

## Utilidad de la plasmaféresis terapéutica en pacientes críticos con disfunción orgánica

### Usefulness of therapeutic plasmapheresis in critical patients with organ dysfunction

Juan Antonio Figueroa Sáez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8995-3315>

Luis Dairon Rodríguez Prieto<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1378-8154>

Jessica Caridad Mamposo Valdés<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5597-5225>

<sup>1</sup>Instituto de Hematología e Inmunología. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [rchematología@infomed.sld.cu](mailto:rchematología@infomed.sld.cu)

#### RESUMEN

**Introducción:** La aféresis terapéutica es el procedimiento que separa y remueve el plasma de la sangre total, con el objetivo de eliminar componentes considerados responsables patógenos de una enfermedad o de sus manifestaciones clínicas

**Objetivos:** Analizar los aspectos generales de la aplicación de la técnica de plasmaféresis como alternativa de tratamiento en pacientes críticos con disfunción orgánica.

**Métodos:** Se realizó una investigación bibliográfica-documental acerca del tema. Se consultaron fundamentalmente las bases de datos de SciELO y Pubmed de los últimos diez años.

**Análisis y síntesis de la información:** Se describen los aspectos de la plasmaféresis, desde sus criterios de indicación; así como la aplicación del procedimiento en los pacientes con disfunción orgánica y sus resultados en la evolución del paciente.

**Conclusiones:** Con la utilización de la plasmaféresis se encontró mejoría de los parámetros clínicos y de laboratorio en la mayoría de los pacientes en disfunción orgánica al egreso de la unidad de cuidados intensivos.

**Palabras clave:** plasmaféresis; disfunción orgánica, pacientes críticos, aféresis.

## ABSTRACT

**Introduction:** Therapeutic apheresis is the procedure that separates and removes plasma from whole blood, thus eliminating components considered pathogenic of a disease or its clinical manifestations.

**Objectives:** To analyze the general aspects of the application of the plasmapheresis technique as an alternative treatment in oncohematological patients with organic dysfunction.

**Methods:** A bibliographic- documentary investigation was carried out on the subject. The Scielo and Pubmed data bases were consulted.

**Analysis and synthesis of information:** The technical aspects of plasmapheresis are described, based on its indication criteria, as well as the application of the technique in patients with organic dysfunction and its results in the evolution of the patient.

**Conclusions:** With the use of the plasmapheresis technique improvement in clinical and laboratory parameters was found in the majority of organ dysfunction patients upon discharge from the intensive care unit.

**Keywords:** plasmapheresis; organ dysfunction; critical patients; apheresis.

Recibido: 30/01/2021

Aceptado: 29/09/2021

## Introducción

Las primeras técnicas de aféresis fueron manuales, en ellas se obtenía una décima parte del volumen sanguíneo del paciente, la cual era sometida a centrifugación donde para separar el plasma de los elementos celulares. Estos últimos eran reinfundidos al paciente después de ser calentado y diluido en el plasma de los donantes. Las primeras técnicas de centrifugación se realizaron en Suiza en 1877, por el *Dr. Carl Gustav Patrik de Laval*, y se patentaron en 1881, cuando se diseñó la centrífuga de campana en los Estados Unidos de América.<sup>(1,2)</sup> El término plasmaféresis se publicó por primera vez en el año 1914 por *John Jacob Abel* y otros, de la Universidad “Johns Hopkins,” Baltimore, EE.UU., quienes utilizaron esta técnica para mejorar los síntomas urémicos en perros a quienes se les había inducido insuficiencia renal mediante nefrectomía bilateral.<sup>(3,4)</sup>

Durante la Segunda Guerra Mundial se utilizó para obtener plasma de donantes voluntarios, y fue en la década de 1950 que el *Dr. Edwin J. Cohn* de la Escuela de Medicina de Harvard diseñó la centrífuga de campana e impulsó el desarrollo de la aféresis, ya que se utilizó como un procedimiento terapéutico para aliviar los síntomas de hiperviscosidad que se presentan en las gammopatías monoclonales, y mantiene su utilidad en el tratamiento del mieloma y de la macroglobulinemia de Waldenström.<sup>(6,7)</sup>

