



## Investigación original

doi: 10.35366/99663

Revista Mexicana de  
**Anestesiología**

Julio-Septiembre 2021  
Vol. 44, No. 3, pp 173-177



### Palabras clave:

Cirugía cardíaca, recuperación de sangre operatoria, intercambio gaseoso pulmonar.

### Keywords:

Cardiac surgery, operative blood recovery, pulmonary gas exchange.

# Efecto del uso del recuperador celular en el intercambio gaseoso en pacientes sometidos a cirugía cardíaca

*Effect of the use of operative blood salvage on the pulmonary gas exchange in patients undergoing cardiac surgery*

Dra. Janaí Santiago-López,\* Dr. Víctor León-Ramírez,\*

Dr. José Antonio Barragán-Zamora,† Dra. Yeraldí Azucena Merino-Machuca†

**Citar como:** Santiago-López J, León-Ramírez V, Barragán-Zamora JA, Merino-Machuca YA. Efecto del uso del recuperador celular en el intercambio gaseoso en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Rev Mex Anestesiol. 2021; 44 (3): 173-177. <https://dx.doi.org/10.35366/99663>

**RESUMEN. Introducción:** Se ha sugerido que el recuperador celular reduce el contenido de citocinas proinflamatorias después de la cirugía cardíaca mejorando su equilibrio en la circulación sistémica, lo que puede minimizar la respuesta inflamatoria que contribuye a la disfunción pulmonar postoperatoria. **Objetivo:** Comparar el intercambio gaseoso postoperatorio de pacientes sometidos a cirugía cardíaca con y sin el uso de recuperador celular. **Material y métodos:** Se realizó un estudio de cohortes prospectivo que incluyó 253 pacientes sometidos a cirugía cardíaca bajo circulación extracorpórea. Los pacientes se asignaron a cada uno de los grupos de estudio dependiendo de si usaron o no recuperador celular: grupo I (sin recuperador) y grupo II (con recuperador), estimándose la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  y la morbilidad respiratoria postoperatoria. Para el análisis se utilizó estadística descriptiva e inferencial mediante t de Student o U de Mann-Whitney. Una  $p < 0.05$  fue significativa. Los datos se procesaron con SPSS v. 24.0. **Resultados:** 59.29% usaron recuperador celular. La  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  fue menor en el grupo II ( $p = 0.018$ ). No hubo diferencias entre ambos grupos en la morbilidad respiratoria a los 30 días de postoperados ( $p = 0.943$ ). **Conclusión:** El intercambio gaseoso postoperatorio de pacientes sometidos a cirugía cardíaca es menor con el uso de recuperador celular que sin él.

**ABSTRACT. Introduction:** It has been suggested that the use of a cell saver reduces the content of proinflammatory cytokines after cardiac surgery, improving the balance of these cytokines in the systemic circulation, which in turn could minimize the inflammatory response that contributes to postoperative pulmonary dysfunction. **Objective:** To compare the postoperative gas exchange in patients undergoing cardiac surgery with the use of cell saver and without it. **Material and methods:** A prospective cohort study that included 253 patients undergoing cardiac surgery under cardiopulmonary bypass. The patients were assigned to two study groups depending on whether a cell saver was used: group I (without cell saver) and group II (with cell saver). The  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ratio and the postoperative respiratory morbidity were then estimated. The analysis was done using descriptive and inferential statistics by means of the Student t test and Mann-Whitney U test. A  $p < 0.05$  was considered significant. The data were processed using SPSS v. 24.0. **Results:** 59.29% of patients underwent surgery with the use of a cell saver. The  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ratio was lower in group II ( $p = 0.018$ ). There were no differences between groups in respiratory morbidity 30 days after surgery ( $p = 0.943$ ). **Conclusion:** The postoperative gas exchange is lower in patients undergoing cardiac surgery with the use of a cell saver than without it.

## INTRODUCCIÓN

La etiología de la disfunción pulmonar luego de cirugía cardíaca es multifactorial y ocurre secundariamente a los efectos combinados de la anestesia, derivación cardiopulmonar y trauma quirúrgico<sup>(1,2)</sup>. Es bien conocido que la circulación extracorpórea afecta la función pulmonar mediante la activación de la respuesta inflamatoria, lo que incluye la activación leucocitaria y de la vía alterna del complemento

que condiciona la liberación de radicales libres, proteasas, leucotrienos y otros metabolitos del ácido araquidónico así como acumulación de neutrófilos con obstrucción del flujo capilar y liberación de elastasa a la circulación pulmonar, resultando en un incremento de la permeabilidad capilar pulmonar y daño en el parénquima<sup>(3)</sup>.

