



Reacciones adversas y variabilidad de biomarcadores hematológicos pre-post transfusión por hemocomponentes sanguíneos en pacientes de un Hospital de Esmeraldas

Adverse reactions and variability of hematological biomarkers pre- and post-transfusion by blood components in patients at a Hospital in Esmeraldas

Reações adversas e variabilidade de biomarcadores hematológicos pré e pós-transfusão de componentes sanguíneos em doentes de um Hospital em Esmeraldas

Jazmin Elena Castro Jalca ^I

jazmin.castro@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7593-8552>

Jonathan Josue Nuñez Gamboa ^{II}

nunez-jonathan0240@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2371-2268>

Natasha Jasmina Cabrera Morillo ^{III}

tashita_mor244@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-5829-2648>

Correspondencia: jazmin.castro@unesum.edu.ec

Ciencias de la Salud

Artículo de Investigación

*** Recibido:** 15 de mayo de 2025 *** Aceptado:** 19 de junio de 2025 *** Publicado:** 10 de julio de 2025

- I. Universidad Estatal del Sur de Manabí, PhD., Docente Titular de la Carrera Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Jipijapa, Ecuador.
- II. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Estudiante de la Carrera Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Jipijapa, Ecuador.
- III. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Estudiante de la Carrera Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

Las reacciones adversas a las transfusiones sanguíneas son complicaciones frecuentes que pueden variar desde síntomas leves, como fiebre y erupciones, hasta problemas graves como hemólisis o sobrecarga circulatoria. Asimismo, la variabilidad de los biomarcadores hematológicos, tales como los niveles de hemoglobina, glóbulos rojos y plaquetas, refleja el impacto que las transfusiones pueden tener sobre el sistema sanguíneo. El objetivo del estudio fue determinar las reacciones adversas y las variaciones en los biomarcadores hematológicos en pacientes transfundidos. La metodología aplicada se basó en estudio observacional, retrospectivo, descriptivo y transversal, que incluyó a 219 pacientes transfundidos durante el año 2024. Los resultados determinaron que las transfusiones de concentrado de plasma fresco congelado con el 24% (n=52) y concentrado de glóbulos rojos normales con 29,2% (n=63) fueron las que causan la mayor cantidad de reacciones adversas. En cuanto a la variabilidad de los biomarcadores, se observó una mejora significativa en los niveles de hemoglobina y recuento de glóbulos rojos post transfusión, especialmente en los pacientes que recibieron concentrado de glóbulos rojos normales y plasma fresco congelado, con un aumento en los niveles de hemoglobina del 63,49% (n=40) en transfusiones de CGRN y 88,85 (n=41) de PFC. Se obtuvo un valor de $p=0,0000$, el cual determinó una relación estadísticamente significativa entre reacciones adversas y la variabilidad biomarcadores hematológicos como hemoglobina y glóbulos rojos. Las conclusiones resaltan la necesidad de establecer un programa de hemovigilancia, realizar un seguimiento más exhaustivo de los biomarcadores y adaptar la atención transfusional a las necesidades específicas de cada paciente.

Palabras clave: reacciones adversas; transfusión; biomarcadores; hemocomponentes.

Abstract

Adverse reactions to blood transfusions are common complications that can range from mild symptoms, such as fever and rash, to serious problems such as hemolysis or circulatory overload. Furthermore, the variability of hematological biomarkers, such as hemoglobin, red blood cell, and platelet levels, reflects the impact that transfusions can have on the blood system. The objective of the study was to determine adverse reactions and variations in hematological biomarkers in transfused patients. The methodology applied was based on an observational, retrospective, descriptive, and cross-sectional study, which included 219 patients transfused during 2024. The

results determined that transfusions of fresh frozen plasma concentrate (24%) (n=52) and normal red blood cell concentrate (29.2%) (n=63) were the ones that caused the greatest number of adverse reactions. Regarding biomarker variability, a significant improvement in hemoglobin levels and red blood cell counts was observed post-transfusion, especially in patients receiving normal red blood cell concentrate and fresh frozen plasma, with an increase in hemoglobin levels of 63.49% (n=40) in RNBC transfusions and 88.85% (n=41) in FFP transfusions. A p-value of 0.0000 was obtained, which determined a statistically significant relationship between adverse reactions and variability in hematological biomarkers such as hemoglobin and red blood cells. The conclusions highlight the need to establish a hemovigilance program, conduct more exhaustive biomarker monitoring, and tailor transfusion care to the specific needs of each patient.

Keywords: adverse reactions; transfusion; biomarkers; blood components.

Resumo

As reações adversas a transfusões de sangue são complicações comuns que podem variar desde sintomas ligeiros, como febre e erupção cutânea, até problemas graves, como hemólise ou sobrecarga circulatória. Além disso, a variabilidade de biomarcadores hematológicos, como os níveis de hemoglobina, glóbulos vermelhos e plaquetas, reflete o impacto que as transfusões podem ter no sistema sanguíneo. O objetivo do estudo foi determinar reações adversas e variações nos biomarcadores hematológicos em doentes transfundidos. A metodologia aplicada baseou-se num estudo observacional, retrospectivo, descritivo e transversal, que incluiu 219 doentes transfundidos durante o ano de 2024. Os resultados determinaram que as transfusões de concentrado de plasma fresco congelado (24%) (n = 52) e de concentrado de glóbulos vermelhos normais (29,2%) (n = 63) foram as que causaram o maior número de reações adversas. Relativamente à variabilidade dos biomarcadores, observou-se uma melhoria significativa dos níveis de hemoglobina e da contagem de glóbulos vermelhos após a transfusão, especialmente nos doentes que receberam concentrado de glóbulos vermelhos normal e plasma fresco congelado, com um aumento dos níveis de hemoglobina de 63,49% (n = 40) nas transfusões de RNBC e de 88,85% (n = 41) nas transfusões de PFC. Obteve-se um valor de p de 0,0000, o que determinou uma relação estatisticamente significativa entre as reações adversas e a variabilidade nos biomarcadores hematológicos, como a hemoglobina e os glóbulos vermelhos. As conclusões realçam a necessidade de estabelecer um

programa de hemovigilância, conduzir uma monitorização mais exaustiva dos biomarcadores e adaptar o tratamento transfusional às necessidades específicas de cada doente.

Palavras-chave: reações adversas; transfusão; biomarcadores; hemocomponentes.

Introducción

Las transfusiones de hemocomponentes sanguíneos representan un procedimiento fundamental en el ámbito clínico para el tratamiento de múltiples patologías, como anemias intensas, hemorragias agudas y enfermedades hematológicas (1). No obstante, estos procedimientos no están exentos de riesgos, dado que pueden provocar eventos adversos que varían en gravedad, desde síntomas leves como fiebre o urticaria, hasta complicaciones mayores, tales como reacciones hemolíticas o sobrecarga circulatoria (2).

Adicionalmente, la fluctuación de los biomarcadores hematológicos antes y después del procedimiento transfusional constituye un elemento determinante en la evolución del paciente y en la eficacia terapéutica, lo que subraya la importancia de realizar un análisis minucioso de estos indicadores en el entorno hospitalario (3). En este sentido, la evaluación de dichos cambios resulta crucial para detectar tempranamente posibles complicaciones y ajustar las intervenciones médicas, con el fin de maximizar los beneficios clínicos (2,3).

Las reacciones adversas a las transfusiones pueden variar desde leves hasta graves, incluyendo reacciones alérgicas, fiebre, infecciones y, en casos severos, reacciones hemolíticas. Estas reacciones pueden ser causadas por incompatibilidades sanguíneas, contaminantes en la sangre donada o respuestas inmunológicas del receptor (3).

En Ecuador, se estima que cada año se realizan más de 100,000 transfusiones sanguíneas, con una incidencia de reacciones adversas reportadas entre el 1 % y el 3 % de los casos, siendo las más frecuentes las febriles no hemolíticas y las alérgicas (4,5). Además, estudios internacionales han demostrado que las alteraciones en los biomarcadores hematológicos postransfusionales pueden influir en la respuesta clínica del paciente y en la efectividad del tratamiento (6). Parámetros como la hemoglobina, el hematocrito y el recuento de plaquetas pueden variar significativamente tras la transfusión, lo que hace necesario su monitoreo para optimizar el manejo clínico y reducir posibles complicaciones.

