

REVISIÓN SISTEMÁTICA

Recibido: 31 de enero de 2019
 Aceptado: 22 de julio de 2019
 Publicado: 20 de septiembre de 2019

EFFECTO DE LA PLAQUETOFÉRESIS SOBRE EL RECUENTO DE LEUCOCITOS: METAANÁLISIS 1980-2018^(*)

Alejandro Gil-Betacur (1), Carmen Yulieth Mantilla-Gutierrez (2) y Jaiberth Antonio Cardona-Arias (3)

(1) Microbiólogo y Bioanalista. MSc en Microbiología y Bioanálisis. Grupo de investigación Salud y Sostenibilidad, Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia. Banco de Sangre de la Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

(2) Bacterióloga y Laboratorista Clínica. MSc en Microbiología y Bioanálisis. Universidad de Antioquia. Hospital General de Medellín Luz Castro de Gutiérrez. Medellín. Colombia.

(3) Microbiólogo y Bioanalista. MSc en Epidemiología, MSc en Economía aplicada, PhD (C) en Salud Pública. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

(*) Financiación: Este estudio ha recibido financiación de la Universidad de Antioquia.

RESUMEN

Fundamentos: En la literatura científica no están claros los impactos de la plaquetoféresis sobre los parámetros del leucograma, y existe una gran divergencia en los estudios que han evaluado el recuento de leucocitos. El objetivo de este estudio fue metanalizar el efecto de la plaquetoféresis sobre el recuento de leucocitos, con base en estudios publicados entre 1980-2018.

Métodos: Se realizó una revisión sistemática con metaanálisis de efectos aleatorios para la diferencia de medias. Se aplicaron las fases de la guía PRISMA, con 132 estrategias de búsqueda en Pubmed, Scielo, Science Direct y Scopus. Se garantizó la reproducibilidad y evaluación de la calidad metodológica. Se evaluó la heterogeneidad con Galbraith y Dersimonian y Laird's, el sesgo de publicación con Funnel Plot y Begg, y se realizaron análisis de sensibilidad, metaanálisis acumulado y Forest Plot.

Resultados: Se incluyeron 19 estudios con 2.358 donantes, la mayoría de India, Estados Unidos, Turquía, Alemania y Austria. Se halló una diferencia de medias de $-0,80 \times 10^9/L$ (IC95% = $-1,96; 0,36 \times 10^9/L$) entre el valor pre donación y el valor inmediatamente posterior a la donación. No se encontró sesgo de publicación en los estudios y la medida combinada presentó buena sensibilidad, dado que no varió con la eliminación de estudios específicos.

Conclusiones: La donación de plaquetas por aféresis no afecta al recuento de leucocitos en los donantes. En el siglo pasado, se reportaban reducciones en este parámetro, explicadas por la pérdida de sangre en los estuches utilizados para el procedimiento y debido a los efectos producidos en las células sanguíneas por los biomateriales de los estuches. Sin embargo, en la actualidad se evidencia la alta seguridad de la plaquetoféresis para el recuento de glóbulos blancos.

Palabras clave: Plaquetoféresis, Leucograma, Leucocitos, Revisión sistemática, Metaanálisis.

ABSTRACT

Effect of plateletpheresis on the white blood cell count: meta-analysis 1980-2018.

Background: In the scientific literature, the impacts of plateletpheresis on leukogram parameters are not clear, with a high divergence in the studies that have evaluated changes in leukocytes. The objective of this paper was to meta-analyze the effect of plateletpheresis on the leukocyte count, based on studies published between 1980-2018.

Methods: Systematic review with meta-analysis of random effects for the difference of means. The phases of the PRISMA guide were applied with 132 search strategies in Pubmed, Scielo, Science direct and Scopus. Reproducibility and evaluation of methodological quality were guaranteed. Heterogeneity was evaluated with Galbraith and Dersimonian and Laird's, publication bias with Funnel Plot and Begg; sensitivity analysis, accumulated meta-analysis and Forest Plot were carried out.

Results: Nineteen studies were included with 2,358 donors, mostly from India, United States, Turkey, Germany and Austria. A mean difference of $-0,80 \times 10^9/L$ (IC95% = $-1,96; 0,36 \times 10^9/L$) between the predonation value and the value immediately after donation was found; no publication bias was found and the conclusion presented good sensitivity since it does not vary with the elimination of studies in successive phases.

Conclusions: The donation of platelets by apheresis does not affect the leukocyte count in the donors, in the last century there were reports of reductions in this parameter, explained by the blood loss in the cases used for the procedure and by effects produced in the blood cells by the biomaterials; however, at present the high safety of plateletpheresis for the white blood cell count is evidenced.

Key words: Plateletpheresis, Leukogram, Leukocytes, Systematic review, Meta-analysis.

Correspondencia:
 Jaiberth Antonio Cardona Arias
 Calle 67, número 53 - 108, bloque 5, oficina 103
 Medellín, Colombia
 jaiberthcardona@gmail.com

Cita sugerida: Gil-Betacur A, Mantilla-Gutierrez CY, Cardona-Arias JA. Efecto de la plaquetoféresis sobre el recuento de leucocitos: metaanálisis 1980-2018. Rev Esp Salud Pública. 2019;93: 20 de septiembre e201909084.

INTRODUCCIÓN

La aféresis o *apairesos* en griego (separar) es un procedimiento que apareció aproximadamente en la década de los 70⁽¹⁾. En la actualidad existen diferentes equipos que permiten la recolección de uno o varios componentes sanguíneos, dando como resultado la plaquetoféresis, la plasmaféresis, la leucocitaféresis y la eritroaféresis, los cuales presentan un alto grado de pureza en el componente obtenido, consistencia en los volúmenes y dosis predecibles⁽²⁾. A esto se suman otras ventajas, como la disminución del riesgo de alo-inmunización y refractariedad, un mayor número de donaciones por persona al año y la reducción de la transmisión de infecciones⁽³⁾.

