

Revista Española de Perfusión

NÚMERO 63

SEGUNDO SEMESTRE 2017

ESPECIAL INVESTIGACIÓN
MÁSTER EN TÉCNICAS DE PERFUSIÓN
Y OXIGENACIÓN EXTRACORPÓREA

DIFUSIÓN

Influencia del hematocrito sobre la oxigenación tisular durante una circulación extracorpórea pediátrica

TRABAJO DE MÁSTER

Efectos del tiempo de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico, sobre los niveles plasmáticos de la proteína C reactiva, la procalcitonina y del péptido natriurético tipo B

TRABAJO DE MÁSTER

Estrategias de ultrafiltración en CEC y su impacto en la morbilidad postoperatoria



Asociación
Española de
Perfusionistas

Editorial

- 3** Editorial
Carmen Luisa Díaz, presidenta de la AEP

Revisión

- 5** El papel del recuperador celular de hematíes en cirugía cardíaca. Revisión sistemática
Arana A, Cotano N, Martín C

Difusión

- 17** Influencia del hematocrito sobre la oxigenación tisular durante una circulación extracorpórea pediátrica
Núñez C, Monfort L, Llorens G

Trabajo de máster

- 25** Efectos del tiempo de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico, sobre los niveles plasmáticos de la proteína C reactiva, la procalcitonina y del péptido natriurético tipo B
Mesías B, Conde L

- 37** Estrategias de ultrafiltración en CEC y su impacto en la morbilidad postoperatoria
Santos PL, Pereira A, Franco P, Figueira I, Furtado D, Cláudio V, Fragata J

Opinión

- 51** Máster en técnicas de perfusión y oxigenación extracorpórea, interesante experiencia académica
Álvarez E

In memoriam

- 53** Antonia Solé Margalejo
Equipo de Perfusionistas y Cirugía Cardíaca del Hospital de Bellvitge

Normas de publicación

DIRECTORA

Carmen Luisa Díaz Álvarez
Presidenta de la AEP
Hospital Universitario Central de Asturias (Oviedo)
presidencia@aep.es

COMITÉ DE REDACCIÓN

Meritxell Rodés Galdón
Vocal Zona Cataluña
Hospital Universitari Vall d'Hebron

Concepción Rubia Martín
Vocal Zona Centro
Hospital Clínico Universitario de Salamanca

Verónica Monfort Dragó
Vocal Zona Levante
Hospital Universitario de Valencia

Lidia Melcón de la Calzada
Vocal Zona Norte
Complejo Asistencial Universitario de León

M^a Luz Recio Recio
Vocal Zona Sur
Hospital Regional Universitario de Málaga

COMITÉ CIENTÍFICO

M. José Bautista Correa
Comité Científico Zona Cataluña
Hospital Universitari de Bellvitge (L'Hospitalet de Llobregat)

María Jesús Alonso Peña
Comité Científico Zona Centro
Hospital de la Defensa (Madrid)

Benjamín Vázquez Alarcón
Comité Científico Zona Levante
idcsalud Hospital Albacete

Miguel Ángel Parada Nogueiras
Comité Científico Zona Norte
Complejo Asistencial Universitario de León

José Luis Arteaga Soto
Comité Científico Zona Sur
Hospital Universitario Virgen Macarena (Sevilla)

COORDINADOR PARA LA INVESTIGACIÓN EN PERFUSIÓN

Juan Carlos Santos Palomino
Hospital Regional Universitario de Málaga

COORDINADORA DE LA COMISIÓN DE CALIDAD

Marisol García Asenjo
Hospital Universitario de Basurto. Bilbao

EDITA:

Asociación Española de Perfusionistas
Paseo de la Habana, 9 - 11
28036 MADRID
91 411 32 19
www.aep.es
info@aep.es

COORDINACIÓN TÉCNICA

Lucía Cobos
revista@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, 2017

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

¡Basta ya: hagamos justicia!

Dra. Carmen Luisa Díaz
Presidenta de la AEP



Sí, ya está bien: hagamos justicia nosotros mismos, por nosotros mismos y para nosotros mismos. En el próximo Congreso de Murcia celebraremos los 40 años como Organización Profesional AEP. En estos 40 años han dejado sus esfuerzos varios equipos de Juntas Directivas y muchos perfusionistas que trabajaron en la trastienda —por todos siento un profundo respeto y admiración— que lucharon por darnos una formación específica, de la que no se preocupaba nadie, ni las instituciones educativas del país ni las de sanidad; sin ellos seguiríamos en medio de la nada, sin conocimiento, sin haber desarrollado la «Ciencia de la perfusión» de la que hoy nos sentimos tan orgullosos. Todos ellos fueron capaces de formalizar los cauces para que convalidásemos con Europa a través de nuestro Board Europeo En Perfusión Cardiovascular que ya poseen la práctica totalidad de los perfusionistas en activo.

Y ahora nosotros, los que ahora tenemos el poder y la obligación moral de seguir avanzando, ¿qué podemos hacer? ¿cómo podemos saldar la deuda que adquirimos al haber utilizado todos sus logros en nuestra formación y conseguir ser respetados como profesionales clave en el desarrollo de la cirugía cardíaca? Hagamos un ejercicio de responsabilidad y pongamos «negro sobre blanco» toda nuestra labor asistencial. Salgamos de la sombra, de esa «cara oculta de la luna» donde a muchos les gusta tenernos y donde nosotros, algunas veces, también aprovechamos para estar por la situación cómoda que supone, pero desde donde nuestro trabajo queda oculto y diluido entre los triunfos de los demás.

La perfusión no es una profesión fácil, demanda mucho estudio, mucho esfuerzo y mucha lucha diaria. Los equipos con directivos inteligentes potencian a las Unidades de Perfusión y las integran haciendo que se impliquen en todos sus procesos, saben que sus resultados dependen muy directamente de la fortaleza profesional de los perfusionistas. Y las Direcciones de Enfermería con directrices avanzadas y progresistas están orgullosas de los profesionales de la perfusión y facilitan la actividad diaria de los mismos, muchas veces caótica de horarios, estresante y con jornadas de trabajo sin límite.

Después de todas estas pinceladas de realidad, quiero pedirlos a todos los perfusionistas del país, a los que estamos en activo, a los que se están formando en el Máster y también a los que están como Socios de Honor en nuestra organización, que pasemos a la «lucha activa» y ya, desde el nivel en el que nos han colocado nuestros predecesores, potenciemos cada vez más la ciencia de la perfusión. Necesitamos transmitir al mundo toda nuestra práctica asistencial diaria. Necesitamos mostrar cómo aplicamos nuestros conocimientos, cómo resolvemos situaciones diarias, las sencillas y las complejas. Necesitamos mostrar cómo investigamos nuestras dudas, nuestras preguntas y también nuestros éxitos o nuestros fracasos, en este contexto no hay nada que suceda por casualidad. Necesitamos mostrar también nuestra interrelación, casi simultánea, con el resto de profesionales del país para resolver «casos problema» aprovechando experiencias de otras unidades de perfusión, en estrecha colaboración multicéntrica.

Como organización profesional tenemos una infraestructura fuerte y dinámica donde nos podemos apoyar, esta revista, nuestra web, las reuniones de zona, las asambleas generales de socios y, a partir del próximo 31 de mayo, nuestro Congreso Nacional, Murcia 2018, que desde ahora mismo os digo es una responsabilidad compartida. El congreso no es capaz de llevarlo a buen puerto la Junta Directiva sola: el Congreso sois todos vosotros y su éxito depende de vosotros; la Junta Directiva es un eslabón más, dentro de la infraestructura de la AEP, que está a vuestro servicio, al igual que toda la organización.

Es hora de asumir la responsabilidad que nos ha tocado vivir dentro de la profesión que tanto queremos, pongámonos a diseñar trabajos de investigación, ahora estamos muy a tiempo, tenemos todos los apoyos dentro de la organización. La revista ya tiene una tirada de 500 ejemplares por número y llega a todos los Servicios de Cirugía Cardíaca y a todas las Direcciones de Enfermería; y si es necesario la duplicaremos. El próximo Congreso tenemos que poder plasmar, una vez más, la realidad de lo que somos. Vamos a mostrarle al mundo todo nuestro desarrollo después de 40

años como AEP y vamos a demostrarle a los pioneros de la perfusión que merecía la pena haber derrochado tanto esfuerzo por los profesionales de hoy, que nos lo merecíamos, que hemos hecho crecer nuestra ciencia y que en el Congreso aportaremos los resultados, porque «lo que no se publica no existe».

El número 63 de nuestra revista está dedicada a los trabajos Fin de Máster de los alumnos de perfusión. El pasado noviembre he disfrutado de una jornada de trabajo con ellos, nuestro futuro como profesión. Para mí siempre supone un gran honor compartir con los alumnos su ilusión, su entusiasmo por aprender, sus ganas de progresar, sus expectativas, su frescura. Desde esta editorial, porque también es de justicia, quiero lanzar el agradecimiento público a todos los tutores de la formación práctica y a todos los miembros que componen las unidades de perfusión en las que se lleva a cabo la formación asistencial del Máster durante dos cursos académicos. Sin ellos, sin los profesionales de la perfusión que se encargan del adiestramiento y de la implementación de los conocimientos teóricos que reciben en el Máster, no sería posible completar su desarrollo profesional.

Quiero que quede constancia escrita del reconocimiento de esta parcela oculta que, junto con la de investigación de nuestra práctica clínica, desarrollan los perfusionistas de

este país: la formación de las nuevas generaciones para satisfacer las demandas de los centros hospitalarios. Esta formación supone una gran responsabilidad porque se necesita poseer conocimientos teóricos y prácticos muy consolidados y estar dispuesto a compartirlos. Los alumnos, como debe ser, lo preguntan todo y además suponen un esfuerzo añadido para los perfusionistas titulares de los casos clínicos de circulación extracorpórea; deben estar en alerta permanente, son responsables de sus decisiones y de los actos de los alumnos, tienen que explicar y convencer las interpretaciones y la interacción de todos los parámetros que modulan una circulación extracorpórea: los metabólicos, los hemodinámicos, los de la propia «bomba», los que suministra la monitorización anestésica, los de la técnica quirúrgica a desarrollar, los de respuesta a la CEC del propio paciente y por último los del equipo quirúrgico. No es una labor fácil, pero de ella depende el crecimiento y la calidad asistencial de la perfusión de este país. Mis respetos, mi admiración y todo el reconocimiento público que reclamo, en nombre de la Junta Directiva de la Asociación Española de Perfusionistas (AEP), para esta labor, que nos permite estar especialmente orgullosos de todos los profesionales de la perfusión de nuestro país. ¡Enhorabuena a todos: así llegaremos a alcanzar todos nuestros objetivos profesionales!

El papel del recuperador celular de hematíes en cirugía cardíaca. Revisión sistemática

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: El recuperador celular de hematíes es un dispositivo utilizado en la cirugía cardíaca para administrar la sangre autóloga del paciente y así no hacer uso de aquella procedente de los bancos de sangre. Con este trabajo queremos conocer si su uso está indicado en todas las cirugías de forma sistemática y qué consideraciones debemos tener previas y posteriores a su utilización.

Objetivos: Analizar las indicaciones y contraindicaciones de su uso en la cirugía cardíaca y estandarizar qué consideraciones debemos tener en la práctica.

Metodología: Se realiza una revisión sistemática de artículos sobre el tema utilizando las palabras mesh «cardiac surgery», «bypass cardiopulmonar», «extracorporeal circulation» y «cell saver». Se utiliza el filtro de artículos de los últimos 5 años y en inglés. No se incluyen los artículos que hacen referencia a la cirugía cardíaca infantil.

Resultados: El uso del recuperador celular de hematíes disminuye el uso de concentrados de hematíes pero debemos tener en cuenta que aumenta la necesidad de administrar plasma y plaquetas. No hay relevancia en cuanto al coste beneficio y en cuanto a alteraciones de la coagulación.

Conclusión: Se propone realizar un estudio teniendo en cuenta los parámetros de la coagulación, administración de unidades de sangre, coste/beneficio, etc.

Introduction: The red cell recovery cell is a device used in cardiac surgery to manage patient autologous blood and so not to make use of that from blood banks. With this work we want to know if its use is indicated in all surgeries systematically and considerations we have to have before and after use.

Objectives: To analyze the indications and contraindications for use in cardiac surgery and standardize considerations that we must practice.

Methodology: A systematic review of articles on the subject is performed using the mesh words “cardiac surgery”, “cardiopulmonary bypass”, “extracorporeal circulation” and “cell saver”. filter articles in the last 5 years and is used in English. Articles that refer to children's heart surgery are not included.

Results: The use of cell saver of red blood cells reduces the use of packed red blood cells but we must consider increasing the need to manage plasma and platelets. No relevance in terms of cost and benefit in terms of coagulation disorders.

Conclusion: It is proposed to conduct a study taking into account the parameters of coagulation, blood drive management, cost / benefit, etc.



Anne Arana Hernández



Nerea Cotano Basabe



Carmen Martín Álvarez

Correspondencia:
Anne Arana Hernández
Clínica Universidad de Navarra
C/Pío XII, 36
31008 Pamplona

Recibido: febrero de 2017
Aceptado: septiembre de 2017

INTRODUCCIÓN

En Estados Unidos se utilizan casi 15 millones de unidades de concentrados de hematíes por año y más del 25% es destinado a cirugía cardíaca, ya que son consideradas cirugías de alto riesgo hemorrágico, en parte por la administración de gran cantidad de heparina y también por la hemodilución sufrida¹.

La sangre es un bien escaso en España, país que ocupa, junto con Portugal y Grecia, uno de los últimos lugares de Europa en la escala de cobertura de sus necesidades. Según datos del ministerio de sanidad, la media nacional de cobertura de las necesidades propias apenas sobrepasa el 38%. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la cifra de 50 extracciones de unidades de sangre (450cc por unidad aproximadamente) por cada 1000 habitantes el mínimo necesario para las necesidades de cada país.

El alto riesgo de pérdida sanguínea que implica la cirugía cardíaca y la insuficiente donación altruista de sangre, unidos a las reacciones adversas que producen las transfusiones homólogas y a otras consideraciones de tipo económico (coste-efectividad) o religioso, han contribuido a la puesta en marcha de alternativas para disminuir la necesidad de este tipo de transfusiones.

La donación autóloga previa junto con la recuperación de sangre durante la cirugía son algunas de estas alternativas o estrategias para el ahorro de sangre.

La finalidad de un programa de ahorro de sangre en cirugía es evitar o disminuir la necesidad de transfundir sangre homóloga, es decir, sangre donada por sujetos distintos al paciente, ya que conlleva grandes riesgos inmunológicos e infecciosos.

Entre las complicaciones inmunológicas de la transfusión homóloga se encuentran las reacciones febriles y alérgicas; reacciones que van desde la hemólisis hasta la enfermedad injerto-contrahuésped.

Las transfusiones homólogas pueden transmitir bacterias y virus como el citomegalovirus, hepatitis B, C, D y E, herpesvirus, el virus VIH y otros agentes y parásitos^{2,3}. A pesar de que estos riesgos han disminuido mucho con los actuales métodos de selección de los donantes y de la detección de virus en sangre donada, no existe ninguna unidad de sangre homóloga con un riesgo infeccioso de cero a causa del período «ventana» en el desarrollo de anticuerpos. Así pues, es necesario reducir al mínimo la transfusión homóloga.

Una de las estrategias de ahorro de sangre que analizamos es el recuperador de sangre mediante rescate de eritrocitos (cell saver).

El recuperador celular fue descrito por primera vez en 1818 por Blundell y posteriormente por Duncan⁴ en 1886, pese a no ser popularizado su uso hasta finales de los años sesenta⁵.

Es una técnica de empleo frecuente en cirugía cardíaca y vascular, así como también en cirugía ortopédica y traumatología, proporcionando importantes cantidades de sangre autóloga sin necesidad de que el paciente haya entrado en programas de predonación.

Los sistemas utilizados solo recuperan el 50-60% de la sangre perdida durante el acto quirúrgico, lo que, junto al elevado coste del material fungible, hace que solo se indique su utilización en los procedimientos en los que se prevé una hemorragia superior a 1000 o 1500 ml o superior al 20% de la volemia o cuando se anticipa que se puede recuperar al menos una unidad de concentrado de hematíes^{6,7}.

Los recuperadores de sangre son equipos diseñados para la autotransfusión de hematíes tanto en el período intraoperatorio como en el postoperatorio.

Los más utilizados actualmente son: Brat II (Cobe), Cell Saver 5 (Haemonetics), Sequestra 1000, Autolog o Compact Advace, CardioPAT y el novedoso CATS^{8,9}.

Todos ellos, exceptuando el CATS, realizan un ciclo discontinuo de procesamiento en diferentes fases: recuperación de la sangre del campo quirúrgico y envío de ésta al reservorio de almacenamiento, anticoagulación simultánea a la aspiración mediante heparina, almacenamiento de la sangre en un reservorio con filtro interno para eliminar coágulos, grasa, partículas de hueso, etc., y centrifugación, lavado y concentración del contenido (una vez la sangre aspirada ha alcanzado un volumen suficiente en el reservorio se inicia un ciclo, que envía la sangre a la campana centrífuga).

El sistema CATS (Continuous Autologous Transfusion System) es el único de los nombrados anteriormente que procesa la sangre de forma continua permitiendo reinfundir pequeñas cantidades de sangre (15ml) sin esperar a la realización del ciclo completo, y posee la ventaja de conseguir una mayor eliminación de partículas de grasa.

Según la Sociedad Americana de Cirugía Cardíaca, Torácica y Anestesia¹⁰ en cuanto a la conservación de sangre, sugieren que:

- La reinfusión de sangre residual de la bomba al final de la CBP es razonable como parte de un programa de gestión de la sangre arterial para minimizar la transfusión de concentrados de hematíes. (Evidencia IIa)
- La centrifugación de sangre tras la recuperación de las pérdidas de sangre, es una técnica «razonable» para reducir al mínimo la necesidad de transfusión de glóbulos rojos autónomos después del CBP. (Evidencia IIa)

En la actualidad el uso del recuperador celular de hematíes está indicado en la cirugía cardíaca de manera sistemática para el ahorro de concentrados de hematíes cuando

hay una gran cantidad de pérdida de sangre pero todo ello conlleva tener en cuenta consideraciones y cuidados.

También es importante tener en cuenta, como profesionales sanitarios y como ciudadanos, que el incremento del gasto sanitario en todos los países desarrollados supone una seria preocupación. A pesar de que este gasto es socialmente más aceptado que otras partidas de gasto público, tenemos la responsabilidad de tratar de obtener el máximo estado de salud de la población con la mínima cantidad posible de recursos utilizados. Nuestro estudio pretende también animar a la reflexión sobre la implicación económica que supone el uso que damos al recuperador celular en nuestro día a día como profesionales perfusionistas.

A este respecto conviene considerar los casos en los que su uso está indicado y aquellos en los que está contraindicado, cuestiones de las que hablaremos más adelante, a pesar de que la decisión sobre su uso a día de hoy sigue dependiendo mucho de la costumbre y experiencia de los equipos, ya que las indicaciones y contraindicaciones para su utilización siguen sin ser concluyentes.

Las indicaciones, como hemos nombrado anteriormente, además del tipo de cirugía hablan de cirugías limpias, con sangrado previsto mayor o igual al 20% del volumen circulante, casos de confesiones religiosas que rechazan las transfusión sanguínea, pacientes con grupos sanguíneos raros con anticuerpos antieritrocitarios irregulares o con historia previa de reacciones transfusionales y en localizaciones geográficas con poca disponibilidad de sangre.

Las contraindicaciones se centran en casos de contaminación bacteriana del campo quirúrgico y en tumores malignos por peligro de diseminación metastásica, y en casos en los que se usan hemostáticos tópicos y productos de lavado.

La realización de este estudio pretende proporcionar seguridad en la práctica asistencial y realizar una práctica basada en la evidencia científica.

OBJETIVOS

Comprobar la eficacia del uso del recuperador celular para reducir las transfusiones homólogas y si su uso altera los procesos de coagulación en pacientes sometidos a circulación extracorporea.

Identificar cuáles son las indicaciones y contraindicaciones generales para la utilización del recuperador sanguíneo y demostrar si el uso sistematizado del mismo está realmente justificado en relación al coste beneficio.

METODOLOGÍA

La revisión bibliográfica en un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de in-

formación relevante para el usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea ésta clínica, docente, investigadora o de gestión. En las revisiones no se generan o analizan datos originales sino que se toma información proveniente de otros artículos científicos con el fin de analizar y sintetizar los resultados para la comunidad científica¹¹.

Es fundamental en primer lugar realizar una búsqueda en profundidad para conocer el estado de la cuestión en la actualidad, para ello se lleva a cabo una revisión bibliográfica sistemática que se detalla a continuación en donde se exponen los resultados.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

En un principio se acordó limitar la búsqueda a los diez últimos años, pero en una primera revisión se detectó que la gran mayoría de artículos se habían publicado en los últimos 5 años, por lo que se decidió limitar la búsqueda.

El idioma empleado es el inglés.

No se ha acotado el tipo de estudio, puesto que relacionado con el tema a tratar se consideró importante incluir revisiones bibliográficas, estudios observacionales, de cohorte y estudios comparativos.

La población a estudiar consiste en pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca, siendo la cirugía cardíaca infantil excluida de la revisión.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se excluyeron los artículos publicados en otros idiomas que no fuesen los fijados y los artículos que hacían referencia a la cirugía cardíaca infantil y otro tipo de cirugías en las que se habla del recuperador de sangre como método de ahorro de sangre.

BASES DE DATOS

Para la identificación de los estudios o artículos publicados relacionados con el objetivo de la revisión bibliográfica se llevó a cabo una búsqueda en las siguientes bases de datos:

- Pubmed: es un motor de búsqueda de libre acceso a la base de datos MEDLINE de citas y resúmenes de artículos de investigación biomédica. Ofrecido por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos como parte de Entrez.
- Google académico: es un buscador de Google enfocado en el mundo académico que se especializa

en literatura científica-académica. El sitio indexa editoriales, bibliotecas, repositorios, bases de datos bibliográficas, entre otros; y entre sus resultados se pueden encontrar: citas, enlaces a libros, artículos de revistas científicas, comunicaciones y ponencias a congresos, informes científico-técnicos, tesis, tesinas, archivos depositados en repositorios, etc.

PALABRAS CLAVE

Los términos empleados fueron (inglés /castellano):

- Cardiac surgery / cirugía cardíaca
- By pass cardiopulmonar / By pass cardiopulmonar
- Extracorporeal circulation / circulación extracorporea
- Cell saver / recuperador celular
- Coagulation / coagulación
- Contraindications / contraindicaciones

CRIBADO DE ARTÍCULOS

A la hora de seleccionar los artículos, se ha utilizado el resumen o «abstract» para determinar si el contenido se ajustaba a los criterios de inclusión establecidos.

Como la búsqueda era muy amplia en cuanto a conceptos y contenido se ha ido reduciendo las búsquedas combinando los términos de las palabras clave con los operadores booleanos OR y AND.

Las búsquedas se realizaron entre dos personas para contrastar los resultados y para que la búsqueda fuese más completa y exacta.

RESULTADOS

Tras la lectura crítica de los artículos se procede a la realización de una tabla para sintetizar las ideas principales y comunes entre los artículos, lo cual permite agruparlos en 6 grupos. (Anexo 1) De los estudios hallados la gran mayoría son estudios comparativos entre grupos que analizan el uso o no del recuperador de sangre.

En primer lugar se analizan los artículos relacionados con los concentrados de hematíes y componentes sanguíneos tales como el plasma y plaquetas, y cómo resultan afectados tras el uso del recuperador sanguíneo. De esta forma en el artículo «Intra-operative cell salvage in cardiac surgery may increase platelet transfusion requirements»¹² tras el análisis de 673 pacientes, concluye que en el grupo que utiliza CS, es necesaria la administración de plaquetas en un 36% de los casos frente a un 18% en el grupo que no lo uti-

liza. Asimismo compara la utilización del plasma fresco congelado, que es de un 31% frente al 19%. No se hallan diferencias significativas en relación al uso de concentrados de sangre. De la misma manera el artículo de Campell J. et al. «Impact of cell salvage during cardiac surgery on the thromboelastometric coagulation profile»¹³ objetiva un menor número de plaquetas tras el uso de CS y un tiempo de coagulación prolongado. El artículo «The efficacy of an intraoperative cell saver during cardiac surgery»¹⁴ es un metaanálisis en el que se incluyen 2282 pacientes y se concluye que el uso del CS disminuye el uso de concentrados de hematíes en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, pero aumenta la necesidad de utilización de plasma fresco.

Continuando con el análisis de la posible alteración de la coagulación tras el uso de los recuperadores de hematíes, se hallan 3 artículos: en el primero de ellos «Intraoperative cell salvage is associated with reduced post-operative blood loss and transfusion requirements in cardiac surgery»¹⁵ los individuos que componen el grupo de estudio son 531 pacientes sometidos a cirugía cardíaca sin CEC. Puesto que hablamos de un estudio de cohorte diremos que los pacientes que conforman el grupo presentan similares características. Se divide al grupo poblacional en función del uso del recuperador celular (factor de riesgo a estudio). En el grupo 1 se utilizó CS y en el grupo 2 no. Para obtener pruebas de coagulación similares tras la intervención quirúrgica hubo que administrar mayor cantidad de concentrados de hematíes (evidencia) en el grupo 2. Por tanto el uso del CS es determinante para disminuir la administración de concentrados de hematíes y las pérdidas de sangre en las primeras 24 horas post intervención quirúrgica.

