

Revista Española de Perfusión

NÚMERO 65

SEGUNDO SEMESTRE 2018

ESPECIAL DIFUSIÓN
TRABAJOS PREMIADOS EN EL XX CONGRESO NACIONAL
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PERFUSIONISTAS

DIFUSIÓN

La cirugía del aneurisma
toracoabdominal:
un desafío multidisciplinar

DIFUSIÓN

Primer trasplante cardiaco infantil ABO
incompatible. Una realidad en España

DIFUSIÓN

«Total Body Perfusion»: un paso más en
la cirugía de arco infantil



Asociación
Española de
Perfusionistas

Editorial

- 3** Editorial
Juan Carlos Santos, Editor jefe

Difusión

- 11** La cirugía del aneurisma toracoabdominal: un desafío multidisciplinar
García-Montesinos I, García-Montesinos B, González JM, González MT, Toribio E, Calvo M
- 13** Primer trasplante cardiaco infantil ABO incompatible. Una realidad en España
Ramírez B, Zamorano JA, Pérez R, Fuentes JR, Gil JM, Camino M
- 21** «Total Body Perfusion»: un paso más en la cirugía de arco infantil
Zamorano JA, Pérez R, Ramírez B, Hidalgo I, Gil JM
- 29** Análisis comparativo multicéntrico de diferentes cardioplegias: Buckberg, Custodiol, Celsior y Del Nido
García R, Plasencia D, González JM, Fernández C
- 39** Circulación extracorpórea para la rehabilitación multimodal en cirugía cardíaca. Ultra fast-track
Soto MJ, Alabort D, Margarit JA, Hernández CE, Delas F

Agenda

- 46** 8th EuroELSO Congress
- 47** 18th European Congress on Extracorporeal Circulation Technology

Normas de publicación

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

EDITORIA ADJUNTA

Lucía Cobos González
revista@aep.es

COMITÉ EDITORIAL

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

María José Bautista Correa
Hospital Universitari de Bellvitge (L'Hospitalet de Llobregat)

Agustín Elías Fuentes
Hospital Reina Sofía de Córdoba

Francesc Gahete Santiago
Hospital Clínic de Barcelona

Miguel Ángel Parada Nogueiras
Complejo Asistencial Universitario de León

Benjamín Vázquez Alarcón
Hospital Quironsalud Albacete

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, 2018

Reservados todos los derechos.
Prohibida la reproducción total o parcial, gráfica o escrita, por cualquier medio,
sin la autorización escrita del Editor.

Depósito legal: B-25.383-90
ISSN 0211-2167

DISEÑO Y COMPOSICIÓN
Monipodio Co.

IMPRIME
Área Gráfica Emelar

Mirar al futuro

Juan Carlos Santos
Editor jefe



Según recogen los Estatutos de la Asociación Española de Perfusionistas uno de sus fines esenciales es la «promoción de toda actividad cultural, asistencial y científica» entre los socios; estableciendo para ello, entre otras cuestiones, el fomento de publicaciones y la investigación y estudio de todas las áreas relacionadas con la perfusión y la circulación extracorpórea. Por eso y para eso se creó esta revista y en esa línea han trabajado las distintas juntas directivas que hasta el momento ha tenido la AEP. Alcanzar la excelencia investigadora y fomentar las publicaciones siguen siendo también los objetivos fundamentales del nuevo equipo director de esta revista.

Todo nuestro entorno está en evolución continua, las tecnologías cambian y avanzan a velocidades que no somos capaces ni de imaginar; nos acercan a la formación y a la información de una forma vertiginosa y si a eso le sumamos la ilusión, la fuerza, las ideas e inquietudes de los nuevos compañeros que se van incorporando a nuestra profesión, tenemos un cóctel perfecto. Estas nuevas generaciones de perfusionistas son nuestro presente y nuestro futuro; ellos son los que tienen que continuar acrecentando el posicionamiento científico de nuestro colectivo, pensando siempre en la defensa y la, tan esperada, consecución de nuestra especialidad. Y ni los más jóvenes ni los que ya peinamos canas podemos obviar que para conseguir un reconocimiento oficial es fundamental tener un *corpus teórico* de primer nivel y mayor visibilidad, tanto en aspectos sociales como en aspectos científicos. En ambos hemos mejorado mucho en los últimos años. Y este nuevo equipo va a trabajar para que sigamos mejorando en la certeza de que eso redundará en nuestro beneficio, pero, también y sobre todo, en el de nuestros pacientes.

En los próximos meses vamos a poner en marcha una medida que venía siendo muy demandada por los compañeros desde hace tiempo: disponer de un motor de búsqueda en la web que permita encontrar cualquier artículo buscando por palabras clave, autores o temas. Todos los artículos de estos 39 años de existencia y 65 números con este podrán descargarse individualmente. Es básico que po-

damos revisar con mayor accesibilidad los trabajos ya realizados por perfusionistas a lo largo de estos años de Revista. Además estoy seguro de que dará una mayor difusión, ya que permitirá a otros compañeros, tanto de otras especialidades como de otros países, recoger nuestros estudios de manera más operativa.

Por otro lado, vamos a seguir trabajando para conseguir la indexación de la Revista en el mayor número de buscadores posible. No es un trabajo fácil, ni con resultados inmediatos, y para llegar a este objetivo tendremos que cumplir una serie de requisitos en cuanto a los artículos que publicamos. Además de las estrictas revisiones por pares, haremos correcciones y recomendaciones a la vez que las justificaremos, porque nunca se aprende más que enfrentándose por primera vez a la redacción de un artículo. La segunda, os lo garantizo, será mucho más fácil.

Ni que decir tiene que tanto este editor jefe como todo el equipo está abierto a todo tipo de consultas, peticiones de orientación o consejo, tanto para el diseño de un protocolo de investigación como para una evaluación inicial de un trabajo científico, sin olvidar los aspectos éticos. Para que no quede ninguna duda: en esta nueva etapa, queremos que la revista se convierta también en una herramienta de asesoramiento y formación, en la que las correcciones de los manuscritos sirvan a los autores no solo como recomendaciones, sino como pautas para futuros proyectos.

Ganas e ilusión no nos faltan. Ahora sólo nos queda contar también con las vuestras.

INSPIRE™



Reservorio de doble cámara

Recubrimiento PH.I.S.I.O.

Minimiza el impacto de la hemodilución

Opcional: Filtro arterial integrado de 38µm

Para una perfusión SIN LÍMITES **INSPIRE 8**
Para una perfusión OPTIMIZADA **INSPIRE 6**

INSPIRE™ START P

Reservorio monocámara y módulo oxigenante con recubrimiento PH.I.S.I.O.

INSPIRE™ DUAL PH.I.S.I.O.

Oxigenador de doble cámara con recubrimiento PH.I.S.I.O.

INSPIRE™ F DUAL PH.I.S.I.O.

Oxigenador de doble cámara con recubrimiento PH.I.S.I.O. y filtro arterial integrado

DIVISIÓN CIRUGÍA CARDÍACA

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

Síguenos en:   

Palex
60
1955 ANIVERSARIO 2015

La cirugía del aneurisma toracoabdominal: un desafío multidisciplinar

Primer premio
XX Congreso Nacional
Asociación Española de Perfusionistas
junio 2018

RESUMEN / ABSTRACT

Objetivo: El abordaje quirúrgico de los aneurismas toracoabdominales es agresivo y requiere el control de la aorta torácica y abdominal. Su incidencia es baja y la complicación más grave es la paraplejía y mala perfusión visceral. El objetivo de este estudio es describir nuestra experiencia y protocolo de perfusión para protección medular, renal y visceral.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional retrospectivo de pacientes intervenidos de aneurisma de aorta toracoabdominal entre enero de 2010 y marzo de 2018, siguiendo el mismo protocolo de monitorización, posición, heparinización, temperatura, perfusión y protección medular en todos los casos.

Resultados: Se han llevado a cabo en nuestro centro 6 casos de cirugía de aneurisma de aorta toracoabdominal. De todos ellos, uno presentaba aneurisma toracoabdominal extensión II de Crawford y el resto fueron diagnosticados de extensión III de Crawford. Durante el postoperatorio inmediato fallecen 3 pacientes, siendo las causas de muerte, síndrome coronario agudo, necrosis hepática y shock séptico. El resto de los pacientes reciben el alta hospitalaria a su domicilio y continúan con sus revisiones de control ambulatorio.

Conclusiones: La planificación de la estrategia anestésica, quirúrgica, de perfusión y los cuidados postoperatorios son claves para mejorar la calidad y disminuir complicaciones. La cirugía de los aneurismas toracoabdominales tiene baja incidencia en porcentaje poblacional y alta complejidad, por lo que quizá, la sociedad quirúrgica debiera plantearse centros de referencia para concentrar casos y mejorar resultados.

Palabras clave: Aneurisma toracoabdominal. Derivación izquierda. Paraplejía.

The Thoracoabdominal Aneurysm's Surgery: A Multidisciplinary Challenge

Objective: The surgical approach of thoracoabdominal aneurysms is aggressive and requires control of the thoracic and abdominal aorta. Its incidence is low and the most serious complication is paraplegia and poor visceral perfusion. The study's objective is to describe our experience and perfusion protocol for spinal, renal and visceral protection.

Material and method: We performed a retrospective observational study of patients who underwent thoracoabdominal aortic aneurysm from January 2010 to March 2018, following the same protocol for monitoring, position, heparinization, temperature, perfusion and spinal cord protection in all cases.

Results: Six cases of thoracoabdominal aortic aneurysm surgery have been carried out in our center. Of these, one had a Crawford II extension thoracoabdominal aneurysm and the rest were diagnosed with Crawford extension III. During the immediate postoperative period 3 patients died, being the causes of death, acute coronary syndrome, hepatic necrosis and septic shock. The rest of the patients are discharged to their home and continue with their follow up.

Conclusions: The anesthesia, surgical, perfusion planning and postoperative care strategies are essential to improve quality and reduce complications. The thoracoabdominal aneurysms surgery has low incidence in population and high complexity, so perhaps, the surgical society should consider reference centers to concentrate cases and improve results.

Keywords: Thoracoabdominal aneurysms. Left bypass. Paraplegia.



Inmaculada García-Montesinos de la Peña
Grado en Enfermería
Perfusionista
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

Borja García-Montesinos de la Peña
Grado en Enfermería
Clínica Mompía, Santander

Jose Manuel González de la Guerra
Grado en Enfermería
Perfusionista
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

María Teresa González Acero
Grado en Enfermería
Perfusionista
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

Elena Toribio Rodríguez
Grado en Enfermería
Perfusionista
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

Marta Calvo Díez
Diplomada Universitaria Enfermería
Perfusionista
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

Inmaculada García-Montesinos de la Peña
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla
Servicio Cirugía Cardiovascular
Unidad de perfusión
Avda. Valdecilla, 25
39008 Santander
email: inmagarmon@hotmail.com

Recibido: julio de 2018
Aceptado: septiembre de 2018

INTRODUCCIÓN

El aneurisma toracoabdominal se define como una dilatación de la aorta con un diámetro de al menos un 50% mayor que el diámetro aórtico normal esperado en el hiato diafragmático, con grados variables de extensión torácica y abdominal¹. (Figura 1)

El abordaje quirúrgico de estos aneurismas es agresivo y requiere el control de la aorta torácica y abdominal, estando sujeto a multitud de variables no habituales. Cada caso debe individualizarse y requiere un estudio exhaustivo para la planificación de abordaje quirúrgico, estrategia anestésica y de perfusión.

Su incidencia es baja en porcentaje poblacional, representando menos del 10% del total de los aneurismas aórticos torácicos y está relacionada con causas degenerativas (80%), disección aórtica crónica (20%), Enfermedad de Marfan (5%), micóticos (2%) y aortitis (1%)²⁻⁵. Aunque su historia natural es poco conocida, existen factores que aumentan el riesgo de rotura como son la presencia de EPOC, edad elevada, dolor, diámetros aórticos máximos torácico-abdominal y velocidad de crecimiento^{6,7}.

La clasificación de Crawford establece cuatro tipos de aneurismas toracoabdominales basándose en su extensión^{3,8}:

- I: aorta torácica descendente, incluyendo su mitad proximal, y aorta abdominal suprarrenal.
- II: aorta torácica descendente, incluyendo su mitad proximal, y aorta abdominal supra e infrarrenal.
- III: aorta torácica descendente, incluyendo su mitad distal, y aorta abdominal supra e infrarrenal.
- IV: aorta abdominal completa desde el hiato diafragmático. (Figura 2)

La imagen es fundamental para el diagnóstico, manejo y control evolutivo de este tipo de aneurismas, siendo la tomografía axial computarizada (TAC) la prueba de imagen de referencia en estos casos⁹. (Figura 3)

El clampaje aórtico y la isquemia producen complicaciones relacionadas con la mala perfusión visceral y medular; siendo la paraplejía la complicación más grave, cuya incidencia oscila entre el 5% y el 40% según las series¹⁰.

Antiguamente la única protección medular y visceral estaba relacionada con la habilidad técnica del cirujano y la reducción de tiempos quirúrgicos¹¹. En la actualidad se han ido incorporando nuevas técnicas que permiten disminuir los riesgos que lleva asociados el clampaje de la aorta. La derivación izquierda y el clampaje secuencial de la aorta, permiten reducir el tiempo de isquemia medular y visceral durante la sustitución de la aorta torácica. La monitorización de la presión y drenaje de líquido cefalorraquídeo (LCR), el uso de potenciales evocados somatosensoriales y

motores junto con drogas que permitan disminuir el metabolismo neuronal, ayudan a mejorar el flujo sanguíneo medular disminuyendo así el riesgo de sufrir estas complicaciones¹⁰.

A pesar de estas medidas, la isquemia medular no es infrecuente y requiere un abordaje que incluya estrategias durante la intervención quirúrgica y el período postoperatorio.

El objetivo de este estudio es describir nuestra experiencia y protocolo de perfusión para protección medular, renal y visceral en la cirugía del aneurisma toracoabdominal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realiza un estudio observacional retrospectivo de los casos de reparación de aneurisma de aorta toracoabdominal realizados en el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla de Santander desde enero del 2010 hasta marzo del 2018.

Todos nuestros pacientes se incluyeron en el siguiente protocolo quirúrgico.

Monitorización: Índice biespectral (BIS) para controlar el grado de profundidad anestésica. Espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRS) para monitorización de la oximetría cerebral. Ventilación unipulmonar derecha¹², comprobando la tolerancia del paciente. El pulmón izquierdo no será ventilado hasta después de la administración de la protamina. Catéter epidural lumbar para administración de analgesia intra y postoperatoria². Controlando el dolor se favorece la extubación precoz y la eliminación de secreciones, reduciendo así el riesgo de infección respiratoria. Catéter intratecal lumbar conectado a sistema cerrado de drenaje externo de LCR^{5,8,12-16}. Para mantener una adecuada perfusión medular es necesario mantener una presión de LCR de 10 mmHg, ya que la presión de perfusión medular viene determinada por la diferencia entre la presión arterial media (PAM) y la presión de LCR. Catéter en arteria radial y femoral derecha para control invasivo de presión arterial sistémica². Palas de desfibrilación externas adhesivas². Catéter de Swan-Ganz y gasto cardíaco continuo para control de presiones pulmonares y de llenado ventricular. Control estricto de volemia utilizando vía central de alto flujo, sistemas de infusión rápida Bellmont® y recuperador celular Haemonetics®^{5,12,13}. (Figura 4). Ecografía transesofágica para control hemodinámico y de la función ventricular izquierda durante el pinzamiento aórtico^{5,12,13}. Manejo de la temperatura sistémica con termómetro esofágico, vesical y central a través del catéter de Swan Ganz, permitiendo una hipotermia máxima de 32°C durante la oclusión aórtica debido a su efecto protector

frente a la isquemia medular y visceral. Potenciales evocados somatosensoriales para valorar la posibilidad de lesión isquémica de la médula espinal¹⁰.

Posición quirúrgica²: Decúbito lateral derecho con el tórax a 60°. Rodillo bajo la unión toracoabdominal. Pelvis a 30°. Brazo derecho con antepulsión de 90° del hombro y flexión de 30° del codo. Brazo izquierdo en antepulsión de 90° y separación de 30° del hombro y flexión de 90° del codo. (Figura 5)

Heparinización / Protaminización¹¹: Heparina 1mgr/kg peso. Protamina 1mgr/kg peso.

Canulación/Circuito: Cánula de entrada a la bomba Polystan 24F, Maquet® en vena pulmonar izquierda u orejuela izquierda. Cánula de salida de bomba Polystan 21F, Maquet® en arteria femoral distal a la zona aneurismática. Circuito que permita conectar a la salida de la bomba una línea lateral con catéteres de oclusión-perfusión de 9F para perfundir el tronco celiaco y la arteria mesentérica superior. Rodillo con sistema de cardioplejia y módulo de hipotermia para perfundir selectivamente las arterias renales con catéteres de oclusión-perfusión de 9F.

Estrategia de Perfusión: Derivación izquierda con bomba centrífuga¹¹. Se inicia el bypass con un flujo de 500 ml/min que se va aumentando hasta conseguir un flujo objetivo de 1,5 l/min – 2,5 l/min¹ para mantener una PAM proximal y distal al clamp de 85-90mmHg. (Figura 6)

Protección visceral: Catéteres de oclusión-perfusión 9F conectado en la línea lateral de la derivación atrio femoral izquierda para perfundir sangre normotérmica a un flujo de 125 ml/min/vaso^{8,14,17} (tronco celiaco y arteria mesentérica superior). (Figura 7)

Protección renal: Canulación de arterias renales con catéteres de oclusión-perfusión de 9F que se conectan a un sistema de administración de cardioplejia con módulo de hipotermia. Perfusión selectiva de arterias renales a través de este sistema con solución cristaloide (Ringer Lactato, Manitol 12,5 g/l y metilprednisolona 125 mgr/l) a un flujo de 200-400 ml/min hasta alcanzar un volumen de 200 ml, de forma intermitente cada 6-10 minutos a una temperatura de 4°C a 6°C. (Figura 8)

Protección medular: Localización de los ostium permeables de las arterias intercostales y bloqueo de los mismos con catéteres de oclusión de 4F para evitar el fenómeno de robo medular. Reimplantación de todas las intercostales que sea posible de T8 a L1^{8,14,18}. El mantenimiento de una PAM 85-90 mmHg y el drenaje de LCR regulado a una presión de 10 mmHg^{5,8,12-16} permite mantener una presión de perfusión medular adecuada. (Figura 9). Control del drenaje del LCR durante tres días en el postoperatorio.

RESULTADOS

Desde Enero de 2010 a Marzo de 2018 se han llevado a cabo en nuestro centro 6 casos de cirugía de aneurisma de aorta toracoabdominal. Se intervinieron 2 mujeres y 4 hombres, con una edad media de 62,5 años (28-74).

De todos ellos, uno presentaba aneurisma toracoabdominal extensión II de Crawford y el resto fueron diagnosticados de extensión III de Crawford según TAC. Todos ellos presentaban dislipemia como factor común de riesgo. Tres de ellos presentaban cirugía cardíaca previa asociada. Las cirugías cardíacas asociadas fueron operación de Bentall-Bono, sustitución de válvula aórtica y mitral y sustitución de aorta suprasinusal y hemiarco proximal.

Se heparinizó con 1mg/kg de heparina para mantener un tiempo de coagulación activado (TAC) de entre 200 y 300 segundos. El tiempo medio de asistencia izquierda fue de 139 minutos a un flujo medio de 2 l/m. El tiempo medio de perfusión visceral con sangre normotérmica fue 58 minutos a través de catéteres colocados en la arteria mesentérica superior y el tronco celiaco a un flujo de 125 ml/minuto/vaso. El tiempo medio de perfusión renal fue de 48 minutos administrando bolos de 200ml de solución cristaloide a 4°C cada 10 minutos. La temperatura media fue de 33,5°C medida a través de sonda vesical, temperatura timpánica y a través del catéter de Swan Ganz.

Se transfundió una media de 4 concentrados de hemáties, 6 unidades de plasma y 3 concentrados de plaquetas. El hematocrito medio a la salida de quirófano fue de 37,7 % y hemoglobina de 12 g/dl.

Durante el postoperatorio inmediato fallecen 3 pacientes, siendo las causas de muerte, síndrome coronario agudo, necrosis hepática y shock séptico. El resto de los pacientes reciben el alta hospitalaria a su domicilio y continúan con sus revisiones de control ambulatorio.

DISCUSIÓN

La cirugía abierta del aneurisma toracoabdominal se asocia a una alta morbimortalidad, relacionada directamente con la duración del clampaje y de la isquemia medular, visceral y renal.

Otra complicación importante y no menos frecuente, es el riesgo de sangrado y las alteraciones de la coagulación de estos pacientes, relacionada con tiempos quirúrgicos largos, abordaje agresivo, el uso de hipotermia moderada y la utilización de heparina¹.

Por ello una adecuada valoración preoperatoria y un manejo intraoperatorio correcto, desarrollando técnicas que mejoren la protección orgánica, como la derivación izquierda y el clampaje secuencial de la aorta, ayudará a disminuir las complicaciones postoperatorias¹¹.

La derivación izquierda es una técnica de perfusión que permite extraer sangre oxigenada de las cavidades izquierdas del corazón y reinfundirla retrógradamente a nivel distal por la arteria femoral para garantizar la perfusión visceral y medular durante la sustitución de la aorta torácica¹¹. Para ello se coloca una cánula en aurícula izquierda o vena pulmonar inferior izquierda y otra cánula en arteria femoral. Se utiliza una bomba centrífuga con un circuito lateral que permita perfundir el tronco celíaco y la arteria mesentérica superior. Según el grupo de trabajo de la aorta de la Sociedad Española de Cirugía Torácica Cardiovascular (SECTCV), la derivación izquierda en aneurismas de extensión I y II tiene una recomendación Clase IIa, nivel de evidencia B².

Para la protección renal utilizamos una bomba de rodillo conectada a un sistema de administración de cardioplejía con módulo de hipotermia y conectado a una cánula de oclusión perfusión. De esta forma se perfunde selectivamente el riñón con solución cristaloiide, a una temperatura de 4°C-6°C y de forma intermitente cada 6-10 minutos. (Figura 10).

El clampaje secuencial de la aorta se realiza con el fin de que la porción excluida de la aorta sea la menor posible en cada tiempo quirúrgico, minimizando así el tiempo de isquemia medular y visceral, estrategia que según el grupo de trabajo de la aorta de la SECTCV tiene una recomendación Clase I, nivel de evidencia C².

Los aneurismas toracoabdominales de extensión II de Crawford presentan un riesgo mayor de paraplejia (6,2%) frente a los de tipo I (3,3%) o tipo III (2,6%)¹⁹. Numerosos estudios evidencian la efectividad del uso de drenaje continuo de LCR para reducir la aparición de paraplejia postoperatoria. Según la SECTCV el uso de catéter intratecal lumbar conectado a sistema de drenaje continuo de LCR para reboseamiento a presión de 10 mmHg en aneurismas de extensión I o II, tiene una recomendación Clase I, nivel de evidencia A². Este catéter debe mantenerse durante al menos las primeras 72 horas, ya que la mayoría de las complicaciones neurológicas pueden desarrollarse durante el postoperatorio inmediato. Los cambios hemodinámicos pueden afectar también a la perfusión medular siendo importante mantener una PAM de 85-90 mmHg proximal y distal al clamp, obtenidas mediante catéteres colocados en arteria radial y femoral respectivamente y conectados a cápsula de presión.

El uso de hipotermia moderada en torno 32^o-34^oC¹ durante las fases iniciales de la cirugía y durante la oclusión aórtica es beneficioso por su efecto protector frente a la isquemia medular y visceral, vigilando las posibles complicaciones electrocardiográficas y teniendo preparadas las palas externas adhesivas del desfibrilador para poder solventar estas complicaciones de forma precoz.

La hipotermia moderada junto con la administración de heparina para el mantenimiento de la derivación izquierda, aumenta el riesgo de sangrado. El manejo generoso del vo-

lumen y la utilización de hemoderivados son clave para disminuir esta complicación. El uso de recuperadores celulares conectados a sistemas de infusión rápida tipo Belmont® para la administración de coloides, cristaloides y hemoderivados está catalogado como recomendación Clase I, nivel de evidencia C según la SECTCV².

Una vez finalizadas las anastomosis es fundamental realizar una hemostasia cuidadosa, aplicando hemostáticos locales y revertir la heparina con sulfato de protamina². Se colocarán mantas de calor y se irrigarán las cavidades con suero templado para alcanzar una temperatura adecuada del paciente y evitar la pérdida de calor.

