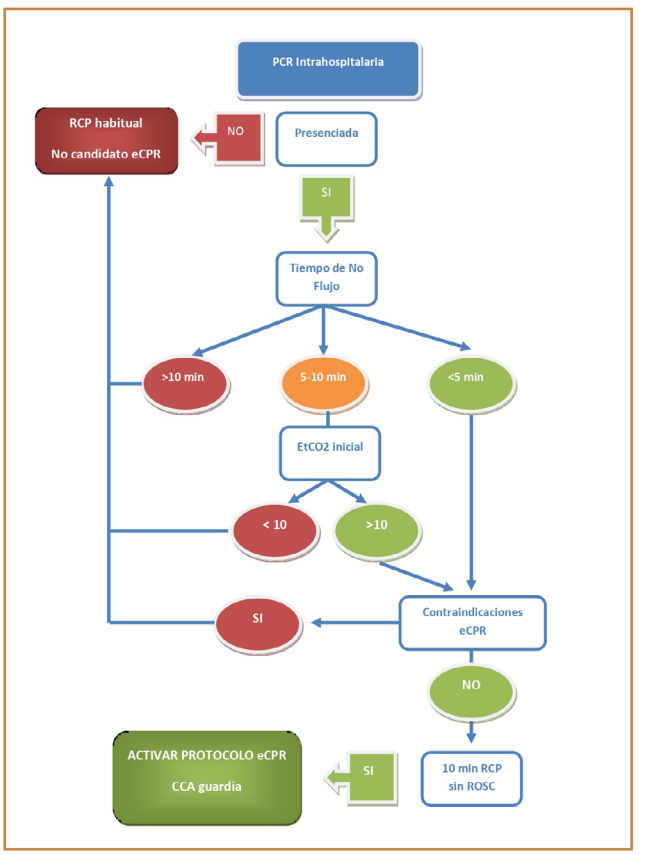
13 Mendiratta P, Wei JY, Gomez A, Podrazik P, Riggs AT, Rycus P, Gossett J, Prodhan P. Cardiopulmonary resuscitation requiring extracorporeal membrane oxygenation in the elderly: a review of the Extracorporeal Life Support Organization registry. ASAIO J. 2013;59(3):211-5.

14 Kang SB, Kim KS, Suh GJ, Kwon WY, You KM, Park MJ, et al. Long-term survival of out-of-hospital cardiac arrest patients with malignancy. Am J Emerg Med [Internet]. 2017;35(10):1457–61. Available from: https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.04.051

15 Serralde JA, Fernández-Dívar JA, Ruiz M, Canteli A, Pulitani I, Pontón A et al. Complicaciones y errores en el programa de asistencias de un centro. Cada día se aprende algo nuevo. Cirugía Cardiovascular 2012;19(2):220.

Anexo 1





Anexo 2

REGISTRO ECMO-VA EN PCR INTRAHOSPITALARIA

Nº SAP: **Sexo:** V M **Peso:** **Talla:** **Fecha nac:**

Etiqueta

Nombre:

Apellidos:

Contraindicaciones

- ☐ PCR no presenciado
- ☐ Deseo de no RCP
- ☐ Asistolia persistente tras 15 min RCP
- ☐ Inicio RCP > 10 min
- ☐ Inicio RCP >5 y <10 min con EtCO2 inicial < 10
- ☐ Contraindicacion anticoagulación
- ☐ Espectativa de vida < 1 año por enfermedad crónica
- ☐ Vasculopatia periférica severa
- ☐ Deterioro cognitivo mod-sev
- ☐ IRC en diálisis
- ☐ Neumopatia severa
- ☐ Cirrosis hepática

Indicaciones

- ☐ Edad > 18 y < 70 años
- ☐ PCR presenciado
- ☐ Inicio RCP < 5 min
- ☐ Inicio RCP >5 y <10 min con EtCO2 inicial > 10
- ☐ No ROSC > 10 min RCP

Datos del PCR:

Día y Hora PCR: **Hora inicio RCP:**

Presenciado por: Familia Personal Telemetría Otros:

Lugar Paro: Planta HCA 4-2 2-2 Otros:

Primer ritmo: BAV Asistolia FV TV sin pulso DEM

EtCO2 inicial:

Tras 10 min RCP sin ROSC

EtCO2: **GAB activación:** pH: lactato: HCO3:

Ritmo: BAV Asistolia FV TV sin pulso DEM

Asistolia < 15 min: si no

Hora activación eCPR: **ROSC pre canulación >20 min:** si no

Desactivación eCPR: si no **Hora desactivación:**

Datos eCPR: **Dispositivo usado:** CardioHelp Rotaflow Centrimag

Hora llegada CCA: **Hora llegada perfusionistas:** **Hora material preparado:**

Hora canalización A y V: **Cánula A:** 15 17 19 21

Hora canulación: **Cánula V:** 21 23 25

Canulación: percutánea quirúrgica **Implante cánulas:** Misma EEII Diferente EEII

Cánula perfusión distal: si no **Hora colocación cánula perf distal:**

Bolus Heparina Na (mg): **Hora heparina Na:** **Reversión bolus posterior:** si no

Hora inicio ECMO: **Flujo ECMO inicial:** **Hora STOP RCP:**

ROSC intermedio transitorio: si no **Tiempo total RCP:** **EtCO2 preECMO:**

ROSC: si no **Hora ROSC:** **GAB postROSC:** pH: lactato: HCO3:

Tabla I. Criterios de inclusión y exclusión de los pacientes sometidos a eRCP

Criterios de Inclusión
Edad ≤ 70 años
PCR intrahospitalaria presenciada
Ausencia de ROSC tras ≥10 minutos de RCP avanzada

Criterios Exclusión
Deseos anticipados de no reanimación
PCR no presenciada
Asistolia como ritmo inicial que no recupera tras 15 minutos de RCP habiéndose descartado 4H y 4T
Tiempo de no flujo (desde el PCR hasta inicio de RCP) > 10 minutos
Tiempo de no flujo entre 5 y 10 minutos y primera determinación de ETCO2 < 10
Contraindicación para anticoagulación
Enfermedad previamente conocida terminal (Supervivencia < 1 año)
Vasculopatía periférica severa
Deterioro cognitivo moderado-severo
Insuficiencia renal crónica en diálisis
Neumopatía previa severa
Cirrosis hepática con hipertensión portal

4 H: Hipoxia, Hipotermia, Alteración Hidroelectrolítica, Hipoglucemia; 4T: Toxicológica/ Farmacológica, Taponamiento, Tromboembolismo pulmonar, Neumotórax Tensión. ROSC: "restore of spontaneous circulation"

Tabla II. Material necesario para Implantación ECMO

Cánulas venosas (21Fr, 23Fr)
Cánulas arteriales (15Fr, 17Fr)
Suero fisiológico de Irrigación
Jeringa de alimentación
Caja de clamps estériles
Tijera de Mayo
Porta agujas
Puntos de sutura del "0".
Campo estéril (tallas, sábana...)
Batas estériles (varios tamaños).
Guantes estériles (varios tamaños)
2 Guías larga de "terumo" 0.035" de 180 cm
"Abbocath" del 14Fr o 16Fr (o aguja de punción)
Kit de dilatadores
1 equipo de punción femoral
Introductor anillado 7-8Fr punción femoral superficial
Conexión macho-macho
Alargadera para conexión shunt distal a la cánula
Heparina al 5%
Jeringas de 2-5-10ml
Equipo de TCA y capsulas (fungible). Mejor "I-stat".
Conexiones 3/8-3/8

Tabla III. Distribución del personal durante las maniobras de RCP avanzada y eRCP

DISTRIBUCIÓN ATENCIÓN INICIAL ENFERMERÍA				
Vía aerea	Masaje Cardíaco	Liderazgo PCR	Vía venosa	Control Unidad
Enfermería C	Enfermería A	Enfermería D		Enfermería B

DISTRIBUCIÓN EQUIPO MÉDICO Y ENFERMERÍA				
Vía aerea	Masaje Cardíaco	Liderazgo PCR	Vía venosa	Control Unidad
Anestesista	Residente Cardiología	Cardiólogo Adjunto (1)		
Enfermería C		Enfermería D	Enfermería A	Enfermería B

DISTRIBUCIÓN EQUIPO ANTE eRCP					
Vía aerea	Masaje Cardíaco	Liderazgo PCR	Canulación	Vía venosa	Control Unidad
Anestesista	Residente Cardiología	Cardiólogo Adjunto (1)	Cardiólogo Adj (2) ó CCA		
	Enfermería D	Enfermería C		Enfermería A	Enfermería B

Figura I. Proceso temporal y adecuación a los tiempos durante la activación del protocolo eRCP.

