

# Evolución de la perfusión en pacientes de baja superficie corporal en el Complejo Asistencial Universitario de León

## RESUMEN / ABSTRACT

**Introducción:** Hasta hace poco tiempo el circuito de circulación extracorpórea (CEC) era de «talla única». No se tenían en cuenta la superficie corporal (SC) del paciente ni el gasto cardíaco. Recientemente se han desarrollado nuevos sistemas de CEC que han conseguido disminuir el volumen de priming y la hemodilución y aumentar el hematocrito, reduciendo la necesidad de transfusiones de productos sanguíneos.

**Objetivos:** Evaluar la evolución del sistema de CEC en pacientes de baja SC en el Complejo Asistencial Universitario de León (CAULE).

**Material y métodos:** Se incluyeron los pacientes con SC  $\leq 1,6$  m<sup>2</sup>, excluyendo cirugías de urgencia, parada circulatoria y necesidad de intubación orotraqueal >48 horas. Año 2012: circuito estándar independiente de la SC del paciente, cebado de 1600 ml. Año 2013: se cambió de ubicación el reservorio y oxigenador, con cebado de 1400 ml. Año 2014: se inició el uso del minicircuito abierto, con cebado de 800 ml.

**Resultados:** Se consiguió reducir el cebado del circuito, con la correspondiente disminución de la hemodilución. Se disminuyeron las transfusiones de concentrados de hematíes durante la perfusión y perioperatorio, el hematocrito durante la CEC fue mayor y el sangrado postquirúrgico fue inferior en 2014.

**Conclusiones:** El nuevo circuito diseñado para los pacientes de baja SC reduce la hemodilución, conservando un hematocrito al final de la CEC mayor. El número de pacientes que precisan transfusión de CH disminuye significativamente, así como la cantidad de CH. Por ello, el minicircuito abierto debe ser la técnica de elección para los pacientes de baja SC sometidos a cirugía cardíaca.

**Palabras clave:** circulación extracorpórea, superficie corporal, hemodilución, transfusión de hematíes.

Evolution of perfusion in patients with low body surfaces in University Healthcare Complex of León

**Abstract:** Until recently, the extracorporeal circulation circuit (ECC) had only "one size". The body surface area (BSA) of the patient and the cardiac output were not taken into account. New systems of ECC currently are being developed to decrease priming volume and to achieve a lower hemodilution in order to increase haematocrit and to reduce the need for blood transfusions.

**Objectives:** Evaluate the evolution of the ECC in patients with low BSA in University Healthcare Complex of León.

**Methods:** Were included patients with BSA  $\leq 1.6$  m<sup>2</sup> and excluded emergency surgery, circulatory arrest and need for endotracheal intubation >48 hours. In 2012: was used standard circuit independent of BSA, priming of 1600 ml. In 2013: the reservoir and oxygenator were relocated, priming of 1400 ml. In 2014: was started to use the miniaturized open extracorporeal circuit (MOEC), priming 800 ml.

**Results:** it was possible to reduce the priming's circuit with a corresponding decrease of hemodilution. The transfusion of packed erythrocytes was lower during perfusion and perioperative period, and in the course of cardiopulmonary bypass (CPB) haematocrit was higher and postoperative bleeding was lower in 2014.

**Conclusions:** At the end of CPB the new ECC designed for low BSA patients reduced hemodilution and keep higher haematocrit. The number of patients who required transfusion of packed erythrocytes and the quantity of these products decreased significantly. Therefore, the MOEC should be the technique of choice for patients with low BSA undergoing cardiac surgery.

**Keywords:** extracorporeal circulation, body surface area, hemodilution, erythrocyte transfusion.



**Miguel Ángel Parada Nogueiras**  
Dr. Perfusionista. Servicio de Cirugía Cardíaca  
Complejo Asistencial Universitario de León

**Manuela Ramos Barbosa**  
Enfermera  
Complejo Asistencial Universitario de León

**Raquel Alonso Rodríguez**  
Perfusionista. Servicio de Cirugía Cardíaca  
Complejo Asistencial Universitario de León

**Lidia Melcón de la Calzada**  
Perfusionista. Servicio de Cirugía Cardíaca  
Complejo Asistencial Universitario de León

**Javier Otero Saiz**  
Cirujano cardiovascular  
HComplejo Asistencial Universitario de León

**José Miguel Marcos Vidal**  
Dr. Anestesiólogo  
Complejo Asistencial Universitario de León

Correspondencia:  
Miguel Ángel Parada Nogueiras  
Complejo Asistencial Universitario de León  
Servicio de Cirugía Cardíaca  
C/ Venta de la María, nº 35, BJ  
24191, San Andrés del Rabanedo, León  
miguelxinz@hotmail.com

Recibido: junio de 2014  
Aceptado: septiembre de 2015

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se dispone de circuitos de circulación extracorpórea (CEC) adaptados al paciente, como alternativa al «tamaño único para todos». Durante décadas no se han tenido en cuenta la superficie corporal (SC) ni las necesidades de gasto cardiaco. Actualmente se desarrollan nuevos sistemas de CEC (minicircuitos abiertos y cerrados) y nuevos oxigenadores, adecuados al índice cardiaco del paciente, con el fin de individualizar el circuito de perfusión.

