

Análisis comparativo del lavado de concentrado de hematíes de banco con recuperador de sangre: AUTOLOG® vs XTRA®

Comparative analysis of stored red blood cell washing with cell saver: AUTOLOG® vs XTRA®

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: Los efectos deletéreos del uso de sangre de banco son bien conocidos, siendo necesario su uso en el cebado de la CEC pediátrica. El objetivo fue comparar dos recuperadores de sangre para el lavado previo al cebado de la CEC de la bolsa de concentrado de hematíes de banco en cuanto a la pérdida de hematíes durante el proceso, resultado final y tiempo empleado en el proceso.

Material y Método: Se realizó estudio observacional prospectivo del lavado de la bolsa de concentrado de hematíes de banco entre octubre-2023 y enero-2024, comparando el uso del recuperador Autolog® y Xtra®, con campanas de 135 y 125 ml, respectivamente, y usando como solución de lavado Hemosol Bo. Se aplicaron los programas estándar en ambos. Para un control exhaustivo se usó el peso de las bolsas para calcular la masa total de glóbulos rojos.

Resultados: Se analizó el procesamiento de 14 bolsas de sangre, 7 en cada grupo. La media desde la extracción fue de 5,6±2,1 días. El peso real medio de la bolsa de banco antes del lavado fue de 332±8 g en Xtra y 306±20 g en Autolog ($p=0,007$) y poslavado 318±24 y 229±1 g ($p<0,0001$), siendo la diferencia significativa en ambos casos. En el grupo Xtra la pérdida media en la masa total de hematíes fue de 14,4±2,6% y Autolog registró una de 22,8±3,8%, siendo esta diferencia significativa ($p=0,001$). Mientras el hematocrito y hemoglobina finales fueron superiores en Autolog® (62,8±1,3% vs 56,4±2,9%, $p<0,001$; 20,7±0,6 vs 18,1±1,0 gr/dL, $p<0,0001$) también de forma significativa. El tiempo empleado en cada ciclo fue significativamente más corto con Autolog® (3,9±0,2 vs 6,4±0,4 min, $p<0,0001$).

Discusión: El recuperador Xtra conservó mejor el volumen total de hematíes de la bolsa de banco mientras que Autolog presentó un hematocrito y hemoglobina más altas y su tiempo de proceso fue significativamente inferior.

Palabras clave: recuperador de sangre; concentrado de hematíes de banco; lavado bolsa de banco

Introduction: The deleterious effects of stored red blood cells are well known, and its use is necessary for priming pediatric CPB. The objective was to compare two cell savers for washing the bank red blood cell prior to CPB priming in terms of red blood cell loss during the process, final result, and time spent in the process.

Materials and Method: A prospective observational study of the washing of the banked red blood cell concentrate bag was carried out between October 2023 and January 2024, comparing the use of the Autolog® and Xtra® cell savers, with 135 and 125 ml bowls, respectively, and using Hemosol Bo as a washing solution. Standard programs were applied in both. For exhaustive control, the weight of the bags was used to calculate the total red blood cell mass.

Results: The processing of 14 blood bags was analyzed, 7 in each group. The mean elapsed since extraction was 5.6±2.1 days. The mean weight of the bank bag before washing was 332±8 g in Xtra and 306±20 g in Autolog ($p=0.007$) and post-wash 318±24 and 229±1 g ($p<0.0001$), the difference was significant in both cases. In the Xtra group the mean loss in total red blood cell mass was 14.4±2.6% and Autolog 22.8±3.8%, this difference significant too ($p=0.001$). While the final hematocrit and hemoglobin were higher in Autolog (62.8±1.3% vs 56.4±2.9%, $p<0.001$; 20.7±0.6 vs 18.1±1.0 gr/dL, $p<0.0001$) also significantly. The time spent on each cycle was shorter with Autolog (3.9±0.2 vs 6.4±0.4 min, $p<0.0001$).

Discussion: The Xtra cell saver better preserved the total volume of red blood cells in the blood bank bag while Autolog had a higher hematocrit and hemoglobin and its processing time was significantly lower.

Keywords: cell saver; stored red blood cell; blood bank washing.