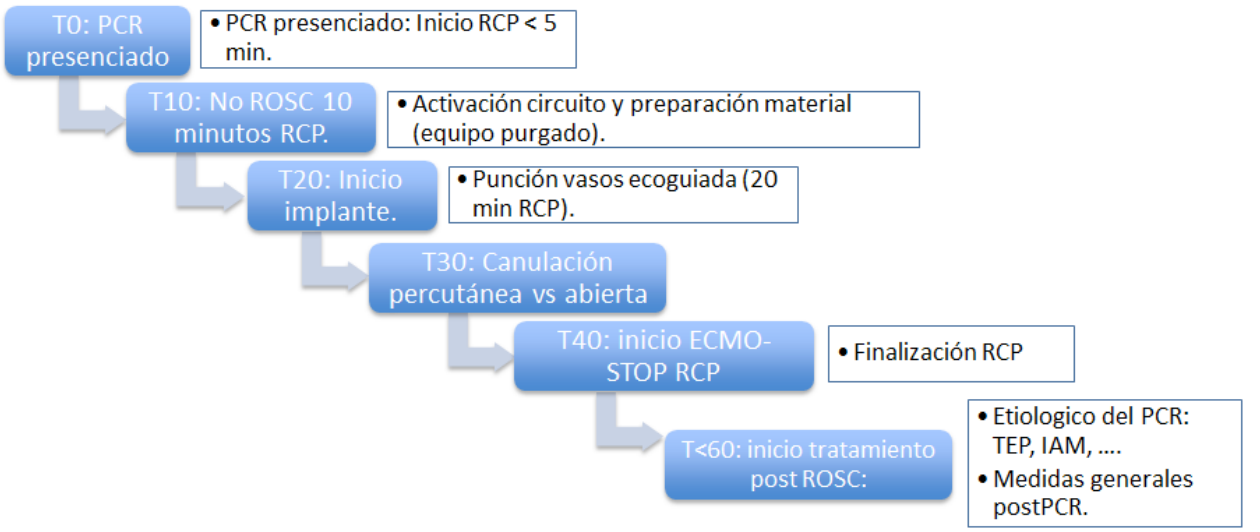
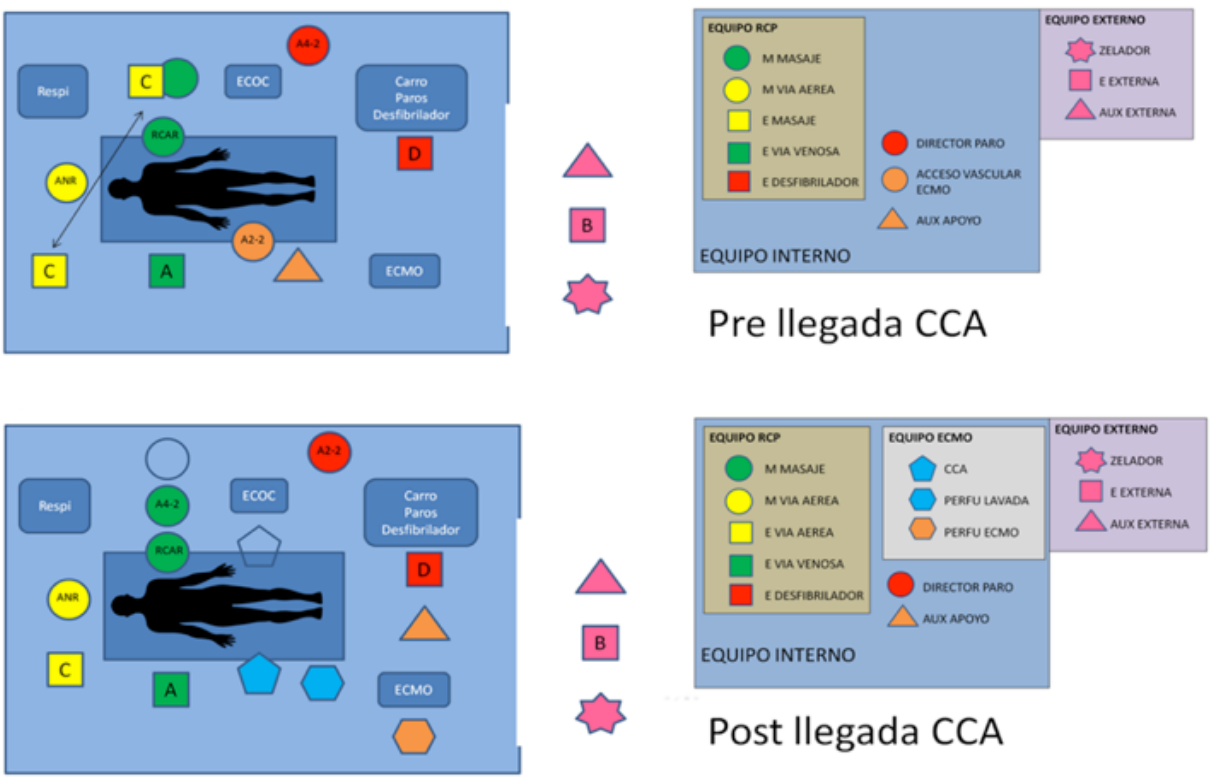


Figura II. Organización de equipos en la eRCP intrahospitalaria



¿Es el bajo peso una limitación para la CEC? Experiencia con un neonato de 1,5 Kg.

Is low weight a limitation for CPB? Experience with a 1.5 kg neonate.

Resumen / Abstract

Introducción: Las cardiopatías congénitas constituyen una causa importante de mortalidad neonatal y el bajo peso neonatal se considera una variable de riesgo quirúrgico, con una mortalidad del 10-24% en los recién nacidos ≤2,5 kg. Los avances en las técnicas quirúrgicas y la optimización de la circulación extracorpórea (uso de circuitos cada vez más pequeños y con menor volumen de cebado) han hecho posible el tratamiento de los neonatos de bajo peso más allá de la simple paliación.

Caso clínico: Se trata de una neonata prematura de 7 días de vida, 36 semanas de gestación y peso de 1,5 kg, con diagnóstico prenatal y confirmación postnatal de atresia pulmonar con comunicación interventricular (CIV) y ramas pulmonares confluentes, con flujo pulmonar ductus dependiente.

Se realizó cateterismo cardiaco terapéutico, con intento fallido de implante de stent en el ductus arterioso; con dispositivo mal posicionado, no expandido en el interior del vaso. Después de varios intentos de recuperación percutánea del stent sin éxito, se decidió realizar cirugía cardiaca emergente en la misma sala de hemodinámica, para recuperación del stent y asegurar una fuente de flujo pulmonar.

Discusión: El bajo peso y la prematuridad dificultan técnicamente la reparación completa neonatal (en un solo estadio) de esta cardiopatía. El cierre de la CIV en pacientes con bajo peso (<2 Kg) es difícil y asocia una alta morbi-mortalidad. Tradicionalmente el manejo inicial está enfocado a garantizar una fuente de flujo pulmonar mediante una fístula sistémico pulmonar o un stent ductal (paliación inicial) dejando diferido para un segundo estadio la reparación completa.

No hubo ninguna complicación durante la circulación extracorpórea ni en el postoperatorio, pero hay que destacar que era una prematura de 36 semanas de gestación, lo que pudo influir en el buen comportamiento hemodinámico que presentó en todo el proceso.

Palabras clave: Circulación extracorpórea; neonato bajo peso; cardiopatía congénita; cirugía cardiaca.

Introduction: Congenital heart disease is an important cause of neonatal mortality and low neonatal weight (≤ 2.5 kg) is considered a surgical risk variable, with a mortality of 10-24%. Advances in surgical techniques and optimization of extracorporeal circulation (use of increasingly smaller circuits with less priming volume) have made possible to treat low-weight newborns beyond the simple palliation.

Clinical case: Girl, a 7-days old (premature, 36 weeks gestation and weight of 1.5 kg), with prenatal diagnosis and postnatal confirmation of pulmonary atresia, ventricular septal defect (VSD) and confluent pulmonary branches, with ductus-dependent pulmonary flow.

Therapeutic cardiac catheterization was performed, with a failed attempt to implant a ductal stent that was left uncrimped and bad positioned in the ductus, requiring emergent cardiac surgery in the cath lab to retrieve it and ensure a source of pulmonary flow.

Discussion: Low weight and prematurity make complete (one-stage) neonatal repair difficult for this heart disease. The closure of VSD in infants with low weight (<2 kg) is difficult and carries high morbi-mortality. Usually, the first approach (initial palliation) tries to guarantee a stable pulmonary flow through a systemic- pulmonary fistula or a ductal stent, delaying complete repair.

There were no complications during cardiopulmonary bypass or postoperatively but probably, this good hemodynamic behavior was due to the fact that this baby was born at 36 weeks gestation.

Keywords: Cardiopulmonary bypass; low-weight newborn; congenital heart disease; cardiac surgery.

Rianseres García Benítez
DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardiaca
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

María Teresa García Maellas
DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardiaca
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Susana López Gámez
DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardiaca
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Paloma Orozco Ibarra
DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardiaca
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Lorena Carballo Rodríguez
DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardiaca
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Maria Fátima Martins
DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardiaca
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Enrique García Torres
Cirujano cardiaco infantil
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Rianseres García Benítez
Hospital Universitario 12 de Octubre. Servicio de Cirugía Cardiaca.
Avda de Andalucía s/n. 28045. Madrid. España.
email: rianseres.garcia@salud.madrid.org

Recibido: abril 2021
Aceptado: mayo 2021
https://doi.org/10.36579/rep.2020.70.3

Introducción

El límite inferior de peso para realizar una cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea (CEC) a pesar de los avances tecnológicos es objeto de controversia.