En 1960, *Schwab y Fahey* documentaron el efecto benéfico del intercambio plasmático en el tratamiento de la macroglobulinemia de Waldeström realizado rudimentariamente y de forma manual, donde se documentó que los pacientes con esta enfermedad y los que eran sometidos al procedimiento reducían la viscosidad del suero al reducir los niveles de macroglobulinas.<sup>(8,9)</sup>

En 1982, se fundó la *American Society for Apheresis (ASFA)*, cuyo propósito fue no solo investigar la aféresis y sus indicaciones, sino también promover el intercambio de experiencias y opiniones a través de discusiones, presentaciones y publicaciones, así como colaborar y apoyar los estudios cooperativos sobre la aféresis terapéutica mediante estudios de costo-beneficio de los diferentes procedimientos aferéticos.<sup>(10,11,12)</sup>

En 1983, se fabricó el primer separador de plasma con membrana de fibra hueca. En 1985, la Asociación Médica Americana, trazó las primeras pautas para definir las indicaciones de plasmaféresis, y las clasificaron en cuatro categorías. A nivel mundial, la experiencia con estas técnicas es relativamente nueva; sin embargo, desde 1990, su aplicación terapéutica, aparte de usarse en enfermedades renales, se extendió a otras afecciones como enfermedades con alteraciones metabólicas, autoinmunes, reumáticas, hematológicas, neurológicas, oftalmológicas, del aparato digestivo, trasplante renal, hepático, de médula ósea, choque séptico y disfunción orgánica.<sup>(11,12)</sup>

Para 1993, la ASFA hizo una reevaluación de las categorías establecidas en 1985. En la cuarta edición de la revisión de sus guías se estableció la diferencia entre plasmaféresis y recambio plasmático. La primera consiste en la extracción de la sangre completa en un volumen de hasta 600 mL luego la separación en su componente

celular y plasmático (este último es retirado sin la utilización de fluido de reemplazo), mientras que, en el recambio plasmático, el volumen a recambiar es mayor de 600 mL y requiere reposición con fluidos de reemplazo.<sup>(13)</sup>

Durante los años 60, se consolidó la técnica de aféresis, con el desarrollo de las membranas separadoras del plasma, base científica de las nuevas membranas de hemofiltración. El mecanismo por el cual la plasmaféresis resulta efectiva, es mediante la depleción rápida de factores específicos asociados a la enfermedad; los cuales incluyen autoanticuerpos patogénicos tipo inmunoglobulinas G y M, complejos inmunes circulantes, crioglobulinas, cadenas ligeras de inmunoglobulinas y lipoproteínas con alto contenido de colesterol.<sup>(14)</sup>

La aféresis tiene efecto en la modulación de la respuesta inmune, desbloquea y mejora al sistema reticuloendotelial y la depuración endógena de anticuerpos o complejos inmunes, mediante remoción de mediadores inflamatorios (citoquinas-complemento) y estimulación de clones de linfocitos para mejorar la respuesta citotóxica.<sup>(15,16,17)</sup> A nivel internacional, ASFA y la Asociación Americana de Bancos de Sangre (AABB) actualizan cada tres o cuatro años las guías clínicas para el uso de aféresis terapéutica.<sup>(18)</sup>

Este artículo tiene como objetivo analizar los aspectos generales de la aplicación de la técnica de plasmaféresis en los pacientes críticos en disfunción orgánica.

## Métodos

Se realizó una revisión de la literatura acerca del tema, publicada en los últimos 10 años en las bases de datos SciELO y Pubmed. Se emplearon los descriptores MeSH (siglas del inglés, *medical subject headings*) y DeCS (descriptores de ciencias de la salud). Se emplearon las palabras clave: plasmaféresis, disfunción orgánica, paciente crítico y aféresis.