Los objetivos que se persiguen con estas medidas son: disminuir el volumen de *priming* y la hemodilución, aumentar el hematocrito, reducir la necesidad de transfusiones de productos sanguíneos y disminuir la superficie de contacto con la sangre. Todo ello contribuye a mejorar la calidad de la perfusión.

La realización del *priming* con soluciones cristaloides y/o coloides en cirugía del adulto es la práctica estándar desde hace más de 50 años. Esto produce en el paciente una hemodilución, lo que conlleva una serie de ventajas:

- Reducción de la viscosidad sanguínea aumentando el flujo de perfusión en los casos de utilización de hipotermia durante la CEC.
- Evitar el uso de derivados sanguíneos.
- Permitir realizar el procedimiento a pacientes que prohíben el tratamiento con hemoderivados.

Sin embargo también presenta inconvenientes:

- Hipocoagulabilidad por dilución de los factores de la coagulación.
- Reducción de los niveles de hemoglobina comprometiendo el transporte de oxígeno.
- Disminución de la viscosidad sanguínea disminuyendo la presión arterial.
- Disminución de la presión oncótica favoreciendo el pase de líquido al espacio intersticial.
- Alteración de la farmacocinética y farmacodinamia de los fármacos.<sup>1</sup>

La hemodilución excesiva se ha reconocido como la causa primaria de fallo hemostático,<sup>2</sup> factor que contribuye a la disfunción orgánica y al aumento del riesgo de morbilidad a corto y largo plazo.<sup>3</sup> Los factores de riesgo asociados a una hemodilución severa y la necesidad de transfusión de concentrados de hematíes (CH) son: el género femenino, hematocrito preoperatorio bajo y superficie corporal baja.<sup>4</sup>

Por ello, la reducción del volumen de cebado del circuito que conlleva la disminución de la hemodilución está indicada en los pacientes sometidos a cirugía cardiaca con CEC. Supone además un ahorro en transfusiones de CH,

disminuyendo la morbimortalidad asociada a este tratamiento, estando indicada en pacientes con alto riesgo de efectos adversos por la hemodilución, y en pacientes de bajo peso, anémicos, niños, etcétera, con un grado de evidencia I(A).<sup>5</sup>

Existen numerosos artículos en los que se reconocen los efectos deletéreos de las transfusiones de sangre, incluso a partir de un CH en los pacientes sometidos a cirugía cardiaca,<sup>6</sup> como son: aumento a corto plazo de la incidencia de infección de la herida quirúrgica, sepsis, neumonía, insuficiencia renal y la mortalidad postoperatoria a los 5 años.

En un esfuerzo para minimizar las pérdidas sanguíneas y aumentar la conservación de la sangre se han propuesto diversas estrategias, como: donación de sangre autóloga preoperatoria o intraoperatoria, hemodilución normovolémica, uso de recuperador celular, fármacos antifibrinolíticos, circuitos con recubrimiento biocompatible, hemoconcentración, cebado retrógrado autólogo (CRA) y minicircuitos.

Sobre estas dos últimas técnicas hemos basado nuestra actuación en el Equipo de Perfusión del CAULE y las describiremos a continuación.

El CRA fue descrito en 1959 por Panico y Neptune y modificado en la actualidad, con un interés creciente desde que en 1998 Rosengart et al<sup>7</sup> demostraran su efectividad al aumentar los niveles de hematocrito en CEC, reducir la transfusión sanguínea intraoperatoria y el número de CH.

El efecto de la hemodilución sobre el hematocrito en CEC tiene una relación directa. Los bajos niveles de hematocrito durante la perfusión tienen efectos perjudiciales sobre la función orgánica y neurocognitiva.<sup>4</sup>

En conjunto, estas medidas nos llevan a mejorar la calidad y seguridad que ofrecemos a nuestros pacientes, a reducir gastos relacionados con las transfusiones y a la disminución de la morbilidad asociada tanto a la transfusión sanguínea como a hematocritos bajos durante la CEC.

El objetivo que se plantea es describir la evolución del sistema de CEC en pacientes de baja SC en el CAULE y observar los resultados obtenidos en cuanto a las características de CEC, transfusiones de CH, resultados clínicos y estancia hospitalaria.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal. Se incluyeron a todos los pacientes sometidos a cirugía cardiaca con CEC con una SC  $\leq 1,6$  m<sup>2</sup> desde enero de 2012 a mayo de 2014. Se excluyeron a los pacientes intervenidos de urgencia, con parada circulatoria y necesidad de intubación orotraqueal postoperatoria >48 horas.