Pese a sus ventajas, los procedimientos de aféresis pueden generar diferentes reacciones adversas. Particularmente, en la plaquetoféresis se han reportado incidencias menores al 4%, siendo las más frecuentes los hematomas (2,39%), otras reacciones locales (0,24%) y síncope (0,23%)⁽⁴⁾. Entre las reacciones a corto plazo se pueden observar las producidas por el anticoagulante (ACD-A): hormigueo y entumecimiento en el área perioral y en la periferia; mareo leve o grave con pérdida del conocimiento, relajación de esfínteres o con complicaciones; náuseas, sabor alterado, punción arterial o nerviosa, hematoma e hipocalcemia⁽⁴⁾. Entre las reacciones a largo plazo se pueden observar anemia, deficiencia en las reservas de hierro, trombocitopenia y leucopenia⁽¹⁾, aunque otros estudios han reportado que los procedimientos por aféresis, como la donación de plaquetas, no afectan los recuentos de estas células⁽⁵⁾.

Además, en algunos países está establecido por ley la realización de un hemoleucograma para determinar los valores basales del recuento de plaquetas, pero no se indica el rango de leucocitos mínimo o máximo para la donación. Sin embargo, en un gran número de bancos de

sangre se realiza el hemograma completo, con el fin de determinar, entre otras cosas, si el donante presenta leucocitosis (recuento mayor a $10-12 \times 10^9/L$) o leucopenia (recuento inferior a $4 \times 10^9/L$)^(6,7). En caso de hallar alteración en algún parámetro, los donantes no son aceptados para evitar riesgos en los pacientes y en ellos mismos.

Algunos estudios han analizado el efecto de la plaquetoféresis sobre el recuento de leucocitos con resultados diversos. Wan et al encontraron en Malasia un aumento de $0,4 \times 10^9/L$ ⁽⁸⁾, Love et al reportaron un aumento de $0,25 \times 10^9/L$ ⁽⁹⁾, Das et al mostraron una disminución de $0,7 \times 10^9/L$ ⁽¹⁰⁾, Macher et al refirieron una disminución de $0,56 \times 10^9/L$ ⁽¹¹⁾ y Gite et al concluyeron que la donación por aféresis puede disminuirlos en $0,58 \times 10^9/L$ ⁽¹²⁾.

Lo anterior evidencia la discrepancia en la magnitud y la dirección del cambio en el recuento de leucocitos, así como la necesidad de realizar una sistematización de la evidencia disponible. Dado que este tipo de estudios permite valorar un mayor número de investigaciones e individuos, con diferente ubicación geográfica, esto puede proporcionar una información con un mayor grado de evidencia y precisión. Igualmente, con este tipo de investigación se pueden disminuir los sesgos de selección en los estudios evaluados y encontrar tendencias en los valores evaluados, consolidar o descartar hipótesis e identificar fuentes de heterogeneidad en la evidencia disponible⁽¹³⁾.

Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue metaanalizar el efecto de la plaquetaféresis sobre el recuento de leucocitos con el fin de brindar evidencia que mejore la seguridad de los pacientes y donantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio. Se realizó una revisión sistemática de la literatura mediante metaanálisis.

Pregunta PICO: Población/Intervención/Comparador/Outcome (Desenlace).

- Población: donantes de plaquetas por aféresis.
- Intervención: plaquetoféresis.
- Comparador: comparación pareada consistente en la diferencia entre la medición previa al procedimiento e inmediatamente después o una hora posterior al mismo.
- Desenlace: recuento de leucocitos por hemograma.

Búsqueda y selección de estudios según PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)⁽¹⁴⁾.

- Identificación: se realizó una búsqueda por sensibilidad (cosecha de perlas) y especificidad (sinónimos de DeCS y MeSH) en las bases de datos Pubmed, Scielo, Science Direct y Scopus. La búsqueda se realizó con la combinación de “*adverse reactions*” con los términos relacionados con donación de plaquetas por aféresis (“*plateletpheresis*”, “*plateletphereses*”, “*thrombocytopheresis*”, “*thrombocytophereses*”, “*thrombocytapheresis*”, “*thrombocytaphereses*”, “*platelet apheresis*”, “*thrombapheresis*”, “*haemapheresis platelet*”), el hemograma (“*hematological*”, “*haematological*”, “*blood*”) y las palabras “*values*”, “*parameters*”, “*indices*”, “*iron deficiency*”, “*ferritin*”. A estos se agregaron búsquedas en español con los términos “plaquetoféresis sanguínea”, “trombocitaferesis”, “plaquetas por aféresis”, “plaquetaferesis” y “plaquetoféresis”, en combinación con “reacciones adversas”, “hemograma” y “hemoleucograma”.
- Tamización: se incluyeron los estudios que cumplieron con los siguientes criterios: con términos de búsqueda en el título, resumen y/o palabras claves, originales, en donantes de plaquetas por aféresis, publicados en inglés,

portugués o español. La búsqueda se realizó sin restricción temporal. La ventana del estudio se definió con referencia al estudio más antiguo incluido en la revisión.

Algunos ejemplos de las estrategias de búsqueda son:

i) En Pubmed: *Platelet apheresis[Title/Abstract] AND iron deficiency[Title/Abstract]*.

ii) En ScienceDirect: *Title, abstract, keywords: apheresis adverse reactions*.

iii) En Scopus: *TITLE-ABS-KEY (“platelet apheresis”) AND TITLE-ABS-KEY (“adverse reactions”)*.

iv) En Scielo: (*ab:(Plaquetas por aféresis AND reacciones adversas)*).

