



Valor predictivo de pruebas de coagulación para requerimientos transfusionales en pacientes críticos: cohorte retrospectiva

Predictive value of coagulation tests for transfusion requirements in critically ill patients: a retrospective cohort analysis

Alina E Arechiga Casas,*[‡] José J Zaragoza,*[§] M de Montserrat González López Elizalde,* Lizzeth Torres López,* Pablo Cambrón,* Job H Rodríguez Guillén*[¶]

RESUMEN

Introducción: la transfusión de plasma fresco congelado (PFC) y crioprecipitados es común en pacientes críticos, aunque las pruebas de coagulación convencionales como INR, TTPa y plaquetas tienen uso frecuente, este estudio evaluó su capacidad para anticipar requerimientos transfusionales. **Materia y métodos:** se realizó una cohorte retrospectiva con 526 pacientes adultos ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (enero 2024-mayo 2025). Tras aplicar criterios de exclusión y depurar registros incompletos, 314 pacientes conformaron la cohorte final. El desenlace primario fue la transfusión de PFC o crioprecipitado en las primeras 48 horas. Se construyó un modelo de regresión logística con validación interna mediante *bootstrapping* (1,000 réplicas), evaluando discriminación (AUC) y calibración (Hosmer-Lemeshow). **Resultados:** de 314 pacientes con datos completos, 45 (14.3%) recibieron transfusión. El único predictor independiente fue el sangrado activo (OR 6.27, IC95% 2.47-15.93, $p < 0.001$). INR y plaquetas no fueron significativos. El modelo mostró AUC 0.69 (IC95% 0.60-0.77) y calibración adecuada ($p = 0.17$). **Conclusiones:** las pruebas de coagulación convencionales tuvieron utilidad limitada para guiar transfusión; sólo el sangrado activo fue clínicamente relevante. Se apoya un enfoque restrictivo y la necesidad de pruebas hemostáticas funcionales más precisas.

Palabras clave: paciente crítico, transfusión de plasma, coagulación, INR, TTPa, crioprecipitados.

ABSTRACT

Introduction: fresh frozen plasma (FFP) and cryoprecipitate transfusion is frequent in critically ill patients, although conventional coagulation tests such as INR, aPTT, and platelet count have widespread use. This study aimed to assess their ability to predict transfusion requirements. **Material and methods:** a retrospective cohort was conducted including 526 adult Intensive Care Unit patients (January 2024-May 2025). After applying exclusion criteria and removing incomplete records, 314 patients comprised the final cohort. The primary outcome was transfusion of fresh frozen plasma (FFP) or cryoprecipitate within the first 48 hours. A logistic regression model was built and internally validated using bootstrapping (1,000 replicates). Model performance was assessed by discrimination (AUC) and calibration (Hosmer-Lemeshow test). **Results:** among 314 patients with complete data, 45 (14.3%) received a transfusion. The only independent predictor was active bleeding (OR 6.27, 95%CI 2.47-15.93, $p < 0.001$). INR and platelet count were not significant predictors. The final model showed acceptable discrimination (AUC 0.69, 95%CI 0.60-0.77) and good calibration (Hosmer-Lemeshow $p = 0.17$). **Conclusions:** conventional coagulation tests demonstrated limited predictive value for guiding plasma transfusion, with active bleeding being the only clinically relevant factor. These findings support a restrictive approach and highlight the need for more precise hemostatic tools, such as thromboelastography.

Keywords: critically ill patient, plasma transfusion, coagulation, INR, aPTT, cryoprecipitate.

Abreviaturas:

AIC = Akaike Information Criterion (criterio de información de Akaike)

AUC = Area Under the Curve (área bajo la curva)

BIC = Bayesian Information Criterion (criterio de información Bayesiano)

CSH = Cause-Specific Hazard (razón de riesgo específica por causa)

HR = Hazard Ratio (cociente de riesgos)

IC95% = intervalo de confianza de 95%

INR = International Normalized Ratio (índice internacional normalizado)

OR = Odds Ratio (razón de momios)

PFC = plasma fresco congelado

ROC = Receiver Operating Characteristic (característica operativa del receptor)

ROTEM = ROTational ThromboElastoMetry (tromboelastometría rotacional)

RR = riesgo relativo

SAPS-3 = Simplified Acute Physiologic Score 3 (Puntuación Simplificada de Fisiología Aguda 3)

TEG = tromboelastografía

TTPa = tiempo de tromboplastina parcial activado

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

INTRODUCCIÓN

Las transfusiones de componentes sanguíneos son una práctica cotidiana en los pacientes críticamente enfermos, con reportes de uso en hasta 40-50% de los ingresos a las unidades de cuidados intensivos (UCI).¹⁻³ El plasma fresco congelado (PFC) y el crioprecipitado son fundamentales para el manejo de coagulopatías, hemorragias masivas, trauma grave y procedimientos invasivos de alto riesgo.^{4,5} Su uso, sin embargo, sigue siendo motivo de debate, especialmente cuando se administran de manera preventiva en pacientes sin sangrado activo.⁶

Tradicionalmente, la indicación transfusional se ha basado en pruebas de coagulación convencionales (PCC) como el tiempo de protrombina (TP), expresado como INR (*international normalized ratio*), el tiempo de tromboplastina parcial activado (TTPa) y el recuento plaquetario.^{7,8} Estas pruebas son accesibles y forman parte de la rutina clínica, pero presentan limitaciones importantes como predictores de sangrado, ya que eva-

* Hospital H+ Querétaro. México.