Se ha sugerido que el recuperador celular reduce el contenido de citocinas proinflamatorias después de la cirugía cardíaca y mejora el equilibrio entre las citocinas proinflamatorias y



antiinflamatorias en la circulación sistémica<sup>(4-7)</sup>, lo que podría minimizar la respuesta inflamatoria que contribuye a la disfunción pulmonar postoperatoria y si a esto agregamos la reducción en la necesidad de transfusiones de glóbulos rojos autólogos, podría favorecer aún más el equilibrio entre las citoquinas<sup>(8)</sup>.

La disfunción pulmonar postoperatoria en cirugía cardíaca, incluso luego de procedimientos no complicados, puede cuantificarse como un deterioro consistente y predecible del intercambio gaseoso, documentándose además reducción en la compliance pulmonar así como en la capacidad vital; aumenta el trabajo respiratorio y usualmente aparece algún grado de atelectasia<sup>(9)</sup>.

Para evaluar la disfunción pulmonar postoperatoria se han utilizado numerosas técnicas, la gran mayoría usan un índice que relaciona la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) por ser un método simple y que ha demostrado correlacionarse fielmente con el intercambio gaseoso.

Un valor de 500 permite determinar que se está llevando a cabo correctamente la oxigenación, pero cuando este valor disminuye por debajo de 300 indica una alteración seria del intercambio gaseoso y si continúa descendiendo, el trastorno se considera más grave. Existen entidades en las que se utilizan como criterio diagnóstico, como es el caso del síndrome de distrés respiratorio del adulto (menor de 200) y la lesión pulmonar aguda (200-300)<sup>(10)</sup>.

Así, a pesar de los continuos avances en las técnicas de derivación cardiopulmonar, la disfunción pulmonar luego de cirugía cardíaca continúa siendo una importante causa de morbilidad<sup>(11)</sup>. Aunque las complicaciones severas son raras, grados más sutiles de disfunción pulmonar ocurren frecuentemente dando como resultado trastornos del intercambio gaseoso con el consecuente retardo en la extubación<sup>(12)</sup>.

Con estas premisas comparamos el efecto del uso del recuperador celular en el intercambio gaseoso postoperatorio en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Con la aprobación de la comisión de investigación científica del hospital, y el consentimiento informado de los pacientes, se realizó en un grupo de 253 pacientes de la institución un estudio de cohortes prospectivo, en el que se comparó el intercambio gaseoso postoperatorio de pacientes sometidos a cirugía cardíaca con y sin el uso de recuperador celular. La población de estudio comprendió pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva o de urgencia bajo bomba de circulación extracorpórea, mayores de 18 años, género indistinto, con riesgo anestésico quirúrgico CARE I-III y pruebas de función respiratoria preoperatorias dentro de parámetros normales, que

contaban con el consentimiento informado. No se incluyeron los pacientes previamente orointubados, o que contaban con el antecedente de tabaquismo importante (índice tabáquico > 30) o bien con patología respiratoria en los 60 días previos al evento quirúrgico. Los criterios de eliminación fueron los pacientes que por deficiencias en la técnica quirúrgica tuvieron que ser reintervenidos y/o aquéllos con algún problema técnico en el procesamiento de las muestras, una falla en el registro de las variables, o bien quienes durante la trayectoria del estudio decidieron retirarse del mismo.

De acuerdo con la programación quirúrgica el día previo a la cirugía el personal en adiestramiento en medicina extracorpórea identificó a los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y les hizo extensiva la invitación a participar en el estudio. Una vez aceptada, se recabó el consentimiento informado.

El día de la cirugía, a su llegada a quirófano, a todos los pacientes se les monitoreó la presión arterial no invasiva (PANI), frecuencia cardíaca (FC), electrocardiografía continua (EKG), saturación de oxígeno ( $\text{SpO}_2$ ), temperatura (T), e índice biespectral (BIS) con un equipo multiparámetro GE B650. Se les canuló la arteria radial y un acceso venoso periférico para posteriormente cuantificar gases arteriales (GA) y se estimó la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  basal. El manejo anestésico y quirúrgico se dejó a consideración de los médicos tratantes. El uso del recuperador celular estuvo determinado por el cirujano cardiotorácico encargado del caso. Así, los pacientes fueron asignados a cada uno de los grupos de estudio dependiendo de si se usó o no recuperador celular: grupo I (sin recuperador) y grupo II (con recuperador).

Durante el período postoperatorio inmediato se tomaron muestras sanguíneas para la realización de gasometría arterial y la estimación de la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $T_1$ ).

