

Sangre de banco en la CEC pediátrica: alternativas para la mejora en el cebado.

Packed red blood cells in pediatric cardiopulmonary bypass: improving priming

Primer premio
XXII Congreso Nacional
Asociación Española de Perfusionistas
Junio 2022

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: Se comparan dos técnicas para la obtención del cebado más fisiológico, el lavado de la sangre de banco en el recuperador de sangre previo a cebado, y por otro, la preparación del cebado y la ultrafiltración preCEC con reposición de volumen.

Métodos: Se realizó estudio observacional retrospectivo en pacientes pediátricos de cirugía cardíaca congénita en los que se usó sangre de banco para el cebado de la bomba entre enero de 2021 y febrero de 2022. Para el lavado de la sangre de banco con el recuperador se usó la solución Hemosol Bo, y en el otro grupo se cebó todo el circuito y se realizó una ultrafiltración balance o con reposición con Plasmalyte.

Resultados: Se analizaron 26 casos, 10 en el grupo Hemofiltro y 16 en el grupo Recuperador. El cebado fue de 613 ± 81 ml en grupo Recuperador y 590 ± 51 en Hemofiltro, sin diferencias significativas. El volumen de la bolsa fue similar en ambos grupos. En el cebado final hubo diferencias significativas en Hemoglobina ($8,5 \pm 1,1$ vs $10,5 \pm 1,4$, $p < 0,0001$) y Hematocrito ($26,0 \pm 3,3$ vs $32,1 \pm 4,3$, $p < 0,0001$) siendo inferiores en el grupo Recuperador, pudiendo ser una pérdida durante el procesamiento. También existieron diferencias en Glucemia (24 ± 6 vs 86 ± 12 , $p < 0,0001$) y Potasio ($2,7 \pm 0,4$ vs $4,2 \pm 0,3$, $p < 0,0001$) mayores en el grupo Hemofiltro, mientras que el Láctico ($1,91 \pm 0,40$ vs $2,47 \pm 0,52$, $p < 0,005$) fue mejor en el grupo Recuperador.

Conclusiones: Ambas soluciones mejoran la composición del cebado habitual. Es mejor para la obtención de un cebado más fisiológico el uso de la técnica de hemofiltración con Plasmalyte.

Palabras clave: cebado; cirugía cardiopatía congénita; recuperador de sangre; hemofiltración

Introduction: We compared two techniques to obtain the most physiological priming, the washing of the bank blood cells in the cell saver prior to priming, and the other hand, the preparation of the priming and the preCPB ultrafiltration with volume replacement.

Methods: A retrospective observational study was conducted in pediatric patients undergoing congenital cardiac surgery in whom packed red cells was used to prime the pump between January 2021 and February 2022. To wash the bank blood with the cell saver, the Hemosol Bo solution was used, and in the other group the entire circuit was primed and a zero balance ultrafiltration was performed with replacement with Plasmalyte.

Results: 26 cases were analyzed, 10 in the Hemofilter group and 16 in the Cell Saver group. Priming was 613 ± 81 ml in the Cell Saver group and 590 ± 51 in the Hemofilter without significant differences. The volume of the bag was similar in both groups. In the final priming there were significant differences in hemoglobin (8.5 ± 1.1 vs 10.5 ± 1.4 , $p < 0.0001$) and hematocrit (26.0 ± 3.3 vs 32.1 ± 4.3 , $p < 0.0001$) being lower in the Cell Saver group, and may be a loss during processing. There were also differences in Glycemia (24 ± 6 vs 86 ± 12 , $p < 0.0001$) and potassium (2.7 ± 0.4 vs 4.2 ± 0.3 , $p < 0.0001$) greater in the Hemofilter group, while the Lactic (1.91 ± 0.40 vs 2.47 ± 0.52 , $p < 0.005$) was better in the Cell Saver group.

Conclusions: Both solutions improve the composition of the usual priming. It is better to use the hemofiltration technique with Plasmalyte to obtain a more physiological prime.