ORCID:

[‡] 0009-0007-3605-398X

[§] 0000-0003-0110-0794

[¶] 0000-0003-0653-2959

Recibido: 20/09/2025. Aceptado: 20/10/2025.

Citar como: Arechiga CAE, Zaragoza JJ, González LEMM, Torres LL, Cambrón P, Rodríguez GJH. Valor predictivo de pruebas de coagulación para requerimientos transfusionales en pacientes críticos: cohorte retrospectiva. Med Crit. 2026;40(3):177-183. <https://dx.doi.org/10.35366/123717>

lúan únicamente fases aisladas de la cascada de coagulación en condiciones artificiales de laboratorio.⁹⁻¹²

Respecto a la transfusión de plaquetas, los umbrales tradicionales también han sido cuestionados. Si bien valores $< 10 \times 10^9/L$ en pacientes estables sin sangrado constituyen un criterio aceptado, en otros escenarios los umbrales deben individualizarse.⁷ Las guías internacionales recomiendan mantener niveles $\geq 50 \times 10^9/L$ en caso de sangrado activo o procedimientos de alto riesgo.⁴

Otros métodos como la tromboelastografía (TEG) y la tromboelastometría rotacional (ROTEM), que ofrecen una visión global y dinámica de la coagulación,⁹ han mostrado capacidad para guiar transfusiones de forma más racional, pero su disponibilidad es restringida.^{5,10}

El objetivo del presente estudio fue analizar la capacidad predictiva del INR, TTPa y el recuento plaquetario para guiar la administración de PFC y crioprecipitados en una cohorte de pacientes críticamente enfermos, mediante un diseño de cohorte retrospectivo con validación interna.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y población de estudio: se realizó un estudio observacional, retrospectivo y de cohorte analítica en la Unidad de Medicina Crítica de un hospital de tercer nivel. Se incluyeron pacientes mayores de 16 años ingresados entre el 1 de enero de 2024 y el 31 de mayo de 2025. Se excluyeron aquellos con tratamiento previo con anticoagulantes orales o con diagnóstico documentado de coagulopatías congénitas.

Recolección de variables y definición del desenlace: las variables fueron obtenidas de la base de datos institucional de la Unidad de Medicina Crítica, la cual se alimenta de manera prospectiva y se revisó retrospectivamente para este análisis. Se consideraron como variables basales aquellas presentes o medidas durante la primera hora del ingreso a la UCI. Éstas incluían: datos demográficos como edad y sexo, así como puntajes de gravedad como el valor del SAPS-3 (*Simplified Acute Physiology Score 3*).^{13,14} Pruebas de coagulación convencionales como tiempo de protrombina expresado como INR, TTPa y recuento plaquetario. Se documentó la presencia de sangrado activo, definido como evidencia clínica directa de hemorragia (ej. sangrado digestivo, hemoptisis, sangrado quirúrgico) o como motivo registrado explícitamente para indicar la transfusión. Otras variables clínicas fueron: motivo de ingreso, diagnóstico principal y soporte inicial requerido (ventilación mecánica invasiva, vasopresores).

El desenlace primario fue la administración de al menos una unidad de PFC o crioprecipitado durante su estancia en la UCI. Se generó una variable binaria para este resultado (1 = recibió transfusión, 0 = no recibió transfusión).

Análisis estadístico: se realizó un análisis descriptivo de la cohorte. Las variables continuas se expresaron como mediana y rango intercuartílico (RIC), y se compararon entre grupos (pacientes transfundidos versus no transfundidos) mediante la prueba U de Mann-Whitney. Las variables categóricas se presentaron como frecuencias y porcentajes, comparándose con la prueba de χ^2 o la prueba exacta de Fisher, según correspondiera.

Para identificar predictores asociados del desenlace primario, se construyó un modelo de regresión logística. En el análisis univariado, se evaluaron edad, SAPS-3, INR, TTPa, recuento plaquetario y presencia de sangrado activo. Aquellas variables con $p < 0.20$, además de las consideradas de alta relevancia clínica, se incluyeron como candidatas al modelo multivariado. La validación interna se realizó mediante *bootstrapping* con 1,000 réplicas. Se crearon gráficas de curva ROC (*receiver operating characteristic*) y gráfica de calibración del modelo para la predicción de transfusión.

Todos los análisis se realizaron con STATA versión 16.1 (StataCorp LLC, College Station, TX, USA).

Consideraciones éticas: el protocolo fue evaluado y aprobado por el Comité Local de Ética en Investigación. Se garantizó la protección de la información mediante la codificación y anonimización de la base de datos, sin conservar identificadores personales directos. Dada la naturaleza retrospectiva del análisis y el carácter anónimo de los registros, el comité determinó que no era necesario obtener un consentimiento informado adicional.