A los 30 días del postoperatorio se solicitaron los expedientes clínicos de los pacientes incluidos en el estudio en el departamento de archivo, y mediante su revisión exhaustiva se obtuvo de cada paciente los días de intubación endotraqueal,

**Tabla 1:** Variables preoperatorias.

Variable	Grupo I (n = 103)	Grupo II (n = 150)	p
Edad (años)	$58.60 \pm 14.21$	$57.29 \pm 14.01$	0.469
Género (M/F)	60/43	87/63	0.968
Peso (kg)	$70.28 \pm 12.14$	$70.42 \pm 12.08$	0.925
Talla (m)	$1.61 \pm 0.10$	$1.62 \pm 0.10$	0.605
IMC [ $\text{kg} \cdot (\text{m}^2)^{-1}$ ]	$26.66 \pm 6.07$	$26.38 \pm 4.50$	0.671
Hematocrito (%)	$39.64 \pm 7.37$	$40.51 \pm 6.43$	0.949
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$	$313.21 \pm 79.54$	$304.70 \pm 40.28$	0.468

F = femenino;  $\text{FiO}_2$  = fracción inspirada de oxígeno; IMC = índice de masa corporal; M = masculino;  $\text{PaO}_2$  = presión arterial de oxígeno.

**Tabla 2:** Variables intraoperatorias.

Variable	Grupo I (n = 103)	Grupo II (n = 150)	p
DCP (min)	106.61 ± 40.57	110.08 ± 39.54	0.901
PAo (min)	96.61 ± 40.57	75.22 ± 35.60	0.460
Hematocrito (%)	30.52 ± 5.06	30.31 ± 4.88	0.887

DCP = derivación cardiopulmonar; PAo = pinzamiento aórtico.

la morbilidad y la mortalidad postoperatoria. Los datos obtenidos fueron recogidos en un formulario de fácil aplicación. El proceso de medición de las variables y su registro fue realizado por el personal en adiestramiento en medicina extracorpórea. Los datos obtenidos fueron exportados a una base de datos electrónica para su procesamiento.

Para el análisis de variables se realizó estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Para variables cuantitativas y con distribución normal se obtuvo una media aritmética y desviación estándar; para cualitativas nominales tasas de razones y proporciones.

Para la estadística inferencial, la comparación de los datos no paramétricos con distribución gaussiana se realizó mediante el test de la U de Mann-Whitney, para los datos con distribución no gaussiana se utilizó el test de la t de Student y para los datos categóricos se usó el análisis de la  $\chi^2$ .

Una  $p < 0.05$  fue considerada como estadísticamente significativa. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico SPSS para Windows versión 24.0.

Los resultados se presentaron en tablas y gráficos.

## RESULTADOS

Se incluyeron 253 pacientes de la institución que se distribuyeron en dos grupos, el grupo I (n = 103) sin recuperador y el grupo II (n = 150) con recuperador. Las características preoperatorias fueron comparables entre ambos grupos (*Tabla 1*). No se encontraron diferencias en el tiempo de circulación extracorpórea ni en el tiempo de pinzamiento aórtico (*Tabla 2*).

La  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  basal ( $T_0$ ) fue comparable entre los grupos ( $313.21 \pm 79.54$  vs.  $304.70 \pm 40.28$ ) como podemos apreciar en la *Tabla 2*. Durante el período postoperatorio inmediato, en ambos grupos se observó una disminución significativa en la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  final ( $T_1$ ).

La lesión pulmonar postoperatoria inmediata presentó en ambos grupos una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.030$ ), mas no así la morbilidad pulmonar a 30 días del postoperatorio (*Tabla 3*).

## DISCUSIÓN

La disfunción respiratoria después de cirugía cardíaca bajo bomba de circulación extracorpórea es una importante causa de morbilidad<sup>(13)</sup>.

Múltiples autores a nivel internacional han reportado diversas cifras de morbilidad, que van de 0.5 a 2.5%<sup>(14-16)</sup>. En contraste con este bajo porcentaje, la tasa en nuestro estudio fue extremadamente alta (47.43%).

La disfunción respiratoria postoperatoria en cirugía cardíaca se relaciona a menudo con diversas causas, entre las que podemos mencionar el tiempo de derivación cardiopulmonar y la transfusión sanguínea perioperatoria, entre otras<sup>(17,18)</sup>.

El afán de disminuir las complicaciones asociadas con dichos factores de riesgo así como la actual inclinación a la merma en los costos intrahospitalarios ha llevado a un renovado interés en el uso del recuperador celular.

Extensos estudios sugieren una relación entre un mal resultado, la transfusión autóloga y la circulación extracorpórea<sup>(18,19)</sup>.