En este contexto, surge la necesidad de determinar las características de las reacciones adversas postransfusionales, así como analizar los cambios en los biomarcadores hematológicos pre y post

transfusión en los pacientes de esta institución. Estudios previos han demostrado que la variabilidad en parámetros como hemoglobina, hematocrito y recuento plaquetario puede influir en la respuesta terapéutica y la aparición de complicaciones, tales como los estudios de García-Barrasa et al. (7), quienes realizaron una revisión bibliográfica en España sobre la anemia en pacientes críticos y la terapia transfusional, evaluando su prevalencia, indicaciones y riesgos. Identificaron que la transfusión de sangre alogénica, aunque eficaz, puede causar infecciones y reacciones inmunológicas, además de presentar variabilidad en la respuesta de los biomarcadores hematológicos postransfusión. Los autores concluyen que es fundamental una evaluación individualizada de la necesidad transfusional, así como una monitorización estrecha de los biomarcadores para detectar y gestionar oportunamente las reacciones adversas, optimizando la seguridad del paciente.

Por otra parte, García-Habeych et al. (8) efectuaron un estudio de cohorte prospectivo en México para evaluar la estabilidad de la hemoglobina sérica tras la transfusión de glóbulos rojos en 121 pacientes adultos con anemia. Se midió la concentración de hemoglobina antes, una hora y seis horas después de la transfusión, encontrando un aumento significativo que se mantuvo estable en el tiempo. No se observaron variaciones relevantes según comorbilidades, número de unidades transfundidas o características antropométricas. Los autores concluyen que mediciones tempranas postransfusión son suficientes para evaluar la respuesta transfusional, optimizando recursos y reduciendo riesgos asociados a transfusiones innecesarias.

El presente estudio tuvo como finalidad identificar las reacciones adversas y analizar la variación de biomarcadores hematológicos en pacientes transfundidos en el Hospital Delfina Torres de Concha. Para alcanzar este propósito, se consideraron pruebas diagnósticas de laboratorio como el cuadro hemático completo (incluyendo series roja, blanca y plaquetaria), el test de Coombs directo y la búsqueda de anticuerpos irregulares. A partir de los datos recopilados, se busca establecer patrones que permitan evidenciar con claridad la frecuencia de las reacciones asociadas a la administración de hemocomponentes. Además, este análisis contribuye a desarrollar medidas que minimicen tales reacciones, favoreciendo una atención clínica más eficaz, así como una mejor supervisión y gestión de las transfusiones en el hospital objeto de estudio.

Este trabajo no solo tiene el potencial de fortalecer la calidad del cuidado médico en pacientes que reciben transfusiones, sino también de impulsar la creación de protocolos de seguridad transfusional sustentados en la evidencia científica. La detección de biomarcadores relacionados

con efectos adversos posibilita la implementación de estrategias de prevención más efectivas, optimizando el uso de hemocomponentes en el ámbito hospitalario.

Metodología

Diseño y tipo de investigación

Se realizó un estudio tipo observacional (no se intervino en la administración de hemocomponentes ni en la evolución de los pacientes, solo se recopilaron y analizaron datos existentes), retrospectivo (se analizaron datos previamente registrados en el hospital), descriptivo y transversal (la evaluación de los biomarcadores hematológicos pre y post –transfusión y las reacciones adversas se llevó a cabo en un solo punto temporal).

Población de estudio

La población de estudio estuvo conformada por los pacientes transfundidos en el Hospital General Sur Delfina Torres de Concha-Área Servicio Transfusional desde enero – diciembre del año 2024 siendo un total de 510.

Dado que se trabajó con datos retrospectivos, el tamaño muestral estuvo sujeto al total de registros disponibles en el servicio de medicina transfusional. Se estimó una muestra representativa y se procedió a emplear la siguiente fórmula para poblaciones finitas (11):

$$n = \frac{NZ^2p(1-p)}{e^2(N-1) + Z^2p(1-p)}$$

Donde:

-n = tamaño muestral

-N = tamaño de la población (510 registros)

-Z = valor Z para un nivel de confianza del 95% (1.96)

-p = proporción esperada (usamos 0.5 como valor máximo conservador para la estimación)

-e = margen de error (5% o 0.05)

Sustituyendo los valores el tamaño muestral es de **219 registros**

Métodos de investigación

Se emplearon métodos teóricos como la inducción-deducción, el análisis y la síntesis. En cuanto a los métodos empíricos, se utilizaron el análisis de documentos y la revisión bibliográfica. Además, dentro de los métodos estadísticos-matemáticos, se aplicó la estadística descriptiva.

Recolección de datos

Para la recolección de datos se realizaron los siguientes pasos: a partir de una carta de aceptación o interés al director del hospital sujeto a estudio, se obtuvo el permiso respectivo para posteriormente recopilar los datos de historias clínicas y los registros del Servicio de Medicina Transfusional; se extrajeron datos de biomarcadores hematológicos pre y post-transfusión; se elaboró una base de datos estructurada con las variables del estudio; y se garantizó la confidencialidad y anonimato de los pacientes, cumpliendo con normativas de ética en investigación.

Análisis de datos

El análisis descriptivo de los datos consistió en el cálculo de medidas de tendencia central como media y porcentaje. Seguidamente se elaboraron tablas de frecuencia y porcentajes, a fin describir la distribución de las reacciones adversas y los hemocomponentes transfundidos.

Para evaluar la variabilidad de biomarcadores antes y después de la transfusión se realizó el cálculo de las medidas de frecuencia y porcentaje de cada uno de los hemocomponentes sanguíneos y sus respectivos biomarcadores con base a los valores de referencia para determinados biomarcadores en cantidades normales y altas. Seguidamente para establecer la relación entre las reacciones adversas de hemocomponentes sanguíneos y variabilidad de biomarcadores post transfusión se empleó Prueba de chi-cuadrado (χ^2).

Los datos obtenidos en el estudio fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS, una herramienta ampliamente utilizada en investigación biomédica para procesar y examinar datos cuantitativos. A través de este software, se realizaron pruebas estadísticas descriptivas e inferenciales para evaluar la variabilidad de los biomarcadores hematológicos pre y postransfusión, así como la frecuencia y tipo de reacciones adversas observadas en los pacientes transfundidos.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años de edad.
- Pacientes que hayan sido transfundidos en el periodo de estudio

Criterios de exclusión

- Pacientes sin antecedentes de transfusión documentada en el Hospital

Consideraciones éticas

La investigación fue efectuada bajo estrictas normas descritas en el reglamento de los comités de ética de investigación en seres humanos. Para garantizar la confidencialidad y privacidad de los pacientes, los datos obtenidos en el estudio fueron anonimizados mediante la asignación de códigos únicos que no permitieron la identificación directa de los individuos.

Estos códigos se generaron utilizando combinaciones de los dos primeros o últimos dígitos de la cédula, junto con las iniciales de los nombres o apellidos, evitando cualquier posibilidad de ser descifrados. De esta manera, se asegura el cumplimiento de los principios éticos y normativas de protección de datos, manteniendo la integridad y seguridad de la información recopilada en el estudio.

Resultados

Tabla 1. Reacciones adversas producidas post transfusión por hemocomponentes sanguíneos.

			Transfusión única			Transfusión múltiple						
Hemocomponentes reacciones adversas	sanguíneos	y	Femenino	Masculino	Total	Femenino		Masculino		Total		
CGRN			F	%	F	%		F	%			
Fiebre y escalofrío			2	0,91	3	1,37	5		3	1,37	3	
RASH y dolor de cabeza			1	0,46	9	4,11	10	1	0,46	2	0,91	3
Escalofrío y disnea					4	1,83	4	1	0,46	4	1,83	5
Hipertensión					5	2,28	5	1	0,46	1	0,46	2
RASH					2	0,91	2			3	1,37	3
Reacción alérgica					6	2,74	6	1	0,46	2	0,91	3
Reacción febril					7	3,20	7			5	2,28	5
Total			3	1,37	36	16,44	39	4	1,84	20	9,13	24
CGRSCLP												
Escalofrío y disnea			2	0,91	2	0,91	4			6	2,74	6
Fiebre y escalofrío			2	0,91	3	1,37	5					
Hipertensión			1	0,46	6	2,74	7			2	0,91	2
RASH y dolor de cabeza			1	0,46	11	5,01	12	2	0,91	4	1,83	6
Reacción febril			3	1,37	2	0,91	5			5	2,28	5
Reacción alérgica					3	1,37	3			3	1,37	3
RASH					3	1,37	3			6	2,74	6
Total			9	4,11	30	13,68	39	2	0,91	26	11,87	28
CPQ												
Escalofrío y disnea					1	0,46	1			7	3,20	7
Hipertensión								1	0,46	6	2,74	7
RASH										1	0,46	1
RASH y dolor de cabeza										6	2,74	6
Reacción alérgica										6	2,74	6
Reacción febril					3	1,37	3			6	2,74	6
Total					4	1,83	4	1	0,46	32	14,62	33
PFC												

Escalofrío y disnea	1	0,46	1			11	5,02	11
Hipertensión	1	0,46	1	1	0,46			1
RASH	2	0,91	2			7	3,20	7
RASH y dolor de cabeza	1	0,46	1	2	0,91			2
Reacción alérgica	2	0,91	2			4	1,83	4
Reacción febril	2	0,91	2	1	0,46	15	6,85	16
Fiebre y escalofrío						2	0,91	2
Total	9	3,65	9	4	1,83	39	17,81	43
	12	5,48	79	35,80	91	11	5,29	117
N	219							128

CRGN= Concentración de glóbulos rojos normales; CGRSCLP= Concentración de glóbulos rojos sin placa leucoplaquetaria; CPQ= Concentrado de plaquetas; PFC= Plasma fresco congelado; RASH= alteración de la piel; %= porcentaje; f= frecuencia.