Todo esto pone de manifiesto que la cirugía abierta del aneurisma toracoabdominal no está exenta de complicaciones, debido a la agresión quirúrgica que lleva asociada este tipo de intervenciones y a su baja incidencia. Posiblemente los avances en perfusión, los cuidados intra y posoperatorios y el desarrollo tecnológico puedan ayudar a disminuir complicaciones y mortalidad.

Se puede concluir que la planificación de la estrategia anestésica, quirúrgica, de perfusión y los cuidados postoperatorios son clave para mejorar la calidad y disminuir complicaciones. Además pensamos que la cirugía de los aneurismas toracoabdominales tiene baja incidencia en porcentaje poblacional y alta complejidad, por lo que quizá la sociedad quirúrgica debiera plantearse centros de referencia para concentrar casos y mejorar resultados.

REFERENCIAS

1. James MD, Kaitlin DO. Anesthetic Management of Open Thoracoabdominal Aortic Aneurysm Repair. *Intern Anesthesiol Clin.* 2016;54(2):76-101.
2. Nistal JF. Aneurismas de la aorta toracoabdominal: guías de indicación quirúrgica y manejo intra y postoperatorio. *Cir. Cardiov.* 2007;14(4):345-52.
3. Crawford ES, Crawford JL, Safi HJ, et al. Thoracoabdominal aortic aneurysm: preoperative factors determining immediate and long-terms results of operation in 605 patients. *J Vasc Surg.* 1986;3:389-404.
4. Cambria RP. Thoracoabdominal aortic aneurysm. En: Cronenwett JL, Gloviczki P, Johnston K, Kempczinski RF, Krupski WC, eds. *Rutherford vascular surgery.* 5.^a de. Filadelfia: WB Saunders-Elsevier Science; 2000. p. 1303-25.
5. Coselli JS, Moreno PL. Descending and thoracoabdominal aneurysm. En: Cohn LH, Edmunds LH, eds. *Cardiac surgery in the adult.* 2.^a de. Nueva York: McGraw-Hill; 2003. p. 1169-90.
6. Clouse WD, Cambria RP. Complex aortic aneurysm: pararenal, suprarenal, and thoracoabdominal. En: Hallett JW, Mills JL, Earnshaw JJ, Reekers JA, eds. *Comprehensive vascular and endovascular surgery.* Londres: Mosby-Elsevier Science; 2004. p. 445-78.

7. Coselli JS, Le Maire SA. Left heart bypass reduces paraplegia rates after thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1931-4.
8. Coselli JS, Le Maire SA, Conklin LD, Schmittling ZC. Morbidity and mortality after extent II thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:1107-16.
9. Lin MP, Chang SC, Wu RH, et al. A comparison of computed tomography, magnetic resonance imaging, and digital subtraction angiography findings in the diagnosis of infected aortic aneurysm. *J Comput Assist Tomogr.* 2008;32:616-620.
10. Gómez-Seijo A, Castro-Orjales MJ, Fojón-Polanco S, López-Pérez JM. Isquemia medular poscirugía de aneurisma torácico. Thoracic aneurism postoperative medullary ischemia. *Med Intensiva.* 2004;28:431-2.
11. García-Valentín A, Bernabeu E. Aneurismas de la aorta toracoabdominal. Indicaciones de tratamiento. Cirugía abierta. *Cir Cardio.* 2015;22(5):258-260.
12. Levine WC, Lee JJ, Black JH, Cambria RP, Davison JK. Thoracoabdominal aneurysm repair anesthetic management. *Intern Anesthesiol Clin.* 2005;43:39-60.
13. Svensson LG, Crawford ES. Diagnosis and evaluation of aortic disease. Degenerative aortic aneurysms. Pathophysiology of aortic cross-clamping and influence of spinal cord anatomy. Anesthesia and perfusion management. Technique for degenerative disease of the distal aorta. Complications of distal aorta operations. En: Svensson LG, Crawford ES, eds. *Cardiovascular and vascular disease of the aorta.* Filadelfia: WB Saunders Company; 1997.
14. McArthur RG, Carter SA, Coselli JS, LeMaire SA. Organ protection during thoracoabdominal aortic surgery: rationals for a multimodality approach. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2005;9:143-9.
15. Conklin LD, LeMaire SA, Coselli JS. Neurologic complications after graft replacement of the entire thoracoabdominal aorta. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:377.
16. Coselli JS, LeMaire SA, Köksoy C, et al. Cerebrospinal fluid drainage reduces paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: results of a randomized clinical trial. *J Vasc Surg.* 2005;5:631-9.
17. Hassoun HT, Miller CC III, Huynh TTT, Estrera AL, Smith JJ, Safi HJ. Cold visceral perfusion improves early survival in patients with acute renal failure after thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2004;39:506-12.
18. Schepens M, Dossche K, Morshuis W, et al. Introduction of adjuncts and their influence on changing results in 402 consecutive thoracoabdominal aortic aneurysm repairs. *Eur Cardiothorac Surg.* 2004;25:701-7.
19. Coselli JS, Bozinovski J, LeMaire SA. Open surgical repair of 2286 thoracoabdominal aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 2007 Feb;83(2):S862-4; discussion S890-2. PubMed PMID: 17257942.

Figura 1. Aneurisma de aorta toracoabdominal

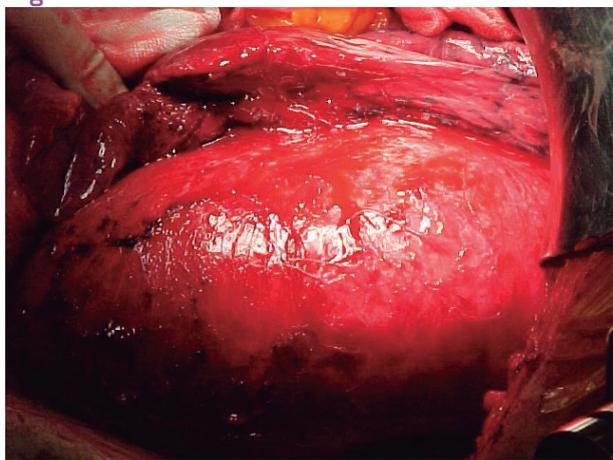


Figura 2. Clasificación de Crawford según extensión del aneurisma de aorta toracoabdominal

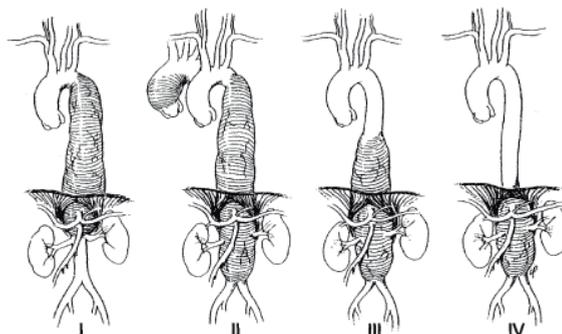


Figura 3. Prueba de imagen. Tomografía axial computarizada

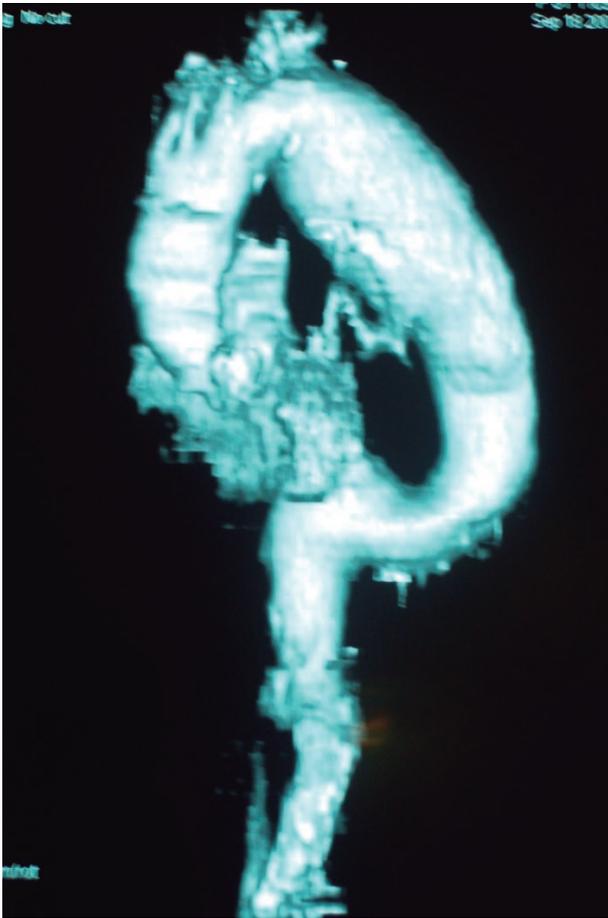


Figura 4. Recuperador celular y sistema de infusión rápida

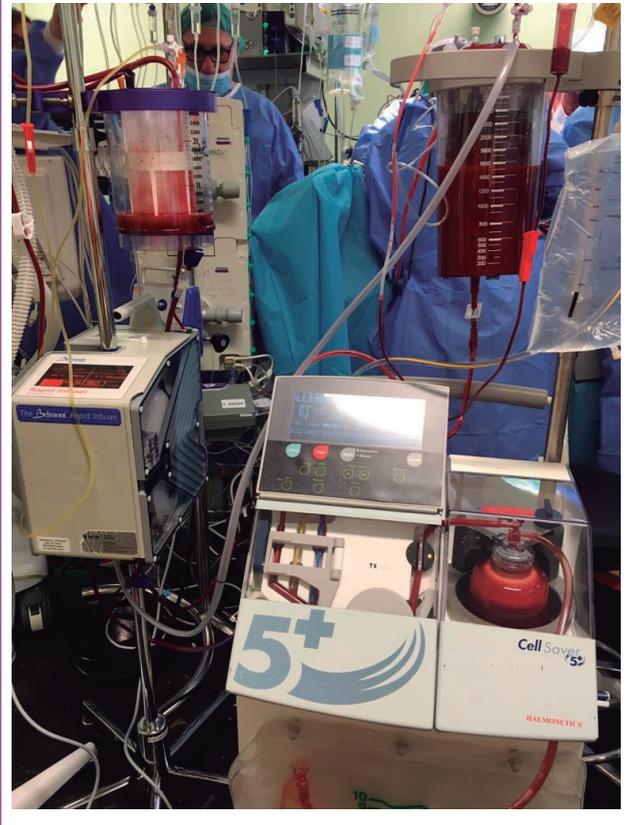


Figura 5. Posición quirúrgica. Decúbito lateral derecho con tórax a 60°



Figura 6. Estrategia de perfusión. Derivación izquierda con bomba centrífuga

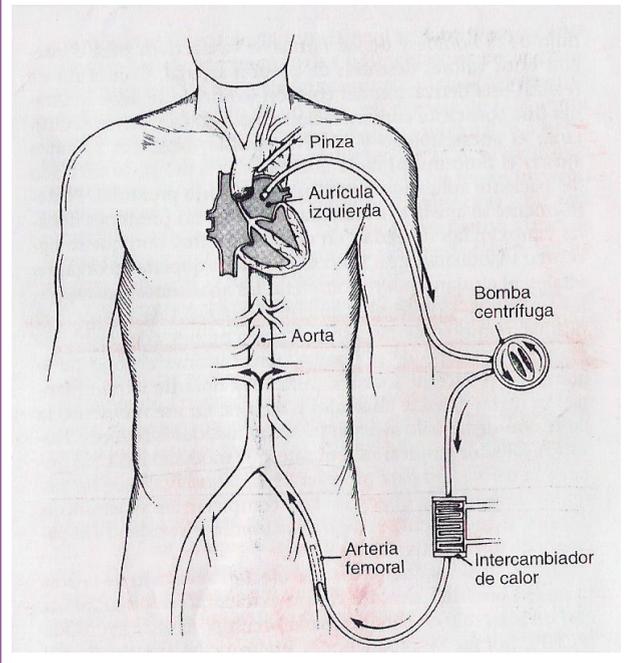


Figura 7. Protección visceral. Circuito arterial con línea lateral para perfusión de sangre normotérmica a través de arteria mesentérica superior y tronco celíaco



Figura 8. Protección renal. Circuito para perfusión renal con solución cristaloide fría

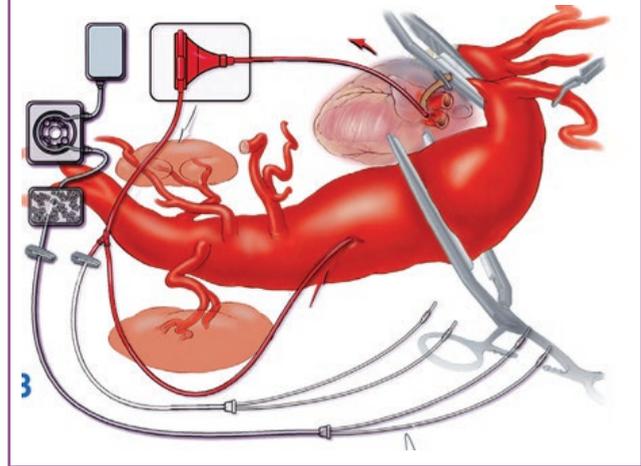


Figura 10. Circuito arterial con línea lateral para perfusión visceral y circuito para perfusión renal selectiva

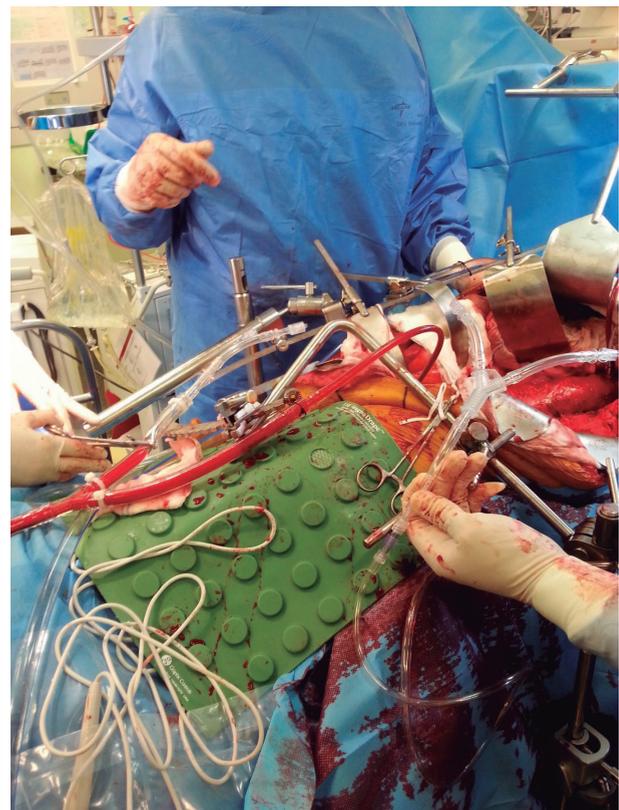


Figura 9. Presión de perfusión medular

- $PPM = PAM - P_{LCR}$ (PVC)
- Autorregulación
- Clampaje: $\uparrow P_{LCR} \Rightarrow \downarrow PPM$
- Objetivo: $PLCR = 10-15 \text{ mmHg}$.

**SISTEMA CARDIOHELP
DISEÑADO PARA SALVAR VIDAS**

CARDIOVASCULAR



MAQUET presenta CARDIOHELP, el sistema de asistencia cardiopulmonar más pequeño del mundo: CARDIOHELP ha sido diseñado para asistir y transportar pacientes que requieren asistencia cardíaca y/o respiratoria, como es el caso de pacientes con shock cardiogénico o ARDS.

Con su amplia gama de aplicaciones terapéuticas, CARDIOHELP es una valiosa ayuda para quirófanos, unidades de cuidados intensivos, salas de hemodinámica, salas de emergencia.

MAQUET – The Gold Standard.



Quadrox-i Neonatal y Pediátrico



Quadrox-i Adult



Quadrox-iD

MAQUET Spain S.L.U
P.E. Rivas Futura ,c/Marie
Curie 5, Edif. Alfa,
28521, Rivas Vaciamadrid
Teléfono: +34 (0) 91 678 16 52
Fax: +34 (0) 91 678 16 53
spain@maquet.com
www.maquet.com

Primer trasplante cardiaco infantil ABO incompatible. Una realidad en España

Segundo premio
XX Congreso Nacional
Asociación Española de Perfusionistas
junio 2018

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: Una de las mayores dificultades en trasplante cardiaco infantil es la escasez de órganos compatibles y del tamaño adecuado. El trasplante cardiaco ABO incompatible es una realidad a nivel mundial. La mortalidad en lista de espera en nuestro país necesita la puesta en marcha de este tipo de trasplante, lo que nos permitirá aprovechar mejor los órganos ofertados y disminuir el tiempo en lista de espera de estos pacientes.

Caso clínico: Presentamos el primer caso de trasplante cardiaco ABO incompatible realizado con éxito en España. La candidata fue una niña de cinco meses que presenta al nacimiento un Síndrome de Ventrículo Izquierdo Hipoplásico. Realizándose en periodo neonatal un procedimiento híbrido consistente en bi-banding de arteria pulmonar y colocación de stent en ductus arterioso y tabique interauricular para conseguir estabilización hemodinámica hasta el momento del trasplante. Se mantuvo en lista de espera de trasplante cardiaco compatible desde el 18 de septiembre hasta la apertura del programa ABOi en nuestro centro (24/11/2017). Recibiendo un órgano grupo B donante para un grupo A receptor el día 9 de enero de 2018.

Discusión: Desde el momento de inclusión en lista de espera y una vez trasplantados durante el resto de su vida estos pacientes han de recibir una política transfusional específica.

Palabras clave: ABO incompatible; pediátrico; circulación extracorpórea; trasplante cardiaco.

First Abo Incompatible Child Cardiac Transplantation. A Reality In Spain

Introduction: One of the greatest difficulties in infant cardiac transplantation is the shortage of compatible organs and the right size. Incompatible ABO cardiac transplantation is a reality worldwide. In our country waiting list mortality needs the implementation of this type of transplant, which will allow us to take better advantage of the organs offered and reduce the waiting list time.

Clinical case: We present the first case of incompatible ABO cardiac transplantation successfully performed in Spain. The candidate was a five-month-old girl who presented at birth a Hypoplastic Left Heart Syndrome. A hybrid procedure consisting of a bi-banding pulmonary artery and stenting of both ductus arteriosus and interatrial septum was performed in the neonatal period to achieve hemodynamic stabilization until the transplantation time. She remained on the waiting list of compatible cardiac transplantation from September 18 until the opening of the ABOi program in our center (24/11/2017). Receiving a group B donor organ for a group A receiver on January 9, 2018.

Discussion: From the inclusion in the waiting list and for the rest of their lives these patients must receive a specific transfusion protocol.

Keywords: incompatible ABO; pediatric; extracorporeal circulation; heart transplantation.



Blanca Ramírez Gómez

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

José Ángel Zamorano Serrano

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Rosario Pérez Pérez

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

José Ramón Fuentes Morán

Anestesiología Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Juan Miguel Gil Jaurena

Cirugía Cardíaca Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Manuela Camino López

Cardiología Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Blanca Ramírez Gómez
Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón.
C/ O'Donnell 48-50
28009 Madrid, España.
Teléfono: 615052618
e-mail: blancamararamirez@gmail.com

Recibido: agosto de 2018
Aceptado: octubre de 2018

INTRODUCCIÓN

La investigación con animales de Peter Medawar en 1950 encontró que el sistema inmune inmaduro del recién nacido y del lactante puede proporcionar una oportunidad única para una mejor aceptación de órganos trasplantados durante ese periodo¹. Concomitantemente, investigaciones no relacionadas con el desarrollo de anticuerpos ABO «naturales» encontraron que la respuesta a los polisacáridos, incluidos los antígenos del grupo sanguíneo ABH, se redujo o estuvo ausente en los primeros 6 a 24 meses de vida².

En el mismo rango de edad, los niños muestran una alta frecuencia y severidad de infecciones con bacterias con encapsulación de polisacáridos y falta de producción de anticuerpos para vacunas de polisacáridos puros contra estos patógenos, también un reflejo de una respuesta inmune inadecuada a las estructuras de carbohidratos³. La exposición a *E. Coli* acelera y aumenta la formación de anticuerpos contra el grupo sanguíneo A, como se muestra en estudios éticamente cuestionables de la década de 1960⁴.

El Grupo de la Dra. L. West usó esta ventana de inmadurez del sistema inmunitario para trasplantar un órgano ABO incompatible (ABOi) de manera segura y controlar el desarrollo de la respuesta inmunitaria hacia el antígeno o antígenos del grupo sanguíneo del donante con supresión inmunitaria estándar⁵. Por lo tanto, los bebés que esperan un trasplante podrían incrementar el acceso a órganos independientemente del grupo sanguíneo del donante, consiguiendo un mayor número de niños que sobreviven al trasplante y una menor proporción de órganos que se desperdician⁶. Superando estos objetivos, los primeros diez pacientes mostraron un cambio único en el desarrollo de anticuerpos dirigidos por grupos sanguíneos en los años posteriores al trasplante: los anticuerpos contra el grupo sanguíneo del donante medidos por los títulos de isohemaglutininas permanecieron ausentes o muy bajos. En contraste, en los pacientes del grupo sanguíneo O, los anticuerpos hacia el grupo sanguíneo se desarrollaron normalmente, lo que indica que este fue un efecto específico del antígeno en lugar de una respuesta inmune global reducida^{5,7}.

Alentado por estos hallazgos y el concepto específico, el enfoque se incluyó como una opción general en las pautas de inclusión en listas de trasplante cardíaco canadienses y fue adoptado por el centro de trasplante pediátrico del oeste de Canadá en Edmonton, Alberta. La reducción de la mortalidad en la lista de espera debido a la asignación optimizada de órganos fue documentada por ambos centros⁸. Los primeros casos fuera de Canadá fueron publicados desde Munich, Alemania⁹, seguido de una exitosa serie de 21 pacientes del Reino Unido¹⁰. Finalmente, las políticas de la Red Unida para Compartir Órganos (UNOS) empezaron a permitir la asignación de corazones infantiles a receptores de ABOi en USA, sin embargo, solo de forma secundaria si

el órgano no se reclamó primero para un ABO compatible (ABOc) y con criterios muy restrictivos para el receptor (títulos de isohemaglutininas <1:4 y edad <1 año). Debido a estas restricciones, pero también debido al escepticismo natural hacia nuevos enfoques potencialmente de riesgo, la cohorte ABOi inicial trasplantada en USA mostró un perfil de riesgo significativamente peor que los receptores ABOc¹¹, pero sin embargo mostró una supervivencia igual y una menor frecuencia de rechazo agudo en el primer año. A pesar de este enfoque cauteloso, informaron tiempos de espera más cortos para los receptores de ABOi en USA¹².

Los datos a largo plazo de la cohorte original en Toronto confirmaron tasas similares de rechazo agudo y vasculopatía de injerto cuando se comparan los receptores infantiles de trasplantes cardíacos ABOi y ABOc¹³, mostrando una tolerancia específica de antígeno al grupo sanguíneo del donante con títulos de isohemaglutininas que permanece ausente o por debajo de los valores normales y no hay casos reportados de rechazo tardío mediado por anticuerpos (AMR)¹⁴. Los datos de la cohorte más grande hasta la fecha se recopilaron en un estudio internacional sobre 55 pacientes de 7 centros, en Canadá, Europa y USA, este informe mostró una excelente supervivencia a largo plazo, ausencia persistente de títulos de isohemaglutininas en el donante y ausencia de AMR asociada a ABO¹⁵.

Los criterios que en nuestro centro se establecieron para ser considerados candidatos a trasplante cardíaco ABO incompatible fueron todo aquel paciente con título de isohemaglutininas menor o igual a 1:8 (negativa, 1:1, 1:2, 1:4, 1:8) y menores de 12 meses. Desde el momento de inclusión en lista se abrirá una ficha especial transfusional. En caso de ser preciso transfusión se utilizará hematíes del grupo del receptor o grupo O, plasma AB y plaquetas AB o lavadas. Se realizarán determinaciones periódicas de isohemaglutininas (cada 15 días). Si el título es superior a 1:8 de producción propia el paciente será excluido de lista de espera ABO incompatible. La distribución de los órganos se hará exclusivamente siguiendo criterios de urgencia sin tener en cuenta la compatibilidad de grupo.