Teóricamente el uso de recuperador celular disminuye las concentraciones de mediadores de la respuesta inflamatoria tales como factores de necrosis tumoral, interleucinas 6, 8 y 10, asimismo debería atenuar la respuesta celular inflamatoria y los índices de activación del complemento, y con esto reducir los riesgos de lesión pulmonar y disfunción respiratoria postoperatoria<sup>(20,21)</sup>. Nuestra experiencia clínica sugiere lo contrario, lo que coincide con lo reportado por Reyes Copo y colaboradores<sup>(22)</sup>.

A pesar de las múltiples formas por las cuales el uso de recuperador celular puede mediar el proceso inflamatorio para no afectar la función pulmonar, en nuestro estudio encontramos diferencias con una  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menor entre los pacientes, quienes fueron llevados a cirugía con recuperador celular en comparación con los que se sometieron a cirugía sin él. Como podría esperarse la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  disminuyó durante el período postoperatorio, pero este deterioro ocurrió de forma más acentuada en el grupo II, sugiriendo que no sólo el

**Tabla 3:** Variables postoperatorias.

Variables	Grupo I (n = 103)	Grupo II (n = 150)	p
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ basal	313.21 ± 79.54	304.70 ± 40.28	0.468
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ final	239.75 ± 115.24	207.12 ± 101.66	0.018*
Lesión pulmonar (sí/no)	70/33	120/30	0.030*
Morbilidad respiratoria (sí/no)	35/68	85/65	0.943

$\text{FiO}_2$  = fracción inspirada de oxígeno;  $\text{PaO}_2$  = presión arterial de oxígeno.

\* Significancia estadística.

recuperador celular se asocia con una significativa disfunción pulmonar, sino que es multifactorial.

La implicación más importante de nuestro estudio es que los intentos con el fin de reducir la disfunción pulmonar postoperatoria luego de cirugía cardíaca, podrían concentrarse en maniobras que revertan los efectos deletéreos de la anestesia y la cirugía en la función pulmonar, más que en los efectos mediados por el recuperador celular. Tales efectos adversos incluyen la apertura de la pleura, la ventilación con presión positiva, la manipulación pulmonar intraquirúrgica, la inflamación secundaria a dicho trauma y los efectos postoperatorios restrictivos provocados por el dolor.

De importancia vital en nuestro medio es la no reducción de la morbilidad pulmonar con la utilización de una otra técnica. Sin embargo, consideramos que el proceso general de la administración del cuidado médico tiene mayor importancia en el resultado general del paciente que la adopción de una técnica en particular (uso o no de recuperador celular).

## CONCLUSIÓN

La evidencia científica actualizada puede generar incertidumbre y cuestionamientos al momento de encuadrar al recuperador celular como alternativa a la transfusión sanguínea en la cirugía cardíaca. Como recomendación basada en

nuestros resultados, el uso del recuperador celular hace que el paciente disminuya el intercambio gaseoso postoperatorio durante el postquirúrgico, en comparación con aquéllos que no lo utilizan. La explicación de estos resultados es que la reinfusión del recuperado amplifica la respuesta inflamatoria sistémica, lo que a su vez aumenta la permeabilidad capilar y el tono vascular pulmonar. En este sentido, nuestra experiencia recomienda encarecidamente que en aquellos pacientes con grupo sanguíneo raro y en los que se prevé pérdidas sanguíneas considerables intraoperatorias, y que utilicen medidas alternativas a la transfusión sanguínea como el recuperador celular, también tendrán complicaciones derivadas de su uso, como el decremento en el intercambio gaseoso postoperatorio, además de otros posibles eventos adversos derivados de su empleo.

Consideramos que nuestro estudio contribuirá a la seguridad del paciente porque brinda al equipo quirúrgico información del impacto del empleo del recuperador celular, de lo que sin duda se verá beneficiado el paciente y la institución hospitalaria, ya que economizarán costos derivados de su empleo. Por último, insistiremos en la necesidad de realizar más ensayos clínicos aleatorizados con un mayor número de pacientes para investigar a fondo los resultados e incrementar no solo la calidad de los servicios otorgados, sino también la continuidad de los cuidados ofertados.