– Elegibilidad: como criterios de exclusión se establecieron los siguientes: investigaciones de casos o series de 10 o menos casos, artículos no disponibles en las bases de datos y estudios que no evaluaran leucocitos o no reportaron su valor anterior y posterior al procedimiento.

– Inclusión: a los artículos que cumplieran el protocolo se les aplicó la extracción de las siguientes variables: título, autores, revista, país, año de publicación, número de donantes y recuento de leucocitos antes y después de la intervención.

Evaluación de la reproducibilidad y evaluación de la calidad metodológica. El análisis de la reproducibilidad de la búsqueda y selección de los artículos, así como la extracción de las variables, se realizó por medio de dos investigadores que aplicaron el protocolo. La evaluación de la calidad metodológica se realizó siguiendo los 22 criterios de la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*)

⁽¹⁵⁾, que incluye criterios para evaluar la validez interna (riesgo de sesgos) y externa (generalización de resultados) de la investigación observacional.

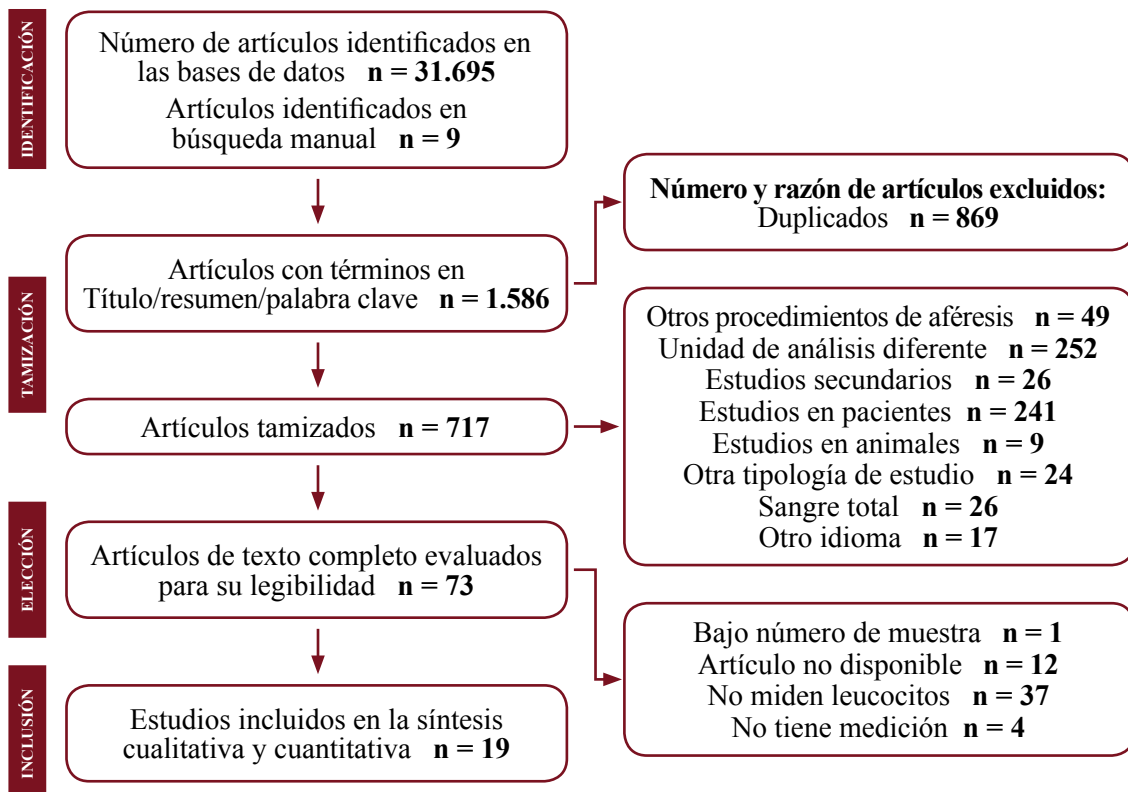
Análisis de la información. Los estudios se describieron con frecuencias. Se realizó un metaanálisis para la diferencia de medias entre el recuento de leucocitos previo y posterior a la intervención. En el metaanálisis se evaluó la heterogeneidad con el método gráfico de Galbraith, el estadístico de Dersimonian y Laird's (Estadístico Q con distribución Ji-cuadrado) y el coeficiente RI (proporción de varianza total debida a la varianza entre estudios). El sesgo de publicación se

valoró con el Funnel Plot y el estadístico de Begg (Estadístico Z). Se realizó análisis de sensibilidad complementado con el gráfico de influencias. El resultado final se presentó con Forest Plot y Metaanálisis acumulado. Los análisis se realizaron mediante EPIDAT 3.1⁽¹⁶⁾.

RESULTADOS

Se identificaron 31.704 estudios, se tamizaron 717 artículos al restringir la búsqueda a título/resumen y eliminar los duplicados. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se realizó la síntesis cualitativa y cuantitativa de 19 artículos (figura 1).

Figura 1
Flujograma de búsqueda y selección.



Los países con mayor frecuencia de artículos fueron India (cuatro estudios), Estados Unidos (tres) y Turquía, Alemania y Austria (dos estudios cada uno). Se encontraron estudios de entre 1980 y 2017, y entre 1980 y 2008 se publicó el 42% de los artículos. En total, se incluyeron 2.388 donantes de plaquetas, en

algunos estudios analizados por subgrupos según el equipo utilizado o el sexo (tabla 1).

El estudio del grupo de Love⁽⁹⁾ cumplió con un 68% de los ítems mientras que los demás cumplieron más del 70% de los criterios de STROBE. Ningún estudio explicitó la fuente de

Tabla 1
Descripción de los estudios.

