

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

HEMORRAGIA OBSTÉTRICA POSPARTO: BIOMARCADORES PREDICTIVOS Y ESTRATEGIAS DE MANEJO HEMOSTÁTICO PERSONALIZADO

**POSTPARTUM OBSTETRIC HEMORRHAGE: PREDICTIVE
BIOMARKERS AND PERSONALIZED HEMORRHAGE
MANAGEMENT STRATEGIES**

Isaac Gervacio Rosas Ruiz

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Alejandra Elizabeth Reyes Reyes

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Amy Jocelyn Mengual Ku

Instituto Mexicano del Seguro Social, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20459

Hemorragia Obstétrica Posparto: Biomarcadores Predictivos y Estrategias de Manejo Hemostático Personalizado

Isaac Gervacio Rosas Ruiz¹isaac_25_25@live.com.mx<https://orcid.org/0009-0003-0196-5293>

Hospital General de Zona No. 20, Instituto
Mexicano del Seguro Social, Puebla de
Zaragoza, México.
México

Alejandra Elizabeth Reyes Reyesdra.alereyes.gyo@gmail.com<https://orcid.org/0000-0002-7502-2584>

Hospital General de Zona No. 20, Instituto
Mexicano del Seguro Social, Puebla de
Zaragoza, México México

Amy Jocelyn Mengual Kudra.amymengualku@gmail.com<https://orcid.org/0009-0004-1058-9434>

IMSS BIENESTAR. C.S. Santo Tomas Cahutla |
Universidad de las Américas Puebla.
México

RESUMEN

La hemorragia obstétrica posparto (HPP) continúa siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad materna a nivel mundial. A pesar de la estandarización de protocolos obstétricos, la ausencia de herramientas predictivas tempranas y la falta de individualización en el manejo hemostático obstaculizan la intervención oportuna y efectiva. En años recientes, se ha promovido la integración de biomarcadores como el fibrinógeno plasmático y de pruebas viscoelásticas (TEG, ROTEM) que permiten una evaluación dinámica y en tiempo real del estado de coagulación, proporcionando umbrales críticos que orientan la terapia dirigida. Este artículo revisa la evidencia más relevante sobre los biomarcadores predictivos de HPP severa, con énfasis en el papel del fibrinógeno como marcador temprano clave y la utilidad de parámetros derivados de ROTEM (como FIBTEM A5) para la toma de decisiones terapéuticas. Asimismo, se analizan estrategias terapéuticas actuales, incluyendo el uso precoz de ácido tranexámico, algoritmos transfusionales guiados y reposición dirigida de fibrinógeno en el punto de atención. Adicionalmente, se discuten las perspectivas futuras en el área, como el desarrollo de modelos predictivos basados en inteligencia artificial, la fenotipificación hemostática individualizada y nuevas terapias moleculares en fase de investigación. Se propone así un abordaje personalizado guiado por biomarcadores como modelo de medicina de precisión obstétrica, con el objetivo de reducir la morbimortalidad materna, optimizar el uso de hemoderivados y mejorar los desenlaces clínicos.

Palabras clave: hemorragia posparto, fibrinógeno, ROTEM, ácido tranexámico, pruebas viscoelásticas

¹ Autor principal

Correspondencia: isaac_25_25@live.com.mx

Postpartum Obstetric Hemorrhage: Predictive Biomarkers and Personalized Hemorrhage Management Strategies

ABSTRACT

Postpartum hemorrhage (PPH) remains one of the leading causes of maternal morbidity and mortality worldwide. Despite the development of standardized obstetric protocols, the lack of early predictive tools and individualized hemostatic management continues to hinder timely and effective interventions. Recent advances in obstetric hematology have led to the integration of biomarkers such as plasma fibrinogen and viscoelastic tests (TEG, ROTEM), which allow real-time evaluation of coagulation dynamics and provide critical thresholds to guide targeted therapy. This review analyzes the most relevant evidence on predictive biomarkers of severe PPH, emphasizing the role of fibrinogen as a key early indicator and the application of ROTEM parameters (e.g., FIBTEM A5) for rapid decision-making. Likewise, we explore contemporary therapeutic strategies including the early use of tranexamic acid, guided transfusion algorithms, and point-of-care fibrinogen replacement. In addition, we discuss future perspectives in the field, including artificial intelligence-based predictive models, individualized phenotyping of coagulation disorders, and emerging molecular therapies under investigation. A personalized, biomarker-driven approach is proposed as a model of obstetric precision medicine, aiming to reduce maternal morbidity, optimize the use of blood products, and improve overall outcomes.