Se dividieron a los pacientes en tres grupos según la temática de trabajo y materiales utilizados:

- Circuito estándar independiente de la SC del paciente, con reservorio, oxigenador (MAQUET Quadrox-i, DIDECO D-903 Avant) y filtro arterial, situado a la izquierda de la bomba de CEC, con una longitud de línea arterial de 320 cm (3/8”), venosa 270 cm (1/2”) y cabeza de bomba 210 cm (3/8”). El cebado estaba compuesto por 1000 ml de Gelafundina®, 500 ml de Ringer Lactato® y 100 ml Manitol®. Estos pacientes fueron intervenidos predominantemente en el año 2012 (grupo G12).
- Se cambió de ubicación el reservorio y oxigenador, a la derecha de la bomba, disminuyendo el tamaño de la línea arterial (200 cm, 3/8”), venosa (220 cm, 1/2”) y cabeza de bomba (170 cm, 3/8”), con cebado compuesto de 500 ml Voluven® 6%, 800 ml Ringer Lactato® y 100 ml Manitol®, y se inicia la técnica de cebado retrógrado autólogo (CRA) tras la conexión del circuito a la cánula arterial, con un volumen individualizado para cada paciente según su hematocrito y respuesta hemodinámica (presión arterial media), con un volumen entre 200-400 ml. Estos pacientes fueron intervenidos predominantemente en el año 2013 (grupo G13).
- Se inició el uso del minicircuito abierto con filtro arterial incorporado (Capiiox FX15®, Terumo®). El tamaño de las líneas fue: arterial 165 cm (3/8”), venosa 215 cm (3/8”) y cabeza de bomba 200 cm (3/8”). El cebado está compuesto de 400 ml Voluven® 6%, 300 ml Ringer Lactato® y 100 ml Manitol®. Además de la técnica de CRA, se realiza cebado venoso anterógrado autólogo (CVAA) y utilización de drenaje venoso activo (DVA) dependiendo de las características individuales del paciente y de la cirugía, siendo eliminado del cebado un volumen entre 200-400 ml. Estos pacientes fueron intervenidos predominantemente en el año 2014 (grupo G14).

Las bombas de CEC utilizadas indistintamente fueron Stockert SIII y S5, con intercambiador de temperatura Stockert.

El índice cardiaco utilizado durante la CEC fue 2,4 ml/min/m<sup>2</sup> y la temperatura del paciente se mantuvo entre 34-36°C en los grupos G12 y G13 y ≥35°C en G14. La heparinización del paciente se realizó con 3 mg/kg y el ACT se mantuvo ≥400 s. La protección miocárdica se llevó a cabo con cardioplejia hemática fría (4:1) a 40°C, con inducción anterógrada salvo insuficiencia aórtica significativa, y retrógrada, mantenimiento retrógrada y reperfusión caliente por vía retrógrada a 37°C. El hematocrito mínimo para transfundir en CEC fue ≤21%. Se evaluó la necesidad de transfusión con hematocritos superiores, cuando se observó una saturación venosa de oxígeno <60% con valores de pO<sub>2</sub> y pCO<sub>2</sub> en

la gasometría arterial dentro de valores adecuados y aumento del ácido láctico >2 mmol/l.

Las variables se recogieron prospectivamente por los facultativos y perfusionistas que atendieron al paciente en una base de datos (FileMaker Pro 12.0, Santa Clara, CA, EE. UU.), y fueron retrospectivamente extraídas a una tabla estandarizada de elaboración específica para este estudio con el programa Microsoft Excel 2007 para Windows (Microsoft Corporation, Redmon, EEUU). Este programa también se utilizó para la elaboración de los gráficos expuestos en el apartado de resultados.

Las variables se almacenaron en una base de datos creada con el programa estadístico SPSS Statistics 17 para Windows (IBM, Chicago, EEUU), con el que se realizaron las pruebas estadísticas del estudio.

Los resultados se expresaron en forma de porcentajes para las variables cualitativas y como media ± desviación estándar para las variables cuantitativas. La comparación de variables cualitativas se realizó mediante el cálculo del estadístico de contraste chi cuadrado de Pearson y las cuantitativas utilizando el análisis de varianza ANOVA. Para validar los resultados en términos de significación se utilizó un nivel de confianza de 95% y se consideró significativo todo valor de p <0,05.

