

Determinación de la viabilidad de los concentrados plaquetarios obtenidos de capa leucocitaria (*buffy coat*) durante siete días de almacenamiento

Monitoring of the Viability of Platelet Concentrates Obtained from Buffy Coat during Seven Days of Storage

Determinação da viabilidade de concentrados de plaquetas obtidos de camada leucocitária (*buffy coat*) durante sete dias de armazenamento

Clara E. Arroyo Rubio, BQ¹

Katherine E. Jaramillo Ruales, BQ¹

Rosa F. Chiriboga Ponce, MPH^{1,2*}

Recibido: 9 de agosto de 2019 · **Aceptado:** 1º de junio de 2021

Doi: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.10720>

Para citar este artículo: Arroyo Rubio CE, Jaramillo Ruales KE, Chiriboga Ponce RF. Determinación de la viabilidad de los concentrados plaquetarios obtenidos de capa leucocitaria (*buffy coat*) durante siete días de almacenamiento. Rev Cienc Salud. 2021;19(3):1-13. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.10720>

Resumen

Introducción: los concentrados plaquetarios (CPQ) son hemocomponentes lábiles afectados por varios factores, desde el método de obtención hasta las condiciones de almacenamiento, que provocan una paulatina pérdida de funcionalidad, por lo que es necesario evaluar parámetros de calidad que garanticen la viabilidad de las plaquetas durante los días de almacenamiento, con el propósito de monitorear el

- 1 Facultad de Medicina, carrera de Bioquímica Clínica, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Ecuador).
- 2 Centro de Investigación para la Salud en América Latina, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Ecuador).

Clara E. Arroyo Rubio: ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9397-0117>

Katherine E. Jaramillo Ruales: ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1638-0031>

Rosa F. Chiriboga Ponce: ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0987-7859>

* Autora de correspondencia: rosychiriboga@puce.edu.ec

mantenimiento de las características funcionales de las plaquetas. *Materiales y métodos:* estudio descriptivo transversal, con un tamaño muestral de 64 CPQ, evaluados a los 3, 5 y 7 días de almacenamiento. Los parámetros monitoreados fueron físicos, de almacenamiento y porcentaje de la activación plaquetaria mediante la medición de P-selectina (CD62) por citometría de flujo. Se aplicó el estadístico de chi cuadrado, Anova de un factor, Kruskal-Wallis y correlación de Pearson. *Resultados:* existen diferencias significativas al séptimo día con relación al tercer y quinto día de almacenamiento, especialmente en el parámetro de formación de remolino plaquetario o *swirling* ($p < 0.005$) y agregados plaquetarios ($p = 0.001$). La activación plaquetaria aumentó significativamente ($p = 0.001$) desde el quinto día. *Conclusiones:* la viabilidad de los CPQ difiere con los días de almacenamiento, por lo que es necesario evaluar pH, formación de remolinos y agregados a todos los CPQ antes de ser transfundidos como indicativos de activación plaquetaria y disminución de su funcionalidad.

Palabras clave: validación; concentrado plaquetario; capa leucocitaria; viabilidad.

Abstract

Introduction: Platelet concentrates (CPQ) are labile blood components affected by several factors from the method of production to storage conditions that cause a gradual loss of functionality. For this reason, it is necessary to evaluate the platelet quality parameters that guarantee the viability during the storage days, with the purpose of monitoring the maintenance of the functional characteristics of the platelets. *Materials and methods:* This cross-sectional descriptive study had a sample size of 64 platelet concentrates, evaluated at 3, 5, and 7 days of storage. The monitored parameters were the physical storage parameters and percentage of platelet activation by measuring P-selectin (CD62) via flow cytometry. The chi-square statistic, one-way Anova, Kruskal-Wallis test, and Pearson correlation were applied. *Results:* Significant differences were observed on the 7th day in relation to the 3rd and 5th day of storage, especially in the swirling parameter ($p < 0.005$) and platelet aggregates ($p = 0.001$). The platelet activation increased significantly ($p = 0.001$) on the 5th day. *Conclusions:* Based on the findings of this study, the viability of the platelet concentrates differs with the days of storage. For this reason, it is necessary to evaluate the swirling, pH, and aggregates to all platelet concentrates before being transfused as an indication of platelet activation and decreased functionality.

Keywords: Validation; platelet concentrate; buffy coat; viability.