Keywords: postpartum hemorrhage, fibrinogen, ROTEM, tranexamic acid, viscoelastic tests

Artículo recibido 22 septiembre 2025

Aceptado para publicación: 25 octubre 2025



INTRODUCCIÓN

La hemorragia obstétrica posparto (HPP) continúa siendo una de las principales causas de morbilidad materna a nivel global, especialmente en contextos con recursos limitados. Se estima que aproximadamente **una de cada seis muertes maternas** está directamente relacionada con HPP, a pesar de los avances en atención obstétrica y disponibilidad de recursos terapéuticos (1). La fisiopatología de esta entidad involucra un desequilibrio súbito en los mecanismos hemostáticos que puede comprometer gravemente la perfusión tisular, desencadenando un cuadro de choque hipovolémico, coagulopatía de consumo y disfunción multiorgánica.

En las últimas décadas, el enfoque en la prevención y manejo de la hemorragia obstétrica ha evolucionado desde un modelo exclusivamente clínico hacia uno integrativo, donde los **biomarcadores hemostáticos** y las pruebas viscoelásticas (como TEG y ROTEM) han adquirido un papel central en la **estratificación del riesgo y la toma de decisiones terapéuticas**. Entre ellos, el **fibrinógeno plasmático** ha demostrado ser un indicador precoz de progresión a hemorragia severa, anticipándose a la caída de otros parámetros como el recuento plaquetario o el TP/INR (2).

La identificación de valores umbral críticos, así como la incorporación de algoritmos de transfusión guiados por biomarcadores, permiten **optimizar el uso de hemoderivados y reducir complicaciones** asociadas a la sobretransfusión. Además, el desarrollo de herramientas como el ácido tranexámico, concentrados de fibrinógeno y el uso racional del crioprecipitado se han incorporado en guías internacionales como parte del manejo hemostático individualizado.

Este artículo tiene como objetivo revisar la evidencia más reciente sobre los **biomarcadores predictivos en la hemorragia obstétrica posparto** y analizar las **estrategias contemporáneas de manejo hemostático personalizado**, con énfasis en la integración de pruebas viscoelásticas y terapias dirigidas, como parte de una medicina de precisión en el campo de la obstetricia.

REVISIÓN

Fisiopatología de la hemostasia en el puerperio inmediato

Durante el embarazo, el organismo materno atraviesa un estado de **hipercoagulabilidad fisiológica** que constituye una adaptación evolutiva para minimizar el riesgo de hemorragia al momento del parto. Este estado se caracteriza por un aumento progresivo en los niveles de diversos factores de coagulación



(como los factores VII, VIII, IX y X), así como del fibrinógeno, cuya concentración puede **uplicarse** o **triplicarse** con respecto a valores basales no gestacionales(3).

Al momento del alumbramiento, se produce una activación masiva del sistema hemostático, desencadenada por la lesión del lecho placentario y la exposición del tejido subendotelial a los componentes circulantes. La **vasoconstricción miometrial** constituye la primera línea de contención de la hemorragia, seguida de la formación de un coágulo hemostático primario mediado por la agregación plaquetaria y la activación de la cascada de coagulación.

En condiciones fisiológicas, este sistema se equilibra con mecanismos fibrinolíticos y anticoagulantes endógenos, evitando fenómenos tromboticos sistémicos. No obstante, diversos factores pueden alterar este balance y precipitar una **coagulopatía obstétrica**, especialmente en casos de hemorragia masiva, abruptio placentae, embolismo de líquido amniótico, preeclampsia severa o sepsis puerperal(4).

Uno de los componentes más críticos en este proceso es el **fibrinógeno**, proteína soluble que actúa como precursor de la fibrina, indispensable para la estabilidad del coágulo. Se ha demostrado que **niveles de fibrinógeno < 2 g/L en el momento de una HPP activa** se asocian de manera significativa con la progresión a hemorragia grave, requiriendo intervenciones quirúrgicas o transfusionales mayores(5).