Los recién nacidos (RN) con cardiopatías congénitas (CC) presentan bajo peso y prematuridad con más frecuencia que la población libre de cardiopatías[1]. A su vez las CC constituyen una causa importante de mortalidad neonatal. Y el bajo peso se considera una variable de riesgo quirúrgico; de hecho, algunos autores reportan una mortalidad del 10-24% en los RN ≤2,5 kg[2].

A pesar de que la evidencia indica que la edad gestacional (EG) temprana en los lactantes con CC se asocia a peores resultados que en los nacidos después de las 39 semanas (s), hay pocos estudios sobre CC en RN con un peso inferior a 1500 gramos o con menos de 29 sem de EG. La reciente mejoría en la supervivencia de los lactantes de muy bajo peso al nacer sugiere que la mortalidad depende relativamente más de la prematuridad y de otros procesos de la enfermedad que del propio peso[3,4].

La atresia pulmonar con comunicación interventricular es una CC cianótica, severa y rara, que se presenta en 1 de cada 10.000 RN vivos. Se caracteriza por la ausencia de conexión entre el ventrículo derecho y las arterias pulmonares. El flujo hacia el territorio pulmonar puede realizarse a través del ductus arterioso o de colaterales sistémico-pulmonares.

El tratamiento de esta cardiopatía es fundamentalmente quirúrgico. La utilización de prostaglandinas mantiene el conducto arterioso permeable hasta el momento de la cirugía. La hemicorrección es una buena opción en esta CC, consiste en la conexión entre ventrículo derecho (VD) y arteria pulmonar con parche, conducto sintético u homoinjerto, manteniendo abierta la comunicación interventricular (CIV), lo que proporciona un mayor crecimiento de las ramas pulmonares, procediendo a cerrar la CIV, en un segundo tiempo[5].

Caso clínico

Neonata de 7 días de vida, pretérmino de 36 sem de EG, mediante cesárea electiva por preeclampsia materna, producto de embarazo gemelar (1ª gemela), y con diagnóstico prenatal de cardiopatía conotruncal: atresia pulmonar con CIV y ramas pulmonares confluentes, con flujo sanguíneo pulmonar ductus dependiente.

Desde el nacimiento precisó asistencia respiratoria con CPAP (FiO_2 21%) y perfusión de prostaglandinas (PG); por ello, en sesión médico-quirúrgica se acordó implante de stent ductal.

Dado que mantenía un ductus grande se decidió suspender las PG 24 horas previo al procedimiento, pero a las 3-4 horas presentó desaturación hasta 75%, por este motivo se reinició la perfusión (dosis 0.003 µg/kg/min), retirándose definitivamente 10 horas antes de la intervención.

En el momento del cateterismo cardiaco terapéutico presentaba peso de 1,5 kg, talla de 43 cm, con superficie corporal de 0.13 m^2, y Hb de 16.7 g/dl.

Durante el procedimiento precisó heparinización con 100 UI/kg y dopamina a 8 µg/kg/min. Se realizó aortograma y angiografía selectiva en ductus. Al intentar implantar un stent Integrity™ 3x15 mm (Medtronic, DUB, IRL) en el extremo distal del conducto arterioso, este se expandió dentro del introductor. Posteriormente se intentó poner otro stent, pero el previo se desplazó accidentalmente al ductus, haciendo imposible su recuperación, quedando posicionado de forma estable y con adecuado flujo en ambas ramas pulmonares. Por este motivo, se reiniciaron las PG, manteniendo saturaciones de O_2 >80%. En vista del fracaso de la técnica percutánea, se decidió cirugía emergente para recuperación del dispositivo y corrección quirúrgica, en la misma sala de hemodinámica, previo traslado de la bomba de CEC, intercambiador de calor y todo el fungible necesario para el procedimiento.

Estrategia quirúrgica

Para la CEC se utilizó el oxigenador Neonatal Kids D100 Dideco™ (LivaNova, LDN, UK), (volumen de priming 31 ml), con filtro arterial (volumen de priming 16 ml), línea de salida arterial y de retorno venoso de 3/16" y cabezal de bomba arterial de ¼" (fig. 1). Realizando el cebado del sistema con 150 ml de sangre y 100 ml plasma, heparina 2 mg/kg, 200 mg de Ca , Bicarbonato 1M, 2 mEq/kg, Manitol 20% 0,5 gr/kg ,según protocolo del Hospital Universitario 12 de Octubre[6].

En la sala de hemodinámica se procedió a realizar una esternotomía media longitudinal, resección completa del timo y apertura longitudinal del pericardio. Se administró heparina intravenosa hasta alcanzar un tiempo de coagulación activado (TCA) >480 s. Se realizó canulación alta en aorta ascendente con cánula arterial 6 fr DLP ™ y canulación venosa de aurícula derecha con cánula venosa acodada metálica 12 fr DLP ™ (Medtronic, DUB, IRL).

Se estableció CEC sistémica a 200 ml/kg/min, utilizando la estrategia de gases pH-stat durante la perfusión y bajando la temperatura hasta 26°C[6]. Se introdujo una segunda cánula arterial para perfusión de la raíz aórtica 4 fr DLP® (Medtronic, DUB, IRL), conectada con una alargadera al luer de la cánula arterial 6 fr. Se realizó clampaje aórtico proximal en aorta ascendente (entre ambas cánulas arteriales) y distal en arco aórtico proximal (entre tronco arterial

braquiocefálico y la arteria carótida izquierda). La arteria subclavia izquierda se clampó con un torniquete y se cerclaron con vessel loops ambas ramas pulmonares. Se modificó la asistencia circulatoria y se inició perfusión cerebral selectiva anterógrada (PCAS) más perfusión miocárdica al 50% de su gasto, manteniendo la oximetría cerebral no invasiva (INVOS) en rangos de normalidad (media de 95% cerebral y 62% somático) y sin alteraciones en el ECG. La presión de perfusión media fue de + 50mmHg, subiendo a ±80 mmHg (con flujo no pulsátil durante todo el procedimiento) durante la PCAS y miocárdica.

Como hallazgos operatorios se describieron: un tronco pulmonar (TP) hipoplásico de 1,5 mm, ramas pulmonares confluentes de 2 mm de diámetro aproximado y ductus arterioso permeable de 3 mm de diámetro aproximado con stent no expandido en su interior. Válvula pulmonar (VP) atrésica con infundíbulo hipoplásico e hipertrófico (fig. 2).

La cirugía se realizó a corazón latiendo y con isquemia visceral durante 19 minutos. Durante este tiempo se realizó arteriotomía pulmonar longitudinal con extensión hacia el ductus arterioso. Se extrajo el stent ductal y se ligó el conducto arterioso con clip medio de titanio.

Se desclampó la aorta y se reinició CEC sistémica con recalentamiento progresivo hasta normotermia. En segundo tiempo quirúrgico se prolongó la incisión del TP en dirección al tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD). Se abrió la VP realizando hemicorrección con ampliación parcial del TSVD (se dejó un diámetro de 4 mm medido con dilatador de Hegar) con un parche transanular de pericardio bovino Peri-Guard® (Synovis, St. Paul, MN), dejando abierta la CIV (fig. 3).

Una vez concluida la reparación, alcanzada la normotermia y corregidos los iones, se bajó la asistencia de la CEC de forma progresiva hasta su destete. Los tiempos de CEC y de isquemia miocárdica fueron de 142 y 0 minutos respectivamente; hubo 19 minutos de PCAS más perfusión miocárdica, coincidiendo con la parada visceral. La salida de CEC fue bien tolerada, sin incidencias. Se administró protamina y se verifico una adecuada hemostasia con normalización del TCA.

Dada la excelente hemodinámica, la ausencia de sangrado y corazón no edematoso se decidió cierre esternal de forma convencional. La paciente evolucionó satisfactoriamente permitiendo la retirada del soporte ventilatorio e inotrópico por lo cual fue trasladada a neonatología el 4 día postoperatorio (POP). Al momento de escribir este caso (10 día POP) la paciente continua en la misma Unidad porque aún precisa de CPAP por episodios de desaturación.

Discusión

Los avances en las técnicas quirúrgicas y la optimización de la CEC (uso de circuitos cada vez más pequeños y con menor volumen de cebado) han hecho posible el tratamiento de los neonatos de bajo peso más allá de la simple paliación. A pesar de estas mejoras se suele aceptar la afirmación de que el bajo peso aumenta el riesgo, reportándose unas mortalidades entre el 10-24%[2,7].

Con independencia del hecho de que el riesgo de la cirugía pueda ser mayor para RN por debajo de cierto peso que para neonatos de mayor peso con la misma patología, aún se desconoce si el incremento en la curva del riesgo se produce a los 2,5 kg o tal vez en un peso menor. Por ello es importante evaluar la relación costo-beneficio resultante de mantener el manejo médico de sostén y la demora consiguiente tratando de obtener un peso ideal versus el riesgo de intervenir quirúrgicamente de forma precoz. En presencia de cardiopatías con anatomía favorable, y contando con la disponibilidad del recurso quirúrgico, el bajo peso y la prematuridad por sí mismos son factores que no deberían contraindicar la corrección temprana de la malformación[1].