Carlos Casado Sánchez

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

Miguel Carlos González Perales

Enfermero Perfusionista
Hospital Regional Universitario de Málaga
ORCID:0000-0002-9638-061

Mariluz Recio Recio

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

Juan Carlos Santos Palomino

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

Carlos Casado Sánchez
Av. Carlos Haya s/n. 29010. Málaga
carlos.casado.sspa@juntadeandalucia.es

Recibido: enero 2025
Aceptado: marzo 2025

INTRODUCCIÓN

El enfermero perfusionista durante el proceso quirúrgico de las cardiopatías congénitas pediátricas tiene retos significativos en el sangrado intra y postoperatorio y en el control y uso de hemoderivados. Aparte de la miniaturización de los circuitos de circulación extracorpórea (CEC), se pueden aplicar diversas técnicas durante la cirugía para minimizar la transfusión de hemoderivados y sus efectos: la optimización y disminución del cebado, la ultrafiltración del cebado durante la CEC; la ultrafiltración modificada una vez finalizada la CEC; y el uso de recuperador de sangre.

El uso de recuperadores de sangre se ha convertido en una práctica esencial para optimizar la utilización de glóbulos rojos de banco y minimizar la necesidad de transfusiones de hemoderivados de donante. Algunos estudios han evidenciado que la transfusión de sangre recuperada durante procedimientos quirúrgicos reduce la exposición a productos sanguíneos de banco y mejora los resultados clínicos en poblaciones vulnerables como los neonatos y lactantes en cirugía con CEC¹. Así mismo, Nathan et al², en un estudio con 3 cohortes en años diferentes, usando el recuperador en los dos últimos, presentó una reducción significativa en el uso de sangre intra y postoperatoria, con un 10% menos de pacientes requiriendo transfusiones de banco en el segundo año de uso. Por otro lado, en el estudio de Kaiser et al³, hubo menos exposiciones a donantes diferentes en cirugías cardíacas complejas, sin un aumento significativo del sangrado postoperatorio. En otro estudio, las transfusiones del recuperador de sangre en niños pueden reducir los niveles de IL-10, posiblemente debido a una disminución general del estado proinflamatorio, y pueden estar asociadas con mejoras en las funciones renal y pulmonar⁴.

Se han explorado otras aplicaciones del recuperador celular, como el cambio de la solución del lavado, ya que todas las empresas que fabrican recuperadores de sangre recomiendan como solución de lavado el suero salino, que no fisiológico, habría que pensar en soluciones cristaloide balanceadas, donde se puede almacenar durante 24 horas la sangre recuperada y lavada con Plasmalyte⁵. Refaai et al⁶ vieron que lavar bolsas alícuotas con Plasmalyte comparado con suero salino disminuyó la hemólisis y mejoró la función plaquetaria a las 24, 48 y 72 h después del lavado.

En este caso, interesa un hallazgo casual encontrado en el estudio de Santos et al⁷, donde compararon el lavado de la bolsa de banco previo al cebado de la bomba de CEC y la ultrafiltración pre CEC del cebado para la consecución de un cebado más fisiológico. Ellos detectaron una pérdida de hematíes en el recuperador Xtra® del 17,6%, en consonancia con los resultados obtenidos por Melo et al⁸, en

torno a una pérdida del 13% en el recuperador Electa® y de Vroege et al⁹ que perdieron en torno a 15% también con el mismo recuperador. Pero ninguno de estos estudios iba enfocado específicamente a este hallazgo.

De hecho, el objetivo en este estudio fue comparar dos recuperadores de sangre, Xtra® (Sorin) y AutoLog IQ® (Medtronic), para el lavado previo al cebado de la CEC de la bolsa de concentrado de hematíes de banco en cuanto a la pérdida de hematíes durante el proceso, principalmente, y el resultado final y tiempo empleado en este.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó estudio observacional prospectivo del lavado de la bolsa de concentrado de hematíes de banco entre octubre-2023 y enero-2024, comparando el uso del recuperador Autolog IQ® (Medtronic) y Xtra® (Liva Nova), con campanas de 135 y 125 ml, respectivamente, a elección del perfusionista.