## Análisis y síntesis de la información

La lista de indicaciones de la plasmaféresis terapéutica (PFT) se incrementa en las últimas décadas. La ASFA ha establecido una clasificación de las enfermedades tratables mediante esta técnica para su uso en la práctica clínica, con un abordaje basado en la evidencia,<sup>(22)</sup> la cual dividió las recomendaciones en cuatro categorías:

1. La primera (I), incluye enfermedades en las que la aféresis es aceptada como primera línea de tratamiento, ya sea como primer escalón o en conjunto con otras opciones de tratamiento; por ejemplo en el síndrome Guillain-Barré (GB), como terapia de primera línea, y en *miastenia gravis* (como primera línea combinada con terapia inmunosupresora e inhibición de la colinesterasa).

2. En la segunda (II), se incluyen condiciones clínicas en las que la aféresis es aceptada como segunda línea de tratamiento, ya sea como única opción o asociada a otras modalidades de tratamiento; como por ejemplo la encefalomiелitis aguda diseminada posterior a dosis altas de esteroides intravenosos.

3. En la tercera (III), se incluyen aquellas situaciones donde el uso óptimo de la aféresis no se ha establecido aún; por lo que la aplicación de esta terapéutica debe ser individualizada, como en los pacientes con sepsis y falla multiorgánica.

4. La cuarta (IV), se refiere a situaciones clínicas en las que la evidencia publicada demuestra o sugiere que el uso de aféresis es inefectivo o solo hay casos aislados donde se reporta beneficio con el proceder, como por ejemplo pacientes con artritis reumatoide activa.<sup>(19)</sup>

Las evidencias a la hora de valorar la efectividad en los pacientes críticos con una disfunción orgánica establecida ya sea por la evolución de su enfermedad o por complicaciones de la quimioterapia administrada, muestran una mejoría, que pudiera contribuir a incrementar el índice de supervivencia en los servicios de terapia intensiva especializados en el manejo de las enfermedades hematológicas grave.<sup>(19,20)</sup>

El mecanismo exacto por el que la PFT tiene un efecto terapéutico se desconoce, aunque se postula que el descenso o eliminación en la concentración sustancias tóxicas del plasma tras realizar el procedimiento, induce el efecto terapéutico. Estos elementos perjudiciales, que se eliminan pueden ser anticuerpos, inmunocomplejos, proteínas monoclonales, toxinas, citoquinas-mediadores y otras no conocidas. La PFT se ha empleado en el tratamiento de diversas enfermedades, especialmente en el área de la hematología según evidencias basadas en estudios controlados aleatorios (ECA).<sup>(20,21)</sup> Los grados de recomendación se presentan en la (Tabla).

**Tabla 1 - Recomendaciones de las enfermedades tratables mediante Aféresis**

Clasificación	Descripción	Calidad metodológica de la evidencias de apoyo	Implicaciones
<b>Grado 1A</b>	Recomendación fuerte, evidencia de calidad alta	ECA sin limitaciones importantes o la evidencia abrumadora de estudios observacionales	Recomendación fuerte, se puede aplicar a la mayoría de los pacientes en la mayoría de los casos sin reservas
<b>Grado 1B</b>	Recomendación fuerte, evidencia de calidad moderada	ECA con limitaciones importantes (resultados inconsistentes, defectos metodológicos, indirectos o imprecisos) o evidencia excepcionalmente fuerte de estudios observacionales	Recomendación fuerte, se puede aplicar a la mayoría de los pacientes en la mayoría de los casos sin reservas
<b>Grado 1C</b>	Recomendación fuerte, evidencia de calidad baja o calidad muy baja	Estudios observacionales o series de casos	Recomendación fuerte pero que puede cambiar cuando hay disponible evidencia de calidad más alta
<b>Grado 2A</b>	Recomendación débil, evidencia de calidad alta	ECA sin limitaciones importantes o evidencia contundente de estudios observacionales	Recomendación débil, la mejor acción puede diferir dependiendo de las circunstancias o los pacientes o los valores sociales
<b>Grado 2B</b>	Recomendación débil, evidencia de calidad moderada	ECA con limitaciones importantes (resultados inconsistentes, defectos metodológicos, indirectos o imprecisas) o evidencia excepcionalmente fuerte de estudios observacionales	Recomendación débil, la mejor acción puede diferir dependiendo de las circunstancias o los pacientes o los valores sociales
<b>Grado 2C</b>	Recomendación débil evidencia de calidad baja o muy baja	Estudios observacionales o series de casos	Recomendaciones muy débiles; otras alternativas pueden ser igualmente razonables