Igualmente el estudio longitudinal «Impact of retransfusion of blood processing in cell saver on coagulation versus cardiopulmonary bypass: a prospective study using thromboelastography»¹⁶ trata de analizar el impacto que tiene sobre la coagulación el uso de la sangre procesada en el recuperador celular, tomando como instrumento medidor el tromboelastograma. Conforman el grupo poblacional 170 individuos, 100 de ellos son intervenidos bajo CEC y 70 de ellos sin CEC. Del segundo grupo a 20 pacientes se les administra sangre procesada por el CS. Tras el análisis de los datos obtenidos con el tromboelastograma se concluye que la formación del coágulo tras la neutralización de la heparina fue correcta. También se observó un incremento de la fibrinólisis los 30 minutos postcirugía, pero sin ser significativo. En el grupo con CEC no hubo impacto clínicamente relevante.

En el estudio «Pump blood processing salvage after retransfusion improves hemoglobin levels after coronary artery bypass grafting but affects coagulative and fibrinolytic systems»¹⁷ se centran en los pacientes sometidos a cirugía coronaria con circulación extracorpórea. Analizan la mejora de los niveles de hemoglobina postoperativa con el uso de la

bomba de recuperación de sangre, sin embargo, este uso induce una fuerte generación de trombina activando la fibrinólisis y generando una coagulopatía de consumo.

La cirugía cardíaca siempre ha estado ligada al aumento de la respuesta inflamatoria, al ser algo que nos preocupa, se procede a analizar si el recuperador celular puede aumentar dicha respuesta. En el artículo «Does use of cell saver decrease the inflammatory response in cardiac surgery»¹⁸ tras realizar un estudio randomizado aleatoriamente, tratan de vincular la respuesta inflamatoria postquirúrgica al uso del CS midiendo los niveles de citrinas, interleukinas, etc. Tras la primera hora postquirúrgica (pico) y pasadas 12 y 24 horas. No se objetivan aumentos ni diferencias estimadas después del uso del CS.

Smith T et al en la revista de perfusión publicada en el 2013¹⁹ en el artículo «In vitro comparison of two different methods of cell washing», tiene como objetivo la comparación del estudio creado (unidades de glóbulos rojos) por dos diferentes métodos de lavado, uno de ellos el CS. Los parámetros medidos son el hematocrito, hemoglobina libre, lactato LDH, K, glucosa y pH. Se comparan los productos obtenidos tras la utilización del recuperador celular y los glóbulos rojos no tratados originales. Se objetiva que los niveles de glucosa, lactato y K se redujeron cuando se lavan en un dispositivo de autotransfusión. También la hemoglobina libre y los niveles de LDH fueron inferiores con el uso del protector celular Medtronic autolog que con el cobre 2991. Por todo ello entienden que el lavado de unidades de donantes de glóbulos rojos antes de la transfusión puede atenuar las elevaciones en casi todos los parámetros medidos.

Vonk AB et al, en su estudio «Residual blood processing by centrifugation, cell salvage or ultrafiltration in cardiac surgery: effects on clinical hemostatic and ex vivo rheological parameters»²⁰ comparan las tres técnicas más habituales de concentración de sangre y aseguran que el CS obtiene mejores resultados con respecto al aumento de la Hb postoperatoria y de lavado de Hb libre en comparación con las técnicas de centrifugación y ultrafiltración.

En la actualidad contamos con numerosos equipos de recuperación de sangre autóloga. Es por ello que en el artículo «Comparison of the effects of three cell saver devices on erythrocyte function during cardiopulmonary bypass procedure»²¹, después de procesar la sangre en los sistemas, se obtuvo que el grupo cell saver/ haemonetics y el autologs de medtronic obtiene mayor índice de deformidad de eritrocitos que el grupo del CATs. Además en el grupo de CATs obtienen mayor número de Hb y de Hct y el grupo del medtronic autologs y cellsaver/haemonetics más hb libre.

Relacionando el uso del recuperador de sangre junto al coste-beneficio, en el artículo «The use of cell saver system in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass»²² en el que se analizan 100 pacientes, no se encuentran diferencias costo efectivas relacionadas con el uso pero sí con la disminu-

ción de la estancia hospitalaria de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Attaran S et al, realizan un estudio descriptivo «The use of cell saver in routine cardiac surgery is ineffective and not cost-effective and should be reserved for selected cases»²³ en el que concluyen que el uso continuado del CS no aporta demasiados beneficios y que consume otra serie de materiales. Recomiendan su uso en pacientes de alto riesgo de sangrado y en procedimientos complejos.

Por último, conocer las contraindicaciones también es uno de nuestros objetivos, considerandolo de vital importancia. En 2012 se realiza un metanálisis en el que se analizan un total de 11 estudios. Waters JH et al. en su artículo «Blood salvage and cancer surgery»²⁴ sugiere que se requiere un ensayo más robusto prospectivo aleatorizado del uso del cell saver para determinar su verdadero riesgo durante la cirugía del cáncer.

DISCUSIÓN

Tras la revisión de los artículos seleccionados se concluye que el uso sistemático de los recuperadores celulares de hematíes en las cirugías cardíacas reduce las necesidades transfusiones de sangre homóloga postoperatoria y no está asociada a la aparición de efectos adversos.

Se debe considerar el empleo del recuperador celular de forma habitual sobre todo en situaciones en las que la disponibilidad de sangre homóloga no es una opción.

Se ha realizado esta revisión bibliográfica con los objetivos de conocer si hay una indicación clara para justificar el uso continuado del recuperador celular, analizar qué consideraciones debemos tener en cuenta al respecto así como valorar los riesgos y contraindicaciones para el uso del mismo.

En lo que a concentrados de hematíes se refiere el análisis de los artículos lleva a la conclusión de que el uso del recuperador celular disminuye el uso de concentrados de hematíes durante el postoperatorio inmediato. Sin embargo puede aumentar las necesidades de administración de plasma y plaquetas homólogas.

Con respecto a las posibles alteraciones de la coagulación, los diferentes artículos muestran que durante las primeras 24 horas post cirugía cardíaca no se evidencia alteración alguna en la coagulación y que la formación del coágulo durante la neutralización de la heparina fue correcta.

Es necesario hacer mención a un estudio que se centra en pacientes sometidos a cirugía de revascularización coronaria con circulación extracorporea que evidencia que con el uso del recuperador celular a pesar de obtener una mejora en los niveles de hemoglobina, puede producir una activación de la fibrinólisis con la consiguiente coagulopatía de consumo.

Por otro lado, la cirugía cardíaca siempre ha estado ligada a un aumento de la respuesta inflamatoria, por lo es in-

interesante analizar si el recuperador celular aumenta dicha respuesta. Los estudios revelan que a las 12 y 24 horas posteriores a la cirugía no se observa aumentos de los marcadores inflamatorios.

Estudios comparativos de las tres técnicas más habituales de concentración de sangre afirman que el concentrador de hematíes obtiene mejores resultados con respecto al aumento de la hemoglobina postoperatoria y de lavado de hemoglobina libre en comparación con las técnicas de centrifugación y ultrafiltración.

Una de las contraindicaciones más importantes del uso del CS es su utilización en casos de pacientes con tumores malignos por peligro de diseminación metastásica. Al procesar la sangre recuperada no se eliminan las células malignas, pero su capacidad de replicación puede ser anulada por el empleo de lavado más filtración y / o irradiación de la sangre^{25,26}.

A pesar de conocer esta contraindicación, los resultados de uno de los metaanálisis de nuestra búsqueda no apoyan la preocupación teórica de aumento de a recurrencia de cáncer o desarrollo de metástasis asociados al uso del recuperador durante la cirugía del cáncer.

Por último, es importante reflexionar sobre la relación coste-beneficio del uso del recuperador celular. En este punto en particular es en el que más divergencia de opiniones hemos encontrado. Ninguno de los artículos encuentra diferencias costo/ efectivas relacionadas con su uso. Uno de los artículos afirma que disminuye las estancia hospitalaria y el otro concluye que no aporta demasiados beneficios y consume otra serie de materiales.

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta nuestros objetivos iniciales y tras un análisis crítico de los artículos revisados, podríamos concluir que el uso del recuperador celular disminuye el número de concentrados de hematíes transfundidos, que no interfiere en la coagulación en el postoperatorio inmediato y que su uso no está indicado en pacientes con patología tumoral.

A pesar de los resultados hallados, no se encuentran evidencias que permitan establecer de manera clara y concluyente cuáles son las indicaciones, contraindicaciones y consideraciones a tener en cuenta. Es por ello que creemos que sería necesario realizar un estudio multicéntrico en el que se tuviera en cuenta el tipo de recuperador celular, calidad de la sangre recuperada, características preoperatorias y postoperatorias del paciente, tipo de patología, etc.

Una vez recogidos estos datos, podríamos analizar si el uso sistematizado del recuperador celular está realmente justificado.

REFERENCIAS

1. Jurado A, Casado C, Elías A, Pérez A. Estrategias para minimizar el consumo de sangre en cirugía cardíaca. *Revista Española de Perfusión* 2015; 39-40.
2. Busch MP, Kleiman SH, Nemo GJ. Current and emerging infectious risks of blood transfusions. *JAMA* 2003; 289:959-962.
3. *Rev Mex Patol Clin*, Vol 51, Núm 2, pp 97-118. Abril-Junio 2004.
4. Duncan J, On reinfusion of blood primary and other amputations, *Br Med J*. 1886; 1: 192-7.
5. Council Report, Autologous Blood Transfusions. *JAMA*, 1986; 256.
6. Llau JV, Aguilar G, Minués MF, Reina L, Belda FJ, Gomar F. Técnicas de ahorro de sangre en cirugía ortopédica. *Rev Esp Cir Osteoart* 1998; 33:39-53.
7. Keating EM. Current options and approaches for blood management in orthopedic surgery. *J Bone Joint Surg* 1998; 80-A 750-762.
8. Serrick CJ, Scholz M, Melo A, Singh O, Noel D. Quality of red blood cells using autotransfusion devices: a comparative analysis. *J Extra Corpor Technol* 2003; 35:28-34.
9. Hall RI, Schweiger IM, Finlayson DC. The benefit of the Haemonetics cell saver apparatus during cardiac surgery. *Can J. Aneth.* 1990.
10. Victor A, Linda J, Robert A. 2011 Update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Blood Conservation Clinical Practice Guidelines.
11. Roussos A. Preparación de una revisión bibliográfica para su publicación cuando un solo artículo nos habla de muchos trabajos. *Investigación* 2011; 1: 1-7.
12. Al-Riyami AZ, Al-Khabori M, Baskaran B, Siddigi M, Al-Sabati H. Intra-operative cell salvage in cardiac surgery may increase platelet transfusion requirements. *Vox Sang.* 2015 Oct;109(3):280-6. doi: 10.1111/vox.12280. Epub 2015 Apr 20.
13. Campbell J, Holland C, Richerns D, Skinner H. Impact of cell salvage during cardiac surgery on the thrombolytic coagulation profile. *Perfusion.* 2012 May;27(3):221-4. doi: 10.1177/0267659111432567. Epub 2011 Dec 20.
14. Wang G, Bainbridge D, Martin J, Cheng D. The efficacy of an intraoperative cell saver during cardiac surgery: a meta-analysis of randomized trials. *Anesth Analg.* 2009 Aug;109(2):320-30. doi: 10.1213/ane.0b013e3181aa084c.
15. Vonk AB, Meesters MI, Garnier RP, Romijn JW, van Barneveld LJ, Heymans MW, Jansen EK. Intraoperative cell salvage is associated with reduced postoperative blood loss and transfusion requirements in cardiac surgery. *Transfusion.* 2013 Nov;53(11):2782-9. doi: 10.1111/trf.12126. Epub 2013 Feb 27
16. Vymazal T, Filaun M, Horacek M. Impact of retransfusion of blood processed in cell-saver on coagulation versus car-

- diopulmonary bypass: a prospective observational study using thromboelastography. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2015 Mar;159(1):131-4. doi: 10.5507/bp.2013.012. Epub 2013 Mar 22.
17. Scracia G, Rotunno C, Rociola R, Guida P, Rubio G, de Lucca Tupputi Schinosa L, Paparella D. Pump blood processing, salvage and retransfusion improves hemoglobin levels after coronary artery bypass grafting, but affects coagulopative and fibrinolytic system. *Perfusion.* 2012 Jul;27(4):270-7. doi: 10.1177/0267659112442236. Epub 2012 Mar 22.
 18. Prieto MA, Guash S, Mendez JC, Munoz C, Planas A, Reyes G. Does use of cell saver decrease the inflammatory response in cardiac surgery? *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2013 Feb;21(1):37-42. doi: 10.1177/0218492312446838.
 19. Smith T, Riley W, Fitzgerald D. In vitro comparison of two different methods of cell washing. *Perfusion.* 2013 Jan;28(1):34-7. doi: 10.1177/0267659112458960. Epub 2012 Aug 30.
 20. Vonk AB, Muntajit W, Bhagirath P, van Barneveld LJ, Romijn JW, de VroegeR, Boer C. Residual blood processing by centrifugation, cell salvage or ultrafiltration in cardiac surgery: effects on clinical hemostatic and ex-vivo rheological parameters. *Blood Coagul Fibrinolysis.* 2012 Oct;23(7):622-8.
 21. Wang X, Ji B, Liu J, Long C, Zheng Z. Comparison of the effects of three cell salver devices on erythrocyte function during cardiopulmonary bypass procedure. *Artif Organs.* 2012 Oct;36(10):931-5. doi: 10.1111/j.1525-1594.2012.01494.x. Epub 2012 Jul 27.
 22. Almeida RM, Laitao L. The use of cell saver system in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Rev Bras Cir Cardiovasc vol.28 no.1 São José do Rio Preto Jan./Mar.* 2013.
 23. Attaran S, Mcllroy D, Fabri BM, Pullan MD. The use of cell salvage in routine cardiac surgery is ineffective and not cost-effective and should be reserved for selected cases. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011 May;12(5):824-6. doi: 10.1510/icvts.2010.249136. Epub 2011 Feb 5.
 24. Waters JH, Yazer M, Chen YF, Kloke J. Blood salvage and cancer surgery: a meta-analysis of available studies. *Transfusion.* 2012 Oct;52(10):2167-73. doi: 10.1111/j.1537-2995.2011.03555.x. Epub 2012 Feb 10.
 25. Hansen E, Knuechel R, Altmepfen J, Taeger K. Blood irradiation for intraoperative autotransfusion in cancer surgery: demonstration of efficient elimination of contaminating tumor cells. *Transfusion.* 1999 Jun;39(6):608-15.
 26. Hansen E, Bechmann V, Altmepfen J. Intraoperative blood salvage in cancer surgery: safe and effective? *Transfus Apher Sci.* 2002 Oct;27(2):153-7.

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo queremos expresar nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que nos han ayudado a realizarlo, sin las cuales las dificultades encontradas hubieran sido difíciles de superar.

El más sincero agradecimiento a nuestra compañera Nuria por ayudarnos, acompañarnos y compartir con nosotras sus conocimientos.

Y por último, y de manera especial, gracias a nuestras familias por su apoyo infinito y su paciencia en los momentos más complicados.

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	CONCLUSIÓN	TAMAÑO MUESTRAL	TIPO DE CX	CON / SIN BOMBA
Intra-operative cell salvage in cardiac surgery may increase platelet transfusion requirements	Al-Rijami AZ, Al-Khabori M, Baskaran B, Siddiqi M, Al-Sabati H	2015	Estudio de cohorte	673 pacientes. (395 con CS y 278 sin CS). El grupo con CS en un 38% de los casos se administra plaquetas frente a No-CS con 18%. Con respecto al plasma el grupo de CS se administra en un 31% frente al 19,1% de No-C.S. No hay diferencias significativas frente al uso de concentrados de sangre. Los resultados justifican la precaución con el uso e indican estudios más amplios.	673	Cirugía cardíaca	Ambos
The use of cell saver system in cardiopulmonary bypass	Almeida RM, Laitao L	2013	Estudio prospectivo	100 pacientes. El grupo 1 No-CS y el grupo 2 con CS. En el grupo 2 se observan 12% de reoperaciones versus 6%, pero el uso de concentrados de sangre fue 4,31 en el grupo 1 frente a 1,25 en el grupo 2 y la estancia hospitalaria fue menor. No se encuentran diferencias costo/efectivas relacionadas con el uso pero disminuye la estancia hospitalaria y presenta grandes beneficios.	100	Cirugía cardíaca	Con Bomba
Intraoperative cell salvage is associated with reduced postoperative blood loss and transfusion requirements in cardiac surgery	Vonk AB, Meesters M, Garnier RP, Romijn JW, van Barneveld LJ, Heymans MW, Jansen EK, Boer C	2013	Estudio de cohorte	Los individuos que componen el grupo de estudio son 531, sometidos a cirugía cardíaca sin CEC. Se divide el grupo poblacional en función del uso del recuperador celular (factor de riesgo a estudio). En el grupo 1 se utilizó cell saver y en el grupo 2, no. Para obtener pruebas de coagulación similares tras la intervención hubo que administrar mayor cantidad de concentrados de hematies en el grupo 2. Por tanto el uso del cell saver es determinante para disminuir la administración de concentrados de hematies y las pérdidas de sangre en las primeras 24 horas post intervención.	531	Cirugía cardíaca	Sin bomba
Does use of cell saver decrease the inflammatory response in cardiac surgery?	Prieto MA, Guash S, Mendez JC, Munoz C, Planas A, Reyes G	2013	Randmizado aleatorio	Este estudio randmizado trata de vincular la respuesta inflamatoria postquirúrgica al uso del cell saver. Se miden los niveles de citrinas, interleukinas, etc. Tras la primera hora postquirúrgica y pasadas las 12 y 24 horas tras la cirugía. No se objetivan aumentos ni diferencias estimables después del uso del cell saver.	57	Cirugía no emergente	Con / Sin bomba
Impact of retransfusion of blood processed in cell-saver on coagulation versus cardiopulmonary bypass: a prospective observational study using thromboelastography	Vymazal T, Filaun M, Horacek M	2013	Estudio prospectivo	Un estudio longitudinal que trata de analizar el impacto que tiene sobre la coagulación el uso de sangre procesada en el recuperador celular, tomando como instrumento el tromboelastograma. Conforman el grupo poblacional 170 individuos, 100 de ellos intervenidos con CEC y 70 sin CEC. Del segundo grupo a 20 pacientes se les administra sangre del cell saver. Tras el análisis se concluye que la formación del coágulo tras la neutralización de la heparina fue correcta. También se observó un incremento de la fibrinólisis los 30 minutos posteriores, pero no fue significativo. En el primer grupo con CEC no hubo impacto reseñable	170	Cirugía cardíaca	100 con bomba 70 sin bomba

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	CONCLUSIÓN	TAMAÑO MUESTRAL	TIPO DE CX	CON / SIN BOMBA
In vitro comparison of two different methods of cell washing	Smith T, Riley W, Fitzgerald D	2013	Estudio comparativo	Se trata de un estudio que tiene el objetivo de comparar el estudio creado (unidades de glóbulos rojos) por dos diferentes métodos de lavado, uno de ellos con cell saver. Los parámetros medidos son: Htc, Hb libre, lactato, LDH, K, glucosa y pH. Se comparan los productos obtenidos tras la utilización del recuperador celular y los RBC no tratados. Se objetiva que los niveles de glucosa, lactato y K se redujeron cuando se lavan en un dispositivo de autotransfusión. También la Hb libre y LDH fueron inferiores. Por todo ello entendemos que el lavado de unidades de donantes de glóbulos rojos antes de la transfusión puede atenuar las elevaciones en los parámetros medidos.	11	Concentrado de hematies	
Comparison of the effects of three cell saver devices on erythrocyte function during cardiopulmonary bypass procedure	Wang X, Ji B, Liu J, Long C, Zheng Z	2012	Estudio piloto	Durante el BPCP, Grupo C (Cell saver/hemometrics), Grupo M (autologs de Medtronic), Grupo F (CAIS). Se analizó índice de agregación del eritrocito, índice de deformación, viscosidad del hematocrito, 2,3-PPG, Htc, Hb, Hb libre, glucosa, lactato y nitrógeno ureico en sangre. Después de procesar se vio que el grupo C y M obtiene más índice de deformidad de eritrocitos. El grupo C obtiene menos 2,3-DPG. El grupo F obtiene más Hb y Hct pero el grupo C y M obtienen más Hb libre.	30	Cirugía cardíaca	Con bomba
Residual blood processing by centrifugation, cell salvage or ultrafiltration in cardiac surgery: effects on clinical hemostatic and ex-vivo rheological parameters	Vonk AB, Muntajit W, Bhagirath P, van Barneveld LJ, Romijn JW, de Vroege R, Boer C	2012	Estudio comparativo	El estudio compara las tres técnicas de concentración de sangre. Los parámetros estudiados son la pérdida de sangre, HB, Hct, fibrinógeno, y agregación de eritrocitos, la deformación de estos y el contenido de 2,3-DPG. Concluye que el CS obtiene mejores resultados con respecto al aumento de la hemoglobina postoperatoria y de lavado de hemoglobina libre en comparación con la centrifugación o ultrafiltración.	51	Cirugía cardíaca	Con bomba
Pump blood processing, salvage and retransfusion improves hemoglobin levels after coronary artery bypass grafting, but affects coagulopathic and fibrinolytic system	Sciaccia G, Rotunno C, Rociola R, Guida P, Rubio G, de Lucca Tuppiti Schinosa L, Paparella D	2012	Estudio comparativo	Bomba de recuperación de sangre mejora los niveles de hemoglobina postoperatoria, pero induce una fuerte generación de trombina y activa la fibrinólisis generando una coagulopatía de consumo.	34	Cirugía coronaria	Con bomba
Impact of cell salvage during cardiac surgery on the thrombelastometric coagulation profile	Campbell J, Holland C, Richens D, Skinner H	2012	Estudio piloto	En conclusión objetivan que el número de plaquetas tras el uso del CS es menor y que el tiempo de formación de coagulación era prolongado.	20	Cirugía coronaria	Con / Sin bomba

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	CONCLUSIÓN	TAMAÑO MUESTRAL	TIPO DE CX	CON / SIN BOMBA
The use of cell salvage in routine cardiac surgery is ineffective and not cost-effective and should be reserved for selected cases	Attaran S, McIlroy D, Fabri BM, Pullan MD	2011	Estudio descriptivo	Concluyen que el uso cotidiano del CS no aporta demasiados beneficios y que consume otra serie de materiales. Recomiendan su uso en pacientes de alto riesgo de sangrado y en procedimientos complejos.			
Blood salvage and cancer surgery: a meta-analysis of available studies	Waters JH, Yazer M, Chen YF, Klokke J	2012	Metaanálisis	Este metaanálisis sugiere que los resultados después de la utilización del CS no son inferiores a la transfusión alométrica intraoperatoria tradicional. Se requiere un ensayo más robusto prospectivo, aleatorizado del uso del CS para determinar su verdadero riesgo durante la cirugía del cáncer.	11 estudios		
The efficacy of an intraoperative cell saver during cardiac surgery: a meta-analysis of randomized trials	Wang G, Bainbridge D, Martin J, Cheng D	2011	Metaanálisis	La evidencia concluye que el uso del CS disminuye el uso de concentrados de hematíes en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, pero aumenta la necesidad de utilización de plasma fresco.	2282	Cirugía cardíaca	Con / Sin bomba

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

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.

Influencia del hematocrito sobre la oxigenación tisular durante una circulación extracorpórea pediátrica

RESUMEN / ABSTRACT

En nuestro centro, el criterio del Servicio de Hematología, establece indicación de transfusión pediátrica con hemoglobina menor o igual a 8gr/dl.

En una situación de circulación extracorpórea (CEC) donde el niño está anestesiado, relajado e hipotérmico, existe una mayor tolerancia a la anemia e hipovolemia por presentar un consumo de oxígeno tisular menor.

Los objetivos de nuestro trabajo serán establecer un rango de hematocrito adecuado para una correcta oxigenación en CEC, con hipotermia moderada y confirmar que con hematocrito menor o igual al 24% se consigue así mismo, una correcta perfusión tisular, reduciendo las necesidades de transfusiones.

Hemos realizado un estudio observacional analítico de 50 casos de CEC pediátrica con hipotermia moderada y tiempos de bomba menores de dos horas en cirugías realizadas desde Noviembre 2015 a Febrero 2016, en el Servicio de Cirugía Cardíaca Pediátrica del Hospital Universitario y Politécnico «La Fe» de Valencia.

Los parámetros utilizados para medir el nivel de oxigenación tisular han sido: monitor de gases en línea (CDI) que nos informa en tiempo real de gases arteriales y venosos, hematocrito y saturación venosa; control analítico del ácido láctico; pulsioximetría y saturación regional de oxígeno cerebral (INVOS).

Los datos recogidos muestran que el hematocrito no influye en los cambios de las variables dependientes mencionadas, ya que los p-valores son mayores que 0,05 (nivel de significación).

Podemos concluir que con hematocrito menor o igual al 24% se mantiene una correcta oxigenación tisular en CEC.

Palabras clave: hematocrito, oxigenación tisular, hipotermia, hipovolemia y transfusión.

In our Center, the Hematology Department, establishes that a pediatric transfusion is indicated if the hemoglobin is less or equal to 8gr/dl.

In the case of extracorporeal circulation (ECC), where the child is anesthetized, relaxed and hypothermic, there is a greater tolerance to anemia and hypovolemia as the consumption of oxygen in tissue is lower.

The goals of our study will be to establish a hematocrit range for correct oxygenation in ECC with moderate hypothermia, and confirm that with a hematocrit lower or equal to 24%, we obtain a correct perfusion of the tissue and reduce the need of transfusions.

We have performed an analytic observational study of 50 ECC pediatric cases with moderate hypothermia and pump times of less than 2 hours in surgeries performed between November 2015 and February 2016, in the Pediatric Cardiac Surgery Department of Hospital Universitario y Politécnico "La Fe" in Valencia.