Además, el consumo acelerado de factores de coagulación durante una HPP puede conducir a un estado de **coagulopatía dilucional y consumo**, agravado por la administración masiva de cristaloides, hemoderivados sin factor VII o crioprecipitados, y acidosis metabólica secundaria a hipoperfusión.

Por lo tanto, comprender las adaptaciones hemostáticas del puerperio inmediato y sus puntos de quiebre es esencial para implementar intervenciones terapéuticas oportunas y eficaces, fundamentadas no solo en criterios clínicos, sino en parámetros bioquímicos objetivos y dinámicos.

Clasificación de la hemorragia obstétrica

La hemorragia obstétrica se define como una pérdida sanguínea ≥ 500 mL después de un parto vaginal o ≥ 1000 mL tras cesárea. Sin embargo, en la práctica clínica, la valoración cuantitativa es compleja y frecuentemente subestimada, por lo que se ha incorporado el concepto de **hemorragia posparto clínicamente significativa**, cuando existe afectación hemodinámica o necesidad de intervenciones específicas.

Desde el punto de vista cronológico, se clasifica en:



- **Hemorragia posparto primaria:** ocurre en las primeras 24 horas tras el nacimiento.
- **Hemorragia posparto secundaria:** se presenta entre las 24 horas y las 6 semanas posteriores al parto.

En cuanto a la etiología, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y diversas guías internacionales recomiendan una clasificación práctica basada en las denominadas “4 T”, que resume los mecanismos fisiopatológicos más frecuentes:

Tabla 1. Las “4 T” de la HPP.

T	Causa	Descripción clínica
Tono	Atonía uterina	Causa más frecuente (>70%). El útero no logra contraerse adecuadamente después del alumbramiento. Se asocia a sobredistensión uterina, trabajo de parto prolongado, uso de tocolíticos o multiparidad.
Trauma	Lesiones del canal del parto	Incluye laceraciones cervicales, vaginales o perineales, ruptura uterina, inversión uterina. Se sospecha ante útero contraído con sangrado persistente.
Tejido	Retención de restos placentarios	La retención de cotiledones, membranas o placenta acreta puede impedir la adecuada contracción uterina. Requiere exploración inmediata.
Trombina	Trastornos de la coagulación	Incluye coagulopatías preexistentes (enfermedad de Von Willebrand, trombocitopenia) o adquiridas (CID, consumo por preeclampsia, sepsis, embolismo de líquido amniótico).

En escenarios de emergencia, una evaluación sistemática de las “4 T” permite una **identificación precoz de la causa subyacente**, facilitando intervenciones dirigidas y reduciendo la morbilidad materna. Sin embargo, en muchas ocasiones coexisten múltiples mecanismos, lo cual subraya la necesidad de un enfoque dinámico e interdisciplinario.

Además, en el contexto de HPP severa, debe considerarse la posibilidad de **coagulopatía oculta subyacente**, especialmente si el sangrado persiste pese al adecuado manejo uterotónico y quirúrgico. Esto justifica la evaluación temprana de parámetros como el fibrinógeno, tiempo de protrombina y viscoelastometría para guiar la terapéutica transfusional.

Biomarcadores predictivos de hemorragia posparto

El reconocimiento precoz del riesgo de hemorragia posparto (HPP) es crucial para reducir sus consecuencias. Aunque los signos clínicos siguen siendo la base inicial del abordaje, los **biomarcadores hemostáticos** han emergido como herramientas objetivas y reproducibles para predecir la severidad del

sangrado y guiar intervenciones personalizadas. Entre ellos, el **fibrinógeno** es el más estudiado y validado en obstetricia, pero no es el único.