RESULTADOS

Características de la cohorte y análisis univariado: durante el periodo de estudio, se identificó un total de 526 pacientes. De éstos, se excluyeron 188 por registros incompletos, resultando en 338 pacientes elegibles. Posteriormente, se excluyeron otros 24 por uso documentado de anticoagulantes previos al ingreso. Así, la cohorte final para el análisis incluyó a 314 pacientes. En esta población, 45 (14.3%) recibieron una transfusión de plasma fresco congelado o crioprecipitados dentro de las primeras 48 horas de su estancia en la UCI.

En el análisis univariado, la presencia de sangrado activo mostró la asociación más fuerte con el desenlace transfusional (razón de momios [OR] 6.27, intervalo de confianza de 95% [IC95%] 2.47-15.93, $p < 0.001$). El TTPa inicial presentó una tendencia a la significancia (OR 1.03, IC95% 1.00-1.06, $p = 0.054$), al igual que el SAPS-3 (OR 1.01, IC95% 0.99-1.03, $p = 0.087$). En contraste, el INR ($p = 0.381$) y el recuento plaquetario ($p = 0.590$) no mostraron asociación significativa con la transfusión. Las características detalladas de la cohorte y los resultados del análisis univariado se presentan en la [Tabla 1](#).

Desarrollo y selección del modelo predictivo: se evaluaron diferentes combinaciones de predictores,

Tabla 1: Características basales, demográficas y clínicas de la cohorte y análisis univariado según transfusión de plasma fresco congelado o crioprecipitado en las primeras 48 horas de ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Variable	Sin transfusión N = 457 n (%)	Con transfusión N = 45 n (%)	Total N = 502 n (%)	p
Edad, años*	65 [50-77]	62 [45-76]	65 [50-77]	0.450
Masculino	266 (58.2)	27 (60.0)	293 (58.4)	0.820
Peso, kg*	75 [64-85]	75 [65-85]	75 [64-85]	0.750
Talla, cm*	165.5 [160.0-172.0]	169.0 [162.0-172.0]	166.0 [160.0-172.0]	0.270
IMC, kg/m ² *	26.6 [23.4-29.3]	25.6 [22.7-28.1]	26.6 [23.4-29.1]	0.510
Paliativo	439 (96.1)	45 (100.0)	484 (96.4)	
Sí, limitar	12 (2.6)	0 (0.0)	12 (2.4)	0.400
Sí, orden de no resucitar	6 (1.3)	0 (0.0)	6 (1.2)	
Gastos médicos mayores*	1 [0-1]	1 [0-1]	1 [0-1]	0.180
Hospitalización/pabellón/piso	47 (10.3)	13 (28.9)	60 (12.0)	
Sala de cirugía	60 (13.1)	14 (31.1)	74 (14.7)	
Sala de intervención cardiovascular/sala de hemodinamia	134 (29.3)	3 (6.7)	137 (27.3)	< 0.001
Servicio de urgencias	213 (46.6)	14 (31.1)	227 (45.2)	
Transferencia de otro centro hospitalario	3 (0.7)	1 (2.2)	4 (0.8)	
Cirugía de emergencia	76 (16.6)	7 (15.6)	83 (16.5)	0.970
Cirugía programada	56 (12.3)	6 (13.3)	62 (12.4)	
Médico	325 (71.1)	32 (71.1)	357 (71.1)	
Sepsis [‡]	373 (81.6)	31 (68.9)	404 (80.5)	0.040
Charlson*	0 [0-2]	1 [0-3]	1 [0-2]	< 0.001
SAPS-3*	9.89 [4.53-25.71]	29.52 [12.05-54.50]	10.93 [4.53-29.52]	< 0.001
Prioridad de ingreso a UCI	1 (0.2)	0 (0.0)	1 (0.2)	0.004
1	243 (53.2)	38 (84.4)	281 (56.0)	
2	91 (19.9)	5 (11.1)	96 (19.1)	
3	103 (22.5)	2 (4.4)	105 (20.9)	
4	8 (1.8)	0 (0.0)	8 (1.6)	
5	11 (2.4)	0 (0.0)	11 (2.2)	
Estado crónico/independiente	398 (87.1)	36 (80.0)	434 (86.5)	0.100
Necesidad de asistencia	48 (10.5)	9 (20.0)	57 (11.4)	
Restringido/confinado al lecho	11 (2.4)	0 (0.0)	11 (2.2)	
NYHA 2-3 (Sí)	37 (8.1)	4 (8.9)	41 (8.2)	0.850
NYHA 4 (Sí)	10 (2.2)	0 (0.0)	10 (2.0)	0.320
IRC no TRR	447 (97.8)	43 (95.6)	490 (97.6)	0.340
IRC sí TRR	454 (99.3)	44 (97.8)	498 (99.2)	0.260
Tumor sólido	26 (5.7)	5 (11.1)	31 (6.2)	0.150
Inmunosupresión	19 (4.2)	7 (15.6)	26 (5.2)	0.001
EPOC	10 (2.2)	4 (8.9)	14 (2.8)	0.009
Esteroides	1 (0.2)	1 (2.2)	2 (0.4)	0.042
HAS	184 (40.3)	14 (31.1)	198 (39.4)	0.230
Diabetes mellitus				
No complicada	84 (18.4)	11 (24.4)	95 (18.9)	0.320
Complicada	15 (3.3)	1 (2.2)	16 (3.2)	0.700
IAM previo	35 (7.7)	0 (0.0)	35 (7.0)	0.054
Tabaquismo	7 (1.5)	2 (4.4)	9 (1.8)	0.160
Abdomen agudo	27 (5.9)	9 (20.0)	36 (7.2)	< 0.001
Pancreatitis	5 (1.1)	1 (2.2)	6 (1.2)	0.510
Falla hepática	12 (2.6)	4 (8.9)	16 (3.2)	0.022
Uso de complejo protrombínico	54 (11.8)	27 (60.0)	81 (16.1)	< 0.001
Uso de fibrinógeno	16 (3.5)	22 (48.9)	38 (7.6)	< 0.001
Presión sistólica baja, mmHg* [‡]	110 [99-127]	96 [87-113]	110 [97-125]	< 0.001
Presión diastólica baja, mmHg* [‡]	65 [60-73]	60 [50-65]	63 [58-72]	< 0.001
PAM baja, mmHg* [‡]	80 [70.0-90.3]	70 [61.7-83.3]	78.8 [70.0-90.0]	< 0.001
FC alta, lpm* [‡]	80 [70-97]	90 [77-105]	80 [70-98]	0.027
FR, rpm* [‡]	19 [17-21]	20 [18-24]	19 [18-21]	0.070
Temperatura, °C* [‡]	36.2 [36.0-36.7]	36.2 [36.0-37.0]	36.2 [36.0-36.7]	0.740
Glasgow, puntos*	15 [14-15]	15 [13-15]	15 [14-15]	0.052
Leucocitos, × 10 ³ cél/μL*	8.8 [6.8-12.2]	11.7 [7.0-15.3]	9 [6.8-12.8]	0.066
Plaquetas, × 10 ³ /μL*	212 [152.5-268.0]	198 [95.0-275.0]	211 [150.0-270.0]	0.096
Creatinina, mg/dL*	0.97 [0.72-1.30]	1.1 [0.89-1.60]	0.98 [0.76-1.30]	0.011
Bilirrubina, mg/dL*	0.45 [0.21-0.80]	0.595 [0.35-1.00]	0.5 [0.24-0.80]	0.013