El día del trasplante se realizará una nueva determinación de isohemaglutininas (ISO-O) cuyo resultado va a determinar la necesidad o no de realizar exanguinotransfusión. Es importante realizar una reserva de hemoderivados en banco que permita realizar tres exanguinotransfusiones además de las necesidades habituales. Si el título de isohemaglutininas es igual o mayor a 1:8 será preciso realizar exanguinotransfusión. Durante la intervención se repetirán determinaciones seriadas de isohemaglutininas, tras realizar dos recambios sanguíneos y una vez en CEC se realiza la ISO-1, a los 30 minutos de inicio de CEC se realiza la ISO-2, antes del desclampaje aórtico ISO-Ao, y tras salida de CEC una vez administradas las plaquetas se realiza la ISO-FIN. No se podrá desclampar la aorta si el título de iso-

hemaglutininas es igual o superior a 1:8. Es importante mandar con tiempo suficiente la determinación de isohemaglutininas mínimo 30 minutos antes del desclampaje para no prolongar el tiempo de isquemia innecesariamente. El circuito de circulación extracorpórea será modificado para permitir realizar las exanguinotransfusiones (Figura 1).

Durante el postoperatorio mantendrá la misma política transfusional de por vida: hematíes del grupo receptor o grupo O, plasma AB y plaquetas AB o lavadas. Como excepción en caso de receptor del grupo O se podrá administrar plasma y plaquetas del grupo del donante (Figura 2). El paciente portará una tarjeta de identificación una vez dado de alta que advierta de su protocolo transfusional. Se realizará una determinación periódica de isohemaglutininas: diariamente durante la primera semana; semanalmente la segunda, tercera y cuarta semana; cada dos semanas durante el segundo y tercer mes; mensualmente el cuarto, quinto y sexto mes; posteriormente cada tres meses. En caso de hallazgo de título de isohemaglutininas mayor a 1:8 se realizará plasmaféresis.

CASO CLÍNICO

Recién nacido a término (27/07/2017) de 2980 g con diagnóstico de síndrome de hipoplasia de ventrículo izquierdo (HLHS) y distrés respiratorio inmediato. Por ecografía se confirma HLHS, con variante de atresia mitro-aórtica, aorta ascendente de 4 mm e insuficiencia tricúspide leve.

A los 5 días de vida se realiza procedimiento híbrido en la sala de hemodinámica, mediante bi-banding de las arterias pulmonares y colocación de stent en el ductus (9x20 mm). (Figuras 3). En el postoperatorio precisó hemodiafiltración veno-venosa continua, así como revisión quirúrgica por mediastinitis (*S. Aureus*). Con 41 días de vida, se implantó un stent en la comunicación interauricular (CIA) al hacerse esta restrictiva, precisando una angioplastia posterior.

Tras ser listado para trasplante cardiaco ABOc (18/09/2017), fue incluido como candidato a ABOi una vez abierto este programa en nuestro centro (24/11/2017). Permanece en UCI neonatal 76 días y pasa a planta de cardiología permaneciendo estable hasta el día del trasplante (88 días).

El día 9/01/2018 se oferta un corazón del grupo B+ para nuestra receptora que es grupo A+. En ese momento, la paciente tiene 5 meses de vida, con un peso de 5 kg, talla 49 cm y una superficie corporal de 0,23 m². La titulación de la ISO O es de 1:2.

A su llegada a quirófano se procede a la monitorización cardiaca (ECG, TA, PVC, SatO₂ y temperaturas) y neurológica con BIS View® (A Biespectral Index, Aspect Medical System, Norwood, USA), oximetría cerebral y somática con monitor INVOS® (Somanetics Corporation, Troy, MI, EE. UU.). Para el control de flujos y de gases en línea, se usó el moni-

tor en tiempo real System M-M4 (Spectrum Medical, Gloucester, UK) y gasometrías arteriales y venosas con autoanalyzer GEM premier4000® (Instrumentation Laboratory Spa, Milano, Italia), medidor de TCA®, Hemochron Jr® (ITC, Ródano, Italia) Tromboelastograma ROTEM (Sigma, Munich, Alemania).

Preparación de la bomba de circulación extracorpórea según protocolo habitual añadiendo las modificaciones técnicas para la realización del procedimiento de exanguinotransfusión (Figura 1). Utilizamos una bomba de rodillo Stockert SIII® (Stockert, Muenchen, Alemania) con mezclador de gases electrónico, módulo de normo-hipotermia Stockert y un medidor de flujo adicional Flow-meter (Transonic System, Ithaca, USA). Oxigenador D902 Lilliput2® (Sorin Group, Mirandola, Italia) con set de tubos neonatal (línea arterial 1/4, línea venosa 1/4, cabezal de bomba -R/W-1/4) (Sorin Group®, Mirandola, Italia), reservorio adicional (Medtronic®, Minneapolis, USA), 2 líneas de 1/4 adicionales, recuperador de sangre X-TRA (Sorin Group®, Mirandola, Italia), hemofiltro Minntech® (Medivators, Minneapolis, USA) para realizar ultrafiltración convencional y modificada (CUF/MUF), cardioplegia cristaloides Celsior® (IGL, Lissie, Francia) y Drenaje Venoso Activo® (Sorin Group, Mirandola, Italia).

El cebado del circuito de CEC se realizó con 100cc de Albumina al 20%, 200 cc de Plasmalyte 148® (Baxter, Deerfield, USA) y 300 cc de concentrado de hematíes (CH). En el reservorio adicional se prepararon 2 recambios sanguíneos (280 cc de CH y 560 cc de Plasma fresco congelado PFC) calentando y tamponando toda la sangre del circuito incluyendo la de los recambios, con 5 mg de Heparina Sódica al 1%, 100 mg de CaCl₂ y 10 mEq de NaHCO₃ por cada 100 cc de hemoderivados (determinaciones seriadas de gasometrías del cebado).

La cantidad de hemoderivados que utilizamos durante el procedimiento fue: 4 Unidades (UI) CH grupo A, 3 UI Plasma AB y 2 UI plaquetas AB al final del procedimiento.

Dado que la ISO-O era de 1:2 y no se precisó exanguinotransfusión, se comenzó la CEC (Canulación en tronco braquiocefálico con fistula de PTFE de 3,5 mm (Gore-Tex®, Flagstaff, AZ, USA) y ambas cavas) con determinaciones ISO-1 e ISO-2 a los 5' y a los 30', respectivamente. En hipotermia a 21°C «desmontamos» el procedimiento híbrido: retirada de ambos banding y angioplastia con balón de ambas ramas pulmonares, además de extracción del stent ductal con reconstrucción del arco aórtico (anastomosis del arco con aorta descendente más ampliación con parche de aorta del donante). Con objeto de ahorrar isquemia, realizamos la ISO-Ao antes de comenzar la implantación propiamente dicha. Secuencia de anastomosis: aurícula izquierda, aorta y, una vez desclampada la aorta (confirmación ISO-Ao), a corazón latiendo se suturan vena cava inferior, arteria pulmonar y vena cava superior.

Salida de CEC con buena hemodinámica, 20' de MUF. Tiempo de CEC 222', tiempo de perfusión cerebral 35', Tiempo total de isquemia 233', temperatura 21°C.

El paciente evolucionó satisfactoriamente pasando a planta a los quince días del trasplante y fue dado de alta a los 49 días postcirugía. En su control a los 6 meses del trasplante transcurre sin complicaciones.

DISCUSIÓN

El programa ABO incompatible aumenta el número de trasplantes por mejor aprovechamiento de los donantes ofertados (no se desechan por grupo sanguíneo incompatible). De este modo permite reducir los tiempos de espera para un trasplante en el grupo de edad más vulnerable. En España, la mediana de tiempo de espera para un trasplante cardíaco pediátrico se sitúa (según cifras de la ONT) en 102 días, con un intervalo entre 20 y 207 días. En el subgrupo de receptores menores de un año este tiempo aumenta considerablemente y es más acusado en los receptores del grupo O. A mayor tiempo en lista de espera, mayor probabilidad de complicaciones, de ingreso en UCI, de necesidad de requerir algún tipo de asistencia ventricular... y todo ello asociado a una mayor mortalidad.

En el 2006 L. West presentó no sólo una reducción en los tiempos de espera sino también una reducción de la mortalidad en lista de espera gracias a esta estrategia ABO incompatible⁸. Esta reducción es más llamativa en el grupo de niños más graves (pasó de una probabilidad de trasplante de un 5 a un 50% y de una mortalidad de un 75% a un 15% en el grupo de status 4 o más grave). El riesgo de mortalidad o necesidad de retransplante no se vio aumentado por implantar un corazón de diferente grupo. Esto también se reafirmó por el grupo de Dipchand (Toronto, Canadá) donde compararon los resultados tanto a corto como a largo plazo de trasplante ABOi vs ABOc, no encontrando diferencias estadísticamente significativas y concluyendo que sus resultados son indistinguibles¹³.

En estudios realizados en USA no se demostró una disminución en los tiempos de lista de espera ni en la mortalidad¹². Pero analizando sus datos reservaban el trasplante ABO incompatible para pacientes más graves (con mayor tiempo de ventilación mecánica y mayor porcentaje de asistencia ventricular). Se priorizaba la compatibilidad de grupo y sólo en ausencia de un receptor ABO compatible se ofrecía el injerto a un receptor incompatible. Tras demostrarse, cada vez con más estudios, los buenos resultados del trasplante ABO incompatible se debería no dar preferencia a la compatibilidad de grupo sino al grado de urgencia y tiempo de espera. De este modo se extendería la inclusión a pacientes menos graves.¹¹ En España, la distribución de los órganos se hace exclusivamente siguiendo

criterios de urgencia, sin tener en cuenta la compatibilidad de grupo.

Actualmente este tipo de trasplante es realizado en 21 centros de 8 diferentes países de Norteamérica y Europa. Hasta el 2006 el límite de edad se situaba en menores de 12 meses. A partir de 2007 se aumentó dicho umbral a 24 meses. Según Urschel el trasplante ABOi puede ser realizado en niños de mayor edad (reportan seguridad por debajo de los dos años aunque incluyen dos casos de edades superiores: a los 40 meses y a los 5 años) y con un título de anticuerpos superior al anteriormente establecido (con título de 1:64)¹⁵. Es necesario corroborar los límites de edad y títulos de anticuerpos que permita extender con seguridad esta estrategia. Es importante diferenciar un título de isohemaglutininas de producción propia a uno como resultado de transfusiones o transferencia materna (estos últimos suelen disminuir con el paso del tiempo a diferencia del primero). Por ello es fundamental la realización periódica de títulos de isohemaglutininas.

Aunque todavía no se han determinado las limitaciones con respecto a la edad adecuada y la madurez del sistema inmunológico, no hay razones obvias por las cuales la incompatibilidad ABO debería ser una barrera para otros trasplantes de órganos en la primera infancia, como los informes emergentes en pulmón¹⁶, hígado¹⁷ y el trasplante de riñón¹⁸ indican. Los estudios inmunológicos en esta población única de pacientes abren una ventana para explorar el impacto de la inmadurez en la respuesta inmune al polisacárido y antígenos combinados que pueden tener un impacto importante en el tratamiento y la profilaxis de enfermedades infecciosas y también mecanismos autoinmunes.

CONCLUSIÓN

El trasplante ABO incompatible ha evolucionado desde un intento desesperado de aumentar la supervivencia en una población de niños recién nacidos, en su mayoría moribundos, a un enfoque estándar que aumenta el acceso al trasplante de corazón en los primeros 1 a 2 años de vida con resultados a largo plazo similares a los de ABOc. Ha quedado claro que para determinar la aceptabilidad donante-receptor para el trasplante de corazón en la vida temprana, los grupos sanguíneos ABO son simplemente irrelevantes. Dado el impacto positivo de la asignación cardíaca ABOi en la disminución de los tiempos de espera del trasplante y la mortalidad en la lista de espera, es cada vez más difícil justificar que no se adopte este enfoque debido a las preocupaciones derivadas de dogmas obsoletos basados en la inmunobiología ABO en adultos o porque los algoritmos de asignación establecidos son demasiado complejos. Con los pertinentes controles y protocolos es una técnica segura

que esperamos se vaya introduciendo en el resto de los hospitales del mundo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Billingham RE, Brent L, Medawar PB. The antigenic stimulus in transplantation immunity. *Nature*. 1956;178(4532):514-519. doi:10.1038/178514a0
2. Rijkers GT, Sanders EAM, Breukels MA, Zegers BJM. Infant B cell responses to polysaccharide determinants. In: *Vaccine*. Vol 16. ; 1998:1396-1400. doi:10.1016/S0264-410X(98)00098-X
3. Rijkers GT, Dollekamp EG, Zegers BJ. The in vitro B-cell response to pneumococcal polysaccharides in adults and neonates. *Scand J Immunol*. 1987;25(5):447-452.
4. Springer GF, Horton RE. Blood group isoantibody stimulation in man by feeding blood group-active bacteria. *J Clin Invest*. 1969;48(7):1280-1291. doi:10.1172/JCI106094
5. West LJ, Pollock-Barziv SM, Dipchand AI, et al. ABO-Incompatible Heart Transplantation in Infants. *N Engl J Med*. 2001;344(11):793-800. doi:10.1056/NEJM200103153441102
6. Pollock-Barziv SM, McCrindle BW, West LJ, Manlhiot C, VanderVliet M, Dipchand AI. Competing Outcomes After Neonatal and Infant Wait-listing for Heart Transplantation. *J Hear Lung Transplant*. 2007;26(10):980-985. doi:10.1016/j.healun.2007.07.024
7. Fan X, Ang A, Pollock-Barziv SM, et al. Donor-specific B-cell tolerance after ABO-incompatible infant heart transplantation. *Nat Med*. 2004;10(11):1227-1233. doi:10.1038/nm1126
8. West LJ, Karamlou T, Dipchand AI, Pollock-Barziv SM, Coles JG, McCrindle BW. Impact on outcomes after listing and transplantation, of a strategy to accept ABO blood group-incompatible donor hearts for neonates and infants. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(2):455-461. doi:10.1016/j.jtcvs.2005.09.048
9. Schmoeckel M, Däbritz SH, Kozlik-Feldmann R, et al. Successful ABO-incompatible heart transplantation in two infants. *Transpl Int*. 2005;18(10):1210-1214. doi:10.1111/j.1432-2277.2005.00181.x
10. Roche SL, Burch M, O'Sullivan J, et al. Multicenter experience of ABO-incompatible pediatric cardiac transplantation. *Am J Transplant*. 2008;8(1):208-215. doi:10.1111/j.1600-6143.2007.02040.x
11. Henderson HT, Canter CE, Mahle WT, et al. ABO-incompatible heart transplantation: Analysis of the Pediatric Heart Transplant Study (PHTS) database. *J Hear Lung Transplant*. 2012;31(2):173-179. doi:10.1016/j.healun.2011.11.013
12. Everitt MD, Donaldson AE, Casper TC, et al. Effect of ABO-Incompatible Listing on Infant Heart Transplant Waitlist Outcomes: Analysis of the United Network for Organ Sharing (UNOS) Database. *J Hear Lung Transplant*. 2009;28(12):1254-1260. doi:10.1016/j.healun.2009.06.024
13. Dipchand AI, Pollock Barziv SM, Manlhiot C, West LJ, Vandervliet M, McCrindle BW. Equivalent outcomes for pediatric heart transplantation recipients: ABO-blood group incompatible versus ABO-compatible. *Am J Transplant*. 2010;10(2):389-397. doi:10.1111/j.1600-6143.2009.02934.x
14. Conway J, Manlhiot C, Allain-Rooney T, McCrindle BW, Lau W, Dipchand AI. Development of donor-specific isohe-magglutinins following pediatric ABO-incompatible heart transplantation. *Am J Transplant*. 2012;12(4):888-895. doi:10.1111/j.1600-6143.2011.03910.x
15. Urschel S, Larsen IM, Kirk R, et al. ABO-incompatible heart transplantation in early childhood: An international multicenter study of clinical experiences and limits. *J Hear Lung Transplant*. 2013;32(3):285-292. doi:10.1016/j.healun.2012.11.022
16. Grasemann H, De Perrot M, Bendiak GN, et al. ABO-incompatible lung transplantation in an infant. *Am J Transplant*. 2012;12(3):779-781. doi:10.1111/j.1600-6143.2011.03861.x
17. Okada N, Sanada Y, Hirata Y, et al. The impact of rituximab in ABO-incompatible pediatric living donor liver transplantation: The experience of a single center. *Pediatr Transplant*. 2015;19(3):279-286. doi:10.1111/ptr.12445
18. Ohta T, Kawaguchi H, Hattori M, et al. ABO-incompatible pediatric kidney transplantation in a single-center trial. *Pediatr Nephrol*. 2000;14(1):1-5.

Figura 1. Esquema de circuito de extracorpórea modificado para realizar exanguinotransfusiones durante un trasplante ABO incompatible

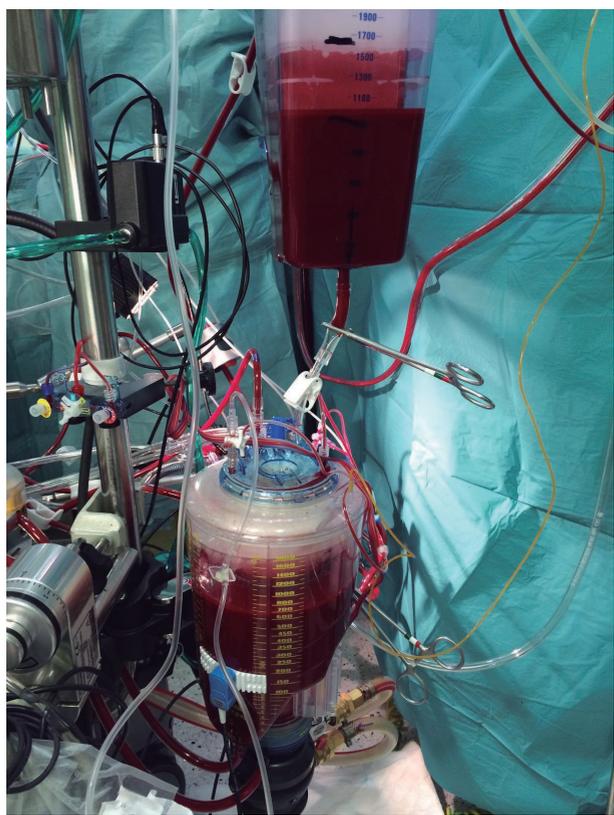
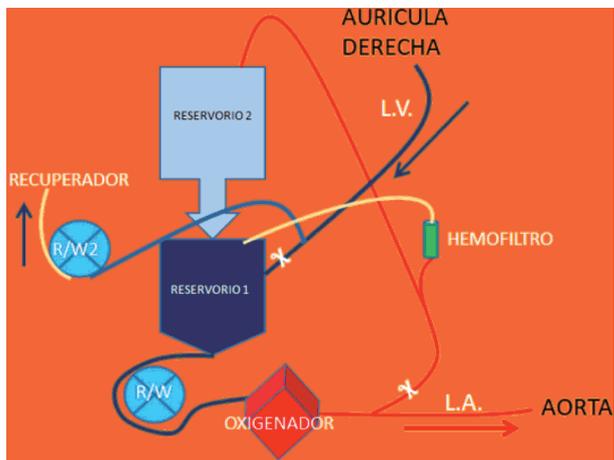
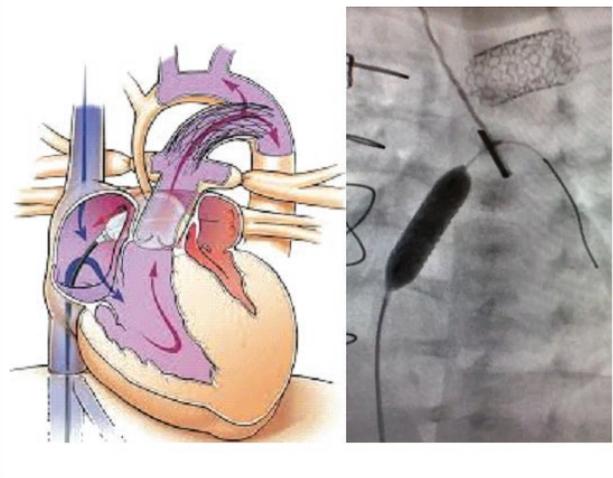


Figura 2. Política transfusional ABO incompatible

GRUPO DONANTE*	GRUPO RECEPTOR	Grupo compatible para la transfusión		
		HEMATIES Grupo del receptor o grupo 0	PLASMA Grupo AB o Grupo del Donante* (si receptor es grupo 0)	PLAQUETAS Grupo AB o Grupo del Donante* (si el receptor es grupo 0)
AB	O	O	AB	AB
B	O	O	AB o B	AB o B
A	O	O	AB o A	AB o A
AB o A	B	O o B	AB	AB
AB o B	A	O o A	AB	AB

Figura 3. Procedimiento Híbrido consistente en bi-banding de ambas ramas pulmonares, stent ductal y angioplastia con stent interauricular





WE BACK YOU.

The Largest Cannula Portfolio Worldwide

DLP™

Aortic Root Cannula
with Flow-Guard™ Introducer

Soft-Flow™*

Extended Arterial Cannula

Bio-Medicus™ NextGen

Pediatric Venous Cannula



We are your partner, and we're here to stay

As others leave the cannula market, we continue to invest. It's what we've been doing for more than 35 years, bringing you reliable, trusted favorites — such as DLP™, Bio-Medicus™, and Soft-Flow™* cannulae — for each type of patient and procedure.

**The largest cannula portfolio worldwide,
backed by an even larger commitment — to you.**

medtronic.com/CannulaeHereToStay

Important Safety Information

Care and caution should be taken to avoid damage to vessels and cardiac tissue during cannulation or other cardiac surgery procedures. For a listing of indications, contraindications, precautions, warnings, and potential adverse events, please refer to the Instructions for Use. Caution: Federal law (USA) restricts this device to sale by or on the order of a physician.

Soft-Flow arterial cannulae are manufactured by MC3, Inc. and exclusively distributed by Medtronic.

©2018 Medtronic. All rights reserved. Medtronic, Medtronic logo and Further, Together are trademarks of Medtronic. ™™ Third party brands are trademarks of their respective owners. All other brands are trademarks of a Medtronic company. UC201806426EE 11/2017

Medtronic
Further, Together

XTRA® Innovative, intuitive and powerful ATS system

The complete solution for blood management and neurological protection.

LivaNova XTRA autotransfusion device is part of the integrated **HeartLink™ System**. It delivers washed, fresh and vital autologous red blood cells, significantly decreasing the inflammatory response.

Graphic color **touch screen**
user interface



Fast, intuitive
and **safe** setup



New **PFAT protocol** for effective fat particle elimination while maintaining good hematocrit and optimal supernatant wash-out

Fat Particles
Removal
>99%*

*Seyfried et al., Transfusion. August 2015
(average value using 225 ml bowl on 10%
and 25% inlet hematocrit)

Fully **automated** processing

Thanks to the new PFAT protocol, XTRA removes more than 99%* of fat particles from processed blood, mitigating potential risk of fat embolism.

«Total Body Perfusion»: un paso más en la cirugía de arco infantil

Tercer premio
XX Congreso Nacional
Asociación Española de Perfusionistas
junio 2018

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: La cirugía de arco aórtico en neonatos ha evolucionado desde la hipotermia profunda con parada circulatoria a la perfusión cerebral regional e hipotermia moderada. Un paso más ha sido la perfusión cerebral y miocárdica selectiva, permitiendo realizar cirugía de arco a corazón latiendo. El objetivo del presente estudio sería describir la técnica del Total Body Perfusion en recién nacidos y niños sometidos a cirugía de arco compleja, así como nuestra experiencia inicial y los resultados obtenidos.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional descriptivo en niños con hipoplasia de arco en los que se realizó la técnica «Total Body Perfusion». Para ello se realizó una modificación en la línea arterial del circuito de circulación extracorpórea: se dividió la línea arterial en dos con un conector en «Y» de tal manera que una línea perfundía la aorta ascendente (cerebro y miocardio) y la otra línea la aorta descendente (a través del pericardio posterior). Ambas líneas llevaban un medidor de flujo. El arco se reparó a corazón latiendo a 25°C, con perfusión cerebral/miocárdica/somática. La reparación intracardiaca se realizó después de pasar cardioplegia a través de la línea de raíz.

Resultados: Se recogieron datos de tres pacientes, con una media de edad de 141 (4-330) días de vida con diagnóstico común de hipoplasia de arco aórtico. El tiempo medio de CEC fue de 145' (110'-190'), el tiempo de perfusión selectiva (cerebral/miocárdica/somática) fue de 35' (24'-50') y de clampaje 18' (0'-40'). Los niveles de lactato al final del procedimiento fueron de 1,67 (1,3-2,3) mmol/l.

Conclusiones: La seguridad del paciente depende de la perfusión adecuada de todos los órganos en el bypass cardiopulmonar. Mediante el «Total Body Perfusion» solo queda excluido de la circulación el arco aórtico. Con una simple modificación de la línea arterial es fácil aplicar esta estrategia.