Tabla 2. Biomarcadores hemostáticos clave en la hemorragia obstétrica posparto

Biomarcador	Valor fisiológico en embarazo	Punto de corte clínico en HPP	Interpretación	Intervención recomendada
Fibrinógeno plasmático	400–600 mg/dL	< 200 mg/dL	Predictor temprano de sangrado masivo	de 2–4 g fibrinógeno IV o 10 U crioprecipitado
FIBTEM (ROTEM)	A5 > 16 mm	< 12 mm	Deficiencia crítica de fibrinógeno funcional	Igual que arriba; guía transfusión dirigida
Plaquetas	150,000–400,000 / μ L	< 70,000 / μ L	Riesgo de coagulopatía por trombocitopenia	Transfusión de 6 U pool o 1 U aféresis
INR / TP	TP < 14 seg / INR < 1.2	TP > 1.5 / INR > 1.5	Prolongación indica déficit de factores VII, X	Plasma fresco (15–20 mL/kg)
Dímero D	Elevado fisiológicamente	Elevación extrema	Indicador de hiperfibrinólisis o incipiente	de Considerar TXA o CID activar protocolo de CID
LY30 (TEG)	< 7.5%	> 7.5%	Lisis acelerada del coágulo	del Ácido tranexámico 1 g IV

Fibrinógeno plasmático

Durante la gestación, el fibrinógeno alcanza niveles fisiológicamente elevados (400–600 mg/dL). Su descenso rápido en el contexto de una HPP activa es un indicador de coagulopatía en evolución. Estudios multicéntricos han demostrado que **niveles <200 mg/dL** durante el sangrado se correlacionan significativamente con la progresión a hemorragia masiva y necesidad de transfusión mayor(6).

En particular, el estudio de Charbit et al. (2007) evidenció que un **fibrinógeno < 2 g/L** es el predictor más sensible para HPP grave, incluso por encima del TP, TTPa o recuento plaquetario(7). Esta evidencia ha motivado la incorporación del fibrinógeno como marcador clave en algoritmos de transfusión obstétrica.

Dímero D y productos de degradación de fibrina

El dímero D es un marcador indirecto de actividad fibrinolítica. Aunque se eleva fisiológicamente durante el embarazo, su incremento desproporcionado en el contexto de HPP puede sugerir **coagulopatía de consumo o CID incipiente**. No obstante, su valor diagnóstico en obstetricia es limitado por la falta de puntos de corte validados y la variabilidad fisiológica individual.



Trombocitopenia y función plaquetaria

La disminución del recuento plaquetario, en especial cuando desciende por debajo de 70,000–50,000/ μ L, incrementa el riesgo hemorrágico, pero no es un predictor aislado confiable. De mayor interés son los ensayos que evalúan la **función plaquetaria** en tiempo real, como los análisis agregométricos o pruebas globales viscoelásticas, que ofrecen información más dinámica del estado hemostático global.

Pruebas viscoelásticas: TEG y ROTEM

El **thromboelastography (TEG)** y la **rotational thromboelastometry (ROTEM)** son técnicas de análisis global de la coagulación que permiten evaluar la formación, estabilidad y lisis del coágulo en tiempo real, utilizando sangre entera. Estas pruebas se han incorporado progresivamente al manejo de la HPP severa por su capacidad para:

- Identificar precozmente **déficits específicos** (por ejemplo, fibrinógeno, función plaquetaria, inhibición de trombina).
- Guiar la **terapia transfusional dirigida** (plasma, plaquetas, crioprecipitado o concentrado de fibrinógeno).
- Evitar la sobreutilización empírica de hemoderivados.

El parámetro más relevante en obstetricia es el **FIBTEM A5 o A10** (medido en ROTEM), el cual correlaciona con los niveles de fibrinógeno plasmático. Se considera que un FIBTEM A5 < 12 mm predice déficit crítico de fibrinógeno, con una sensibilidad >90%(8).

Índices combinados y escalas clínicas-laboratoriales

Se han propuesto escalas de riesgo que integran biomarcadores con factores clínicos para estratificar el riesgo de HPP severa. Entre ellas destacan:

- **Escala de riesgo de HPP de California** (maternal hemorrhage risk assessment tool).
- Modelos multivariados con predictores independientes: fibrinógeno bajo, anemia severa, macrosomía, cesárea urgente, preeclampsia, placenta previa.

Consideraciones clínicas

La interpretación de biomarcadores debe realizarse dentro de un **marco clínico integral**, con medición oportuna (idealmente durante el sangrado activo) y con disponibilidad inmediata de resultados. El uso



de **puntos de corte validados** y de **equipos ROTEM/TEG en salas obstétricas de alta resolución** se ha asociado con mejores desenlaces maternos, disminución de transfusiones empíricas y menor tiempo quirúrgico.