Keywords: priming; congenital heart disease surgery; cell saver; ultrafiltration



Juan Carlos Santos Palomino

Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga
ORCID:0000-0002-5543-8312

Mariluz Recio Recio

Enfermera Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga
ORCID: 0000-0003-2024-0303

Carlos Casado Sánchez

Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga
ORCID:0000-0002-5736-1558

Antonio Cabrera López

Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga

Miguel Carlos González Perales

Enfermero
Hospital Regional Universitario de Málaga
ORCID:0000-0002-9638-0612

Juan Carlos Santos Palomino
Av. Carlos Haya s/n 29010 – Málaga
Email: pscj17@hotmail.com

Recibido: septiembre de 2022
Aceptado: octubre 2022

INTRODUCCIÓN

El uso de sangre de banco para el cebado de circuito de circulación extracorpórea (CEC) en cirugía cardíaca congénita es muy frecuente, aunque eso se puede evitar en determinadas patologías cianóticas, en pacientes con algunas creencias religiosas y en algunos centros donde trabajan en esta dirección y realizan este tipo de cirugías sin sangre en niños por encima de 10 kg sin observar más complicaciones¹.

Son bien conocidos los efectos deletéreos de la administración de hemoderivados, en particular la transfusión de sangre de banco en CEC está asociada a un mayor sangrado postoperatorio², y con una duración prolongada de la ventilación mecánica en neonatos y lactantes sometidos a cirugía cardíaca congénita^{2,3}, y en las primeras 48 horas del postoperatorio inmediato⁴. También se asoció de forma significativa con una mayor estancia hospitalaria^{2,5}. En un estudio reciente, se recomienda la medición del potasio (K) de la bolsa de sangre de banco previa a la administración, especialmente en neonatos y lactantes, por el riesgo de complicaciones incluso de parada cardíaca⁶.

Otras de las cuestiones es la lesión de almacenamiento que está descrita cuando la sangre de banco lleva más de 14 días extraída. Existe una recomendación para la cirugía cardíaca congénita en la que los bancos de sangre no deben suministrar bolsas almacenadas por más de una semana, evitando así el empeoramiento de las condiciones del concentrado de hematíes. Una de las formas de mejorar la calidad de esa sangre es someterla a un lavado con solución salina en el propio Banco de Sangre y otro sistema alternativo sería el lavado en el recuperador de sangre en el quirófano. Bennet y cols compararon dos equipos para el lavado de sangre almacenada por más de 40 días, uno propio del banco y el recuperador Haemonetics Elite, obteniendo resultados similares en ambos⁷. De Voegre y cols publicaron un estudio lavando la sangre de banco de más de 35 días con un recuperador Electa (Dideco, Mirándola), disminuyendo el láctico y el K significativamente, y mejoró la resistencia osmótica de los glóbulos rojos, llegando a la conclusión de que resultaba beneficioso el lavado⁸.

Otra técnica usada ha sido la ultrafiltración balanceo (ZBUF) del cebado previa a la entrada en CEC. En un estudio donde se ultrafiltró el cebado con una solución cristaloide balanceada se consiguió una reducción significativa en los iones, láctico y glucosa así como un equilibrio ácido base en valores fisiológicos⁹. Dehaki y cols encontraron que la ZBUF resultó una estrategia útil en los lactantes sometidos a CEC en la medida en que modificó significativamente la composición de la sangre de cebado y mejoró el resultado clínico de los pacientes¹⁰.

En la bibliografía valorada, no se encontraron estudios que confrontaran estos dos métodos para la mejora del cebado en la cirugía de cardiopatías congénitas, por lo que el objetivo del presente estudio fue comparar dos técnicas para la obtención del cebado más fisiológico, el lavado de la sangre de banco en el recuperador de sangre previo a cebado, y por otro, la preparación del cebado y la ultrafiltración preCEC con reposición de volumen en la CEC pediátrica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional retrospectivo en pacientes pediátricos de cirugía cardíaca congénita para evaluar dos sistemas de mejora del cebado de la bomba de CEC entre enero de 2021 y febrero de 2022.