El Autolog viene con un programa estándar donde no se pueden modificar los parámetros, el flujo de llenado son 600 ml/min, el flujo de lavado y después de flujo de vaciado y el volumen de lavado son 250 ml. Mientras que es el Xtra se usó el programa estándar con flujo de llenado de 300 ml/min, un flujo de lavado de 250 ml/min y un flujo de vaciado de 250 ml/min. El volumen de lavado inicial era de 900 ml, pero si la salida a la bolsa de residuos era clara se paraba en ese momento. La única solución usada en todo el proceso fue el Hemosol Bo (HBo), que está compuesto por una bolsa de PVC con dos compartimentos: el pequeño que contiene la solución de electrolitos y el grande la solución tampón. Esta solución hay que reconstituirla antes del uso y su composición final la podemos ver en la tabla 1.

Se creó un registro de recogida de datos específico. La técnica usada en ambos recuperadores fue similar. En primer lugar, se pesó la bolsa de banco elegida, anotando los gramos. Se extrajeron 1,5 ml para la analítica correspondiente. Posteriormente se dejó caer en el reservorio del recuperador sin pasar por el filtro del mismo, que previamente había sido llenado con 500 ml de HBo para producir una cierta hemodilución de la bolsa y que el llenado no fuese con un hematocrito demasiado elevado. Se volvió a pesar la bolsa vacía para restar los gramos correspondientes y conocer la cantidad exacta enviada al reservorio del recuperador. Y se puso en marcha el recuperador y un cronómetro. Los procesos fueron continuos y si la última campana no estaba completa, se rellenaba de la bolsa de hematíes lavados. Al finalizar el proceso se paraba el cronómetro y se anotaba el tiempo y el número de ciclos empleados. Se tomaba la bolsa de los glóbulos rojos ya lavados y se pesaba, teniendo en cuenta el peso en vacío de la misma. Se realizaba una nueva extracción de 1,5 ml, para realizar otra analítica.

ca. Y ya podía ser usada para el cebado de la bomba de CEC. Y se colocaba una nueva bolsa para los hematíes en el recuperador, el cual quedaba preparado para su uso normal durante la CEC.

Las variables recogidas fueron las siguientes: fecha de extracción y fecha de uso de la bolsa; peso de la bolsa de banco en g; peso de la bolsa de banco en vacío; peso de la bolsa de hematíes lavados en g; peso de la bolsa de los recuperadores en g; volumen en ml determinados por el recuperador; volumen de HBO usado en el lavado; tiempo empleado en el proceso completo en min; el número de ciclos; hematocrito (Hto) y hemoglobina (Hb); bioquímica con glucemia, lactato, sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl) y magnesio (Mg). Otras variables como volumen real de las bolsas en ml, volumen de hematíes de las bolsas en ml y la pérdida total de hematíes en %, como variable resultado principal, fueron calculadas a partir de las anteriores.

Se efectuó un análisis estadístico descriptivo de las distintas variables. Las variables de naturaleza cuantitativa se describen mediante la media y la desviación estándar, o mediante la mediana y el rango intercuartílico, en caso de que la distribución no fuese normal. La idoneidad de las pruebas estadísticas usadas en este trabajo se evalúa en función de la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad mediante la prueba de Levene. Se usó la prueba t de Student en muestras independientes y muestras relacionadas, dependiendo de las variables para la comparación de medias bajo condiciones de normalidad y homocedasticidad. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa un valor de $p < 0,05$. Todos estos análisis se realizaron con SPSS v.26.

RESULTADOS

Se procesaron 14 bolsas de concentrado de hematíes, 7 en el grupo Autolog y 7 en el grupo Xtra. La media de días transcurridos entre la extracción y el procesamiento en quirófano fue de $5,6 \pm 2,1$, aunque en el grupo Xtra fue de $5,0 \pm 1,2$ días y en el grupo Autolog de $6,5 \pm 2,9$ días, sin que esta diferencia fuese significativa.