Diferir la cirugía hasta una recuperación nutricional no ha demostrado que sea beneficioso, como lo evidencian varias series de pacientes, en las cuales la espera prolongada de la cirugía se identificó como un factor de riesgo. En esta población de particular vulnerabilidad, la corrección precoz y la restauración de una circulación normal se presentan como una alternativa válida para lograr una mejor supervivencia. Por el contrario, el mantenimiento de un estado hemodinámico anormal por medio de paliaciones (shunt sistémico pulmonar, cerclajes de la arteria pulmonar) o infusión prolongada de PG mantendría esta vulnerabilidad hasta la corrección definitiva[8].

En este caso, presentando un peso de 1,5 kg, no hubo ninguna complicación durante la CEC, ni en POP, pudiéndose retirar la ventilación mecánica a las 48 horas y los drenajes a las 72 horas de la cirugía. La ecografía cerebral transfontanelar a las 48 horas del POP fue normal. Es importante destacar que era una prematura de 36 semanas de gestación (no muy prematura o casi a término), lo que pudo influir en el buen comportamiento hemodinámico que presentó en todo el proceso.

Otro aspecto importante fue la selección y realización de la técnica quirúrgica. Para un peso de 1,5 kg con ramas pulmonares pequeñas y ante la imposibilidad de poner un stent en el ductus arterioso, consideramos que la opción de una fístula sistémico-pulmonar hubiera sido compleja. Primeramente, por el calibre, un conducto (fístula) de 3 mm hubiera sido el diámetro utilizado. Se sabe que estos conductos tienen una alta incidencia de trombosis. La segunda consideración es donde se hubiera anastomosado esa fístula en el árbol pulmonar. Para evitar la distorsión de las ramas se hubiera hecho central (en el tronco pulmonar), lo cual hubiera sido técnicamente muy complejo en un TP tan hipoplásico y con ello llegamos a la tercera con-

sideración, el manejo POP complejo del hiperaflujo pulmonar en tan bajo peso.

Si bien es cierto, la hemicorrección (apertura del TSVD sin cierre de la CIV), en ocasiones puede ser complicada, por la dificultad en determinar hasta dónde se debe ampliar el TSVD sin dejarlo muy restrictivo, o muy amplio (con la consecuente insuficiencia cardiaca). Consideramos que, en nuestro paciente, esta podría ser la opción más adecuada y de mejor manejo POP como así se ha demostrado. En este caso el objetivo fue no sobrepasar el z-score del anillo pulmonar.

Finalmente, fueron de vital importancia la correcta planificación, la adecuada ejecución del acto quirúrgico, además de una perfusión adaptada en todo momento a la técnica y necesidades tanto de la neonata como quirúrgicas. La CEC trascurrió sin incidencias, ajustando en todo momento los flujos a los diferentes tiempos quirúrgicos, utilizando además técnicas de PCAS y miocárdica para la protección cerebral y evitar la isquemia miocárdica. Es de comentar que además de las dificultades para el trabajo en un entorno no preparado para ello (como es la sala de hemodinamia), donde hubo que trasladar todo el material necesario, de manera emergente, estaban las propias del caso (neonato con muy bajo peso, perfusiones selectivas, etc...), y además todo esto lo realizó una única perfusionista de guardia.

Conflicto de intereses

Los autores no presentan conflicto de intereses

Identificación orcid

Rianseres García Benítez: orcid.org/0000-0001-9246-2859

Enrique García Torres: orcid.org/ 0000-0002-3279-0882

Bibliografía

1. Vargas FJ. Cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea en recién nacidos de bajo peso. Rev Argent Cardiol. 2010;78(1):5–6.
2. Kalfa D, Krishnamurthy G, Duchon J, Najjar M, Levasseur S, Chai P, et al. Outcomes of cardiac surgery in patients weighing <2.5 kg: Affect of patient-dependent and -independent variables. J Thorac Cardiovasc Surg. 2014;148(6):2499-2506.e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.07.031
3. Gil-Jaurena JM, Pérez-Caballero R, Pita A, Pardo C, Monzón D, Pérez R, et al. Neonatal aortic arch surgery on by-pass. Cir Cardiovasc [Internet]. 2021;28(1):8–13. DOI: 10.1016/j.circv.2020.10.012
4. Curzon CL, Milford-Beland S, Li JS, O'Brien SM, Jacobs JP, Jacobs ML, et al. Cardiac surgery in infants with low birth weight is associated with increased mortality: Analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Database. J Thorac Cardiovasc Surg. 2008;135(3):546–51. DOI:10.1016/j.jtcvs.2007.09.068
5. Centella Hernández T, Stanescu D, Stanescu S. Atresia pulmonar con comunicación interventricular. Cir Cardiovasc. 2014;21(2):132–7. DOI:10.1016/j.circv.2014.02.003
6. Cerro M, Mendez MD. Protocolo de perfusión pediátrico. Rev Española Perfus. 2009;(47):5–27.
7. Rey J, Ramchandani BK, Gonzalez-Rocafort Á, Sánchez R, Polo L, Lamas MJ, et al. Neonatal cardiac surgery: Does weight matter? Cir Cardiovasc [Internet]. 2021;28(1):23–8. DOI:10.1016/j.circv.2020.12.004
8. Kreutzer C, Klinger DA, Bariero S, Musante G, Siaba A, Iolster T, et al. Experiencia inicial en la cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea en recién nacidos prematuros con un peso menor de 2.500 gramos. Rev Argent Cardiol. 2010;78(1):12–6.

Figura 1. Oxigenador infantil

En esta Imagen en la izquierda se observa el oxigenador D101 Dideco™ (LivaNova, LDN, UK), utilizado en pacientes pediátricos y el oxigenador Neonatal Kids D100 Dideco™ (LivaNova, LDN, UK), utilizado en este caso (derecha).

Figura 2. Anatomía prequirúrgica

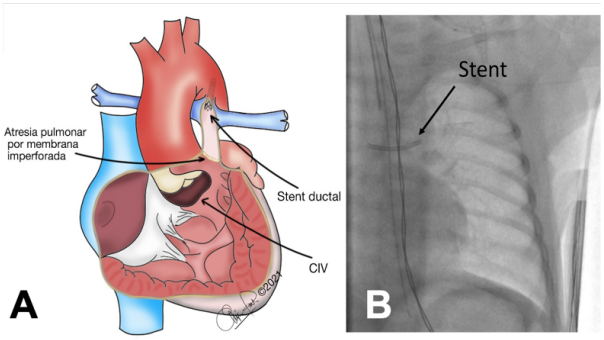


Figura 2. A Esquema de la anatomía intraoperatoria. Se objetiva una atresia valvular pulmonar por membrana imperforada sin flujo anterógrado. Hipoplasia marcada del tronco pulmonar y ramas pulmonares confluentes pequeñas. Ductus arterioso permeable con un stent coronario de 3x15 mm no expandido in situ. CIV (comunicación interventricular) perimembranosa grande. Ventrículo derecho tripartito muy hipertrófico. **B.** Fluoroscopia mediastínica en AP (proyección anteroposterior), donde se observa stent suelto en el interior del ductus arterioso.

Figura 3. Resultado postquirúrgico

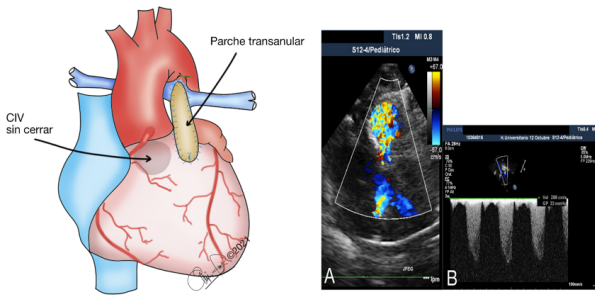


Figura 3. Esquema de la reparación realizada. Ampliación controlada (4 mm de diámetro) del tracto de salida del ventrículo derecho con parche transanular de pericardio bovino (hemicorrección), dejando la CIV abierta. Para este tipo de corrección, el TSVD debe quedar parcialmente restrictivo. **Imagen 3A** Ecocardiografía transtorácica con doppler color sobre el TSVD. Se observa aceleración del flujo desde el infundíbulo que se extiende hasta el tronco pulmonar (TP). Ambas ramas pulmonares presentan flujo laminar. En 3B, doppler pulsado sobre el TP donde se registra un gradiente máximo (pico) de 32 mmHg. Este gradiente es fundamental para proteger al pulmón y frenar el hiperaflujo secundario a una CIV amplia no cerrada (hemicorrección).

Surgical Perfusion

Multiple solutions

Advanced surgical perfusion components were used successfully for millions of cardiopulmonary bypass procedures worldwide each year. The Getinge heart-lung perfusion system is part of an established, comprehensive cardiac surgery suite portfolio, ensuring compatible solutions.

www.getinge.com

GETINGE

Traslado en helicóptero de paciente pediátrico en ECMO.

Helicopter transport of pediatric ECMO.

Resumen / Abstract

Introducción: El transporte aéreo medicalizado en helicóptero del paciente crítico en ECMO es una de opciones disponibles en la actualidad. Por eso, hay de conocer las ventajas e inconvenientes del tipo de transporte con este dispositivo, así como tener conocimiento de los cambios fisiológicos que puede experimentar el paciente, el comportamiento del oxigenador en cuanto al intercambio gaseoso por la altitud y el control de la temperatura durante el traslado.