The parameters used to measure the level of tissue oxygenation were: in-line gas monitor (CDI) which indicates, in real time, arterial and venous gases; hematocrit and venous saturation; analytic control of lactic acid; pulseoxymetry and regional saturation of cerebral oxygen (INVOS). Data obtained shows that the hematocrit has no influence in changes of the above mentioned dependent variables, as p-values are greater than 0,05 (significance level).

We can conclude that correct tissue oxygenation in ECC is maintained with a hematocrit lower or equal to 24%.

Keywords: hematocrit, tissue oxygenation, hypothermia, hypovolemia and transfusion.



Cristina Núñez López

Perfusionista

Hospital Universitario y Politécnico «La Fe». Valencia



Luisa Monfort Capella

Perfusionista

Hospital Universitario y Politécnico «La Fe». Valencia



Gonzalo Llorens Bañón

Perfusionista

Hospital Universitario y Politécnico «La Fe». Valencia

Correspondencia:
Cristina Núñez López
Equipo de Perfusión Pediátrica.
H. Universitario y Politécnico "La Fe"
Av. Fernando Abril Martorell,106
46026 Valencia
Telef. 625036373
cepanuez@yahoo.es

Recibido: octubre 2016
Aceptado: enero de 2017

INTRODUCCIÓN

Intentaremos definir algunos criterios que nos ayuden a identificar en qué momento un paciente ya no puede compensar la pérdida de su masa eritrocitaria y requiere una transfusión sanguínea para evitar que desarrolle una isquemia tisular.

La sangre transporta el O_2 a los tejidos unido a la Hb y disuelto en el plasma. El contenido de O_2 que puede transportar la sangre arterial va a depender de la cantidad de Hb y de la saturación arterial de O_2 (SaO_2) (ecuación 1).

ECUACIÓN 1

$$CaO_2 = 1,34 \times Hb \times SaO_2 + (0,003 \times PaO_2)$$

La constante 1,34 representa la cantidad de O_2 que se puede unir a cada gramo de Hb. La cantidad de O_2 disuelto en el plasma va a depender de la PaO_2 (entre paréntesis, ecuación 1). La CaO_2 es aproximadamente 20% volumen de O_2 ($1,34 \times 15g \times 98\% = 19,7$).

La cantidad de O_2 disuelto en el plasma en condiciones normales es inferior al 0,3%.

En situaciones de anemia extrema y si el paciente respira O_2 al 100% ($PaO_2 > 400-500$ mmHg) o está en una cámara hiperbárica, puede transformarse en un aporte significativo.

Si multiplicamos el CaO_2 (ecuación 1) por el gasto cardíaco (GC) obtendremos el O_2 disponible a los tejidos en cada minuto o aporte de O_2 (DO_2) (ecuación 2).

ECUACIÓN 2

$$DO_2 = CaO_2 \times GC, \text{ o lo que es lo mismo: } DO_2 = 1,34 \times Hb \times SaO_2 \times GC$$

El contenido venoso de O_2 (CvO_2) es la cantidad de O_2 que regresa por la sangre venosa desde los tejidos hacia el corazón y los pulmones (ecuación 3) y es aproximadamente del 15%.

ECUACIÓN 3

$$CvO_2 = 1,34 \times Hb \times SvO_2$$

La diferencia entre el contenido arterial y el contenido venoso de O_2 ($D_{(A-V)}O_2$) expresa el O_2 que extraen los tejidos, normalmente hasta el 5%.

El consumo de O_2 (VO_2) es el producto de la $D_{(A-V)}O_2$ por el GC (ecuación 4).

ECUACIÓN 4

$$VO_2 = [CaO_2 - CvO_2] \times GC$$

Finalmente, la relación entre VO_2 y DO_2 cuantifica el porcentaje o ratio de extracción de oxígeno (R_EO_2) (ecuación 5).

ECUACIÓN 5

$$R_EO_2 = VO_2 / DO_2$$

Este R_EO_2 es un parámetro de mucha utilidad a la hora de valorar la capacidad de respuesta de los mecanismos compensadores ante una disminución en el aporte de O_2 a los tejidos, ya sea secundario a un fracaso miocárdico, a una hipoxia severa o por una pérdida de masa eritrocitaria.

Si desarrollamos la ecuación 5 en sus componentes:

$$R_EO_2 = GC \times [CaO_2 - CvO_2] / GC \times CaO_2$$

y simplificamos:

ECUACIÓN 6

$$R_EO_2 = [CaO_2 - CvO_2] / CaO_2$$

Normalmente los tejidos extraen la cuarta parte del DO_2 , como queda expresado en el $REO_2 = 0,25$ (normal).

Cuando se produce una pérdida de masa eritrocitaria y se reduce la capacidad de transporte de O_2 de la sangre se ponen en marcha una serie de mecanismos compensadores. Los mecanismos compensadores son: aumento del gasto cardíaco, redistribución del flujo sanguíneo, aumento de la extracción tisular de O_2 y el desplazamiento a la derecha de la curva de saturación de la Hb.

El aumento en la extracción tisular de O_2 se corresponde con el R_EO_2 , que a su vez se correlaciona muy bien con la saturación venosa mixta de O_2 (SvO_2) medida en la arteria pulmonar o en la aurícula derecha. Cuando la SvO_2 es inferior a 60% es un signo de aporte de O_2 insuficiente, por lo que pueden aparecer hipoxia tisular y acidosis láctica.

De la ecuación 6 derivamos que $R_EO_2 = SaO_2 - SvO_2 / SaO_2$.

Normalmente disponemos de la SaO_2 obtenida por el pulsioxímetro, por lo que sólo necesitaremos obtener unos gases de sangre venosa de la aurícula derecha para conocer la SvO_2 y para conocer también el valor de la Hb.

De esta manera no sólo dispondremos de la Hg sino que también tendremos una idea aproximada de cómo manejan los tejidos ese nivel de Hb, cómo es la extracción de O_2 y si los mecanismos compensadores son suficientes o estamos llegando a la zona en que el VO_2 es dependiente del DO_2 y va a ser necesario aumentar la masa eritrocitaria de ese paciente. (Figura 1).

Teniendo en cuenta que nuestros enfermos suelen estar anestesiados, relajados y muchas veces hipotérmicos, y por lo tanto con un bajo VO_2 , cuando la Hb está en el orden de los 6-7 g/dl, si la SvO_2 es inferior a 60% o el R_EO_2 está cercano a 0,5, sería una indicación para transfundir hematíes si no queremos que ese paciente, al despertar, entre en una zona de riesgo de isquemia.

En cuanto al desplazamiento de la curva de saturación de la Hb a la derecha es un mecanismo de compensación

muy importante que no siempre se tiene presente. Este desplazamiento de la curva hacia la derecha se produce por aumento del 2,3 DPG, por disminución del pH, por aumento del CO₂ o por hipertermia (Figura 2).

Este desplazamiento de la curva a la derecha disminuye la afinidad de la Hb por el O₂ y hace que se libere una mayor cantidad de O₂ en las zonas de la microcirculación sistémica con presión parcial de O₂ baja. Por ejemplo, con un intercambio de O₂ normal a nivel pulmonar, el aumento del 2,3 DPG desplaza la curva de disociación de la Hb a la derecha de tal forma que 8,4 g/dl Hb liberan una cantidad de O₂ similar a la que liberan 14 g/dl Hb cuando la curva de disociación es normal.

Por el contrario, ante una transfusión de glóbulos rojos, debemos tener presente que el nivel de 2,3 DPG disminuye dramáticamente en los primeros días de almacenaje, y para el día 28 prácticamente no existe; la ausencia del 2,3 DPG hace que la hemoglobina no libere el O₂ a los tejidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos realizado un estudio observacional analítico de 50 casos de CEC pediátrica con hipotermia moderada y tiempos de bomba <2h, en cirugías realizadas desde 1-Nov-2015 al 29-Feb-2016 en el Servicio de Cirugía Cardíaca pediátrica del Hospital Universitario «La Fe» de Valencia.

Queremos establecer un rango de hematocrito adecuado para una correcta oxigenación tisular durante la CEC.

Los parámetros utilizados para medir el nivel de oxigenación tisular han sido: monitor de gases en línea (CDI) que nos informa en tiempo real de gases arteriales y venosos, hematocrito y saturación venosa (SvO₂); control analítico del ácido láctico; pulsioximetría y saturación regional de oxígeno cerebral (INVOS).

Se hicieron 5 mediciones de cada una de las variables coincidiendo con su situación basal, precec, a los 5 minutos de CEC, a los 30 minutos de CEC y postisquemia.

La hipotermia inducida osciló entre 28°C-34°C dependiendo de la corrección quirúrgica necesaria según el diagnóstico y de las necesidades del cirujano de mantener un campo quirúrgico exangüe.

En todos los casos presentados en este trabajo, en el momento de hacer isquemia se ha pasado a un flujo pulsátil, manteniendo de este modo pulsioximetría durante toda la cirugía. Los resultados se expresaron en forma de porcentajes para la variable cualitativa «diagnóstico» y como media ± desviación estándar (SD) para las variables cuantitativas.

Tras realizar descriptivos numéricos y gráficos de los datos, se ha llevado a cabo un análisis con el objetivo de averiguar si las variables que representan la oxigenación (ácido láctico, saturación venosa e INVOS) varían en función del nivel de hematocrito. La hipótesis inicial del estu-

dio era comprobar si estas variables se veían afectadas por tener una cantidad de hematocrito inferior o superior a 24, por ello se realizaron diagramas de cajas de las tres variables dependientes en función de la variable dicotómica Hematocrito (≤ 24 o >24) y no se observaron diferencias. Por este motivo se decidió tratar esta variable como continua ya que aporta más información, y de esta manera ver realmente en qué medida la variable explicativa produce cambios en el ácido láctico, la saturación venosa y el INVOS.

Se ha tomado la variable hematocrito como continua e independiente, y las variables ácido láctico, saturación venosa e INVOS como dependientes y también continuas. Para llevar a cabo los tres modelos, se han utilizado mínimos cuadrados generalizados con estructura de correlación de los tiempos en cada individuo y con una estructura para la varianza en cada tiempo de medición; y para modelizar la saturación venosa y el INVOS se ha hecho uso de la técnica de regresión beta con efecto aleatorio¹⁶ en cada individuo debido a las medidas repetidas (tiempo basal, precec, 5 minutos, 30 minutos y postisquemia).

Se ha considerado significativo un p-valor inferior al nivel de significación 0.05. Todos los resultados han sido obtenidos mediante el software R versión 3.2.3, y se ha instalado el paquete glmmADMB para la realización del análisis.

RESULTADOS

Las características de la muestra según la variable cualitativa «diagnóstico» aparecen en la figura 3, siendo la patología más frecuente intervenida la comunicación interauricular.

Los resultados de las variables cuantitativas se expresan en forma de media y desviaciones típicas en la tabla I.

Para representar los resultados se hacen 2 grupos, uno de ellos incluye los sujetos con hematocrito $\leq 24\%$ y en el otro los casos con hematocrito $> 24\%$ durante la CEC.

En las figuras 4, 5, 6 y 7 quedan representados, para los 2 grupos mencionados, el ácido láctico, INVOS, pulsioximetría y saturación venosa respectivamente en función de los tiempos de medición.

Se han realizado tres modelos, uno para cada variable dependiente, con estructura de correlación para los individuos. Del modelo cuya variable respuesta es el ácido láctico se han obtenido unos p-valores de 0.50, <0.001 y 0.66 para las variables Hematocrito, Tiempo de medición y la interacción entre éstos, respectivamente, mediante el Chi cuadrado de la tabla Anova. De modo que solamente es significativa la variable Tiempo que, como se puede observar en la figura 4, el nivel de ácido láctico tiene una tendencia creciente desde el momento Basal hasta la postisquemia. En la figura 8 podemos comprobar que el ácido láctico no varía en función del nivel de hematocrito (IC 95% [-0.03, 0.01]).

A los 30 minutos y en el momento postisquemia parece existir una tendencia decreciente y creciente (aunque no de manera significativa) respectivamente pero, si se observan los niveles altos de hematocrito se puede ver que las bandas grises son más anchas, esto indica que existen menos datos en esa zona y por ese motivo el error de predicción es más grande.

En la figura 7 se puede observar el porcentaje de saturación venosa representado en función de los tiempos de medición (5 minutos, 30 minutos y postisquemia). Se ha dividido en dos grupos los datos que tienen hematocrito mayor o menor de 24. Es evidente que no existe ninguna tendencia en los tiempos de medición ni tampoco diferencias entre los dos grupos. Del modelo realizado que explica la saturación venosa en función de las mismas variables (hematocritos, tiempo de medición y su interacción), se han obtenido p-valores $> 0,05$, luego no existe suficiente evidencia estadística para asegurar que exista una relación entre la saturación venosa y el nivel de hematocritos, ni que tampoco existan unas variaciones significativas a lo largo de los tiempos de medición (figura 9).

Por último, respecto al análisis del INVOS, se observan niveles ligeramente más bajos en los tiempos 5' y 30' (tabla I). Tras obtener el resumen del modelo todos los p-valores proporcionados son mayores que 0,05, con lo cual, no se puede decir que existan diferencias significativas en el porcentaje de Invos en las distintas mediciones, ni tampoco variaciones significativas a lo largo de los distintos valores de la variable Hematocrito.

DISCUSIÓN

Si revisamos la literatura, el nivel bajo de hematocrito provocado por la hemodilución durante la CEC, ha sido reconocido como el factor principal de riesgo en el postoperatorio de cirugía cardíaca^{1,2,3,4} y de mortalidad⁵.

La interpretación que se hace de esta asociación es, que valores bajos de hematocrito durante el bypass pueden determinar bajos aportes de O_2 (DO_2), provocando finalmente fallos de órganos como el riñón^{7,9}.

Una situación de hipoxia en los tejidos desencadena metabolismo anaerobio y aumenta los niveles de lactato en sangre¹⁰. La hiperlactatemia durante la CEC está relacionada con peor evolución en pacientes adultos y niños^{12,13}.

Niveles altos de ácido láctico en sangre han sido asociados con niveles bajos de aporte de O_2 y aumento de producción de CO_2 (VCO_2) durante la CEC, encontrándose valores críticos entorno a $VCO_2 > 60\text{ml}/\text{min}/\text{m}_2$ y con DO_2 / VCO_2 ratio < 5 ¹¹.

Ranucci, en 2005, concluye que existen dos factores que influyen en el aporte de oxígeno que serían el hematocrito y el flujo de la bomba.

Según este estudio, un bajo DO_2 es un factor de riesgo mayor que el bajo hematocrito⁷. El flujo de bomba no ha sido considerado en los artículos^{1,2,3,4,5}.

También, Ranucci et al, en 2010, consideran el nivel de saturación venosa de oxígeno durante la CEC como un gran predictor de morbilidad¹³.

El mantenimiento de un adecuado DO_2 durante la CEC puede limitar los riesgos postoperatorios⁸. Este estudio destaca como parámetros guía de nuestra perfusión al índice cardíaco, presión arterial media, saturación venosa, temperatura de sangre arterial, hemoglobina y la presión parcial de CO_2 y O_2 .

El flujo de bomba debería ser ajustado según nivel de hemoglobina y no sólo en función de la superficie corporal del paciente⁸.

Aún así, no se resuelve el problema de la hipovolemia inherente a toda derivación cardiopulmonar. Optando necesariamente por la protección hipotérmica.

Ante una parada cardíaca, en cualquier ámbito, es más importante el masaje cardíaco para movilizar la sangre y todo su oxígeno residual, que la eventual ventilación manual que se pueda dar, porque lo más importante es que hemodinámicamente esté «lleno» para que la sangre llegue a todos los tejidos.

Por supuesto, la transfusión antes o durante la CEC es una opción, a veces necesaria, pero no siempre la única posibilidad. Debemos siempre tener en cuenta tanto los riesgos inducidos por la propia sangre transfundida, como las limitaciones para el transporte de oxígeno de la sangre almacenada.

Antes de aumentar un hematocrito en CEC, podemos adaptar el flujo de bomba, aunque perfundir a flujos altos a veces no es posible, como ocurre con un mal retorno venoso o cuando el cirujano así lo pide.

En este caso tenemos otra estrategia, que sería reducir las necesidades metabólicas, enfriando al paciente, de este modo disminuiríamos su consumo a nivel tisular (VO_2).

Por lo tanto debemos tener en cuenta además del hematocrito, otros importantes parámetros como son: el DO_2 , VO_2 , S_vO_2 , y la relación que existe entre ellos, R_EO_2 . De este modo podremos controlar durante toda la CEC que la oxigenación tisular es correcta.

En nuestro estudio se ha evidenciado que no existen diferencias significativas en S_vO_2 , pulsioximetría, INVOS o ácido láctico, a lo largo de los distintos valores de la variable hematocrito ni tampoco diferencias significativas en las distintas mediciones. Podemos concluir que con hematocritos bajos existe una correcta oxigenación tisular puesto que contamos con mecanismos compensadores como son el flujo de bomba y la temperatura.

CONCLUSIONES

No es tan necesario, como se cree, un hematocrito alto en CEC. Debemos tener en cuenta antes de aumentar el hematocrito en CEC, otros importantes parámetros como son el DO_2 , VO_2 , $S_V O_2$ y $R_E O_2$.

Hematocritos $\leq 24\%$ aseguran una correcta oxigenación tisular durante la CEC. No existen diferencias significativas en $S_V O_2$, pulsioximetría, INVOS o ácido láctico, a lo largo de los distintos valores de la variable hematocrito ni tampoco diferencias significativas en las distintas mediciones.

Teniendo monitorizada la SvO_2 conocemos cómo manejan los tejidos ese nivel de hemoglobina y cómo es la extracción de oxígeno a nivel tisular, $R_E O_2$. Si nuestra $S_V O_2$ es $<65\%$ o $R_E O_2$ de los tejidos se aproxima a 0,5, podemos pensar que estamos cercanos a la zona crítica donde VO_2 es dependiente del DO_2 .

No existe un hematocrito ideal en CEC, puesto que contamos con mecanismos compensadores como son el aumento de índice cardíaco y la disminución de temperatura. El aumento del flujo de la bomba repercute directamente en un aumento del DO_2 y la bajada de temperatura nos produce una disminución de las necesidades metabólicas y por tanto del consumo, obteniendo niveles de ácido láctico menores.

Si los mecanismos compensadores no son suficientes o estamos llegando a la zona crítica en la que el VO_2 es dependiente del DO_2 , sería necesario aumentar la masa eritrocitaria de ese paciente.

Las necesidades de sangre homóloga se reducen a lo imprescindible, recurriendo a la transfusión en el recalentamiento previo al final de la CEC. Cuando subimos la temperatura del paciente antes de salir de isquemia, aumentan sus necesidades metabólicas, aumenta el VO_2 y sería el momento en que tendremos que valorar aumentar el DO_2 , con un aumento de hematocrito antes de salir de la CEC.

AGRADECIMIENTOS

Lidia Ávila (Enfermera neonatología Hospital «LaFe»); Victoria Fornés (Unidad Bioestadística IIS «La Fe»), Dr. Emilio Monteagudo (Hematólogo pediatra Hospital «La Fe»).

REFERENCIAS

- Swaminathan M, Phillips-Bute BG, Conlon PJ, Smith PK, Newman MF, Stafford-Smith M. The association of lowest hematocrit during cardiopulmonary bypass with acute renal injury after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg.* 2003; 76: 784–792. pmid:12963200 doi: 10.1016/S0003-4975(03)00558-7
- Karkouti K, Beattie WS, Wijeyesundera DN, Rao V, Chan C, Dattilo KM, et al. Hemodilution during cardiopulmonary bypass is an independent risk factor for acute renal failure in adult cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005; 129:391–400. pmid:15678051 doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.06.028
- Ranucci M, Pavesi M, Mazza E, Bertucci C, Frigiola A, Menicanti L, et al. Risk factors for renal dysfunction after coronary surgery: the role of cardiopulmonary bypass technique. *Perfusion.* 1994; 9: 319–326. pmid:7833539 doi: 10.1177/026765919400900503
- Fang WC, Helm RE, Krieger KH, Rosengart TK, DuBois WJ, Sason C, et al. Impact of minimum hematocrit during cardiopulmonary bypass on mortality in patients undergoing coronary artery surgery. *Circulation.* 1997; 96 (suppl II): 194–199. pmid:9386097
- Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003; 125:1438–1450. pmid:12830066 doi: 10.1016/S0022-5223(02)73291-1
- Karkouti K, Djaiani G, Borger MA, Beattie WS, Fedorko L, Wijeyesundera D, et al. Low hematocrit during cardiopulmonary bypass is associated with increased risk of perioperative stroke in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2005; 80: 1381–1387. pmid:16181875 doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.03.137
- Ranucci M, Romitti F, Isgrò G, Cotza M, Brozzi S, Boncilli A, et al. Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute renal failure after coronary operations. *Ann Thorac Surg.* 2005; 80: 2213–2220. pmid:16305874 doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.05.069
- de Somer F, Mulholland JW, Bryan MR, Aloisio T, Van Nooten GJ, Ranucci M. O₂ delivery and CO₂ production during cardiopulmonary bypass as determinants of acute kidney injury: time for a goal-directed perfusion management? *Crit Care.* 2011; 15: R192. doi: 10.1186/cc10349. pmid:21831302
- Bennett MJ, Rajakaruna C, Bazerbashi S, Webb G, Gomez-Cano M, Lloyd C. Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass (and renal outcome) using two systems of extracorporeal circulation: a retrospective review. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013; 16:760–764. doi: 10.1093/icvts/ivt057. pmid:23427316
- Berend K, de Vries AP, Gans RO. Physiological approach to assessment of acid-base disturbances. *N Engl J Med.* 2014; 371:1434–1445. doi: 10.1056/NEJMra1003327. pmid:25295502
- Ranucci M, Isgrò G, Romitti F, Mele S, Biagioli B, Giomarelli P. Anaerobic metabolism during cardiopulmonary bypass: predictive value of carbon dioxide derived parameters. *Ann Thorac Surg.* 2006; 81: 2189–2195. pmid:16731152 doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.01.025

12. Demers P, Elkouri S, Martineau R, Couturier A, Cartier R. Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2000; 70: 2082–2086. pmid:11156124 doi: 10.1016/S0003-4975(00)02160-3
13. Ranucci M, Isgrò G, Carlucci C, De La Torre T, Enginoli S, Frigiola A. Central venous oxygen saturation and blood lactate levels during cardiopulmonary bypass are associated with outcome after pediatric cardiac surgery. *Crit Care*. 2010; 14:R149. doi: 10.1186/cc9217. pmid:20684758
14. Maillet J-M, Le Besnerais P, Cantoni M, Nataf P, Ruffenach A, Lessana A, et al. Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *Chest*. 2003; 123: 1361– 1366. pmid:12740248 doi: 10.1378/chest.123.5.1361
15. Ranucci M, Ballotta A, Castelvechio S, Baryshnikova E, Brozzi S, Boncilli A. Intensive care unit admission parameters improve the accuracy of operative mortality predictive models in cardiac surgery. *PLoS One* 2010; 5:e13551. doi: 10.1371/journal.pone.0013551. pmid:21042411
16. Bolker BM, Brooks ME, Clark CJ, Geange SW, Poulsen JR, Stevens MH, White JS. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends Ecol Evol*. 2009 Mar;24(3):127-35. doi: 10.1016/j.tree.2008.10.008.