Palabras clave: cardiopatía congénita; perfusión cerebral regional; protección de órganos; cirugía de arco neonatal.

«Total Body Perfusion»: A Step Forward In Children's Arch Surgery

Introduction: Aortic arch surgery in neonates has evolved from deep hypothermia with circulatory arrest to regional cerebral perfusion and moderate hypothermia. Cerebral perfusion and selective myocardial perfusion have been a step forward, allowing for beating heart surgery. The aim of this study was to describe the "Total Body Perfusion" technique in newborns and children undergoing complex aortic arch surgery, as well as our initial experience and outcomes.

Material and Methods: A descriptive observational study was carried out in children with arch hypoplasia in whom the "Total Body Perfusion" technique was performed. For this purpose, we made a modification in the arterial line of the extracorporeal circulation circuit: we divided the arterial line in two with a "Y" connector in such a way that one line perfuses the ascending aorta (brain and myocardium) and the other line the descending aorta (through the posterior pericardium.) Both lines had a flow-meter. The arch was repaired with a heart beating at 25°C, with cerebral/myocardial/somatic perfusion. Intracardiac repair was performed after delivery cardioplegia through the root line.

Results: We collected data from three patients. With an average age of 141 days (4-330) with a common diagnosis of aortic arch hypoplasia. The mean time of CPB was 145' (110'-190'), the selective perfusion time (cerebral / myocardial / somatic) was 35' (24'-50') and clamping 18' (0'-40'). In the end of the procedure lactate levels were 1.67 (1.3-2.3) mmol/l.

Conclusions: Patient safety depends on the suitable perfusion of all organs in cardiopulmonary bypass. Through the "Total Body Perfusion" only the aortic arch is excluded from circulation. With a simple modification of the arterial line, this strategy is easy to apply.

Keywords: congenital heart disease; regional cerebral perfusion; organ protection; neonatal arch surgery.



José Ángel Zamorano Serrano

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Rosario Pérez Pérez

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Blanca Ramírez Gómez

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Irene Hidalgo García

Anestesiología Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Juan Miguel Gil Jaurena

Cirugía Cardíaca Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

José Ángel Zamorano Serrano
Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón,
C/ O'Donnell 48-50
28009 Madrid, España.
Teléfono: +34 686956544
Fax: 915868018
e-mail: josezamser@gmail.com

Recibido: agosto de 2018
Aceptado: octubre de 2018

INTRODUCCIÓN

La hipotermia profunda más paro circulatorio sigue siendo la estrategia en muchos centros conocidos para la cirugía del arco aórtico, basándose en la reducción del metabolismo y los requerimientos de oxígeno para la protección cerebral. La cirugía compleja de arco neonatal con períodos prolongados de paro circulatorio se asoció con convulsiones y coreoatetosis, así como con una probabilidad de deterioro neurológico futuro.^{1,2}

La perfusión cerebral anterógrada (PCA) surgió como un complemento de la protección cerebral. Al proporcionar flujo sanguíneo desde la línea arterial a través de la arteria innominada, se espera que el flujo somático esté garantizado por la circulación colateral a baja temperatura³. Varios estudios compararon ambas estrategias de perfusión, hipotermia profunda más paro circulatorio frente a PCA, con respecto a los resultados neurológicos y la preservación del cerebro a diferentes temperaturas.⁴⁻⁷

Al adquirir experiencia, algunos artículos dilucidaron que existía una circulación cerebral equilibrada entre ambos hemisferios mediante la perfusión a través de una única arteria carótida para proporcionar una perfusión cerebral adecuada.^{8,9} La cuestión de una distribución eficaz y la cantidad ideal de flujo sanguíneo cerebral, particularmente en el hemisferio izquierdo contralateral, es uno de los principales problemas de la PCA, y la monitorización neurológica efectiva, podría reducir esta carga. La misma hipótesis se relaciona con la cantidad de perfusión infra-diafragmática que potencialmente se proporciona a través de colaterales preexistentes (a través de arterias subclavias e intercostales a la aorta descendente), que podrían ser de diferente tamaño y no ser adecuadas si la temperatura central del paciente está demasiado elevada.⁸⁻¹⁰

Un paso adelante en la protección fue administrar flujo a las arterias coronarias mientras se realizaba la cirugía de arco, de esta forma, uno podría realizar la reparación del arco bajo hipotermia moderada manteniendo el corazón latiendo.¹¹

Después de la protección del cerebro y del corazón, con la experiencia acumulada de nuestro grupo,¹² y dado el nivel de preocupación, especialmente en la reparación compleja del arco aórtico con tiempos de clampaje más largos nos impulsaron a dar un paso más allá, la canulación de la aorta descendente a través del pozo del pericardio para lograr una perfusión corporal total o «Total Body Perfusion» (TBP).¹³

El objetivo del presente estudio sería describir la técnica del TBP en recién nacidos y niños sometidos a cirugía de arco compleja, así como nuestra experiencia inicial y los resultados obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo en niños menores de un año con hipoplasia de arco, en el período comprendido entre junio de 2017 y abril de 2018, en los que se realizó la técnica «Total Body Perfusion».

MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE

Se usó monitorización no invasiva Básica de ECG y ST, frecuencia cardíaca y pulsioximetría, presión arterial no invasiva, capnografía, espirometría y bucles, concentración de halogenados.

La monitorización de la perfusión perioperatoria para la reparación del arco aórtico en neonatos y niños pequeños, se realizó mediante la monitorización de la saturación regional de oxígeno (rSO₂) medida por INVOS® (Somanetics Corporation, Troy, MI, EE. UU). Se midió la rSO₂ cerebral frontal unilateral y rSO₂ subdiafragmática (somática).

Después del inicio de la anestesia, se colocan líneas de monitorización de la presión arterial en la arteria radial derecha y en una arteria femoral, presión venosa central y diuresis.

MODIFICACIÓN DEL CIRCUITO DE CEC

La línea arterial se divide en «Y», una rama va hacia la raíz aórtica y la otra va hacia la aorta descendente (estrategia similar a interrupción de arco aórtico). A su vez, de la rama de la raíz aórtica, se conecta una línea a través de un lúer con la cánula en raíz aórtica 18G/4F, aguja de cardioplegia (Medtronic®, Minneapolis, USA) con un adaptador de cardioplegia macho-macho-hembra (Medtronic®, Minneapolis, USA), consiguiendo una perfusión cerebral y miocárdica adecuadas. La rama de la aorta descendente se canulará con cánula de 6F con ángulo de 135° (Stockert®, Muenchen, Alemania). Para el control de los flujos de ambas líneas se usó el monitor en tiempo real System M-M4 (Spectrum Medical, Gloucester, UK) (Figura 1).

TÉCNICA QUIRÚRGICA

Después de esternotomía media y la heparinización, un tubo PTFE de 3,5 mm (Gore-Tex®, Flagstaff, AZ, USA) se anastomosa a la arteria innominada y se conecta con una cánula arterial 10F Biomedicus (Medtronic®, Minneapolis, USA). La CEC se inicia con un flujo estimado de 3.0 l/min/m² (175-200 ml/min/kg) después de la canulación bi-cava y los pacientes se enfrían a una temperatura central de 25-28°C.

El pericardio posterior se abre hacia la izquierda de la vena cava inferior (VCI). La aorta descendente se identifica en el espacio pleural izquierdo después de la movilización de la línula a la izquierda del esófago. La perfusión aórtica distal se logra mediante la canulación selectiva de la aorta descendente por encima del diafragma. El PTFE previo perfunde cerebro (y miocardio) mientras que la cánula en aorta descendente irriga el territorio inferior. Así, solo el arco aórtico queda excluido de la circulación extracorpórea (figura 2).

Las presiones medias arteriales radial y femoral se mantienen en el rango de 35-50 mmHg. Los vasos del arco, además de aorta ascendente y descendente están clampados. La protección cerebral mediante PCA se inicia con un flujo estimado del 30% (52-60 ml/kg/min). Se garantiza el flujo coronario midiendo presión de perfusión a través del conector macho-macho-hembra detectando anticipadamente cualquier interrupción del flujo (antes incluso de que aparezca alteración en el electrocardiograma que nos pueda indicar signos de isquemia miocárdica). Dado que el retorno sale de la misma línea arterial, el flujo mandatorio siempre será el cerebral y miocárdico. El flujo sistémico será el suficiente para que ambos, cerebro y miocardio, estén protegidos asumiendo que todas las cánulas están bien posicionadas. El flujo necesario para asegurar esa perfusión total vuelve a ser el estimado de 3.0 l/min/m² (175-200 ml/min/kg) dado que estamos perfundiendo todo el cuerpo salvo la zona del arco que se está reparando (figura 3).

La reparación del arco (principalmente coartación más arco hipoplásico) se realizó de la siguiente manera: resección de tejido ductal, anastomosis de extremo a extremo de la pared posterior del arco y aorta descendente, más aumento anterior con parche de pericardio autólogo tratado con glutaraldehído. En los casos en que no había una cresta verdadera, se realizó una ampliación directa con parche. Después de realizar la reparación del arco aórtico con TBP, se detiene el corazón para la finalización la reparación intracardiaca con una dosis de cardioplegia cristaloides Celsior® (IGL, Lissie, Francia) de 30 ml/kg. Una vez terminada la corrección intracardiaca se inicia la reperfusión, recalentando hasta 36°C.

Se obtuvo la aprobación ética institucional para la modificación y la indicación, y se obtuvo el consentimiento informado de los padres.

Dado el número de pacientes y la baja incidencia de complicaciones, el análisis estadístico no aporta ninguna información.

RESULTADOS

Recogemos datos de tres pacientes (figura 4). El primero con 11 meses y 10 kg con hipoplasia de arco más coartación

aorta. Tiempo de CEC: 135 minutos, perfusión selectiva (cerebral/miocárdica/somática) 50 minutos e isquemia coronaria: 0 minutos. El segundo paciente de 4 días y 3,2 kg con hipoplasia de arco más ventrículo derecho de doble salida. Tiempo de CEC: 190 minutos, perfusión selectiva: 35 min e isquemia coronaria: 40 minutos para la corrección intracardiaca. El tercer paciente de 90 días y 4,1 kg con coartación de aorta con comunicación interventricular. Tiempo de CEC: 110 minutos, perfusión selectiva: 24 min e isquemia coronaria: 18 minutos para el cierre de la comunicación interventricular.

Los niveles de lactato al final del procedimiento fueron de 1,67 (1,3-2,3) mmol/l. No se registraron complicaciones neurológicas ni renales en el postoperatorio. El tiempo medio intubado tras la cirugía fue de 42 horas (12-96). La estancia media en UCI fue de 12 días (2-21). La estancia media del ingreso fue de 17 días (10-39).

DISCUSIÓN

La elección de realizar reparación del arco aórtico bajo hipotermia profunda más paro circulatorio o PCA es un tema de debate hoy en día, con entusiastas seguidores y detractores de ambas estrategias.^{14,15} Los buenos resultados con una técnica clásica evitan que uno cambie, mientras que la innovación que muestra logros empuja a otros a buscar estrategias en evolución.

La literatura proporciona pruebas contundentes de la precisión y seguridad de la PCA para la protección cerebral cuando se realiza la reparación del arco aórtico, proporcionando incluso un flujo sanguíneo a ambos hemisferios.^{1,2,4,5,16-17} El ajuste de temperatura moderada evita los inconvenientes de la hipotermia profunda como se informó.^{7,18,19} Confiando en la circulación colateral, en la hipotermia moderada o profunda, se ha demostrado una protección corporal inferior adecuada,²⁰ mientras que algunos autores no están de acuerdo,²¹ y otros sugieren una estrategia de «perfusión corporal total».¹³ De hecho, la reparación regular de la coartación a través de la toracotomía izquierda se realiza bajo normotermia con efectos secundarios insignificantes cuando la isquemia no es superior a 20'.

La perfusión simultánea del cerebro, del corazón y del sistémico proporcionada por la misma línea arterial en forma de «Y» conectando el lúer-lock y la cánula de la raíz es factible y fácil de controlar con la monitorización adecuada. La bradicardia sigue la caída de la temperatura y no se esperan cambios en el ECG y más controlando la presión de perfusión a través de esa luz. Si esto ocurre, se debe verificar el acodamiento accidental en la línea. Se puede superar cualquier inconveniente cambiando la perfusión de la raíz aórtica de la sangre arterial a la cardioplegia, que es el próximo paso a seguir para completar la reparación intracardiaca.

Nuestra prioridad es garantizar un flujo cerebral adecuado, evitando tanto la hipo como la hiperperfusión. Los peligros potenciales del flujo sanguíneo cerebral excesivo incluyen edema cerebral y hemorragia intracraneal.^{8,22} Creemos que el inicio del bypass a «flujo completo» sobre la arteria innominada podría ser responsable de hiperperfusión temprana, especialmente del hemisferio derecho, lo que podría explicar por qué una estrategia de alfa-stat con limitación de vasodilatación cerebral es beneficiosa en estos pacientes para evitar el exceso. La «sobre perfusión» inicial del hemisferio derecho parece persistir durante el enfriamiento a pesar de la introducción de perfusión aórtica distal y el ajuste de TBP.

Con respecto a la perfusión infra-diafragmática y el suministro de oxígeno, es difícil respaldar las afirmaciones que concluyen que la PCA proporciona una perfusión somática adecuada a través de colaterales nativas, como sugieren algunos autores.²⁰ Sin embargo, según otro grupo con gran experiencia (primero animal y luego clínica) es difícil creer que esto sea cierto y que haya sido cuestionado en el pasado.²¹ Un subgrupo especial de pacientes con arterias intercostales grandes puede perfundirse bien en ambos sitios del diafragma mediante PCA, pero no dependeríamos de ellos, especialmente si la cirugía se realiza en condiciones más cálidas de hipotermia moderada alrededor de los 28° C. Si no se sigue una estrategia efectiva para perfundir la parte inferior del cuerpo con bypass, algunos pacientes sufrirán insuficiencia renal postoperatoria o isquemia mesentérica. Por lo tanto, confiamos en el trazado de saturación regional y la monitorización de la presión de la arteria femoral durante la PCA, y nos sentimos muy seguros ya que hemos introducido la técnica de canulación infra diafragmática.

El hallazgo de un láctico medio de 1,67 en los tres casos con estrategia de TBP contrasta con el valor medio de 5,4 en los 50 pacientes previos publicados en nuestro Centro con perfusión cerebral-miocárdica sin TBP.¹² Del mismo modo nos pasa con los tiempos de estancia en UCI y el tiempo de ingreso. Necesitamos más pacientes para demostrar si es anecdótico o significativo.

Es nuestra rutina la monitorización continua de rSO₂ (NIRS) como medida de atención de la oxigenación tisular. Nos ha proporcionado un sustancial excedente en la seguridad de los procedimientos. En analogía con nuestros colegas anestesiólogos, creemos que el INVOS se ha convertido en la pulsioximetría de los perfusionistas.

CONCLUSIONES

Nuestra estrategia de protección en cirugía de arco ha evolucionado con el tiempo. Pasamos de la hipotermia profunda con parada circulatoria a la perfusión cerebral selec-

tiva. De aquí a la perfusión cerebral y miocárdica. El último paso es la perfusión cerebral-miocárdica-somática o TBP.

Destacamos la facilidad de monitorizar y reconvertir, en caso de fibrilación o cambios en el ST, permitiendo la administración de cardioplegia de forma inmediata. La perfusión cerebral-miocárdica disminuye los tiempos de isquemia coronaria en casos complejos, incluso a cero minutos en pacientes con hipoplasia de arco aislada.

La estrategia TBP permite irrigar además el territorio inferior, dejando solo el arco aórtico sin perfusión. Los resultados iniciales son buenos, como demuestra el lactato bajo en el postoperatorio inmediato.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no presentan conflicto de intereses ni han percibido financiación para la realización del presente estudio

REFERENCIAS

1. Newburger JW, Jonas RA, Wernovsky G, et al. A Comparison of the Perioperative Neurologic Effects of Hypothermic Circulatory Arrest versus Low-Flow Cardiopulmonary Bypass in Infant Heart Surgery. *N Engl J Med.* 1993;329(15):1057-1064. doi:10.1056/NEJM199310073291501
2. Bellinger DC, Wypij D, Kuban KCK, et al. Developmental and Neurological Status of Children at 4 Years of Age After Heart Surgery With Hypothermic Circulatory Arrest or Low-Flow Cardiopulmonary Bypass. *Circulation.* 1999;100(5):526-532. doi:10.1161/01.CIR.100.5.526
3. Asou T, Kado H, Imoto Y, et al. Selective cerebral perfusion technique during aortic arch repair in neonates. *1996;61(5):1546-1548.* doi:10.1016/0003-4975(96)80002-S
4. Di Eusanio M, Wesselink RMJ, Morshuis WJ, Dossche KM, Schepens MAAM. Deep hypothermic circulatory arrest and antegrade selective cerebral perfusion during ascending aorta-hemiarch replacement: A retrospective comparative study. *2003;125(4):849-854.* doi:10.1067/mtc.2003.8
5. Goldberg CS, Bove EL, Devaney EJ, et al. A randomized clinical trial of regional cerebral perfusion versus deep hypothermic circulatory arrest: outcomes for infants with functional single ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;133(4):880-887.
6. Algra SO, Jansen NJG, Van Der Tweel I, et al. Neurological injury after neonatal cardiac surgery: A randomized, controlled trial of 2 perfusion techniques. *Circulation.* 2014;129(2):224-233. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003312

7. Salazar J, Coleman R, Griffith S, et al. Brain preservation with selective cerebral perfusion for operations requiring circulatory arrest: protection at 25 °C is similar to 18 °C with shorter operating times. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 2009;36(3):524-531. doi:10.1016/j.ejcts.2009.04.017
8. Andropoulos DB, Stayer SA, McKenzie EDD, Fraser CD. Regional low-flow perfusion provides comparable blood flow and oxygenation to both cerebral hemispheres during neonatal aortic arch reconstruction. 2003;126(6):1712-1717. doi:10.1016/S0022-5223(03)01027-4
9. Ruffer A, Tischer P, Münch F, et al. Comparable Cerebral Blood Flow in Both Hemispheres During Regional Cerebral Perfusion in Infant Aortic Arch Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2017;103(1):178-185.
10. Austin EH, Edmonds HL, Auden SM, et al. Benefit of neurophysiologic monitoring for pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;114(5):707-715, 717; discussion 715-6. doi:10.1016/S0022-5223(97)70074-6
11. Sano S, Mee RBBB. Isolated myocardial perfusion during arch repair. *Ann Thorac Surg.* 1990;49(6):970-972. doi:10.1016/0003-4975(90)90878-A
12. Gil-Jaurena J-M, González-López M-T, Pita A, Pérez-Caballero R, Herviás M, Blanco D. Beating-heart aortic arch surgery in neonates and infants. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* April 2018. doi:10.1093/icvts/ivy099
13. Cesnjevar RA, Purbojo A, Muench F, Juengert J, Rueffer A. Goal-directed-perfusion in neonatal aortic arch surgery. *Transl Pediatr.* 2016;5(3):134-141. doi:10.21037/tp.2016.07.03
14. Hanley FL. Religion, politics...deep hypothermic circulatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130(5):1236.e1-1236.e8. doi:10.1016/j.jtcvs.2005.07.047
15. Ohye RG, Goldberg CS, Donohue J, et al. The Quest to Optimize Neurodevelopmental Outcomes in Neonatal Arch Reconstruction: The Perfusion Techniques We Use and Why We Believe in Them. Vol 137.; 2009:803-806. doi:10.1016/j.jtcvs.2008.10.046
16. Fraser CD, Andropoulos DB. Principles of Antegrade Cerebral Perfusion During Arch Reconstruction in Newborns/Infants. 2008;11(1):61-68. doi:10.1053/j.pcsu.2007.12.005
17. Dodge-Khatami J, Gottschalk U, Eulenburg C, et al. Prognostic Value of Perioperative Near-Infrared Spectroscopy During Neonatal and Infant Congenital Heart Surgery for Adverse In-Hospital Clinical Events. *World J Pediatr Congenit Hear Surg.* 2012;3(2):221-228. doi:10.1177/2150135111426298
18. Oppido G, Napoleone CP, Turci S, et al. Moderately Hypothermic Cardiopulmonary Bypass and Low-Flow Antegrade Selective Cerebral Perfusion for Neonatal Aortic Arch Surgery. 2006;82(6):2233-2239. doi:10.1016/j.athoracsur.2006.06.042
19. Gupta B, Dodge-Khatami A, Tucker J, et al. Antegrade cerebral perfusion at 25 °C for arch reconstruction in newborns and children preserves perioperative cerebral oxygenation and serum creatinine. *Transl Pediatr.* 2016;5(3):114-124. doi:10.21037/tp.2016.06.03
20. Pigula FA, Gandhi SK, Siewers RD, Davis PJ, Webber SA, Nemoto EM. Regional low-flow perfusion provides somatic circulatory support during neonatal aortic arch surgery. 2001;72(2):401-407. doi:10.1016/S0003-4975(01)02727-8
21. Roerick O, Seitz T, Mauser-Weber P, Palmaers T, Weyand M, Cesnjevar R. Low-Flow Perfusion via the Innominate Artery during Aortic Arch Operations Provides Only Limited Somatic Circulatory Support. Vol 29.; 2006:517-524. doi:10.1016/j.ejcts.2005.12.048
22. Polito A, Ricci Z, Di Chiara L, et al. Cerebral blood flow during cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery: the role of transcranial Doppler – a systematic review of the literature. *Cardiovasc Ultrasound.* 2006;4(1):47. doi:10.1186/1476-7120-4-47

Figura 1. Línea arterial en «Y» con ramas hacia aorta ascendente (cerebro-miocardio) y aorta descendente. Nótese el medidor de flujo en ambas líneas (además de la línea venosa)



Figura 2. Esquema de TBP, mostrando canulación en raíz aórtica, tronco innominado y aorta descendente. Solo el arco queda excluido de la circulación extracorpórea. Imagen de campo quirúrgico con todas las líneas

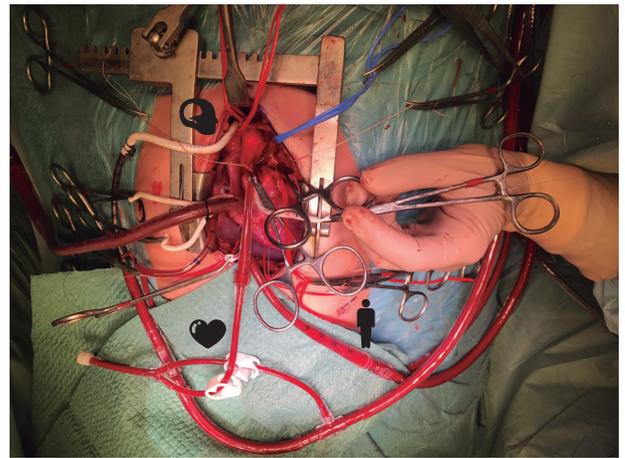
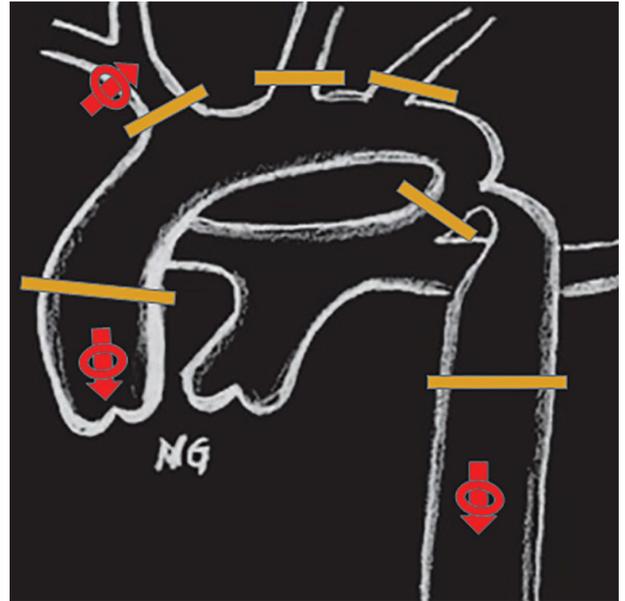
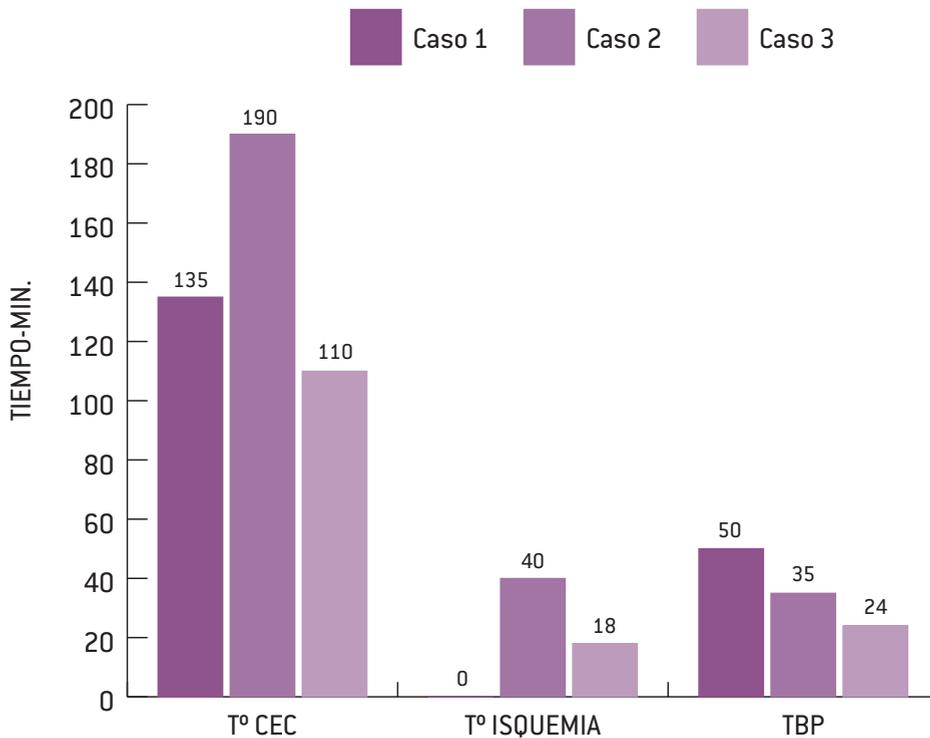


Figura 3. Monitor con registro de ECG, presión en arterias radial derecha, PVC, saturación de oxígeno y presión en arteria femoral. NIRS cerebral (arriba) y somático (abajo) durante TBP que muestran valores similares (descenso en registro cerebral durante el clampaje para realizar la fístula (circulo amarillo) y descenso en registro somático durante la disección de aorta descendente a través del pericardio posterior (círculo rojo))



Figura 4. Gráfica con valores de tiempo de CEC, isquemia miocárdica y TBP en tres pacientes. Nótese que la isquemia fue de cero minutos en el primer caso (cirugía completa a corazón latiendo)



CAPiox[®] FX Advance

Oxygenator with Integrated Arterial Filter
and Hardshell Reservoir



Enhanced flow dynamics.
Expanded patient range.