Descripción caso : Paciente de 3 años de edad con el diagnóstico de neumopatía intersticial proliferativa de la infancia que se decide traslado en helicóptero para trasplante pulmonar desde Málaga a Barcelona. Previo al traslado se implantó una ECMO veno arterial de acceso cervical conectada a oxigenador Lilliput 2® y campana Pedivas® con circuito de 1/4. Se creó un protocolo junto con el resto del equipo multidisciplinar. La tarde anterior se realizó visita previa al helicóptero para revisar y planificar la colocación de los distintos elementos de la ECMO así como la disposición de los profesionales durante el traslado. Se preparó un maletín de traslado con todo el material necesario por duplicado en caso de emergencia y un pequeño maletín, donde iba el material que iba a ser usado durante el vuelo. Se colocaron alargaderas, en posición de P2 y P3 para extraer analíticas, dado que la movilidad era muy reducida dentro de la cabina. El traslado se efectuó sin incidentes.

Discusión: La revisión del helicóptero previa al traslado es fundamental para valorar posibles necesidades o problemas. La realización de analíticas seriadas, tanto arteriales como venosas son imprescindibles para valorar los parámetros analíticos del niño, así como el comportamiento del oxigenador. Una adecuada posición de los profesionales dentro del helicóptero es básica para el control de la ECMO y del paciente

Palabras clave: ECMO pediátrica; traslado; helicóptero.

Introduction: The medicalized air transport by helicopter of the critical patient in ECMO is one of the options currently available. Therefore, it is necessary to know the advantages and disadvantages of the type of transport with this device, as well as to have knowledge of the physiological changes that the patient may experience, the behavior of the oxygenator in terms of gas exchange by altitude and temperature control during the transfer.

Case description: man, 3-year-old patient with a diagnosis of childhood proliferative interstitial lung disease who decided to transfer by helicopter for lung transplantation from Malaga to Barcelona. Prior to transfer, a cervical access arterial venous ECMO was implanted. A protocol was created together with the multidisciplinary team. The previous afternoon, a previous visit to the helicopter was made to review and plan the placement of the different elements of the ECMO as well as the professionals disposition during the transfer. A briefcase was prepared with all the material, duplicate in case of emergency and a small briefcase, where the material that was going to be used during the flight would go. Extension were placed in the P2 and P3 positions to extract analytics because mobility was very reduced inside the cabin. The transfer was carried out without incident.
Discussion: The review of the helicopter prior to the transfer is essential to assess possible needs or problems. Carrying out arterial and venous gases are neccesary to assess the analytical parameters of the child, as well as the behavior of the oxygenator. Inside the helicopter the professionals position is basic for the control of the ECMO and the patient.

Keywords: Pediatric ECMO; transfer; helicopter

María Luz Recio Recio
Enfermera Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga

Carlos Casado Sánchez
Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga

Miguel Carlos González Perales
Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga

Cristina Arcos von Haartman
Enfermera UCIP
Hospital Regional Universitario de Málaga

José Miguel García Piñero
Supervisor UCIP
Hospital Regional Universitario de Málaga

Antonio Cabrera López
Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga

Francisco Vera Puente
Cirujano Cardiaco Infantil
Hospital Regional Universitario de Málaga

Antonio Morales Martínez
Intensivista Infantil
Hospital Regional Universitario de Málaga

Juan Carlos Santos Palomino
Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga

Juan Carlos Santos Palomino
Av. Carlos Haya s/n, 29010, Málaga
jcarlos.santos.sspa@juntadeandalucia.es

Recibido: septiembre 2020
Aceptado: abril 2021
https://doi.org/10.36579/rep.2020.70.4

Introducción

La introducción en nuestro país del uso de los distintos tipos de soporte vital extracorpóreo (SVE), ya sean oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) o asistencias ventriculares, ha sido lenta y desigual entre los distintos centros. Pero la realidad se ha impuesto y son técnicas que se usan de un modo habitual en el entorno hospitalario, llegando al uso como alternativa en parada cardiorrespiratoria[1], tanto dentro como fuera del hospital, como ya se hace en otros países[2].

La ECMO se usa como terapia de apoyo para pacientes con insuficiencia cardiaca y/o pulmonar refractaria a las medidas de apoyo convencionales. Esto en realidad puede ocurrir en cualquier centro que tenga una Unidad de Cuidados Intensivos, tanto de niños como de adultos, pero puede darse el caso que no dispongan de un programa ECMO dentro del hospital. En condiciones normales, ese paciente puede ser trasladado a un centro ECMO siempre y cuando la situación del mismo lo permita. Si la situación es crítica, un equipo ECMO puede desplazarse e implantarla, realizando posteriormente el traslado al centro de referencia (lo que se conoce como un traslado primario). También puede ocurrir que un centro ECMO no disponga de programas de trasplantes de corazón y/o pulmón, de manera que algunas ECMO o asistencias sean puestas inicialmente para la recuperación del paciente[3], y si esto no ocurre, puede existir la opción de trasplantar el órgano dañado, por lo que sería susceptible de traslado para el mismo (traslados secundarios). No podemos olvidar que con la situación actual los traslados han aumentado con la ECMO veno-venosa en pacientes COVID, donde habitualmente, debido a la sectorización y gravedad de los mismos, el equipo ECMO se ha desplazado para la implantación y traslado[4].

Las recomendaciones de la Extracorporeal Life Support Organization (ELSO), con respecto a la distancia son de un máximo de 400 km para transporte terrestre, hasta 650 km de trasporte en helicóptero y por encima de esta última, en avión[5]. En la Comunidad Autónoma de Andalucía ningún hospital se encuentra a más de 250 Km de un centro ECMO por lo que habitualmente cuando se necesita un traslado de cualquiera de los dos tipos siempre han sido terrestres mediante ambulancias de críticos pero no especializadas para ECMO. De hecho, en nuestro centro tenemos experiencia en varios traslados tanto de pacientes pediátricos como adultos, con protocolos establecidos para los mismos. En el presente estudio, mostramos nuestra experiencia en el primer traslado en helicóptero en España de un paciente pediátrico en ECMO desde el Hospital Materno Infantil de Málaga al Hospital Valle Hebrón de Barcelona.

Caso clínico

Varón de 3 años y 7 meses, con 12 kg de peso y diagnóstico de neumopatía intersticial proliferativa de la infancia. Tras la realización de una biopsia se produce neumotórax con fuga pulmonar, que no mejora con tratamientos habituales. Se contacta con el Hospital de Valle Hebrón de Barcelona, por tener una unidad de esta patología, como candidato a trasplante pulmonar. Tras la aceptación, solicitan que el niño sea traslado con SVE, por lo que se inician rápidamente las gestiones intra y extrahospitalarias. Se planteó un transporte aéreo porque la distancia no era asumible en un transporte terrestre (770 km). Dentro del transporte aéreo, la gestión más rápida era la del helicóptero, que finalmente fue la que se realizó.

Antes del transporte se realizaron varias reuniones multidisciplinares que incluía el equipo de críticos pediátricos (director de la UGC, jefe de servicio, médico adjunto responsable del transporte, supervisor de enfermería y enfermera responsable del transporte), equipo de Cirugía Cardiovascular, la Unidad de Perfusión y equipo de transporte (médico responsable de la aeronave durante el transporte). Siguiendo las recomendaciones de la Estrategia para la Seguridad del Paciente, se adaptó el checklist que se tenía protocolizado para transporte terrestre. Este tenía un carácter cronológico, había una primera parte de control de la planificación y una segunda parte de control del procedimiento. Previamente se establecieron las responsabilidades generales de cada profesional que iba a participar en el transporte, para posteriormente definirlas y detallarlas por apartados. Cada profesional fue responsable de su material. En el caso de la enfermera de UCIP, contó con el apoyo y control del supervisor de enfermería, quien proporcionó en los días previos todo el material necesario garantizando la duplicidad de éste para evitar contratiempos en caso de que fuera necesario. De igual manera, dos perfusionistas se encargaron del material ECMO y todo lo relacionado con él.

Finalmente se decidió la implantación de una ECMO venoarterial. Se realizó canulación cervical, con acceso por vena yugular derecha y arteria carótida derecha. Se usó una consola Levitronic® con bomba centrífuga Pedivas®, oxigenador Lilliput 2® y circuito con tubos de ¼.

El niño estaba ventilado con tubo endotraqueal de 4,5 mm con balón y tenía un drenaje pleural apical derecho. Para el transporte se retiró el sistema de medición Pleurevac® y se colocó dispositivo de válvula para garantizar la estanqueidad. Tenía colocada una sonda nasogástrica abierta a bolsa y sonda transpilórica sin aporte nutricional; una sonda vesical de 8 Fr con balón; una vía arterial femoral derecha, canalizada con catéter arterial 3 Fr de 8 cm; y una vía venosa femoral izquierda, con un catéter de 3 luces.