Figura 1. Relación entre el aporte y el consumo de oxígeno

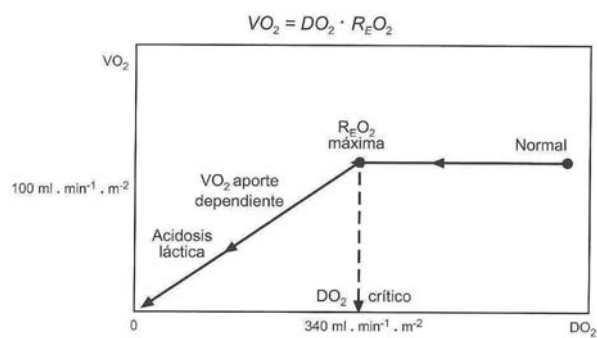


Figura 3. Diagnósticos

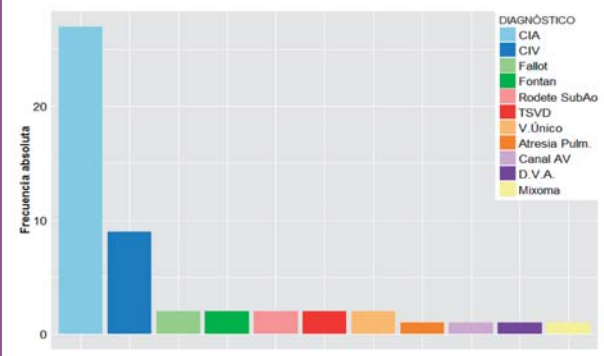


Figura 2. Desplazamiento de la curva de saturación de la Hb. Aumento de la liberación de O₂ tisular

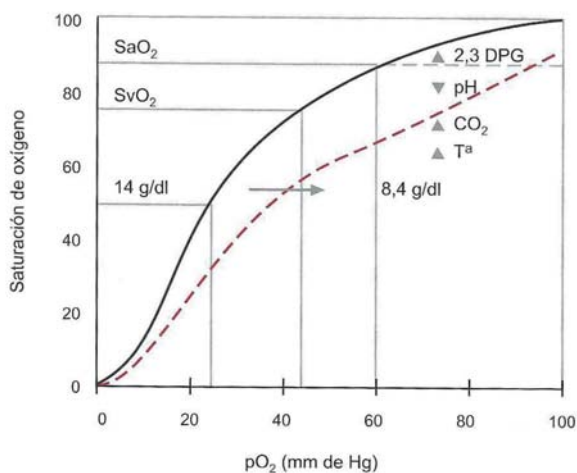


Figura 4. Ácido láctico – tiempo

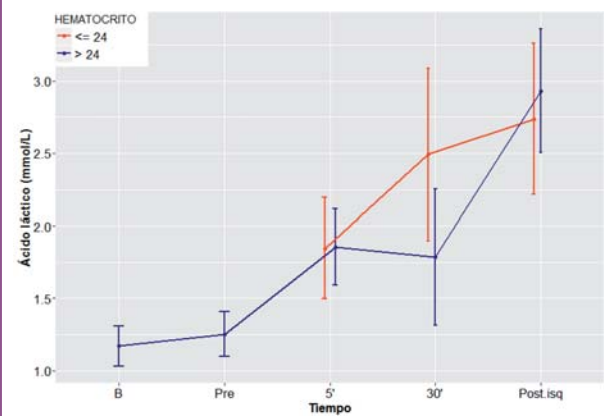


Figura 5. INVOS – tiempo

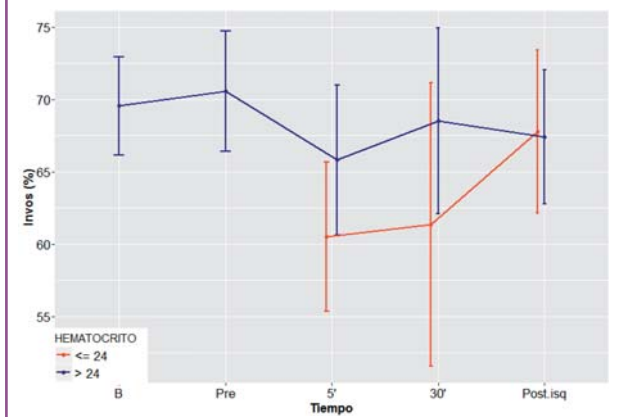


Figura 6. Pulsioximetría – tiempo

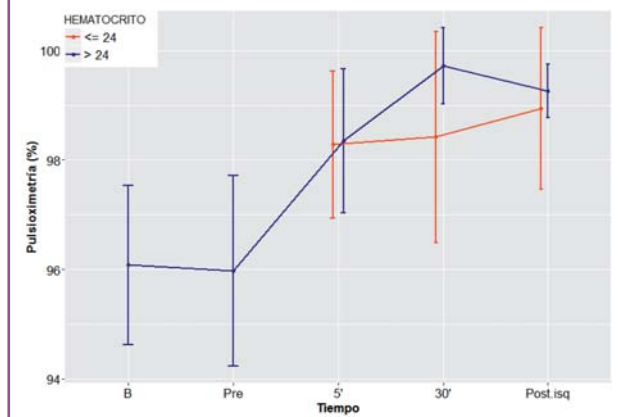


Figura 7. Saturación venosa – tiempo

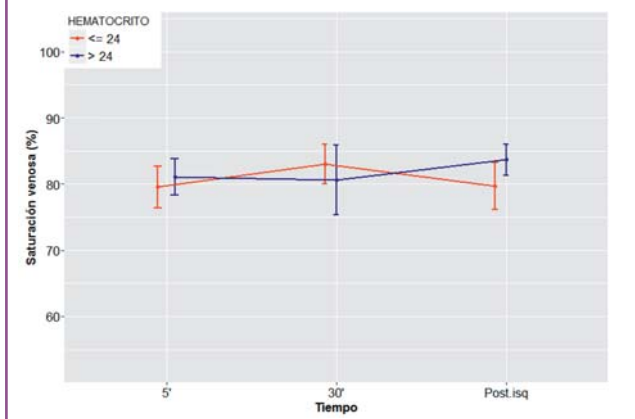


Figura 8. Hematocrito*Tiempo effect plot / Ácido Láctico

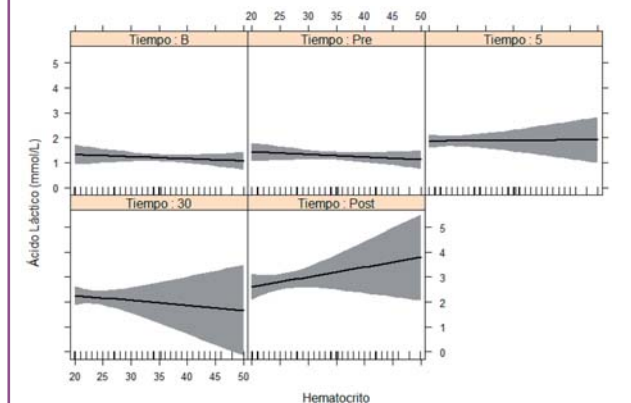


Figura 9. Hematocrito*Tiempo effect plot / Saturación

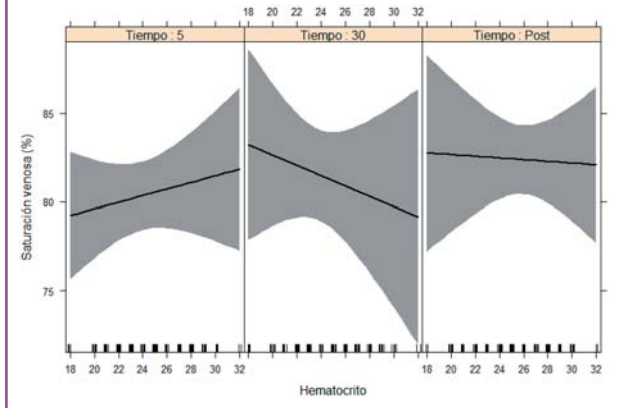


Tabla I. Medias y desviaciones típicas

Variable	Basal	Precec	5'	30'	Postisq
Hematocrito	36.09 (5.49)	35.33 (4.69)	23.9 (3.34)	23.83 (2.73)	25.96 (2.68)
Ac.Láctico	1.17 (0.48)	1.25 (0.54)	1.85 (0.75)	2.25 (0.9)	2.87 (1.1)
IC	-	-	2.52 (0.31)	2.53 (0.3)	2.49 (0.32)
Invos	69.54 (11.75)	70.57 (14.06)	63.06 (12.39)	63.43 (14.35)	67.53 (11.86)
Pulsi	96.08 (5.07)	95.98 (5.92)	98.31 (3.12)	98.89 (2.49)	99.15 (1.99)
Saturación	-	-	80.27 (7.14)	81.84 (5.62)	82.27 (6.85)
T.Arterial	80.43 (14.15)	71.83 (15.23)	48.31 (8.52)	52.58 (9.49)	69.1 (16.32)
Temperatura	36.57 (0.5)	36.46 (0.54)	32.43 (2.13)	32.29 (2.54)	35.43 (1.75)

Tabla II.

Variable	Intervalo de Confianza 95%
Intercept	[0.08, 1.85]
Hematocrito	[-0.017, 0.056]
Tiempo 30	[-0.62, 2.55]
Tiempo Postisq.	[-0.63, 2.15]
Hematocrito: Tiempo 30	[-0.10, 0.03]
Hematocrito: Tiempo Postisq.	[-0.08, 0.03]

Tabla III.

Variable	Intervalo de Confianza 95%
Intercept	[0.07, 1.72]
Hematocrito	[-0.024, 0.02]
Tiempo Precec	[-1.59, 0.53]
Tiempo 5	[-1.41, 0.66]
Tiempo 30	[-2.66, 0.37]
Tiempo Postisq.	[-1.59, 1.07]
Hematocrito: Tiempo Precec	[-0.012, 0.046]
Hematocrito: Tiempo 5	[-0.03, 0.04]
Hematocrito: Tiempo 30	[-0.025, 0.09]
Hematocrito: Tiempo Postisq.	[-0.04, 0.05]

Efectos del tiempo de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico, sobre los niveles plasmáticos de la proteína C reactiva, la procalcitonina y del péptido natriurético tipo B

RESUMEN / ABSTRACT

Objetivo: Comprobar alteraciones de los niveles plasmáticos de la proteína C Reactiva (PCR), Procalcitonina (PCT) y del péptido natriurético tipo B (pro-BNP). Si depende del tiempo de pinzamiento aórtico, del tiempo de CEC, estudiados en el postoperatorio (24h) de los diferentes tipos de intervención (by-pass coronario, reemplazo valvular, bentall) y si existe más alteración en pacientes reoperados.

Metodología: Es un estudio transversal con recogida de datos retrospectivo. Se estudiaron 182 pacientes sometidos a CEC durante los años 2014-2015. Los tipos de intervenciones realizadas fueron: RVM, RVAo, By-pass coronario, Bentall, Cirugía mixta y reoperados. A todos ellos se les realizaron las mismas pruebas pertinentes. Se le administraron 8 mg de dexametasona antes de entrar en CEC y se le realizó una analítica a las 24 horas de ser operados para registrar sus niveles plasmáticos de PCR, PCT y pro-BNP. La muestra estaba compuesta por un 29,7% de mujeres y un 70,3% de hombres. Un 8,2% eran reoperados. Una media de edad de 68,3 años. La media de CEC fue de 96 minutos y la media de pinzamiento aórtico de 75 minutos.

Resultados: En todos los pacientes los niveles de pro-BNP, PCT y PCR fueron significativamente mas altos que en los valores de normalidad. En cuanto al tiempo de intervención y al tiempo de pinzamiento aórtico existen diferencias significativas en el pro-BNP y en la PCT, no en cuanto a la PCR. Existen diferencias significativas en la PCT en pacientes reoperados comparándolos con los no reoperados y no existen diferencias significativas en cuanto a la PCR.

Conclusiones: Tanto el Pro-BNP como la PCT están fuertemente influidos por ser reoperados, por el tiempo de CEC y por el tiempo de pinzamiento aórtico, incrementándose y siendo más elevados en las reoperaciones, siendo muy diferentes de sus valores basales. No ocurre lo mismo con la PCR, que parece no verse afectada por esas variables en esta muestra.

Palabras clave: Circulación extracorpórea, inflamación, proteínas.

Goal of the study: To prove alterations in plasmatic levels of C reactive protein (PCR), procalcitonin (PCT) and B natriuretic propeptide (proBNP) in relation to time of aortic clamping and length of cardiopulmonary bypass (CBP). Plasmatic levels of previously mentioned markers were measured 24 hours after surgery. The study included several clases of surgical interventions (coronary artery bypass, valve replacement, Bentall procedure...). We specially fixed our attention in reoperated patients.

Methods: It is a cross-sectional and retrospective study. One hundred and eighty two patients scheduled for cardiac surgery under cardiopulmonary bypass were studied and their data collected between the years 2014 and 2015. Surgical procedures were mitral replacement, aortic replacement, coronary artery bypass, Bentall, mixed procedures and redo operations. All the patients included received the same anesthetic regimen with sevoflurane, fentanyl and rocuronium, and all of them received 8 mg of dexametasona before CBP. Blood sample to measure plasmatic levels of PCR, PCT and ProBNP was obtained 24 hours after the surgery. The study population was composed by a 29,7% of female patients and a 70,3% of males. 8,2% of patients were redo procedures. La muestra estaba compuesta por un 29,7% de mujeres y un 70,3% de hombres. Un 8,2% eran reoperados. The average age was 68,3 years. The average of CBP duration was 96 minutes with an average of 75 minutes of aortic cross clamping.

Results: In all of the patients plasmatic values of PCR, PCT and ProBNP were higher than normal limits. Significant association was found between levels of proBNP and PCT depending of time of CBP and cross clamping. PCR levels were not apparently affected by these issues. Significant differences in PCT levels but not in PCR levels were found in redo patients when compared to non reoperated patients.

Conclusions: Both proBNP and PCT are strongly influenced by reoperation procedures, by length of CBP and length of cross clamp of aorta. However, PCR seems not to be affected by these parameters in our study.

Keywords: cardiopulmonary bypass, infalmmation, inflammatory markers.



Berta Mesías Sar
Perfusionista

Unidad de Perusión. Servicio de Cirugía Cardíaca
Complejo Hospitalario Universitario
de Santiago de Compostela



Luz Conde Sueiro
Perfusionista

Unidad de Perusión. Servicio de Cirugía Cardíaca
Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña

Correspondencia:

Berta Mesías Sar

Unidad de Perusión. Servicio de Cirugía Cardíaca
Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela
c/ Travesía Choupana, Santiago de Compostela, 15706 A Coruña
Tel. 981.950.000 – Ext. 250648
berta.mesias@gmail.com

Recibido: julio de 2017

Aceptado: octubre de 2017

INTRODUCCIÓN

La circulación extracorpórea (CEC) es una derivación de la sangre venosa que llega a la aurícula derecha (AD) hasta un dispositivo artificial que sustituye las funciones del pulmón y corazón, oxigenando la sangre y reinfundiéndola al sistema arterial del paciente (aorta ascendente), en unas condiciones de flujo y presión que permiten la perfusión adecuada del organismo, para ello los pacientes tienen que estar completamente anticoagulados. Es una técnica temporal que permite realizar las intervenciones quirúrgicas con parada cardíaca, administrando una Solución de Cardioplejía que además nutrirá y protegerá el corazón del daño isquémico en virtud de su propia composición, al distribuirse por todas las regiones miocárdicas.

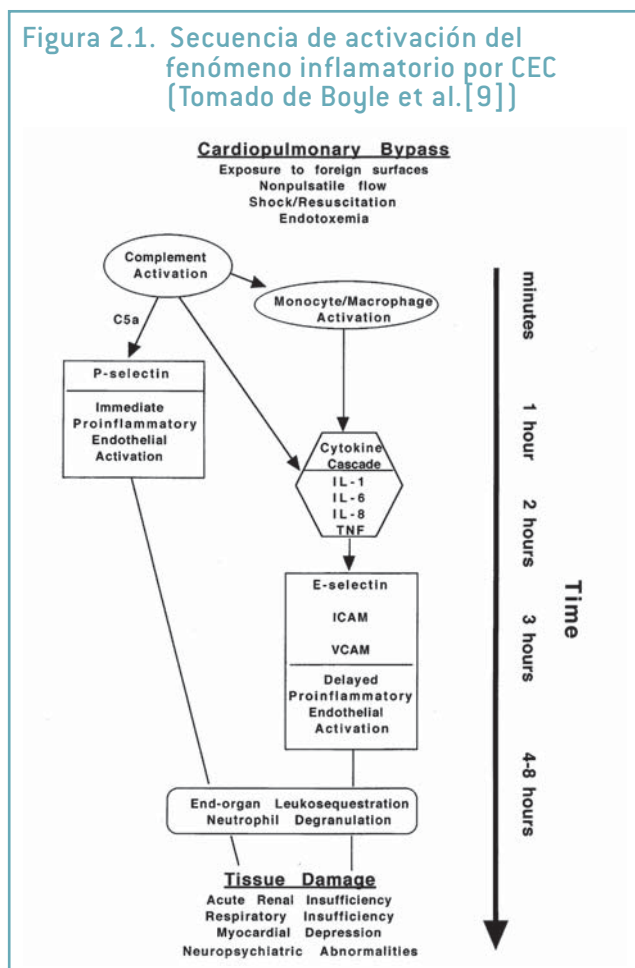
La utilización de la CEC es fundamental para poder realizar la cirugía a corazón abierto, pero el contacto de la sangre con las superficies biocompatibles desencadenan la activación de las células sanguíneas (neutrófilos, plaquetas, células endoteliales...) que liberan sustancias vasoactivas que favorecen la aparición del Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica, junto con la activación de los siste-

mas de proteínas plasmáticas, células implicadas en la respuesta inmune y Sistema de Complemento. El fenómeno inflamatorio se activa a los pocos minutos de iniciar la CEC y persiste durante la misma e incluso horas después; pero es en el período postoperatorio cuando se manifiestan clínicamente sus efectos (Figura 2.1). Por lo tanto la reacción inflamatoria producida por la CEC es característica y uno de los fenómenos más importantes a la hora de determinar la evolución de los pacientes.

Existen varias sustancias que se han relacionado en diferentes grados con la inflamación:

- La Proteína C Reactiva (PCR). Es una proteína que se encuentra en la sangre como respuesta a una inflamación, por ello se dice que es una proteína de fase aguda. Se produce en el intestino por las células adiposas. Es sintetizada por el hígado y por los adipositos. Es miembro de la familia de las pentraxinas y no debe ser confundida con el péptido C ni con la proteína C. Los niveles de PCR son generalmente menores de 0.6 mg/dl.
- La Procalcitonina (PCT). Es un péptido precursor de la calcitonina. Es una proteína de 116 aminoácidos, sintetizada a partir del gen Calc-1 situado en el cromosoma 11. La PCT es un reactante de fase aguda, útil en procesos inflamatorios. Existen recomendaciones para su determinación cuando se requiere apoyo diagnóstico en estados de respuesta inflamatoria sistémica, como auxiliar de monitoreo en la evolución y el tratamiento de enfermedades infecciosas bacterianas, como instrumento diagnóstico en fiebre de origen desconocido y en monitorización de estados inflamatorios no infecciosos. Por esto en los últimos años ha despertado en gran interés. Los niveles normales de PCT son por debajo de 0.5 ng/ml.
- Pro-Péptido Natriurético Tipo B (pro-BNP). Se sintetiza inicialmente como pre-pro-péptido de 134 aminoácidos, que se transforma en proBNP-108, la molécula precursora que se almacena en los gránulos secretores de los miocitos. Tras su liberación, proBNP-108 se divide por efecto de la proteasa furina en el fragmento N-terminal (NTproBNP), péptido de 76 aminoácidos y en una molécula peptídica madura que se corresponde con la hormona biológicamente activa (BNP) de 32 aminoácidos. Esta liberación es equimolar y los fragmentos ofrecen el mismo significado clínico. La liberación es en respuesta al aumento de la volemia (aumento de la presión miocárdica) y en problemas fisiopatológicos cardíacos (insuficiencia cardíaca).
- Existe correlación positiva entre los marcadores de respuesta inflamatoria y la elevación del pro-BNP.

Figura 2.1. Secuencia de activación del fenómeno inflamatorio por CEC [Tomado de Boyle et al.[9]]



Los valores superiores a 125 pg/ml indican riesgo de sufrir complicaciones cardíacas. Según la New York Heart Association, en pacientes mayores de 70 años estos valores aumentan a 450 pg/ml, incluso si la clase funcional de IC es avanzada los valores serán 900 pg/ml o más.

OBJETIVOS

Realizamos este trabajo cuantificando los niveles plasmáticos de la PCR, PCT y pro-BNP en las 24 horas siguientes a la intervención quirúrgica con CEC para evaluar nuestros objetivos específicos que son:

1. Relación entre los niveles plasmáticos de PCR, PCT y de pro-BNP y el tiempo de duración de CEC.
2. Relación entre los niveles plasmáticos y el tiempo de Pinzamiento Aórtico.
3. Comprobar entre los distintos tipos de intervención realizadas si hay más o menos modificaciones de los niveles plasmáticos y valorar según tipo de intervención.
4. Comprobar si hay más alteraciones en paciente sometidos a más de una CEC (reoperaciones).

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo y transversal. Los sujetos a estudio fueron 182 pacientes sometidos a CEC, durante los años 2014 y 2015. A todos ellos se le realizaron las mismas pruebas pertinentes:

- Las bombas de CEC utilizadas indistintamente fueron la Rotaflow y Revolution, con circuito estándar todo preconectado y filtro arterial, los oxigenadores utilizados fueron Quadrox-I (Maquet®) y Inspire 6 Dual (Sorin®), con intercambiador de temperatura Strocker®.
- El cebado estaba compuesto por 1200 ml. De Plasmalyte®, 2,5 ml/Kg de Manitol® al 20% y 1 mg/Kg de Heparina.
- La Cardioplejia hemática fría a 4°C para la inducción y mantenimiento, para la reperusión fue caliente a 37°C.
- Se utilizó Serofluorano en bomba, adecuando el porcentaje de gas a los niveles de BIS (Biespectral Index®).
- Se les administran 8 mg. De dexametasona antes de entrar en CEC.
- En todos se empleó recuperador celular como ahorro transfusional.

- Las CEC en todos los pacientes se ha realizado en normotermia.
- Se les solicitó una analítica de los niveles plasmáticos de PCR, PCT y pro-BNP, a las 24 horas de ser intervenidos.
- El equipo utilizado para la determinación de la PCR y pro-BNP fue el ELECSYS 2010, Cobas E 601 (Roche®). Con una técnica de Sandwich con duración de 18 minutos. El pack de reactivos con frascos (M, R₁, R₂) etiquetado para PCR y para el pro-BNP. Para la determinación de la PCT se utilizó el test de ECLIA de Brahms®, con una técnica sándwich con duración de 18 minutos. El pack de reactivos (M, R₁, R₂) etiquetado como PCT.

En la recogida de datos del estudio muestral, utilizamos fundamentalmente variables cuantitativas (discretas y continuas) y variables cualitativas, fueron retrospectivamente extraídas de las historias clínicas en formato electrónico (IANUS) a una tabla estandarizada de elaboración específica para este estudio con el programa Excel 2007® para Windows®.

Las variables recogidas en nuestra tabla de datos fueron:

1. Edad
2. Sexo
3. Peso
4. Talla
5. Tipo de intervención
6. Reoperación
7. Tiempo de CEC
8. Tiempo de Isquemia
9. Analítica post-cirugía 2 horas:
 - PCR
 - PCT
 - Pro-BNP
10. Valores de normalidad:
 - PCR
 - PCT
 - Pro-BNP

Todo el análisis estadístico se realizó mediante el paquete de análisis estadístico IBM SPSS Statistics v.19.

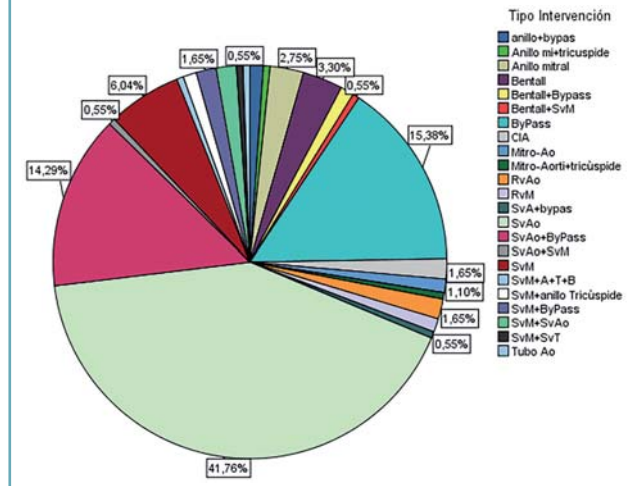
Las variables cualitativas se representan mediante número y porcentaje (n, %) y las variables cuantitativas continuas mediante media y desviación típica si seguían distribución normal o mediante mediana y rango en caso de no seguir distribución normal.

La normalidad de las variables se constató mediante el test de Kolmogorov-Smirnoff. Los contrastes bivariantes de medias se realizaron mediante el test T-Student para muestras independientes, siempre que se comparó la media en

Tabla 4.5. Intervención a la que fueron sometidos

Válidos	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Anillo mi+tricuspide	1	0,5
Anillo mitral	5	2,7
anillo+bypas	2	1,1
Bentall	6	3,3
Bentall+ByPass	2	1,1
Bentall+SvM	1	0,5
ByPass	28	15,4
CIA	3	1,6
Mitro-Ao	2	1,1
Mitro-Aorti+tricuspide	1	0,5
RvAo	3	1,6
RvM	2	1,1
SvA+bypas	1	0,5
SvAo	76	41,8
SvAo+ByPass	26	14,3
SvAo+SvM	1	0,5
SvM	11	6,0
SvM+A+T+ByPass	1	0,5
SvM+anillo Tricuspide	2	1,1
SvM+ByPass	3	1,6
SvM+SvAo	3	1,6
SvM+SvT	1	0,5
Tubo Ao	1	0,5
Total	182	100,0

Figura 4.3. Descripción de la muestra según el tipo de intervención efectuada



- Del total de pacientes, el 8,2% eran reoperados.
- La media de edad de la muestra fue de $68,3 \pm 13,3$ años.
- La media de peso fue de $78,4 \pm 15,3$ Kg.
- La media de talla fue de $1,63 \pm 0,096$ m.
- La media de IMC fue de $29,4 \pm 4,52$.

ASPECTOS ÉTICOS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Tratándose de un estudio retrospectivo, en el cual es muy difícil obtener el consentimiento de todos los participantes para ceder el uso de los datos de sus historias clínicas, las consideraciones éticas del estudio se centran en garantizar la confidencialidad.

Se ajustará a la normativa vigente (Ley 15/1999) de protección de datos de carácter personal, en concreto en su artículo 55. Garantizamos la disociación de los datos clínicos personales en cumplimiento de la legislación vigente (Ley 41/2002). De modo que en la hoja de recogida de datos sólo incluimos los necesarios para la realización del estudio, manteniendo el anonimato de los pacientes. Este proyecto se desarrolló tras su aprobación en el Comité Ético de Investigación Clínica de Galicia.

RESULTADOS

En todos los pacientes los niveles de proBNP, PCT y PCR fueron significativamente más altos que los valores de normalidad.