Resumo

Introdução: os concentrados de plaquetas (CPQ) são hemocomponentes lábeis afetados por diversos fatores, desde o método de obtenção até as condições de armazenamento que ocasionam uma perda gradativa de funcionalidade, sendo necessário avaliar os parâmetros de qualidade que garantem a viabilidade das plaquetas ao longo dos dias de armazenamento, a fim de monitorar a manutenção das características funcionais das plaquetas. *Materiais e métodos:* estudo descritivo transversal, com tamanho de amostra de 64 CPQ, avaliados aos três, cinco e sete dias de armazenamento. Os parâmetros monitorados foram físicos, de armazenamento e porcentagem de ativação plaquetária pela dosagem de *P-selectin* (CD62) por citometria de fluxo. Os testes estatísticos aplicados incluíram o teste qui-quadrado, ANOVA de um fator, teste de Kruskal-Wallis e correlação de Pearson. *Resultados:* há diferenças significativas no sétimo dia em relação ao terceiro e quinto dia de armazenamento, principalmente no parâmetro formação de redemoinhos ou *swirling* de plaquetas ($p < 0.005$) e agregados plaquetários ($p = 0.001$). A ativação plaquetária aumentou significativamente ($p = 0.001$) a partir do quinto dia. *Conclusões:* a viabilidade dos concentrados de plaquetas difere com os dias de armazenamento, por isso é necessário avaliar o pH, a formação de redemoinhos e agregados a todos os concentrados de plaquetas antes de serem transfundidos como indicativo de ativação plaquetária e diminuição de sua funcionalidade.

Palavras-chave: validação; concentrado de plaquetas; *buffy coat*; viabilidade.

Introducción

Los concentrados plaquetarios (CPQ) se han utilizado con fines terapéuticos y profilácticos, en pacientes con variaciones plaquetarias cuantitativas y cualitativas (1). A pesar de su utilidad en medicina transfusional, los CPQ tienen una vida útil limitada, tanto que la Asociación Americana de Bancos de Sangre (AABB) recomienda cinco días; mientras que la Food and Drug Administration (FDA) recomienda el uso de los CPQ hasta los siete días de almacenamiento, previo cultivo microbiológico (2,3). La demanda por el uso de esos hemocomponentes supera la producción y ello se ha convertido en una limitante en los bancos de sangre, debido a la preocupación por la posible contaminación bacteriana y lesiones durante el tiempo de almacenamiento que acorta su vida útil (2) y afecta su funcionalidad y propósito terapéutico.

Los CPQ sufren lesiones durante el almacenamiento que afectan tanto su morfología como su función biológica (4). Algunos estudios han determinado que los CPQ obtenidos dentro de 24-48 horas tienen una buena recuperación, supervivencia y función plaquetaria, de tal manera que proporcionan una mejora en la condición del paciente (5). Las indicaciones de uso están relacionadas con hemorragias masivas con coagulopatías, y en caso de profilaxis, se asocian con el recuento plaquetario o tratamientos que producen aplasia plaquetaria (5). En contraste, en los pacientes con diagnóstico de COVID-19 no se informaron requerimientos de CPQ en cantidades mayores en cuanto a otras patologías, lo que no ha afectado significativamente al *stock* de estos hemocomponentes (6).

Las buenas prácticas transfusionales establecen que los CPQ obtenidos a través de la separación de la capa leucocitaria (*buffy coat*) o aféresis deben evaluarse durante y al final de la etapa de almacenamiento permitido, con el fin de determinar la calidad y viabilidad del producto (7); también se recomienda medir la activación de las plaquetas mediante la liberación de P-selectina (CD62). La CD62 es una glucoproteína presente en la membrana de los gránulos α de las plaquetas, que se expresa en la superficie de estas al ser activadas, lo que constituye un buen indicador de la función plaquetaria (8). Durante la etapa de almacenamiento existe una mayor expresión de CD62, aunque se desconoce la importancia de este aumento durante la transfusión (9).

La recuperación funcional y la cantidad de plaquetas en el paciente depende no solo de la dosis utilizada, sino de la viabilidad y funcionalidad de los CPQ (10,11). Sin embargo, y de acuerdo con el estudio de Bashir et al., se ha demostrado que la función plaquetaria se mantiene dentro de los índices óptimos hasta el día catorce de almacenamiento, pero los parámetros *in vitro* se preservan mejor en CPQ almacenados en solución aditiva que en el plasma (12). Por lo tanto, en la calidad de los CPQ influyen factores, como método de preparación, plaquetas derivadas de sangre total-*buffy coat* o aféresis, medio de almacenamiento, aditivos añadidos, control y monitoreo de los parámetros de calidad (13,14).

Es por esta razón por la que en este estudio se evaluó la viabilidad de los CPQ desde el día de su producción hasta el séptimo día de almacenamiento, para establecer el tiempo de viabilidad y contribuir de esta manera con información relevante.