El número de procesos difirió entre ambos recuperadores, el Autolog realizó $2,3 \pm 0,3$ contra $3,0 \pm 0,0$ del Xtra, este último siempre realizó 3 procesos, siendo esta diferencia significativa. El tiempo total empleado en procesar la bolsa de banco fue de $9,7 \pm 2,0$ min en el Autolog y de $19,0 \pm 1,3$ min en el Xtra, si lo dividimos por el número de procesos estos datos se convierten en $3,9 \pm 0,2$ vs $6,4 \pm 0,4$ min por cada proceso, siendo ambas diferencias significativas a favor del Autolog. Algo parecido ocurrió con el volumen de lavado, el Autolog tiene una cantidad fija de lavado de 250 ml, mientras en el Xtra la cantidad programada eran 900 ml, se reducía ese volumen si el líquido de lavado salía claro hacia la bolsa de resi-

duos, finalmente fue de 567 ± 67 ml (Tabla 2).

Valorando los contenidos y concentración de las bolsas procedentes del banco de sangre, los resultados obtenidos se pueden ver en la tabla 3. La primera cantidad que se tuvo en cuenta, aunque de forma simbólica, fue la cantidad de ml registrada en la etiqueta de la bolsa, como la sangre es un 6% de promedio más pesada que el agua, el cálculo es fácil. Teóricamente, según los ml que indicaban la etiqueta de las bolsas, el grupo Autolog debería tener un peso en gramos de 328 ± 16 y el grupo Xtra 341 ± 13 , sin diferencias significativas. Sin embargo, el peso medio de las bolsas fue de 353 ± 19 vs 381 ± 8 g, pero una vez restado el peso de la bolsa vacía (entre 47 y 49 g), estos datos pasaban a 306 ± 20 vs 332 ± 8 g, pasando a ser estas diferencias significativas ($p = 0,007$). En el caso del Hto y Hb, las diferencias no fueron significativas pero las bolsas procesadas en el Autolog, tuvieron de media un Hto de 1,6 puntos por debajo del Xtra.

Cuando se procesó la bolsa de banco, el primer dato obtenido fue la cantidad recuperada que facilitaba el recuperador de células en pantalla, en el Autolog fue de 232 ± 29 ml y en el Xtra 344 ± 19 ml, transformado a gramos resultó en 246 ± 30 contra 364 ± 20 , siendo en ambos casos la diferencia significativa. Cuando se realizó el pesaje de las bolsas completas recuperadas, en el grupo Autolog fue de 287 ± 31 por 373 ± 24 g en el grupo Xtra, al restar el peso de las bolsas vacías (58 g en Autolog y 55 g en Xtra), el valor final en ambos grupos, respectivamente, fue de 229 ± 24 vs 318 ± 24 g, diferencias muy significativas entre ambos ($p < 0,0001$). El Hto y la Hb presentaron los siguientes resultados, $62,8 \pm 1,3\%$ para el Autolog y $56,4 \pm 2,9\%$ para Xtra ($p < 0,0001$) y $20,7 \pm 1,6$ vs $18,1 \pm 1,1$ g/dL ($p < 0,0001$) siendo diferencias significativas importante entre ambos recuperadores (Tabla 4).

Para llegar al objetivo principal de trabajo (Tabla 5), y ver la pérdida exacta del porcentaje de hematíes en el proceso de lavado, se cogió el peso real de las bolsas en gramos y se convirtió en mililitros. Esta cantidad se multiplicó por el Hto/100 y se obtuvo el volumen de hematíes en ml que había en las bolsas. Tras esto se restó el volumen de hematíes de las bolsas de banco del de las bolsas lavadas y se consiguió el volumen de hematíes perdido en el proceso, que fue de $40,0 \pm 6,1$ ml en el grupo de Autolog y $28,5 \pm 5,6$ ml en el Xtra ($p = 0,005$), siendo significativamente mayor en el primer grupo. Como dato final, el porcentaje de pérdida de hematíes con respecto al volumen de hematíes de la bolsa de banco fue del $22,8 \pm 3,8\%$ en Autolog contra $14,4 \pm 2,6\%$ en el Xtra ($p = 0,001$).