Figura 5.1. Pro-BNP según grupos de edad

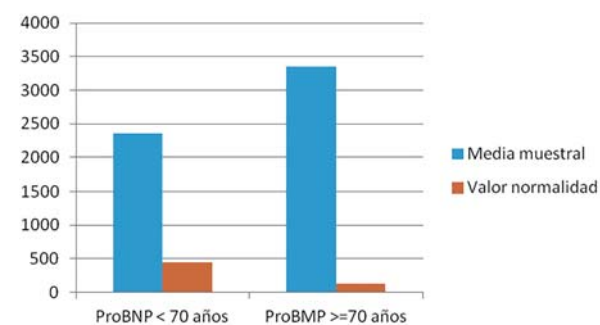


Figura 5.2. PCT según valores

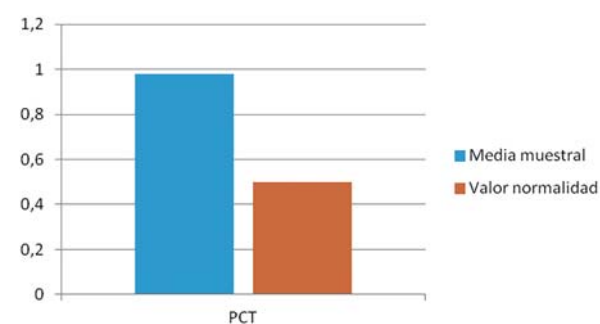
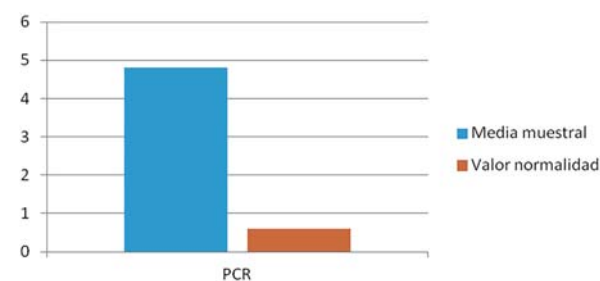


Figura 5.3. PCR según valores



Efecto de la reintervención con CEC en los niveles de proBNP, PCT y PCR:

- Existen diferencias significativas en cuanto al proBNP en pacientes reintervenidos comparado con los que no lo fueron. La media de proBNP en reintervenidos fue significativamente superior que en no reintervenidos (6853,8 vs 2579,5 respectivamente, $p < 0,01$)
- Existen diferencias significativas en cuanto a PCT en pacientes reintervenidos comparado con los que no fueron reintervenidos. La media de PCT en reintervenidos fue significativamente superior que en no reintervenidos (2,61 vs 0,83 respectivamente, $p < 0,01$)

- No existieron diferencias significativas en cuanto a la PCR entre pacientes reintervenidos o no reintervenidos.

Tabla 6.1. Valores según reintervención con CEC

	Reintervención	N	Media	Valor p
pro-BNP	no	167	2579,4491	<0,01
	si	15	6853,8000	
PCT	no	167	0,8332	<0,01
	si	15	2,6073	
PCR	no	167	4,8029	0,98
	si	15	4,7860	

Efecto del tiempo de intervención (CEC) y al tiempo de isquemia en los niveles de pro-BNP, PCT y PCR. En cuanto al tiempo de intervención y al tiempo de isquemia de la operación, existen diferencias significativas entre determinados grupos:

Se dividió el tiempo de CEC en dos grupos, uno por debajo de la mediana del tiempo y otro por encima (la mediana de CEC fue de 96 minutos)

Existen diferencias significativas en las medias de los tres parámetros analíticos en función del tiempo de CEC.

- La media de pro-BNP en aquellos pacientes con tiempo de CEC igual o menor a 96 minutos fue de 2404,6; IC95%(1851,6 – 2957,6); y con tiempo de CEC por encima de 96 minutos fue de 3470,5; IC95%(2567,3 – 4373,7); $p = 0,04$.
- La media de PCT en aquellos pacientes con tiempo de CEC igual o menor a 96 minutos fue de 0,58; IC95%(0,37 – 0,79); y con tiempo de CEC por encima de 96 minutos fue de 1,38; IC95%(0,77 – 2); $p = 0,02$.
- La media de PCR en aquellos pacientes con tiempo de CEC igual o menor a 96 minutos fue de 3,87;

Tabla 6.2. Valores según tiempo de CEC

	Circulación extracorpórea	N	Media	Valor p
pro-BNP	Menor de 96 min	92	2404,6304	0,04
	Mayor de 96 min	90	3470,5444	
PCT	Menor de 96 min	92	,5820	0,02
	Mayor de 96 min	90	1,3857	
PCR	Menor de 96 min	92	3,8723	<0,01
	Mayor de 96 min	90	5,7513	

IC95%(3,33 – 4,40); y con tiempo de CEC por encima de 96 minutos fue de 5,75; IC95%(5,1 – 6,4); $p < 0,01$.

Se dividió el tiempo de isquemia en dos grupos, por encima y por debajo de la mediana, en este caso la mediana de isquemia fue de 75 minutos.

Existen diferencias significativas en las medias de los parámetros analíticos proBNP y PCR en función del tiempo de isquemia; y diferencias marginalmente significativas en cuanto a la PCT.

- La media de proBNP en aquellos pacientes con tiempo de isquemia igual o menor a 75 minutos fue de 2393,1; IC95%(1835,3 – 2950,8); y con tiempo de isquemia por encima de 75 minutos fue de 3482,4; IC95%(2582,8 – 4381,9); $p = 0,04$.
- La media de PCT en aquellos pacientes con tiempo de isquemia igual o menor a 75 minutos fue de 0,67; IC95%(0,43 – 0,91); y con tiempo de isquemia por encima de 75 minutos fue de 1,29; IC95%(0,68 – 1,9); $p = 0,06$.
- La media de PCR en aquellos pacientes con tiempo de isquemia igual o menor a 75 minutos fue de 4,13; IC95%(3,54 – 4,73); y con tiempo de isquemia por encima de 75 minutos fue de 5,48; IC95%(4,82 – 6,13); $p < 0,01$.

Tabla 6.3. Valores según el tiempo de isquemia

	Tiempo de isquemia	N	Media	Valor p
pro-BNP	Menor de 75 min	92	2393,0761	0,04
	Mayor de 75 min	90	3482,3556	
PCT	Menor de 75 min	92	0,6750	0,06
	Mayor de 75 min	90	1,2906	
PCR	Menor de 75 min	92	4,1365	<0,01
	Mayor de 75 min	90	5,4812	

Según el tipo de intervención conformamos varios grupos:

Tabla 6.4. Tipo de intervención en 3 grupos

Válidos	Frecuencia	Porcentaje
Valvular	110	60,4
Mixta	34	18,7
Otras	38	20,9
Total	182	100,0

Figura 5.4. Tipo de intervención en 3 grupos

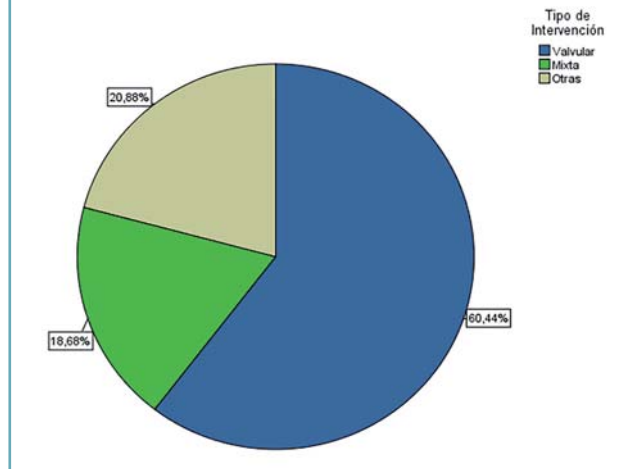


Figura 5.5. Tipo de intervención en 3 grupos

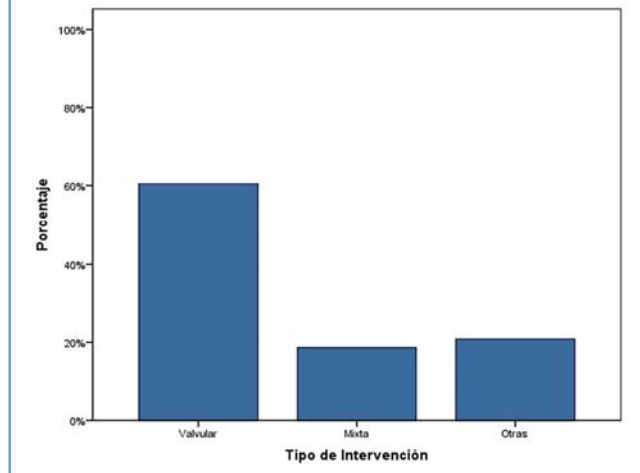


Figura 5.6. Tipo de intervención según 2 grupos

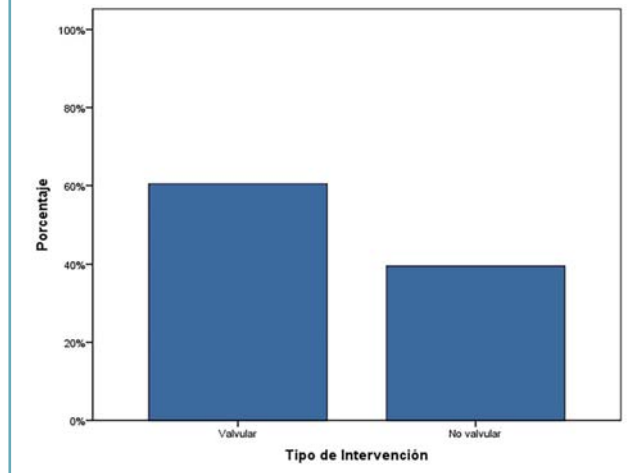
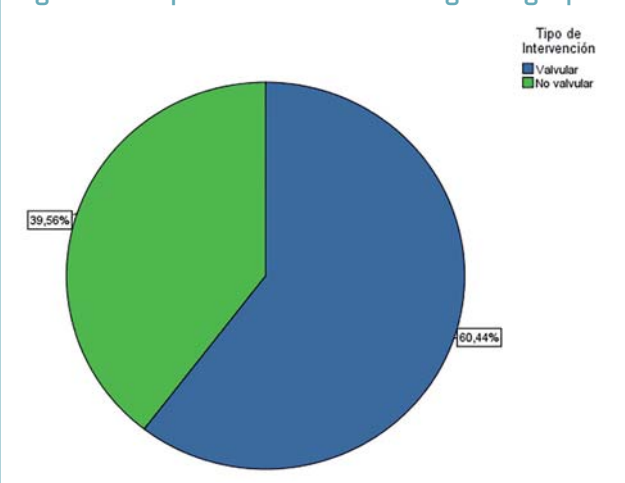


Tabla 6.5. Tipo de intervención en 3 grupos

Válidos	Frecuencia	Porcentaje
Valvular	110	60,4
No valvular	72	39,6
Total	182	100,0

Figura 5.7. Tipo de intervención según 2 grupos



Se exploró si existían diferencias significativas en cuanto al tipo de intervención y los niveles de los 3 parámetros estudiados. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 6.6. Valores estudiados según 2 grupos de intervención

	Tipo de Intervención	N	Media	Valor p
pro-BNP	Valvular	110	3250,7455	0,09
	No valvular	72	2444,3472	
PCT	Valvular	110	1,1715	0,08
	No valvular	72	,6858	
PCR	Valvular	110	4,5082	0,1
	No valvular	72	5,2496	

- No se observaron diferencias para el nivel de significación estudiado.
- La media de proBNP en aquellos pacientes con intervención valvular fue de 3250,7; IC95%(2450,3 – 4051,2); y con intervención no valvular fue de 2444,3; IC95%(1906,6 – 2982,1); p=0,09.

- La media de PCT en aquellos pacientes con intervención valvular fue de 1,17; IC95%(0,65 – 1,69); y con intervención no valvular fue de 0,69; IC95%(0,48 – 0,89); p=0,08.
- La media de PCR en aquellos pacientes con intervención valvular fue de 4,51; IC95%(3,90 – 5,11); y con intervención no valvular fue de 5,25; IC95%(4,59 – 5,90); p=0,1.

Se realizó un análisis de correlación ente los valores de los tres parámetros estudiados y el tiempo de CEC y el tiempo de isquemia.

Tabla 6.7. Correlación valores pro-BNP con tiempo de CEC y de isquemia

pro-BNP	Tiempo circulación extracorpórea	Tiempo de isquemia
Correlación de Pearson	0,270**	0,149*
Valor p sig. (bilateral)	0,000	0,044
n	182	182

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

- Existe correlación lineal positiva entre el tiempo de las intervenciones, tanto del tiempo de CEC como del tiempo total de isquemia y los valores de pro-BNP.
- Existe correlación lineal positiva entre el tiempo de las intervenciones, tanto del tiempo de CEC como del tiempo total de isquemia y los valores de PCT.
- Existe correlación lineal positiva entre el tiempo de las intervenciones, tanto del tiempo de CEC como del tiempo total de isquemia y los valores de PCR.

Figura 5.8. Correlación Pro-BNP y tiempo CEC

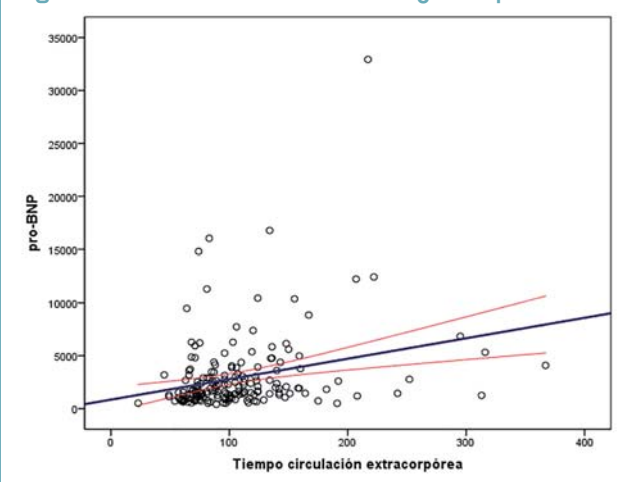


Figura 5.9. Correlación Pro-BNP y tiempo de isquemia

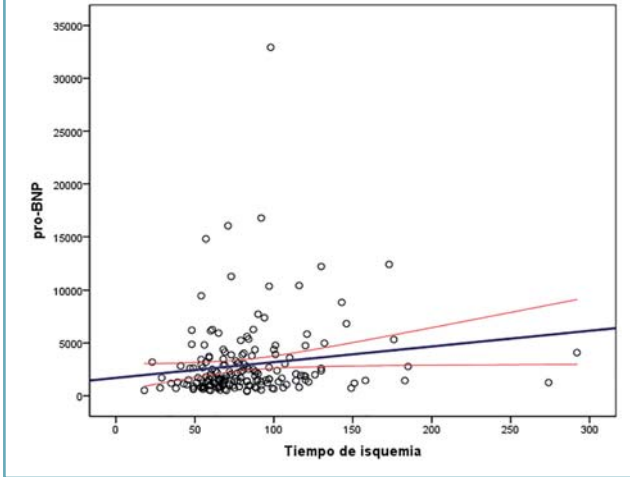


Figura 5.11. Correlación PCT y tiempo de isquemia

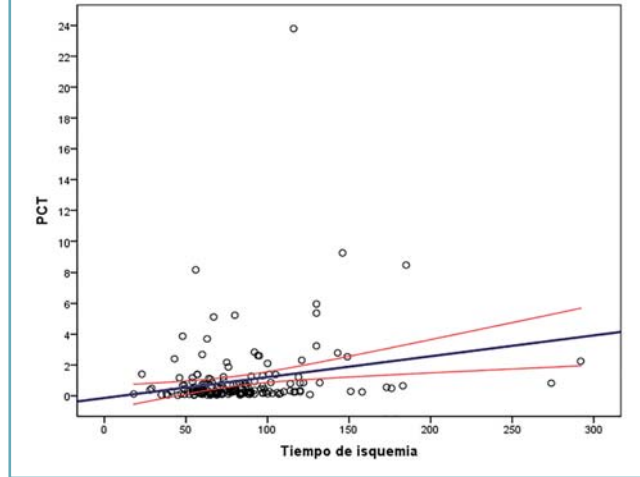


Tabla 6.8. Correlación valores PCT con tiempo de CEC y de isquemia

PCT	Tiempo circulación extracorpórea	Tiempo de isquemia
Correlación de Pearson	0,247**	0,221**
Valor p sig. (bilateral)	0,001	0,003
n	182	182

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).
* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 6.9. Correlación valores PCR con tiempo de CEC y de isquemia

PCR	Tiempo circulación extracorpórea	Tiempo de isquemia
Correlación de Pearson	0,246**	0,234**
Valor p sig. (bilateral)	0,001	0,001
n	182	182

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).
* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

- Esto quiere decir que en todos los parámetros, a medida que se incrementa el tiempo tanto de CEC como de isquemia, se incrementan los valores de los parámetros estudiados.

Figura 5.10. Correlación PCT y tiempo de CEC

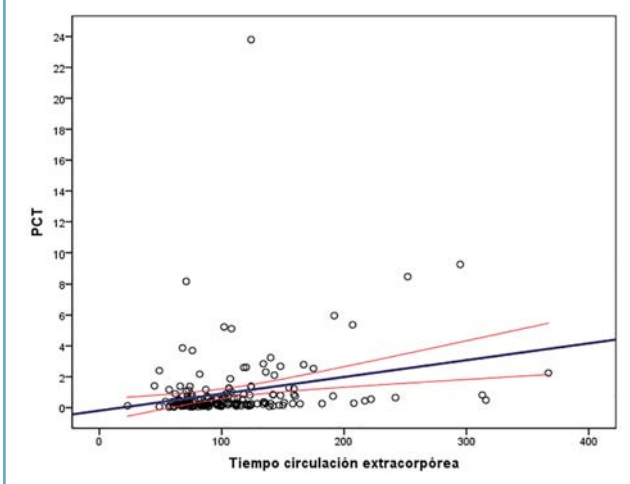


Figura 5.12. Correlación valores PCR y tiempo de CEC

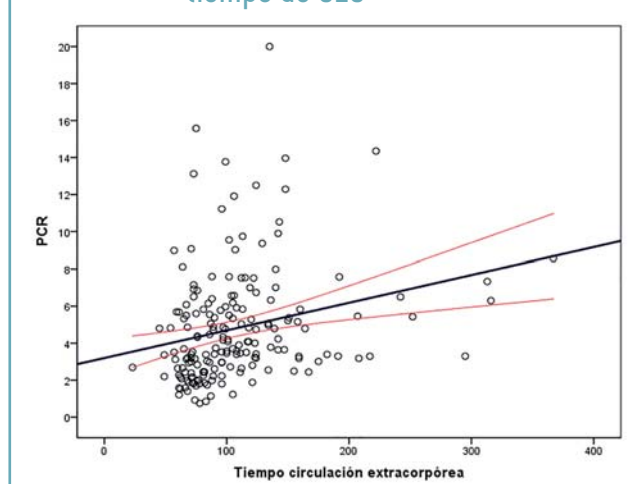
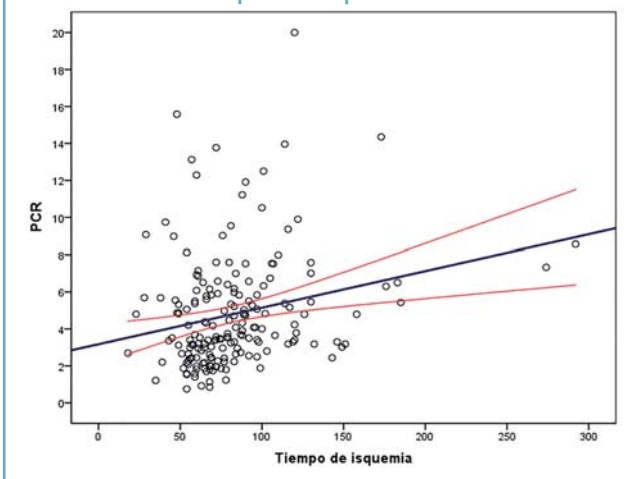


Figura 5.13. Correlación valores PCR y tiempo de isquemia



CONCLUSIONES

Los tres parámetros analíticos se ven fuertemente influenciados por la operación, ya que todos difieren significativamente de los valores de normalidad.

Los tres parámetros analíticos estudiados se incrementan significativamente a partir de los 96 minutos de CEC, existiendo diferencias significativas en los valores antes de los 96 minutos y en los valores después de los 96 minutos de CEC.

En cuanto al tiempo de isquemia, los valores de pro-BNP y de PCR se incrementan significativamente a partir de 75 minutos de isquemia. Esta asociación no es tan fuerte para la PCT, ya que las diferencias en sus valores antes y después de los 75 minutos de isquemia son marginalmente significativas.

En cuanto a los pacientes sometidos a más de una CEC, se han visto diferencias significativas en el pro-BNP y la PCT con aquellos pacientes que no eran reoperados. Estos valores fueron muy superiores.

En cuanto a la PCR no se evidenciaron diferencias significativas entre esos grupos.

En los análisis que se exploró según el tipo de intervención, no se observaron diferencias para el nivel significativo del estudio. Sería necesario un mayor seguimiento de los pacientes para poder encontrar esas diferencias.

En el análisis de correlación entre los valores de los tres parámetros estudiados con respecto al tiempo del CEC y de isquemia, existe correlación lineal positiva, a medida que se incrementa el tiempo de CEC, como el de isquemia, se incrementan los valores de los parámetros estudiados.

REFERENCIAS

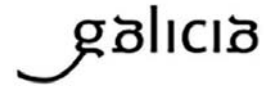
- Boyle, E. M., Pohlman, T. H., Johnson, M. C. & Verrier, E. D. Endothelial cell injury in cardiovascular surgery: the systemic inflammatory response. *Ann. Thorac. Surg.* 63, 277–84 (1997).
- Carranza-Cortés, J. Hemodilución Isovolumétrica Aguda en Cirugía Correctora de Paladar Hendido Secundario en Escolares. *Anest. en Mex.* 16, (2004).
- de Lemos, J. A., McGuire, D. K. & Drazner, M. H. B-type natriuretic peptide in cardiovascular disease. *Lancet* (London, England) 362, 316–22 (2003).
- Gomar, C., Mata, M. & Pomar, J. Fisiopatología y Técnicas de Circulación Extracorpórea. (2012).
- Hutfless, R. et al. Utility of B-type natriuretic peptide in predicting postoperative complications and outcomes in patients undergoing heart surgery. *J. Am. Coll. Cardiol.* 43, 1873–9 (2004).
- Roig Minguell, E. Utilidad clínica de los marcadores neurohormonales en la insuficiencia cardíaca. *Rev. Española Cardiol.* 57, 347–356 (2004).
- Thompson, D., Pepys, M. B. & Wood, S. P. The physiological structure of human C-reactive protein and its complex with phosphocholine. *Structure* 7, 169–77 (1999).
- Verdú, J. M. et al. Rapid point-of-care NT-proBNP optimal cut-off point for heart failure diagnosis in primary care. *Rev. española Cardiol. (English ed.)* 65, 613–9 (2012).
- Proteína C Reactiva. Medline Plus Available at: www.nlm.nih.gov/medlineplus.
- Procalcitonina. Marcador de inflamación sistémica. Available at: www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2005/mso54a.pdf.
- Elecsys Pro-BNP. Roche Diagnostics.

ANEXO



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE SANIDADE
 Secretaría Xeral Técnica

Secretaría Técnica
 Comité Autonómico de Ética da Investigación de Galicia
 Secretaría Xeral, Consellería de Sanidade
 Edificio Administrativo San Lázaro
 15703 SANTIAGO DE COMPOSTELA
 Tel: 881 546425; ceic@sergas.es



DITAME DO COMITÉ DE ÉTICA DA INVESTIGACIÓN DE SANTIAGO-LUGO

Juan Manuel Vázquez Lago, Secretario do Comité de Ética da Investigación de Santiago-Lugo

CERTIFICA:

Que este Comité avaliou na súa reunión do día 16/02/2016 o estudo:

Título: Efectos del tiempo de Circulación Extracorpórea (CEC) y Pinzamiento Aórtico, sobre los niveles plasmáticos de Pro-BNP, PCR y ProCalcitonina

Promotor: Berta Mesías Sar

Tipo de estudo: Outros

Código de Rexistro: 2016/091

E, tomando en consideración as seguintes cuestións:

- A pertinencia do estudo, tendo en conta o coñecemento dispoñible, así coma os requisitos legais aplicables, e en particular a Lei 14/2007, de investigación biomédica, o Real Decreto 1716/2011, de 18 de novembro, polo que se establecen os requisitos básicos de autorización e funcionamento dos biobancos con fins de investigación biomédica e do tratamento das mostras biolóxicas de orixe humana, e se regula o funcionamento e organización do Rexistro Nacional de Biobancos para investigación biomédica, a ORDE SAS/3470/2009, de 16 de decembro, pola que se publican as Directrices sobre estudos Posautorización de Tipo Observacional para medicamentos de uso humano, e a Circular nº 07/2004, investigacións clínicas con produtos sanitarios.
- A idoneidade do protocolo en relación cos obxectivos do estudo, xustificación dos riscos e molestias previsibles para o suxeito, así coma os beneficios esperados.
- Os principios éticos da Declaración de Helsinki vixente.
- Os Procedementos Normalizados de Traballo do Comité.

Emite un **INFORME FAVORABLE** para a realización do estudo polo/a investigador/a do centro:

Centros	Investigadores Principais
C.H. Universitario de Santiago	Berta Mesías Sar

En Santiago de Compostela, a 16 de febreiro de 2016

O secretario

 Juan M. Vázquez Lago


SISTEMA CARDIOHELP
DISEÑO 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

Estrategias de ultrafiltración en CEC y su impacto en la morbilidad postoperatoria

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción y Objetivos: La CEC está asociada al síndrome de respuesta inflamatoria sistémica. La ultrafiltración es una de las técnicas atenuadora de la magnitud de este síndrome, reduciendo también el consumo de hemoderivados. Este estudio se propone evaluar las estrategias de ultrafiltración en CEC y analizar su impacto en la morbilidad postoperatoria.

Material y Métodos: Estudio observacional, descriptivo-correlacional, de abordaje retrospectivo a 334 pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica con CEC. Se dividió la muestra en cuatro grupos (pacientes que realizaron solo ultrafiltración modificada; pacientes que realizaron ultrafiltración convencional y modificada; pacientes que realizaron solo ultrafiltración convencional; pacientes que no realizaron ninguna de las técnicas), comparando la evolución clínica intra y postoperatoria entre los distintos grupos. Los datos se analizaron con el programa IBM SPSS® 21.0, usándose el test Chi-Cuadrado para el análisis de variables nominales y el test T de Student y U de Mann-Whitney para las restantes variables.