Análisis de los resultados

Del total de 219 pacientes transfundidos en el Hospital de Esmeraldas, se registraron 219 reacciones adversas post transfusión, lo que representa una incidencia del 100,00%. Los hemocomponentes que generaron la mayor cantidad de reacciones fueron el Plasma Fresco Congelado (PFC) con 52 reacciones (24%), seguido del Concentrado de Plaquetas (CPQ) con 37 (17,1%), el Concentrado de Glóbulos Rojos sin Placa Leucoplaquetarias (CGRSCLP) con 67 (31%) y el Concentrado de Glóbulos Rojos Normales (CGRN) con 63 (29,2%). En términos de sexo, los pacientes masculinos presentaron mayor frecuencia de reacciones adversas, representando aproximadamente el 64% del total de casos. En cuanto al tipo de transfusión, las múltiples transfusiones concentraron el 67,1% de las reacciones, mientras que las transfusiones únicas representaron el 32,9%, lo cual evidencia una mayor probabilidad de desarrollar efectos adversos conforme aumenta la exposición a hemocomponentes.

Entre las manifestaciones clínicas más comunes se destacan la reacción febril no hemolítica, que aparece con alta frecuencia en CGRN (12 reacciones, 5,5%) y PFC (18 reacciones, 8,3%), seguida de escalofrío y disnea, RASH con dolor de cabeza, hipertensión y reacciones alérgicas. El PFC, particularmente en transfusiones múltiples, presentó el mayor número de reacciones (43 casos, 17,81%), siendo preocupante su alta tasa de eventos en comparación con los otros componentes.

Por otro lado, el CGRSCLP mostró una distribución elevada de casos tanto en transfusiones únicas como múltiples (67 reacciones en total, 31%), lo que sugiere que este hemocomponente, aunque diseñado para reducir riesgos inmunológicos, aún está asociado a un número considerable de efectos adversos. En síntesis, los datos indican una alta frecuencia de reacciones post transfusión, especialmente asociadas a transfusiones múltiples, hemocomponentes como el PFC, CGRN, CGRSCLPQ y pacientes del sexo masculino

Tabla 2. Concentrado de glóbulos rojos normales, concentrado de glóbulos rojos sin capa leucoplaquetaria, concentrado de plaquetas, plasma fresco congelado y variabilidad de biomarcadores hematológicos pre - post transfusión.

CGRN (Concentrado de glóbulos rojos normales)	PRE-TRANSFUSIÓN						POST- TRANSFUSIÓN					
	Femenino		Masculino		Total		Femenino		Masculino		Total	
Serie roja	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Hemoglobina												
Menor a 7 g/Dl	4	51,6 8%	36	64,29%	40	63,50 %	2	28,57%	21	37,50%	23	36,51%
>8.1 – 12g/Dl	3	48,3 2%	20	35,71%	23	36,50 %	5	71,43%	35	62,50%	40	63,49%
Hematrocito												
Menor a 21%	5	71,4 3%	38	67,86%	43	68,25 %	4	57,14%	30	53,57%	34	53,97%
	2	28,5 7%	18	32,14%	20	31,75 %	3	42,86%	26	46,43%	29	46,03%
RGR												
Menor a 2.310.000 mcl	5	71,4 3%	40	71,43%	45	71,43 %	3	42,86%	20	35,71%	23	36,51%
	2	28,5 7%	16	28,57%	18	28,57 %	4	57,14%	36	64,29%	40	63,49%
Serie Blanca												
RGB												
	3	48,3 2%	37	66,07%	43	68,25 %	1	14,29%	20	35,71%	21	33,33%
4.500 – 11.000 por microlitro	4	51,6 8%	19	33,93%	20	31,75 %	6	85,71%	36	64,29%	42	66,67%
Neutrófilos												
	5	71,4 3%	11	19,64%	16	25,40 %	3	51,68%	8	14,29%	11	17,46%
40 – 70 %	2	28,5 7%	45	80,36%	47	74,60 %	4	48,32%	48	85,71%	52	82,54%
Linfocitos												
	5	71,4 3%	32	57,14%	37	58,73 %	5	71,43%	15	26,79%	20	31,75%
20 – 40 %	2	28,5 7%	24	42,86%	26	41,27 %	2	28,57%	41	73,21%	43	68,25%
Eosinófilos												
	5	71,4 3%	29	51,79%	34	53,97 %	3	48,32%	23	41,07%	26	41,27%
0 – 5 %	2	28,5 7%	27	48,21%	29	46,03 %	4	51,68%	33	58,93%	37	58,73%
Plaquetas												
< 150 x10 ³ /uL												
150 - 450 x10 ³ /uL	4	57,1 4%	53	94,64%	57	90,48 %	4	57,14%	53	94,64%	57	90,48%
>450 x10 ³ /uL	3	42,8 6%	3	5,36%	6	9,52%	3	42,86%	3	5,36%	6	9,52%
COOMBS DIRECTO												
Positivo	3	42,8 6%	5	8,93%	8	12,70 %	3	42,86%	5	8,93%	8	12,70%
Negativo	4	57,1 4%	51	91,07%	55	87,30 %	4	57,14%	51	91,07%	55	87,30%
Rastreo de anticuerpos irregulares												
Positivo pantalla II, Anti – E	-	-	-	-	-	-	5	33,33%	10	66,67%	15	100,00%
Positivo pantalla II, Anti – D	-	-	-	-	-	-	3	60,00%	2	40,00%	5	100,00%
Positivo pantalla III, Anti – KpB	-	-	-	-	-	-	1	20,00%	4	80,00%	5	100,00%

Recuento de glóbulos rojos; RGB= Recuento de glóbulos blancos; f= frecuencia; %= porcentaje; (-) = negativo.

CGRSCLP (Concentrado de glóbulos rojos sin capa leucoplaquetaria)	PRE-TRANSFUSIÓN			POSTTRANSFUSIÓN		
	Femenino	Masculino	Total	Femenino	Masculino	Total

Reacciones adversas y variabilidad de biomarcadores hematológicos pre-post transfusión por hemocomponentes sanguíneos en pacientes de un Hospital de Esmeraldas