Materiales y métodos

Este fue un estudio descriptivo transversal, llevado a cabo en 4 meses, tiempo en el que se monitorearon los parámetros de calidad a través de un muestreo aleatorio simple, que evaluó un total de 64 CPQ, fraccionados en 3 alícuotas (192 muestras) al tercer, quinto y séptimo día de su obtención. El tamaño muestral se calculó siguiendo los lineamientos de la AABB, la cual establece que para un control de calidad efectivo se debe elegir el 1% del total de hemocomponentes producidos mensualmente; por lo que se tomó en cuenta el tamaño de la población de los CPQ obtenidos en los últimos 4 meses previos a la investigación.

Luego de la firma del consentimiento informado pre donación, el personal del banco de sangre extrajo un tubo con ácido edético para determinar el contaje plaquetario; seguidamente, se fraccionó la unidad de sangre total dentro de las 6 horas posteriores a la extracción. Los CPQ obtenidos por capa leucocitaria se ubicaron en la cámara de almacenamiento (serie: 977358), en constante agitación, a una temperatura controlada de 20-24 °C durante 7 días. Una vez determinado el contaje plaquetario, se verificó que este sea menor o igual a 10^7 células.

Alícuotas de CPQ para monitoreo: los 64 CPQ elegidos para el estudio se fraccionaron en 2 bolsas de transferencia TERUFLEX, mediante el equipo de conexión estéril GENESIS-TCD B40, que recolectaron un volumen de 15 mL en cada bolsa utilizada para el análisis al tercer y quinto día, respectivamente, y la bolsa matriz del CPQ, de aproximadamente 15 mL, para la medición al séptimo día de almacenamiento. Todas las bolsas permanecieron en agitación constante, a una temperatura de 22 °C y bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

Análisis microbiológicos: se realizó cultivo en agar sangre, eosin methylene blue agar, y tioglicolato incubado a 37 °C durante 3 días para determinar los contaminantes aerobios y anaerobios.

Medición de la activación plaquetaria: se midió la CD62 P-selectina, mediante FITC anti-Human CD41/CD61/Lot 5160916025 y PE anti-Human CD62/Lot 5160916023. Con ayuda del citómetro de flujo FACS canto II y siguiendo las indicaciones del inserto proporcionado por la casa comercial. El complejo CD41/CD61 se utilizó para medir la agregación plaquetaria.

Contaje de células: se utilizó el analizador automatizado de hematología SYSMEX XT1800i y se aplicó la fórmula: células/bolsa = células/ μL \times 1000 \times volumen del hemocomponente. El valor del estándar por cada CPQ estableció un recuento de leucocitos $<0.12 \times 10^9$ /unidad y eritrocitos $<1.2 \times 10^9$ /unidad.

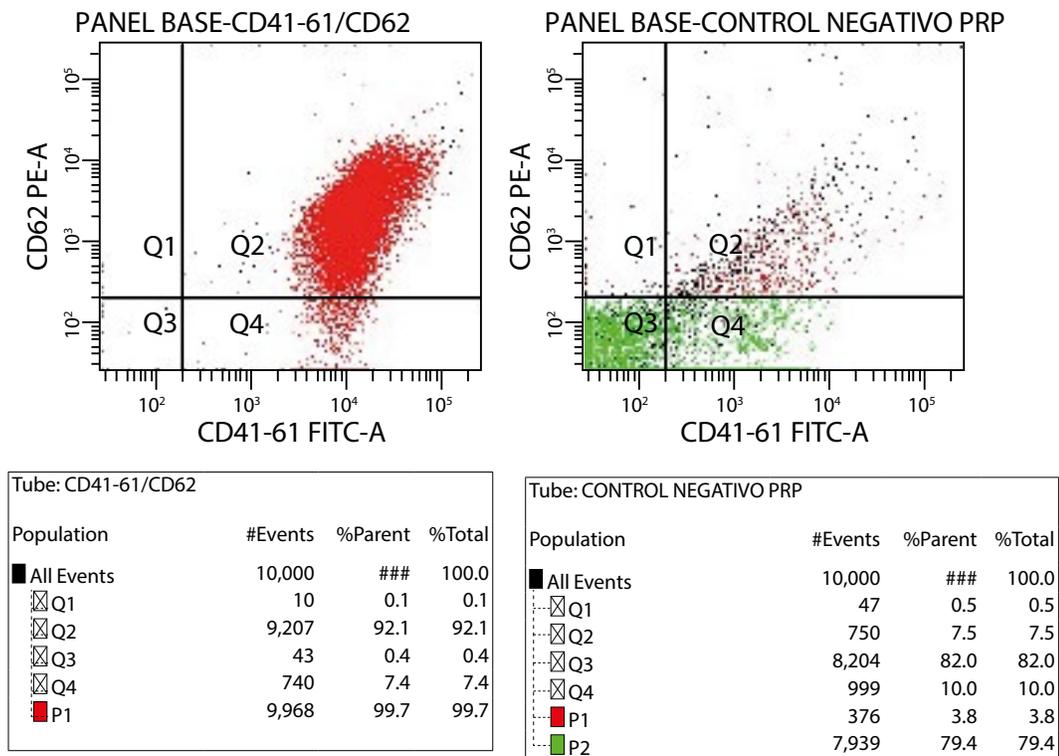
Medición de parámetros morfológicos: se evaluó el efecto *swirling* o *torbellino plaquetario* al agitar los CPQ, y por la difracción del haz de luz, se observó que la alineación de las plaquetas en forma de discos normales formaban un torbellino. Para calificarlo se utilizaron los criterios 0 = indica que no hay remolino y 3 (+++) = un gran remolino.