Se solicitó que el helicóptero viniese la tarde anterior

para realizar el contacto con la tripulación y el médico intensivista del aparato, así como para una inspección completa que nos permitió: conocer la dotación del mismo y sus características técnicas para decidir los distintos dispositivos que teníamos que llevar y de cuales disponía el helicóptero; valorar la disposición de sistemas de monitorización y ECMO dentro del habitáculo; y determinar la posición del niño y de los 5 profesionales en torno a él (Figura 1). La aeronave era un AgustaWestland AW-139 (Imagen 1). El equipamiento del mismo era: Ventilador Hamilton T1, Monitor con desfibrilador, camilla AEROLITE y 4+2 bombonas de O_2 con conectores tipo ANFOR. El sistema de gases del helicóptero solo permitía la administración de O_2 (comprobamos que la presión de salida era de 4 bares), aun así decidimos suprimir la botella de aire y el mezclador de gases (aunque finalmente la llevamos en un compartimento posterior, y no usamos) y llevar una FiO_2 del 100% durante el traslado, ya que el niño en ECMO estaba en un 80%. Tras la visita se completó el protocolo con las necesidades surgidas durante la misma.

Se acordó inicialmente con la tripulación hacer un vuelo por la costa para mantener un altura de 1500 pies (457 m) siendo obligatoria una parada en la base Muchamiel de Alicante para repostar. Se comprobó que la movilidad durante el vuelo era prácticamente imposible, sólo existía espacio para moverte dentro del asiento, pero no para levantarse.

Para el traslado se dispuso del analizador de sangre i-STAT® con cartuchos CG4+ y CG8+ para el control de gases sanguíneos, parámetros hematológicos y bioquímicos, y del Hemocrom Signature Élite® con cartuchos ACT-LR para el tiempo de coagulación activado (TCA).

Para el transporte se preparó un Monitor Philips® IntelliVue X2 de transporte: con medición de la frecuencia cardiaca; frecuencia respiratoria; saturación arterial de oxígeno en ambos miembros superiores; y presión arterial invasiva y no invasiva, así como, un Monitor Invos® para medición de la saturación cerebral. Se eliminó para el transporte la monitorización del Índice Biespectral (BIS).

La mañana del traslado dos perfusionistas se encargaron de la preparación y de la realización del transporte. Un perfusionista se encargó de la comprobación de todo el material, de la preparación de la mochila de traslado y de un maletín de uso rápido durante el vuelo en el que se llevaba: gasas, spray de clorhexidina, jeringas, cartuchos de gases y TCA y jeringas de lavado precargadas. También se ocupó del traslado en otra ambulancia de todo el material, y de la instalación del mismo en el helicóptero. El otro perfusionista asumió el traslado del niño.

Desde el primer momento se usó la camilla del helicóptero, para facilitar los diferentes cambios: hospital de salida, ambulancia, helicóptero, ambulancia, hospital de llegada. Se decidió no llevar el intercambiador de calor en la ambulancia porque el trayecto era corto y así tenerlo preparado en el helicóptero. Una vez en el helipuerto, los perfusionistas y el personal de UCIP se encargaron del posicionamiento de la camilla con el niño (Imagen 2) y la distribución de la ECMO, con todos sus elementos dentro del espacio, además se habían conectado alargaderas en P2 (lado venoso) y P3 (lado arterial) para facilitar la extracción de muestras durante el vuelo, debido a la escasa movilidad disponible (Imagen 3). Por otro lado, el equipo de intensivos se encargó de la monitorización, de la ventilación mecánica y de las bombas con diferentes perfusiones, así como, la preparación de una pequeña nevera con hemoderivados, ante una posible necesidad durante el transporte.

Trascurrieron 45 minutos desde la llegada del niño en la ambulancia hasta el despegue, el cual ocurrió a las 10:45 h. Se le protegió con unos cascos para minimizar la contaminación acústica dentro del helicóptero. La comunicación dentro se hacía a través del micrófono que llevaban los cascos aislantes. El médico del helicóptero debía tener una posición determinada, ya que servía de contacto entre nosotros y los pilotos. Se acordó con la tripulación, reducir el tiempo de vuelo, elevando la altitud del mismo a 5000 pies (1524 m) trazando así una línea recta Málaga-Alicante, pasando por Granada. También fue inesperado no disponer de corriente eléctrica hasta que el motor no se ponía en marcha, por lo que el intercambiador de calor no estaba operativo. Por otra parte, el motor no se podía poner en marcha mientras las puertas estuvieran abiertas y los profesionales transitando dentro y fuera del aparato. Se colocó un sensor de temperatura en la espalda del niño y este marcaba 30,5ºC en el momento que pudimos poner el intercambiador en marcha, produciéndose una ligera pérdida de agua debido a la dificultad de conexión por el escaso espacio.

Durante el vuelo se realizaron diferentes controles analíticos, que se pueden ver en la tabla I. Antes de despegar se hizo el primero y se observó una PCO_2 arterial baja, por lo que se bajó el flujo de gas, en ese momento, observamos que el caudalímetro de oxígeno del helicóptero solo tenía la opción de bajar de litro en litro, no permitiendo valores intermedios, lo cual en un adulto no es excesivamente importante, pero no así en un niño.

En los primeros minutos del vuelo, no se produjo la optimización esperada de la temperatura, a la vez que el niño presentó una elevación de la tensión arterial (TA) y bradicardia, que precisó de drogas vasoactivas. Se revisó el intercambiador y no estaba recirculando por el oxigenador por falta de nivel de agua, esta se repuso inmediatamente y comenzó el recalentamiento del niño, de forma que se pudo retirar la medicación para tratar la TA.

La segunda analítica se realizó a 5000 pies de altura y se observaron que la PCO_2 arterial seguía baja y que la PO_2 había disminuido a la mitad sin cambios en la FiO_2 (tabla I), por lo que se disminuyó el flujo de gas al mínimo, 1 lpm.

En la parada técnica en Alicante, el helicóptero se co-

nectó a un generador nada más aterrizar que garantizaba el suministro eléctrico con el motor apagado. Se volvió a realizar un control, ya en normotermia, con unos valores normales en los gases, pero al presentar un hematocrito de 28%, el intensivista decidió administrar hematíes (120 ml), mientras se completaba el repostaje y revisión de la nave. A partir de ese punto, el vuelo se haría en línea recta a Barcelona, a una altura entre 1500-2000 pies. Se hicieron dos controles analíticos más durante ese tiempo, realizando los ajustes correspondientes.

Discusión

El resultado ha sido óptimo y adecuado, pues el objetivo de traslado del niño sin graves incidentes se cumplió. No se puede perder de vista que se ha realizado en unas condiciones nuevas y desconocidas, por lo que podemos considerarlo como un gran logro del trabajo en equipo. Una semana más tarde todo el equipo tuvo una sesión de evaluación donde se aportaron los problemas surgidos y aquellos aspectos que eran susceptibles de mejora, que detallamos a continuación.

Una actividad necesaria y fundamental fue la visita en la tarde anterior para la valoración del equipamiento, del espacio interior y de la distribución tanto del personal como del aparataje. Decidimos cual era la mejor disposición del niño en la camilla, y su orientación dentro del habitáculo y la colocación de los distintos profesionales en él. En esta última decisión pensamos que se cometió un error. En realidad, los dos profesionales que van a realizar más actividades durante el vuelo son la enfermera de UCIP y el perfusionista. Este último estaba bien situado, pues tenía acceso a todo lo referente a la ECMO y la posibilidad de extraer analíticas, gracias a las alargaderas colocadas en P2 y P3. Sin embargo, en el debriefing defendimos que la enfermera debería de haber intercambiado el sitio con el cirujano cardiaco, ya que en esa posición hubiera tenido acceso a las bombas y al niño, con un mayor espacio para moverse. Mientras que los tres asientos juntos, dejaban muy poca posibilidad de maniobra y en el lugar que ocupaba, la enfermera no tenía acceso al niño, por lo que tuvo que solicitar que ejecutaran acciones como manejo de bombas, modificación en el ritmo de las drogas vasoactivas o programación de la administración de concentrado de hematíes. Además, ella necesitaba llevar mucho material y medicación, por lo que hubiera sido mejor que ocupase la posición posterior izquierda, pues entre el intercambiador y ella, hubiese tenido espacio para parte de ese material. Aparte de ir en el lugar adecuado, el equipo de perfusión acertó en preparar un pequeño maletín, con todo lo necesario para la realización de controles analíticos durante el vuelo, ya que abrir la mochila de transporte dentro era inviable. En la parada en Alicante, el perfusionista repuso todo el material que se había gastado durante la primera parte del trayecto, para poder continuar con los controles analíticos

El principal problema detectado en todo el traslado fue el descenso de temperatura del niño desde la salida de la UCIP hasta la primera media hora de vuelo, con repercusiones hemodinámicas tanto por la hipertensión arterial como por la bradicardia. Para que esto ocurriera, se dieron varias circunstancias, no fue un único motivo. El primero de ellos fue que de la visita del día anterior asumimos que el helicóptero tenía disponible corriente alterna siempre, la sorpresa fue que al colocar el intercambiador dentro y conectarlo a la red, este no funcionase. Ahí nos enteramos que con el motor apagado no había corriente eléctrica. Preguntamos a los técnicos de la ambulancia si tenían alargaderas de gran longitud, pero no disponían de ellas, ya que hubiera sido una buena solución. Pensando que disponíamos de corriente en el helicóptero, no usamos el intercambiador de calor en el traslado en ambulancia, ya que supusimos que ese tiempo no iba a ser largo. La realidad es que fue más de una hora desde la salida de UCIP a la nueva conexión. Esto hizo que la temperatura del niño descendiese más de lo deseado. También tuvimos en contra que era el mes de Enero, y aunque el niño estaba cubierto por una manta de aluminio, hubiera sido necesaria una mayor protección contra el frío, durante todo ese periodo. Por último, el incidente de la pérdida de agua impidió el funcionamiento del intercambiador de calor, aunque se solventó rápidamente, fue un motivo más que ayudó al enfriamiento del niño. Como medida preventiva, se podría monitorizar la temperatura en el oxigenador, con una detección inmediata de cualquier alteración en el intercambiador. Una vez que comenzó a funcionar, el niño recuperó la normotermia de forma rápida, retirando el apoyo vasoactivo y realizando el primer control analítico.