Autor	Año	País	N	Leucocitos Media ± Desviación	
				Pre	Post
Katz ⁽⁵⁾	1980	Estados Unidos	24	6,1 ± 2,5	6,2 ± 2,1
Rock ⁽¹⁷⁾	1992	Canadá	13	6,2 ± 1,8	6,3 ± 1,1
Love ⁽⁹⁾	1993	Gran Bretaña	112	5,3	5,6
Zingsem ⁽¹⁸⁾	1997	Alemania	62 ^(a)	5,8 ± 1,4	5,3 ± 1,3
			62 ^(b)	5,7 ± 1,3	5,1 ± 1,4
Buchholz ⁽¹⁹⁾	1998	Estados Unidos	26	6,6±1,8	6,1±1,7
Beyan ⁽²⁰⁾	2003	Turquía	265	7,3 ± 1,5	6,2 ± 1,3
Burgstaler ⁽²¹⁾	2004	Estados Unidos	26 ^(c)	6,5 ± 1,6	6,5 ± 1,7
			26 ^(d)	8,5 ± 2,4	7,1 ± 1,7
Ifran ⁽²²⁾	2005	Turquía	35	7,4 ± 1,5	6,8 ± 1,7
Kim ⁽²³⁾	2008	Corea del Sur	25 ^(e)	6,3 ± 1,5	5,9 ± 1,3
			25	5,5 ± 1,1	5,4 ± 1,2
Moog ⁽²⁴⁾	2009	Alemania	60	7,1 ± 1,6	7,9 ± 2,1
Dass ⁽¹⁰⁾	2009	India	457	7,5 ± 1,8	6,8 ± 3,1
Tendulkar ⁽²⁵⁾	2009	India	121 ^(f)	6,5 ± 1,5	5,9 ± 1,5
			50 ^(g)	6,9 ± 1,5	6,3 ± 1,4
			66 ^(h)	6,6 ± 1,3	5,9 ± 1,3
Wan ⁽⁸⁾	2011	Malasia	76	7,1 ± 1,4	7,5 ± 1,6
Macher ⁽¹¹⁾	2012	Austria	24 ⁽ⁱ⁾	6,5 ± 1,3	6,1 ± 1,4
			24 ^(j)	6,2 ± 1,0	5,9 ± 1,1
Fontana ⁽²⁶⁾	2011	Suiza	59 ^(k)	5,8 ± 0,4	6,3 ± 0,4
			59 ^(l)	5,8 ± 1,0	7,1 ± 0,5
Heuft ⁽²⁷⁾	2012	Alemania-Austria	185 ^(m)	6,7 ± 1,6	6,3 ± 1,6
			226 ⁽ⁿ⁾	6,9 ± 1,5	6,9 ± 1,9
Nomani ⁽²⁸⁾	2013	India	60	7,8 ± 1,9	7,3 ± 1,8
Vandana ⁽¹²⁾	2015	India	100	6,6 ± 1,7	6,1 ± 1,7
Landžo ⁽²⁹⁾	2017	Croacia	60 ^(o)	7,5 ± 1,9	5,9 ± 1,5
			60 ^(p)	7,5 ± 1,6	7,1 ± 1,9

(a) Sistema de leuco- reducción; (b) Sistema estándar; (c) Trima Accel; (d) Amicus (Single needle); (e) Grupo control; (f) Amicus; (g) Fenwal CS-3000 Plus; (h) Cobe spectra; (i) Fenwal Amicus; (j) Caridian BCT Trima Accel; (k) Amicus; (l) Trima Accel; (m) Doble plaquetoféresis; (n) Triple plaquetoféresis; (o) Flujo continuo; (p) Flujo intermitente.

financiación ni las limitaciones y sólo el 56% indicó el cálculo del tamaño de muestra y el control de sesgos (figura 2).

En los estudios sistematizados se halló una elevada heterogeneidad, como se observa en el gráfico de Galbraith, cuyo estadístico Q de

Dersimonian y Laird presentó $p=0,0001$ y coeficiente RI del 99%. No se presentó sesgo de publicación (Prueba de Begg $p=0,55937$) y el gráfico de influencias evidenció que la eliminación de cualquier estudio no cambiaba la dirección ni la significación del efecto global, dando cuenta de la robustez de la medida global (figura 3).

Figura 2
Evaluación de la calidad metodológica.