Existencia de grumos: indicativo de agregación plaquetaria calificándolo: ausencia (0) y tres cruces (+++) grumos visibles.

pH: debe mantenerse entre 6.4 y 7.2. Su variación es indicativo de glucólisis o contaminación bacteriana. Se utilizó pH-metro 213 marca: HANNA.

Color y aspecto: observación a contraluz del color para determinar un cambio de amarillo transparente a turbio verdoso, indicativo de contaminación bacteriana.

Control de calidad: se constató que todos los equipos utilizados en el estudio tuvieran su certificado de calibración y verificación por empresas certificadas y se utilizaron controles internos en las pruebas automatizadas. Las pruebas de P-selectina se estandarizaron utilizando células sin marcaje, marcadas con CD41-CD61 y CD62 (P-selectina) y plaquetas marcadas con CD41-CD61/CD62 para determinar el porcentaje de plaquetas activadas. Como control interno negativo se utilizó plasma citratado de un paciente con administración de ácido acetil salicílico, y una muestra de plasma activado (figuras 1a y 1b).



a) Control negativo b) Control positivo

Figura 1. Control interno de calidad.

a) Control negativo: se observa únicamente el 3.8% de plaquetas activas pertenecientes al porcentaje basal del paciente. b) Control positivo: se utilizó una muestra de plasma activado con 1µL de adp, el cual se incubó por 15 min. En esta muestra se encontró que el 99.7% de las plaquetas se encontraban activadas

Análisis estadístico: mediante estadística descriptiva, con el programa IBM SPSS Statistics v. 20. Para la relación entre las variables nominales se usaron la prueba chi cuadrado de asociación e independencia, el análisis de varianza (Anova) unidireccional y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis; entre tanto, para las variables cuantitativas, el estadístico de correlación de Pearson. Además, se analizó la relación entre las diferentes variables de estudio con la activación plaquetaria, a efectos de determinar qué variable medida visualmente es la que mejor predice la activación plaquetaria. Para ello se utilizó la regresión lineal. Se definió que no existe una correlación con un $r^2 \leq 0.1$; con un $0.1 < r^2 < 0.5$ existe una débil correlación; con un $0.5 > r^2 < 0.8$ indica una buena relación, y con un $r^2 > 0.8$ representa una alta correlación (15).

Resultados

Parámetro de aspecto físico: el 100% de CPQ mantuvieron el aspecto transparente y color amarillo durante los días de almacenamiento.

Contaje de células: el 100% de CPQ cumple con un contaje óptimo de leucocitos residuales ($< 0.12 \times 10^9$ cél./bolsa); por el contrario, el 7.3% de CPQ sobrepasa el límite de eritrocitos residuales ($< 1.2 \times 10^9$ cél./bolsa).

Cultivo microbiano: el 100% de los CPQ no presentó contaminación bacteriana durante los siete días de almacenamiento.

Formación de swirling (torbellino plaquetario): disminuye con el tiempo de almacenamiento, 112 (58.3%) presentaron una formación de 3 cruces (+++) de *swirling* en el primer día de almacenamiento; mientras que al tercer día solo en 49 CPQ se podía apreciar (+++) de *swirling*. Así se observó una disminución paulatina entre los días 3 y 7 ($p = 0.001$) (tabla 1).

Agregados plaquetarios: se observó que mientras más días de almacenamiento, existe mayor cantidad de agregados plaquetarios. Hay una diferencia significativa en el día siete de conservación ($p = 0.001$) con respecto a los días 3 y 5 (tabla 2).