Como criterio de inclusión, niños con peso inferior a 18 kg que limiten el uso a los dos oxigenadores y circuitos de menor volumen de cebado y los criterios de exclusión fueron los siguientes: uso de cebado cristaloide, cirugía urgente y entrada en el quirófano con ECMO

Se estudiaron dos sistemas para la mejora del cebado de la bomba de CEC a elección del perfusionista responsable de la CEC. El primero fue efectuar un lavado del concentrado de hematíes de banco en el quirófano para su utilización posterior en el cebado. Para ello se usó el recuperador Xtra con la campana de 55 ml y se eligió el programa optimizado: un flujo de llenado 300 ml/min; el flujo de lavado se inicia a 50 ml/min y a los 25 ml de lavado cambia automáticamente a un flujo de 100 ml/min, con una cantidad total de lavado de 200 ml y un flujo de vaciado de 300 ml/min. La solución que se seleccionó fue el Hemosol BO, que es una solución cristaloide balanceada tamponada con bicarbonato. El protocolo de lavado fue el siguiente: se dejó caer en el reservorio 400-500 ml de Hemosol por la zona filtrada. Se añadió la bolsa de sangre, pero sin pasar por el filtro del reservorio, de manera que no pudiera quedarse alguna mínima parte en él. Y se inició el primer ciclo del programa optimizado usando igualmente Hemosol como solución de lavado. Se realizaron tantos ciclos como fueron necesarios para procesar toda la sangre del reservorio, si en el último ciclo la campana quedaba incompleta, se usaba la opción "Concentración", tomando de la sangre ya procesada la cantidad necesaria para completar la campana. El concentrado de hematíes obtenido se usó para realizar el cebado del circuito de CEC. El segundo sistema consistió en preparar el cebado del circuito de CEC según el protocolo habitual de la Unidad de Perfusión y una vez completado, realizar una hemofiltración balanceo, reponiendo lo filtrado con Plasmalyte 148 A.

La bomba usada fue una System1 (Terumo Cardiovascular) con dos tipos de circuitos, uno con la línea arterial

de 3/16 y otro con la línea de 1/4, con filtro arterial Affinity Pixie (Medtronic) y en ambos casos, la línea venosa fue de 1/4. Los oxigenadores usados fueron Affinity Pixie (Medtronic) y el Kids D100 (Livanova). El hemoconcentrador fue un DHFO2 (Livanova). El cebado de este circuito se hizo con Plasmalyte (100-200 ml), Albúmina 20% (100-150 ml), concentrado de hematíes, Manitol 20% (0,5 gr/kg), Heparina 1% (500-1500 UI), Bicarbonato sódico (20-30 meq) y Metilprednisolona (2-12.5 mg/kg). La cardioplegia usada en un circuito independiente fue hemática 4:1 o bien Del Nido, en ambos casos con dosis de 20 ml/kg con un mínimo de 100 ml.

Se realizó una analítica a cada bolsa de sangre, previa a su uso. En el grupo Recuperador se analizó el concentrado de hematíes posterior al lavado y en el Grupo Hemofiltro al cebado previo a la hemofiltración. Por último, se hizo una analítica al cebado final en ambos grupos, previo a la entrada en CEC. Se enviaron muestras al laboratorio, analizando: pH, PO₂, PCO₂, hematocrito (Hto), hemoglobina (Hb), glucemia, ácido láctico, sodio (Na), K, bicarbonato (CO₃H), exceso/defecto de base (EB) y osmolaridad.

Las variables registradas, aparte de las mencionadas en el párrafo anterior, fueron los datos antropomórficos: género, edad, peso, talla, superficie corporal. Los datos referentes a la bolsa de sangre usada: volumen y número de días pasados desde la extracción en el donante. También se registraron los diferentes componentes del cebado y el volumen de cada componente.

Se efectuó un análisis descriptivo de las distintas variables de interés. Las variables de naturaleza cuantitativa se describen mediante la media y la desviación estándar, o mediante la mediana y el rango intercuartílico en ausencia de normalidad. Por otro lado, las variables cualitativas se presentan como frecuencias absolutas y relativas (%). La idoneidad de las pruebas estadísticas utilizadas en este trabajo se evalúa en función de la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad mediante la prueba de Levene. Si las muestras son independientes siguiendo las variables una distribución normal, se usa la prueba t-test para la comparación de medias bajo condiciones de normalidad y homocedasticidad. Todos estos análisis se realizan usando el software SPSS v.26 y el nivel de significación se establece para todos los casos en ≤ 0.05 .

RESULTADOS

Se analizaron 26 casos, 10 en el grupo Hemofiltro y 16 en el grupo Recuperador. La edad media de los pacientes fue de $1,60 \pm 1,63$ años, siendo un 65% del género femenino. El peso medio fue $9,2 \pm 4,6$ kg, la talla 75 ± 19 cm y la superficie corporal de $0,42 \pm 0,17$. Los datos comparados de ambos grupos se pueden ver en la tabla 1.