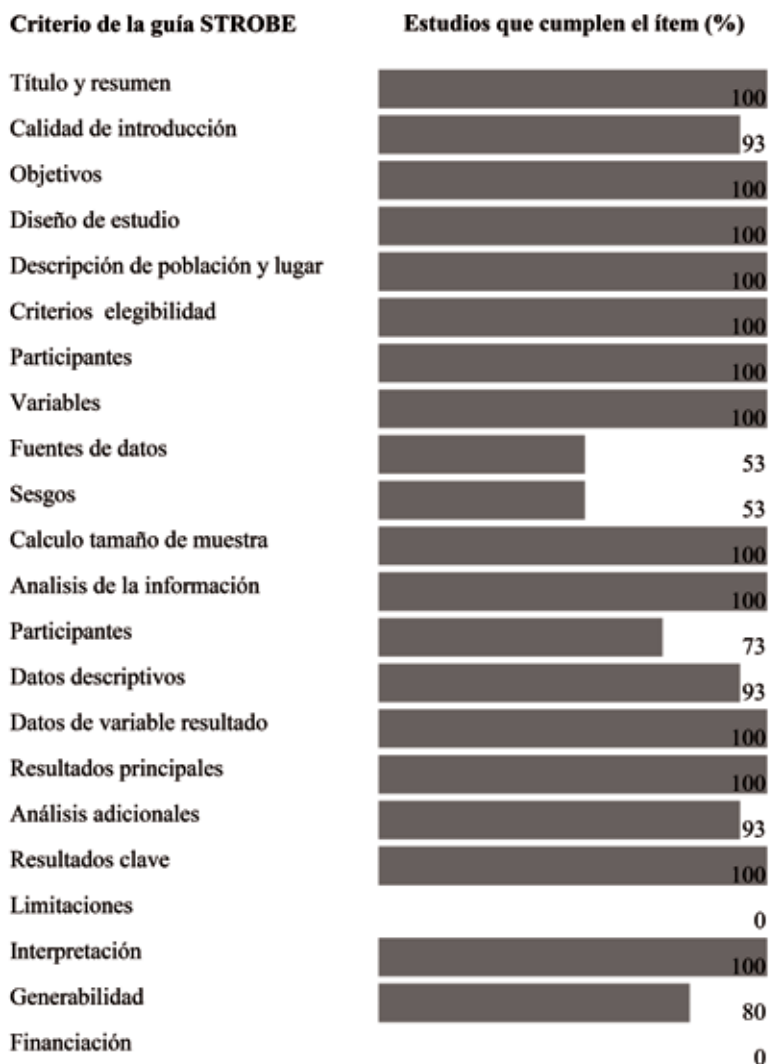
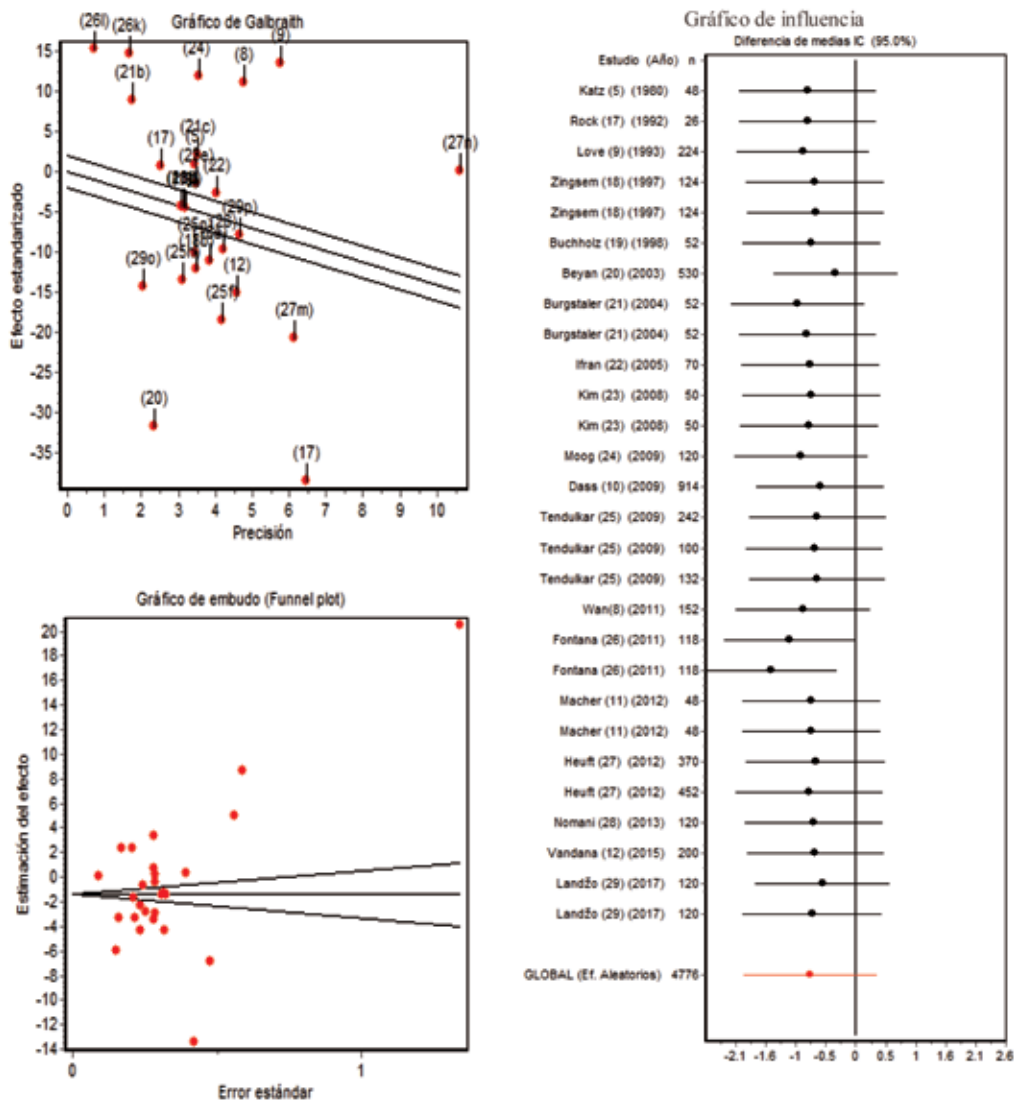