Tabla 1. Relación entre los días de almacenamiento y el nivel de *swirling*

		Almacenamiento (día)			Total	
		Tercer	Quinto	Séptimo		
<i>Swirling</i>	Ausencia	Recuento	3	3	26	32
		Porcentaje dentro del almacenamiento	4.7	4.7	40.6	16.66
	(+)	Recuento	9	3	1	13
		Porcentaje dentro del almacenamiento	14.1	4.7	1.6	6.80
	(++)	Recuento	26	21	11	58
		Porcentaje dentro del almacenamiento	40.6	32.8	17.2	30.20
	(+++)	Recuento	49	37	3	89
		Porcentaje dentro del almacenamiento	76.6	57.8	4.7	46.35
	Total	Recuento	87	64	41	192
		Porcentaje dentro del almacenamiento	100.0	100.0	100.0	100.0

Chi cuadrado de Pearson: n = 192. Tercer-quinto: $p=0.119$
Tercer-séptimo: $p=0.001$

Tabla 2. Relación entre los días de almacenamiento y la presencia de agregados

		Almacenamiento (días)			Total	
		Tercer	Quinto	Séptimo		
Agregados	Ausencia	Recuento	61	23	18	102
		Porcentaje dentro del almacenamiento	95.3	35.9	28.1	53.1
	Escasos	Recuento	2	13	5	20
		Porcentaje dentro del almacenamiento	3.1	20.3	7.8	10.4
	(+)	Recuento	1	21	14	36
		Porcentaje dentro del almacenamiento	1.6	32.8	21.9	18.8
	(++)	Recuento	0	6	20	26
		Porcentaje dentro del almacenamiento	0.0	9.4	31.2	13.5
	(+++)	Recuento	0	1	7	8
		Porcentaje dentro del almacenamiento	0.0	1.6	10.9	4.2
	Total	Recuento	64	64	64	192
		Porcentaje dentro del almacenamiento	100.0	100.0	100.0	100.0

Chi cuadrado de Pearson: n = 192

Tercer-quinto $p=1.000$

Tercer-séptimo $p=0.000$

Medición del pH: el valor inicial del pH se encontró dentro de los rangos 6.20-6.40 en el 100% de lo CPQ; sin embargo, aumenta su valor con los días de almacenamiento. Así, se identificó una relación estadísticamente significativa entre los días 5 y 7 ($p=0.001$) (figura 2).

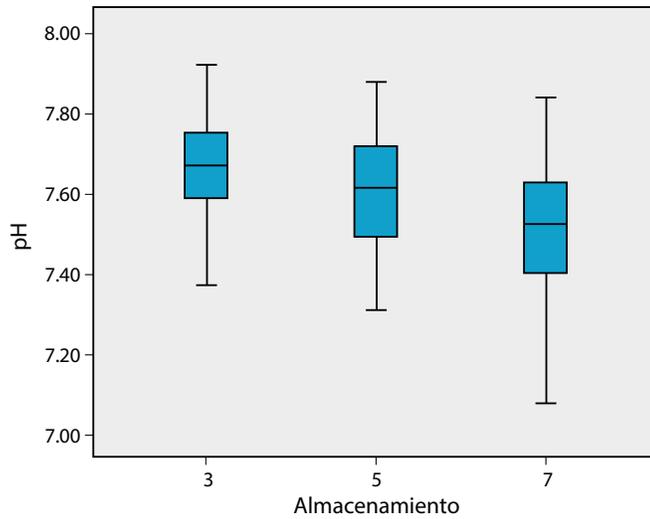


Figura 2. Relación entre el pH y los días de almacenamiento

Activación de plaquetas: se obtuvo dependencia entre los días de almacenamiento y la activación plaquetaria, $p = 0.001$, es decir, la expresión de $cd62$ se incrementaba a través del tiempo de almacenamiento (figura 3). La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre los días tres y el cinco ($p = 0.001$) y entre los días cinco y siete ($p = 0.001$), así como los días tres y siete de almacenamiento ($p = 0.001$).