Manejo hemostático moderno de la hemorragia posparto

El tratamiento eficaz de la hemorragia obstétrica requiere un enfoque escalonado, protocolizado y dinámico, que incluya tanto medidas mecánicas como farmacológicas y transfusionales. A medida que se comprende mejor la fisiopatología de la coagulopatía obstétrica, han surgido estrategias terapéuticas más personalizadas, basadas en **biomarcadores hemostáticos** y pruebas viscoelásticas, orientadas a prevenir la progresión hacia el síndrome de choque hemorrágico.

Principios generales del manejo inicial

Las intervenciones deben iniciarse de forma simultánea:

- Masaje uterino bimanual.
- Administración de uterotónicos (oxitocina, metilergonovina, carboprost, misoprostol).
- Corrección inmediata de hipovolemia con cristaloides tibios.
- Determinación urgente de biomarcadores hemostáticos (fibrinógeno, TP, TTPa, plaquetas, pruebas viscoelásticas si están disponibles).

Ácido tranexámico: la piedra angular antifibrinolítica

El **ácido tranexámico (TXA)** ha demostrado reducir significativamente la mortalidad por HPP si se administra **dentro de las primeras 3 horas del parto**, según el **WOMAN Trial**, que incluyó más de 20,000 mujeres(9). Su mecanismo de acción se basa en la inhibición competitiva de la activación del plasminógeno, disminuyendo la fibrinólisis excesiva.

- **Dosis recomendada:** 1 g IV en bolo lento en 10 minutos. Puede repetirse 1 g si el sangrado persiste después de 30 minutos.

Terapia dirigida con crioprecipitado o concentrado de fibrinógeno

El crioprecipitado contiene altas concentraciones de **fibrinógeno**, **factor VIII**, **factor XIII**, y **fibronectina**. Es útil cuando los niveles plasmáticos están <200 mg/dL o el FIBTEM A5 está <12 mm.

- **Dosis inicial estándar:** 10 U de crioprecipitado (≈2-4 g de fibrinógeno).
- Alternativa: uso de **concentrado de fibrinógeno** (más rápido y libre de volumen), a dosis de 2-



4 g IV.

El uso de concentrado debe guiarse por niveles plasmáticos o viscoelastometría para evitar sobrecorrección.

Transfusión masiva guiada por biomarcadores

En hemorragia obstétrica activa con inestabilidad hemodinámica, se activa un **protocolo de transfusión masiva (PTM)**:

- Relación ideal empírica: **PRBC:FFP:Plaquetas = 1:1:1**.
- Reposición de crioprecipitado o fibrinógeno según pruebas hemostáticas.
- Calentadores de fluidos y monitorización estrecha del pH, calcio iónico y temperatura.

Actualmente, los **protocolos guiados por TEG/ROTEM** han demostrado reducir el volumen transfundido, morbilidad y estancia hospitalaria (10).

Otras terapias hemostáticas y farmacológicas emergentes

- **Desmopresina (DDAVP)**: útil en pacientes con disfunción plaquetaria o enfermedad de von Willebrand.
- **Recombinant factor VIIa**: considerado como último recurso en hemorragias refractarias, con alto costo y riesgo trombótico.
- **Tromboelastometría continua intraoperatoria**: permite adaptación en tiempo real del tratamiento hemostático en cirugías de control de daños.

Integración clínica y multidisciplinaria

El manejo óptimo de la HPP requiere una **respuesta organizada, rápida y multidisciplinaria**, con participación activa del equipo de anestesia, medicina transfusional, hematología, enfermería especializada y obstetricia quirúrgica.

Se recomienda contar con **carros de hemorragia obstétrica** pre-armados, así como algoritmos visuales y simulacros periódicos para familiarizar al personal con los protocolos de emergencia.