El cebado fue muy parecido entre ambos grupos sin diferencias significativas, aunque algo mayor en el grupo Recuperador, 613 ± 81 ml, mientras que fueron 590 ± 51 ml en el grupo Hemofiltro. En la tabla 2 se pueden observar las diferentes composiciones del cebado en los dos grupos, existiendo significación en los datos del Plasmalyte y en la cantidad de bicarbonato añadida.

En el análisis de las bolsas de hematíes de banco, previo a su lavado o administración al cebado, estas presentaron unos datos muy similares en ambos grupos (tabla 3). No obstante, llaman la atención varios datos de la composición: un pH muy ácido con defecto de bases importante y las presiones de O₂ y CO₂ también con valores alterados. Y datos bioquímicos muy elevados: glucemias alrededor de 400 mg/dL, K en torno a 8 meq/L y el láctico entre 9 y 10 meq/L.

Dentro del grupo Recuperador, tras el lavado de la bolsa de hematíes, se realizó un nuevo análisis al producto obtenido y este se comparó con los datos previos de la misma bolsa. Se obtuvo una cantidad ligeramente mayor (292 ± 27 vs 288 ± 17 ml), pero sin ninguna significación. Sí resultado llamativo que en los datos de Hb y Hto, hubo unas diferencias muy importantes, $20,6 \pm 0,9$ mg/dL y $63,0 \pm 2,8$ % en el previo, mientras que se redujo en más de 3 mg/dL la Hb ($17,4 \pm 1,1$ mg/dL) y en casi 10 puntos de hematocrito ($53,2 \pm 3,2$ %). Mientras que en el Na no existieron diferencias el resultado, hubo una reducción significativa de la glucemia pasando de 394 ± 37 mg/dL a 59 ± 18 . Algo parecido ocurrió con el K, partiendo de $8,2 \pm 3,1$ y quedando en $2,9 \pm 0,4$ meq/L, por último, también existió una reducción en el Láctico de $9,87 \pm 1,47$ a $4,63 \pm 0,80$ mmol/L, siendo esta, superior al 50%.

En el siguiente paso se analizaron los datos obtenidos en el grupo Hemofiltro del cebado inicial y de ese mismo cebado sometido a una ultrafiltración balance 0 con reposición de Plasmalyte (Tabla 4). El pH y el PCO₂ presentaron diferencias significativas y en ninguno de los casos estuvieron dentro de rangos normales, mientras que eso no ocurrió en la PO₂, aunque con valores elevados, siendo la saturación del 100%. En el cebado inicial hubo un bicarbonato y un exceso de base muy alto ($33,8 \pm 7,7$ y $6,8 \pm 8,9$ mmol/L), mientras que en el cebado ultrafiltrado la situación pasó al lado contrario, un bicarbonato bajo y un defecto de base importante ($16,5 \pm 5,2$ y $-8,8 \pm 7,2$ mmol/L), existiendo también diferencias significativas en la osmolaridad. Donde no hubo diferencias significativas fue en el Hto y la Hb, mientras que hubo una disminución importante tanto en la glucemia (164 ± 27 vs 86 ± 12 mg/dL, $p < 0,0001$), Na (165 ± 5 vs 153 ± 4 meq/L, $p < 0,0001$), y Láctico ($3,71 \pm 0,75$ vs $2,47 \pm 0,52$ mmol/L, $p < 0,0001$), y por otro lado existió un aumento en el K ($3,3 \pm 0,6$ vs $4,2 \pm 0,3$ meq/L, $p < 0,0001$).