En los niños, la evidencia es más limitada, y se basa en estudios con pocos pacientes y no multicéntricos. Los protocolos y recomendaciones pediátricas son en su mayoría extrapolados de los estudios de adultos.

En la categoría III se incluye la sepsis grave porque en ella se producen trastornos hemodinámicos, de la coagulación y movimiento de citocinas que justifican el empleo del proceder en determinadas situaciones. Se conoce la eliminación de citocinas implicadas en el proceso séptico con la realización de plasmaféresis; además se piensa que una eliminación amplia de mediadores en esta enfermedad junto con la reposición de proteínas anticoagulantes podría revertir la cadena inflamatoria, la microangiopatías trombótica y restaurar la homeostasis.<sup>(25)</sup>

Los primeros estudios observacionales encontraron mejorías importantes de la supervivencia en el 60 - 87 % comparado con controles históricos con supervivencias del 20 - 40 %. Las series de casos sugieren que la PTF debe iniciarse temprano, para ayudar a la estabilización hemodinámica. Sin embargo, los resultados con estudios de mayor calidad de evidencia han sido controvertidos.<sup>(26,27)</sup>

En el año 2016, autores de diferentes nacionalidades realizaron un metanálisis que incluyó los cuatro estudios controlados y aleatorizados publicados, con un total de 194 pacientes. Concluyeron que la evidencia era insuficiente para la recomendación de su uso en la disfunción orgánica. En otro estudio, que incluyó todas las técnicas de depuración de la sangre utilizadas en fallos múltiples de órganos, se encontró un descenso de la mortalidad.<sup>(28,29)</sup>

En las unidades de cuidados intensivos dedicadas a la atención del paciente crítico se realiza la técnica de PFT cuando los pacientes presentan fallo de tres o más órganos, recuentos plaquetarios por debajo de 100 000 y clínica sugerente de una disfunción múltiple de órganos.<sup>(30)</sup>

La PFT es un procedimiento que actualmente tiene diversas indicaciones, en la decisión de su empleo debe considerarse la utilidad de otras terapias existentes, la evaluación activa de la respuesta esperada, costos y riesgos que implica el uso de un procedimiento de aféresis. Así, en pacientes con afecciones graves, en las que algún factor humoral es preponderante, se ha validado el uso de esta terapia.

En las últimas décadas, se ha perfeccionado la técnica de la PFT, lo que sumado al conocimiento de las principales complicaciones ha permitido en la práctica clínica minimizar y prevenir los riesgos que implica su utilización.

Las indicaciones de la PFT, corresponden principalmente a microangiopatías o a enfermedades reumatológicas graves, que no respondieron a terapia inmunomoduladora. En Cuba el escaso uso de la PTF en GB, se explica ya que en el país el tratamiento de GB se prefiere el uso de IgG endovenosa y se reserva para los pacientes que no responden a dicho tratamiento, conducta se basada en la evidencia disponible.