The logo for Terumo, featuring a red swoosh above the word "TERUMO" in a bold, green, sans-serif font.

Análisis comparativo multicéntrico de diferentes cardioplegias: Buckberg, Custodiol, Celsior y Del Nido

Premio al mejor trabajo presentado por los alumnos del Máster en Técnicas de Perfusión y Oxigenación Extracorpórea (Universidad de Barcelona, 2016-2018)
xx Congreso Nacional Asociación Española de Perfusionistas — junio 2018

RESUMEN / ABSTRACT

Objetivo: Existen varias soluciones cardioplégicas y realizamos este estudio para evaluar su eficacia y seguridad, en pacientes adultos con tiempos de clampaje medios-largos.

Material y métodos: Fue un estudio observacional, retrospectivo y multicéntrico que incluye pacientes intervenidos de cirugía electiva de la válvula mitral, con o sin otra cirugía concomitante y clampajes superiores a 45 minutos, desde abril del 2016 hasta octubre del 2017. Hubo 4 grupos de pacientes según el tipo de protección miocárdica: 1. Buckberg, 2. Custodiol, 3. Celsior, 4. Del Nido. Analizamos las características de la población, datos operatorios, de perfusión, morbi-mortalidad y marcadores de daño miocárdico.

Resultados: Se incluyeron 80 pacientes, 20 por cada uno de los grupos, que fueron bastante similares y con buena función ventricular. Los pacientes con Del Nido y Custodiol tuvieron tiempos de CEC e isquemia significativamente más largos que el resto. Con Custodiol hubo hiponatremia (123 ± 5 mEq/l). El 85% de los pacientes con Del Nido y Celsior recuperaron espontáneamente el ritmo normal sin desfibrilación. Las medias de troponina I del grupo Del Nido a las 12 y 24 horas fueron las más bajas (841 ± 581 y 741 ± 369 ng/L, $p=0.002$). Las medias más altas de CPK MB a las 12 y 24 horas se observan con Custodiol (94.7 ± 84.2 y 69.2 ± 62.0 mg/dl, $p=0.001$).

Conclusiones: Todas las cardioplegias fueron eficaces y no hubo diferencias significativas en la morbi-mortalidad. Buckberg y Del Nido movilizaron menos las enzimas cardiacas pareciendo ser las más seguras para la protección miocárdica. Del Nido ofrece tiempos de isquemia más prolongados con menos volumen de cardioplegia, y menor necesidad de desfibrilación.

Palabras clave: Buckberg, Cardioplegia Del Nido, Celsior, Custodiol, Cardioplegia.

Multicentric comparative analysis of different cardioplegias: Buckberg, Custodiol, Celsior and Del Nido

Objective: There are several cardioplegia solutions and we conducted this study to evaluate its efficacy and safety in adult patients with medium-long aortic cross clamp times.

Methods: An observational, retrospective and multicenter study was carried out that includes patients undergoing elective mitral valve surgery, with or without other concomitant procedures and cross clamp longer than 45 minutes, from April 2016 to October 2017. Four groups were created according to the myocardial protection used: 1. Buckberg, 2. Custodiol, 3. Celsior, 4. Del Nido. We analyzed the characteristics of the population, operative data, perfusion, morbidity and myocardial damage markers.

Results: We included 80 patients, 20 for each group, which were quite similar and with good ventricular function. Del Nido and Custodiol had cardiopulmonary bypass and cross clamp times significantly longer than the other groups. With Custodiol there was hyponatremia (123 ± 5 mEq/l). 85% of patients with Del Nido and Celsior recovered spontaneously to normal rhythm without defibrillation. The Troponin I in Del Nido group at 12 and 24 hours were the lowest (841 ± 581 and 741 ± 369 ng/L, $p=0.002$). The higher means of CPK MB at 12 and 24 hours were observed with Custodiol (94.7 ± 84.2 and 69.2 ± 62.0 mg/dl, $p=0.001$).

Conclusions: All cardioplegias were effective and there were no significant differences in morbidity and mortality. Buckberg and Del Nido mobilized less cardiac enzymes, seeming to be the safest for myocardial protection. Del Nido offers longer ischemia times with less volume of cardioplegia, and less need for defibrillation.

Keywords: Buckberg, Del Nido cardioplegia, Celsior, Custodiol, Cardioplegia.



Rianseres García Benítez

DUE perfusionista

Servicio de cirugía cardiaca

Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid



Daniel Plasencia Alcázar

DUE perfusionista

Servicio de cirugía cardiaca

Hospital Clínico San Carlos, Madrid



José María González Navarro

DUE perfusionista

Servicio de cirugía cardiaca

Hospital Universitario de Torrejón, Torrejón de Ardoz



Cristina Fernández Zapico

DUE perfusionista

Servicio de cirugía cardiaca

Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo

Rianseres García Benítez
Hospital Universitario 12 de Octubre
Servicio de Cirugía Cardíaca
Avda de Andalucía s/n.
28045, Madrid, España
Teléfono: 913908259
email: rianseres@gmail.com

Recibido: junio de 2018
Aceptado: octubre de 2018

INTRODUCCIÓN

La protección miocárdica es un tema de gran interés en el ámbito de la cirugía cardíaca. Existiendo diferentes soluciones que han demostrado su utilidad para evitar el daño miocárdico por isquemia-reperusión. Con estas, se logra disminuir las demandas metabólicas del corazón, minimizando el aturdimiento miocárdico y necrosis perioperatoria. Estas soluciones pueden ser hemáticas o cristaloides, intra o extracelulares. Las soluciones extracelulares contienen altos niveles de potasio, magnesio y sodio mientras que las intracelulares contienen bajos niveles de electrolitos. Las soluciones que actúan a nivel intracelular ofrecen la ventaja de tiempos de asistolia y protección cardíaca más prolongados.

Hay cuatro soluciones bastante utilizadas en la cirugía cardíaca actual (Tabla I):

- Buckberg (BU): (hemática 4:1 y extracelular). Desde los años 80 esta cardioplegia ha sido el *gold estándar* de la protección miocárdica en los principales centros del mundo. La sangre contiene limpiadores (*scavengers*) endógenos de los radicales libres de oxígeno, substratos para la producción de trifosfato de adenosina (ATP) y tampones para mantener el pH. Dependiendo del momento de su administración hay dosis conocidas como de inducción, mantenimiento o reperusión. Las dosis de mantenimiento se deben dar cada 20' para proteger correctamente al corazón.
- Celsior (CE): tiene una formulación de tipo cristaloides y extracelular. Contiene glutamato, que mejora la producción de energía después de la isquemia y glutatión un protector del endotelio coronario y *scavenger* de los radicales libres de oxígeno. Tiene un alto contenido en magnesio (Mg^{2+}) que previene la sobrecarga celular de calcio (Ca^{2+}), además de histidina como tampón y *scavenger*. También incluye manitol y lactobionato para evitar el edema celular. Su bajo contenido en K^+ disminuye la hiperkalemia tras la reperusión. Esta cardioplegia brinda protección hasta 60'.
- Custodiol HTK (Histidine-Tryptophan-Ketoglutarate) o solución de Bretschneider (CU): es una solución cristaloides e intracelular, con baja concentración de sodio (Na^+) y Ca^{2+} , la cual se utiliza para la preservación de órganos en trasplantes y para la protección miocárdica¹. El Custodiol tiene alta concentración de tampones (clorhidrato de histidina e histidina), además de manitol, cetoglutarato y triptófano. El manitol neutraliza los radicales libres disminuyendo el edema celular. El cetoglutarato mejora la síntesis de ATP durante la reperusión, mientras el triptófano estabiliza la membrana celular. Esta solución es atractiva por-

que una sola dosis puede ofrecer protección miocárdica por un periodo de hasta 180', permitiendo la realización de cirugías complejas sin interrupción.

- Del Nido (DN) 1:4: Es la última solución en incorporarse como protección miocárdica en la población adulta. Es una fórmula que empezó a utilizarse en cirugía pediátrica en el Children's Hospital de Boston a comienzos de los 90^{2,3}, sin embargo, en los últimos años se ha popularizado y extendido su aplicación a la cirugía cardíaca en general. Esta cardioplegia es hemática e intracelular y brinda una protección de hasta 120' con una única dosis. La proporción 1:4, le confiere menor viscosidad, lo cual facilita la microcirculación del miocardio. Asimismo, disminuye la concentración del Ca^{2+} extracelular, minimizando la posibilidad de su entrada a la célula durante la isquemia, así como la hipercontractilidad del sarcolema durante la reperusión. Al tener una mayor concentración de potasio (K^+), aumenta el tiempo que permanece bloqueada la bomba de Na^+/K^+ , lo que posibilita periodos más extensos entre dosis. Contiene igualmente lidocaína y Mg^{2+} . La lidocaína con un efecto hiperpolarizante de la membrana, bloquea los canales del Na^+ previniendo la entrada del Ca^{2+} en el citosol, mientras que el Mg^{2+} actúa como competidor reduciendo así el daño isquemia-reperusión.

El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia y seguridad de diferentes soluciones cardioplégicas, comparándolas entre sí, en pacientes (pac) adultos intervenidos de la válvula mitral con o sin cirugía concomitante y tiempos de clampaje medio-largos.

MATERIAL Y MÉTODOS

POBLACIÓN Y VARIABLES A ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y multicéntrico con pac intervenidos en cuatro centros de cirugía cardíaca desde abril del 2016 hasta octubre del 2017. Se incluyeron pac intervenidos de forma electiva, de la válvula mitral (con tiempos de clampaje superiores a 45 min), con o sin otra cirugía concomitante a excepción de la fibrilación auricular, cirugía coronaria, balón de contrapulsación (IABP) o soporte mecánico preoperatorio, que quedaron excluidos del estudio.

Se incluyeron 20 pac por cada una de las cardioplegias (grupos) objeto del estudio: 1. Buckberg, 2. Custodiol, 3. Celsior, 4. Del Nido.

Se recogieron los datos demográficos, factores de riesgo, riesgo estimado (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation, Euro-SCORE II), procedimientos quirúrgicos realizados, y complicaciones postoperatorias –arritmias,

insuficiencia renal, infarto agudo de miocardio (IAM) y mortalidad hospitalaria— por cada paciente.

Del registro de perfusión se recogieron los parámetros de superficie corporal, tiempos de circulación extracorpórea (CEC) e isquemia, temperatura mínima, cardioplegia (volumen total, vía de administración, número de dosis), latido espontáneo tras la reperfusión, iones y hematocrito intraoperatorios.

Se registraron además del hematocrito (pre, intra y postoperatorio), los niveles de enzimas cardíacas (troponina I (Ultrasensible), creatina fosfoquinasa (CPK) y CPK isoenzima MB (CPK MB) a las 12 y 24 horas (h) postoperatorias, los picos de glucemia, K^+ , láctico, y los valores mínimos de Na^+ .

Se consideró como bajo gasto (SBG) la necesidad de 2 inotrópicos a las 24 h de la cirugía para mantener un índice cardíaco > 2.2 L/min/m².

Todos estos datos fueron recolectados respectivamente de las bases de datos e historias clínicas de cada centro e introducidos en una base de datos diseñada para el estudio. Del Grupo CE no fue posible la recolección de la troponina I ni de la CPK MB, por lo que este grupo tan solo se incluirá en el análisis de la CPK.

CARDIOPLEGIA

El procedimiento quirúrgico, CEC y manejo postoperatorio se realizó según la técnica estándar de cada centro. La cardioplegia se administró según el siguiente protocolo:

- Grupo 1 (BU). Inducción a 4 °C. El tiempo de administración oscila entre los 4-6', con una primera dosis por vía anterógrada, retrograda o combinada de 10 ml/Kg y una presión de perfusión de 150-200 mmHg (anterógrada) o 45-50 mmHg (retrograda), y dosis intermitentes de mantenimiento cada 20' de 7 ml/Kg a pasar en 2-4'. Finalmente, antes del desclampaje se administra una dosis de reperfusión a 36 °C de 7 ml/ Kg.
- Grupo 2 (CU). Inducción a 4 °C. El tiempo de administración oscila entre los 6-8 min (siendo más importante el tiempo de inducción que el volumen), con una única dosis anterógrada o combinada de 25-30 ml/kg, y una presión de perfusión de 150-200 mmHg (anterógrada). Se administrará una segunda dosis en 2-3', si hay actividad eléctrica o si el tiempo excede de 180-240'.
- Grupo 3 (CE). Inducción a 4 °C. Dosis única anterógrada o combinada si presenta insuficiencia aórtica a 10 ml/kg, con una presión no superior a 200 mmHg por vía anterógrada o 40 mmHg por retrograda. Si el tiempo de isquemia supera los 60 min se da una dosis de mantenimiento. Se administra reperfusión de sangre caliente antes del desclampaje.

- Grupo 4 (DN). Inducción a 4 °C. Dosis única de 1000 cc en pac de más de 50 Kilos (o 20 ml/Kg si pesa menos de 50 kg) con una presión de perfusión de 150 mmHg vía anterógrada o 40 mmHg retrograda. La infusión se realiza vía anterógrada o combinada cuando existe insuficiencia aórtica severa. En caso de recobrar actividad o cuando el tiempo de isquemia vaya a superar los 120' se da una dosis de mantenimiento con la mitad de dosis. En algunos casos (dependiendo del cirujano) se da una dosis de reperfusión con sangre caliente antes del desclampaje.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron utilizando el IBM SPSS versión 24 para Windows (IBM Corp., New York). Se calcularon estadísticos descriptivos para todas las variables. La normalidad de las variables se examinó con el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de significación de Lilliefors. Las variables continuas con distribución normal se expresan como media \pm desviación estándar (DE), mientras que las que no tenían distribución normal se expresaron como medianas y cuartiles (25% a 75%). Las variables cualitativas se expresan como frecuencia y porcentaje del grupo total. Las variables continuas con distribución normal se compararon mediante la ANOVA, mientras que las que no tenían distribución normal con la prueba de Kruskal-Wallis. Las variables categóricas se compararon con el test de chi cuadrado de Pearson. Una vez que se ha determinado que existen diferencias entre las medias, o medianas se realizaron las correspondientes pruebas de rango post hoc para determinar qué medias o medianas diferían. Todos los valores de p menores o iguales a 0.05 fueron considerados significativos.

RESULTADOS

El total de la población estudiada han sido 80 pacientes, 20 en cada uno de los grupos. Las principales características demográficas y de riesgo quirúrgico/cardiovascular se representan en la Tabla II. Los grupos son bastante similares en cuanto a edad, sexo, hipertensión arterial, dislipemia, creatinina, Na^+ y K^+ . Es importante resaltar que la mayoría de pac de los cuatro grupos tenía buena función ventricular.

Las glucemias basales de los pac del grupo DN (122 ± 28 mg/dl) y CE (112 ± 28 mg/dl) eran más elevadas que las de BU (106 ± 39 mg/dl) y CU (96 ± 21 mg/dl); siendo significativas las diferencias de los dos primeros grupos con el Custodiol, DN vs CU ($p=0.02$) y CE vs CU ($p=0.03$). El grupo DN, presentaba mayor número de diabéticos, sin ser estadísticamente significativo. El hematocrito prequirúrgico en el grupo DN (35.1 ± 7.9 %) era menor que el resto de grupos, siendo significativa la diferencia entre este grupo y el de BU (40.7 ± 6.2 %, $p=0.03$).

En el grupo de CE predominaron los pac en ritmo sinusal en comparación con BU, CU y DN (75%, 35%, 35% y 40% respectivamente, $p=0.03$). Igualmente, un 75% de los pac de este grupo estaba en grado funcional (GF) I-II de la New York Heart Association (NYHA), a diferencia del resto de grupos (BU 45%, CU 55% y DN 35%), pero en este caso no alcanza la significación ($p=0.07$).

El Euroscore II del grupo DN tenía unas medias superiores al resto sin ser significativo (BU 6.7 ± 8.6 , CU 5.4 ± 5.5 , CE 4.9 ± 3.7 y DN 9.9 ± 9.7 , $p=0.14$). Aunque del estudio se excluyeron los pac con cirugía coronaria, en los grupos BU y DN había más antecedentes de coronariopatía (angioplastias, infartos [IAM], o lesiones coronarias no revascularizables) que en el resto (BU 30%, CU 5%, CE 0% y DN 35%, $p=0.001$).

Los parámetros intraoperatorios (Tabla III y Figura 1) mostraron marcadas diferencias en los tiempos de perfusión (CEC), siendo más largos en los grupos CU y DN ($156'\pm 46'$ y $146'\pm 47'$), alcanzando significación estadística las diferencias CU vs BU ($88'\pm 34'$), CU vs CE ($116'\pm 57'$) y DN vs BU ($P<0.001$, $p=0.03$ y $p=0.001$ respectivamente). Igualmente, en estos dos grupos los tiempos de isquemia (clampaje) fueron más largos (CU $114'\pm 34'$, DN $107'\pm 28'$, BU $71'\pm 27'$, CE $93'\pm 45'$), siendo significativas las diferencias CU vs BU y DN vs BU ($p=0.001$ y $p=0.01$).

No hubo diferencias significativas entre los grupos, ni en las glucemias ni en la necesidad de insulina. En los iones (fig. 2) se observó que el Na^+ alcanzó valores mínimos en el grupo del CU 123 ± 5 mEq/l vs BU 139 ± 5 mEq/l, CE 134 ± 5 mEq/l y DN 135 ± 5 mEq/l, $p<0.001$. Y el K^+ subió más en el grupo que recibió CE, en comparación con los pac que recibieron DN y BU (5.7 ± 0.8 mEq/l vs 4.8 ± 1.1 mEq/l vs 4.9 ± 0.8 mEq/l), alcanzando diferencias significativas ($p=0.003$ y 0.01 respectivamente).

Respecto a la temperatura los pac de CE fueron intervenidos más tibios (tepid) que el resto de grupos (CE 34.2 ± 2.6 °C, BU 32.4 ± 0.5 °C, CU 30.1 ± 1.3 °C y DN 31.7 ± 1.9 °C). Hubo diferencias significativas en las temperaturas mínimas durante la perfusión entre CE-DN, CE-BU y CE-CU ($p<0.001$, $p=0.02$ y $p<0.001$), además de CU-BU ($p=0.005$).

La vía anterógrada aislada fue la vía de administración más frecuentemente utilizada para la cardioplegia, aunque en otro porcentaje importante de pacientes se utilizó la combinada (anterógrada + retrógrada). Los pac del grupo BU tuvieron tiempos de isquemia bastante cortos ($71'\pm 27'$), pero, necesitaron más dosis de cardioplegia que el resto, debido a la dosis de mantenimiento cada 20' y la reperfusión caliente antes de finalizar la isquemia cardiaca. (BU 2.7 ± 0.9 vs CU 1.1 ± 0.4 vs CE 1.3 ± 0.7 vs DN 1.3 ± 0.6 , $p<0.001$). Y por ello recibieron un volumen mayor (1648 ± 484 ml), en comparación con CE (1185 ± 552 ml) y DN (1210 ± 374 ml), siendo significativas las comparaciones BU vs DN y BU vs CE ($p=0.01$ y $p=0.002$). El grupo de CU también tuvo medias altas en este ítem (1916 ± 450 ml), pero en su caso fueron

unas cirugías con tiempos de clampaje mucho más largos (114 ± 34) min. Al comparar el volumen recibido en este grupo (CU) con el DN que también tuvo isquemias largas, fue significativa la diferencia, $p<0.001$.

Un 85% de los pac de los grupos DN y CE recuperaron actividad cardiaca después del desclampaje y no necesitaron desfibrilación en comparación con BU y CU que tan solo tuvieron un 30 y 45% de latido espontáneo. En el análisis por parejas fueron significativos CE vs CU y CE vs BU ($p=0.04$, $p=0.01$) y DN vs CU y DN vs BU ($p=0.04$ y $p=0.01$).

En la Tabla IV están los procedimientos asociados a la cirugía mitral realizados en cada uno de los grupos. El más común fue el reemplazo valvular aórtico, seguido de la anuloplastia tricuspídea. Se realizó además en muy pocos casos cirugía de aorta ascendente, cierres de comunicación interauricular (CIA) e interventricular (CIV) y en un caso resección del pannus de una prótesis aórtica.

En los valores postoperatorios (Tabla V) se observa que la totalidad de pac del grupo CE estaban con inotrópicos 24 h después de la cirugía, a diferencia de los demás (BU 75%, CU 55% y DN 50%, $p=0.002$), y en este grupo también se observó un porcentaje mayor de bajo gasto postoperatorio (45%) en relación al 20-25% del resto de grupos, pero sin llegar a ser significativo ($p=0.31$). La aparición de arritmias auriculares fue más frecuente en el grupo CE (30%) en comparación con el resto de grupos ($p=0.002$) y probablemente estén en relación con los anteriores datos (aminas, bajo gasto).

El hematocrito en la UCI fue claramente superior en los pac de BU, siendo significativas las diferencias entre este grupo vs DN y CE (33.8 ± 5.4 % vs 28.9 ± 3.0 % vs 29.0 ± 3.8 %, $p=0.008$ y $p=0.01$). En el momento del alta fueron similares los valores del hematocrito entre todos los grupos (fig. 3). El 90% de pac del grupo CE fue transfundido en comparación con BU, CU y DN (40%, 55% y 55%, $p=0.01$).

El ácido láctico a las 24 h tenía tendencia a estar normalizado. Siendo sensiblemente menor en el grupo de CE (0.9 ± 0.8 mmol/L) vs DN (1.5 ± 0.7 mmol/L) vs BU (1.9 ± 0.7 mmol/L) vs CU (2.5 ± 0.8 mmol/L), $p=0.05$, $p=0.001$ y $p<0.001$ respectivamente). El grupo de CU tuvo unos lácticos superiores al resto siendo significativa además la comparación CU vs DN ($p=0.02$).