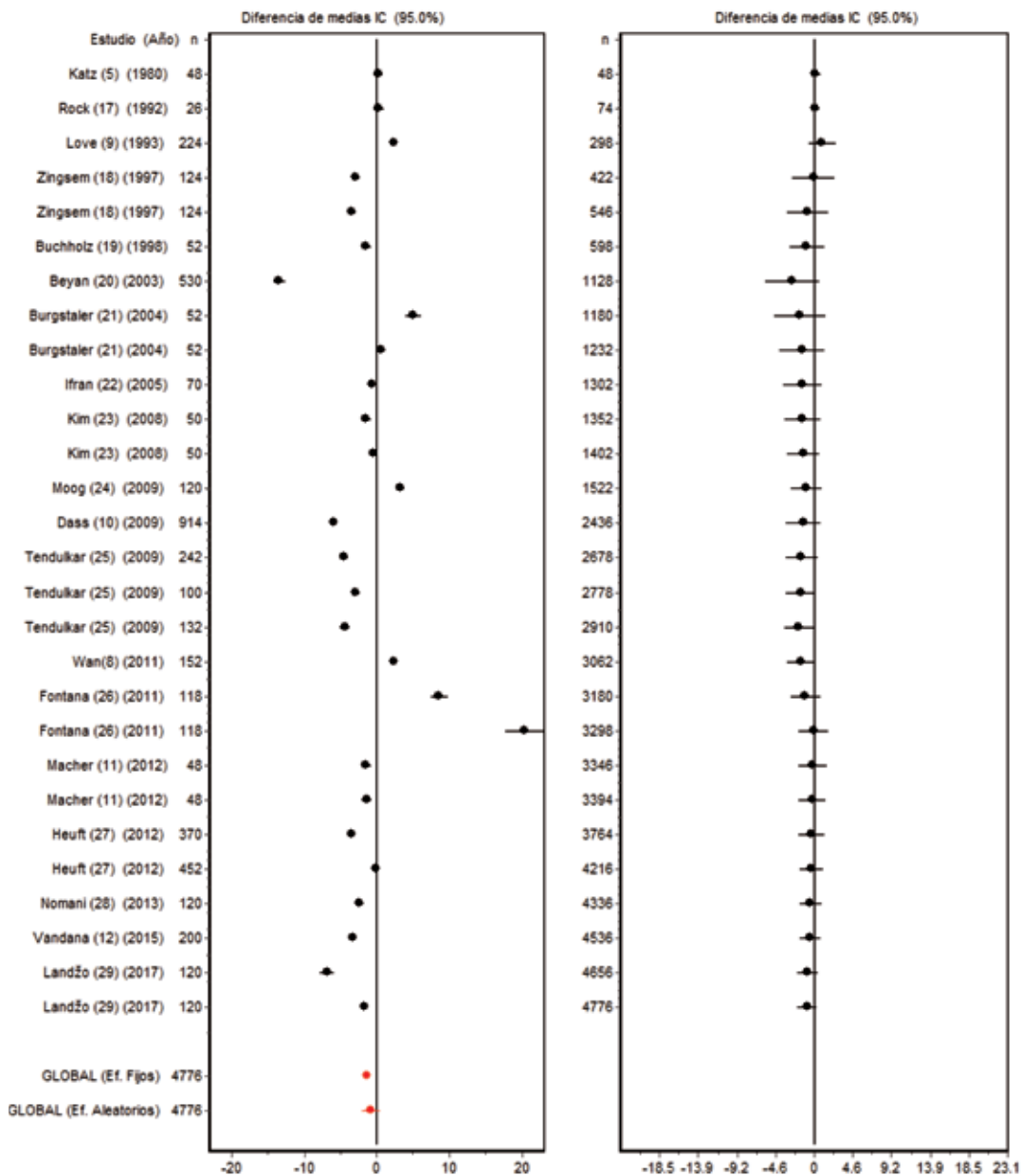
Figura 3
Análisis de heterogeneidad con Galbraith, Sesgo de publicación con Funnel Plot y sensibilidad con el gráfico de Influencias.



En el metaanálisis global, mediante un modelo de efectos aleatorios, se halló una diferencia de medias de $-0,80 \times 10^9/L$ (IC 95%=-1,96; $0,36 \times 10^9/L$) posterior al procedimiento. En el metaanálisis acumulado se determinó que el re-

sultado global del metaanálisis (no se producen cambios en los recuentos de leucocitos por la plaquetaféresis) era independiente de aumentos en el tamaño de muestra o del número de donantes evaluados (figura 4).

Figura 4
Efecto de la plaquetoféresis sobre el recuento de leucocitos.
Forest Plot y Metanálisis acumulado.



DISCUSIÓN

En el presente metaanálisis se sistematizaron 19 estudios, comparando la variable de recuento de leucocitos antes del procedimiento de plaquetoféresis y posterior a este. El estudio se realizó en 2.388 donantes, lo que permite una mayor extrapolación de los resultados obtenidos, mayor precisión en el parámetro evaluado y un mayor poder estadístico, lo cual es un dato importante que brinda este tipo de estudios⁽¹³⁾.

La mayor frecuencia de estudios se encuentra en la India, donde la prevalencia de talasemias y otras hemoglobinopatías varía entre el 5 y el 40%⁽³⁰⁾, siendo enfermedades que usualmente requieren soporte transfusional. Esto puede indicar un alto interés en este país en la investigación de los efectos de los procedimientos por aféresis en los donantes, con el fin de conservar la salud de estos y de los receptores de los hemocomponentes. En esta investigación no se encuentran estudios en Latinoamérica, donde la prevalencia de enfermedades hematológicas, que pueden llevar a transfusión de plaquetas por aféresis, es similar a la encontrada en países con altos ingresos⁽³¹⁾. Esto abre un campo importante para la investigación, debido a que la población de interés puede presentar una variabilidad biológica importante.

Los estudios evaluados se han publicado desde 1980 hasta 2017, mostrando un aumento considerable en las últimas décadas. Esto evidencia un creciente interés en conocer los efectos del procedimiento, debido a las ventajas que ofrecen este tipo de hemocomponentes para los pacientes y a que son estos donantes los que mayor número de donaciones pueden realizar por año. En los años 80 y 90, la frecuencia de estudios era mucho menor, lo cual se puede explicar porque en esa época la donación se podía realizar menos veces por año (12 según los estándares de la FDA -*Food and Drug Administration* de EEUU-), la pérdida de

células era mayor y porque era más frecuente la obtención de hemocomponentes a partir de sangre total^(5,32).