Llegando al apartado principal del estudio que fue la evaluación de los cebados finales preparados para la entrada en CEC, se compararon todos los parámetros vistos anteriormente (Tabla 5). Empezando con los gases sanguíneos, en la

PO₂ los datos fueron prácticamente iguales, en el pH existió diferencia, pero sin llegar a ser significativa, en el grupo Recuperador 7,44±0,13 y 7,51±0,12 en el grupo Hemofiltro. Donde sí hubo diferencias significativas fue en la PCO₂, con valores normales en el grupo Recuperador y valores muy bajos en el del Hemofiltro (40,0 ± 12,0 y 16,2 ± 5,8 mmHg, p<0,0001). También existieron diferencias significativas en cuanto a CO₃H y el EB, estando en grupo Recuperador ambos parámetros dentro de límites normales, no ocurriendo lo mismo en el grupo Hemofiltro, mientras que no hubo diferencia significativa en cuanto a la osmolaridad. Quizás los datos más llamativos son los relacionados con la Hb y Hto, debido a su relevancia, presentando diferencias significativas e importantes clínicamente, siendo dichos parámetros muy inferiores en el grupo Recuperador (8,5 ± 1,1 vs 10,5 ± 1,4 mg/dL y 26,0 ± 3,3 vs 32,1 ± 4,3 %, p<0,0001 en ambas cifras). En la glucemia también tuvimos diferencias significativas, 24 ± 6 mg/dL en el grupo Recuperador y 86 ± 12 mg/dL en el grupo Hemofiltro (p<0,0001). Al igual ocurrió con el Láctico, 1,91 ± 0,40 por 2,47 ± 0,52 mmol/L (p=0,005). Finalizando con los iones, en el Na no se presentaron diferencias significativas, aunque si valores por encima de los normales en plasma, y en el K, sí que se hallaron diferencias (2,7 ± 0,4 y 4,2 ± 0,3, p<0,0001).

DISCUSIÓN

El principal hallazgo es que ambas técnicas, tanto el lavado de la sangre de banco en el recuperador con Hemosol Bo, como la hemofiltración balance o del cebado con reposición de Plasmalyte 148, mejoran la composición del cebado en la CEC pediátrica. Tras esta observación, quizás el hecho más significativo ha sido la gran diferencia en la Hb y el Hto en el cebado final, y este hecho viene producido por la pérdida de hematíes durante el lavado de la bolsa de sangre en el recuperador. Aunque la cantidad previa al lavado y la obtenida posteriormente fue muy similar, hubo una reducción de más de 3 gramos de Hb y de casi 10 puntos porcentuales en el Hto, y esta se produjo en el proceso de lavado, pasando de un volumen de glóbulos rojos de 188 ml (288 ml al 63%) a uno de 155 ml (292 ml al 53,2%), sufriendo una pérdida de 33 ml, lo que supone un 17,6% menos de volumen de hematíes, reducción parecida con datos publicados⁸. Suponemos que dicha pérdida podría deberse a diferentes motivos, el primero es que el programa optimizado del recuperador Xtra no sea al adecuado para procesar una bolsa de sangre de banco y más hematíes de la cuenta a la bolsa de desecho, de forma visible, eso ocurre cuando se realiza el último proceso y se elige la opción de “concentración”, al rellenar la campana con un Hto muy alto, hay paso de contenido hemático a la bolsa de desecho durante la parada de la campana y el inicio del lavado. También se podría pensar que el sistema de campana centrífuga

para el recuperador no sea el más adecuado, por lo que sería valorable realizar estudios comparando diferentes técnicas de recuperación de sangre, incluyendo algún sistema continuo de autotransfusión tipo CATS, para evaluar estos distintos recuperadores y sistemas de funcionamiento. Otro motivo podría ser que los hematíes de banco son más frágiles y someterlos a presiones y aceleraciones puede producir la rotura de estos, eliminándose en forma de hemólisis en el líquido de desecho, de forma visible o no. O bien una suma de todas las opciones, lo que sí se evitó es que parte de los hematíes se quedaran en el filtro del reservorio, motivo por el que la sangre de banco no pasó por este, sino que caía directamente sin filtrar.

Otro aspecto es la manipulación. el tiempo y la atención. En el grupo Recuperador hay una manipulación mucho mayor pues hay que pasar la bolsa de sangre al reservorio, donde ya hay solución de lavado, y realizar varios procesos, estando atentos al color del líquido de desecho, de forma que habitualmente hay que hacer una concentración en el último de ellos, y después la bolsa ya con el concentrado de hematíes lavado añadirla al cebado. Mientras que en el grupo Hemofiltro solo había que realizar el cebado normal y proceder al ultrafiltrado balance cero, con menor atención, pues el sensor de nivel puede actuar como aviso.