Tres pac (15%) del grupo de CU y 1 (5%) del CE tuvieron IAM, ninguno en los otros grupos, no fue significativo ($p=0.07$). En la evaluación del daño miocárdico se observa que la CPK en el grupo del CU tiene las medias más altas a las 12 y 24 h (fig. 4). De hecho, a las 12 h es significativa la diferencia de medias entre este grupo y los restantes, (CU 1265 ± 1164 mg/dl vs BU 540 ± 358 mg/dl vs CE 607 ± 575 mg/dl vs DN 496 ± 379 mg/dl, $p=0.04$, $p=0.02$ y $p=0.005$ respectivamente). A las 24 h no hay significación (BU 512 ± 273 mg/dl, CU 804 ± 611 mg/dl, CE 782 ± 606 mg/dl y DN 589 ± 419 mg/dl, $p=0.35$).

Examinando los grupos que tienen Troponina I y CPK MB encontramos: En la CPK MB a las 12 h se observan las medias más altas en el grupo CU (94.7±84.2 mg/dl) en comparación con BU (32.8±35.0 mg/dl) y DN (29.9±10.9 mg/dl), fig. 5. En el análisis por grupos CU vs DN y CU vs BU son significativos ($p=0.001$ y $p<0.001$). A las 24 h las medias del CU siguen siendo altas (CU 69.2±62.0 mg/dl, BU 20.5±12.9 mg/dl y DN 28.0±11.4 mg/dl). Tan solo es significativa la diferencia CU vs BU ($p=0.01$). Los grupos BU y DN tienen unos valores de CPK MB bajos y bastante similares en las dos tomas realizadas. El grupo DN tiene las medias de troponina I más bajas a las 12 h y 24 h. En la primera toma BU 7770±6281 ng/L, CU 21190±29561 ng/L y DN 841±581 ng/L. En la segunda toma BU 5600±4972 ng/L, CU 18520±24500 ng/L y DN 741±369 ng/L. Al realizar la comparación por parejas DN vs BU y DN vs CU fueron significativas dichas diferencias ($p<0.001$) en las dos tomas (fig. 5).

El resto de eventos clínicos adversos en el postoperatorio incluidos la reintervención por sangrado ($p=0.07$), necesidad de balón de contrapulsación o asistencia ($p=0.77$, $p=0.62$), insuficiencia renal ($p=0.49$), arritmias ventriculares ($p=0.64$) y mortalidad ($p=0.06$) no tuvieron significación estadística entre los cuatro grupos. Hubo 2 exitus (10%) en el grupo CE (uno por mieloma múltiple y otro por limitación del esfuerzo terapéutico debido a status epiléptico y encefalopatía anóxica); y 3(15%) en el grupo CU (uno por parada cardíaca, otro por fracaso multiorgánico secundarios a isquemia mesentérica y el último por infección respiratoria). En los grupos BU y DN no hubo exitus.

DISCUSIÓN

De los datos prequirúrgicos, el Euroscore II de los pacientes en quienes se utilizó la cardioplegia Del Nido fue ligeramente superior al resto y esto probablemente fue debido a tener un mayor porcentaje de pacientes reintervenidos.

Se logró tener grupos de pacientes con tiempos de isquemia largos, como los de Custodiol y Del Nido. En ambos grupos fue suficiente (en la mayoría de los casos), una sola dosis de cardioplegia para la realización del procedimiento. Entre estas dos soluciones hay una gran diferencia y es el volumen administrado de media que es superior en el caso del Custodiol. A diferencia de los anteriores grupos, los pacientes en quienes se administró Buckberg, tuvieron tiempos quirúrgicos bastante cortos, precisaron de varias dosis de cardioplegia, y por ende recibieron un mayor volumen. A pesar de ello este grupo (BU), tuvo los mejores valores de hematocrito y menos transfusiones durante todo el proceso. En los grupos con cardioplegias cristaloides bajó bastante el hematocrito tras la dosis de inducción, sin embargo, los enfermos no salen de quirófano con hematocritos muy bajos, principalmente por la hemoconcentración que se ha utilizado en todos los casos.

A nivel hidroelectrolítico, no se demostró una menor utilización de insulina con la cardioplegia Del Nido como lo han reflejado algunos trabajos recientes⁴, a pesar que en este grupo había un alto porcentaje de diabéticos y las mayores glucemias preoperatorias. Lo que si se observó fue la hiponatremia con la utilización del Custodiol, manejándose cifras de 123±5 mEq/l con un valor mínimo de 109 mEq/l similares a otros trabajos.^{5,6} Se trata de una hiponatremia iso-osmolar.⁵ La hiponatremia severa afecta negativamente al sistema nervioso central y se asocia con convulsiones, y en el paciente anestesiado bajo circulación extracorpórea causa edema cerebral y altera la función de la barrera cerebral⁷; de hecho en cirugía pediátrica el Custodiol se ha asociado a más convulsiones en el postoperatorio que la cardioplegia Del Nido.⁸ En nuestro estudio, no se constataron repercusiones clínicas, derivadas de la hiponatremia ni la hemodilución, ya que se inició una hemoconcentración precoz, antes de las dosis de inducción, facilitando la corrección del Na⁺ y hematocrito en un espacio corto de tiempo. Igualmente se constató la hiperkalemia intraoperatoria en la rama que utilizó Celsior y ello a pesar de tener poco K⁺ en su formulación; en algún caso extremo se alcanzó un valor de 7,9 mEq/l. Pudiendo ser debido a que este grupo en la inducción con cardioplegia, infunde una solución de K⁺ y Mg⁺ a 20 ml/Kg.

Los pac del grupo Celsior tenían mejor grado funcional preoperatorio, y estaban más en ritmo sinusal, lo cual haría pensar en que estaban menos evolucionados, pero por los datos que tenemos no se puede concluir esto. Aunque tuvieron tiempos quirúrgicos más cortos, precisaron de más inotrópicos y tuvieron una incidencia mayor de bajo gasto postoperatorio, arritmias auriculares y transfusiones.

Los valores elevados de la troponina I y la CPK MB después de la cirugía cardíaca son indicadores de daño perioperatorio durante o después de la cirugía y están asociados con aumento en la morbi-mortalidad a corto y medio plazo.^{9,2} En el diseño del estudio se excluyeron los pacientes con cirugía de la fibrilación auricular y coronarios, para evitar confusiones, debido a que estos procedimientos pueden presentar más frecuentemente alteraciones proteicas y enzimáticas. Los pac con Custodiol tuvieron mayores valores de láctico, CPK, CPK MB y Troponina I, que el resto de soluciones, desafortunadamente no se recogieron las pruebas de imagen en el postoperatorio para detectar trastornos de la motilidad o deterioro de la función ventricular.

Por el contrario, los menores niveles de los marcadores de daño miocárdico, IAM y exitus se obtuvieron en los pacientes con Buckberg y Del Nido, a pesar de tener sus pacientes más antecedentes de enfermedad coronaria. La CPK MB y la troponina I tuvieron los menores valores en el grupo DN; de hecho, tan solo hubo diferencias significativas entre estos dos grupos en el caso de la Troponina I (a las 12 y 24 h). Esto es especialmente importante porque el grupo

Del Nido tuvo tiempos quirúrgicos más largos que BU y CE. Algunos trabajos hablan de tiempos de 60 a 90 min por dosis de cardioplegia, pero en este estudio el tiempo se extendió hasta 120 min con una sola dosis, sin datos analíticos, necesidad de inotrópicos, o complicaciones postoperatorias sugestivas de mala protección. A diferencia del comportamiento enzimático observado en nuestro estudio con estas últimas soluciones, hay un par de trabajos en donde no hubo disparidades significativas cuando se analizaron la CPK MB y la troponina I en pacientes intervenidos de válvula aórtica aislada y otras cirugías cardíacas más complejas.^{4,10} Giordano y cols, tuvieron menor liberación de CPK MB y Troponina I con Buckberg en comparación con el Celsior.⁹

Con todas las cardioplegias la incidencia de complicaciones mayores postoperatorias (reintervención, necesidad de asistencia, balón de contrapulsación, insuficiencia renal, arritmias ventriculares, IAM y mortalidad) no fueron significativamente diferentes, demostrando su seguridad. Sin embargo, deberían realizarse estudios prospectivos para confirmar y/o analizar las cifras de los marcadores de daño miocárdico con el Custodiol.

CONCLUSIONES

Al faltar la estandarización de las intervenciones (procedimientos), no se pudieron sacar conclusiones sobre disminución de tiempos quirúrgicos con ciertas cardioplegias, pero si se puede concluir que es posible realizar cirugías complejas con menos dosis de cardioplegia y sin efectos adversos importantes.

Todas estas cardioplegias se han demostrado eficaces y no ha habido diferencias significativas en la morbi-mortalidad (reintervención por sangrado, necesidad de balón de contrapulsación o asistencia, insuficiencia renal, arritmias ventriculares, IAM y mortalidad) entre ellas.

Según los datos obtenidos, las cardioplegias Del Nido y Buckberg parecen ser las soluciones más seguras para la protección miocárdica. La solución Del Nido por la ventaja de los tiempos de isquemia por dosis, es una muy buena alternativa para su uso en cirugías complejas, pues disminuye el número de interrupciones durante la misma, haciendo que esta sea más fluida, tiene menor necesidad de desfibrilación y menor daño miocárdico. Por todo lo anterior, esta cardioplegia (Del Nido) puede ser la perfusión ideal; sin embargo, deben realizarse estudios prospectivos y aleatorizados con mayor población para confirmar todos estos datos.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las limitaciones de nuestro estudio son que es observacional, retrospectivo, y con una muestra pequeña por gru-

po. Además, como se trata de un estudio multicéntrico, con cirugías realizadas por diferentes cirujanos, no ha sido posible la estandarización. La falta de troponinas I y CPK MB en uno de los grupos no ha permitido realizar un análisis completo desde el punto de vista de los marcadores miocárdicos entre este grupo y el resto. Igualmente, faltó recoger los valores de la fracción de eyección postoperatoria o pruebas de imagen para la evaluación del daño miocárdico. Finalmente, los resultados clínicos no pueden atribuirse solo a la cardioplegia, también influyen la patología y técnica quirúrgica.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este estudio multicéntrico no presentan ningún conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Preusse CJ. Custodiol Cardioplegia: A Single-Dose Hyperpolarizing Solution. *Ject*. 2016; 48:15-20.
2. Buckberg GD, Athanasuleas CL. Cardioplegia: Solutions or strategies? *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 2016;50(5):787-791. doi:10.1093/ejcts/ezw228.
3. Matte GS, Nido PJ. History and Use of del Nido Cardioplegia Solution at Boston Children's Hospital. *J Extra Corpor Technol*. 2012;44(7):98-103. <http://amsect.societyhq.com/documents/PDF/JECT-feature-article.pdf>.
4. Mick SL, Robich MP, Houghtaling PL, et al. del Nido versus Buckberg cardioplegia in adult isolated valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149(2):626. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.10.085.
5. Lindner G, Zapletal B, Schwarz C, Wissner W, Hiesmayr M, Lassnigg A. Acute hyponatremia after cardioplegia by histidine-tryptophane-ketoglutarate--a retrospective study. *J Cardiothorac Surg*. 2012; 7:52. doi:10.1186/1749-8090-7-52.
6. Viana FF, Shi WY, Hayward PA, Larobina ME, Liskaser F, Matalanis G. Custodiol versus blood cardioplegia in complex cardiac operations: An Australian experience. *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 2013;43(3):526-531. doi:10.1093/ejcts/ezs319.
7. Castilla-Guerra L, del Carmen Fernandez-Moreno M, Lopez-Chozas JM, Fernandez-Bolanos R. Electrolytes disturbances and seizures. *Epilepsia*. 2006;47(12):1990-1998. doi:10.1111/j.1528-1167.2006.00861.x.
8. Kim J-T, Park Y-H, Chang Y-E, et al. The effect of cardioplegic solution-induced sodium concentration fluctuation on postoperative seizure in pediatric cardiac patients. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(6):1943-1948. doi:10.1016/j.athorac-sur.2011.02.003.

9. Giordano P, Scrascia G, D'Agostino D, et al. Myocardial damage following cardiac surgery: Comparison between single-dose Celsior cardioplegic solution and cold blood multi-dose cardioplegia. *Perfusion (United Kingdom)*. 2013;28(6):496-503. doi:10.1177/0267659113486827.
10. Kim WK, Kim HR, Kim JB, Jung SH, Choo SJ, Chung CH, Lee JW. Del Nido cardioplegia in adult cardiac surgery: beyond single-valve surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2018 Jul 1;27(1):81-87. doi: 10.1093/icvts/ivy028.

Tabla I. Composición hidroelectrolítica de las diferentes cardioplegias estudiadas

	Buckberg mmol/L	Custodiol mmol/L	Celsior mmol/L	Del Nido mmol/L	Actividad
Sodio	140	15	100	145	Electrolítico
Potasio	24	10	15	24	Electrolítico
Magnesio	13	4	13	6,2	Electrolítico
Cloro	126	50	-	132	Electrolítico
Calcio	-	0,015	0,25	0,4	Electrolítico
Bicarbonato	50	-	-	26	Tampón
Histidina HCl	-	18	-	-	Tampón
Histidina	-	180	30	-	Tampón-Scavenger
Glucosa	6	-	-	-	Impermeabilizante
Manitol	12,5	30	60	2,6	Impermeabilizante-reduce edema
Lactobionato	-	-	80	-	Impermeabilizante
Cetoglutarato	-	1	-	-	Energía
Glutamato	-	-	20	-	Energía
Glutati6n	-	-	3	-	Scavenger-protector del endotelio
Tript6fano	-	2	-	-	Estabilizador de la membrana
Lidocaína	260 mg	-	-	140 mg	Estabilizador de la membrana celular
Plasmalyte 148	-	-	-	1000 cc	
PH	7,2	7,2	7,3	7,4	
Osmolaridad (mosm/L)	630	310	340	413	
Viscosidad	Media	Baja	Baja	Baja	

HCl: Clorhidrato

Tabla II. Datos prequirúrgicos de los pacientes

	Buckberg	Custodiol	Celsior	Del Nido	P
n	20	20	20	20	
Edad (años)	68±10	68±13	67±11	64±13	0.74
Mujeres n (%)	11(55)	12(60)	11(55)	10(50)	0.94
HTA n (%)	11(55)	9(45)	12(60)	13(65)	0.62
Dislipemia n (%)	8(40)	8(40)	8(40)	10(50)	0.89
Diabetes n (%)	5(25)	3(15)	3(15)	9(45)	0.09
Glucemia (mg/dl)	106±39	96±21	112±28	122±28	0.01
Sodio (mEq/l)	140±5	140±3	141±3	139±5	0.55
Potasio (mEq/l)	4.4±0.4	4.2±0.4	4.4±0.5	4.2±0.5	0.17
Creatinina (mg/dl)	0.9±0.3	1.0±0.4	1.1±0.6	1.0±0.2	0.48
Hematocrito (%)	40.7±6.2	38.2±5.6	39.3±4.8	35.1±7.9	0.04
NYHA n (%)					0.07
I-II	9(45)	11(55)	15(75)	7(35)	
III-IV	11(55)	9(45)	5(25)	13(65)	
Enf. Coronaria n (%)	6(30)	1(5)	0(0)	7(35)	0.001
Obesidad	8(40)	6(30)	5(25)	7(35)	0.77
FEVI n (%)					0.91
Normal	15(75)	16(80)	15(75)	14(70)	
Disfunción	5(25)	4(20)	5(25)	6(30)	
Ritmo n (%)					0.03
Sinusal	7(35)	7(35)	15(75)	8(40)	
otros	13(65)	13(65)	5(25)	12(60)	
Euroscore II	6.7±8.6	5.4±5.5	4.9±3.7	9.9±9.7	0.14

Enf: Enfermedad; FEVI: Fracción de eyección ventrículo izquierdo; HTA: Hipertensión arterial; NYHA: Grado funcional de la New York Heart Association.

Tabla III. Datos quirúrgicos

	Buckberg	Custodiol	Celsior	Del Nido	P
Tipo de Cirugía mitral n (%)					<0.001
Plastia	1(5)	3(15)	12(60)	3(15)	
Sustitución valvular	19(95)	17(85)	8(40)	17(85)	
Tiempo de CEC (min)	88±34	156±46	116±57	146±47	<0.001
Isquemia (min)	71±27	114±34	93±45	107±28	0.001
Glucemia pico (mg/dl)	189±30	191±39	182±47	175±55	0.63
Sodio nadir (mEq/l)	139±5	123±5	134±5	135±5	<0.001
Potasio pico (mEq/l)	4.9±0.8	5.0±0.6	5.7±0.8	4.8±1.1	0.003
Hematocrito nadir %	26.8±3.1	23.1±2.9	25.5±3.2	27.5±4.1	<0.001
Tª. Mínima en CEC °C	32.4±0.5	30.1±1.3	34.2±2.6	31.7±1.9	<0.001
Vol. Cardioplegia (ml)	1648±484	1916±450	1185±552	1210±374	<0.001
Nº. Dosis Cardioplegia	2.7±0.9	1.1±0.4	1.3±0.7	1.3±0.6	<0.001
Vía administración cardioplegia n (%)					0.14
Anterógrada	9(45)	13(65)	9(45)	15(75)	
Combinada	11(55)	7(35)	11(55)	5(25)	
Latido espont. n (%)	6(30)	9(45)	17(85)	17(85)	<0.001
Nec. Insulina n (%)	9(45)	11(55)	12(60)	9(45)	0.72
Láctico pico (mmol/L)	2.1±0.9	2.5±1.4	2.2±1.4	2.9±1.9	0.35
Transfusión n (%)	5(25)	10(50)	15(75)	11(55)	0.02
Vol. Transf. hematías	158±285	375±497	462±374	300±330	0.08

CEC: circulación extracorpórea; Espont: Espontáneo; min: minutos; ml: mililitros; Nº: número; Nec: Necesidad; Tª: temperatura; Transf: transfusión; Vol.: Volumen.

Tabla IV. Procedimientos asociados

	Total	Buckberg	Custodiol	Celsior	Del Nido
Sustitución valvular aórtica	23	7	11	5	
Reparación valvular aórtica	2		1	1	
Sustitución aorta ascendente	3			2	1
Anuloplastia tricuspídea	9		3	3	3
Cierre CIA	3				3
Cierre CIV	1			1	
Limpieza pannus aórtico	1				1

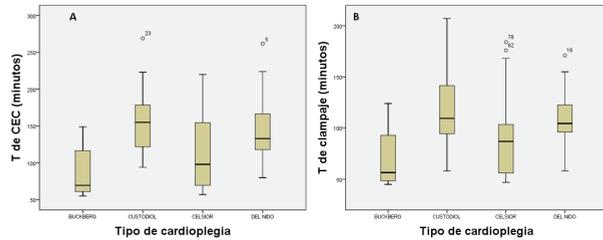
CIA: Comunicación interauricular; CIV: Comunicación interventricular.

Tabla V. Datos postoperatorios

	Buckberg	Custodiol	Celsior	Del Nido	P
Uso inotrópicos n (%)	15(75)	11(55)	20(100)	10(50)	0.002
Bajo gasto n (%)	5(25)	4(20)	9(45)	5(25)	0.31
IABP n (%)	2(10)	1(5)	3(15)	2(10)	0.77
Asistencia n (%)	0(0)	1(5)	1(5)	1(5)	0.62
Troponina I ng/L					
a las 12 h.	7770±6281	21190±29561		841±581	0.002
a las 24 h.	5600±4972	18520±24500		741±369	0.002
CPK mg/dl					
a las 12 h.	540±358	1265±1164	607±575	496±379	0.004
a las 24 h.	512±273	804±611	782±606	589±419	0.35
CPK MB mg/dl					
a las 12 h.	32.8±35.0	94.7±84.2		29.9±10.9	0.001
a las 24 h.	20.5±12.9	69.2±62.0		28.0±11.4	0.001
Hematocrito UCI nadir (%)	33.8±5.4	30.6±4.2	29.0±3.8	28.9±3.0	0.001
Láctico 24 h (mmol/L)	1.9±0.7	2.5±0.8	0.9±0.8	1.5±0.7	<0.001
Arritmias de nueva aparición UCI o planta n (%)					
Auriculares	0(0)	0(0)	6(30)	2(10)	0.002
ventriculares	1(5)	3(15)	2(10)	1(5)	0.64
Insuficiencia Renal n (%)	4(20)	2(10)	3(15)	1(5)	0.49
IAM n (%)	0(0)	3(15)	1(5)	0(0)	0.07
Reoperación sangrado n (%)	0(0)	3(15)	1(5)	0(0)	0.07
Transfusión n (%)	3(15)	4(20)	11(55)	5(25)	0.02
Transfusión todo proceso	8(40)	11(55)	18(90)	11(55)	0.01
Hematocrito al alta (%)	33.7±4.4	32.3±3.6	30.4±3.2	31.0±5.9	0.10
Muerte hosp. n (%)	0(0)	3(15)	2(10)	0(0)	0.06

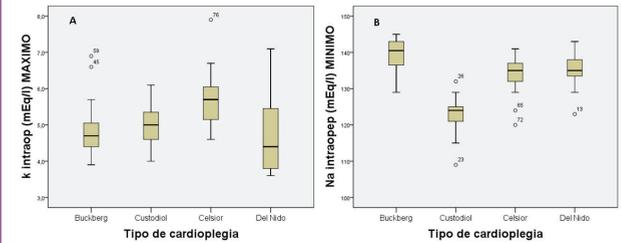
CPK: creatina fosfoquinasa; CPK MB: creatina fosfoquinasa fracción MB; hosp: Hospitalaria; IABP: Balón de contrapulsación intraaórtico; IAM: Infarto agudo de miocardio; Reop: Reoperación; UCI: Unidad Cuidados Intensivos.

Figura 1. Diagramas de caja con los tiempos de circulación extracorpórea (A) y de ischemia (B)



CEC: circulación extracorpórea; T: Tiempo.

Figura 2. Diagramas de caja con los niveles pico de potasio (A) y nadir de sodio (B), durante la cirugía. Se observa el comportamiento de estos iones con las diferentes cardioplegias



Intraop: Intraoperatorio; K: Potasio; Na: Sodio.