Se halla una alta heterogeneidad en los resultados con estudios que mostraron aumento o reducción de diferente magnitud, lo que se podría atribuir a la variabilidad biológica o a los equipos utilizados, ya que el amplio rango de tiempo evaluado implica que, hace años, los equipos podían causar una pérdida de células o mostrar diferencias analíticas^(32,33). Pese a esta heterogeneidad, el hecho de no hallar sesgo de publicación y evidenciar que ningún estudio afecta la medida combinada, permite una estimación global por efectos aleatorios que incorpora la variabilidad en el recuento de leucocitos intra e inter-estudios.

En tal sentido, el resultado final dado por el Forest Plot muestra que los procedimientos de plaquetoféresis no disminuyen el número de leucocitos. Este resultado es divergente con estudios del siglo pasado en este campo, como el desarrollado por Robbins⁽³⁴⁾, que mostró que solo el 18,6% de los donantes presentaron leucopenia posterior a la realización de procedimientos por aféresis de forma repetitiva. Este hallazgo también fue encontrado por Strauss en 1994⁽³⁵⁾, presentando una pérdida constante de leucocitos que puede llevar a una leucopenia transitoria. Sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías ha disminuido cada vez más la pérdida celular de leucocitos en estos donantes. En este sentido, el grupo de Fontana⁽²⁶⁾ encontró en 2010 un aumento en el número de leucocitos posterior a la realización de procedimientos por aféresis. Una posible explicación para dicho aumento en los donantes, posterior a los procedimientos por aféresis, es el *pool* marginal de leucocitos. Este permite el paso de leucocitos de “reserva” a la sangre periférica en diferentes circunstancias, tales como ejercicio, infecciones, estrés⁽³⁶⁾ o, en este caso, la donación, como mecanismo de compensación de los leucocitos perdidos durante el procedimiento.

Algunos estudios muestran que la circulación extracorpórea (como se da en los procedimientos por aféresis), el contacto de las células con los biomateriales de los kits⁽³⁷⁾ y la exposición a la fuerza centrífuga, pueden llevar a algunas reacciones adversas, como la activación de la coagulación por la vía intrínseca, una activación de los leucocitos (lo que causa inflamación) y la adhesión y activación de las plaquetas, dando como resultado una disminución de las células sanguíneas⁽³⁸⁾. A lo anterior se puede sumar igualmente la pérdida de sangre (20-45 mL), la cual queda en los estuches al finalizar los procedimientos⁽³⁹⁾. Aunque no es una pérdida importante (comparada con la que se produce por la donación de sangre total), gracias a que a que la donación de plaquetas se puede realizar con mayor regularidad, es necesario vigilar los recuentos de los donantes repetitivos.

Próximos estudios podrían realizar mediciones de marcadores de inflamación, de productos de activación del complemento y de activación celular tanto en el donante (antes, durante y después del procedimiento) como en el hemocomponente obtenido, y su relación con las características demográficas de los donantes y según las tecnologías disponibles (tipo de biomaterial empleado en la fabricación del kit, fuerza centrífuga empleada, velocidades de extracción e infusión), con especial énfasis en el grado de afectación del balance hemostático del donante.

Esta investigación tiene limitaciones, como el hecho de que los estudios evaluados no presentan datos fisiológicos de los donantes ni de la periodicidad de las donaciones, lo que puede presentar un problema en el momento de evaluar los cambios propios de cada donante. Estudios posteriores deberían comparar varias tecnologías, realizar mediciones más exhaustivas durante el procedimiento y hacer seguimientos posteriores al día de la donación para establecer sí el recuento aumenta, disminuye o permanece estable.

Como conclusión, se puede afirmar que la donación de plaquetas por aféresis no afecta el recuento de leucocitos en los donantes. En el siglo pasado se reportaban reducciones en este parámetro, explicadas por la pérdida de sangre en los estuches utilizados para el procedimiento y por los efectos producidos en las células sanguíneas por los biomateriales de los estuches. En la actualidad, sin embargo, se evidencia la alta seguridad de la plaquetoféresis para el recuento de glóbulos blancos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Thokala R, Radhakrishnan K, Anandan A. Recovery of Platelet Count among Apheresis Platelet Donors. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(12):1-4.
2. Burgstaler EA. Blood component collection by apheresis. *J Clin Apher.* 2006;21(2):142-51.
3. Luna L, Rojas L, Suaste M, Cruz L. Aféresis plaquetaria. *Rev Mex Enferm Cardiol.* 2007;15(3):89-93.
4. Gavillet M, Tissot JD, Canellini G. Blood donation associated risks: data from a Swiss regional haemovigilance program. *Transfus Med.* 2013;23(4):269-71. doi: 10.1111/tme.12066.
5. Katz AJ, Genco P V., Blumberg N, Snyder EL, Camp B, Morse EE. Platelet collection and transfusion using the fenwal CS-3000 cell separator. *Transfusion.* 1981;21(5):560-3.
6. Torrent Español M BSI. I. Interpretación del hemograma y de las pruebas de coagulación. En AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría 2012. Exlibris Ediciones. 2012;203-16.
7. Melo M, Murciano T. Interpretación del hemograma y pruebas de coagulación. *Pediatr Integr.* 2012; (5)1-6.
8. Wan WH, Rifin NSM, Ibrahím S, Mastazamin LT, Mustafa R. Significant reduction in hematological values after plateletpheresis: Clinical implication to the donor. *Asian Biomed.* 2011;5(3):393-5.