En cuanto al desarrollo de complicaciones, aun cuando estas se describen en un porcentaje considerable de pacientes (65 %), la mayor parte de las veces se trata de hallazgos de laboratorio sin traducción clínica, tales como hipocalcemia leve o trastornos subclínicos de la coagulación. La gravedad, comorbilidades y monitoreo riguroso dan cuenta de lo anterior, por lo cual es razonable promover el control estricto de estos pacientes y tomar medidas para la prevención de las complicaciones, como la suplementación de calcio, para impedir la ocurrencia de hipocalcemia sintomáticas por el uso de citrato en las soluciones de reemplazo utilizadas, además de un monitoreo clínico y de laboratorio que incluya electrolitos plasmáticos, función renal, pruebas de coagulación, hematocrito, evaluación de la volemia, eventuales reacciones transfusionales, etc.

En relación a la ocurrencia de infecciones, ningún trabajo previo ha logrado establecer de manera fehaciente, la utilidad de la plasmaféresis como factor de riesgo para el desarrollo sepsis. Estos pacientes reciben terapia inmunosupresora con alta frecuencia. Existen otros elementos que posiblemente intervengan en eventos infecciosos, como la condición propia del paciente, la adversidad de las terapias utilizadas, tales como ventilación mecánica y dispositivos intravasculares y el uso de terapias inmunosupresoras como corticoides y citotóxicos pero en vista de la evidencia disponible, no es posible establecer causalidad entre ellos y el uso de plasmaféresis.



Otras de las indicaciones donde se prescribe la PFT es en la insuficiencia hepática aguda (IHA) la que puede ocurrir en un hígado normal y se asocia a las complicaciones que presentan los pacientes con enfermedades hematológicas. Otras causas como la administración de fármacos utilizados en el tratamiento con quimioterapia en los pacientes con diagnóstico de enfermedades hematológica también puede producir una disfunción orgánica, la PFT se utiliza como tercera línea de tratamiento con buenos resultados reportados en pacientes con esta complicación.<sup>(30)</sup>

### **Limitaciones de la PTF**

La más importante en los pacientes pediátricos es el alto volumen de los filtros diseñados para la realización de la técnica. Además, al presentar este elevado volumen, para evitar su coagulación, se necesitan flujos de sangre elevados. El fabricante considera que nunca se debe utilizar menos de 50 mL/min para el filtro pequeño. Esto obliga a utilizar catéteres que permitan ese flujo (hemofiltración) para su realización. La anticoagulación del filtro solo se puede realizar con heparina, pero al ser sesiones cortas no suele acontecer la coagulación del filtro. Si la sustitución se realiza con albúmina al 5 % hay que controlar la coagulación del paciente, sobre todo el fibrinógeno, que es el factor que más suele perderse.

Si se ha iniciado un tratamiento con sustancias que presentan alta concentración en sangre, aunque estén unidas a proteínas, estas se van a perder. Las inmunoglobulinas son un ejemplo. Debe tenerse en cuenta que parte de las dosis de antibióticos dadas pueden perderse durante la plasmafiltración, es recomendable ajustar el horario para administrarlos al terminar la terapia.

A pesar de las limitaciones en el campo de la especialidad de pediatría consideramos que una técnica que se puede implementar dentro de los protocolos de atención al paciente pediátrico con enfermedades oncohematológicas que se encuentren en disfunción orgánica como una de las pautas importantes del tratamiento.

En síntesis, el uso de plasmaféresis implica riesgos conocidos, que mayormente pueden ser prevenidos con un adecuado monitoreo, lo cual hace menos probable la morbilidad y la mortalidad relacionada al procedimiento. Además, se logra establecer

en la experiencia del Instituto de Hematología e inmunología, que existe una asociación entre su uso con pacientes críticos en disfunción orgánica y una disminución del riesgo de muerte medidos por las escalas del sistema de evaluación de fisiología aguda y enfermedad crónica (APACHE, del inglés *Acute Physiology And Chronic Health Evaluation*) y la escala evaluación secuencial de la falla de órganos SOFA (del inglés *Sequential Organ Failure Assessment Score*) ambas usadas para estimar el riesgo de muerte en pacientes con disfunción orgánica, medidos durante y con posterioridad al curso del procedimiento. Por todo lo anterior sugerimos que el uso de la plasmaféresis es una herramienta útil y segura en pacientes hospitalizados en unidades de cuidados intensivos dedicados a pacientes críticos en disfunción orgánica si son adecuadamente monitorizados y se manejan oportunamente las alteraciones derivadas del uso de este procedimiento.