Otra cuestión que nos causó ciertas alteraciones en los parámetros analíticos fue el caudalímetro de oxígeno del helicóptero. La decisión de usarlo fue por eliminar la botella de aire comprimido y el mezclador de gases, que también hubiesen ocupado un espacio, y en realidad una FiO_2 del 100%, no se iba a diferenciar mucho del 80% que tenía la ECMO en UCIP, y en los traslados en ambulancia también se iban a realizar únicamente con O_2. Nos dijeron que tenían un caudalímetro y no tuvimos la precaución de evaluarlo, pues pensamos que era tipo Sechrist, pudiendo hacer un ajuste fino del flujo de gas, pero era tipo botella, donde la selección era de litro en litro, sin permitir ajustes intermedios. Para adultos esto no supone un gran inconveniente, pero en un niño con flujos de ECMO por debajo del litro, nos obligó a diferentes ajustes durante el vuelo. Igualmente estábamos sobre aviso de la posibilidad de la

alteración del intercambio de gases en el oxigenador con la altitud. Y aunque en un principio se decidió que fuese a 1500-2000 pies, donde la afectación es mínima, al final se subió a 5000 pies para acortar el tiempo de vuelo. Fue en esta altura cuando se realizó la primera analítica, donde tuvimos una disminución de la PO_2 casi a la mitad, sin perder de vista que la FiO_2 estuvo invariable todo el tiempo, pero aparte de ese rato, la PO_2 fue muy estable incluso a 1500-2000 pies de altura. No ocurrió lo mismo con la PCO_2, que no tuvo un buen control durante todo el vuelo, pasando de la hiperventilación en la parte inicial del mismo a mayor altura, a la hipoventilación en la segunda parte a una altura menor. A 5000 pies se produjo una hiperventilación (PCO_2: 24,8 mmHg), a pesar de haber disminuido el flujo de gas de 3 a 2 lpm antes del despegue, ya en recalentamiento y de haber incrementado el flujo de ECMO más de un 30% (de 0,7 a 0,92 lpm). Manifiestamente, esta altitud tuvo un efecto importante en el intercambio de gases del oxigenador, produciendo una hipoxemia y una hiperventilación, estando ambas situaciones contempladas tras el asesoramiento que tuvimos previo por personal especializado. En la parada técnica de Alicante, los gases sanguíneos fueron los más cercanos a los esperados, pero en los controles de la segunda parte del vuelo, la PCO_2 volvió a descontrolarse pasando a 59,3 mmHg, subiendo el flujo de gas a 2 lpm y bajando de nuevo a 29,3. Por lo que pensamos que hubiera sido necesario usar un flujo de gas intermedio, lo que nos hubiese permitido unos mejores ajustes de la PCO_2 durante todo el traslado. No obstante, evaluando la situación a posteriori, viendo que el helicóptero hubiera soportado un mayor consumo eléctrico, nuestra recomendación sería el uso de algún dispositivo de gases en línea que permitiera un ajuste más rápido y preciso de los parámetros ventilatorios de la ECMO.

Otro pequeño inconveniente fue la difícil visualización de algunos monitores, incluida la consola de la ECMO, por la luminosidad dentro de la cabina, ya que era un día muy soleado y las ventanillas no estaban protegidas, ni tenían ningún tipo de filtro. Así que sería otro tema a mejorar.

Como conclusión, aparte de ser la primera experiencia a nivel nacional de traslado pediátrico en helicóptero en ECMO, y de pequeños incidentes relacionados principalmente con la inexperiencia y un entorno desconocido, entendemos que ha sido fundamental una organización y planificación multidisplicinar para llevar a buen fin el traslado de este niño.

Conflicto de intereses

Los autores no presentan conflicto de intereses

Identificación ORCID

María Luz Recio Recio: orcid.org/0000-0003-2024-0303
Carlos Casado Sánchez: orcid.org/ 0000-0002-5736-1558
Miguel Carlos González Perales: orcid.org/0000-0002-9638-0612
José Miguel García Piñero: orcid.org/ 0000-0001-6646-069X
Antonio Cabrera López: orcid.org/ 0000-0002-7967-4336
Francisco Vera Puente: orcid.org/0000-0002-1403-0468
Antonio Morales Martínez: orcid.org/0000-0002-2226-271X
Juan Carlos Santos Palomino: orcid.org/0000-0002-5543-8312

Bibliografía

1. Moreno MA. Oxigenación con membrana extracorpórea en parada cardiaca refractaria: resultados clínicos. Rev Esp Perfusion.2020;69:39-44. doi:10.36579/rep.2020.69.5
2. Bartos JA, Frascone RJ, Conterato M, Wesley K, Lick C, Sipprell K, et al. The Minnesota mobile extracorporeal cardiopulmonary resuscitation consortium for treatment of out-of-hospital refractory ventricular fibrillation: Program description, performance, and outcomes. EClinicalMedicine. 2020 Dec;29–30:100632. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100632. PMID: 33437949
3. Fletcher-Sandersjöö A, Frenckner B, Broman M. A Single-Center Experience of 900 Interhospital Transports on Extracorporeal Membrane Oxygenation. Ann Thorac Surg. 2019;107(1):119–27. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.07.040. PMID: 30240763.
4. Sen A, Blakeman S, DeValeria PA, Peworski D, Lanza LA, Downey FX, et al. Practical Considerations for and Outcomes of Interfacility ECMO Transfer of Patients With COVID-19 During a Pandemic: Mayo Clinic Experience. Mayo Clin proceedings Innov Qual outcomes. 2021 Apr;5(2):525–31. doi: 10.1016/j.mayocpiqo.2021.02.004. Epub 2021 Mar 3. PMID: 33686378
5. Brechot N, Fan E, Pellegrino V, Brodie D. ELSO Guidelines for ECMO Transport [Internet]. Elso. 2015. Available from: https://www.elso.org/Portals/0/Files/ELSO GUIDELINES FOR ECMO TRANSPORT_May2015.pdf