Las variables seleccionadas fueron:

- Variables demográficas: edad, género, SC e insuficiencia renal preoperatoria (IR preop).
- Variables clínicas operatorias: tiempo de CEC, tipo de cirugía, cebado del circuito de CEC, hemodilución, utilización de hemoconcentrador, balance hídrico de CEC, hematocrito basal, hematocrito más bajo durante la CEC, hematocrito final a la salida de quirófano y transfusión de CH en CEC.
- Variables clínicas postoperatorias: sangrado a las 6 horas y total (a la retirada de los drenajes torácicos), transfusión de CH total durante el periodo operatorio, tiempo de intubación orotraqueal en el Servicio de Reanimación Cardiaca (REA), estancia en REA y estancia hospitalaria total, reintervención por sangrado excesivo, insuficiencia renal aguda (IRA) (definida por un aumento de la creatinina postoperatoria 150% superior a la basal), síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SRIS) (definida por leucocitosis, hipertermia, taquicardia y taquipnea), alteraciones neurológicas (accidente cerebrovascular, convulsiones y/o coma) y mortalidad.

## RESULTADOS

Entre el 1 de enero de 2012 y el 31 de mayo de 2014 se incluyeron en el estudio 186 pacientes, de los cuales 77 per-

tenecieron al G12, 85 al G13 y 24 al G14. Las características pre e intraoperatorias se reflejaron en la Tabla I. No se observaron diferencias significativas en cuanto a las variables demográficas, a la incidencia de IR preop, ni al tiempo de CEC o tipo de cirugía (Figura 1).

Fue de especial relevancia, la reducción en el cebado del circuito (Figura 2), con la correspondiente disminución de la hemodilución, pasando de un 36% en el G12 a un 22% en G14 tras los cambios realizados ( $p < 0,001$ ) (Figura 3). Con ello se ajustó el balance hídrico durante la CEC, pasando de balances que superaron los 1000 ml en los grupos G12 y G13 ( $1250,66 \pm 615$  y  $1144,12 \pm 748,7$  respectivamente) a uno más ajustado de  $547,92 \pm 414,8$  ml en G14 ( $p = 0,003$ ). La utilización de hemoconcentrador durante la CEC fue mayor en G13 con un 24,7%, mientras que en G12 se utilizaron en el 9,1% de los pacientes y en G14 en el 4,2% ( $p = 0,006$ ). (Tabla II)

El hematocrito basal no presentó diferencias entre los grupos, tampoco al final de CEC, pero sí que aumentó durante la CEC, pasando de un 21,51% en G12 a un 21,92% en G13 y en G14 a un 25,77% ( $p = 0,001$ ). (Tabla III)

El sangrado postquirúrgico evaluado a las 6 horas y antes de la retirada de los drenajes torácicos fue inferior en el grupo G14 (Figura 4, Tabla III), pero no se obtuvo significación ( $p = 0,113$  y  $p = 0,114$  respectivamente).

Las transfusiones de CH durante la perfusión fueron necesarias en el 37,7% de los pacientes en G12, en G13 se transfundieron 32,9% y en G14 no fue necesaria la transfusión durante este periodo ( $p = 0,013$ ). También fue destacable la disminución de la necesidad de transfundir CH durante el periodo perioperatorio, siendo transfundidos en el grupo G12 el 77,9%, en el G13 el 72,9% y en el G14 el 41,7% ( $p = 0,021$ ) (Figura 5); y además la cantidad de CH transfundidos totales fue sensiblemente inferior (G12  $3,39 \pm 4,57$ , G13  $4,02 \pm 4,22$  y G14  $1,60 \pm 0,96$ ;  $p = 0,235$ ) (Figura 6, Tabla III).

Las restantes variables postoperatorias evaluadas no revelaron diferencias significativas, aunque fue inferior el tiempo de intubación orotraqueal, de estancia en REA y hospitalaria total, menor incidencia de reintervención por sangrado excesivo, de IRA postquirúrgica, de SIRS y mortalidad en el grupo G14. No se encontraron diferencias en cuanto a incidencia de alteraciones neurológicas entre los grupos (Tabla IV).

No se presentó ninguna complicación o efecto adverso durante la CEC por el uso del nuevo circuito y con las técnicas detalladas.

## DISCUSIÓN

Nuestro estudio demostró que con las técnicas descritas (uso de minicircuito y CRA) se redujo la hemodilución de los pacientes, se obtuvo un hematocrito mayor y se transfundieron menos pacientes durante la CEC y en el periodo perioperatorio.

Los grupos seleccionados fueron homogéneos en cuanto a las variables demográficas, tiempo de CEC y tipo de intervención, pero no así en tamaño, siendo el G14 menos numeroso que los anteriores, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido en la realización del estudio.