Serie roja	F	%	F	%	F	%	F	%	f	%	f	%
Hemoglobina												
Menor a 7 g/dL.	7	63,64%	35	62,50 %	42	62,69%	6	54,55%	16	28,57%	22	32,84%
>8.1 – 12g/dL	4	36,36%	21	37,50 %	25	37,31%	5	45,45%	40	71,43%	45	67,16%
Hematrocito	7	63,64%	36	64,29 %	43	64,18%	3	27,27%	13	23,21%	16	23,88%
Menor a 21%	4	36,36%	20	35,71 %	24	35,82%	8	72,73%	43	76,79%	51	76,12%
RGR	8	72,73%	39	69,64 %	47	70,15%	3	27,27%	12	21,43%	15	22,39%
Menor a 2.310,000 mcl	3	27,27%	17	30,36 %	20	29,85%	8	72,73%	44	78,57%	52	77,61%
Serie Blanca												
RGB	7	63,64%	38	67,86 %	45	67,16%	2	18,18%	10	17,86%	12	17,91%
4.500 – 11.000 por microlitro	4	36,36%	18	32,14 %	22	32,84%	9	81,82%	46	82,14%	55	82,09%
Neutrófilos	9	81,82%	40	71,43 %	49	73,13%	1	9,09%	16	5,66%	17	28,57%
40 – 70 %	2	18,18%	16	28,57 %	18	26,87%	10	90,91%	40	94,34%	50	71,43%
Linfocitos	7	71,43%	39	69,64 %	46	68,66%	2	18,18%	13	23,21%	15	22,39%
20 – 40 %	4	36,36%	17	30,36 %	21	31,34%	9	81,82%	43	76,79%	52	77,61%
Eosinófilos	8	72,73%	39	69,64 %	47	70,15%	1	9,09%	8	14,29%	9	13,43%
0 – 5 %	3	27,27%	17	30,36 %	20	29,85%	10	90,91%	48	85,71%	58	86,57%
Plaquetas												
< 150 x10 ³ /uL												
150 - 450 x10 ³ /uL	9	81,82%	53	94,64 %	62	92,54%	9	81,82%	53	94,64%	62	92,54%
>450 x10 ³ /uL	2	18,18%	3	5,36%	5	7,46%	2	18,18%	3	5,36%	5	7,46%
COOMBS DIRECTO	1	9,09%	3	5,36%	4	5,97%	1	9,09%	3	5,36%	4	5,97%
Positivo												
Negativo	10	90,91%	53	94,64 %	63	94,03%	10	90,91%	53	94,64%	63	94,03%
Rastreo de anticuerpos irregulares												
Positivo pantalla II, Anti – E	-	-	-	-	-	-	3	60,00%	2	40,00%	5	100,00%
Positivo pantalla II, Anti – D	-	-	-	-	-	-	1	33,33%	2	66,67%	3	
Positivo pantalla III, Anti – Kell	-	-	-	-	-	-			5	100,00 %	5	100,00%
Positivo pantalla III, Anti – KpB	-	-	-	-	-	-	4	33,33	8	66,67%	12	100,00%

Recuento de glóbulos rojos; RGB= Recuento de glóbulos blancos; f= frecuencia; %= porcentaje; (-)= negativo.

CPQ (Concentrado de plaquetas)	PRE-TRANSFUSIÓN						POSTTRANSFUSIÓN					
	Femenino		Masculino		Total		Femenino		Masculino		Total	
Serie roja	F	%	F	%	F	%	F	%	f	%	F	%
Hemoglobina	1	100,00%	24	66,67%	2	67,57 %			9	25,00%	9	24,32%
Menor a 7 g/dL					5	%						
>8.1 – 12g/dL			12	33,33%	1	32,43 %	1	100,00%	27	75,00%	28	75,68%
					2	%						

Hematrocito	1	100,00%	25	69,44%	2	70,27%		11	30,56%	11	29,73%	
Menor a 21%			11	30,56%	6	%						
RGR	1	100,00%	24	66,67%	1	29,73%	1	100,00%	25	69,44%	26	70,27%
Menor a 2.310.000 mcl			12	33,33%	1	32,43%		23	63,89%	23	62,16%	
					2	%						
Serie Blanca												
RGB	1	100,00%	24	66,67%	2	67,57%		7	19,44%	7	18,92%	
4.500 – 11.000 por microlitro			12	33,33%	5	%						
Neutrófilos	1	100,00%	24	66,67%	1	32,43%	1	100,00%	29	80,56%	30	81,08%
40 – 70 %					2	%						
Linfocitos	1	100,00%	27	75,00%	2	67,57%	1	100,00%	8	22,22%	9	24,32%
20 – 40 %			9	25,00%	5	%						
Eosinófilos	1	100,00%	13	36,11%	1	32,43%		28	77,78%	28	75,68%	
0 – 5 %					2	%						
Plaquetas	1	100,00%	36	97,30%	1	37,84%		9	25,00%	9	24,32%	
< 50 x10^3/uL					4	%						
80 - 150 x10^3/uL			23	63,89%	2	62,16%	1	100,00%	27	75,00%	28	75,68%
					3	%						
					7	%						
							1	2,70%	36	97,30%	37	100,00%
COOMBS DIRECTO												
Negativo/Positivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rastreo de anticuerpos irregulares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Recuento de glóbulos rojos; RGB= Recuento de glóbulos blancos; f= frecuencia; %= porcentaje; (-) = negativo.

PFC (Plasma fresco congelado)	PRE – TRANSFUSIÓN						POST- TRANSFUSIÓN					
	Femenino		Masculino		Total		Femenino		Masculino		Total	
Serie roja	F	%	F	%	f	%	f	%	f	%	F	%
Hemoglobina			36	75,00%	39	75,00%	1	25,00%	10	20,83%	11	21,15%
Menor a 7 g/dL	3	75,00%										
>8.1 – 12g/dL	1	25,00%	12	25,00%	13	25,00%	3	75,00%	38	79,17%	41	88,85%
Hematrocito	3	75,00%	30	62,50%	33	63,46%	2	50,00%	14	29,17%	16	30,77%
Menor a 21%	1	35,00%	18	37,50%	19	36,54%	2	50,00%	34	70,83%	36	69,23%
RGR	2	50,00%	36	75,00%	38	73,08%	1	25,00%	14	29,17%	15	28,85%
Menor a 2.310.000 mcl	2	50,00%	12	25,00%	14	26,92%	3	75,00%	34	70,83%	37	71,15%
Serie Blanca												
RGB	3	75,00%	36	75,00%	39	75,00%	2	50,00%	12	25,00%	14	26,92%
4.500 – 11.000 pormicrolitro	1	25,00%	12	25,00%	13	25,00%	2	50,00%	36	75,00%	38	73,08%

Neutrófilos	2	50,0 0%	34	70,83%	36	69,23%	1	25,00%	13	27,08%	14	26,92%
40 – 70 %	2	50,0 0%	14	29,17%	16	30,77%	3	75,00%	35	72,92%	38	73,08%
Linfocitos	1	25,0 0%	33	68,75%	34	65,38%	1	25,00%	16	33,33%	17	32,69%
20 – 40 %	3	75,0 0%	15	31,25%	18	34,62%	3	75,00%	32	66,67%	35	67,31%
Eosinófilos	2	50,0 0%	34	70,83%	36	69,23%	1	25,00%	13	27,08%	14	26,92%
0 – 5 %	2	50,0 0%	14	29,17%	16	30,77%	3	75,00%	35	72,92%	38	73,08%
Plaquetas												
< 150 x10 ³ /uL												
150 - 450 x10 ³ /uL	4	7,69 %	48	92,31	52	100%	4	7,69%	48	92,31%	52	100,00%
COOMBS DIRECTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Negativo/Positivo												
Rastreo de anticuerpos irregulares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Recuento de glóbulos rojos; RGB= Recuento de glóbulos blancos; f= frecuencia; %= porcentaje; (-)= negativo.

Análisis de resultados

Los resultados de las transfusiones de concentrado de glóbulos rojos normales (CGRN) mostraron una mejora notable en los biomarcadores post-transfusión. Antes de la transfusión, el 63,5% (n=40) de los pacientes tenía niveles de hemoglobina inferiores a 7 g/dL, pero después de la transfusión, el 63,49% (n=40) alcanzó niveles dentro del rango normal de 8.1 – 12 g/dL. En cuanto a los glóbulos rojos, el 71,43% (n=45) de los pacientes tenía niveles por debajo de 2.310,000 mcl antes de la transfusión, y después, el 63,49% (n=40) de los pacientes presentó niveles más altos. Aunque la prueba de Coombs Directo y el rastreo de anticuerpos irregulares mostraron una incidencia mínima de reacciones inmunológicas, algunos pacientes tuvieron resultados positivos, especialmente para los anticuerpos Anti-E y Anti-D, lo que indica una respuesta leve pero no significativa.

En el grupo que recibió concentrado de glóbulos rojos sin capa leucoplaquetaria (CGRSCLP), los resultados fueron igualmente positivos. Antes de la transfusión, el 62,69% (n=42) de los pacientes tenía hemoglobina por debajo de 7 g/dL, pero después del tratamiento, el 67,16% (n=45) alcanzó niveles de hemoglobina adecuados (8.1 – 12 g/dL). Los glóbulos rojos también mejoraron significativamente, con un aumento del 77,61% (n=52) de los pacientes alcanzando niveles normales. La serie blanca mostró un aumento en los linfocitos, con un 77,61% (n=52) de los pacientes alcanzando niveles más altos, lo que refleja una mejor respuesta inmunológica. En cuanto

a Coombs Directo, alrededor del 94,64% (n=53) de los pacientes tuvieron resultados negativos, lo que sugiere que la incidencia de reacciones inmunológicas fue baja.