Resultados: La aplicación de las técnicas de ultrafiltración convencional y modificada está asociada a un menor consumo de sangre ($p=0,001$). El grupo que presenta menor tasa de complicaciones postoperatorias es el que realizó exclusivamente ultrafiltración modificada ($p<0,001$). Los tiempos de estancia en UCI y de hospitalización son más elevados en los pacientes que presentan complicaciones postoperatorias ($p<0,001$). La edad representa un incremento de riesgo de complicaciones ($p<0,05$).

Conclusiones: La ultrafiltración está asociada a un menor consumo de sangre, contribuyendo para la menor incidencia de complicaciones postoperatorias y menor prevalencia de morbilidad.

Palabras clave: Hemofiltración; ultrafiltración; circulación extracorpórea; cirugía cardíaca.

Background: ECC is often related to a Systemic Inflammatory Response Syndrome. Ultrafiltration is one of the techniques that attenuates these syndroms magnitude, also reducing blood product consumption. The purpose of the present study is to evaluate ultrafiltration strategies in ECC, analysing their impact in postoperative morbidity.

Materials and methods: Observation and description - correlational study, addressing a retrospective analysis of 334 patients undergoing on-pump coronary artery bypass grafting. The sample was divided in four groups (patients with modified ultrafiltration; patients with conventional and modified ultrafiltration; patients with only conventional ultrafiltration and patients without any ultrafiltration technique), comparing intra and postoperative clinical evolution between the four groups. Data were analysed with IBM SPSS® 21.0, using Chi-Square test to analyse nominal variables and Students T and Mann-Withnet U tests for the remaining variables.

Results: The use of conventional and modified ultrafiltration is associated with less blood consumption ($p=0,001$). The group with less postoperative complications is the modified ultrafiltration group ($p<0,001$). ICU and in-hospital stay are higher in patients that have postoperative complications ($p<0,001$). Age represents an increase in the risk of complications ($p<0,05$).

Conclusions: Ultrafiltration is associated with less blood consumption, contributing to less complication incidence and less morbidity prevalence.

Keywords: Haemofiltration; ultrafiltration; extracorporeal circulation; cardiac surgery.



Pedro Lucas Santos Fonseca
Perfusionista
Hospital de Santa Marta - CHLC, EPE
Lisboa, Portugal

Alexandre Pereira
Profesor Adjunto de Fisiología Clínica
Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias - IPCB
Castelo Branco, Portugal

Paulo Franco
Perfusionista
Hospital de Santa Marta - CHLC, EPE
Lisboa, Portugal

Inês Figueira
Perfusionista
Hospital de Santa Marta - CHLC, EPE
Lisboa, Portugal

Duarte Furtado
Perfusionista
Hospital de Santa Marta - CHLC, EPE
Lisboa, Portugal

Vanda Cláudio
Perfusionista
Hospital de Santa Marta - CHLC, EPE
Lisboa, Portugal

José Fragata
Director del Servicio de Cirugía Cardiorábrica
Hospital de Santa Marta - CHLC, EPE
Lisboa, Portugal

Correspondencia:
Pedro Lucas Fonseca
Serviço de Cirurgia Cardiorábrica
Hospital de Santa Marta, Centro Hospitalar de Lisboa Central, EPE
Rua de Santa Marta, N 50. 1169-024 Lisboa (Portugal)
e-mail: plucasf@gmail.com

Recibido: julio de 2017
Aceptado: octubre de 2017

INTRODUCCIÓN

La circulación extracorpórea (CEC) permite la sustitución total o parcial, temporal de las funciones cardíaca y pulmonar, mediante la derivación de la sangre venosa del paciente a la llegada al corazón hacia un circuito extracorpóreo, donde es arterializada y bombeada hacia el torrente arterial¹. Rutina indispensable para la gran mayoría de procedimientos de cirugía cardíaca, la CEC añade riesgos y amplifica la magnitud de la agresión del propio acto quirúrgico, siendo conocidos sus efectos deletéreos desde sus inicios, normalmente infravalorados en beneficio de las ventajas que aporta^{2,3}. El intento de minimizar estos efectos deletéreos ha sido constante a lo largo de la historia de la cirugía cardíaca, destacándose en la actualidad el desarrollo de nuevos materiales cada vez más biocompatibles, la minimización de circuitos, el uso de sistemas de seguridad (filtros, monitores de presión en línea, termómetros, sensores de nivel y burbujas, etc.)⁴, la constante incorporación de nuevas técnicas y protocolos en la CEC y técnicas de ahorro de sangre y hemoderivados; también se procuran nuevos abordajes quirúrgicos menos agresivos con disminución de los tiempos de CEC y clampaje aórtico, nuevas técnicas de protección miocárdica y cerebral así como diferentes estrategias anestésicas y nuevos enfoques en todas las vertientes implicadas en la mejoría de la atención al paciente cardíaco².

La CEC representa un estado de shock controlado que es debido a alteraciones de la pulsatilidad y del patrón del flujo sanguíneo, al contacto de la sangre con superficies no endoteliales y todo un conjunto de alteraciones fisiopatológicas que conllevan a una respuesta inflamatoria influenciada por inúmeros factores como el recurso a la hipotermia, la hemodilución y la anticoagulación, que da lugar al síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS)⁵.

La respuesta inflamatoria tiene dos vertientes, la humoral y la celular, en las que están implicados distintos elementos activados por la CEC, el sistema de la coagulación, el sistema fibrinolítico, el sistema del complemento y el sistema de la calicreína (los tres últimos también denominados de sistema de contacto) y también los neutrófilos, monocitos, linfocitos, plaquetas y células endoteliales. Estos factores son denominados de reactantes de fase aguda. El sistema de contacto facilita la reacción inflamatoria activando los leucocitos y plaquetas y facilitando la labor de las células inmunitarias mediante la vasodilatación y provocando un aumento de la permeabilidad capilar.

El fenómeno inflamatorio se activa a los pocos minutos de iniciada la CEC, persistiendo durante la misma y incluso horas después, pero es en el periodo postoperatorio cuando se manifiestan clínicamente sus efectos. La reacción inflamatoria produce una repercusión específica sobre diferentes órganos como el corazón, que es afectado en primer lugar por la isquemia del periodo de pinzamiento, lo que deriva

en una situación de isquemia-reperusión, además del propio trauma quirúrgico derivado del procedimiento; el pulmón, que es una importante fuente de producción de factores pro-inflamatorios y por otra parte un órgano diana de los mismos; el riñón, el fallo renal contribuye a la retención de líquidos y empeoramiento del edema intersticial producido por la reacción inflamatoria; el cerebro, muy sensible a alteraciones de flujos de perfusión durante la CEC; el intestino, mucosa muy sensible a la isquemia, libera endotoxinas y numerosos péptidos vasoactivos.

El conjunto de efectos inespecíficos y órgano específicos del SIRS pueden acabar en un fallo multiorgánico, una de las causas de mortalidad más frecuentes en la unidad de cuidados intensivos (UCI) de cirugía cardíaca³.

A pesar de todos los progresos a lo largo de los años en la aplicación de la CEC en cirugía cardíaca y de la notable baja tasa de complicaciones y morbimortalidad en los procedimientos, los perfusionistas, cirujanos y anestesiólogos, continúan cada día enfrentándose a problemas todavía no resueltos, que exigen una práctica clínica estricta y basada en la evidencia científica, que garantice una asistencia segura y de calidad².

Como parte activa en el proceso, el equipo quirúrgico deberá buscar estrategias para reducir el daño provocado por el fenómeno inflamatorio adoptando medidas con vista a la reducción de la morbimortalidad de la reacción inflamatoria ligada a la CEC³. La introducción de sistemas de hemofiltración en la CEC es una medida importante y accesible que palió el SIRS y minimiza la lesión de isquemia-reperusión, así como demuestra ser una medida eficaz de ahorro de sangre en cirugía cardíaca de adultos y pediátrica con CEC^{2,6}.

HEMOFILTRACIÓN

La hemofiltración, también conocida como ultrafiltración tuvo el inicio de su desarrollo en los años 50 del siglo XX, y su primera aplicación en cirugía cardíaca se debe a Romagnoli et al⁷, que usó hemoconcentradores para concentrar el volumen residual del oxigenador en el final de la CEC. Posteriormente en 1979, Darup et al⁸, ampliaron el empleo de la ultrafiltración, utilizando el método para separar y extraer agua del volumen circulante del paciente durante la perfusión, esta ha sido la primera aplicación de la ultrafiltración durante la CEC. Más tarde en 1991, Naik y Elliot⁹ introdujeron la técnica de la ultrafiltración modificada (UFM), realizada después de finalizar la CEC, para la rápida eliminación del exceso de agua intersticial acumulada durante la CEC, en neonatos y lactantes. Esta modalidad de ultrafiltración permitió una mejoría substancial en los resultados de la cirugía cardíaca en estos pacientes especialmente sensibles al desplazamiento de agua al tercer espacio, permitiendo atenuar la severidad de la SIRS que

frecuentemente presentan¹⁰. Esta técnica (UFM) así como otros tipos de ultrafiltración se abordarán con exactitud más adelante en este apartado.

Como ya se ha mencionado anteriormente, los pacientes sometidos a la CEC, desarrollan frecuentemente una sobrecarga hídrica, así como alteraciones electrolíticas, además, el contacto con superficies no endoteliales y el propio trauma quirúrgico promueven el aumento de la permeabilidad capilar con el consecuente desplazamiento de agua al tercer espacio.

La ultrafiltración y la hemodiálisis son técnicas eficaces para manejar el balance de fluidos en el contexto de procedimientos específicos y en pacientes con fallo renal o de alto riesgo, siendo de este modo importantes herramientas coadyuvantes de la CEC y las demás tecnologías extracorpóreas. La hemodiálisis requiere un filtro dializador y el empleo de una solución dializante al otro lado de la membrana dializadora, que crea un gradiente de concentración de solutos presentes en la sangre y en esta solución, resultando en su transporte a través de la membrana por difusión y diferencias de concentración^{2,11}.

La ultrafiltración es el movimiento del agua a través de una membrana semipermeable como resultado de un gradiente de presión hidrostática o presión transmembrana. No requiere solución dializante al otro lado de la membrana. A medida que se difunde el agua, se crea un gradiente de concentración de solutos entre la sangre y el otro lado de la membrana. Los solutos siguen el gradiente de concentración siendo transferidos de la sangre al ultrafiltrado, en un proceso de extracción de solutos llamado convección. El líquido eliminado durante la ultrafiltración se denomina ultrafiltrado o agua plasmática¹².

BASES DE LA ULTRAFILTRACIÓN

Este proceso de remoción de agua plasmática o ultrafiltrado se consigue a través del uso de una membrana microporosa habitualmente fabricada con una configuración de fibras huecas, denominada de hemofiltro o hemoconcentrador¹¹.

Los hemoconcentradores son habitualmente compuestos, como se ha dicho anteriormente, por miles de fibras capilares huecas dispuestas paralelamente en el interior de un tubo cilíndrico rígido y transparente que presenta dos orificios en las extremidades para la entrada y la salida de la sangre, que se comunican con el interior de las fibras. El agua y pequeñas moléculas atraviesan los poros de las fibras durante el paso de la sangre por su interior. Un tercer orificio comunica el tubo cilíndrico con el exterior y sirve para recoger el ultrafiltrado. El diámetro interno de las fibras huecas es de aproximadamente 200 micrones (μm) y el espesor de la pared de cada fibra es de cerca de 12 a 15 μm .

El diámetro medio de los poros de las fibras oscila entre 10 y 35 \AA . Estos poros permiten el pasaje del agua y otras sustancias con peso molecular inferior a 20000 Dalton. Cuanto mayor el número de poros existente por unidad de área, más eficiente será el hemoconcentrador. La cantidad de fibras y su longitud determinan el área disponible para la ultrafiltración. De este modo existen hemofiltros adaptados a diferentes tamaños de pacientes, desde neonatos hasta adultos. Los principales materiales utilizados para la elaboración de las fibras son la polisulfona y la poliacrilonitrilo¹⁰.

MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA ULTRAFILTRACIÓN

La ultrafiltración permite que el agua y los solutos de bajo peso molecular se separen selectivamente del plasma por un mecanismo de convección, mientras permanecen en circulación los elementos figurados de la sangre, las proteínas y las demás sustancias de alto peso molecular. La fuerza que promueve ese paso de agua a través de los poros de la membrana es la diferencia de presión hidrostática o presión transmembrana (PTM). La PTM es el gradiente de presión entre la fase sanguínea de la membrana y la fase del ultrafiltrado y se expresa por la siguiente ecuación:

$$PTM = \frac{Pe + Ps}{2} + Pn$$

Donde Pe es la presión de entrada de la sangre al hemofiltro, Ps la presión de salida de la sangre del hemofiltro y Pn la presión negativa en la salida del ultrafiltrado^{11,14}. La PTM máxima recomendada para la mayoría de hemofiltros está en torno a los 500 / 600 mmHg. La tasa de remoción de fluido depende de la permeabilidad de la membrana, del flujo de sangre a través de ella, de la PTM y del hematocrito. La permeabilidad de la membrana, está relacionada con el tamaño de los poros, con su espesor y con el material de que está hecha, estos tres factores en conjunto definen el coeficiente de ultrafiltración (Cu). El coeficiente de ultrafiltración relaciona la tasa de remoción de agua, con la PTM para un dispositivo en particular a un flujo de sangre constante, sus valores normales oscilan entre 2 y 50 ml/hr/mmHg. El número total de poros y su diámetro y también la longitud o profundidad de los mismos determinan la eficiencia del hemofiltro o eficiencia de la ultrafiltración, que es directamente proporcional al coeficiente de ultrafiltración, que puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$Qf = Cu \times (PTM - Pco)$$

Donde Qf es la eficiencia de la ultrafiltración, Cu el coeficiente de ultrafiltración, PTM la presión transmembrana

na y P_{co} la presión coloidosmótica. La presión coloidosmótica tiende a reducir la eficiencia de la ultrafiltración, a medida que se da el acumulo de proteínas del plasma en los poros de la membrana, disminuye la eficiencia de la ultrafiltración, este efecto es conocido como *plateauing*^{2,10}. El factor indiscutiblemente más importante para determinar la velocidad de la ultrafiltración y consecuentemente el flujo de ultrafiltrado es la PTM. El ajuste de la velocidad de ultrafiltración a las necesidades de cada paciente puede hacerse modificando la PTM, normalmente eso se obtiene añadiendo presión negativa a la salida del ultrafiltrado. Existe una relación prácticamente lineal entre la PTM y la velocidad de ultrafiltración. Cualquier aumento en la PTM resultará en un aumento proporcional en el flujo de ultrafiltrado^{10,11}.

La eficacia de un hemofiltro para remover una molécula soluble depende directamente de las dimensiones de la molécula y se denomina coeficiente de *Sieving* o coeficiente de cribado. El agua y los solutos de bajo peso molecular que no se unen a proteínas plasmáticas pasan libremente por los poros de la membrana poseyendo un coeficiente de cribado de 1. Las grandes moléculas como por ejemplo la albúmina, el fibrinógeno o la hemoglobina no atraviesan los poros de las membranas de los hemofiltros, así su coeficiente de cribado es cero. Los solutos de bajo peso molecular que se unen a proteínas plasmáticas forman complejos de mayores dimensiones presentando coeficientes de depuración entre 0 y 1. En general, las moléculas con tamaño inferior a 10000 Dalton poseen un coeficiente de cribado de 1, pasando libremente por los poros de la membrana^{12,13,14}.

ESTRATEGIAS DE ULTRAFILTRACIÓN

Existen varias aplicaciones clínicas de la ultrafiltración en cirugía cardíaca, como ya se ha dicho anteriormente el principal objetivo de la ultrafiltración es la remoción del agua plasmática, hemoconcentrando la sangre y las proteínas plasmáticas. Las técnicas de ultrafiltración en CEC son normalmente denominadas según la fase del procedimiento en que se realicen, pudiendo ser pre-CEC, intra-CEC y post-CEC. La ultrafiltración puede también ser clasificada en cuanto a la dirección que la sangre toma en el circuito, denominándose arterio-venosa, veno-venosa o veno-arterial. De entre las varias técnicas de ultrafiltración, se abordarán en este trabajo solamente las dos técnicas más comúnmente utilizadas, la ultrafiltración convencional (UFC) y la ultrafiltración modificada (UFM) en la modalidad arterio-venosa.

La UFC es la que se realiza mientras la CEC está instaurada. Es la técnica más universalmente utilizada. Se realiza habitualmente siempre que se presente una elevada hemodilución, con hematocrito bajo y con suficiente volumen en

el reservorio venoso para poder realizar la técnica, manteniendo el nivel mínimo de seguridad indicado para el reservorio en uso; normalmente se usa más comúnmente en la fase de recalentamiento del paciente. La incorporación del hemoconcentrador en el circuito varía según los diferentes centros y los circuitos en uso en cada centro, siendo generalmente interpuesto en una derivación de la línea arterial, conectándose la salida de sangre a la línea venosa o bien al reservorio venoso, creando de esta forma un *shunt* arterio-venoso (A-V). Se ha de tener en cuenta el apropiado manejo del *shunt* A-V, ya que este puede reducir el flujo arterial para el paciente, de este modo se debe compensar el flujo arterial en relación al flujo de la UFC^{5,12}. La Figura 1 representa una reproducción esquemática del circuito de UFC.

La ultrafiltración modificada (UFM) ha sido desarrollada en los años 90 por Naik y Elliot⁹, para uso en pediatría. A lo largo de los años esta técnica ha venido también a extenderse a los pacientes adultos, resultado de su demostrada eficacia también en esta población^{15,16}. Las dos principales diferencias de la UFM en relación a la UFC, son que en cuanto esta última se procesa durante la CEC, la UFM se realiza después de haber finalizado la CEC y antes de la reversión de la Heparina; la otra diferencia es que la UFM se realiza en circuito totalmente cerrado entre el paciente y el hemofiltro, eliminando de este modo el interfaz aire sangre que se produce en un circuito de CEC convencional abierto. Después de la salida de CEC, se inicia el proceso de UFM durante aproximadamente 10 a 15 minutos. Los flujos de sangre en la UFM en adultos varían entre 100 y 500 ml/min, siendo importante la monitorización constante de la presión arterial y de la presión de la aurícula izquierda, o presión venosa central en el caso de que no se disponga de catéter de presión de aurícula izquierda o de catéter de Swan-Ganz, por forma a monitorizar la volemia y el llenado ventricular del paciente. Los niveles de presión negativa aplicada a la salida del ultrafiltrado se sitúan entre los -80 a -200 mmHg, pudiendo ser ajustados conforme el flujo de ultrafiltrado. El punto que determina el final del procedimiento, es el momento en el cual ya se ha administrado todo el volumen del circuito de CEC al paciente y todas las funciones hemodinámicas estén optimizadas. En el final de la UFM, el perfusionista comunica al restante equipo quirúrgico que se ha acabado el procedimiento, se administra la protamina, prosiguiendo la cirugía según las rutinas normales de cada centro^{5,10}. La Figura 2 representa una reproducción esquemática del circuito de UFM.

Las principales ventajas de la UFM son entre otras, la elevación del hematocrito circulante, el aumento de la viscosidad de la sangre, el aumento de presión coloidosmótica, mejoría de las condiciones hemodinámicas del paciente, la reducción del edema tisular por la migración del agua acumulada en espacio intersticial para la sangre y de esta

para el ultrafiltrado, la reducción de la cantidad absoluta de ciertos mediadores inflamatorios como las anafilotoxinas C3a y C5a, la interleucina 1 (IL-1), la interleucina 6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral (TNF- α), fuertemente relacionadas con la SIRS^{14,17,18}. Numerosas publicaciones avalan el uso de la UFM por su eficacia en revertir los efectos indeseables de la hemodilución, mejorando la hemodinámica del paciente, la función miocárdica y disminuyendo el consumo de sangre y hemoderivados^{19,20}. La UFM se revela de este modo una técnica eficaz y segura que está al alcance de cualquier equipo quirúrgico que desee implementarla en su práctica rutinaria.

A continuación se presenta la investigación que va a estudiar el impacto que las varias estrategias de ultrafiltración descritas tienen en la morbilidad en el postoperatorio de cirugía cardíaca con CEC.

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio observacional de etiología descriptivo-correlacional, que incidió en el abordaje retrospectivo de 334 pacientes con enfermedad coronaria, sometidos a cirugía de revascularización miocárdica con CEC, entre enero de 1999 y Junio de 2015, en la Unidad de Cirugía Cardiorrástica del Hospital de Santa Marta, en Lisboa, Portugal.

MUESTREO

El muestreo fue intencional o de conveniencia, sobre la población constituida por todos los pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca con CEC en el período mencionado, obtenidos a partir de la base de datos de la unidad de cirugía cardiorrástica del Hospital de Santa Marta. Los individuos considerados aptos para el estudio se han dividido en cuatro grupos distintos: grupo A, pacientes que realizaron solo UFM; grupo B, pacientes que realizaron UFC y UFM; grupo C, pacientes que realizaran solo UFC; grupo D, pacientes que no realizaron ninguna de las técnicas [sin ultrafiltración (UF)]; creando así cuatro muestras independientes, representadas en la Tabla I.

Los criterios de exclusión que se emplearon han sido: insuficiencia renal crónica (creatinina sérica basal > 1,2 mg/dl), hemoglobina basal < 10 g/dl, recuento plaquetario basal < 150000 U/ μ L, estado crítico preoperatorio y cirugía urgente o emergente. También han sido excluidos del estudio, pacientes transfundidos con concentrado de hematíes antes o durante la cirugía.

RECOGIDA DE DATOS

Los datos se obtuvieron a través de la revisión de las historias clínicas de los pacientes seleccionados, específicamente de los registros de perfusión y de la base de datos de la unidad de cirugía cardíaca de Hospital de Santa Marta.

ESTRATEGIA DE PERFUSIÓN

Después de cumplidos los procedimientos habituales de monitorización del paciente y inducción y mantenimiento anestésico, se dio inicio a la cirugía que culminó en la preparación para la entrada en CEC. Se administraron 3 mg/Kg de Heparina sódica por forma a conseguir una anticoagulación adecuada antes de la canulación (TCA > 250 seg.) y antes de entrar en CEC (TCA > 450 seg.) (analizadores de TCA Actalyke Mini II, Helena Laboratories[®], tubos con celite). Se procedió a la canulación y se entró en CEC. Todos los procedimientos de CEC se realizaron con técnica no pulsátil y bomba arterial de rodillo. El cebado medio del circuito fue de unos 1500 ml, con una composición de 500 ml de Hidroxietilalmidón - Voluven[®] 6%; 0,5 g/Kg de Manitol 20%; 1mEq/Kg de Bicarbonato de Sodio y como excipiente, Ringer Lactato (hasta completar los 1500 ml). Se indujo hipotermia ligera de aproximadamente entre 32°C y 34°C a todos los pacientes y el equilibrio ácido-base ha sido abordado con la estrategia α -Stat. Los flujos de perfusión han sido calculados para 2,4 l/min/m² asegurando condiciones hemodinámicas adecuadas en CEC. Para provocar la parada de corazón en diástole, se infundió tras el clampaje aórtico 1000 ml de solución cardiopléjica hemática hipotérmica 4:1, por vía anterógrada y/o retrógrada, repitiendo una dosis de mantenimiento de 500 ml a cada 20 minutos. En los pacientes que presentaron una elevada hemodilución intra-CEC con valores de hemoglobina < 7 g/dl, y volumen suficiente en el reservorio venoso de modo a mantener el nivel mínimo de seguridad indicado para el oxigenador en uso, se les realizó UFC con el objetivo de disminuir la excesiva hemodilución, hemoconcentrando la sangre circulante y aumentando las cifras de hemoglobina. Los flujos para la UFC variaron entre 100 y 500 ml/min, con un flujo de salida de ultrafiltrado de aproximadamente 100 a 150 ml/min, aplicando presión negativa en la salida de ultrafiltrado del hemoconcentrador con valores aproximados entre -80 y -200 mmHg. Las bombas de CEC utilizadas en la unidad de cirugía cardíaca del Hospital de Santa Marta fueron 3 bombas de Maquet[®] Jostra HL20, los intercambiadores térmicos de Maquet[®] Jostra HCU 20 y HCU 30. Los oxigenadores utilizados fueron el Quadrox de Maquet[®] y el Synthesis de Sorin Biomedica[®] (actualmente LivaNova[®]), en el caso del Quadrox, se utilizó un filtro arterial Quart de Maquet[®]. El sistema de cardioplejía usado fue el MYOthem XP de Medtronic[®].

Finalizada la CEC y comprobada la estabilidad hemodinámica de los pacientes, se inició a la UFM con un flujo inicial a partir de 100 ml/min, que ha sido incrementado hasta los 500 ml/min según la respuesta hemodinámica. El volumen residual del circuito de CEC fue administrado lentamente en el transcurso de la UFM, según las necesidades en llenar el paciente y manteniendo el volumen mínimo de seguridad para el oxigenador en uso. Para infundir la totalidad del volumen residual del circuito, se añadió al reservorio venoso 500 ml de solución salina fisiológica (NaCl 0,9%) que sirvieron como solución de «arrastre» de la sangre contenida en el final del reservorio venoso, en el cabezal de bomba y en la membrana oxigenadora. Durante la UFM, la presión negativa aplicada a la salida del ultrafiltrado se mantuvo entre -80 y -200 mmHg. El tiempo medio de la UFM ha sido de entre 7 y 15 minutos en los cuales se ha removido con total estabilidad y tolerancia hemodinámica entre 100 y 150 ml/min de ultrafiltrado. Una vez terminado el procedimiento, el perfusionista comunicó al restante equipo quirúrgico el fin de la UFM, se retiró la canulación venosa y se inició la administración de sulfato de protamina en la dosis de 3 mg/Kg, lentamente y por vía venosa periférica, con el objetivo de atingir un TCA próximo del de base. Tras la finalización de la protamina se descanuló la aorta, se verificó la hemostasis y se procedió al cierre del esternón. Cumplidas todas las rutinas, los pacientes fueron trasladados a la unidad de cuidados intensivos (UCI) de cirugía cardiotorácica, donde permanecieron el tiempo necesario.