En cuanto a la solución de lavado elegida para el recuperador, el Hemosol Bo nos pareció la más adecuada debido a la no presencia de K (existiendo la posibilidad de añadir la cantidad deseada) y en nuestra unidad teníamos experiencia en cuanto al uso de esta solución en el recuperador de sangre. El Plasmalyte se usó para la reposición del hemofiltrado del cebado pues forma parte habitualmente del mismo. Y en relación con los datos de pH, PCO₂ y CO₃H, son mejores en el grupo Recuperador y dentro de rango normal, mientras que en el grupo Hemofiltro están fuera de estos rangos. Esto tiene varios motivos, el primero es la propia solución, ya que el Hemosol tiene dentro de su composición bicarbonato sódico, presentando así unos parámetros ajustados a la normalidad, al tiempo que el Plasmalyte tiene acetato y glutamato, pero no tiene el mismo efecto tamponador. Sin embargo, el aspecto más influyente es el uso del hemoconcentrador que conlleva una mayor eliminación de dicho bicarbonato, y a pesar de haber añadido más de este, significativamente en el cebado del grupo Hemofiltro, no se consiguió alcanzar valores normales. Por otro lado, está el flujo de gas administrado al oxigenador, aunque se utilizaba un flujo mínimo de 0,02 lpm, habitualmente, el tiempo necesario para preparar el cebado definitivo era mayor en el grupo Hemofiltro, pues tras la preparación del cebado completo normal, después había que realizar la ultrafiltración balance o y esto aumentaba el tiempo total de recirculación con respecto al grupo Recuperador, por lo que también se podían alterar los parámetros anteriores. No obstante, pensamos que con cierta experiencia y la ayuda de CDI550, calibrándolo de forma previa du-

rante el cebado, se podrían ajustar mejor estos parámetros. Donde no hubo diferencias fue en la PO_2 , que fue muy elevada en ambos grupos a pesar de usar una FiO_2 de 28%, ni tampoco en la osmolaridad, siendo esta mayor en el grupo Hemofiltro sin llegar a ser significativa la diferencia.

Los casos de la glucemia y del láctico, son similares. Ambos son menores de forma significativa en el grupo Recuperador. Parece que es más efectivo el lavado que la hemofiltración para eliminar la glucosa, partiendo de que ambas soluciones carecen de esta en su composición. En cuanto al láctico, a pesar de que el Hemosol usado como solución de lavado en el recuperador, tiene un valor de 3 mmol/L, el dato obtenido en este grupo es inferior más medio punto, por lo que el recuperador tiene una capacidad mayor de eliminar el láctico que la técnica de ultrafiltración con reposición de Plasmalyte, aunque este último carezca de láctico entre sus componentes.

Por último, para analizar los iones, tuvieron comportamientos parecidos. En el Na los valores medios están por encima de lo normal, 150 meq/L en el grupo Recuperador y 153 meq/L en el de Hemofiltro, está claro que hemos aumentado su concentración, puesto que en la bolsa de banco es el único parámetro de los medidos que está dentro de rangos normales. En el primero, hemos añadido menos bicarbonato sódico debido a la presencia del mismo en la composición del Hemosol Bo y tenemos un bicarbonato normal en la gasometría, por lo que quizás se podría añadir menos en el cebado. Pero en el caso del Hemofiltro, con un defecto de base importante, no se puede añadir más bicarbonato, pues ya parte de 153 meq/L, si se intentara corregir aumentaríamos más este valor. El K en el grupo recuperador está cerca de la normalidad, 2,7 meq/L, porque se han añadido 3 meq/L a la bolsa de Hemosol, sería cuestión de añadir la cantidad que deseáramos que tuviera el cebado final. En el otro grupo, el valor está dentro de los márgenes normales, 4,2 meq/L. Este parámetro se reduce fácilmente porque en el cebado solo está el que se añade con la sangre de banco o lavada. Si quisiéramos con el recuperador, podríamos partir de 0 en el K.

Como limitaciones principales del estudio es que no existe una aleatorización en los grupos, no obstante, los datos basales y antropomórficos no presentan diferencias. Quizás se debería haber comparado una única solución o bien Plasmalyte o bien Hemosol en ambas situaciones, tanto como solución de lavado del recuperador como reposición a la ultrafiltración balance o. Por un lado, pensábamos que el Hemosol iba a producir un mejor concentrado final que el Plasmalyte pero por otro, su uso en el cebado nos habría obligado a cambiar la práctica clínica. Así que se decidió el estudio tal y como se ha planteado.