Figura 3. Valores del hematocrito durante todo el proceso

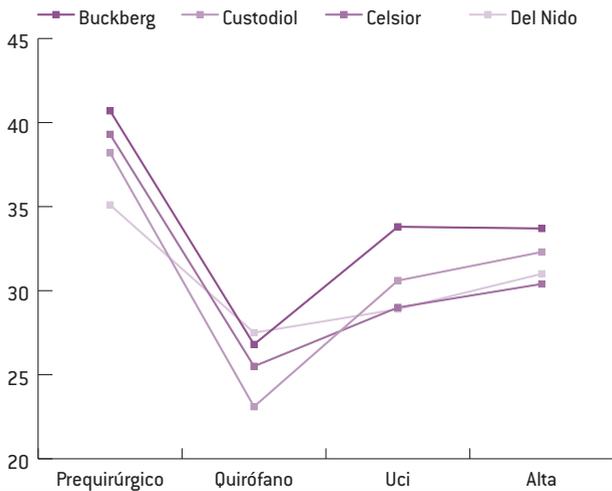


Figura 4. Evolución de la CPK en el post-operatorio (mg/dl)

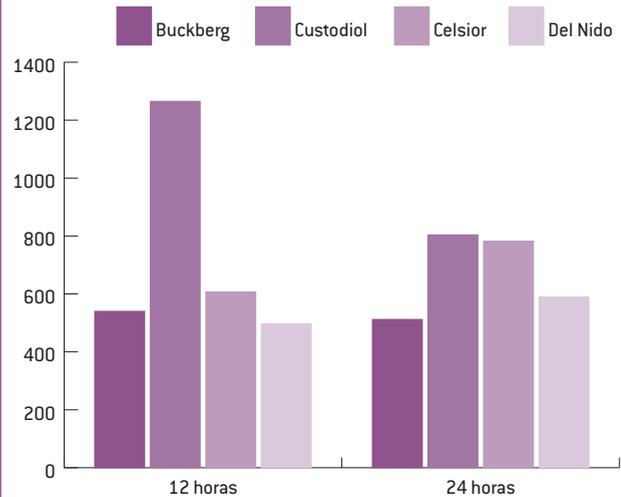
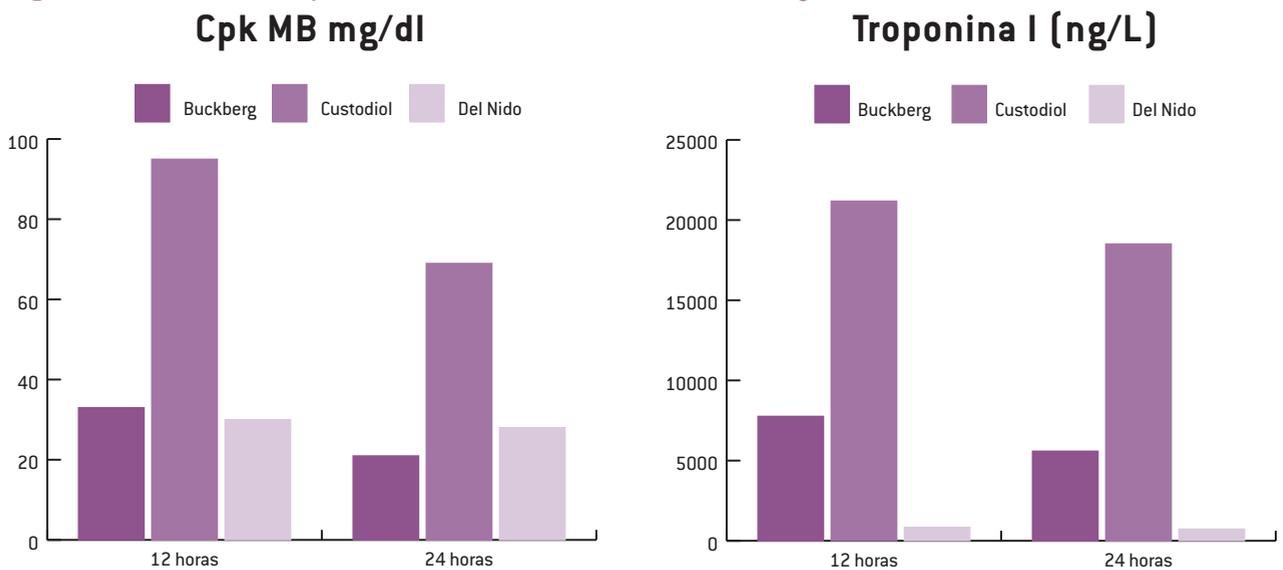


Figura 5. Marcadores específicos de daño miocárdico a las 12 y 24 horas



Circulación extracorpórea para la rehabilitación multimodal en cirugía cardíaca. Ultra fast-track

Premio al mejor póster
XX Congreso Nacional
Asociación Española de Perfusionistas
junio 2018

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: La Rehabilitación Multimodal en cirugía cardíaca consiste en una serie de medidas pre, intra y post quirúrgicas encaminadas a conseguir una mejor y más rápida recuperación del paciente. Dentro de las medidas intraoperatorias, la optimización de la circulación extracorpórea por parte del perfusionista constituye una piedra angular para la implementación de los protocolos de fast-track y ultra fast-track en cirugía cardíaca. El objetivo del presente estudio es valorar el empleo de distintas técnicas aplicadas por los perfusionistas para mantener una situación idónea del paciente que permita continuar la vía de ultra fast-track tras la desconexión del paciente de la circulación extracorpórea.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional retrospectivo de pacientes intervenidos de cirugía cardíaca desde 2012 hasta 2018 en el Hospital de Alzira; se valoraron las necesidades transfusionales, hematocrito y temperatura intra y post circulación extracorpórea, así como de todas las medidas necesarias a realizar durante la circulación extracorpórea para el control de dichos parámetros.

Resultados: Se analizaron 1287 pacientes. Se objetivó una reducción del número de concentrados de hematies transfundidos pasando de 4.15 a 2.64 concentrados transfundidos de media por paciente tras la implantación del protocolo de ultra fast-track. Existió un aumento de la media de hematocrito intra ($26,5 \pm 4,5\%$ a $27,5 \pm 4,2\%$, ns) y post circulación extracorpórea ($33,2 \pm 4,5\%$ y $32,9 \pm 4,2\%$, ns) así como mantenimiento de la media de temperatura post circulación extracorpórea en $36,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Conclusiones: Desde la optimización de la circulación extracorpórea realizada por los perfusionistas de nuestra unidad dentro de la rehabilitación multimodal en cirugía cardíaca, el paciente queda preparado para proceder al siguiente eslabón del proceso de ultra fast-track.

Palabras clave: rehabilitación multimodal, ultra fast-track, circulación extracorpórea, hematocrito, temperatura.

Cardiopulmonary bypass for multimodal rehabilitation in cardiac surgery. Ultra fast-track

Introduction: Multimodal Rehabilitation in Cardiac Surgery consists of a series of pre, intra and post operative measures that are bound to achieve better and faster recovery times for the patient. Within the intraoperative measures, the optimization of extracorporeal circulation by perfusionists constitutes a cornerstone for the implementation of fast-track and ultra fast-track protocols in cardiac surgery. The purpose of this study is to evaluate our experience with the use of different techniques performed by perfusionists to maintain a suitable situation of the patient that allows to continue the ultra fast-track path after the disconnection of the patient from the extracorporeal circulation.

Material and methods: A retrospective observational study of patients undergoing cardiac surgery was conducted from 2012 to 2017 in the University Hospital "La Ribera". Transfusional needs, hematocrit and intra and post extracorporeal circulation temperature were evaluated. As well as of all the necessary measures to be carried out during the extracorporeal circulation for the control of previous parameters.

Results: 1287 patients were analyzed. A reduction in the number of transfused red blood cell concentrates was observed, changing from 4.15 to 2.64 per patient after the implantation of the ultra fast-track protocol. There was an increase in the mean of hematocrit intra ($26,5 \pm 4,5$ vs $27,5 \pm 4,2$, ns) but no in post extracorporeal circulation ($33,2 \pm 4,5$ vs $32,9 \pm 4,2$, ns) and maintenance in the post extracorporeal circulation temperature at $36,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Conclusions: From the optimization of the extracorporeal circulation performed by perfusionists in our institution within the multimodal rehabilitation in cardiac surgery, the patient is in the right condition to continue on the next step of the ultra fast-track.

Key words: aMultimodal Rehabilitation, ultra fast-track, extracorporeal circulation, hematocrit, temperature.



Mª José Soto Viudez

Enfermera Perfusionista
Servicio Cirugía Cardíaca
Hospital Universitari de la Ribera, Alzira (Valencia)

Desamparados Alabort Cuenca

Enfermera Perfusionista
Servicio Cirugía Cardíaca
Hospital Universitari de la Ribera, Alzira (Valencia)

Juan Antonio Margarit Calabuig

Jefe Servicio
Servicio Cirugía Cardíaca
Hospital Universitari de la Ribera, Alzira (Valencia)

Carlos Ernesto Hernández Acuña

Médico Adjunto
Servicio Cirugía Cardíaca
Hospital Universitari de la Ribera, Alzira (Valencia)

Francisco Delas Ramírez

Médico Adjunto
Servicio Anestesia
Hospital Universitari de la Ribera, Alzira (Valencia)

Correspondencia:
Mª José Soto Viudez
Servicio Cirugía Cardíaca
Hospital Universitario La Ribera
Carretera Corbera s/n
46600 Alzira (Valencia)
soto_mjo@gva.es

Recibido: septiembre de 2018
Aceptado: octubre de 2018

INTRODUCCIÓN

En los inicios de la cirugía cardíaca moderna, los pacientes sometidos a este tipo de intervenciones permanecían en el postoperatorio inmediato sedados e intubados durante un periodo largo de tiempo (generalmente más de 12 horas) en las Unidades de Cuidados Intensivos bajo la creencia de que este enfoque brindaba una mayor estabilidad hemodinámica en las primeras horas de la intervención, por lo cual los pacientes presentaban ingresos hospitalarios prolongados tanto en las unidades de críticos como de hospitalización asociado a una recuperación funcional muy lenta.

En los años 80 comenzó el desarrollo de los programas de fast-track (FT), los cuales estaban enfocados primordialmente a lograr una extubación precoz de los pacientes. Al realizar una desvinculación temprana del respirador se podría alcanzar recuperación funcional más temprana permitiendo una mejoría significativa de los estándares de calidad sanitarios a todos los niveles^{1,2}. Estos programas se protocolizaron en algunos centros, pero sin una repercusión generalizada a nivel mundial.

En el año 1997 el cirujano general Dr. Kehlet, elaboró un protocolo multidisciplinar en el cuál describía una serie de actuaciones tanto en el pre como el intra y el postoperatorio basadas en evidencias científicas para permitir una más rápida y mejor recuperación física y funcional del paciente tras la cirugía^{3,4}.

Entre las actuaciones preoperatorias destaca la optimización de la patología concomitante, evitar la desnutrición y realizar un programa de rehabilitación prequirúrgico. En la fase intraoperatoria se ha de optimizar la técnica quirúrgica con la consiguiente reducción del estrés quirúrgico, así como evitar la hipotermia. Por último en la fase postoperatoria son fundamentales: la extubación precoz, el control del dolor, la movilización temprana y el inicio lo antes posible de la dieta oral para lograr una recuperación precoz del paciente.

La aplicación de este tipo de protocolos de FT ha tenido gran impacto en algunas especialidades, siendo la cirugía abdominal y en especial la cirugía colo-rectal una de las más avanzadas en estos temas. La gran repercusión a nivel mundial de los programas de FT llevó a la creación de la asociación internacional ERAS® (Enhanced Recovery After Surgery), con el objetivo de realizar una amplia difusión de este tipo de protocolos.

En 2008 se fundó el Grupo Español de Rehabilitación Multimodal (GERM) con el objetivo de implantar protocolos de ERAS en España y valorar todos los aspectos derivados de su implantación, incluyendo su grado de cumplimiento y su impacto en el paciente. Los programas de rehabilitación multimodal pueden ser implementados en la mayoría de los pacientes que van a ser sometidos a cirugía,

sin embargo, en el campo de la cirugía cardíaca el desarrollo de estos programas ha sido más bien reducido.

Más recientemente, la aplicación de protocolos de ultra fast-track (UFT) en los pacientes quirúrgicos está demostrando ser una vía de trabajo válida y con beneficios. Definiendo UFT con las siguientes medidas: extubación precoz en quirófano, inicio tolerancia oral a las 3 horas, sedación a las 6 horas y alta precoz de UCI (<24 horas).

Dentro de las estrategias intraoperatorias, uno de los parámetros determinantes para evitar el fracaso del proceso de UFT es la temperatura del paciente. La mayoría de los pacientes sometidos a cirugías de más de dos horas de duración presentan una disminución de la temperatura de entre 2 a 3°C resultado de la vasodilatación, produciendo una hipotermia relacionada con diferentes efectos adversos⁵⁻⁷.

El segundo parámetro determinante en el proceso del UFT es el hematocrito. En los pacientes sometidos a cirugía cardíaca está descrito que la presencia de niveles bajos de hematocrito aumenta la morbimortalidad, así como prolonga la estancia en las unidades de críticos y aumenta las necesidades transfusionales⁸⁻¹¹. Ambos parámetros están relacionados directamente con la circulación extracorpórea (CEC).

El objetivo del presente estudio es valorar el empleo de distintas técnicas aplicadas por los perfusionistas para mantener una situación idónea del paciente que permita continuar la vía de ultra fast-track tras la desconexión del paciente de la circulación extracorpórea

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional retrospectivo de pacientes intervenidos de cirugía cardíaca desde 2012 hasta 2018 en el Hospital Universitario de la Ribera. Como criterios de exclusión se usaron: cirugía de urgencia, tiempo de CEC mayor de 180', tiempo de isquemia cardíaca mayor de 120'.

Se evaluaron las necesidades transfusionales, así como el número de concentrados de hematíes administrados por paciente antes y después de la implantación de un programa de FT en cirugía cardíaca. Se midió la temperatura corporal central en grados centígrados mediante la utilización de termómetro rectal conectado a la bomba de CEC. El hematocrito fue medido recogiendo una muestra de gasometría arterial a través de la línea de muestreo de la bomba de CEC y analizado mediante gasómetro Siemens®, siendo expresados en %. Otras variables recogidas fueron sexo, edad, tipo cirugía y hemoglobina.

TÉCNICAS DE PERFUSIÓN

El Protocolo de Rehabilitación Multimodal desarrollado recoge una serie de técnicas para la optimización de la CEC

durante todo el proceso quirúrgico con la finalidad de adaptarla de manera individualizada con el propósito de dejar al paciente en las mejores condiciones posibles que permitan la continuidad de la cadena de UFT, por tanto nuestro objetivo se fijó en «optimización de la perfusión dirigida al protocolo de UFT». Se divide en tres etapas:

1. Fase preoperatoria (paciente antes de CEC): en esta primera fase y antes del procedimiento se realizará una evaluación de la historia del paciente, antecedentes médico-quirúrgicos, visita preanestésica, datos analíticos y procedimiento quirúrgico (cirugía mínimamente invasiva, cirugía convencional, cirugía con o sin CEC, tipo de cardioplejia) que nos permitirán una planificación de la perfusión a realizar en la siguiente fase. Se realizará una valoración del hematocrito pre-CEC, valoración de las glucemias (identificación paciente diabético, hemoglobina glicosilada), valoración del estado nutricional (albúmina < 3,5 g/dl) y valoración del ácido láctico para optimizar dichos parámetros que nos dirijan a mantener al paciente dentro del protocolo de UFT.
2. Fase intraoperatoria (paciente en CEC): en esta fase se aplicarán las técnicas planificadas anteriormente para conseguir la optimización de los parámetros que intervienen en el proceso de rehabilitación multimodal dentro de la circulación extracorpórea. Se minimizará la hemodilución con una serie de consideraciones a planificar como la reducción de las líneas del circuito de perfusión y la utilización de 3/8 en línea venosa y arterial. Si la superficie corporal del paciente es menor de 1,5 m² se utilizará un oxigenador de bajo peso. Realizaremos siempre que sea posible o las condiciones hemodinámicas del paciente lo permitan la técnica de cebado retrógrado autólogo (RAP). Con respecto al control del hematocrito las consideraciones a valorar serán la utilización del recuperador de sangre para infundir todos los volúmenes de la bomba de CEC. Si el hematocrito pre-CEC es mayor de 40%, se recomienda realizar hemodilución aguda normovolémica (HANV) por el contrario si el hematocrito pre-CEC es menor de 25%, se valorará realizar el cebado de bomba con concentrado de hematíes, para intentar optimizar un hematocrito mínimo durante la circulación extracorpórea con valores que oscilen entre el 25-28%. Si se administra cardioplejia de Del Nido para la protección miocárdica se valorará la utilización de la técnica de hemofiltración o el uso de diuréticos. Para regular la temperatura utilizaremos un módulo de normohipotermia que nos permita realizar la perfusión en normotermia, manteniendo la temperatura del oxigenador y de la manta de agua a 36°C.

Tras finalizar la CEC se aumentará la temperatura del módulo de normohipotermia correspondiente a la manta a 37°C hasta la salida del paciente del quirófano. Para las cifras de glucemia el objetivo va dirigido a mantener los niveles de glucosa en sangre iguales o inferiores a 150 mg/dl, si la glucemia basal es superior a estas cifras iniciaremos la CEC con protocolo de insulina en perfusión continua. Se evitará el uso de corticoides excepto en las cirugías que se encuentra protocolizado (cirugía de arco, pacientes en tratamiento con corticoides). Por último para optimizar el estado nutricional se valorará la administración de albúmina 20% durante la CEC siempre que aparezcan cifras de albúmina basal inferior a 3,5 mg/dl en la analítica preoperatoria.

3. Fase postoperatoria (paciente después de CEC): tras la planificación y las estrategias de perfusión realizadas en las fases anteriores, el paciente debe quedar preparado para continuar con la cadena de UFT. Tras finalizar la CEC, el paciente debe presentar y mantener una temperatura corporal igual o superior a 36°C, para ello se aumentará la temperatura del módulo de normohipotermia a 37°C hasta la salida del paciente del quirófano. Se realizará un control analítico a la salida de CEC donde se refleje un hematocrito post-CEC mayor del 28%, y un valor de ácido láctico por debajo de 2,5 mmol/L. Para finalizar por parte de perfusión y continuar con el protocolo de UFT para la rehabilitación multimodal no se habrá superado un tiempo de CEC por encima de los 180', ni tiempo de isquemia cardíaca mayor a 120'.

Los datos se recogieron en una tabla tipo Excel. Para el tratamiento estadístico de las variables cuantitativas continuas se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar su normalidad. Para la comparación entre dos medias se utilizó la prueba de t de Student y cuando la comparación fue entre varias medias, la prueba de ANOVA de un factor. Los datos se expresaron con su media y desviación estándar. Se consideró significativo cuando la p obtuvo un valor igual o inferior a 0,05.

RESULTADOS

Se analizaron 1287 pacientes intervenidos, de los cuáles 886 pacientes (69%) fueron hombres y 401 fueron mujeres (31%). La edad media de los pacientes fue de 68,7± 9.8 años. De los 1287 pacientes intervenidos un 44,2% correspondieron a cirugía coronaria y un 55,8% a cirugía valvular.

Con respecto al número de concentrados de hematíes transfundidos, se pasó de 4,15 inicialmente, a una reducción tras la implantación del protocolo, disminuyendo a

2,64 concentrados, aunque esa diferencia no llegó a ser estadísticamente significativa (Tabla I).

La media de la hemoglobina inicial (preoperatoria) era de $13,2 \pm 1,7$ mg/dl en el año 2012 pasando a $13,4 \pm 1,8$ mg/dl en el año 2017, observándose un incremento de $0,2$ mg/dl, mientras que la media de la hemoglobina final (alta paciente) pasó de $9,8 \pm 1,1$ mg/dl a $10,0 \pm 1,3$ mg/dl con un incremento de $0,2$ mg/dl. En la tabla II podemos observar la evolución de los resultados por años, no existiendo diferencias significativas en los mismos.

En relación con la variable hematocrito en CEC estudiada en los últimos tres años, se observó un aumento de la media del hematocrito intra-CEC de $26,5 \pm 4,5\%$ a $27,5 \pm 4,2\%$. (Figura 1), aunque ese incremento tampoco fue significativo de forma estadística. Con respecto al hematocrito post-CEC se tuvieron valores muy similares, teniendo una media de entre $33,2 \pm 4,5\%$ y $32,9 \pm 4,2\%$. (Figura 2).

Aunque no poseemos datos anteriores, el protocolo de perfusión previo a la implantación del FT tenía un margen de trabajo de temperatura mínima en CEC entre 30 y 32°C . Tras el inicio del FT, la temperatura mínima en CEC se fijó por encima de los 35°C , manteniendo la temperatura más baja del paciente intra-CEC entre $35,3 \pm 1,2^\circ\text{C}$ y $35,4 \pm 1,6^\circ\text{C}$, sin diferencias significativas (Figura 3), mientras que la temperatura de salida se mantuvo en $36,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. (Figura 4).

DISCUSIÓN

La Rehabilitación Multimodal comprende una serie de estrategias aplicadas en el pre, intra y postquirúrgico inmediato que generan una serie de ventajas en los pacientes, como son una objetivable reducción de la estancia hospitalaria, sin aumentar los reingresos, ni la tasa de complicaciones.

En el año 2013 se inició a valorar la implantación de un programa de Rehabilitación Multimodal en Cirugía Cardíaca que permitiera una más pronta recuperación de los pacientes adaptando los principios ERAS®. Se necesitó la formación de un equipo multidisciplinar formado por cirujanos, anestesiólogos, cardiólogos, intensivistas, fisioterapeutas, nutricionistas, enfermería y perfusionistas. Siendo el primer equipo de cirugía cardíaca que pertenece al GERM (Grupo Español Rehabilitación Multimodal) nos involucramos como perfusionistas y parte del equipo multimodal en el desarrollo de un protocolo de FT para nuestra unidad¹². Definiremos protocolo de FT a todas las medidas dirigidas a la pronta recuperación del paciente desde la fase pre, intra y post- operatoria.

El avance de las técnicas quirúrgicas unido a la incorporación de nuevos fármacos por parte de anestesia y al avance de las estrategias en perfusión, hace posible la implantación de un programa de UFT para los pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Considerado el protocolo de UFT como la

extubación precoz en quirófano, inicio tolerancia oral a las 3 horas, sedestación a las 6 horas y alta precoz de UCI (<24 horas).

La extubación de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca debe de tener en cuenta los efectos colaterales de la CEC, especialmente la temperatura y el hematocrito.

Los efectos adversos producidos por la hipotermia están relacionados con un aumento del riesgo de infección¹³, disfunción plaquetaria¹⁴⁻¹⁶, y un aumento del efecto de los fármacos bloqueantes neuromusculares¹⁷. La sensación de frío en el paciente postquirúrgico produce una situación de disconfort con un aumento de la presión arterial, de la frecuencia cardíaca y de liberación de catecolaminas pudiendo desencadenar en un aumento del riesgo cardíaco a tener en cuenta en los pacientes postquirúrgicos de cirugía cardíaca¹⁸. En el postoperatorio las medidas de calentamiento deben mantenerse hasta que el paciente supere los 36°C ¹⁹. Si bien, previamente a la implantación del protocolo UFT, la temperatura mínima en CEC estaba fijada entre $30-32^\circ\text{C}$, una vez iniciado el mismo observamos que la media de la temperatura mínima obtenida durante la perfusión prácticamente fue similar entre $35,3 \pm 1,2^\circ\text{C}$ y $35,4 \pm 1,6^\circ\text{C}$. Como el objetivo era conseguir una temperatura del paciente superior a los 36°C tras la desconexión de la CEC, la media de esa temperatura fue de $36,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$, quedando optimizado según el protocolo UFT¹⁹.

En relación con el hematocrito, la anemia está relacionada con un aumento de la morbimortalidad y complicaciones postquirúrgicas. Las transfusiones de hemoderivados no están exentas de riesgo, a la vez que se han relacionado con un aumento de las infecciones de la herida, de la estancia hospitalaria, del gasto sanitario y de la mortalidad a corto y largo plazo²⁰. Existen discrepancias respecto a los pacientes de cirugía cardíaca en cuanto a cuál es el límite o punto exacto para la administración de concentrado de hematíes^{21,22}. La evidencia actual podría corresponder a hematocritos en torno a $25-26\%$. Al igual que con la temperatura se protocolizaron las distintas estrategias durante la CEC que permitieron un aumento del hematocrito durante la perfusión de $26,4\%$ a $27,5\%$ (+1.1%) consiguiendo que la media de hematocrito de los pacientes a la salida de CEC sea de $33,4\%$. La mejora del hematocrito ha repercutido en una disminución de las necesidades transfusionales disminuyendo el número de concentrado de hematíes transfundidos de $4,15$ a $2,64$ tras la implantación del protocolo UFT. Las hemoglobinas iniciales que presentan los pacientes antes de la cirugía sí que presentan un ligero aumento ($+0,2$ mg/dl) desde la implantación del programa FT, aunque observamos que ese ligero aumento se mantiene en las hemoglobinas finales, deberíamos estudiar la media de la primera hemoglobina post-CEC para ver si las medidas aplicadas durante la perfusión son estadísticamente significativas.

Respecto a la disminución de las necesidades transfusionales, no podemos afirmar que estén relacionadas directamente con el protocolo FT. La tabla referida en el estudio corresponde al servicio de hematología como parte integrante del equipo de rehabilitación multimodal, en ella se reflejan el número de concentrados de hemáties por paciente de todos los pacientes sometidos a intervenciones de cirugía cardíaca por año. En el año 2013 se empezó a esbozar el programa FT en nuestro hospital y como estudio observacional se evidencia una disminución del número de concentrados de hemáties transfundidos por paciente que coincide con el período de instauración de dicho protocolo.

CONCLUSIONES

Desde la optimización de la circulación extracorpórea realizada por los perfusionistas de nuestra unidad dentro de la rehabilitación multimodal en cirugía cardíaca, el paciente queda preparado para proceder al siguiente eslabón del proceso de ultra fast-track.

El protocolo de UFT está en proceso de implantación en nuestro centro. El papel de todos los integrantes del equipo multimodal es igual de importante, todos y cada uno de ellos componen el eslabón de una cadena cuyo objetivo final es la recuperación precoz del paciente. Los perfusionistas forman parte del equipo multidisciplinar que actúa de forma consensuada en beneficio del paciente y mejora de la calidad asistencial.

AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo multidisciplinar, compañeros y profesionales que han participado y han hecho posible con su dedicación, ilusión y trabajo la puesta en marcha de este programa de Rehabilitación Multimodal en Cirugía Cardíaca.