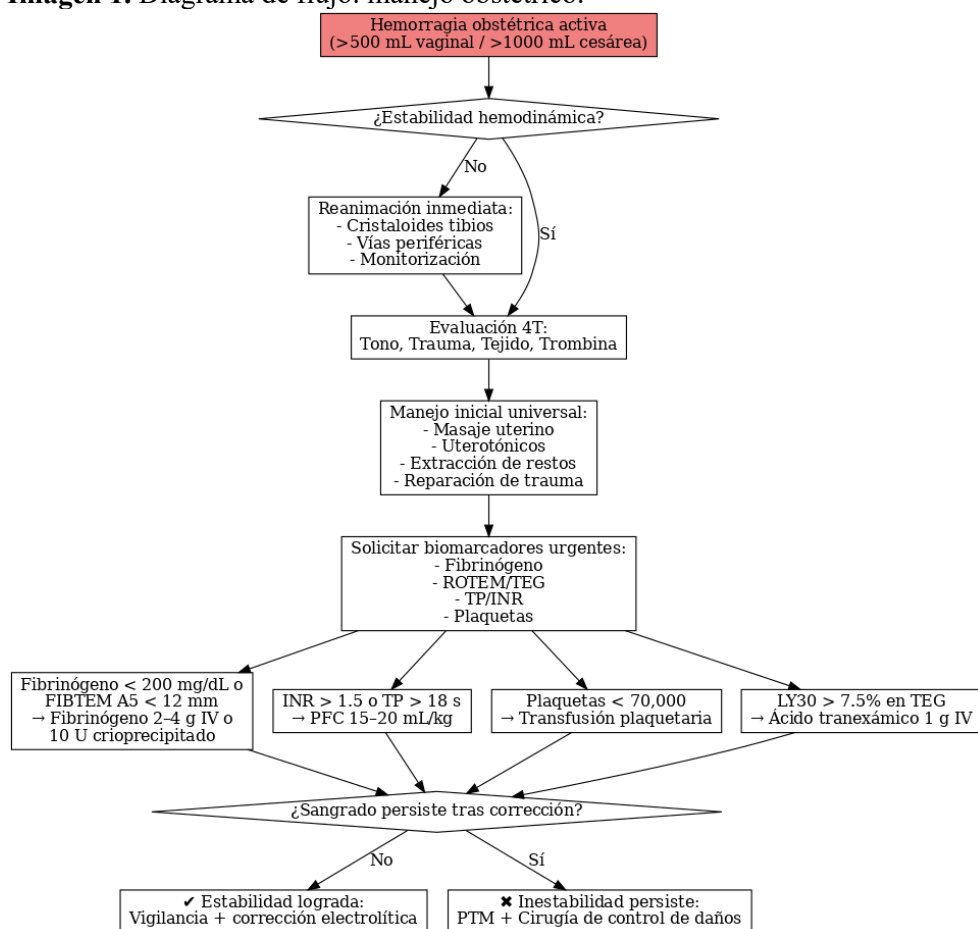


Tabla 3. Algoritmo resumido del manejo hemostático en HPP (según biomarcadores)

Hallazgo hemostático	Intervención recomendada
Fibrinógeno < 200 mg/dL o FIBTEM A5 < 12 mm	2–4 g de fibrinógeno IV o 10 U de crioprecipitado
Plaquetas < 70,000 / μ L	Transfusión de 1 U aféresis o 6 U pool
TP > 1.5 o INR > 1.5	15–20 mL/kg de plasma fresco congelado
Hipofibrinólisis activa (ROTEM/TEG)	Ácido tranexámico 1 g IV
CID clínica o viscoelástica	PTM completo + soporte intensivo

Nuevas perspectivas y abordajes personalizados en el manejo de la hemorragia obstétrica

La medicina contemporánea ha comenzado a transitar de protocolos estandarizados hacia estrategias **individualizadas**, donde las características clínicas, hemostáticas y genéticas de cada paciente definen la toma de decisiones terapéuticas. En el contexto de la hemorragia obstétrica posparto (HPP), este paradigma ha dado lugar al concepto de **“manejo hemostático personalizado”**, integrando tecnología, biología molecular y análisis predictivo en tiempo real.

Imagen 1. Diagrama de flujo: manejo obstetrico.

Inteligencia artificial (IA) y algoritmos predictivos

El desarrollo de plataformas de **inteligencia artificial aplicada a obstetricia** ha permitido generar modelos capaces de identificar mujeres con alto riesgo de HPP antes del inicio del trabajo de parto. Estas herramientas emplean:

- **Variables clínicas:** edad materna, índice de masa corporal, antecedentes obstétricos.
- **Datos analíticos:** niveles de fibrinógeno, hemoglobina, conteo plaquetario.
- **Técnicas de aprendizaje automático** (machine learning): regresión logística, árboles de decisión, redes neuronales.