Como conclusión final, para la mejora del cebado hemático en la CEC pediátrica la opción a elegir es la ultrafiltración balance cero del cebado con Plasmalyte 148, ya que ofrece una mayor Hb y Hto y, a la vez, brinda una menor manipula-

ción durante todo el proceso. Sería necesario explorar otros recuperadores y otras soluciones, para obtener un cebado lo más óptimo posible.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no presentan conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kayoum AA, Rivera Flores E, Reyes M, Almasarweh SI, Ojito J, Burke RP, et al. Safety of bloodless open-heart surgery on cardiopulmonary bypass in selected children: A single center experience with minimal invasive extracorporeal circulation. *Perfusion*. 2022; Dec 8 :2676591221145623. doi:10.1177/02676591221145623
2. Redlin M, Boettcher W, Kukucka M, Kuppe H, Habazettl H. Blood transfusion during versus after cardiopulmonary bypass is associated with postoperative morbidity in neonates undergoing cardiac surgery. *Perfusion*. 2014;29(4):327-332. doi:10.1177/0267659113517922
3. Kipps AK, Wypij D, Thiagarajan RR, Bacha EA, Newburger JW. Blood transfusion is associated with prolonged duration of mechanical ventilation in infants undergoing reparative cardiac surgery. *Pediatr Crit Care Med*. 2011;12(1):52-56. doi:10.1097/PCC.obo13e3181e30d43
4. Kneyber MCJ, Grotenhuis F, Berger RFM, Ebels TW, Burgerhof JGM, Albers MJJ. Transfusion of leukocyte-depleted RBCs is independently associated with increased morbidity after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Crit Care Med*. 2013;14(3):298-305. doi:10.1097/PCC.obo13e3182745472
5. Salvin JW, Scheurer MA, Laussen PC, Wypij D, Polito A, Bacha EA, et al. Blood transfusion after pediatric cardiac surgery is associated with prolonged hospital stay. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(1):204-210. doi:10.1016/j.athoracsur.2010.07.037
6. Altun D, Arnaz A, Doğan A, Yalçınbaş Y, Türköz R, Yükses A, et al. Measuring potassium level in packed red blood cells before using: Word of caution for congenital cardiac surgery. *J Card Surg*. 2022;37(3):535-541. doi:10.1111/jocs.16158
7. Bennett-Guerrero E, Kirby BS, Zhu H, Herman AE, Bandarenko N, McMahon TJ. Randomized study of washing 40- to 42-day-stored red blood cells. *Transfusion*. 2014;54(10):2544-2552. doi:10.1111/trf.12660
8. de Vroege R, Wildevuur WR, Muradin JAG, Graves D, van Oeveren W. Washing of stored red blood cells by an autotransfusion device before transfusion. *Vox Sang*. 2007;92(2):130-135. doi:10.1111/j.1423-0410.2006.00852.x
9. Osthau WA, Sievers J, Breyman T, Suempelmann R. Bicarbonate buffered ultrafiltration leads to a physiologic priming solution in pediatric cardiac surgery. *Interact*

Cardiovasc Thorac Surg. 2008;7(6):969-972. doi:10.1510/icvts.2008.179333

10. Gholampour Dehaki M, Niknam S, Bakhshandeh H, Azarfarin R. Zero-balance ultrafiltration of the priming blood modifies the priming components and improves the clinical outcome in infants undergoing cardiopulmonary bypass: A randomized controlled trial. *Artif Organs*. 2020;44(3):288-295. doi:10.1111/aor.13559

Tabla I. Datos antropométricos y de la bolsa de sangre.

	RECUPERADOR N=16	HEMOFILTRO N=10	p
GÉNERO (F/M)	75/25%	50/50%	NS
EDAD	1,59 ± 1,80	1,62 ± 1,42	NS
PESO	9,2 ± 4,6	9,1 ± 4,9	NS
TALLA	75 ± 20	75 ± 19	NS
SC	0,42 ± 0,17	0,42 ± 0,17	NS
VOLUMEN BOLSA	288 ± 19	288 ± 9	NS
DÍAS EXTRACCIÓN	3,9 ± 1,4	3,7 ± 1,1	NS
VOLUMEN BOLSA	288 ± 19	288 ± 9	NS
DÍAS EXTRACCIÓN	3,9 ± 1,4	3,7 ± 1,1	NS

F: Femenino; M: Masculino; SC: Superficie corporal

Tabla II. Datos de la composición del cebado en ambos grupos.