Continúa la Tabla 1: Características basales, demográficas y clínicas de la cohorte y análisis univariado según transfusión de plasma fresco congelado o crioprecipitado en las primeras 48 horas de ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Variable	Sin transfusión N = 457 n (%)	Con transfusión N = 45 n (%)	Total N = 502 n (%)	p
pH alto*‡	7.35 [7.34-7.38]	7.33 [7.29-7.38]	7.35 [7.33-7.38]	0.035
pH bajo*‡	7.35 [7.34-7.38]	7.33 [7.25-7.35]	7.35 [7.33-7.38]	0.030
Urea, mg/dL*	38 [27.8-56.0]	51 [34.0-77.0]	40 [27.8-58.5]	0.008
Ventilación mecánica	45 (9.8)	14 (31.1)	59 (11.8)	0.710
Días de ventilación mecánica*	3 [1-10]	1.5 [1-9]	2 [1-10]	0.710
Uso alto flujo	57 (12.5)	6 (13.3)	63 (12.5)	0.870
Uso de vasopresor	123 (26.9)	30 (66.7)	153 (30.5)	< 0.001
Glucosa inicial, g/dL*	120.1 [101.0-152.2]	112.15 [108.4-162.0]	119.2 [101.2-153.0]	0.850
Procalcitonina inicial, ng/mL*	0.48 [0.11-1.94]	0.47 [0.18-1.14]	0.47 [0.13-1.66]	0.710
INR inicial, s*	1.26 [1.13-1.44]	1.34 [1.20-1.70]	1.28 [1.14-1.49]	0.008
TTPa inicial, s*	28.1 [25.4-31.8]	29.1 [25.9-35.2]	28.2 [25.4-32.0]	0.140

Los datos categóricos se presentan como número absoluto (n) y porcentaje (%).
* Los datos de variables continuas se presentan como mediana [rango intercuartílico].
‡ Corresponde al día 1.
Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante prueba U de Mann-Whitney para las variables continuas y mediante χ^2 o exacta de Fisher para las categóricas, según correspondiera. Se reportan los valores de p del análisis univariado.
EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica. FC = frecuencia cardíaca. FR = frecuencia respiratoria. HAS = hipertensión arterial sistémica. IAM = infarto agudo de miocardio. IMC = índice de masa corporal. INR = *International Normalized Ratio* (índice internacional normalizado). IRC = insuficiencia renal crónica. lpm = latidos por minuto. NYHA = *New York Heart Association* (Asociación Cardíaca de Nueva York). PAM = presión arterial media. rpm = respiraciones por minuto. SAPS-3 = *Simplified Acute Physiologic Score 3* (Puntuación Simplificada de Fisiología Aguda 3). TRR = terapia de reemplazo renal. TTPa = tiempo de tromboplastina parcial activado. UCI = Unidad de Cuidados Intensivos.

Tabla 2: Modelo de regresión logística para predicción de transfusión de plasma/crioprecipitado.