El conjunto de medidas que nos llevaron a disminuir el cebado fueron:

- Reducción del tamaño de las líneas.
- Reducción del tamaño del oxigenador.
- Diseño del oxigenador utilizado (Capiiox FX15<sup>®</sup>, Terumo<sup>®</sup>) que evitó la utilización del filtro arterial, lo que contribuyó a minimizar el volumen de cebado y el área de contacto de la sangre.
- Tener un reservorio con un volumen mínimo operatorio más ajustado a las necesidades y características de estos pacientes con SC baja, que en los equipos utilizados en 2012 y 2013 fue de 300 ml y en 2014 de 70 ml.
- Uso de las técnicas de CRA y CVAA.
- DVA cuando fue necesario por drenaje venoso insuficiente.

Con estas intervenciones se consiguió disminuir de manera importante el cebado de los equipos, pasando de 1600 ml a 800 ml. Es importante tener en cuenta no sólo la cantidad de sueros necesarios para cebar todo el sistema, sino también el volumen utilizado al salir de bomba para el traslado de la sangre del reservorio y oxigenador hacia el paciente. En nuestro centro el volumen residual al salir de CEC se transfunde a través de una línea de recirculación desde el filtro arterial a una vía venosa central seleccionada por el anestesiólogo. En el caso del equipo de Terumo<sup>®</sup>, al no tener filtro arterial, la línea se conecta en la línea arterial de dónde sale una conexión para la toma de muestras y monitoreo de la presión. Esto supone un volumen de 500 ml en G12 y G13, mientras que en G14 el volumen utilizado es de 250 ml.

Por la disminución del tamaño de líneas, el ahorro de volumen de cebado supuso 180 ml de 2012 a 2013, y de 120 ml de 2013 a 2014, siendo la mayor diferencia en el volumen de cebado entre los diferentes reservorios, oxigenadores y filtros arteriales de G12 y G13 comparado con G14, con 530 ml. En total se consiguió un ahorro de 830 ml en el volumen de cebado de 2012 a 2014. En la literatura nos encontramos con otros equipos que pretenden optimizar el circuito de perfusión, basándose en la reducción del volumen de cebado, reducción de la superficie de contacto, disminución de la actividad de microburbujas y optimización de los aspiradores del campo operatorio.<sup>8</sup> Nosotros hemos empezado a trabajar en este campo y advertimos que existen siempre áreas de mejora que continuaremos explorando.

Con la reducción del cebado observamos una importante reducción de la hemodilución, obteniendo un BH en CEC

más ajustado, con un uso ocasional de hemoconcentradores. En el G13 se utilizaron más (24,7% de los pacientes) en un intento de minimizar la hemodilución, ajustar el BH y disminuir las transfusiones de CH, pero en vista de los resultados no fue suficientemente efectivo.

El CRA es un determinante significativo sobre el ratio de transfusiones y el hematocrito, independientemente de la SC, género y hematocrito preoperatorio. Rosengart et al<sup>7</sup> demostraron con la utilización del CRA una disminución en las transfusiones de CH intraoperatoria (3% vs 23%) y durante el ingreso hospitalario (27% vs 53%) y Vandewiele et al<sup>4</sup> concluyeron que el volumen óptimo de extracción mediante esta técnica en pacientes con SC < 1,7 m<sup>2</sup> era de 375 ml, reduciendo el ratio de transfusiones en un 25%. La técnica es eficaz y de bajo coste comparada con otras más sofisticadas como los MECC (*minimal extracorporeal circulation*) y los recuperadores celulares. Además no presenta morbilidad ni mortalidad asociada. Los riesgos que existen y que el perfusionista debe conocer son:

- Hematocrito alto durante la CEC en hipotermia, con el consiguiente aumento de la viscosidad sanguínea (cada 100C aumenta un 20-30%) con efectos perjudiciales sobre la microcirculación.
- Inestabilidad hemodinámica durante el procedimiento (al ir disminuyendo la volemia del paciente para eliminar el volumen de *priming*). Es necesaria la colaboración del anestesiólogo, usando la posición de Trendelenburg y vasopresores a dosis bajas si es necesario, para mantener una presión arterial sistólica > 90 mmHg. Puede llegar a ser necesaria la reinfusión del volumen para corregir la hipovolemia, por eso es necesario evaluar y mantener una vigilancia estrecha sobre el paciente durante esta fase.

Otros estudios son críticos con la utilización del CRA, no siendo significativa la reducción de las transfusiones de sangre y no aportando beneficios clínicos.<sup>9</sup>

La hemodilución tiene un efecto directo sobre la disminución del hematocrito en CEC incrementando la morbimortalidad perioperatoria.<sup>4</sup> Al reducir la hemodilución se consiguió aumentar en 4 puntos, obteniendo en los grupos G12 y G13 valores de 21,51% y 21,92% y en G14 un valor de 25,77%, lo que llevó a que fuera necesaria la transfusión de CH durante la CEC en G12 y G13, un 37,7% y 32,9% respectivamente, y que en G14 ningún paciente requiriera ser transfundido en esta fase. Esta diferencia hizo que el hematocrito final, antes de la salida del quirófano, fuera similar en los 3 grupos, no presentando significación (p=0,067).