Finalmente, en el análisis bioquímico, las muestras de bolsa de banco entre ambos grupos y, así como, las lavadas entre ambos recuperadores no mostraron diferencias significativas en ningún parámetro. Si comparamos las bolsas de banco con las lavadas, existen diferencias significativas entre todos los parámetros excepto en el Na y en el Cl, en cuanto al Mg, aunque existen diferencias significativas, en ambos grupos están por debajo de valores normales. No ocurre lo mis-

mo con la glucemia, K y lactato donde los valores son muy elevados en las bolsas de banco y tras el lavado se produce una reducción significativa en todos (Tabla 6). Si analizamos los datos conjuntos de los dos grupos, la glucemia previa era de 433 ± 42 mg/dL mientras que en las lavadas era de 58 ± 16 mg/dL ($p < 0,0001$), el K fue de $10,3 \pm 2,9$ en la de banco y de $1,2 \pm 0,6$ meq/L ($p < 0,0001$) y el Lactato $12,5 \pm 2,8$ vs $6,5 \pm 1,4$ mmol/L ($p < 0,0001$).

Discusión

El principal propósito de este estudio partió de un hallazgo casual en una investigación anterior donde se apreció una pérdida en el volumen de hematíes en el proceso de lavado⁷, pero no se realizó un análisis tan exhaustivo como en la presente, se creyó que no fue un dato excesivamente preciso, de ahí el planteamiento de comparar dos recuperadores para esta cuestión. Aunque se partió de una diferencia significativa del peso real en gramos entre ambos recuperadores (Autolog, 302 vs 336, Xtra), esto no afectaba al estudio, ya que el resultado principal salió de la diferencia pre y postlavado. En este caso, el Xtra demostró una menor pérdida del volumen de hematíes, alrededor de un 14,4%, siendo una diferencia significativa con el 22,8% que presentó el Autolog. Comparándolo con el estudio anterior, este tuvo un 17,6%, pero no se tuvieron en cuenta los pesos reales y se tomaron como válidos los mililitros que facilitaba el recuperador, además la campana usada en el estudio anterior fue de 55 ml y el programa fue el optimizado. Siempre se usó el factor corrector de 1,06 g por cada ml para hacer pasar de unas unidades a otras, no obstante, se asumió el posible error pues la sangre normal tiene en torno a un 38-45% de Hto y en las bolsas del estudio estuvieron alrededor del 60%, lo que supondría un incremento del peso por ml, pero se prefirió mantener la proporción aceptada universalmente. En este estudio se usaron campanas de un volumen parecido entre ellas, 135 ml en el Autolog y 125 ml en el Xtra. Se desconoce qué grado de hemólisis puede producir cada recuperador durante los procesos de llenado, lavado y vaciado, ni el grado de influencia que podría tener en el resultado final, ni si ocurre lo mismo con la sangre recuperada del campo quirúrgico que con el lavado de una bolsa de banco. Normalmente es una cuestión que no se plantea en el uso habitual del recuperador, porque no se sabe el Hto real de lo que se aspira en el campo quirúrgico o bien lo que se pueda pasar del resto de circuito de CEC y cardioplejia.

Otro aspecto importante fue determinar cuánto duraba cada ciclo, ya que el tiempo del proceso completo de la bolsa se vio que no era adecuado para ajustar los resultados (Autolog empleó 9,7 min y Xtra 19 min, casi se doblaba el tiempo de proceso), puesto que Autolog solo hizo 2,3 ciclos, en más casos realizó 2 ciclos que 3, mientras que Xtra en todos los casos hizo 3. También hay que tener en cuenta que en el último

ciclo siempre hubo que retornar parte de la sangre ya lavada para completar la campana. De esta manera, el ciclo en Autolog fue menor a 4 min y en Xtra fue de 6,4 min, siendo esta diferencia muy significativa y hubiese sido mayor sino se hubiesen acortado los volúmenes de lavado, ya que Xtra partía con 900 ml de lavado por ciclo, en ningún ciclo se dejó llegar a ese punto, quedando en una media de 567 ml, y Autolog solo necesito 250 ml como cantidad fija marcada por el programa. Quizás en el caso del Xtra, por tratar de forma igualitaria a ambos recuperadores, se le podía haber puesto los mismos flujos de llenado, lavado y vaciado que en el Autolog, y el volumen de lavado en 250, en ese caso los tiempos por proceso hubiesen sido casi iguales, aunque se puede suponer, por la experiencia, que el producto final de Xtra hubiera sido bastante peor. De hecho, se eligió el programa estándar, aunque también por experiencia se sabía que no eran necesarios los 900 ml de lavado que había programados, pero fue necesario estar pendiente de todo el proceso para reducir este. En lo que si hay diferencias es en la longitud de las líneas, siendo más compacto y reducido el Autolog.