Variable	OR	EE	z	p	IC95%
INR inicial	1.34	0.44	0.88	0.381	0.70-2.55
TTPa inicial	1.03	0.01	1.93	0.054	1.00-1.06
Plaquetas*	1.00	0.001	-0.54	0.590	1.00-1.00
SAPS-3	1.01	0.01	1.71	0.087	1.00-1.03
Sangrado activo	6.27	2.98	3.86	< 0.001	2.47-15.93
Edad	0.99	0.01	-1.13	0.260	0.97-1.01

* Corresponde al día 1.
EE = error estándar. IC95% = intervalo de confianza de 95%. INR = *International Normalized Ratio* (índice internacional normalizado). OR = *Odds Ratio* (razón de probabilidades). SAPS-3 = *Simplified Acute Physiologic Score 3* (Puntuación Simplificada de Fisiología Aguda 3). TTPa = tiempo de tromboplastina parcial activado.

priorizando parsimonia ante el número limitado de eventos. El sangrado activo se mantuvo como la única variable con asociación robusta en todos los modelos. Los indicadores de desempeño se presentan en la [Tabla 2](#).
El modelo final mostró un adecuado equilibrio entre ajuste y complejidad, con valores estables de AIC y BIC. Aunque la inclusión de otras variables (TTPa, SAPS-3) ofreció una mejora marginal en la discriminación, su contribución no alcanzó significancia estadística y aumentaba el riesgo de sobreajuste.
Dado el número limitado de eventos transfusionales, se adoptó una estrategia parsimoniosa, priorizando los predictores clínicamente más relevantes. En el modelo final, la presencia de sangrado activo se identificó como el único predictor independiente y robusto de transfusión (OR 6.3, IC95% 2.5-15.9, $p < 0.001$).
Rendimiento y composición del modelo final: el modelo final quedó compuesto únicamente por la variable sangrado activo, que se confirmó como único

predictor independiente de transfusión. Este modelo alcanzó una discriminación aceptable, con un área bajo la curva (AUC) ROC de 0.6855 (IC95% 0.597-0.774), y mostró buena calibración ([Figura 1](#)), validada por el gráfico de calibración.
La validación interna mediante *bootstrapping* (1,000 réplicas) confirmó la estabilidad del modelo, con un AUC corregido por optimismo de 0.685. La [Figura 2](#) ilustra la curva ROC del modelo final y su rendimiento discriminativo.

DISCUSIÓN

Hallazgos principales: en este estudio retrospectivo realizado en pacientes críticamente enfermos, encontramos que las pruebas de coagulación convencionales (INR, TTPa y recuento plaquetario) no fueron predictores significativos de los requerimientos transfusionales de plasma fresco congelado o crioprecipitados. El

único factor con asociación robusta y estadísticamente significativa fue la presencia de sangrado activo (OR 6.27, IC95% 2.47-15.93), lo que refleja que, en la práctica clínica, las decisiones de transfusión se fundamentan principalmente en la valoración clínica inmediata y no en alteraciones aisladas de laboratorio. El modelo predictivo final, basado únicamente en esta variable, alcanzó una discriminación aceptable ($AUC \approx 0.69$) y mostró adecuada calibración tras validación interna con *bootstrapping*. Este comportamiento refuerza la noción de que los parámetros convencionales de laboratorio no son herramientas óptimas para guiar decisiones transfusionales en la UCI y subraya la necesidad de implementar estrategias diagnósticas más funcionales, como la tromboelastografía (TEG) o la tromboelastometría rotacional (ROTEM), que evalúan de manera dinámica la hemostasia.

Comparación con estudios previos: estos resultados son congruentes con la literatura reciente, donde se ha documentado que los valores de INR y TTPa prolongados tienen pobre correlación con el riesgo real de sangrado y que la transfusión profiláctica basada únicamente en estas pruebas no mejora desenlaces clínicos ni reduce complicaciones hemorrágicas. Guías internacionales como las de CHEST (2025) y ESICM/ISBT (2020)³ desaconsejan el uso rutinario de plasma en pacientes no sangrantes únicamente para corregir valores anormales de coagulación, recomendando individualizar las decisio-

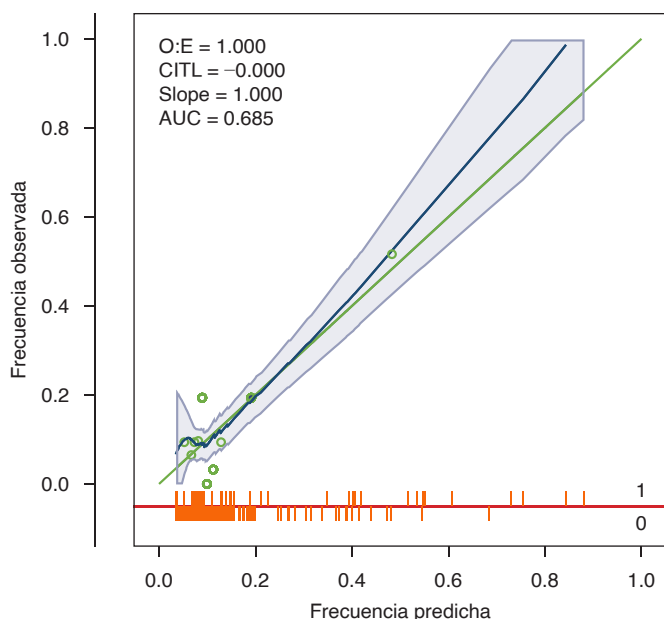


Figura 1: Gráfico de calibración del modelo para la predicción de transfusión. La línea verde representa la concordancia ideal entre probabilidades predichas y observadas, mientras que la línea azul corresponde al modelo ajustado. El análisis mostró una adecuada calibración (prueba de Hosmer-Lemeshow $p = 0.1732$), confirmada por la proximidad de las curvas y los intervalos de confianza.