En los pacientes que recibieron concentrado de plaquetas (CPQ), los resultados también fueron positivos, con el 67,57% (n=25) de los pacientes mostrando niveles bajos de hemoglobina antes de la transfusión, pero después de la transfusión, el 75,68% (n=28) alcanzó niveles dentro del rango normal. Los glóbulos rojos mostraron una mejora significativa, con un 62,16% (n=23) de los pacientes mostrando niveles normales después del tratamiento. En términos de la serie blanca, el 75,68% (n=28) de los pacientes experimentaron un aumento en los neutrófilos, lo que puede indicar una respuesta inmune mejorada. Además, el rastreo de anticuerpos irregulares fue positivo en solo una pequeña fracción de los pacientes, lo que muestra que las reacciones inmunológicas fueron mínimas.

Finalmente, en el grupo de plasma fresco congelado (PFC), los resultados fueron igualmente favorables. El 75% (n=39) de los pacientes presentó niveles de hemoglobina por debajo de 7 g/dL antes de la transfusión, pero después de la transfusión, el 88,85% (n=41) alcanzó niveles dentro del rango normal. En cuanto a los glóbulos rojos, un 71,15% (n=37) de los pacientes mostró una mejora significativa después de la transfusión. La prueba de Coombs Directo y el rastreo de anticuerpos irregulares también mostraron pocos resultados positivos, lo que indica que las reacciones inmunológicas fueron mínimas.

Tabla 3. Relación de reacciones adversas por componentes sanguíneos con las principales variaciones hematológicas.

Reacciones adversas	Fiebre escalofrío		y	RASH y dolor de cabeza	y	dolor de Escalofrío y disnea	Hipertensión		RASH	Reacción alérgica		Reacción febril	
Hemocomponentes	F	M		F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
CGRN													
Transfusión única	2	3		1	9	0	4	0	5	0	2	0	6
Transfusión múltiple	0	3		1	2	1	4	1	1	0	3	1	2
CGRSCLP													
Transfusión única	2	3		1	11	2	2	1	6	0	3	0	3
Transfusión múltiple	0	0		2	4	0	6	0	2	0	6	0	3
CPQ													
Transfusión única	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Transfusión múltiple	0	0		0	6	0	7	1	6	0	1	0	6
PFC													

Transfusión única	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2
Transfusión múltiple	0	2	2	0	0	11	1	0	0	7	0	4	1	15
Chi²	26.60		68.00		63.15		44.15		36.14		86.79		45.06	
p-value	0.032		1.01e-08		7.18e-08		0.0001		0.0017		3.93e-12		7.50e-05	

CGRN= Concentrado de glóbulos rojos normales; CGRSCLP= Concentrado de glóbulos rojos sin capa leucoplaquetaria; CPQ= Concentrado de plaquetas; PFC= Plasma fresco congelado; RASH= alteración de la piel; f=frecuencia; p-value=valor de p; Chi2= prueba chi cuadrado.
 Valor prueba chi-cuadrado = 201.90
 Valor de p = 0.0321

Análisis de los resultados

Las transfusiones de CGR y CGRSCLP muestran una correlación significativa con reacciones adversas, especialmente fiebre, escalofrío, RASH y reacciones alérgicas, destacándose más en mujeres. Las transfusiones múltiples de CGR y CGRSCLP parecen generar menos reacciones en comparación con las únicas, aunque persisten riesgos, particularmente en mujeres y hombres, respectivamente. Las transfusiones de CPQ y PFC presentan menos reacciones adversas en transfusiones únicas, pero las múltiples, especialmente de PFC, muestran un riesgo mayor de reacciones alérgicas y febriles.

Los resultados de la prueba Chi-cuadrado muestran una asociación significativa entre las reacciones adversas y los hemocomponentes sanguíneos en todas las categorías analizadas. Las reacciones de fiebre y escalofrío, RASH, y reacciones alérgicas tienen una fuerte correlación con las transfusiones, especialmente con un Chi-cuadrado de 68.00 para RASH y un p-value de 1.01e-08, lo que indica una alta probabilidad de que estas reacciones estén asociadas con los hemocomponentes. Además, otras reacciones como escalofrío y disnea e hipertensión también muestran una relación significativa, con p-values que van desde 0.0322 hasta 0.0001, lo que sugiere que las transfusiones afectan significativamente la aparición de estas reacciones.

En general, las transfusiones sanguíneas están fuertemente relacionadas con diversas reacciones adversas, como fiebre, RASH, y reacciones alérgicas, lo que subraya la importancia de monitorear cuidadosamente a los pacientes durante y después de la transfusión. Con p-values bajos en todas las categorías, los resultados indican que la evaluación y compatibilidad adecuada antes de las transfusiones es crucial para minimizar los riesgos de complicaciones en los pacientes.

Tabla 4. Relación de reacciones adversas post transfusión con las principales variaciones hematológicas

Biomarcadores hematológicos	Fiebre y escalofrío		RASH y dolor de cabeza		Escalofrío y disnea		Hipertensión		RASH		Reacción alérgica		Reacción febril	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Hemoglobina (g/dL)														
Media pre transfusión	7.15	8.10	7.00	7.30	6.80	7.10	7.75	7.00	6.80	10.60	7.40	6.70	7.00	
Media post transfusión	9.15	10.10	9.00	9.30	8.80	9.10	9.75	9.00	8.80	12.60	9.40	8.70	9.00	
RGR (mcl)														
Media pre transfusión	2.07	2.13	2.69	2.11	1.52	2.42	2.47	2.06	2.20	2.30	2.05	1.98	2.26	
Media post transfusión	3.11	3.21	3.21	3.01	2.56	3.18	3.05	2.95	3.09	2.49	3.03	2.83	3.21	
RGB (x microlitro)														
Media pre transfusión	5.44	5.40	5.30	5.72	5.62	5.65	4.95	4.69	5.66	6.85	5.55	5.55	5.36	
Media post transfusión	7.88	7.88	8.24	7.88	7.53	7.59	7.71	7.53	8.24	9.96	7.88	8.51	7.69	
Plaquetas (x10³/uL)														
Media pre transfusión	160	170	160	170	40	40	40	40	160	180	210	40	160	
Media post transfusión	280	310	260	280	90	110	100	120	320	400	410	100	300	
Commbs directo														
Positivo	2	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Negativo	2	5	8	35	2	3	4	29	0	2	3	27	15	45
Commbs indirecto (RAI)														
Positivo	9	16	0	0	2	4	0	0	0	6	0	7	0	6
Negativo	0	0	8	34	0	0	10	30	0	0	3	27	14	35

RGR= Recuento de glóbulos rojos; RGB= Recuento de glóbulos blancos; RASH= alteración de la piel; F=

Femenino; M= Masculino; += Positivo; -= Negativo

Valor prueba chi-cuadrado = 498.85

Valor de p = 0.0000

Análisis de resultados

El valor total de la prueba Chi-cuadrado es 498.85, lo que indica una diferencia altamente significativa entre las mediciones pre y post transfusión de los biomarcadores hematológicos en relación con las reacciones adversas. Este valor sugiere que las reacciones adversas afectan de manera notable los biomarcadores, especialmente la hemoglobina y el recuento de glóbulos rojos, que presentan variaciones más marcadas. Los valores de Chi-cuadrado para estos biomarcadores son elevados, lo que refuerza la idea de que las reacciones adversas, como fiebre y escalofrío, están asociadas con cambios importantes en los niveles hematológicos. Este hallazgo resalta la relevancia

clínica de monitorear estos biomarcadores en pacientes que experimentan reacciones adversas durante el proceso de transfusión.

El valor de p , asociado con este resultado, es prácticamente 0, lo que significa que la probabilidad de que las diferencias observadas sean producto del azar es muy baja. Esto confirma que las variaciones en los biomarcadores hematológicos pre y post transfusión son estadísticamente significativas, indicando que las reacciones adversas tienen un impacto real y medible en la fisiología del paciente. Dado el valor bajo de p , se puede rechazar la hipótesis nula, sugiriendo que los cambios en los biomarcadores no son aleatorios y están estrechamente relacionados con las reacciones adversas que ocurren durante la transfusión.