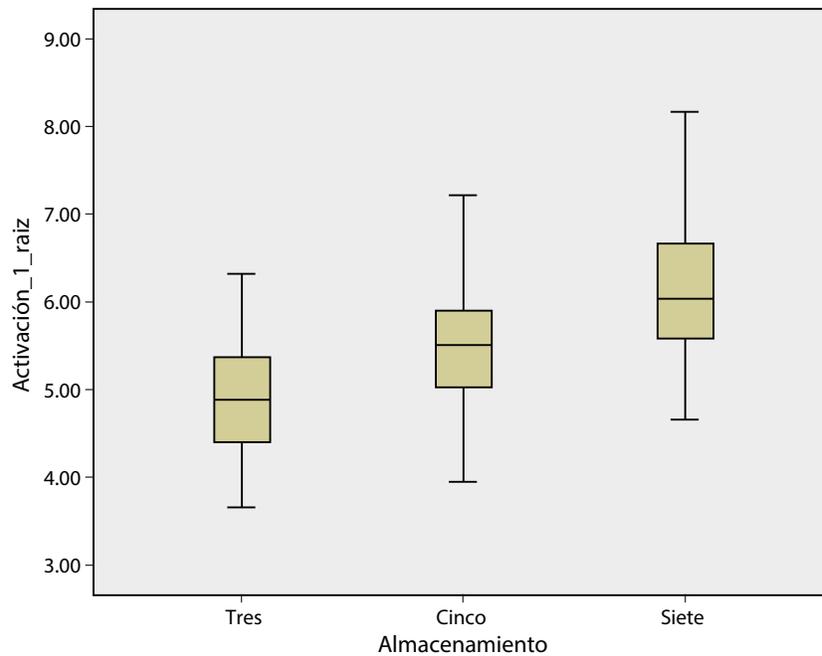


Figura 3. Activación plaquetaria/almacenamiento

Relación entre las variables de estudio: se aplicó la prueba estadística Anova de un factor para determinar la relación entre torbellino o *swirling* y la activación plaquetaria. Se halló una relación dependiente ($p=0.001$). La prueba de Kruskal-Wallis se utilizó para determinar la relación entre la formación de agregados plaquetarios y la activación, y con ella se obtuvo una relación estadísticamente significativa ($p=0.004$) que determinó su dependencia. Por último, se identificó una correlación fuerte $r^2=0.848$ entre el incremento de la liberación de $CD62$ y la disminución del *swirling*. El análisis estadístico entre la variable pH y activación plaquetaria demostró una relación inversa entre las dos variables cuantitativas ($r=-0.154$).

Discusión

LOS CPQ se utilizan como terapia transfusional en pacientes con enfermedades hematológicas. Su eficacia depende de la calidad funcional de las plaquetas, por lo que es de suma importancia controlar todos los parámetros que determinen la viabilidad de cada concentrado. El presente estudio determinó que lo recomendable es que los CPQ se empleen 5 días después de su extracción para garantizar su efectividad (16). Sin embargo, el estudio realizado por Chandra et al. estableció que la función plaquetaria puede mantenerse añadiendo una solución aditiva hasta el séptimo día luego de su extracción (17). El presente estudio no incluyó la adición de soluciones aditivas, por no ser una práctica común en los bancos de sangre ni estar disponible en Ecuador.

De igual forma, Castrillo et al. evaluaron, además de todos los parámetros de calidad de los CPQ, la medición del $CD62$ P-selectina (18). Los resultados mostraron una buena calidad *in vitro* de los concentrados almacenados durante 9 días, pero suspendidas en solución aditiva. La presencia de *swirling* o torbellino plaquetario está relacionado con la morfología discoide de la plaqueta, y su ausencia es indicativa de la activación plaquetaria. En este estudio se determinó que el torbellino plaquetario iba disminuyendo mientras aumentaban los días de almacenamiento ($p=0.001$). Datos similares corresponden al estudio de Singh et al., donde identificaron que después de 5 días de almacenamiento, el torbellino disminuyó notablemente, debido a las lesiones ocurridas durante la conservación de CPQ (19).

Otros estudios han demostrado que el índice de torbellino o *swirling* en concentrados derivados de capa leucocitaria disminuyó después del séptimo día, y que en concentrados obtenidos de plasma rico en plaquetas empezó a decrecer significativamente a partir del quinto día (20). Los CPQ pueden presentar agregados inmediatamente después de la separación de sangre total, independiente del método usado; la producción de agregados normalmente se disipa con el reposo, la agitación y la temperatura de almacenamiento. Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron que los CPQ presentaron un aumento de agregados plaquetarios mientras aumentaba el tiempo de almacenamiento. No se establecieron causas exactas de la

formación de agregados, pero en el estudio de Ringwald et al. se sugiere que bajas temperaturas, bajo pH, periodos de reposo corto, presencia de burbujas y variables dependientes del donador podrían ser las causantes (21,22).

Actualmente, no existe un consenso sobre una estrategia general de descarte de los CPQ con agregados plaquetarios y los criterios dependen de cada servicio de medicina transfusional (18). El pH es un parámetro importante porque determina la viabilidad de las plaquetas, y a pesar de que el 100% de CPQ analizados cumplieron con un pH mayor a 6.2, este valor aumenta con respecto a los días de almacenamiento ($p=0.001$). Estos resultados son similares al estudio de Dijkstra-Tiekstra et al., en el cual se obtuvo una diferencia significativa ($p=0.001$), pues al relacionar durante 12 días de almacenamiento, el pH no disminuyó del rango normal hasta el séptimo día (15).