## Referencias bibliográficas

1. Schwartz J, Padmanabhan A, Aqui N, Ohlow MA, Cozzi E. Guidelines on the Use of Therapeutic Apheresis in Clinical Practice-Evidence-Based Approach from the Writing Committee of the American Society for Apheresis: The Seventh Special Issue. *J Clin Apher.*2016;31:149-62.
2. Ipe TS, Pham HP, Williams LA 3rd. Critical updates in the 7<sup>th</sup> edition of the American Society for Apheresis guidelines. *J ClinApher.* 2018;33(1):78-94.
3. Menne J, Nitschke M, Stingele R, Abu-Tair M, Beneke J, Bramstedt J *et al.* Validation of treatment strategies for enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O104:H4 induced haemolytic uraemic syndrome: case-control study *BMJ* 2012;345:e4565 DOI: <https://10.1136/bmj.e4565>
4. Greinacher A, Friesecke S, Abel P, Zhou F. Treatment of severe neurological deficits with IgG depletion through immunoadsorption in patients with *Escherichia coli* O104:H4-associated haemolyticuraemic syndrome: a prospective trial. *Lancet.*2018;378:1166-73.
5. Rimmer E, Houston BL, Kumar A, Kellum JA. The efficacy and safety of plasma exchange in patients with sepsis and septic shock: a systematic review and metaanalysis. *Crit Care.*2018;18:699.

6. Zhou F, Peng Z, Murugan R, Kellum JA. Blood purification and mortality in sepsis: a meta-analysis of randomized trials. *Crit Care Med*. 2013;41:2209-20.
7. Chang T, Tu YK, Lee CT, Lauer B. Effects of Polymyxin B Hemoperfusion on Mortality in Patients with Severe Sepsis and Septic Shock: A Systemic Review, Meta-Analysis Update, and Disease Severity Subgroup Meta-Analysis. *Crit Care Med*. 2017;45:e858-64.
8. Fortenberry JD, Nguyen T, Grunwell JR Dale RC, Gorman MP. Thrombocytopenia-Associated Multiple Organ Failure (TAMOF) Network Study Group. Therapeutic Plasma Exchange in Children with Thrombocytopenia-Associated Multiple Organ Failure: The Thrombocytopenia-Associated Multiple Organ Failure Network Prospective Experience. *Crit Care Med*. 2019;47:e173-e81.
9. Winters JL, Cooper LT, Ratcliffe NR, McLeod B. National Heart, Lung, and Blood Institute. State of the science symposium in therapeutic apheresis-Therapeutic apheresis in cardiovascular disease. *J ClinApher*.2016;30:183-7.
10. Ohlow MA, Brunelli M, Schreiber M, Lauer B. Therapeutic effect of immunoabsorption and subsequent immunoglobulin substitution in patients with dilated cardiomyopathy: Results from the observational prospective Bad Berka Registry. *J Cardiol*. 2017;69(2):409-16.
11. Cozzi E, Colpo A, De Silvestro G. The mechanisms of rejection in solid organ transplantation. *TransfusApher Sci*. 2017;56:498-505.
12. Thompson C, Kneen R, Riordan A, Chang T, Tu YK. Encephalitis in children. *Arch Dis Child*.2018;97:150-61.
13. Dale RC, Gorman MP, Lim M. Autoimmune encephalitis in children: clinical phenomenology, therapeutics, and emerging challenges. *CurrOpin Neurol*. 2017;30:334-44.
14. Llufríu S, Castillo J, Blanco Y, Nguyen T Kiss J Goldman J. Plasma exchange for acute attacks of CNS demyelination: Predictors of improvement at 6 months. *Neurology*. 2019;73(12):949-53.
15. Balogun R, Kaplan A, Ward D, McLeod B. Clinical Applications of Therapeutic Apheresis. *J ClinApher*. 2015;25:250- 64.
16. Ewald N Hardt P Hans-Ulrich K. Severe hypertriglyceridemia and pancreatitis: presentation and management. *CurrOpinLipidol*.2019;20:497-504.