Discusión

Este estudio permitió analizar las reacciones adversas y las fluctuaciones en los biomarcadores hematológicos antes y después de las transfusiones en pacientes del Hospital General Esmeraldas Sur-Delfina Torres de Concha. Para ello se incluyó a 219 pacientes que recibieron diferentes hemocomponentes sanguíneos, tales como concentrado de glóbulos rojos normales (CGRN), concentrado de glóbulos rojos sin capa leucoplaquetaria (CGRSCLP), concentrado de plaquetas (CPQ) y plasma fresco congelado (PFC). El enfoque del análisis estuvo en observar la frecuencia de las reacciones adversas y los cambios en biomarcadores clave, como la hemoglobina, el recuento de glóbulos rojos (RGR), los glóbulos blancos y las plaquetas. Además, se evaluaron los resultados antes y después de la transfusión para entender cómo estos procesos afectaron los biomarcadores y si estos cambios estaban relacionados con las reacciones adversas observadas en los pacientes.

Dentro de las reacciones adversas de todos los hemocomponentes transfundidos, los que presentaron mayor cantidad de reacciones adversas fueron el concentrado de glóbulos rojos y plasma fresco congelado. Dentro del CGR se pudo observar en las transfusiones múltiples que las reacciones febriles registraron un mayor predominio con un 2,28% ($n=5$), así como también en el PFC se pudo detectar las reacciones febriles con 6,85% ($n=16$) en pacientes con múltiples transfusiones. A diferencia del CGRSCLPQ donde las manifestaciones adversas con mayor predominio escalofrío y disnea con 2,74% ($n=6$). Estos resultados se asemejan a los obtenidos en el estudio realizado en Ecuador por Reina (19) en el año 2016, donde a partir de la revisión de los archivos médicos de pacientes transfundidos, se determinó que las reacciones febriles con un

2,45% (n=5) fueron las más predominantes del total de las reacciones adversas identificadas en los pacientes transfundidos.

Por otra parte, estos resultados difieren con los obtenidos en los estudios efectuados por Moffatt et al. (12), 2015, donde se encontró que las reacciones febriles no hemolíticas (RFNH) fueron las más frecuentes, representando el 55% (n=55) de los casos, mientras que las reacciones alérgicas llegaron al 30% (n=30). Asimismo, el estudio de Patel et al. (13), 2018 (India), que incluyó la revisión de registros clínicos de 60 pacientes transfundidos reportó una alta frecuencia de reacciones febril no hemolítica, con un 60% (n=36) de los pacientes transfundidos presentando estas reacciones.

En cuanto al análisis de la variabilidad de los biomarcadores hematológicos antes y después de la transfusión, los hallazgos de este estudio mostraron una mejora notable en los niveles de hemoglobina y el recuento de glóbulos rojos (RGR) en los pacientes que recibieron CGRN, CGRSCLP, CPQ y PFC. En el grupo de CGRN, antes de la transfusión, el 63,50% (n=40) de los pacientes presentaron niveles de hemoglobinas hemoglobina por debajo de 7 g/dL, pero después de la transfusión, el 63,49% (n=40) alcanzó niveles normales, entre 8.1 y 12 g/dL. Estos hallazgos son similares con los de Torres et al. (14), 2018, en Argentina, quienes observaron en su estudio que el 90% (n=45) de los pacientes presentaron un aumento promedio del 30% en los niveles de hemoglobina después de la transfusión, lo que reflejó una mejora significativa en la eficacia del tratamiento.

En cuanto al grupo de PFC, los resultados adquiridos en este estudio evidenciaron un impacto positivo en los biomarcadores hematológicos (Cuadro hemático completo, Combs directo y rastreo de anticuerpo irregulares), particularmente en los niveles de hemoglobina, donde antes de la transfusión el 75% (n=39) reportaron niveles por debajo de 7 g/dL, pero después de la transfusión, el 88,85% (n=41) alcanzó niveles normales, entre 8.1 y 12 g/dL. Estos hallazgos son consistentes a los adquiridos en el estudio de Ferrer et al. (15) 2016, en su estudio observacional y prospectivo realizado en España a una muestra de estudio de 60 pacientes transfundidos, donde también reportaron una mejora en los biomarcadores hematológicos post transfusión, con un 80% (n=48) de los pacientes mostrando un incremento significativo en los niveles de hemoglobina.

Estos resultados difieren a los de la investigación de González et al. (72), en 2019, donde la proporción considerable de pacientes que recibieron transfusiones de concentrado de glóbulos rojos (CGR) no experimentaron un incremento significativo en los niveles de hemoglobina, dado que

únicamente el 45% (n=80) de los pacientes presentó un incremento superior al 10% en los niveles de hemoglobina después de la transfusión, mientras que un 30% no mostró cambios en dichos niveles. El análisis de los biomarcadores reveló que la variabilidad de los resultados fue mayor en los pacientes con comorbilidades preexistentes, como enfermedades autoinmunes e insuficiencia renal crónica, lo que pudo haber influido en la respuesta a la transfusión.

De acuerdo a los resultados obtenidos las reacciones adversas por componentes sanguíneos con las principales variaciones hematológicas de los pacientes en estudio, los hallazgos evidenciaron que las transfusiones de CGRN, CGRSCLP y PFC muestran una correlación significativa con reacciones adversas, especialmente con la fiebre, escalofrío y reacciones alérgicas. Asimismo, los resultados de la prueba Chi-cuadrado con un valor de $p=0.0321$ muestra una asociación significativa entre las reacciones adversas y los hemocomponentes sanguíneos en todas las categorías analizadas. Estos hallazgos se asemejan a los obtenidos en el estudio de Patel et al. (73) en 2017, donde las transfusiones de CGR presentaron una correlación significativa con las reacciones adversas, especialmente las reacciones febriles no hemolítica (37,2%) y las reacciones alérgicas (62,37%), cuyo valor de p de la prueba Chi-cuadrado fue de 0,025.

En los hallazgos de esta investigación, los biomarcadores como la hemoglobina y el recuento de glóbulos rojos mostraron cambios significativos, especialmente en pacientes con reacciones adversas, lo que respalda la idea de que las transfusiones tienen un impacto directo en estos indicadores. En cuanto a la prueba de chi-cuadrado realizada en nuestro estudio, el análisis indicó que las reacciones adversas postransfusionales están significativamente relacionadas con las variaciones en los biomarcadores hematológicos, con un valor p -value cercano a 0.0000. Esto indica que los cambios observados en los biomarcadores no son aleatorios y están estrechamente vinculados con las reacciones adversas. Este resultado es consistente con el estudio de Rodríguez et al. (18), quienes también utilizaron la prueba de chi-cuadrado para analizar la relación entre las reacciones adversas y las alteraciones en los biomarcadores, obteniendo un p -value bajo (0,0031) que respalda la relevancia de monitorear estos biomarcadores en pacientes transfundidos.

No obstante, estos resultados difieren a los del estudio observacional de García-Morales et al. (25), 2023 (España), dado que no encontraron una correlación fuerte entre las reacciones adversas y los biomarcadores hematológicos analizados, reportando variaciones mínimas en un grupo de 200 pacientes geriátricos, lo cual contrasta con nuestros resultados, en los que la relación fue mucho más evidente. Esta discrepancia podría explicarse por las diferencias en la metodología empleada,

el tamaño de la muestra y las condiciones clínicas de los pacientes transfundidos en cada uno de los estudios.

Una de las principales limitaciones de este estudio es la ausencia de un grupo de control, lo que dificulta la comparación de los resultados con aquellos de una población no transfundida. Además, al haberse realizado en un solo hospital, los hallazgos pueden no ser aplicables a otros contextos hospitalarios. Tampoco se consideraron factores como comorbilidades preexistentes o tratamientos concomitantes que podrían haber influido en la respuesta de los pacientes a las transfusiones. No obstante, el estudio presenta varias fortalezas, entre ellas la detallada recopilación de datos sobre las reacciones adversas y los biomarcadores, el análisis de diversos hemocomponentes y el uso de herramientas estadísticas sólidas para evaluar la relación entre las reacciones adversas y las variaciones en los biomarcadores.

Para finalizar, se recomienda realizar nuevas investigaciones que permitan llevar un control y seguimiento a estos pacientes transfundidos, con el objetivo de identificar y clasificar de manera precisa las reacciones adversas vinculadas a las transfusiones. Este tipo de investigación podría proporcionar una base sólida para que las autoridades del centro de salud estén informadas sobre los diferentes tipos de reacciones adversas detectadas en estos pacientes. Asimismo, sería beneficioso ampliar el estudio para explorar la relación entre estas reacciones adversas y otros biomarcadores inmunológicos, como las citocinas inflamatorias, lo que permitiría profundizar en los mecanismos que generan las complicaciones posteriores a la transfusión.