Pasando a la calidad de la bolsa lavada en cuanto a Hto y Hb, claramente el Autolog consiguió mejores resultados obteniendo casi 6,5 puntos más que Xtra en el Hto (62,8 vs 56,4%) y más de 2,5 g/dL en la Hb (20,7 vs 18,1 g/dL). No se midieron otros parámetros para evaluar la calidad de forma más completa como el 2-3 difosfoglicerato, hemoglobina libre en plasma, agentes proinflamatorios o metabolitos grasos, solo se tuvieron en cuenta los parámetros antes mencionados, y en estos se mostró claramente superior el Autolog.

Con respecto al análisis bioquímico, ambos recuperadores presentan resultados similares, consiguen una reducción significativa de la glucemia, K y lactato mientras que aumentan un poco el Mg y dejan igual Na y Cl. Existe una influencia evidente de la solución de lavado en los resultados de estos parámetros en los que no existe una alteración muy importante estos se igualan a la concentración que presenta el HBO, cosa que ocurre con Na, Cl y Mg, también se puede ver condicionado porque se usó HBO (≈ 500 ml) en el reservorio para diluir la bolsa de banco. Por otro lado, glucemia (433 vs 58 mg/dL) y K (10,3 vs 1,2 meq/L) tuvieron las mayores reducciones del estudio. En el lactato esa reducción fue menor (12,5 vs 6,5 mmol/L), debido a la composición del HBO, que cuenta con un lactato de 3 mmol/L. Se podrían usar otras soluciones de lavado como el Plasmalyte, que no contiene lactato, pero si 5 meq/L de K, pero lo que no es recomendable es usar suero salino (solo lleva 154 meq/L de Na y Cl), menos aún en niños, aunque de forma general todos los fabricantes de recuperadores de sangre recomiendan el uso de este. También se observó que para obtener resultados similares en las bolsas lavadas el Autolog solo necesitó 250 ml de volumen de lavado contra los 567 ml de Xtra, no sabemos si puede ser debido al diseño de su campana o al sistema de lavado, la cuestión es que ese volumen es suficiente para disminuir los parámetros

bioquímicos elevados, disminuyendo también la duración del ciclo.

Aunque un dato que no se pensó previo al estudio, pero que con carácter informativo puede ser interesante, fue la cantidad de sangre lavada que nos reportó el recuperador de sangre en pantalla, y que en ambos casos fueron optimistas. El Autolog informó de una sangre lavada de 232 ml, mientras que los ml calculados a través del peso real fueron de 216 ml, suponiendo estos 16 ml una diferencia del 6,9%. En Xtra, la cantidad que apareció en pantalla fue de 344 ml siendo el cálculo posterior de 300 ml, aquí la diferencia fue mayor 44 ml, suponiendo un error del 12,8%. También a título informativo, hubo una elevación del K y Lactato cuantos más días habían pasado de la extracción de sangre del donante hasta el lavado de la bolsa.