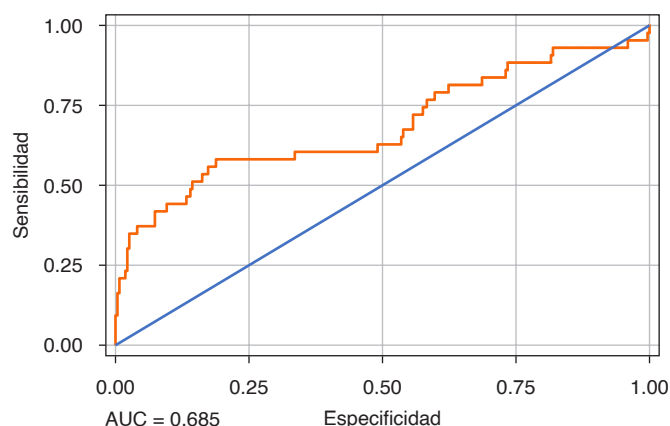


Figura 2: Curva ROC (Receiver Operating Characteristic) del modelo predictivo de transfusión de plasma fresco congelado o crioprecipitado en pacientes críticos. El área bajo la curva (AUC) fue de 0.685 (IC95% 0.597-0.774), lo que indica una capacidad discriminativa aceptable para identificar pacientes que recibirán transfusión en las primeras 48 horas de ingreso.

nes según el contexto clínico y el tipo de procedimiento. En el metaanálisis que respalda la guía CHEST, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad en UCI entre pacientes transfundidos y no transfundidos (riesgo relativo [RR] 0.97, IC95% 0.64-1.47), ni en la mortalidad a 30 días (RR 1.07, IC95% 0.79-1.44), ni en la estancia en UCI (diferencia media + 0.65 días, IC95% -0.25 a +1.56), lo que refuerza la ausencia de beneficio clínico al transfundir únicamente por alteraciones de laboratorio en ausencia de sangrado.¹⁵

De manera complementaria, en un estudio multicéntrico reciente en pacientes críticos con neoplasias hematológicas, Vigneron y colaboradores¹⁶ confirmaron que parámetros convencionales como el recuento plaquetario, INR y TTPa no se mantuvieron como predictores independientes de hemorragias graves. En el análisis multivariado, únicamente el tiempo de protrombina prolongado mostró significancia (razón de riesgo específica por causa [CSH, por sus siglas en inglés]) por cada incremento de 5%: 0.90, IC95% 0.85-0.96, $p = 0.001$), mientras que factores clínicos como la presencia de hemorragia al ingreso (*hazard ratio* [HR] 4.17, IC95% 2.71-6.43, $p < 0.001$) y la enfermedad renal crónica (HR 2.00, IC95% 1.19-3.31, $p = 0.008$) fueron más determinantes. Estos hallazgos refuerzan que la predicción del riesgo hemorrágico debe integrar el contexto clínico y dinámico del paciente, y no basarse de forma aislada en alteraciones de laboratorio.

Otros trabajos han corroborado la limitada utilidad de las pruebas convencionales: un estudio en 297 pacientes sometidos a trasplante hepático encontró que tanto INR como TTPa presentaron baja precisión para predecir transfusiones de plasma, con áreas bajo la curva ROC de apenas 0.64 y 0.60, respectivamente. A pesar de evaluar distintos puntos de corte, la sensibilidad y

especificidad se mantuvieron alrededor de 60%, y en el análisis multivariado ninguna de estas pruebas se mantuvo como predictor independiente.^{13,17}

Otros estudios han mostrado que, aunque los pacientes con INR elevado tienen mayor probabilidad de recibir plasma fresco congelado, esa práctica no se ha traducido en una reducción significativa de eventos hemorrágicos ni en mejores desenlaces clínicos. Por ejemplo, Müller y colaboradores¹⁸ realizaron un ensayo en pacientes críticos con INR entre 1.5-3.0 sometidos a procedimientos invasivos; la incidencia de sangrado (mayor + menor) fue similar entre quienes recibieron plasma fresco congelado (PFC) y quienes no (ocho versus seis eventos, $p = 0.77$), con un riesgo relativo de sangrado de 1.17 (IC95% 0.62-2.19). Aunque el INR se redujo tras la transfusión (mediana de ~ 1.8 a ~ 1.4 , $p < 0.001$), sólo $\sim 54\%$ logró INR < 1.5 . Holland & Brooks¹⁹ reportan también que sólo la mitad de pacientes con INR ~ 1.7 experimentan una corrección significativa tras PFC, sin demostrarse un efecto claro en sangrado clínico.

