

# 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 sufrida<sup>1</sup>.

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<sup>2,3</sup>. 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 Duncan<sup>4</sup> en 1886, pese a no ser popularizado su uso hasta finales de los años sesenta<sup>5</sup>.

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<sup>6,7</sup>.

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<sup>8,9</sup>.

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 Anestesia<sup>10</sup> 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 científica<sup>11</sup>.

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»<sup>12</sup> 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»<sup>13</sup> 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»<sup>14</sup> 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»<sup>15</sup> 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»<sup>16</sup> 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 and retransfusion improves hemoglobin levels after coronary artery bypass grafting but affects coagulative and fibrinolytic systems»<sup>17</sup> 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»<sup>18</sup> 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 2013<sup>19</sup> 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»<sup>20</sup> 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»<sup>21</sup>, 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»<sup>22</sup> 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»<sup>23</sup> 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»<sup>24</sup> 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<sup>25,26</sup>.

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, Richerns 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