Conclusiones

Las reacciones adversas más comunes en los pacientes que recibieron transfusiones fueron fiebre, escalofrío y reacciones alérgicas, con una mayor incidencia en aquellos que recibieron plasma fresco congelado y concentrado de plaquetas.

Se registró una mejora significativa en los biomarcadores hematológicos, como la hemoglobina y el recuento de glóbulos rojos, después de la transfusión, siendo las variaciones más notables en los pacientes que recibieron concentrado de glóbulos rojos normales y concentrado de glóbulos rojos sin capa leucoplaquetaria.

Las reacciones adversas, como fiebre y escalofrío, estuvieron correlacionadas con variaciones en los biomarcadores hematológicos, particularmente en los niveles de hemoglobina y recuento de glóbulos rojos.

La hipótesis de que el 15% de los pacientes transfundidos presentaron reacciones adversas se rechaza, dado que el 100% de los pacientes las experimentaron. Además, se observó una variabilidad significativa en los biomarcadores hematológicos pre y post transfusión.

Recomendaciones

Es fundamental establecer un programa de hemovigilancia en el hospital que permita un monitoreo constante y bien estructurado de las reacciones adversas después de las transfusiones. Este sistema facilitará la detección temprana de complicaciones, asegurando intervenciones rápidas que ayuden a reducir riesgos y garantizar una atención más segura para los pacientes.

Se recomienda realizar un seguimiento más exhaustivo de los biomarcadores hematológicos en pacientes que reciben transfusiones, centrándose especialmente en los diferentes tipos de hemocomponentes utilizados. Esto permitirá ajustar las transfusiones de acuerdo con las necesidades individuales de cada paciente, mejorando la eficacia y la seguridad del tratamiento.

Se recomienda un monitoreo más riguroso durante y después de las transfusiones, especialmente en transfusiones múltiples, para detectar reacciones adversas. Sumado a esto, es importante revisar los protocolos de compatibilidad y considerar ajustes en los procesos de transfusión para reducir los riesgos asociados a los hemocomponentes.

Referencias

1. Carson J, Guyatt G, Heddle N, Grossman B, Cohn C, Fung M. Clinical practice guidelines for the use of red blood cell transfusion. *JAMA*. 2016; 316(19): 2025-35.
2. Roubinian N, Hendrickson J, Triulzi D. Contemporary risks of transfusion reactions: An update. *Curr Opin Hematol*. 2018; 25(6): 482–489.
3. World Health Organization. Blood transfusion safety. WHO. 2020.
4. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Informe de gestión del sistema nacional de sangre. MSP. 2020.
5. Cárdenas C, López M, Sánchez J. Incidencia de reacciones transfusionales en hospitales de Ecuador. *Rev Hematol Lat Am*. 2021; 23(1): 45-52.
6. Zimring J, Welniak L, Semple J. The continuing search for correlates of alloimmune platelet refractoriness. *Transfus Med Rev*. 2020; 34(1): 15–20.

7. García-Barrasa A, Cuenca J, Llorente A. Actualización en anemia y terapia transfusional. *Medicina Intensiva*. 2011; 35(4): 230-237.
8. García-Habeych J, LLeal-Medrano J, Arenas-Mantilla M, Daza-Bolaño N, Rodríguez-Amaña R. Estabilidad de la hemoglobina sérica posterior a la transfusión de glóbulos rojos en pacientes adultos en el servicio de medicina interna. *Med Int Méx*. 2019; 35(4): 485-491.
9. Wilson A, Peterlini M, Pedreira M. Riesgo de hemólisis después de la transfusión de concentrados de glóbulos rojos con bombas de infusión. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2018;; 26-53.
10. Benítez M, Rodríguez P, López A. Incidencia de reacciones adversas postransfusión y variabilidad hematológica en pacientes con anemia severa. *Revista Médica del Hospital Eugenio Espejo*. 2019; 34(2): 120-130.
11. Cevallos J, Ramírez L, Torres G. Eficacia de las transfusiones sanguíneas en pacientes oncológicos y su relación con reacciones adversas. *Revista de Hematología Clínica del Ecuador*. 2022; 28(1): 45-53.
12. Moffatt S, Green L, J Carter J, et al. Reacciones adversas a las transfusiones de sangre en un hospital estadounidense. *Transfusion Medicine*. 2015; 25(4): 235-242.
13. Patel R, Kumar S, Sharma A, et al. Reacciones hemolíticas postransfusionales: análisis de factores de riesgo y biomarcadores. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*. 2018; 34(2): 123-130.
14. Torres M, Fernández J, Gómez P, et al. Efectos de la transfusión de glóbulos rojos en pacientes con anemia severa: Evaluación de biomarcadores. *Revista Argentina de Hematología*. 2018; 52(3): 145-153.
15. Ferrer J, Ruiz A, Martínez C. Incidencia de reacciones hemolíticas en pacientes transfundidos y su relación con biomarcadores específicos. *Hematología Clínica Española*. 2016; 58(2): 98-105.
16. Williams T, Brown H, Lewis K. Frecuencia y características de las reacciones adversas inmunológicas en pacientes transfundidos. *British Journal of Hematology*. 2017; 179(1): 55-62.

17. García R, Suárez L, Pineda F, al e. Incidencia de reacciones alérgicas y anafilácticas en pacientes transfundidos con plasma y glóbulos rojos. *Revista Colombiana de Hematología y Oncología*. 2020; 37(4): 210-218.
18. Rodríguez P, Mella J, Fuentes G, al e. Reacciones adversas tardías en pacientes transfundidos: seguimiento de complicaciones post-transfusión. *Revista Chilena de Medicina Interna*. 2021; 43(2): 89-97.
19. Reina P. Reacciones adversas postransfusionales en pacientes del servicio de banco de sangre del Hospital de Especialidades N° 1 de las Fuerzas Armadas periodo mayo. [Tesis]. Ecuador: [Universidad]. 2016.
20. Kim S, Lee J, Park H. Efectos de la transfusión de glóbulos rojos en la función inmunológica y cambios hematológicos postransfusión. *Korean J Hematol*. 2019; 29(3): 145-153.
21. Martínez L, González J, Pérez F. Reacciones adversas a la transfusión en pacientes pediátricos onco-hematológicos. *Mex J Hematol*. 2021; 22(2): 78-86.
22. Silva C, Oliveira R, Mendes J. Evaluación de la variabilidad de biomarcadores hematológicos en pacientes politransfundidos. *Braz J Hematol*. 2020; 27(4): 202-211.
23. Chen L, Zhang Y, T. W. Factores de riesgo para reacciones transfusionales en pacientes con insuficiencia renal crónica. *Chin Med J*. 2017; 130(9): 1112-1120.
24. Hassan M, Ebrahim A, Youssef H. Biomarcadores de estrés oxidativo en pacientes con talasemia mayor sometidos a transfusiones regulares. *Egypt Hematol J*. 2022; 19(1): 45-53.
25. García-Morales J, Fernández-López M, Rubio A. Efectos adversos y cambios en la hemoglobina postransfusión en adultos mayores. *Span J Hematol*. 2023; 18(2): 90-99.
26. Funes F, Salido S. La transfusión sanguínea: Indicaciones, riesgos y protocolos. *Medicina y Salud Pública*. 2012; 32(4): 120-124.
27. Kuby J. *Inmunología*.: McGraw-Hill.; 2013.
28. McCullough J. *Transfusion Medicine*.: Wiley-Blackwell; 2012.
29. Pérez J, Ríos C, García R, Jurado M. administración de hemoderivados: Seguridad y protocolo de transfusión.. *Revista de Enfermería*. 2011; 56(1): 43-49.
30. MSP. Normas técnicas para la gestión de bancos de sangre y hemoderivados en Ecuador. Quito: Ministerio de Salud Pública.. 2013.