LivaNova

Health innovation that matters

BI-FLOW™

Bidirectional Femoral Arterial Cannula

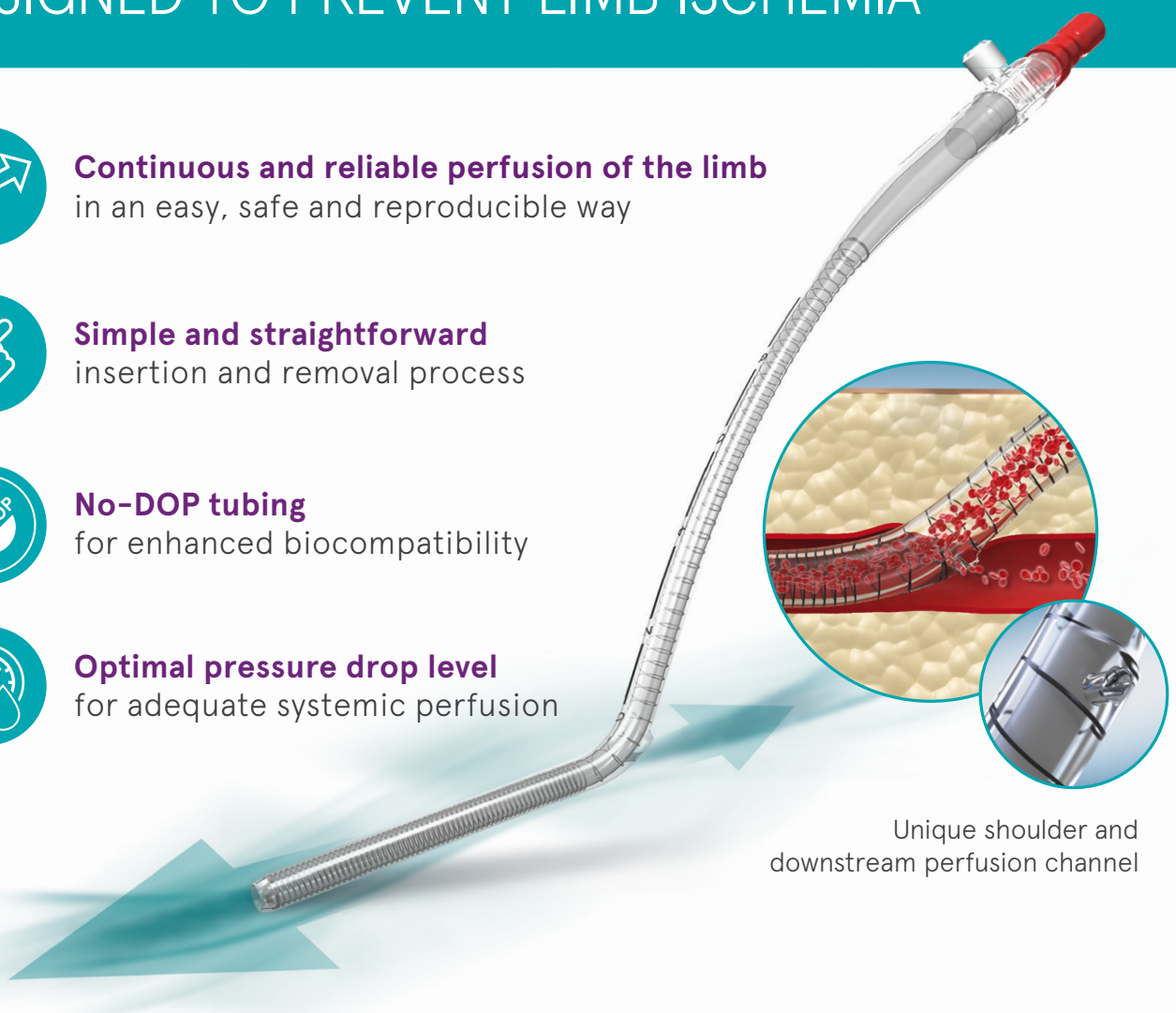
THE ONLY ARTERIAL CANNULA DESIGNED TO PREVENT LIMB ISCHEMIA

Continuous and reliable perfusion of the limb
in an easy, safe and reproducible way

Simple and straightforward
insertion and removal process

No-DOP tubing
for enhanced biocompatibility

Optimal pressure drop level
for adequate systemic perfusion



Unique shoulder and
downstream perfusion channel

Bidirectional perfusion, in one unique cannula

www.livanova.com

ETHICAL COLLABORATION IN HEALTHCARE CERTIFIED
Licensed by Eucomed

IM-02512 A

Figura 1. Distribución del personal y del aparataje dentro del helicóptero

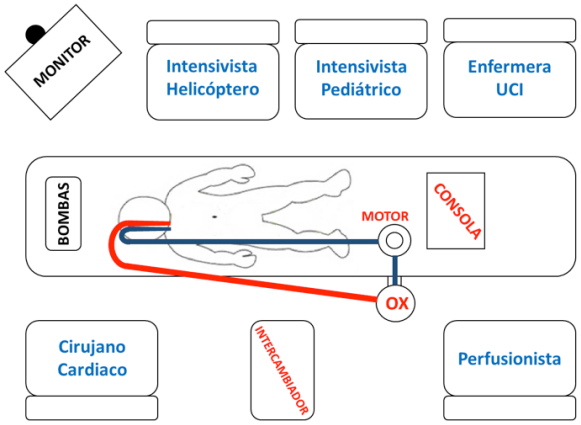


Imagen 1. Helicóptero AgustaWestland AW-139

Imagen 2. Introducción en la cabina del helicóptero

Imagen 3. Alargaderas para la extracción de muestras

Tabla I. Datos analíticos durante el vuelo

	PRE VUELO	VUELO	ALICANTE	VUELO	VUELO
HORA	10:40	11:25	12:20	13:20	14:20
Altura Pies	0	5000	0	1500	2000
Flujo ECMO	0,7	0,92	1,12	1,06	0,92
Revoluciones	4000	4000	4000	4000	4000
FiO_2	1	1	1	1	1
Flujo Gas	3	2	1	1	2
TAM	110	70	60	54	80
FC	60	66	89	133	94
HTO	32	30	28	30	28
pH arterial	7,66	7,69	7,47	7,34	7,49
PCO_2 arterial	28,6	24,3	42,5	59,3	29,8
PO_2 arterial	269	125	208	239	181
SaO_2	100	100	100	100	100
HCO_3 arterial	32,5	29,5	31	31,9	22,8
EB arterial	12	9	7	6	-1
pH venosa	7,55	7,52	7,39	7,32	7,42
PCO_2 venosa	32,4	34,7	46,6	51,8	43,2
PO_2 venosa	38	30	40	48	41
SvO_2	81	65	75	79	77
HCO_3 venosa	28,9	28,4	28,5	26,7	28,2
EB venosa	7	6	4	1	4
Glucemia	118	128	105	123	103
Láctico	0,73	1,33	1,55	0,93	0,79
TCA		191	163	164	159
Tª	30,5	32,1	35,4	36	35,4
Na^+	142	141	142	141	145
K^+	2,5	2,9	3,8	3,7	2,8
Ca^{++}	1,26	1,2	1,27	1,33	1,1

TAM: tensión arterial media; FC: frecuencia cardiaca; HTO: hematocrito; TCA: tiempo de coagulación activada; Tª: temperatura; Na: sodio; K: potasio; Ca: calcio

TERUMO

UV Treo™

Advanced Temperature Management System

- ✓ Validated cleaning protocol*
- ✓ No aerosolization
- ✓ Intergrated UV sanitization

For futher information please contact your local Sales Representative

* 6 log reduction (99.9999% reduction): Pseudomonas Aeruginosa
4 log reduction (99.99% reduction): M. Chimera

©2020 Terumo Europe NV. CV279GB-0320 OB-I(03.20)E
Terumo® is a registered trademark of Terumo Corporation. UV Treo™ is a trademark of Gentherm Medical, LLC.
Manufactured by Gentherm Medical, LLC. 12011 Mosteller Road, Cincinnati, OH 45241

www.terumo-europe.com

TE INVITAMOS A PARTICIPAR EN EL

II CONGRESO LATINOAMERICANO DE PERFUSIÓN

Costa Rica, Septiembre 16 al 18 de 2021

ALEXEI SUÁREZ RIVERO[1], ALILENY PÉREZ ALEMAN[2].

1 .Presidente Consejo Científico. Editor Jefe Revista En Bomba.
2. Presidente Asociación Latinoamericana de Perfusión.

Estimados colegas la Asociación Latinoamericana de Perfusión siempre comprometida con la formación contínua, la preparación profesional y los más altos estándares científicos. Se complace en poder invitarles a participar de su II Congreso Latinoamericano de Perfusión. En esta ocasión dedicado a la "Perfusión basada en la evidencia científica". La diversidad de la práctica profesional en nuestro continente proporciona un escenario atractivo, desde el punto de vista científico, con la capacidad de contribuir de forma positiva a la producción investigativa, no solo regional, sino internacional. Es por ello que consideramos este segundo congreso como un paso importante hacia la consolidación de la práctica profesional de la perfusión en Latinoamérica.

Dentro de las principales líneas de trabajo de ALAP, se encuentra el potenciar la necesaria colaboración en las diferentes sociedades científicas y profesionales, ya no solo de la región, sino también de todo el mundo. Es por ello que desde el I Congreso se logró concretar la firma de un convenio de colaboración entre la Sociedad Española de Perfusión y la Latinoamericana. Esta colaboración se ha materializado a través la organización de webinars conjuntos, de gran beneficio para nuestros profesionales; publicaciones en nuestra revista y la inclusión de profesionales de ambos países en los Consejos Editoriales de las revistas de ambas asociaciones.

En esta ocasión la hermosa ciudad de San José, en Costa Rica, será la anfitriona de este evento. Un país con una de las floras y faunas más diversas del mundo. Conocido por poseer en su pequeña superficie el (0,03% de la superficie terrestre mundial), el 6% de la biodiversidad del planeta. Con el 52,4% del total de la superficie del país cubierta de bosques.

Para incluir este increíble escenario natural hemos decidido realizar nuestro congreso en el Hotel Marriot Hacienda Belen. Un hotel ubicado en un entorno natural tipo hacienda con amplias zonas de áreas verdes y espacios abiertos. Que son muy apropiados para los momentos actuales que se viven a causa de la pandemia COVID-19. Sin renunciar al confort y las necesidades de acomodación de nuestros participantes. Hemos implementado un protocolo de bioseguridad estricto para garantizar la seguridad de nuestros participantes.

La recepción de sus trabajos originales de investigación se encuentra abierta tanto en formato de ponencia oral libre, como en posters. Los envíos pueden realizarlo a través del correo: info@congresoalap.com

Las normas para la presentación de trabajos así como la plataforma para registro se encuentra en el siguiente enlace: www.congresoalap.com

Esperamos contar con su participación para el enriquecimiento de este congreso, los esperamos en San José.

LivaNova

Health innovation that matters

That's why.

CONNECT.

OVER 20 YEARS OF EXPERIENCE IN ELECTRONIC PERFUSION DATA MANAGEMENT. MORE YEARS FOR NEW HORIZONS.

www.livanova.com

ETHICAL COLLABORATION IN HEALTHCARE CERTIFIED

Licensed by ABHI

For professional use. See Instruction For Use in the LivaNova conference booth for full prescribing information, including indications, contraindications, warnings, precautions and adverse event.

IM-01893 B