Fue destacable conseguir una reducción sustancial de pacientes transfundidos durante el periodo perioperatorio (G12 77,9%, G13 72,9% y G14 41,7%; p=0,021) con las medi-

das adoptadas, así como la disminución en la cantidad de CH necesarios (3,39±4,57 en G12, 4,02±4,22 en G13 y 1,6±0,96 en G14; p=0,235).

Al reducir la hemodilución se alteró menos la coagulación, lo que contribuyó a que el sangrado postquirúrgico fuera menor, reflejado en los datos obtenidos, tanto a las 6 horas postcirugía, como a la retirada de los drenajes torácicos (Tabla III), aunque la significación clínica pudiera no ser relevante.

El tiempo de intubación orotraqueal en REA, que nos sirve para valorar la estabilidad hemodinámica y respiratoria del paciente tras la cirugía, obtuvo mejores resultados en el grupo G14 con un valor cercano a la significación (p=0,057) (Tabla IV).

Los valores de estancia media en REA y hospitalaria total, presentaron una ligera disminución para los pacientes del grupo G14, pero es necesaria la obtención de más datos en este grupo para confirmar los resultados.

La IRA postquirúrgica fue inferior en el G14 (G12 10,5%, G13 9,4% y G14 0%; p=0,233). Los grupos no difirieron en cuanto a IR preoperatoria, que podría influir en los resultados postoperatorios. Está demostrado que el hematocrito <22% durante la CEC es un factor de riesgo para IRA postquirúrgica,<sup>10</sup> lo que ocurrió en G12 y G13. Los hematocritos más elevados conseguidos durante la CEC con las medidas adoptadas y la menor necesidad de transfusiones podrían explicar esta mejoría. En futuros estudios para valorar la IRA postcirugía sería importante considerar las variables de presión arterial media durante la CEC y utilización de diuréticos en bomba y en el postoperatorio inmediato.

De forma similar, la incidencia de SIRS fue menor en G14 (G12 14,3%, G13 15,3% y G14 0%; p=0,129). Se continuará con el estudio para validar estos resultados, y observar si el beneficio con los cambios propuestos se mantiene en el tiempo. La explicación más plausible en la disminución de la SIRS está relacionada con la disminución en la hemodilución, mayores hematocritos en CEC, menor necesidad de transfusiones y menor superficie de contacto de la sangre, al evitar el filtro arterial y reducir el tamaño del circuito y oxigenador. Cabe la posibilidad en futuros trabajos de evaluar la respuesta inflamatoria a través de la evaluación de proteína C reactiva, y la disfunción orgánica post CEC.

En cuanto a los datos obtenidos en reintervención por sangrado excesivo, alteraciones neurológicas y mortalidad no se hallaron diferencias entre los 3 grupos.

A pesar del todavía reducido número de casos evaluados en 2014, parece evidente el beneficio que obtienen los pacientes con baja SC con los cambios realizados en el circuito de perfusión. Estas medidas deben incluirse como parte integral del esfuerzo multidisciplinar para la conservación de sangre en los pacientes intervenidos en cirugía

cardiaca con CEC. Creemos imprescindible la realización de estudios prospectivos aleatorizados con tamaños muestrales más numerosos para poder confirmar nuestros resultados.

## CONCLUSIÓN

El nuevo circuito diseñado para los pacientes de baja SC y el CRA reducen la hemodilución, permiten obtener un balance hídrico en bomba más equilibrado, manteniendo un valor de hematocrito mayor durante y al final de la CEC. El número de pacientes que requieren transfusión de CH disminuye significativamente, así como la cantidad de CH transfundidos.

Por ello, creemos que el minicircuito abierto y el CRA deben ser las técnicas de elección para los pacientes con baja SC sometidos a cirugía cardiaca.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de interés más allá del científico y profesional en el desarrollo de este estudio.

## REFERENCIAS

- Gomar C, Mata MT, Pomar JL. Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea. 2a ed. Majadahonda: Ed. Ergon; 2012. p. 291-306.
- Chandler WL. Effects of hemodilution, blood loss, and consumption on hemostatic factor levels during cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2005 Aug;19(4):459-67.
- 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 Jun;125(6):1438-50. DOI:10.1016/S0022-5223(02)125:1438-50
- Vandewiele K, Bové T, De Somer FM, Dujardin D, Vanackere M, De Smet D, et al. The effect of retrograde autologous priming volume on haemodilution and transfusion requirements during cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013 Jun;16(6):778-83. DOI: 10.1093/icvts/ivt085. Epub 2013 Mar 12
- 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 Mar;91(3):944-82. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2010.11.078.
- Paone G, Likosky DS, Brewer R, Theurer PF, Bell GF, Cogan CM et al. Transfusion of 1 and 2 units of red blood cells is associated with increased morbidity and mortality. *Ann*