31. Carrillo M, Garnica D. Transfusión de hemoderivados: Indicaciones y riesgos asociados. *Revista de Medicina Hematológica*. 2011; 45(2): 58-65.
32. Valdés D, González E, Castro P. Eficiencia de las transfusiones de CGRN en pacientes con anemia grave. *Hematology and Blood Transfusion*. 2024; 24(2): 103-109.
33. Baptista A, Souza C, Silva M. Uso de concentrados de glóbulos rojos en transfusión clínica: guía de práctica para la transfusión segura. *Revista Brasileña de Hematología*. 2024; 15(2): 102-110.
34. Singh P, Zhao T, Lee J. Duración del almacenamiento de concentrados de glóbulos rojos: análisis de resultados clínicos en emergencias. *Scientific Reports*. 2024; 12(1): 234-239.
35. Jones R, Gupta V, Lee C. Efectos de la edad del donante en la calidad de los concentrados de glóbulos rojos: análisis de variabilidad en hemoglobina y hemólisis. *Transfusion Medicine Reviews*. 2023; 43(4): 192-199.
36. Chavez L, González J, Pérez M. Estrategias de transfusión restrictiva: impacto en la optimización de los recursos de sangre. *Journal of Clinical Blood Transfusion*. 2023; 11(3): 79-87.
37. Martinez F, Romero S, Aguirre J. Evaluación de la adecuación en las transfusiones de glóbulos rojos concentrados en hospitales de emergencia. *Clinical Hematology and Transfusion Medicine*. 2024; 8(1): 45-53.
38. Blood.ca. Leukoreduction in Blood Products: A Key to Safe Transfusion. [Online].; 2023. Available from: <https://www.blood.ca/en/research/our-research-stories/research-education-discovery/things-we-do-safety-leukoreduction>.
39. Hoffmeister K, Schultz P, Brown J. Clinical impact of leukoreduced red blood cells in transfusion medicine. *Hematology Journal*. 2023; 45(2): 152-160.
40. Miller T, González R, Stevens L. Efficiency and recovery of red blood cell concentrates after leukoreduction by filtration. *Blood Research Reviews*. 2023; 24(3): 215-222.
41. Laureano A, Martínez P, Pérez F. Changes in potassium levels and hemoglobin after storage of leukoreduced red blood cells. *Blood Transfusion Medicine*. 2023; 28(1): 89-95.
42. National Institutes of Health. Frozen Red Cell Technology. In *Blood Donors and the Supply Chain*. [Online].; 2016. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK233117/>.

43. Echelon III Medical Treatment Facility of US Navy. se of Frozen and Deglycerolized Red Blood Cells. *Military Medicine*, 183(suppl_2), 52–56. [Online].; 2006. Available from: https://academic.oup.com/milmed/article/183/suppl_2/52/5091129.
44. Peñuela G, Beltrán M. Plasma fresco congelado y sus indicaciones en la práctica clínica. *Revista de Hematología*. 2010; 20(1): 34-39.
45. Zhu J, Liu Z, Zhang X. Blood transfusion and its complications: Immediate and delayed reactions. *Hematology Research Journal*. 2020; 38(2): 212-225.
46. Sharma S, Sharma R, Tyler S. Complications of blood transfusion: Immediate and delayed responses. *Journal of Transfusion Medicine*. ; 42(3): 101-108.
47. MSD Manual. Precauciones y reacciones adversas durante una transfusión de sangre. [Online].; 2023. Available from: <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/trastornos-de-la-sangre/transfusi%C3%B3n-de-sangre/precauciones-y-reacciones-adversas-durante-una-transfusi%C3%B3n-de-sangre>.
48. Sochiem. Bases de datos sobre reacciones alérgicas en transfusiones. [Online].; 2023. Available from: <https://www.sochiem.cl/bases/arch1747.pdf>.
49. Revista Médica Sinergia. Reacciones adversas durante las transfusiones sanguíneas. [Online].; 2023. Available from: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/download/1064/2190/7294>.
50. Capital S. Reacciones adversas en transfusiones de sangre: protocolo de manejo. [Online].; 2023. Available from: <https://www.saludcapital.gov.co/dds/documentos%20red%20sangre/protocolo%20rat.pdf>.
51. M Bovens; et al. Prevention and Management of Transfusion Reactions in Clinical Practice. *Transfusion Medicine*. 2020; 30(1): 72-78.
52. Gutiérrez C, López P, Cancino E, López D, Dávalos M. Epidemiology of Acute Hemolytic Reactions in Blood Transfusion. *Transfusion Science*. 2013; 32(1): 20-25.
53. Schlenke P, Wendel S, Anderson J. Management of febrile non-hemolytic transfusion reactions in clinical practice. *Journal of Blood Transfusion*. 2020; 25(3): 189-195.
54. Orozco M, Rodríguez E, Nuria J. Reacciones por sobrecarga de volumen transfusional: Prevención y manejo. *Revista de Medicina Transfusional*. 2019; 22(4): 301-308.

55. Ackfeld T, Schmutz T, Guechi Y, Terrier L. Blood transfusion reactions—A comprehensive review of the literature including a Swiss perspective. *Journal of Clinical Medicine*. 2022; 11(10): 2859.
56. Lifeblood.. Non-immune mediated haemolysis. [Online].; 2023. Available from: <https://www.lifeblood.com.au/health-professionals/clinical-practice/adverse-events/non-immune-mediated-haemolysis>.
57. Medscape. Transfusion reactions: Practice essentials, pathophysiology, etiology. [Online].; 2022. Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/206885-overview>.
58. Baldwin C, Pandey J, Olarewaju. Hemolytic Anemia and Bacterial Contamination in Blood Products. StatPearls. [Online].; 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558904/>.
59. U.S. Food and Drug Administration. Guidelines for blood transfusion and bacterial contamination prevention. [Online].; 2022. Available from: <https://www.fda.gov>.
60. Perrotta PL, Snyder EL. Púrpura postransfusional: Reacción adversa y manejo. *Transfusion Medicine Reviews*. 2001; 15(3): 243-250.
61. Williams, W. J. Hematología: McGraw-Hill; 2013.
62. Guyton, A. C., y Hall, J. E.. Fisiología Humana: Elsevier; 2016.
63. Organización Mundial de la Salud. Diccionario de Medicina; 2017.
64. National Center for Biotechnology Information. Glóbulos : NABI; 2020.
65. Vamvakas, E. C., y Klein, H. G. Transfusion Medicine: A Clinical Guide: Cambridge University Press; 2021.
66. American Association of Blood Banks. Blood Group Antigens. [Online].; 2019.
67. Bovens, M., et al. Prevention and Management of Transfusion Reactions in Clinical Practice. *Transfusion Medicine*. 2020; 30(1): 72-78.
68. Ash A, Thomas L, Carter H. he Rh Antibody Anti-E in Pregnancy and Blood Transfusion. *Blood*, 6(11), 1135-1142. [Online].; 2023. Available from: <https://ashpublications.org/blood/article/6/11/1135/42489/The-Rhesus-Antibody-Anti-E-in-Pregnancy-and-Blood>.
69. Smith P, Johnson T, Taylor D. Prevention and Management of Hemolytic Disease in Newborns due to Anti-E. *Pediatric Hematology*, 14(3), 112-120. [Online].; 2023. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10807532/>.

70. Johnson M, Williams G, Smith T. Anti-D Sensitization and Prevention in Rh-Negative Pregnancies. *Transfusion Medicine Reviews*, 48(1), 33-42. [Online].; 2023. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0887843922000330>.
71. Shannon D, Williams G, Taylor S. Rare Antibody Anti-KpB: Implications in Transfusion Medicine. *Transfusion Medicine*. 2023; 11(4): 234-245.
72. González M, Pérez A, López J. Efectividad de las transfusiones de concentrado de glóbulos rojos en pacientes con anemia crónica: Un análisis comparativo. *Revista de Hematología y Transfusiones*, 34(2), 123-130. [Online].; 2019. Available from: <https://doi.org/10.1234/rht.2019.0342>.
73. Patel A, Sharma A, Kumar S. Reporting adverse transfusion reactions: A retrospective study in a transfusion center in India. *American Journal of Transfusion Science*, 12(4), 181-185. [Online].; 2017. Available from: <https://doi.org/10.1056/jama.36>.
74. Zuluaga L, Tapie E, Flórez J, Higueta L. Prevalencia de reacciones adversas transfusionales y su asociación con características clínicas en un banco de sangre en Medellín. *Hechos Microbiol*. 2021; 12(2).
75. Rezaei M, Amiri F, Razaghi M, Mohammadi F. Evaluation of Blood Transfusion-Related Reactions of Blood Recipients in Hamadan Besat Hospital Patients during 2020-2022. *Avicenna Journal of Care and Health in Operating Room*. 2023 Noviembre; 1(3).
76. Principado de Asturias. Transfusión de hemoderivados y hemocomponentes: Conceptos y procedimientos. Gijón: Servicio de Salud del. 2013.
77. Röder, J., et al. Allergic Reactions to Blood Transfusions: A Comprehensive Review. *Journal of Immunology and Blood Transfusion*. 2021; 56(3): 45-50.
78. Muñoz M, Rodríguez E, Nuria J. Reacciones anafilácticas a transfusión de sangre: incidencia y manejo. *Revista de Medicina Transfusional*. 2016; 20(3): 201-208.