En la misma línea, un estudio prospectivo global en UCI (InPUT Study, $n = 3,643$) documentó que 37% de los eventos de transfusión de plasma ocurrieron en pacientes no sangrantes. De éstos, 54% presentaban INR < 3.0 y hasta 30% INR < 1.5 antes de la transfusión, valores en los que la corrección con plasma difícilmente ofrece beneficio clínico. La asociación entre INR < 1.5 y la decisión transfusional fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), reforzando que un número relevante de transfusiones pudo haberse evitado.²⁰

Estudios multicéntricos recientes han llegado a conclusiones similares. Un análisis prospectivo en 40 UCI de Australia y Nueva Zelanda mostró que un número considerable de transfusiones de plasma no cumplía con los criterios establecidos en guías nacionales, evidenciando un uso discordante con las recomendaciones clínicas y una dependencia excesiva de valores aislados de laboratorio. Se observó variación significativa entre continentes en la proporción de eventos de plasma respecto al total de transfusiones ($p < 0.001$), y una variación significativa en el número total de unidades de plasma transfundidas por paciente entre diferentes sitios ($p < 0.01$), lo que sugiere que muchas de esas transfusiones podrían haberse evitado.²¹

De igual manera, en pacientes con sepsis se ha demostrado que la transfusión temprana de plasma no mejora la mortalidad a 28 ni a 90 días; de hecho, en un estudio de cohorte ajustado, la transfusión en los primeros tres días se asoció con mayor riesgo de muerte a 28 días (HR 1.361, IC95% 1.054-1.756, $p = 0.018$) y a 90 días (HR 1.368, IC95% 1.099-1.704, $p = 0.005$), y mayores volúmenes de plasma transfundido mostraron asociación estadísticamente significativa con peor pronóstico a 90 días (HR 1.710, IC95% 1.039-2.813, $p = 0.035$).^{22,23}

En conjunto, esta evidencia internacional respalda nuestros resultados y refuerza la necesidad de replantear el papel de las pruebas de coagulación convencionales en la práctica transfusional moderna, avanzando hacia un enfoque más restrictivo y apoyado en herramientas funcionales y en la valoración clínica integral del paciente crítico.

Limitaciones y fortalezas: las principales limitaciones del estudio incluyen su diseño retrospectivo y unicéntrico, lo cual restringe la generalización de los hallazgos. El bajo número de eventos transfusionales limitó la potencia estadística, y la ausencia de datos sobre pruebas hemostáticas funcionales impidió su comparación directa. Además, el modelo predictivo requiere validación externa para confirmar su rendimiento en otras poblaciones.

A pesar de ello, el estudio tiene fortalezas notables. Se basa en un registro prospectivo con alta completitud de datos, minimizando sesgos. La metodología estadística fue robusta, incluyendo validación interna con *bootstrapping* que respalda la estabilidad del modelo. Finalmente, la naturaleza heterogénea de la cohorte refleja la práctica clínica real, lo que aumenta la aplicabilidad de nuestras conclusiones.

Implicaciones clínicas y direcciones futuras: nuestros hallazgos subrayan la necesidad de evolucionar hacia un uso más restrictivo y basado en evidencia de los hemoderivados en la UCI. En primer lugar, es imperativo auditar la práctica actual mediante estudios que midan la adherencia a las guías clínicas, ya que la evidencia sugiere un uso frecuente de plasma fuera de las indicaciones aceptadas.

A futuro, la investigación debe enfocarse en la validación de mejores herramientas predictivas.²⁴ Se requieren estudios que comparen directamente el valor del fibrinógeno contra el INR en escenarios de alto riesgo. De forma paralela, es crucial la realización de ensayos clínicos prospectivos que evalúen el impacto de los algoritmos guiados por pruebas viscoelásticas (TEG/ROTEM) en desenlaces clínicos mayores, como la mortalidad y las complicaciones trombóticas, más allá de la simple reducción de transfusiones.²⁵

La consolidación de esta evidencia podría finalmente desplazar el paradigma actual, basado en pruebas de coagulación convencionales, hacia un enfoque más dinámico, fisiológico y clínicamente relevante para el paciente crítico.

CONCLUSIONES

En esta cohorte de pacientes críticos, las pruebas de coagulación convencionales mostraron un valor predictivo limitado para guiar la transfusión de plasma o crioprecipitados, siendo el sangrado activo el único factor independiente y clínicamente relevante. El modelo

predictivo presentó discriminación aceptable y buena calibración, evidenciando que la decisión transfusional debe basarse en la valoración clínica más que en alteraciones aisladas de laboratorio. Estos hallazgos respaldan un enfoque transfusional restrictivo e individualizado, promoviendo el uso de biomarcadores dinámicos y pruebas viscoelásticas (TEG/ROTEM), así como la adherencia a guías internacionales y el desarrollo de estudios multicéntricos que validen estos resultados, con el fin de reducir complicaciones, optimizar recursos y mejorar los desenlaces en la medicina intensiva.