## REFERENCIAS

1. Rady MY, Ryan T, Starr NJ. Early onset of acute pulmonary dysfunction after cardiovascular surgery: risk factors and clinical outcome. *Crit Care Med.* 1997;25:1831-1839.
2. Rady MY, Ryan T. Perioperative predictors of extubation failure and the effect on clinical outcome after cardiac surgery. *Crit Care Med.* 1999;27:340-347.
3. Kochamba GS, Yun KL, Pfeffer TA, Sintek CF, Khonsari S. Pulmonary abnormalities after coronary arterial bypass grafting operation: cardiopulmonary bypass versus mechanical stabilization. *Ann Thorac Surg.* 2000;69:1466-1470.
4. Aldea GS, Soltow LO, Chandler WL, Triggs CM, Vocolka CR, Crockett GI, et al. Limitation of thrombin generation, platelet activation, and inflammation by elimination of cardiotomy suction in patients undergoing coronary artery bypass grafting treated with heparin-bonded circuits. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123:742-755.
5. Westerberg M, Gabel J, Bengtsson A, Sellgren J, Eidem O, Jeppsson A. Hemodynamic effects of cardiotomy suction blood. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;131:1352-1357.
6. Damgaard S, Nielsen CH, Andersen LW, Bendzen K, Tvede M, Steinbrüchel DA. Cell saver for on-pump coronary operations reduces systemic inflammatory markers: a randomized trial. *Ann Thorac Surg.* 2010;89:1511-1517.
7. Allen J, McBride WT, McMurray TJ, Phillips AS, Penugonda SP, Campalani G, et al. Cell salvage alters the systemic inflammatory response after off-pump coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:578-585.
8. Flom-Halvorsen H, Ovrum E, Tangen G, Brosstad F, Ringdal MA, Øystese R. Autotransfusion in coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118:610-617.
9. Birdi I, Regragui IA, Izzat MB, Alonso C, Black AM, Bryan AJ, et al. Effects of cardiopulmonary bypass temperature on pulmonary gas exchange after coronary artery operations. *Ann Thorac Surg.* 1996;61:118-123.
10. Ojeda JA, Mendieta NML, Rosende LF, Sosa E. Evaluación del intercambio gaseoso en pacientes críticamente enfermos. [Consultado el 21 de marzo de 2020] Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/03-Medicas/2006-M-045.pdf>
11. Hachenberg T, Tenling A, Hansson HE, Tydén H, Hedenstierna G. The ventilation-perfusion relation and gas exchange in mitral valve disease and coronary artery disease. Implications for anesthesia, extracorporeal circulation, and cardiac surgery. *Anesthesiology.* 1997;86:809-817.
12. Gabel J, Westerberg M, Bengtsson A, Jeppsson A. Cell salvage of cardiotomy suction blood improves the balance between pro- and anti-inflammatory cytokines after cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44:506-511.
13. Rodrigues CD, Oliveira RA, Soares SM, Figueiredo LC, Araújo S, Dragosavac D. Lung injury and mechanical ventilation in cardiac surgery: a review. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2010;22:375-383.
14. Rong LQ, Di Franco A, Gaudino M. Acute respiratory distress syndrome after cardiac surgery. *J Thorac Dis.* 2016;8:E1177-E1186.
15. Asimakopoulos G, Taylor KM, Smith PLC, Ratnatunga CP. Prevalence of acute respiratory distress syndrome after cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;117:620-621.

16. Weiss YG, Merin G, Koganov E, Ribo A, Oppenheim-Eden A, Medalion B, et al. Postcardiopulmonary bypass hypoxemia: a prospective study on incidence, risk factors, and clinical significance. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2000;14:506-513.
17. Canver CC, Chanda J. Intraoperative and postoperative risk factors for respiratory failure after coronary bypass. *Ann Thorac Surg.* 2003;75:853-858.
18. Bitargil M, Arslan C, Basbug HS, Gocer H, Gunerhan Y, Bekov YY. Transfusion-related acute lung injury following coronary artery bypass graft surgery. *Perfusion.* 2015;30:626-628.
19. Koch C, Li L, Figueira P, Mihaljevic T, Svensson L, Blackstone EH. Transfusion and pulmonary morbidity after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2009;88:1410-1418.
20. Sandoval S, Alrawi S, Samee M, Satheesan R, Raju R, Cunningham JN, et al. A cytokine analysis of the effect of cell saver on blood in coronary bypass surgery. *Heart Surg Forum.* 2001;4:113-119.
21. Lin TY, Chen Y, Chiu KM, Lu CW, Jean WH, Horng FM, et al. Cell saver does not increase pro-inflammatory cytokine levels and expression of adhesive molecules in the salvaged blood of patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery. *Acta Anaesthesiol Taiwan.* 2005;43:211-215.
22. Reyes-Copa G, Prieto MA, Bustamante J, Álvarez P, Badia S, Sarraj A, et al. Influencia del recuperador celular en la respuesta inflamatoria y en las necesidades transfusionales en cirugía cardíaca: estudio prospectivo aleatorizado. *Cir Cardiov.* 2010;17:S37.