17. McLeod B. Evidence based therapeutic apheresis in autoimmune and other hemolytic anemia. *Curr Opin Hematol.* 2007;14:647-54.
18. Ipe, T. S, Pham, H. P, & Williams, L. A. (2018). Critical updates in the 7<sup>th</sup> edition of the American Society for Apheresis guidelines. *Journal of Clinical Apheresis*, 33(1), 8-94. DOI: <https://doi.org/10.1002/jca.21562>
19. Sánchez A, Ward D. Therapeutic Apheresis for Renal Disorders. *Sem Dialysis.* 2018;25:119-31.
20. Szczepiorkowski Z Winters J Bandarenko N. Guidelines on the Use of Therapeutic Apheresis in Clinical Practice-Evidence- Based Approach from the Apheresis Applications Committee of the American Society for Apheresis. *J Clin Apher.* 2017;25:83-177.
21. Okafor C Ward D Mokrzycki M. Introduction and Overview of Therapeutic Apheresis. *J Clin Apher.* 2010;25:240-9.
22. Winters JL. Apheresis Medicine State of art in 2017: American Society for Apheresis fifth special edition of the Journal of Clinical Apheresis. *J Clin Apher.* 2017;26(5):239-42.
23. Dobke M, Hunt JL, Purdue GF, Baxter CR. Effect of plasma exchange therapy on circulating fibronectin in burned patients. *J Burn Care Rehabil.* 2020;6:239-42.
24. Donati L, Signorini M, Busnach G, Noe L, Mazza E. Prophylactic plasma exchange in burn treatment. *Int J Tissue React.* 2020;9:215-8.
25. Klein MB, Edwards JA, Kramer CB, Nester T, Heimbach DM, Gibran NS. The beneficial effects of plasma exchange after severe burn injury. *J Burn Care Res.* 2019;30:243-8.
26. Kravitz M, Warden GD, Sullivan JJ, Saffle JR. A randomized trial of plasma exchange in the treatment of burn shock. *J Burn Care Rehabil* 1989;10:17-26.
27. McManus WF. Is there a role for plasmapheresis/exchange transfusion in the treatment of the septic burn patient? *J. Trauma* 2000;24:S137-45.
28. Neff LP, Allman JM, Holmes JH. The use of therapeutic plasma exchange (TPE) in the setting of refractory burn shock. *Burns* 2010;36:372-8.
29. Ninnemann JL, Stratta RJ, Warden GD, Saffle JR, Weber ME. The effect of plasma exchange on lymphocyte suppression after burn. *Arch Surg* 2020;119:33-8.
30. Pham TN, Cancio LC, Gibran NS. American Burn Association practice guidelines burn shock resuscitation. *J BurnCare Res* 2018;29:257-66.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses de ningún tipo.

### Contribuciones de los autores

*Juan Antonio Figueroa Sáez*: concepción y diseño del trabajo, obtención, análisis o interpretación de datos, redacción y corrección del manuscrito en su versión final. Aprobó la última versión presentada.

*Luis Dairon Rodríguez Pino*: participó en la concepción y diseño del trabajo, el análisis e interpretación de la información, la redacción y la corrección del manuscrito. Aprobó la versión final presentada.

*Jessica Caridad Mamposo Valdés*: participó en el diseño del trabajo, el análisis e interpretación de la información. Aprobó la versión final presentada.