REFERENCIAS

1. Yadav SK, Hussein G, Liu B, et al. A contemporary review of blood transfusion in critically ill patients. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(8):1247.
2. Lasocki S, Pène F, Ait-Oufella H, et al. Management and prevention of anemia (acute bleeding excluded) in adult critical care patients. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2020;39(5):655-664.
3. Vlaar AP, Oczkowski S, de Bruin S, et al. Transfusion strategies in non-bleeding critically ill adults: a clinical practice guideline from the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med*. 2020;46(4):673-696.
4. Coz Yataco A, Soghier I, Hébert PC, et al. Transfusion of fresh frozen plasma and platelets in critically ill adults: an American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline. *Chest*. 2025;168(3):661-676.
5. Apolseth TO, Raza S, Callum J, et al. A review and analysis of outcomes in randomized clinical trials of plasma transfusion in patients with bleeding or for the prevention of bleeding: The BEST collaborative study. *Transfusion*. 2024;64(6):1116-1131.
6. Chai-Adisaksoha C, Hillis C, Siegal DM, et al. Prothrombin complex concentrates versus fresh frozen plasma for warfarin reversal. A systematic review and meta-analysis. *Thromb Haemost*. 2016;116(5):879-890.
7. Ostermann H, von Heymann C. Prothrombin complex concentrate for vitamin K antagonist reversal in acute bleeding settings: efficacy and safety. *Expert Rev Hematol*. 2019;12(7):525-540.
8. Hartmann J, Dias JD, Pivalizza EG, Garcia-Tsao G. Thromboelastography-guided therapy enhances patient blood management in cirrhotic patients: a meta-analysis based on randomized controlled trials. *Semin Thromb Hemost*. 2023;49(2):162-172.
9. De Bruin S, Scheeren TWL, Bakker J, et al. Transfusion practice in the non-bleeding critically ill: an international online survey-the TRACE survey. *Crit Care*. 2019;23(1):309.
10. Hartmann J, Hermelin D, Levy JH. Viscoelastic testing: an illustrated review of technology and clinical applications. *Res Pract Thromb Haemost*. 2022;7(1):100031.
11. Davis JPE, Farias AQ, Intagliata NM. Advances in the prevention and management of procedural bleeding in patients with cirrhosis. *Hepatol Int*. 2025;19(5):1035-1050.
12. Pham HP, Müller MC, Williams LA, Juffermans NP. Mathematical model and calculation to predict the effect of prophylactic plasma transfusion on change in international normalized ratio in critically ill patients with coagulopathy. *Transfusion (Paris)*. 2016;56(4):926-932.
13. Marinho DS, Rocha FJA, Figueira ERR, Fernandes CR, et al. International normalized ratio and activated partial thromboplastin time do not predict plasma transfusion in liver transplantation. *Arq Bras Cir Dig*. 2025;37:e1855.
14. Moreno RP, Metnitz PG, Almeida E, et al. SAPS-3--From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 2: development of a prognostic model for hospital mortality at ICU admission. *Intensive Care Med*. 2005;31(10):1345-1355. doi: 10.1007/s00134-005-2763-5.
15. Taccone FS, Rynkowski CB, Moller K, et al. Restrictive vs liberal transfusion strategy in patients with acute brain injury: the train randomized clinical trial. *JAMA*. 2024;332(19):1623-1633.
16. Vigneron C, Devautour C, Charpentier J, Birsén R, Jamme M, Pène F. Severe bleeding events among critically ill patients with haematological malignancies. *Ann Intensive Care*. 2024;14(1):155.
17. Keir AK, Stanworth S, Callum J. Innocent until proven guilty: do neonatal red blood cell transfusions really cause posttransfusion hyperbilirubinemia? *Transfusion*. 2014;54(12):3145-3148. doi:10.1111/trf.12833
18. Müller MC, Arbous MS, Spoelstra-de Man AM, et al. Transfusion of fresh-frozen plasma in critically ill patients with a coagulopathy before invasive procedures: a randomized clinical trial (CME). *Transfusion*. 2015;55(1):26-35; quiz 25.
19. Holland LL, Brooks JP. Toward rational fresh frozen plasma transfusion: the effect of plasma transfusion on coagulation test results. *Am J Clin Pathol*. 2006;126(1):133-139.
20. Van Haeren MMT, Raasveldt SJ, de Bruin S, et al. Plasma transfusion in the intensive care unit. *Transfusion*. 2025;65(1):73-87.
21. Flint AWJ, Poole A, Raasveldt SJ, et al. Blood transfusion practices in intensive care: a prospective observational binational study. *Crit Care Explor*. 2025;7(3):e1197.
22. Iba T, Helms J, Levy JH. Sepsis-induced coagulopathy (SIC) in the management of sepsis. *Ann Intensive Care*. 2024;14(1):148.
23. Qin X, Zhang W, Zhu X, Hu X, Zhou W. Early fresh frozen plasma transfusion: is it associated with improved outcomes of patients with sepsis? *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:754859.
24. Johnson ED, Schell JC, Rodgers GM. The D-dimer assay. *Am J Hematol*. 2019;94(7):833-839.
25. Dias JD, Levy JH, Tanaka KA, et al. Viscoelastic haemostatic assays to guide therapy in elective surgery: an updated systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia*. 2025;80(1):95-103.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Correspondencia:

Dra. Alina E Arechiga Casas

E-mail: alieliac26@gmail.com