	RECUPERADOR	HEMOFILTRO	SIGN.
Plasmalyte	159 ± 55	125 ± 35	0,0001
Sangre	283 ± 35	276 ± 29	NS
Albúmina	141 ± 20	140 ± 21	NS
Manitol	24 ± 12	24 ± 12	NS
Bicarbonato	16 ± 5	25 ± 5	0,0001
Heparina	12 ± 3	12 ± 4	NS
Corticoide	74 ± 54	35 ± 33	NS
Volumen Cebado	613 ± 81	590 ± 51	NS

Tabla III. Datos analíticos de la bolsa de sangre de banco

	RECUPERADOR	HEMOFILTRO	SIGN.
pH	6,81 ± 0,05	6,82 ± 0,05	NS
PCO ₂	79 ± 9	79 ± 11	NS
PO ₂	47 ± 13	43 ± 8	NS
SO ₂	59 ± 14	53 ± 11	NS
CO ₃ H	11,7 ± 1,0	12,3 ± 1,3	NS
EB	-20 ± 1	-19 ± 1	NS
OSMOLARIDAD	291 ± 10	291 ± 5	NS
HEMOGLOBINA	20,6 ± 0,9	20,7 ± 1,0	NS
HEMATOCRITO	63,0 ± 2,8	62,8 ± 3,4	NS
GLUCEMIA	394 ± 37	421 ± 38	NS
NA ⁺	135 ± 5	134 ± 3	NS
K ⁺	8,2 ± 3,1	7,4 ± 2,5	NS
LÁCTICO	9,87 ± 1,47	9,20 ± 1,56	NS

Tabla IV. Comparación del cebado inicial y del cebado ultrafiltrado en el grupo Hemofiltro

	CEBADO INICIAL	CEBADO ULTRAFILTRADO	SIGN.
pH	7,33 ± 0,15	7,51 ± 0,12	0,0001
PCO ₂	62,9 ± 29,4	16,2 ± 5,8	0,001
PO ₂	267 ± 23	275 ± 51	NS
SO ₂	100 ± 0	100 ± 0	NS
CO ₃ H	33,8 ± 7,7	16,5 ± 5,2	0,0001
EB	6,8 ± 8,9	-8,8 ± 7,2	0,0001
OSMOLARIDAD	339 ± 11	311 ± 9	0,0001
HB	10,1 ± 1,2	10,5 ± 1,4	NS
HTO	30,8 ± 4,0	32,1 ± 4,3	NS
GLUCEMIA	164 ± 27	86 ± 12	0,0001
NA ⁺	165 ± 5	153 ± 4	0,0001
K ⁺	3,3 ± 0,6	4,2 ± 0,3	0,0001
LÁCTICO	3,71 ± 0,75	2,47 ± 0,52	0,0001

Tabla V. Parámetros analíticos del cebado final en ambos grupos

	RECUPERADOR	HEMOFILTRO	SIGN.
pH	7,44 ± 0,13	7,51 ± 0,12	NS
PCO ₂	40,0 ± 12,0	16,2 ± 5,8	0,0001
PO ₂	272 ± 43	275 ± 51	NS
SO ₂	100 ± 0	100 ± 0	NS
CO ₃ H	26,0 ± 5,0	16,5 ± 5,2	0,0001
EB	2,1 ± 5,7	-8,8 ± 7,2	0,001
OSMOLARIDAD	301 ± 15	311 ± 9	NS
HB	8,5 ± 1,1	10,5 ± 1,4	0,0001
HTO	26,0 ± 3,	32,1 ± 4,3	0,0001
GLUCEMIA	24 ± 6	86 ± 12	0,0001
NA ⁺	150 ± 7	153 ± 4	NS
K ⁺	2,7 ± 0,4	4,2 ± 0,3	0,0001
LÁCTICO	1,91 ± 0,40	2,47 ± 0,52	0,005