9. Love E, Pendry K. Analysis of Pre- and Post- Donation Haematological Values in Plateletpheresis Donors. *Vox Sang.* 1993;65(3):209–11.
10. Das SS, Chaudhary R, Verma SK, Ojha S, Khetan D. Pre- and post- donation haematological values in healthy donors undergoing plateletpheresis with five different systems. *Blood Transfus.* 2009;7(3):188–92.
11. Macher S, Sipurzynski-Budra S, Roskopf K, Semmelrock M, Prüller F, Griesbacher A et al. Influence of multicomponent apheresis on donors' haematological and coagulation parameters, iron storage and platelet function. *Vox Sang.* 2012;103(3):194–200.
12. Gite V, Dhakane M. Analysis of pre- and post-donation haematological values in plateletpheresis donors. *Apollo Med.* 2015;12(2):123–5.
13. Cardona J, Higuera L, Ríos L. Revisión sistemática de la literatura científica: la investigación teórica como principio para el desarrollo de la ciencia básica y aplicada. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia. 2016.
14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman D, Antes G et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine.* 2009;6(7):1-6.
15. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Gac Sanit.* 2008;22(2):144-50.
16. SERGAS Servicio Galego de Saúde. Meta-análisis con EPIDAT. [Internet] 2015. Consultado en Julio de 2019. Disponible en: <https://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1930/11-Ayuda%20Meta-analisis.pdf>.
17. Rock G, Tittley P, Sternbach M, Buskard N, Schroedere M. Repeat plateletpheresis : The Effects on the Donor and the Yield. *Vox Sang.* 1992;63(2):102–6.
18. Zingsem J, Zimmermann R, Weisbach V, Glaser A, van Waeg G, Eckstein R. Comparison of COBE white cell-reduction and standard plateletpheresis protocols in the same donors. *Blood Componentes.* 1997;37(1):1045–9.
19. Buchholz D, Squires E, Herman JH, , Anderson K, Hedberg SL. Plateletpheresis in 90- to 110-pound donors using the CS-3000 blood cell separator. *Tranfusion.* 1997;37(7):715–8.
20. Beyan C, Cetin T, Kaptan K. Effect of plateletpheresis on complete blood count values using three different cell separator systems in healthy donors. *Transfus Apher Sci.* 2003;29(1):45–7.
21. Burgstaler E. Paired comparison of Gambro Trima Accel versus Baxter Amicus single-needle plateletpheresis Blood component collection by apheresis. *J Clin Apher.* 2006;21(2):142–51.
22. Ifran A, Haoimi A, Kaptan K, Nevruz O, Beyan C. Evaluation of platelet parameters in healthy apheresis donors using the ADVIA 120 TM. *Transfusion.* 2005; 33:87–90.
23. Kim HJ, Kim NC, Park CW. The effects of warming methods on temperature, cardiac function and cytokines in plateletpheresis donors. *Vox Sang.* 2008;95(1):45–51.
24. Moog R. Feasibility and Safety of Triple Dose Platelet Collection by Apheresis. *J Clin Apher.* 2009;24(6):238–40.
25. Tendulkar A, Rajadhyaksha SB. Comparison of plateletpheresis on three continuous flow cell separators. *Asian J Transfus Sci.* 2009;3(2):2–7.
26. Fontana S, Keller P, Taleghani BM. Platelet recruitment during multiple donor platelet apheresis differs between cell separators. *Transfus Med Hemotherapy.* 2011;38(3):195–8.
27. Heuft H, Moog R, Fischer EG, Plateletpheresis A, Group S. Donor safety in triple plateletpheresis: results from the German and Austrian Plateletpheresis Study Group multicenter trial. *Transfusion.* 2013;53(1):211-20.

28. Nomani L, Raina TR, Sidhu M. Feasibility of applying the 2 day deferral for repeat plateletpheresis : Indian perspective. *Transfus Apher Sci.* 2013;48(3):341–3.
29. Landžo E, Petrovi J, Karin M, Tomi I, Pravdi D. Influence of the type of plateletpheresis on the value of corpuscular elements in the blood donors. *Psychiatr Danub.* 2017;29(1):835-40.
30. Goñi Murillo MC, Galindo Vergara C, Goñi Murillo A. Actualización en medicina de familia. *Talasemias. Semergen.* 2008;34(3):138-42.
31. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer [Internet]. Lyon. [citado 7 de noviembre de 2018]. *Cáncer hoy.* Disponible en: <http://gco.iarc.fr/today/online-analysis-map>.
32. Strauss RG. Risks of clinically significant thrombocytopenia and/or lymphocytopenia in donors after multiple plateletpheresis collections. *Transfusion.* 2008;48(7):1274–8.
33. Méndez A, Wägli F, Schmid I, Frey BM. Frequent platelet apheresis donations in volunteer donors with hemoglobin <125g/l are safe and efficient. *Transfus Apher Sci.* 2007;36(1):47–53.
34. Robbins G, Petersen C, Brozovic B. Lymphocytopenia in donors undergoing regular platelet apheresis with cell separators. *Clin Lab Haematol.* 1985;7(3):225–30.
35. Strauss RG. Effects on donors of repeated leukocyte losses during plateletpheresis. *J Clin Apher.* 1994;9(2):130–4.
36. Campuzano G. Utilidad del extendido de sangre periférica: los leucocitos. *Medicina & Laboratorio.* 2008;14(9-10):411-53.
37. Weber M, Steinle H, Golombek S, Hann L, Schlensak C, Wendel HP et al. Blood-Contacting Biomaterials : In Vitro Evaluation of the Hemocompatibility. *Front Bioeng Biotechnol.* 2018;6:99.
38. Calleja JGP, Cherit GD. Daño pulmonar asociado con el uso de la bomba de circulación extracorpórea durante la cirugía cardíaca. *Neumol Cir Torax.* 2006;65(1):40-46.
39. Castro E, Bueno JL, Barea L. Hemoglobin losses due to plateletpheresis. *Tranfusion.* 1999;39(7):790.