- Thorac Surg. 2014 Jan;97(1):87-93; discussion 93-4. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.07.020. Epub 2013 Oct 3.
- Rosengart TK, DeBois W, O'Hara M, Helm R, Gomez M, Lang SJ et al. Retrograde autologous priming for cardiopulmonary bypass: a safe and effective means of decreasing hemodilution and transfusion requirements. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998 Feb;115(2):426-38; discussion 438-9.
- Starck CT, Bettex D, Felix C, Reser D, Dreizler T, Hansenclever P et al. Initial results of an optimized perfusion system. *Perfusion.* 2013 Jul;28(4):292-7. DOI: 10.1177/0267659113476126. Epub 2013 Feb 12.
- Saczkowski R, Bernier PL, Tchervenkov CI, Arellano R. Retrograde autologous priming and allogeneic blood transfusions: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009 Mar;8(3):373-6. DOI: 10.1510/icvts.2008.195354. Epub 2008 Dec 15.
- Mehta RH, Castelvechchio S, Ballotta A, Frigiola A, Bossone E, Ranucci M. Association of gender and lowest hematocrit on cardiopulmonary bypass with acute kidney injury and operative mortality in patients undergoing cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2013 Jul;96(1):133-40. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.03.033. Epub 2013 May 11.

Figura 1. Tipo de cirugía

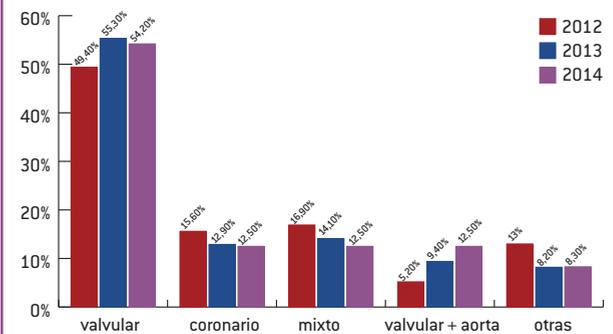


Figura 2. Volumen de cebado (ml)

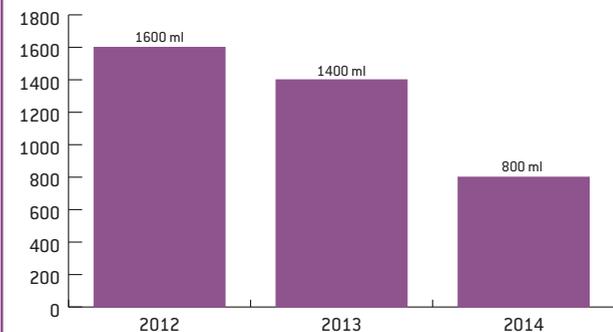


Figura 3. Hemodilución [%]

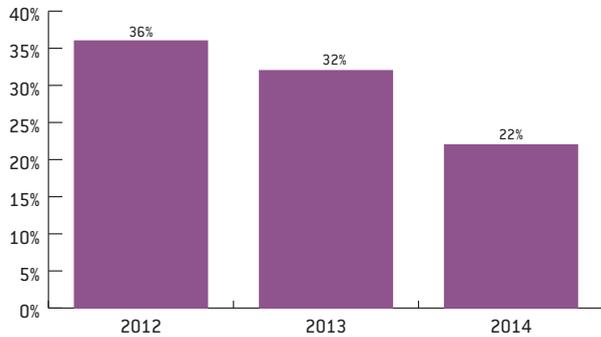


Figura 4. Sangrado postquirúrgico [ml]

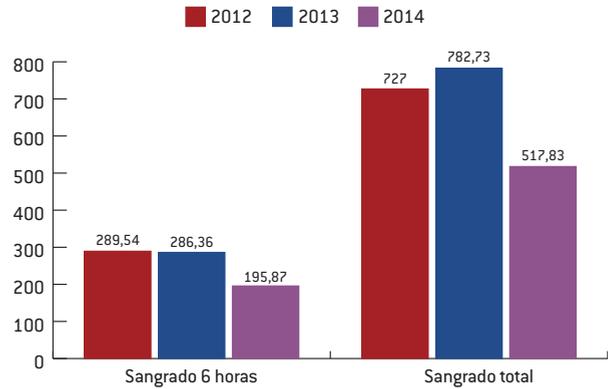


Figura 5. Transfusión de concentrados de hemáties [%]