Como conclusión, ambos recuperadores cumplen su función de forma adecuada para el lavado de bolsa de banco, eliminando de manera efectiva los productos celulares y los metabolitos como glucosa, potasio y lactato. Como objetivo primario, el Xtra conservó mejor el volumen total de hematíes mientras que el Autolog empleó menos tiempo en el proceso y tuvo un hematocrito y hemoglobina más elevados. Sería necesario evaluar otros recuperadores para comprobar si gestionan de manera más eficiente el proceso de lavado de bolsa de banco.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no presentan conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Medtronic España la cesión del recuperador Autolog IQ y del fungible necesario para la realización de este estudio, sin esa ayuda este estudio no hubiera sido posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cholette JM, Powers KS, Alfieri GM, Angona R, Henrichs KF, Masel D, et al. Transfusion of cell saver salvaged blood in neonates and infants undergoing open heart surgery significantly reduces RBC and coagulant product transfusions and donor exposures: results of a prospective, randomized, clinical trial. *Pediatr Crit Care Med*. 2013 Feb;14(2):137-47. doi: 10.1097/PCC.0b013e31826e741c.
2. Nathan M, Tishler B, Gauvreau K, Matte GS, Howe RJ, Durham L, et al. A red cell preservation strategy reduces postoperative transfusions in pediatric heart surgery patients. *Paediatr Anaesth*. 2018 May;28(5):450-457. doi: 10.1111/pan.13368. Epub 2018 Mar 25.
3. Kaiser A, Miller K, Tian G, Moore RH, Guzzetta NA. Feasibility of autologous intraoperative blood collection and retransfusion in small children with complex congenital heart defects undergoing cardiopulmonary bypass. *Paediatr Anaesth*. 2018 Sep;28(9):795-802. doi: 10.1111/pan.13449. Epub 2018 Aug 5.
4. Martinez MJ, Schwingshackl A, Romero T, Roach GD, Belperio JA, Federman MD. Cell saver blood transfusions may be associated with a decrease in inflammation and improved outcome measures in pediatric cardiac surgery patients. *Perfusion*. 2023 May;38(4):717-724. doi: 10.1177/02676591221078420. Epub 2022 Apr 12.
5. Cholette JM, McRae HL, Angona R, Cahill C, Swartz MF, Alfieri GM, et al. In Vitro and In Vivo Comparison of Hemoglobin and Electrolytes Following the Collection of Cell Saver Blood Washed with Either Normal Saline or Plasma-Lyte A. *J Extra Corpor Technol*. 2021 Sep;53(3):214-219. doi: 10.1182/ject-2100018.
6. Refaai MA, Conley GW, Henrichs KF, McRae H, Schmidt AE, Phipps RP, et al. Decreased Hemolysis and Improved Platelet Function in Blood Components Washed With Plasma-Lyte A Compared to 0.9% Sodium Chloride. *Am J Clin Pathol*. 2018 Jul 3;150(2):146-153. doi: 10.1093/ajcp/aqy036.
7. Santos Palomino JC, Recio Recio ML, Casado Sánchez C, Cabrera López A, González Perales MC. Sangre de banco en la CEC pediátrica: alternativas para la mejora en el cebado. *Rev Esp Perfusión*. 2022; 73:5-13.
8. Melo A, Serrick CJ, Scholz M, Singh O, Noel D. Quality of red blood cells using the Dideco Electa autotransfusion device. *J Extra Corpor Technol*. 2005 Mar;37(1):58-9.
9. de Vroege R, Wildevuur WR, Muradin JA, Graves D, van Oeveren W. Washing of stored red blood cells by an autotransfusion device before transfusion. *Vox Sang*. 2007 Feb;92(2):130-5. doi: 10.1111/j.1423-0410.2006.00852.x.

Tabla I: Composición de la solución reconstituida de Hemosol B0 (5 litros)

		en mmol/l	en mE/l
Calcio	Ca ²⁺	1,75	3,50
Magnesio	Mg ²⁺	0,5	1,0
Sodio	Na ⁺	140	140
Cloruro	Cl	109,5	109,5
Lactato		3	3
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	32	32