REFERENCIAS

1. Aps C, Hutter JA, Williams BT. Anaesthetic management and postoperative care of cardiac surgical patients in a general recovery ward. *Anaesthesia*. 1986;41:533-7.
2. Westaby S, Pillai R, Parry A, et al. Does modern cardiac surgery require conventional intensive care? *Eur J Cardiothorac Surg*. 1993;7:313-8.
3. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth*. 1997;78:606-17.
4. Fearon KCH, Ljungqvist O, Von Meyenfeldt M, et al. Enhanced recovery after surgery: a consensus review of clinical care for patients undergoing colonic resection. *Clin Nutr*. 2005;24:466-477.
5. Sessler DI. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology*. 2001;95:531-43.
6. Bernard H. Patient warming in surgery and the enhanced recovery. *Br J Nurs*. 2013;22:319-20.
7. Sessler DI. Perioperative heat balance. *Anesthesiology*. 2000;92:578-96.
8. Williams ML, He X, Rankin JS, Slaughter MS, Gammie JS. Preoperative hematocrit is a powerful predictor of adverse outcomes in coronary artery bypass graft surgery: a report from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database. *Ann Thorac Surg* 2013;96:1628-34; discussion 34.
9. Van Straten AH, Kulcu K, Ozdemir HI, Elenbaas TW, Soliman Hamad MA. Preoperative hemoglobin level as a predictor of mortality after aortic valve replacement. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2013;27:716-22.
10. Ranucci M, Di Dedda U, Castelveccchio S, Menicanti L, Frigiola A and Pelissero G. Impact of preoperative anemia on outcome in adult cardiac surgery: a propensity-matched analysis. *Ann Thorac Surg* 2012; 94:1134-41.
11. De Santo L, Romano G, Della Corte A, et al. Preoperative anemia in patients undergoing coronary artery bypass grafting predicts acute kidney injury. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 138: 965-70.
12. Margarit JA. Estudio de la morbilidad y mortalidad tras la implantación de un programa de cirugía cardíaca mínimamente invasiva y rehabilitación multimodal [tesis doctoral]. Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia; 2016.
13. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N Engl J Med*. 1996;334:1209-15.
14. Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology*. 2008;108:71-7.
15. Valeri CR, Feingold H, Cassidy G, Ragno G, Khuri S, Altschule MD. Hypothermia induced reversible platelet dysfunction. *Ann Surg*. 1987;205:175-81.
16. Staab DB, Sorensen VJ, Fath JJ, Raman SB, Horst HM, Obeid FN. Coagulation defects resulting from ambient temperature-induced hypothermia. *J Trauma*. 1994; 36:634-8.
17. Lenhardt R, Marker E, Goll V, et al. Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. *Anesthesiology*. 1997;87:1318-23.
18. Frank SM, Higgins MS, Breslow MJ, et al. The catecholamine, cortisol, and hemodynamic responses to mild perioperative hypothermia. A randomized clinical trial. *Anesthesiology*. 1995;82:83-93.
19. The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. En: National Institute for Health and Care Excellence (NICE) [en línea] [consultado el 04/03/2018]. Disponible en <https://www.nice.org.uk/guidance/CG65>

20. Murphy GJ, Reeves BC, Rogers CA, Rizvi SI, Culliford L, Angelini GD. Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery. *Circulation* 2007;116:2544-52.
21. Carless PA, Henry DA, Carson JL, Hebert PP, McClelland B, Ker K. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;(10):CDO02042.
22. Carson JL, Carless PA, Hebert PC. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(4):CDO02042.
23. Curley GF, Shehata N, Mazer CD, Hare GM, Friedrich JO. Transfusion triggers for guiding RBC transfusion for cardiovascular surgery: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2014;42:2611-2624.

Tabla I. Media del concentrado de hematíes transfundidos por paciente

Datos	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total Pacientes	146	196	246	261	216	222
Pacientes Trasfundidos	74	99	108	129	99	114
% Trasfundidos	50,7%	50,5%	43,9%	49,4%	45,8%	51,3%
CH	307	405	319	467	354	301
Media CH/paciente	4,15	4,09	2,95	3,62	3,58	2,64

CH- Concentrado de hematíes

Tabla II. Media de la hemoglobina inicial y final por años

Año	Media Hb inicial	Media Hb final
2012	13,2 ± 1,7	9,8 ± 1,1
2013	13,4 ± 1,8	9,9 ± 1,3
2014	13,3 ± 1,8	10,0 ± 1,3
2015	13,5 ± 1,8	10,0 ± 1,2
2016	13,5 ± 1,9	10,0 ± 1,4
2017	13,3 ± 1,8	10,1 ± 1,3

Figura 1. Media del hematocrito intra-CEC

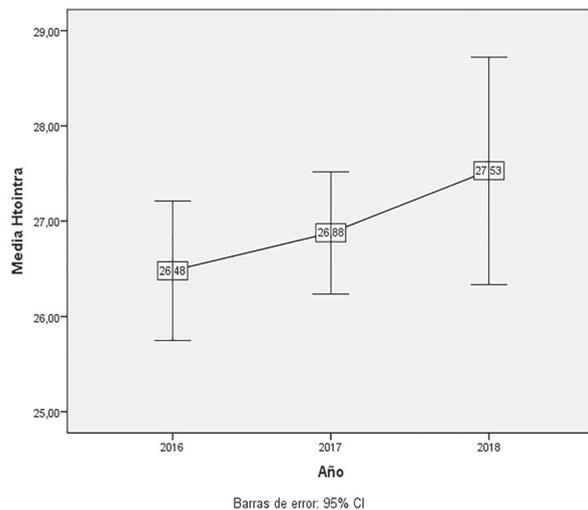


Figura 2. Media del hematocrito post-CEC

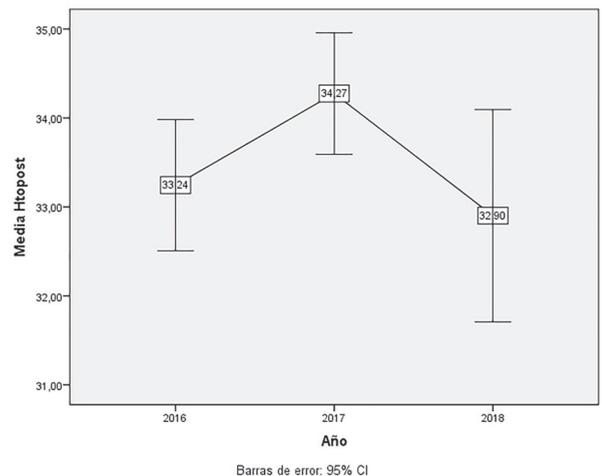


Figura 3. Media de la temperatura mínima en CEC

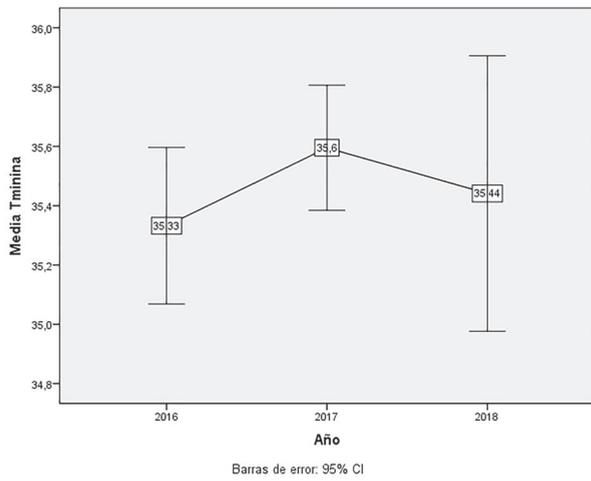
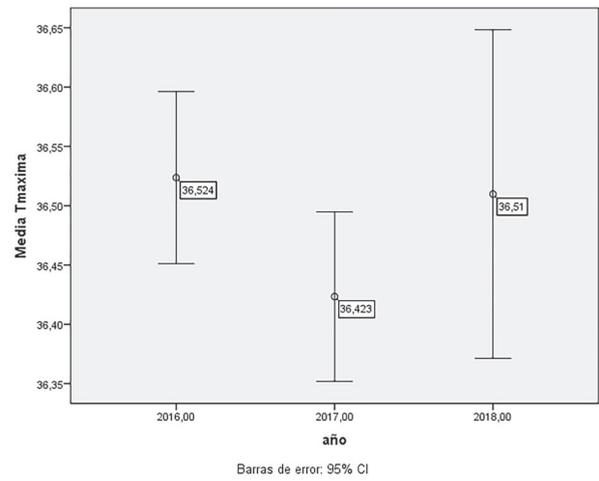


Figura 4. Media de la temperatura de salida de CEC



08TH
**EURO
ELSO** 10-13 • APRIL
2019
BARCELONA

Walking
together



euroelso-congress.com



A personal invitation
from the President
of the **EuroELSO**

Pr Alain Combes

Dear colleagues and friends,

It is my great pleasure to invite you to our 8th EuroELSO Congress which will take place from 10 - 13 April 2019 in Barcelona, Spain.

The EuroELSO scientific committee will develop a program covering all aspects of extracorporeal life support therapies. Intensivists, cardiologists, cardiac surgeons, pediatric and neonatology specialists, perfusionists and ICU nurses will gather to share their clinical experience and discuss new technologies and new directions in research.

We look forward to welcoming you in Barcelona in 2019!

Scientific highlights

- > Broaden your general knowledge on all aspects of ECMO
- > Meet your colleagues from around the world, interchange your ideas and knowledge, expand your network
- > Participate on preconference meet the expert discussions
- > Watch the live cases presentations - be online with the team and the patient
- > Gain exposure and recognition - submit an abstract for review and present your results to ELSO community
- > What went wrong session - tricks and confessions

Congress and Exhibition Office

INTERPLAN Congress
Meeting & Event Management AG
Kaiser-Wilhelm-Strasse 93
20355 Hamburg, Germany

Phone: +49-40-325092 51
Email: euroelso2019@interplan.de
www.euroelso-congress.com



18th European Congress
on
EXTRACORPOREAL CIRCULATION TECHNOLOGY
June 12th - 14th, 2019
Salerno, Italy

Welcome to Italy

The 18th European Congress on Extracorporeal Circulation Technology will be held in Italy in the city of Salerno, from June 12th to 14th, 2019. On behalf of the Executive Board and the Committee Members of the Foundation European Congress on Extracorporeal Circulation Technology (FECECT), it is my pleasure to invite you to participate in this congress.

The FECECT congress will be a dynamic forum in which perfusionists, health care providers, clinical researchers and scientists working in the field of extracorporeal circulation technologies can network. Participants will have the opportunity to share their clinical experiences, as well as research and development in the field of extracorporeal circulation with colleagues from Europe, and beyond. FECECT invites abstracts from those wishing to share scientific information and the latest advances in the field, as well as continuing education. The abstracts will undergo a selection process to ensure they meet the criteria for the conference and in order to guarantee high standards.

During the congress we will host an International Trade Exhibition of the leading companies in the field of Cardiovascular Surgery and Perfusion. It is the intention of FECECT that the congress will be an interdisciplinary event, and we hope that the information shared by experts in their fields will advance professional knowledge on new medical devices, protocols, technologies, and other related areas.

Salerno is a beautiful city in the south-west of Italy, situated in the Gulf of Salerno, on the Tyrrhenian sea. It is located between two of the most famous Italian coasts, the Amalfi Coast and the Cilento Coast. Salerno has many impressive monuments and attractions, such as the Arcehi Castle and Saint Matthew's Cathedral amongst others. It was the birthplace of the first medical school, the "Schola Medica Salernitana" founded in the 16th century. This early medical school was the most important source of medical information in Europe at the time, and established an important basis for medical education in Europe. Salerno is an ideal stopping off point on the way to Paestum, Pompei or Positano. Equally the Cilento and Vallo di Diano National Park, which is a lesser known UNESCO World Heritage site, is easily accessible from Salerno. During the congress the award ceremonial dinner will be part of the social programme for accompanying guests, there will be discovery tours organized of the city and the region.

The success of the Congress depends on your active participation in the discussion and social events, and I hope many delegates from around the world will come to Salerno to participate in the 18th European Congress on Extracorporeal Circulation Technology.

On behalf of FECECT I invite you to participate in our congress programme.

Looking forward to meeting you in Salerno.

Maria Erminia Macera Mascitelli
Host President, 18th European Congress on E.C.T.

Preliminary Programme at a glance

Wednesday, June 12th, 2019

14.00 - 21.00 hrs. Registration
15.00 - 18.00 hrs. Post-Graduate Course
18.00 - 21.00 hrs. Opening Exhibition

Thursday, June 13th, 2019

08.00 - 17.00 hrs. Registration
08.30 - 17.00 hrs. Scientific sessions and exhibition

Friday, June 14th, 2019

07.00 - 08.00 hrs. 5 km Fun Run
09.00 - 16.00 hrs. Registration
09.00 - 16.00 hrs. Scientific sessions and exhibition
19.30 - 24.00 hrs. Award winning ceremonial dinner with presentation of Congress Awards

The Preliminary Programme, including Call for Abstracts, Online Registration and Online Hotel B will be available in September 2018.

Official language

The official language of the Congress is English. All presentations and material submitted must be in English. One way simultaneous translation will only be provided for Italian.

Submission of Abstracts

Deadline: All abstracts must be postmarked no later than January 14th, 2019.

Exhibition

A commercial exhibition of medical equipment and pharmaceuticals will be presented at the Congress Venue.

Hotels and Congress Venue

We have reserved different categories of hotel rooms in Salerno. The reservations will be made by the agency CTI - Incentives & Events Italy <http://www.ctideas.it>

The congress venue is The Grand Hotel Salerno.

Congress Awards

Congress award winners will be selected by the Scientific Committee for the following Awards:

Perfusion Safety Award:	Sponsored by LivaNova
First Time Presenter Award:	Sponsored by Medtronic Europe S.A.
Most Original Paper Award:	Sponsored by Maquet Cardiopulmonary A.G.
Neonatal and Infant Perfusion Award:	Sponsored by Terumo Europe N.V.
Best Perfusionist Paper Award:	Sponsored by FECECT
Best Paper Award:	Sponsored by FECECT

Each award winner will receive a special certificate and € 1,500,-

Organization

Host President

Erminia Macera Mascitelli Florence Italy

Executive Board

President
Dick S. de Jong Maastricht The Netherlands

General Secretary
Robert Regan Dublin Ireland

Organizing Committee

Secretary
Salomé Castelo-Branco Porto Portugal
Barbara Cieslak-Szolkowska Gdansk Poland

Web Manager and IAQ Director
John Steenbrink Helmond The Netherlands

Scientific Committee

Dick S. de Jong (Chairman)	Maastricht	The Netherlands
Robert Regan (Secretary)	Dublin	Ireland
Yves Fromes	Paris	France
Hansjoerg Jenni	Bern	Switzerland
Vladimír Lonský	Olomouc	Czech Republic
Erminia Macera Mascitelli	Florence	Italy
Vitaliy Maksymenko	Kiev	Ukraine
Anna-Angeliki Tsiortva	Athens	Greece

Normas de publicación

Las normas de publicación de la Revista de la Asociación Española de Perfusionistas siguen el consenso de Vancouver y se adaptarán en todo lo posible a las resoluciones del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. Es objetivo del Equipo Editorial de la Revista el alcanzar las mayores cotas de rigor en los trabajos que se acepten para su publicación. Es por ello que los requisitos de publicación seguirán estas normas de publicación internacionales.

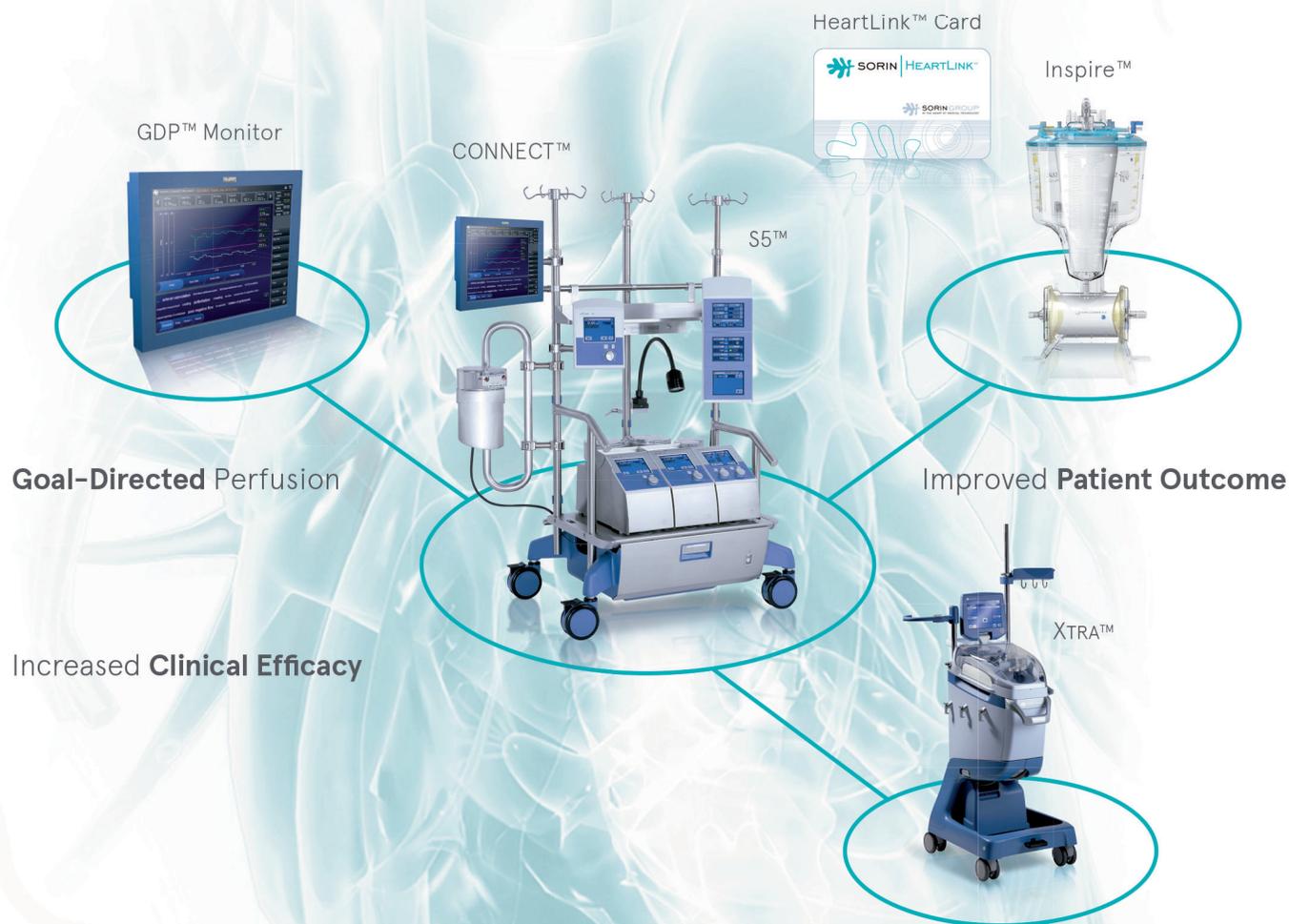
Siendo conscientes de la dificultad que para algunos profesionales puede tener en un principio el cumplimiento de estas normas y no queriendo que trabajos con calidad y fruto de la práctica y la experiencia de los profesionales que trabajan en el ámbito de la perfusión puedan quedar sin ser expuestos por dificultades técnicas o administrativas, el Equipo Editorial, a través de la secretaría de la Revista podrá apoyar con los medios técnicos necesarios para su presentación correcta a los autores que lo soliciten.

NORMAS PARA LA ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS:

1. Los manuscritos se enviarán a la secretaría de la Revista mecanografiados en papel Din A-4 (original y dos copias) y en soporte informático (disquet o CD), debiendo éste estar etiquetado y haciendo constar en el mismo el nombre y formato del fichero. Recomendamos usar formato Word (u otro compatible), tipo de letra Arial, Times New Roman o similar, tamaño 10 a 12 e interlineado 1,5 a 2. Es recomendable evitar el uso indiscriminado del formato negrita y cursiva. La extensión máxima del trabajo no será, en general, mayor de 20 hojas. También se admite el envío de manuscritos en soporte electrónico seguro exclusivo, como correo electrónico o CD por vía postal. En cualquier caso deberá acompañarse una carta en la que los autores mencionen de forma expresa su aceptación de las normas y requisitos contenidos en este documento.
2. Las páginas estarán numeradas consecutivamente. Cada sección o apartado se iniciará en hoja aparte. En la primera de ellas, figurará el título del trabajo, nombre y dos apellidos de cada uno de los autores con el rango académico más elevado y su Centro de Trabajo, así como las señas de contacto.
3. En una segunda página se presentará un resumen que no excederá de 250 palabras, junto con tres a seis palabras claves (recogidas en el Index Medicus). Ambos apartados irán traducidos al inglés.
4. Los trabajos referidos a investigaciones originales se ordenarán según los apartados habituales: introducción, material y métodos, resultados, discusión y conclusiones.
5. Podrán publicarse notas clínicas, con una extensión máxima de 4 hojas y un número no superior a 10 citas bibliográficas.
6. Las abreviaturas figurarán siempre inmediatamente detrás de la palabra o frase a la que se refieran por primera vez. Se evitará su uso en el título del manuscrito.
7. Tablas y Figuras. Cualquier tipo de gráficos, dibujos y fotografías serán denominadas Figuras. Tanto éstas como las Tablas, estarán impresas cada una en una hoja independiente. Deberán estar numeradas correlativamente según el orden de aparición en el texto, con números romanos las tablas, y números arábigos las figuras. En cada uno constará un título conciso. Si este no fuera suficientemente aclaratorio, se adjuntará una nota cuya lectura haga que la Figura o Tabla sea entendible por sí misma, sin necesidad de leer el texto del artículo. Se retocarán las fotografías para que no puedan ser identificados los pacientes. En caso de no poder evitar la identificación deberá obtenerse (y en este caso acompañarse una copia) autorización escrita del paciente o su representante legal.
8. Bibliografía. Recomendamos reseñar únicamente las citas bibliográficas necesarias y relevantes. Éstas se identificarán en el texto, tablas y figuras mediante números arábigos, en formato superíndice, sin paréntesis y numeradas por orden correlativo según su aparición en el texto. Se deben seguir las normas del International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Las normas para citar las referencias se pueden consultar en la URL: https://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.
9. El formato para la denominación de agentes microbianos seguirá necesariamente estos criterios: el agente podrá ser denominado según criterios taxonómicos (por ejemplo, *Streptococcus pneumoniae* ó bien *S. pneumoniae*) o con su denominación ordinaria (siguiendo el mismo ejemplo, neumococo) cuando sea comúnmente aceptada en la práctica.
10. Aceptación y publicación de los trabajos: De los trabajos recibidos se contestará con acuse de recibo. Una vez leído por el Equipo Editorial se enviará para su evaluación ciega a dos expertos del Comité Científico de la Revista. Si fuera necesario, se establecerá contacto con los autores para sugerencias, correcciones o apoyo de secretaría. El Equipo Editorial podrá encargarse de artículos y trabajos de los temas que considere de interés para el desarrollo de la Perfüción.
11. Los artículos deberán ir acompañados de una dirección de contacto (postal o preferentemente electrónica), que aparecerá publicada al principio del artículo original, para facilitar la interacción autor-lector.
12. Los autores deben declarar los posibles conflictos de intereses y está información ha de ser conocida para que otros puedan juzgar por sí mismos sus efectos. Se produce un conflicto de intereses en un artículo determinado cuando alguno de los que participan en el proceso de publicación desarrolla actividades que pudieran condicionar su opinión y posicionamiento. Habitualmente, los conflictos de intereses más frecuentes consisten en la existencia de relaciones económicas directas o indirectas con industrias farmacéuticas. Sin embargo, también pueden deberse a otras razones, tales como relaciones personales, competitividad académica o posicionamiento ideológico e intelectual.
13. Al remitir un trabajo a esta Revista, los autores aceptan expresamente lo siguiente: Que es un trabajo original y que no ha sido previamente publicado. Que no sido remitido simultáneamente a otra publicación. Que todos los autores han contribuido intelectualmente en su elaboración. Que todos ellos han leído y aprobado la versión del manuscrito finalmente remitida. Que, en caso de ser publicado, transfieren todos los derechos de autor al editor, sin cuyo permiso expreso no podrá reproducirse ninguno de los materiales publicados en la misma. Que convienen que la editorial y el Equipo Editorial no comparten necesariamente las afirmaciones que en el artículo manifiestan los autores.
14. Puede obtenerse información adicional relativa a la elaboración de manuscritos y formato de las referencias bibliográficas en:
International Committee of Medical Journal editors (ICMJE):
Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly work in Medical Journals, diciembre 2014
<http://www.icmje.org/recommendations/>
Traducción al castellano:
Requisitos uniformes de los manuscritos enviados a Revistas Biomédicas, 2003
<http://www.fisterra.com/herramientas/recursos/vancouver/>

HEARTLINK™ SYSTEM

The first automatically integrated perfusion management system



The Goal-Directed Perfusion System.

LivaNova **HeartLink™ System** is the first automatically integrated perfusion management system designed for improved patient outcomes, increased clinical efficacy and Goal-Directed Perfusion.