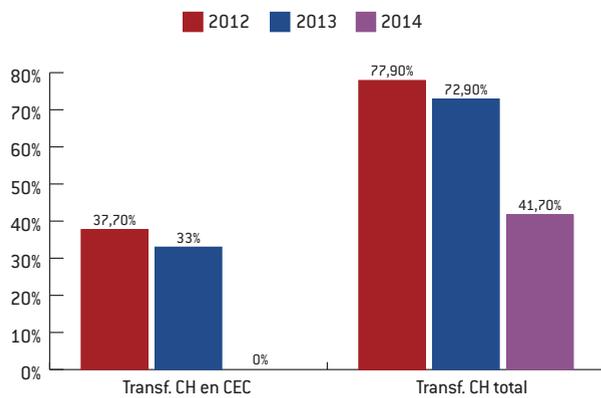


Figura 6. Concentrados de hemáties transfundidos

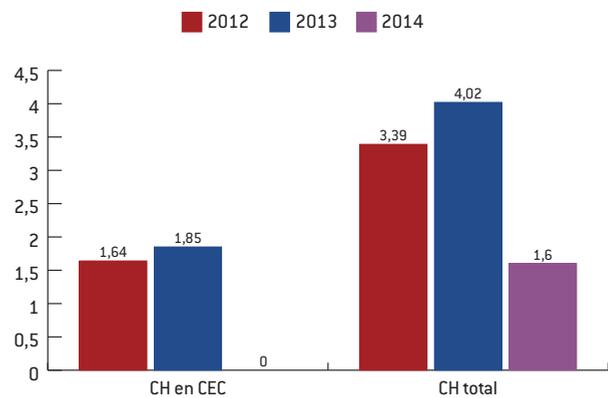


Tabla I. Variables demográficas

Variable	G12 (77)	G13 (85)	G14 (24)	p
Edad (m±SD)	72,79±8,76	72,36±9,65	73,04±8,75	0,931
Sexo fem. (%)	80,5	85,9	79,2	0,586
SC (m2) (m±SD)	1,5±0,07	1,49±0,06	1,48±0,09	0,728
IR preop (%)	23,4%	20%	12,5%	0,413
Tiempo CEC (min)	133,70±66,48	126,96±46,36	114,46±25,93	0,303
Tipo de cirugía (%)				
Valvular	49,4	55,3	54,2	0,907
Coronario	15,6	12,9	12,5	
Mixto	16,9	14,1	12,5	
Valvular+aorta	5,2	9,4	12,5	
Otras	13	8,2	8,3	

Fem. = femenino.

m±SD= media ± desviación típica.

**Tabla II. Variables quirúrgicas**

Variable	G12 (77)	G13 (85)	G14 (24)	p
Cebado (ml)	2100	1600	1000	<0,001
Hemodilución (%) m±SD	36,08±3,46	32,99±5,12	22,62±4,3	<0,001
Balance Hídrico (ml)	1250,66±615	1144,12±748,70	547,92±414,80	0,003
Hemoconcent. (%)	9,1	24,7	4,2	0,006

Hemoconcent. = utilización del hemoconcentrador.

**Tabla III. Variables intra y postquirúrgicas**

Variable	G12 (77)	G13 (85)	G14 (24)	p
Hto. basal (g/dL) m±SD	34,55±4,44	33,35±4,19	35,59±3,60	0,086
Hto. bajo CEC (g/dL) m±SD	21,51±2,72	21,92±2,65	25,77±3,45	0,001
Hto. final (g/dL) m±SD	26,25±2,82	26,64±2,87	27,91±2,47	0,067
Transf. CH en CEC (%)	37,7	32,9	0	0,013
Nº CH en CEC (m±SD)	1,64±0,73	1,85±0,75	0	0,305
Transf. CH total (%)	77,9	72,9	41,7	0,021
Nº CH total (m±SD)	3,39±4,57	4,02±4,22	1,60±0,96	0,235
Sangrado 6h (ml)	289,54±212,81	286,36±201,92	195,87±81,79	0,113
Sangrado total (ml)	727±511	782,73±607	517,83±222,92	0,114

Hto. = hematocrito.

Transf. = transfusión.

**Tabla IV. Variables postquirúrgicas**

Variable	G12 (77)	G13 (85)	G14 (24)	p
IOT REA (horas) m±SD	5,45±5,05	7,39±8,66	3,86±1,28	0,057
Estancia REA (días) m±SD	2,53±1,37	1,72±0,92	1,71±0,76	0,564
Estancia hospitalaria total (días) m±SD	10,84±9,02	8,94±6,09	8,79±5,14	0,215
REIQ (%)	3,9	4,7	0	0,567
IRA postq (%)	10,5	9,4	0	0,233
SIRS (%)	14,3	15,3	0	0,129
ALT NEUROL (%)	5,2	3,5	4,2	0,874
Mortalidad (%)	6,6	7,1	0	0,558

IOT= intubación orotraqueal.

REIQ= reintervención por sangrado excesivo.

ALT NEUROL = alteraciones neurológicas.