El estudio de Costa et al. corroboró estos hallazgos, donde el pH se encuentra estable hasta el séptimo día (6.93-7.34) (20,23). Otro parámetro evaluado fue la expresión de CD62 P-selectina. Esta es una de las proteínas más abundantes de los gránulos α de las plaquetas y se secreta durante la activación; muchos autores sugieren que esta se incrementa durante el almacenamiento (15). En este estudio, los resultados mostraron que la liberación de este marcador se incrementa progresivamente y que hay una diferencia significativa, al quinto día ($p=0.001$) y séptimo día de almacenamiento ($p=0.001$) con relación al tercer día. El estudio de Quinteros Quintana et al. encontró un incremento de la secreción de CD62 a través del tiempo, con una diferencia significativa a partir del tercer hasta el noveno día de almacenamiento (24); además, evidenció que el método de obtención también es un parámetro que influye en el nivel de activación plaquetaria.

El análisis de la relación existente entre la activación plaquetaria y los parámetros medidos visualmente determinó que la expresión del marcador P-selectina (CD62), indicativo de activación plaquetaria, tuvo una correlación fuerte con el torbellino plaquetario, al encontrar que mientras más activación plaquetaria, existe menos *swirling*; relación hallada también por Dijkstra-Tiekstra et al. (15). Otro de los parámetros medidos visualmente fue la cantidad de agregados plaquetarios que tuvieron una relación significativa ($p=0.004$) con la cantidad de plaquetas activadas, medidas con el marcador CD62, que así mismo se menciona en el foro la *Revista Internacional de Transfusión Sanguínea*. Entonces, mientras más agregados plaquetarios se observan, más activación plaquetaria se encuentra en el CPQ (23).

Por último, en esta investigación se identificó una correlación débil entre el pH y la activación plaquetaria. Dijkstra-Tiekstra et al. obtuvieron una correlación alta ($r^2=0.85$) y determinaron que cuando el pH permanecía >6.5 , la expresión de CD62 se encontraba por debajo del 30% (15). En cambio, con un pH <6.2 , la expresión de CD62 subía al 60%. Este aumento puede deberse a la disminución de glucosa en el medio y la consecuente producción de lactato, lo que se traduce en cambios morfológicos de las plaquetas (24,25).

Con estos resultados se recomienda que el personal encargado de la terapia transfusional realice una inspección visual previa a una transfusión de CPQ, sobre todo la medición del torbellino o *swirling*, parámetro que mejor predice la cantidad de plaquetas presentes y su activación. Sin embargo, al ser un parámetro medido visualmente, es necesario realizar capacitaciones y estudios de concordancia intra e interobservador al personal que se encargue de este procedimiento, para asegurar así la correcta medición de un parámetro de gran beneficio y que no requiere un presupuesto elevado, que suele ser una limitante en la mayoría de las instituciones públicas del país. Al medir estos parámetros se estaría contribuyendo a que los CPQ cumplan con la función de restablecer los trastornos de la función plaquetaria y trombocitopenia, así como de mejorar la hemostasia en varias patologías.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron en las etapas del proceso analítico, elaboración del manuscrito y aprobación del texto final.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado.

Referencias

1. Schrezenmeier H, Seifried E. Buffy-coat-derived pooled platelet concentrates and apheresis platelet concentrates: which product type should be preferred? *Vox Sanguinis*. 2010;99:1-15. <https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2009.01295.x>
2. Husseins E. Clinical and quality evaluation of apheresis vs random-donor platelet concentrates stored for 7 days. *Transfus Medic*. 2015;25:20-6. <https://doi.org/10.1111/tme.12187>
3. Food and Drug Administration. Bacterial risk control strategies for blood collection establishments and transfusion services to enhance the safety and availability of platelets for transfusion: guidance for industry [internet]. 2020; 1-45. Disponible en: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/bacterial-risk-control-strategies-blood-collection-establishments-and-transfusion-services-enhance>
4. Mittal K, Kaur R. Platelet storage lesion: an update. *Asian J Transfus Sci*. 2015;9(1):1-3. <https://doi.org/10.4103/0973-6247.150933>
5. Carrillo-Esper R, Garnica-Escamilla M. Actualidades en transfusión. *Rev Mex Anest*. 2011;34(S1):207-10.