Tabla II: Tiempos, ciclos y volúmenes de lavado de los recuperadores

	AUTOLOG	XTRA	p
VOLUMEN TOTAL DE LAVADO (ml)	583 ± 129	1700 ± 200	<0,0001
TIEMPO TOTAL DEL PROCESO (min)	9,7 ± 2,8	19 ± 1,3	0,01
Nº DE CICLOS	2,3 ± 0,3	3,0 ± 0,0	<0,0001
TIEMPO/CICLO (min)	3,9 ± 0,2	6,4 ± 0,4	<0,0001
VOLUMEN/CICLO (ml)	250 ± 0	567 ± 67	<0,0001

ml: mililitros; min: minutos

Tabla III: Análisis de las bolsas de hematíes de banco

	AUTOLOG	XTRA	p
BOLSA DE BANCO (ml)	310 ± 15	321 ± 13	NS
BOLSA DE BANCO CALC (g)	328 ± 16	341 ± 13	NS
BOLSA DE BANCO PESADA (g)	353 ± 19	381 ± 8	0,004
BOLSA DE BANCO REAL (g)	306 ± 20	332 ± 8	0,007
HEMATOCRITO (%)	61,4 ± 2,4	63,0 ± 2,1	NS
HEMOGLOBINA (g/dL)	19,5 ± 0,8	19,7 ± 0,9	NS

ml: mililitros; g: gramos; g/dL: gramos por decilitro; NS: no significativo.

Tabla IV: Análisis de las bolsas de hematíes lavadas

	AUTOLOG	XTRA	p
BOLSA LAVADA (ml)	232 ± 29	344 ± 19	<0,0001
BOLSA LAVADA CALC (g)	246 ± 30	364 ± 20	<0,0001
BOLSA LAVADA PESADA (g)	287 ± 31	373 ± 24	<0,0001
BOLSA LAVADA REAL (g)	229 ± 31	318 ± 24	<0,0001
HEMATOCRITO (%)	62,8 ± 1,3	56,4 ± 2,9	<0,0001
HEMOGLOBINA (g/dL)	20,7 ± 1,6	18,1 ± 1,0	<0,0001

ml: mililitros; g: gramos; g/dL: gramos por decilitro.

Tabla V: Cálculo del volumen y pérdida de hematíes durante el proceso

	AUTOLOG	XTRA	p
BOLSA BANCO REAL (g)	306 ± 20	332 ± 8	<0,0001
BOLSA BANCO REAL (ml)	287 ± 18	313 ± 7	0,005
HEMATOCRITO (%)	61,4 ± 2,4	63,0 ± 2,1	NS
VOLUMEN TOTAL HEMATÍES (ml)	176 ± 16	197 ± 8,5	0,01
BOLSA LAVADA REAL (g)	229 ± 31	318 ± 24	<0,0001
BOLSA LAVADA REAL (ml)	216 ± 29	300 ± 23	<0,0001
HEMATOCRITO	62,8 ± 1,3	56,4 ± 2,9	<0,0001
VOLUMEN TOTAL HEMATÍES (ml)	136 ± 17	169 ± 8	0,001
VOLUMEN PERDIDO HEMATÍES (ml)	40,0 ± 6,1	28,5 ± 5,6	0,005
PÉRDIDA HEMATÍES (%)	22,8 ± 3,8	14,4 ± 2,6	0,001

g: gramos; ml: mililitros; NS: no significativo

Tabla VI: Comparación de parámetros bioquímicos tanto entre las bolsas de banco de cada grupo y bolsas lavadas de cada grupo, así como entre bolsas de banco y bolsa lavadas

		GLUCEMIA	SODIO	POTASIO	CLORO	MAGNESIO	LACTATO
AUTOLOG	BANCO	448 ± 41	139 ± 8	10,6 ± 4,0	109 ± 2	0,5 ± 0,0	13,3 ± 3,7
	LAVADA	57 ± 21	140 ± 4	1,0 ± 0,1	107 ± 2	0,95 ± 0,1	7,0 ± 1,7
	p	<0,0001	NS	0,005	NS	<0,0001	0,001
XTRA	BANCO	419 ± 39	141 ± 4	10,1 ± 1,8	110 ± 3	0,5 ± 0,0	11,5 ± 0,6
	LAVADA	61 ± 7	135 ± 5	1,5 ± 0,8	109 ± 1	1,0 ± 0,1	5,9 ± 0,5
	p	<0,0001	NS	<0,0001	NS	<0,0001	<0,0001

NS: no significativo. Las unidades son las siguientes: glucemia y magnesio, miligramos/decilitro; sodio, potasio y cloro, miliequivalentes/litro; lactato, milimoles/litro.