Los hemoconcentradores utilizados poseen una membrana de elevada eficacia, que no requiere pre-enjuagado y es biocompatible. Ambos presentan una absorción mínima de proteínas y un bajo nivel de activación del complemento. Sus características se pueden apreciar en la Tabla II.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Además de un conjunto de variables cualitativas que caracterizan la población, se han definido dos categorías de variables, las peri-operatorias y las post-operatorias. Las variables peri-operatorias son: el tiempo de CEC, el tiempo de clampaje aórtico y la hemoglobina final (Hb) (para las muestras A, B y C). Como variables post-operatorias se ha evaluado el tiempo de soporte respiratorio (ventilación mecánica) en horas, el tiempo de estancia en la UCI y el tiempo hospitalización, expresados en días, la hemorragia, complicaciones renales, neurológicas, cardíacas y respiratorias y necesidad de transfusión con concentrado de hematíes.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el programa estadístico IBM SPSS® 21.0, anteriormente deno-

minado de SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Los resultados aparecen expresados como media \pm desviación estándar en las variables cuantitativas y como porcentajes en las variables categóricas. Para comparar las diferentes variables se usó el test de Chi-Cuadrado para análisis de las variables nominales, el test T de Student para la variable Hemoglobina (única con distribución normal) y el U de Mann-Whitney para las variables referentes a los tiempos de soporte respiratorio, tiempo de UCI y tiempo de hospitalización. La normalidad de los datos fue verificada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) y de Shapiro-Wilk ($n < 50$). La significancia estadística se consideró para un valor de $p < 0,05$. Se realizó un análisis de regresión logística con el objetivo de ajustar la técnica de ultrafiltración a la edad, género y IMC, usando la curva ROC para evaluar el poder discriminante del modelo de regresión.

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

De los 334 pacientes en el estudio, 268 (80,2%) fueron hombres y 66 (19,8%) mujeres. La edad media de los sujetos fue de $63,8 \pm 9,2$ años, teniendo el individuo más joven 38 años y el mayor 86. El índice de masa corporal (IMC) medio de la muestra fue de 27 Kg/m^2 , el porcentaje de individuos con un $\text{IMC} > 30 \text{ Kg/m}^2$ (obesidad grado I) ha sido de 19,8%. 52,4% de los individuos presentaba sobrepeso ($25 < \text{IMC} < 30 \text{ Kg/m}^2$).

CARACTERÍSTICAS PERI-OPERATORIAS

Todos los individuos de la muestra han sido evaluados por el sistema euroSCORE I (*european system for cardiac operative risk evaluation*), estableciendo prospectivamente en la consulta preoperatoria la estratificación del riesgo quirúrgico²¹.

Del análisis de la Tabla III se puede observar que el mayor porcentaje de individuos (52,7%) presenta un riesgo quirúrgico medio ($3 < \text{euroSCORE} < 5$). Solamente un 1,5% de los individuos presentaban el $\text{euroSCORE} \geq 6$ (alto riesgo quirúrgico). 45,8% de la muestra presentaba bajo riesgo quirúrgico ($0 < \text{euroSCORE} < 2$).

En la Tabla IV se puede observar la distribución de la muestra en los diferentes tipos de cirugía.

La cirugía más realizada ha sido los 3 bypass aortocoronarios (CABG X 3) en 57,5% de los pacientes.

El tiempo medio de CEC ha sido de $64,8 \pm 19,6$ minutos. El tiempo medio de clampaje aórtico ha sido de $35,3 \pm 14,9$ minutos.

ANÁLISIS DE RELACIÓN ENTRE VARIABLES PERI Y POSTOPERATORIAS

Al analizar la técnica de ultrafiltración y la necesidad de administración de concentrado de hematíes (CH), podemos observar que el grupo sin ultrafiltración es el grupo que presenta una mayor necesidad de administración de CH, siendo necesario en este grupo administrar CH a 61% de los pacientes (61 sujetos). El grupo que ha tenido menos necesidad de CH ha sido el grupo donde se realizaron las dos estrategias de ultrafiltración (UFC+UFM), siendo necesario administrar CH a solamente 33% de los pacientes del grupo (33 sujetos), como se puede observar en la Tabla V. Por la aplicación del test del Chi-Cuadrado, se verifican diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,001$) entre estas variables. También a través del análisis de los valores *Standardized Residuals* (Std. Residuals) (casillas con el fondo gris), se puede observar la fuerza de la diferencia entre las dos variables, evidenciando el cuanto significativas son las variables para el test de Chi-Cuadrado²². Se puede observar que el valor de Std. Residuals para el grupo que no realizó ultrafiltración en relación a la necesidad de CH es de 2,2 (superior al valor crítico de $\pm 1,96$) presentando diferencias significativas en relación al valor esperado con un intervalo de confianza de 95%. En el grupo que realizó las dos técnicas (UFC+UFM), el valor de St. Residuals próximo del valor crítico también indica la fuerza de la diferencia entre las variables, revelando que existen menos individuos en este grupo que tienen necesidad de CH en relación a los demás grupos.

Como se puede observar de forma más facilitada en la Figura 3, la necesidad de CH es mayor en el grupo sin ultrafiltración. El grupo que ha tenido menos necesidad de CH, ha sido el grupo que realizó ambas las técnicas de ultrafiltración. Sin embargo, el grupo al cual se realizó solamente UFM es, después del anterior, el que menos necesidad tuvo de CH. El grupo que realizó únicamente UFC, presenta valores muy similares en términos de necesidad de CH, aparte de ser el grupo menos expresivo, con menos de la mitad de sujetos que los restantes grupos.

Con el objetivo de facilitar el análisis estadístico, la interpretación de los resultados y la lectura del trabajo, se optó por reunir los cuatro grupos de complicaciones en únicamente un grupo de complicaciones postoperatorias.

Al analizar el cruce de datos entre las distintas técnicas de ultrafiltración y las complicaciones postoperatorias, observando la Tabla VI, podemos verificar que el grupo que presenta menor tasa de complicaciones postoperatorias es el grupo al cual se realizó exclusivamente UFM, con solamente un 12,5% de complicaciones postoperatorias; seguido del grupo al cual se realizaron las dos técnicas (UFC+UFM), con 30% de complicaciones postoperatorias. Los grupos que presentaron la mayor tasa de complicaciones han sido el grupo que realizó solamente UFC, con 56,7% de compli-

caciones postoperatorias, seguido del grupo que no realizó ultrafiltración, con 45% de complicaciones postoperatorias. No obstante la interpretación del mayor porcentaje de complicaciones en el grupo UFC es limitada por la poca expresividad de este grupo con menos de la mitad de los sujetos de los otros grupos; asimismo la mayor incidencia de complicaciones postoperatorias se verifica en el grupo sin ultrafiltración. Por la aplicación del test de Chi-cuadrado se verifican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre la técnica de ultrafiltración utilizada y la tasa de complicaciones postoperatorias.

Observando los valores Std. Residuals (casillas con el fondo gris), podemos verificar que el valor de -3,4 indica la fuerza de la relación entre la técnica UFM y la menor tasa de complicaciones postoperatorias, evidenciando la significancia estadística entre las variables con un intervalo de confianza de 95%. En el otro extremo, los valores de 2,5 y 2,4 (muy por encima del valor crítico), indican la fuerte relación entre los grupos UFC y el grupo sin ultrafiltración respectivamente, con la mayor tasa de complicaciones postoperatorias. El intervalo de confianza es de 95%.

De una forma más simplificada, observando la figura 4, se puede verificar que el grupo que presenta menos complicaciones postoperatorias es el grupo de la UFM, seguido del grupo que realizó ambas las técnicas. El grupo que presenta más complicaciones postoperatorias es el grupo sin ultrafiltración.

En el análisis de la relación entre la hemoglobina final (Hb) y las complicaciones postoperatorias se puede observar que el valor medio de Hb es menor en el grupo que presenta complicaciones postoperatorias, exhibiendo valores medios de 9,9 g/dl $\pm 1,26$ versus 10,2 g/dl $\pm 1,37$ en el grupo sin complicaciones, como se observa en la tabla VII. Para esta análisis se usó el test T de Student constatando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las variables ($p > 0,05$).

Para el análisis de los tiempos de soporte respiratorio (ventilación mecánica), los tiempos de estancia en UCI y los tiempos de hospitalización y su relación con la existencia o no de complicaciones postoperatorias se usó el test U de Mann-Whitney. Observando la Tabla VIII, podemos verificar que el tiempo de soporte respiratorio es mayor en el grupo que presentó complicaciones postoperatorias que en el grupo sin complicaciones – tiempo medio de soporte respiratorio de 9,55 horas $\pm 9,41$ para el grupo que presenta complicaciones, versus 6,65 horas $\pm 2,70$ para el grupo en el cual no hubo complicaciones, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre las variables ($p = 0,002$). Los tiempos de estancia en UCI también son más elevados en los pacientes que presentan complicaciones postoperatorias que los pacientes sin complicaciones – tiempo medio de estancia en UCI de 1,81 días $\pm 2,12$ para los pacientes que presentaron complicaciones postoperatorias, versus 1,23 días $\pm 0,53$ para los pacientes sin complicaciones, siendo las

diferencias entre los dos grupos estadísticamente significativas ($p < 0,001$). Por último los pacientes que presentaron complicaciones postoperatorias pasaron más tiempo en el hospital ($9,97$ días $\pm 6,51$) que los pacientes sin complicaciones ($7,37$ días $\pm 2,07$), verificándose diferencias estadísticamente significativas entre las dos variables ($p < 0,001$).

Se realizó un análisis de regresión logística con el método Enter (método simultáneo), con el objetivo de definir el conjunto de predictores que forman el modelo entre las complicaciones postoperatorias ajustadas al género, a la edad y a la técnica de ultrafiltración utilizada (los resultados presentan un intervalo de confianza del 95%). Mediante la observación de la Tabla IX se puede inferir que la realización de la técnica de UFC en combinación con UFM reduce 0,486 veces el riesgo de complicaciones postoperatorias en relación al grupo en el cual no se realizó ninguna técnica de ultrafiltración ($p < 0,05$). La realización de UFM aisladamente disminuye el riesgo de complicaciones en 0,155 veces frente al grupo al cual no se le realizó ninguna de las técnicas ($p < 0,001$).

La edad representa un incremento de riesgo de complicaciones de 1,037 veces por cada año ($p < 0,05$) y el género femenino tiene menor probabilidad de presentar complicaciones postoperatorias cuando comparado con el género masculino (0,542 veces menor probabilidad, aunque presentando un valor de p marginalmente significativo, $p = 0,07$).

El modelo se ajusta correctamente a los datos, no obstante presenta una baja sensibilidad (28,6%) pero con buena especificidad (90,4%).

La curva ROC presenta un área bajo la curva de 0,729 - lo que expresa un valor predictivo regular para el modelo final obtenido (Figura 5).

DISCUSIÓN

Las mejoras en la técnica y los materiales usados en la CEC, han reducido significativamente al cabo de los años la mortalidad y la morbilidad en cirugía cardíaca. Sin embargo el uso de la CEC provoca efectos no deseados como la hemodilución excesiva, alteraciones del patrón de flujo sanguíneo y todo un conjunto de alteraciones fisiopatológicas que desarrollan el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS) llevando a un significativo acumulo de agua en el espacio extravascular. La disfunción orgánica post CEC puede llevar a un incremento de la morbimortalidad postoperatoria. Una amplia variedad de técnicas han sido desarrolladas a lo largo de la historia de la CEC, con el objetivo de revertir este acumulo de agua en el espacio intersticial²³. La ultrafiltración es por sus principios, una de las técnicas de excelencia para prevenir y revertir este estado, atenuando la magnitud de la SIRS, reduciendo la hemorra-

gia y el consumo de hemoderivados, mejorando el gasto cardíaco, el índice cardíaco y las resistencias vasculares sistémicas²⁴.

La cirugía cardíaca se acompaña habitualmente de una alta tasa de transfusión de hemoderivados; el incremento del número de cirugías y de su mayor complejidad, juntamente con el envejecimiento de la población ha supuesto un considerable aumento de la demanda de transfusión sanguínea y hemoderivados²⁵.

Después de analizar los resultados se puede observar que la mayor necesidad de administración de concentrado de hemáties (CH) ha sido en el grupo al cual no se ha realizado ultrafiltración. Los grupos que presentaron menor necesidad de administración de CH han sido el grupo que ha realizado las dos técnicas (UFC+UFM), seguido del grupo que realizó solamente UFM ($p < 0,05$). Estos resultados sugieren que la aplicación de las dos técnicas de ultrafiltración (UFC y UFM) y también la realización solamente de UFM, están asociadas con un menor consumo de sangre, estando de acuerdo con los resultados de Naik y Elliot⁹, Torina et al¹⁵, Zakkar et al²⁴ y Draaisma et al²⁶, que refieren que las varias estrategias de ultrafiltración y la UFM en particular aumentan los niveles de hemoglobina y hematocrito y reducen la hemorragia postoperatoria, reduciendo de este modo el consumo de sangre y hemoderivados.

La relación entre la técnica de ultrafiltración y la existencia o no de complicaciones postoperatorias indica que el grupo que presenta menor tasa de complicaciones postoperatorias es el grupo al cual se realizó exclusivamente UFM, seguido del grupo al cual se realizaron las dos técnicas (UFC+UFM). Los grupos que presentaron mayor tasa de complicaciones han sido el grupo al cual solo se le realizó UFC y en grupo sin ultrafiltración, no obstante, la interpretación de la mayor tasa de complicaciones en el grupo UFC es limitada por la poca expresividad de este grupo con menos de la mitad de los sujetos de los otros grupos; asimismo la mayor incidencia de complicaciones postoperatorias se verifica en el grupo sin ultrafiltración ($p < 0,001$). Desde el punto de vista fisiopatológico, este resultado está totalmente de acuerdo con los autores que han descrito los múltiples efectos provechosos de la ultrafiltración en los varios órganos y sistemas, implicada en la reducción de la magnitud de la SIRS, en la disminución del edema miocárdico mejorando el gasto cardíaco, en la mejoría de la hemodinámica intra y post CEC, contribuyendo para la menor incidencia de complicaciones postoperatorias y menor prevalencia de morbilidad^{15,27,28}.

Al estudiar la relación entre la hemoglobina final y las complicaciones postoperatorias se ha podido observar que el valor medio de Hb es menor en el grupo que presenta complicaciones postoperatorias, sin embargo esta relación no presenta diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), no obstante, los resultados apuntan a que valores

bajos de hemoglobina final post CEC, están asociados a pacientes que presentan más complicaciones postoperatorias, lo que va al encuentro de lo que refiere Ranucci²⁹, que demuestra que valores críticos de hematocrito en CEC son factores independientes de riesgo de complicaciones postoperatorias como fallo renal y bajo gasto cardíaco.

Analizando el tiempo de soporte respiratorio, tiempo de estancia en UCI y tiempo de hospitalización y su relación con la existencia de complicaciones postoperatorias, se puede verificar que un mayor tiempo de soporte respiratorio está asociado con la existencia de complicaciones postoperatorias ($p < 0,05$), lo que está de acuerdo con Heringlake³⁰, que presenta hallazgos relacionando tiempos prolongados de ventilación mecánica con fallo renal agudo tras cirugía cardíaca con CEC. Los tiempos de estancia en UCI también son más prolongados en los pacientes que presentan complicaciones postoperatorias ($p < 0,001$). Los pacientes que presentaron complicaciones postoperatorias pasaron más tiempo en el hospital que los pacientes sin complicaciones ($p < 0,001$), estos resultados son semejantes a los publicados por Azarfarin³¹, que asocia tiempos de UCI y de hospitalización elevados con mayor incidencia de fallo renal, bajo gasto cardíaco, hipotensión, hemorragia y transfusión.

El estudio de las complicaciones postoperatorias ajustadas al género, a la edad y a la técnica de ultrafiltración utilizada demostró que la técnica de UFC en combinación con UFM reduce el riesgo de complicaciones postoperatorias ($p < 0,05$); la realización de UFM aisladamente disminuye el riesgo de complicaciones postoperatorias ($p < 0,001$). La edad representa un incremento de riesgo de complicaciones ($p < 0,05$) y el género femenino tiene menor probabilidad de presentar complicaciones postoperatorias ($p > 0,05$).

A lo largo de la realización del estudio se han ido revelando algunas limitaciones. Las principales limitaciones al estudio han sido su carácter retrospectivo, teniendo que recurrir a datos del año de 1999 para obtener pacientes a los cuales no se haya realizado ninguna técnica de ultrafiltración, una vez que a partir del año 2000 todos los pacientes operados en la unidad de cirugía cardíaca del Hospital de Santa Marta realizan UFM (y UFC se necesario), rechazando la posibilidad de realización de un estudio multicéntrico, por la difícil estandarización de protocolos, diseño más complejo y variabilidad de técnicas. Esta selección no aleatoria de la muestra, hace con que los resultados no se puedan extrapolar para otras poblaciones o muestras que no las estudiadas.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones verificadas en el estudio han sido que la aplicación de las técnicas de ultrafiltración (UFC y UFM) está asociada a un menor consumo de sangre.

La UFM contribuye para la menor incidencia de complicaciones postoperatorias y menor prevalencia de morbilidad. Los elevados tiempos de ventilación mecánica, estancia en UCI y de hospitalización están relacionados con la existencia de complicaciones postoperatorias. La edad representa a cada año un incremento de riesgo de complicaciones postoperatorias. La realización de este estudio establece un soporte válido para estudios adicionales enfocados en la temática de la SIRS y los mediadores inflamatorios, la función renal post CEC o la hemorragia y coagulación post CEC.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor del presente trabajo declara no tener ningún conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

El autor del trabajo agradece de una forma general a todos los que, de manera directa o indirecta, han contribuido a la realización de este trabajo:

A la dirección del III Máster en Técnicas de Perfusión y Oxigenación extracorpórea, en especial a Dña. Maite Mata por el apoyo prestado.

A los Perfusionistas del Hospital de Santa Marta por el espíritu de entereza que nos distingue.

Al Dr. Pedro Coelho por la ayuda con la base de datos del servicio de Cirugía Cardiorrástica del Hospital de Santa Marta

A los compañeros del máster por la continua ayuda desde el comienzo.

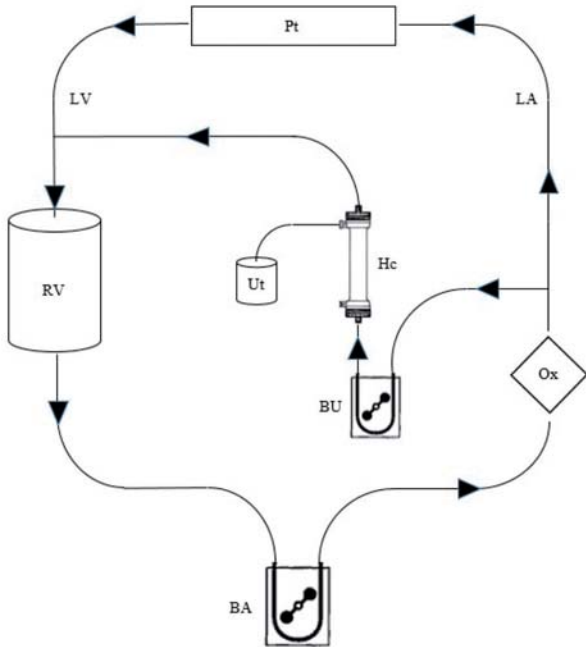
A toda la familia, por el apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.

REFERENCIAS

1. González M. Circuitos, cánulas, conexiones y nuevos sistemas. En: Gomar C, Pomar JL, Mata MT, editores. Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea. 2ª ed. Barcelona: Ergon; 2011. p. 209-227.
2. Burgos-Morales PP, Alexandre-Leyva M, Bonet-Majó M, Blásquez-Hernández R, Carballo-Rodríguez L, Orozco-Ibarra P. Estrategias de hemofiltración en CEC, repercusiones de la técnica sobre la evolución clínica durante la estancia postoperatoria en UCI. Rev. Esp. Perfusión. 2013; 55: 11-34
3. Martínez J. Respuesta inflamatoria a la circulación extracorpórea y sus complicaciones postoperatorias. En: Gomar C, Pomar JL, Mata MT, editores. Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea. 2ª ed. Barcelona: Ergon; 2011. p. 375-384.

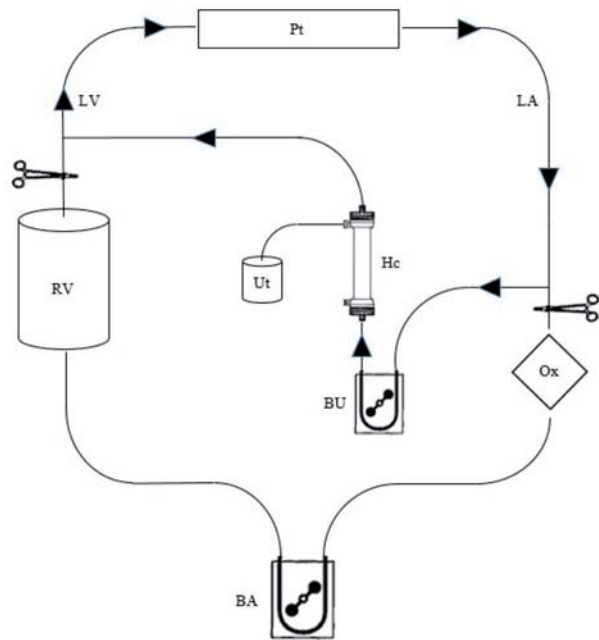
4. Martin L, Mata MT. Sistemas de Seguridad. En: Gomar C, Pomar JL, Mata MT, editores. Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea. 2ª ed. Barcelona: Ergon; 2011. p. 229-239.
5. Fragata J, et al. Procedimentos em Cirurgia Cardiorácica. Lisboa: Lidel; 2009.
6. Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, Hammon JW, Reece TB, Saha SP, et al. 2011 Update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Blood Conservation Clinical Practice Guidelines. *Ann Thorac Surg.* 2011; 91: 944-82
7. Romagnoli A, Hacker J, Keats AD, Milan J. External Hemoconcentration after deliberate hemodilution [Resumen]. *Ann Meet Am Soc Anesthesiol.* 1976.
8. Darup J, Bleese N, Kalmar P, Lute G, Pokar A, Polonius MJ. Haemofiltration during extracorporeal circulation. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1979; 27: 227-230.
9. Naik SK, Knight A, Elliot MJ. A prospective randomised study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open-heart surgery. *Circulation.* 1991; 84 (3): 422-431
10. Souza MHL, Elias DO. Fundamentos da Circulação Extracorpórea. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro editorial Alfa Rio; 2006.
11. Sutton RG, Rothenberg DM. Ultrafiltration and Dialysis. En: Gravlee GP, Davis RF, Stammers AH, Alfred H, Ungerleider, RM, editores. *Cardiopulmonary Bypass: Principles and Practice.* 3ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p. 115-127.
12. Searles B, Darling E. Ultrafiltration in Cardiac Surgery. En: Mongero LB, Beck JR, editores. *On Bypass – Advanced Perfusion Techniques.* New Jersey: Humana Press; 2008. p. 204-209
13. Sellarés VL. Principios Físicos: Definiciones y conceptos. *Revista Nefrología, Nefrología al día.* 2012; 6:0 (1): 1842
14. Collins K, McKensen B. Metabolic management during cardiopulmonary bypass. En: Ghosh S, Falter F, Cook DJ, editores. *Cardiopulmonary Bypass.* Cambridge: Cambridge University Press; 2009. p. 70-79.
15. Torina AG, Silveira-Filho LM, Vilarinho KA, Eghtesady P, Oliveira PP, Sposito AC, et al. Use of modified ultrafiltration in adults undergoing coronary artery bypass grafting is associated with inflammatory modulation and less postoperative blood loss: a randomised and controlled study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 144 (3): 663-670
16. Leyh RG, Bartels C, Houbert-Hübner E, Bechtel JFM, Sievers HH. Influence of modified ultrafiltration on coagulation, fibrinolysis and blood loss in adult cardiac surgery. *European Journal of Cardiothoracic Surgery.* 2001; 19: 145-151
17. Hovels-Gurich HH, Schumaceler K, Vasquez F. Cytokine Balance in infants undergoing cardiac operation. *Ann Thorac Surg.* 2002; 73: 601-609
18. Antunes N, Dagosavc D, Petrucci Jr. O, Oliveira PPM, Kossour C, Blotta MHSL, et al. Ultrafiltração para remover mediadores inflamatórios durante circulação extracorpórea na revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008; 23 (2): 175-182.
19. Colli A, Balduzzi S, Ruyra X. The Hemobag: The modern ultrafiltration system for patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Surg.* 2012; 7: 55
20. Pérez-Vela JL, Ruiz-Alonso E, Guillén-Ramírez F, García-Maellas MT, Renes-Carreño E, Cerro-García M, et al. ICU outcomes in adult cardiac surgery patients in relation to ultrafiltration type. *Perfusion.* 2008; 23 (2): 79-87.
21. Nashef SAM, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemes-how S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999; 16: 9-13
22. statisticshowto.com [Internet]. Jacksonville: Theme Horse; 2016 [Citado a 22 de abr. de 2016]. Disponible en <http://www.statisticshowto.com/what-is-a-standardized-residuals/>
23. Gaynor JW. Use of ultrafiltration during and after cardiopulmonary bypass in children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001; 122 (2): 209-211.
24. Zakkari M, Guida G, Angelini GD. Modified ultrafiltration in adult patients undergoing cardiac surgery. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery.* 2015; 20: 415-421
25. Jurado-Morata A, Casado-Sánchez CJ, Elías-Fuente A, Pérez-López A. Estrategias para minimizar el consumo de sangre en cirugía cardíaca. *Rev. Esp. Perfusion.* 2015; 59 (2): 39- 45.
26. Draaisma AM, Hazekamp MG, Frank M, Anes N, Schoof PH, Huysmans HA. Modified Ultrafiltration After Cardiopulmonary Bypass in Pediatric Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg.* 1997; 64: 521-525.
27. Gonçalves AS, Figueira MI, Franco PJ, Raposo SM. Fórmula de cálculo do volume de ultrafiltrado extraído pela ultrafiltração modificada, em indivíduos adultos. *Saúde & Tecnologia.* 2008; 1: 42-46.
28. Luciani GB, Menon T, Vecchi B, Auriemma S, Mazzucco A. Modified Ultrafiltration Reduces Morbidity After Adult Cardiac Operations A Prospective, Randomized Clinical Trial. *Circulation.* 2001; 104 (1): 253-259
29. Ranucci M, et al. Lowest Hematocrit on Cardiopulmonary Bypass Impairs the Outcome in Coronary Surgery - An Italian Multicenter Study from the National Cardioanesthesia Database. *Tex Heart Inst J.* 2006; 33(3): 300-305.
30. Heringlake M, et al. Postoperative intubation time is associated with acute kidney injury in cardiac surgical patients. *Critical Care.* 2014; 18: 547-559
31. Azarfarin R, Ashouri N, Totonchi Z, Bakhshandeh H, Yaghoubi A. Factors Influencing Prolonged ICU Stay After Open Heart Surgery. *Res Cardiovasc Med.* 2014; 3(4): e20159.