6. Barriteau CM, Bochev P, Lindholm PF, Hartman K, Sumugod R, Ramsey G. Blood transfusion utilization in hospitalized COVID-19 patients. *Transfusion*. 2020;60(9):1919-23. <https://doi.org/10.1111/trf.15947>
7. Reyna I, Moreno A, Vargas L, Jiménez E, Saltiel C. Control de calidad de concentrados plaquetarios en el banco Metropolitano de Sangre. *Resúmenes Trabajos Libres. Med Transfus*. 2011;1-4.
8. Nagy B, Debreceni I, Kappelmayer J. Flow cytometric investigation of classical and alternative platelet activation markers. *EJIFCC*, 2013; 23(4):124-34.
9. Plaza E, Lozano M, Guiu I, Egea J, Vicente V, De Terán L, et al. Evaluation of platelet function during extended storage in additive solution, prepared in a new container that allows manual buffy-coat platelet pool. *Blood Transfus*. 2012;10(4):480-9. <https://doi.org/10.2450/2012.0112-11>
10. Zumbado Salas G, Ramírez Acosta C, Rodríguez Pineda M. Recolección de plaquetas mediante aféresis, rendimiento y el efecto de las variables de los donadores en el proceso. *Rev Méd Univ Costa Rica*. 2015;9(2):1-45.
11. Mallhi R, Kumar S, Philip J. A comparative assessment of quality of platelet concentrates prepared by buffy coat poor platelet concentrate method and apheresis derived platelet concentrate method. *Indian J Hematol Blood Transfus*. 2015;1(4):453-9. <https://doi.org/10.1007/s12288-014-0476-z>
12. Bashir S, Aftab I, Akbar S, Hussian S, Bano N, Mohsin S. Effect of platelet additive solution (PAS) on random donor platelet concentrates. *JRMC*. 2016;20(3):219-21.
13. Gulliksson H. Platelet storage media. *Vox Sang*. 2014;103(3):205-12.
14. Nor Raihan MS, Huda SB. Quality assessment of platelet concentrates prepared after whole blood overnight storage. *J Med Bioengin*. 2014;3(2):87-92.
15. Dijkstra-Tiekstra M, Pietersz RN, Huijgens PC. Correlation between the extent of platelet activation in platelet concentrates and in vitro and in vivo parameters. *Vox Sang*. 2004;87(4):257-63.
16. Asociación Americana de Bancos de Sangre. Manual técnico. 12.^a ed. Buenos Aires: Asociación Argentina Hemoterapia e Inmunología; 2013.
17. Chandra T, Gupta A, Kumar A. Extended shelf life of random donor platelets stored for 7 days in platelet additive solution at different temperatures. *Biomed J*. 2014;37(4):211-7.
18. Castrillo A, Jiménez-Marco T, Arroyo J, Jurado M, Larrea L, Maymo R, et al. Collection, storage, inspection and quality control of platelet concentrates obtained by apheresis: the situation in Spain. *Transfus Apher Sci*. 2017;56(3):357-61. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2017.02.002>
19. Singh R, Marwaha N, Malhotra P, Dash S. Quality assessment of platelet concentrates prepared by platelet rich plasma-platelet concentrate, buffy coat poor-platelet concentrate (BC-PC) and apheresis-PC methods. *Asian J Transfus Sci*. 2009;3(2):86-94.
20. Costa E, Guimarões T, de Almeida N, de Toledo V. Comparison of cytokine levels and metabolic parameters of stored platelet concentrates of the Fundação Hemominas, Belo Horizonte, Brazil. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2012;34(2):94-9. <https://doi.org/10.5581%2F1516-8484.20120029>

21. Ringwald J, Antoon M, Eckstein R, Cardoso M. Residual aggregates in platelet products: what do we know. *Vox Sang.* 2014;106(3):209-18. <https://doi.org/10.1111/vox.12089>
22. Manasa K, Vani R. Influence of oxidative stress on stored platelets. *Adv Hematol.* 2016;1-6. <https://doi.org/10.1155/2016/4091461>
23. Van Der Meer P, Dumont L, Lozano M, Bondar N, Wong J, Ismay S, et al. Aggregates in platelet concentrates. *Vox Sang.* 2015;108(1):96-100. <https://doi.org/10.1111/vox.12184>
24. Quinteros Quintana M, Atea J, Ruiz de Frattari S. Registro de temperatura de envíos de hemocomponentes. *Transfusion Med.* 2014;344-7. <https://doi.org/10.1109/ARGENCON.2014.6868517>
25. Singh S, Shams Hakimi C, Jeppsson A, Hesse C. Platelet storage lesion in interim platelet unit concentrates: a comparison with buffy coat and apheresis concentrates. *Transfusion and Apheresis Science.* 2017;(1-5):1-5. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2017.10.004>