Figura 1. Circuito de ultrafiltración convencional



Pt: Paciente, Lv: Línea Venosa, RV: Reservorio venoso, BA: Bomba Arterial, Ox: Oxigenador, LA: Línea Arterial, BU: Bomba de ultrafiltración, Hc: Hemoconcentrador, Ut: Colector de Ultrafiltrado

Figura 2. Circuito de ultrafiltración modificada



Pt: Paciente, Lv: Línea Venosa, RV: Reservorio venoso, BA: Bomba Arterial, Ox: Oxigenador, LA: Línea Arterial, BU: Bomba de ultrafiltración, Hc: Hemoconcentrador, Ut: Colector de Ultrafiltrado

Tabla I. Definición de la muestra

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
UFM	UFC+UFM	UFC	Sin UF
n = 104	n = 100	n = 30	n = 100

Tabla II. Características de los hemoconcentradores utilizados

Características	Hemoconcentrador	
	Maquet® BC 140 Plus	Sorin® SH 14
Área de Membrana (m ²)	1,35	1,4
Diámetro interno de las fibras (µm)	215	200
Grosor de la pared de las fibras (µm)	50	30
Volumen de cebado (ml)	98 ± 10%	80
PTM máx. (mmHg)	600	500
Flujo min./máx. de sangre (ml/min)	100/500	---/500
Materiales		
Membrana	Poliariletersulfona (PAES)	Polietersulfona
Involucro	Policarbonato (PC)	Policarbonato (PC)
Tapas	Polietileno (LPDE)	Polietileno (LPDE)

Tabla III. euroSCORE en la muestra

euroSCORE	n	%	% válido	% acumulado
0	37	11,1	11,1	11,1
1	56	16,8	16,8	27,8
2	60	18,0	18,0	45,8
3	63	18,9	18,9	64,7
4	56	16,8	16,8	81,4
5	57	17,1	17,1	98,5
6	2	,6	,6	99,1
8	1	,3	,3	99,4
9	1	,3	,3	99,7
10	1	,3	,3	100,0
Total	334	100,0	100,0	

Tabla IV. Tipo de cirugía

Cirugía	n	%	% válido	% acumulado
CABG X 1	18	5,4	5,4	5,4
CABG X 2	94	28,1	28,1	33,5
CABG X 3	192	57,5	57,5	91,0
CABG X 4	29	8,7	8,7	99,7
CABG X 5	1	,3	,3	100,0
Total	334	100,0	100,0	

Tabla V. Relación entre la técnica de ultrafiltración y la necesidad de concentrado de hematíes

			Concentrado Hematíes		Total
			No	Si	
Técnica de ultrafiltración	UFC + UFM	n	67	33	100
		% Técnica de ultrafiltración	67,0%	33,0%	100,0%
		% Concentrado Hematíes	37,0%	21,6%	29,9%
		% of Total	20,1%	9,9%	29,9%
		Std. Residual	1,7	-1,9	
	UFC	n	14	16	30
		% Técnica de ultrafiltración	46,7%	53,3%	100,0%
		% Concentrado Hematíes	7,7%	10,5%	9,0%
		% of Total	4,2%	4,8%	9,0%
		Std. Residual	-,6	,6	
	Sin UF	n	39	61	100
		% Técnica de ultrafiltración	39,0%	61,0%	100,0%
		% Concentrado Hematíes	21,5%	39,9%	29,9%
		% of Total	11,7%	18,3%	29,9%
		Std. Residual	-2,1	2,2	
	UFM	n	61	43	104
		% Técnica de ultrafiltración	58,7%	41,3%	100,0%
% Concentrado Hematíes		33,7%	28,1%	31,1%	
% of Total		18,3%	12,9%	31,1%	
Std. Residual		,6	-,7		
Total	n	181	153	334	
	% Técnica de ultrafiltración	54,2%	45,8%	100,0%	
	% Concentrado Hematíes	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	54,2%	45,8%	100,0%	

Tabla VI. Relación entre la técnica de ultrafiltración y la existencia de complicaciones postoperatorias

			Complicaciones		Total
			No	Si	
Técnica de ultrafiltración	UFC + UFM	Count	70	30	100
		% within Técnica de ultrafiltración	70,0%	30,0%	100,0%
		% within Complicaciones	30,6%	28,6%	29,9%
		% of Total	21,0%	9,0%	29,9%
		Std. Residual	,2	-,3	
	UFC	Count	13	17	30
		% within Técnica de ultrafiltración	43,3%	56,7%	100,0%
		% within Complicaciones	5,7%	16,2%	9,0%
		% of Total	3,9%	5,1%	9,0%
		Std. Residual	-1,7	2,5	
	Sin UF	Count	55	45	100
		% within Técnica de ultrafiltración	55,0%	45,0%	100,0%
		% within Complicaciones	24,0%	42,9%	29,9%
		% of Total	16,5%	13,5%	29,9%
		Std. Residual	-1,6	2,4	
	UFM	Count	91	13	104
		% within Técnica de ultrafiltración	87,5%	12,5%	100,0%
% within Complicaciones		39,7%	12,4%	31,1%	
% of Total		27,2%	3,9%	31,1%	
Std. Residual		2,3	-3,4		
Total	Count	229	105	334	
	% within Técnica de ultrafiltración	68,6%	31,4%	100,0%	
	% within Complicaciones	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	68,6%	31,4%	100,0%	

Figura 3. Necesidad de CH según la técnica de ultrafiltración

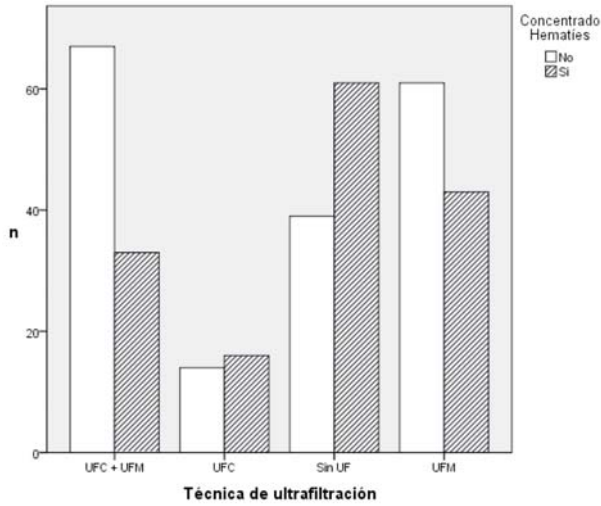


Figura 4. Complicaciones postoperatorias según la técnica de ultrafiltración

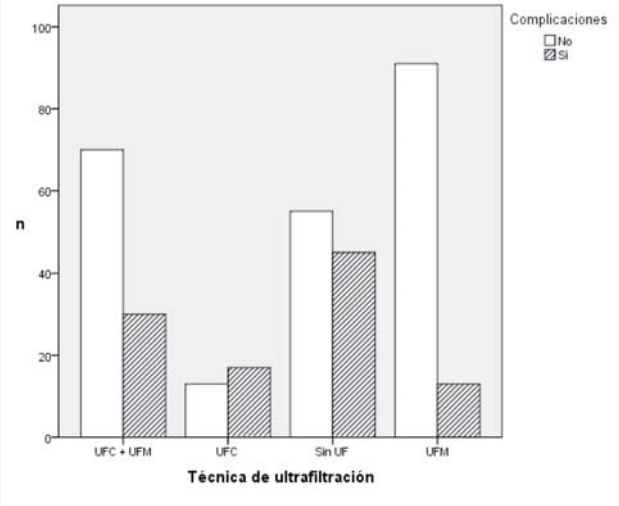


Tabla VII. Hb final y Complicaciones

	Complicaciones	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hb	No	229	10,162	1,3770	,091 0
	Sí	105	9,923	1,2642	,1234

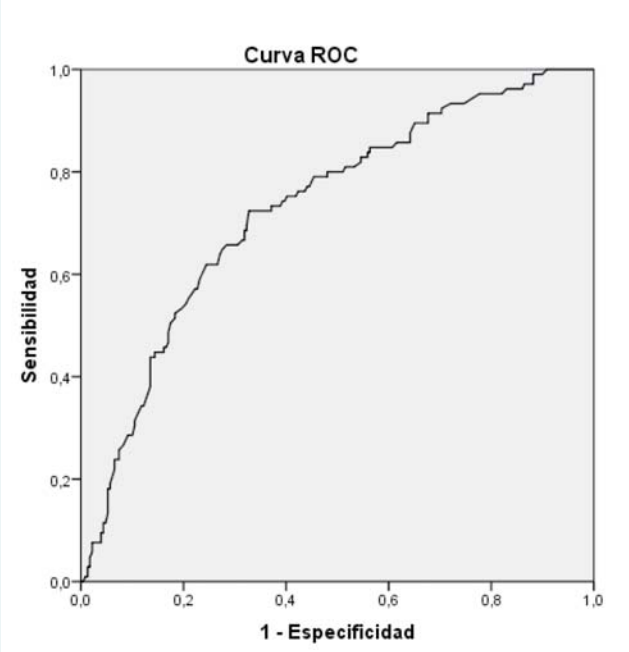
Tabla VIII. Tiempos y Complicaciones

	Complicaciones			
	No		Sí	
	Mean	Standard Deviation	Mean	Standard Deviation
Tiempo de Soporte Respiratorio	6,65	2,70	9,55	9,41
Tiempo de UCI	1,23	,53	1,81	2,12
Tiempo de Hospitalización	7,37	2,07	9,97	6,51

Tabla IX. Regresión lineal entre las entradas Edad, Técnica de ultrafiltración y género

Step 1 ^a		Sig.	Exp [B]	95% C.I. for EXP [B]	
				Lower	Upper
	Edad	,011	1,037	1,008	1,067
	Tec_de_UF	,000			
	UFC+UFM	,018	,486	,267	,884
	UFC	,186	1,784	,756	4,210
	UFM	,000	,155	,075	,319
	Género F	,077	,542	,274	1,070
	Constant	,009	,091		

Figura 5. Curva ROC



A BROADER
PORTFOLIO,
**TO IMPROVE LIVES
WITH YOU.**



■ Blood Management ■ Cannulae ■ Perfusion Systems

Máster en técnicas de perfusión y oxigenación extracorpórea, interesante experiencia académica

Eliécer Álvarez Correa
Perfusionista
Hospital Clinic Barcelona



A lo largo de mi vida profesional en el área de la sanidad, he experimentado diferentes sensaciones y emociones que han sido fundamentales en la construcción, no sólo de un pensamiento crítico con relación al quehacer de la enfermería actual, sino también una especial sensibilidad al momento de brindar cuidado a personas vulneradas en su estado de salud. Durante mi trayectoria profesional he trabajado en diferentes áreas como Urgencias, Quirófanos y Cuidados Intensivos, en dichos servicios he tenido no sólo la oportunidad de interactuar con el paciente y familia, sino también con un equipo multidisciplinar con el que compartí innumerables experiencias. Después de varios años de trabajo en estas diferentes áreas especializadas y en diferentes turnos, especialmente el nocturno, me surgió la necesidad de plantearme un cambio de vida, no sólo en el ámbito laboral, sino también familiar y social.

La oportunidad de trabajar en Cuidados Intensivos de Cirugía Cardíaca abrió la puerta a un mundo apasionante y poco conocido en el área de la salud, como la Perfusión y Oxigenación Extracorpórea. Este nuevo conocimiento me llevó a plantearme lo interesante de pertenecer a este equipo de trabajo. Los comienzos y los cambios nunca son fáciles, así que lo primero era intentar ser admitido en el Máster en Técnicas de Perfusión y Oxigenación Extracorpórea, ofertado por la Universidad de Barcelona; lo cual no se vislumbraba nada fácil, después de consultar a algunos colegas que años atrás lo habían intentado, sin lograrlo. Después de presentarme en tres ocasiones por fin llego el momento en el que fui seleccionado, las expectativas eran muchas; una mezcla de ilusión, ganas de aprender y al mismo tiempo la sensación de temor que generaba un área desconocida y altamente compleja, a esto se sumaba el estrés que implicaba poder cumplir con los objetivos del curso y seguir con mi jornada laboral en la UCI durante el turno de noche. Las clases teóricas fueron fácilmente acomodadas dentro de mi calendario, las horas prácticas fueron otro asunto; entre el trabajo en el turno de noche y las mañanas de prácticas después de diez horas sin dormir, me hacían sentir que el proceso de aprendizaje era lento y que evolucionaba a un

ritmo diferente al de otros compañeros. Por suerte con la consecución de un permiso de estudio pude finalmente despegar y avanzar rápidamente. En esta parte del camino, pude ver lo intenso que era el máster y todas las herramientas que me había aportado para en un futuro realizar una Perfusión y Oxigenación óptima y acorde con las necesidades de cada paciente. En este momento también me di cuenta que había establecido buenas relaciones entre los compañeros e incluso se vislumbraba el inicio de algunas buenas amistades con el equipo y tutores, que en todo momento me apoyaron.

El segundo año del máster avanzaba rápidamente; los contenidos teóricos se afianzaban en el quirófano durante la realización de las Circulaciones Extracorpóreas (CEC), sobre todo porque en el Hospital Clinic de Barcelona, centro en el cual realicé mis prácticas, el número de cirugías y la complejidad de las intervenciones lo permitían continuamente. Las prácticas de perfusión pediátrica también arrojaron nuevos conocimientos y me fascinó ver la calidad del trabajo desempeñado por las colegas del Hospital San Joan de Deu. En esta etapa del camino pude comprobar que el máster dirigido a personas que como yo no teníamos experiencia en el área, nos había brindado conocimientos, prácticas, actualizaciones y sobre todo la oportunidad de conocer personas de diferentes lugares del país, así como también afianzar relaciones de amistad con algunos compañeros del curso y tutores. Desafortunadamente el tiempo para compartir con algunos compañeros que venían de otras ciudades no fue suficiente, pero el contacto está ahí y la posibilidad de volvernos a encontrar en un futuro persiste.

Pronto culminaría el segundo año lectivo y las posibilidades de conseguir un nuevo empleo generaban mucha incertidumbre dado lo reducido de este campo de trabajo. Afortunadamente una vez finalizado el máster pude incorporarme al equipo de perfusionistas del Hospital Clinic Barcelona. Adaptarme a un nuevo horario, nuevas funciones y nuevos compañeros no se hizo nada difícil. Me sentía muy motivado en esta nueva experiencia profesional, las ganas de seguir aprendiendo permanecían y permanecen aún.

El máster sin duda fue fundamental en el logro de este objetivo; un trabajo diferente, un mejor horario y la oportunidad de trabajar con un calificado equipo, así como también los nuevos compañeros y amigos que dejó esta experiencia. El curso superó mis expectativas en cuanto a que una vez finalizado podía dedicarme a la perfusión. Me brindó los conocimientos y la experiencia necesaria para realizar un trabajo con calidad. Ahora no sólo las condiciones de mi trabajo a mi parecer son mejores, sino que también ha mejorado mi calidad de vida, en cuanto a horarios, descanso nocturno, vida familiar y social. Asimismo la posibilidad de asistir a congresos, seminarios y cursos dentro y fuera del país me proporcionan una constante actualización. En conclusión: una nueva vida.

Dentro de las fortalezas del máster destaco que el programa ofrece la realización de prácticas en las instituciones en las cuales laboran los alumnos, esto facilita el cumplimiento en el número de horas, tiene en cuenta el punto de partida de cada alumno; tanto en el ámbito teórico, como

de experiencia práctica, ofrece un módulo de investigación que permite al estudiante realizar un proyecto de investigación y socializarlo antes de culminar el curso; la realización de este módulo es importante, a mi modo de ver, porque permite el desarrollo de actividad investigativa dentro del área de la perfusión. Y por último y no menos importante me dio la oportunidad de conocer nuevas personas.

Dentro de los aspectos a mejorar considero que el proceso de admisión debería realizarse teniendo en cuenta estrictamente los criterios de selección planteados por la Universidad de Barcelona, una planificación más asertiva de las clases teóricas sería una intervención adecuada de cara a la mayoría de los alumnos que vienen de fuera, una mejor planificación de las prácticas en centros donde acuden varios estudiantes a la vez, como también la optimización de todo el recurso a nivel de simulación con que cuenta el programa. Sería también una gran oportunidad poder ofrecer este curso en calidad de máster oficial; ante todo porque posee los cursos que avalan un programa de alta calidad.

Antonia Solé Margalejo

Equipo de Perfusionistas y Cirugía Cardíaca del Hospital de Bellvitge
[Hospitalet de Llobregat, Barcelona]

El pasado septiembre hemos perdido a uno de los puntales que cimentó los inicios de la ciencia de la perfusión: ha fallecido Dña. Antonia Solé. La organización profesional de perfusionistas de España quiere rendir este pequeño homenaje a su trayectoria profesional y humana desde el cariñoso recuerdo de los perfusionistas que trabajaron con ella.

En nombre de la Junta Directiva de la Asociación Española de Perfusionistas hago llegar nuestro más sincero pesar a su familia, amigos y a todos los perfusionistas que tuvieron la fortuna de compartir con ella su labor.

Carmen Luisa Díaz Álvarez
Presidenta de la AEP



El pasado 6 de septiembre falleció una de nuestras pioneras en la ciencia y el arte de la circulación extracorpórea: Antonia Solé nos dejó, con mucha paz y amor, justo un día después de su cumpleaños, a los 92 años. Todos sus amigos y compañeros nos quedamos más solos y muy tristes.

Conocí a Antonia en el año 1974, cuando me ofreció formar parte del equipo de perfusión, tuve la gran suerte de que mi maestra y amiga contara con gran experiencia en los conocimientos de entonces sobre la cirugía cardíaca y la circulación extracorpórea, ya que todo el equipo que inició este servicio en el Hospital de Bellvitge procedía de la Clínica San Jordi, centro dedicado a la cirugía cardíaca.

Antonia puso en funcionamiento y desarrolló la perfusión en el Hospital de Bellvitge con sus conocimientos y su estricto rigor profesional, con un gran compromiso y una gran dedicación al enfermo del corazón, al hospital y a la sociedad.

Era una persona estricta en su trabajo, muy ordenada, justa en sus relaciones profesionales y personales, entrañable, sociable, humanamente generosa.

En las incontables horas vividas en quirófano, que tan a menudo nos llevaban a un gran estrés físico y emocional, compartimos muchísimas vivencias; también tuvimos innumerables momentos más distendidos, en los que compartimos vivencias, experiencias personales; en ambos casos todo el equipo recibía de ella su alegría y optimismo, su saber hacer, positivo y humano.

Una gran riqueza para Antonia era su familia; nos hablaba a menudo de ella y de como iba aumentando con sus sobrinos nietos. Se sentía feliz y orgullosa de todos ellos y pasaba todo el año ocupada e ilusionada preparando los más de 50 regalos personalizados con los que hacía disfrutar en Navidad a sus seres queridos.

Antonia Solé formó parte de aquel grupo de pioneros que un día creyó en su trabajo a pesar de que el camino estaba lleno de obstáculos, riesgos y retos, y marco este camino el coraje y la ilusión.

En sus últimos años estuvo acompañada y querida por su familia, amigos, compañeros profesionales, cirujanos, anestesiólogos, enfermeras y por su equipo de perfusionistas. Y nos dejó un mensaje claro a todos: «El amor no pasará nunca».

Por todo ello, de la forma más respetuosa y generosa, no podemos más que rendirle homenaje y recordarla con admiración y respeto.

CAPIOX[®] FX Advance

Oxygenator with Integrated Arterial Filter
and Hardshell Reservoir



Enhanced flow dynamics.
Expanded patient range.

 **TERUMO**

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.

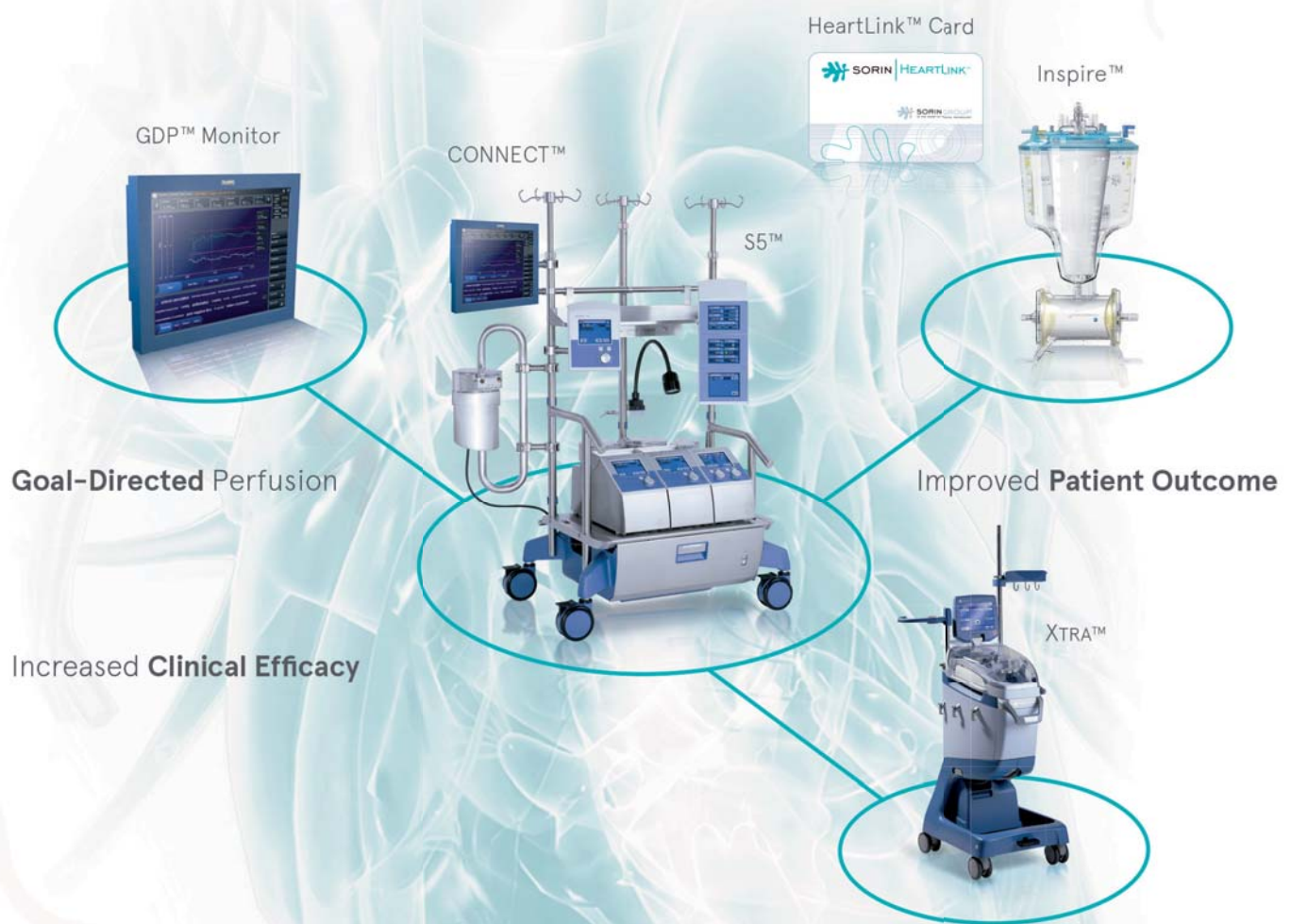
Siendo conscientes de la dificultad que para algunos profesionales puede tener en un principio el cumplimiento de estas normas y no queriendo que trabajos con calidad y fruto de la práctica y la experiencia de los profesionales que trabajan en el ámbito de la perfusión puedan quedar sin ser expuestos 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 encargar artículos y trabajos de los temas que considere de interés para el desarrollo de la Perfusión.
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.

www.livanova.com