Estudios recientes han demostrado que estos modelos pueden alcanzar **áreas bajo la curva (AUC) superiores a 0.85** para predicción de HPP severa, superando el juicio clínico aislado. (11).

Medicina de precisión y fenotipos hemostáticos

La respuesta al sangrado no es homogénea entre todas las pacientes. Se han identificado **variaciones interindividuales** en la activación de la cascada de coagulación, la actividad fibrinolítica y la expresión de receptores plaquetarios. Esta heterogeneidad ha llevado al diseño de estrategias de **estratificación hemostática**, como:

- **Fenotipos de hipocoagulabilidad rápida:** requieren intervención precoz con crioprecipitado y plasma.
- **Fenotipos hipofibrinolíticos:** responden mejor a ácido tranexámico.
- **Fenotipos mixtos o de consumo:** candidatos a PTM completos desde fases iniciales.

La integración de pruebas viscoelásticas y algoritmos de predicción permite anticipar estos perfiles y modular el tratamiento desde etapas tempranas.

Innovaciones tecnológicas en tiempo real

Avances recientes han permitido el desarrollo de dispositivos de análisis hemostático portátiles (POC - *point of care*), que ofrecen resultados en menos de 10 minutos desde una gota de sangre. Su implementación en quirófanos obstétricos de alta resolución ha demostrado:

- **Reducción de transfusiones empíricas.**
- **Disminución del tiempo quirúrgico.**
- **Menor tasa de histerectomía obstétrica.**



Terapias emergentes en investigación

Se encuentran en estudio nuevas moléculas y estrategias terapéuticas que podrían incorporarse en el futuro:

- **Inhibidores selectivos de plasmina.**
- **Concentrados recombinantes de fibrinógeno humanos de segunda generación.**
- **Terapias génicas dirigidas a corregir disfunciones hemostáticas congénitas.**
- **Nanotecnología aplicada a la liberación local de factores procoagulantes en el lecho placentario.**

Retos éticos, económicos y de implementación

Si bien el abordaje personalizado representa un salto cualitativo, aún enfrenta limitantes:

- **Disponibilidad y costo de equipos viscoelásticos y fármacos dirigidos.**
- **Capacitación del personal clínico y técnico.**
- **Desigualdad en el acceso a tecnología en zonas rurales.**
- **Falta de validación de algoritmos en poblaciones latinoamericanas.**

Por lo tanto, su implementación debe ser progresiva, con validación local y enfoque equitativo.

DISCUSIÓN

La integración de biomarcadores y herramientas viscoelásticas en el manejo de la hemorragia obstétrica posparto representa un avance significativo en la medicina materno-fetal contemporánea. Sin embargo, su adopción clínica enfrenta múltiples desafíos, especialmente en contextos de recursos limitados como muchas regiones de América Latina.

Diversos estudios han demostrado que el **fibrinógeno plasmático** es un marcador temprano altamente sensible para predecir la evolución a hemorragia masiva. No obstante, existen **variaciones interindividuales y poblacionales** en los valores basales y en la cinética del descenso, lo que podría limitar la universalización de puntos de corte sin una validación local. Asimismo, parámetros derivados de pruebas como el **FIBTEM A5** presentan excelente correlación con el estado funcional del fibrinógeno, pero su implementación requiere de dispositivos ROTEM o TEG, tecnología aún inaccesible en múltiples hospitales de segundo nivel en México y otras regiones de Latinoamérica.

Por otro lado, el abordaje personalizado basado en **fenotipificación hemostática y algoritmos**



predictivos mediante inteligencia artificial ofrece una alternativa prometedora, pero su efectividad real depende de la disponibilidad de bases de datos robustas, interoperabilidad de sistemas clínicos y personal capacitado en interpretación avanzada. Actualmente, existen escasos estudios con validación externa en poblaciones latinoamericanas, lo que representa una **brecha crítica de investigación clínica traslacional**.

En términos terapéuticos, si bien el uso temprano de **ácido tranexámico** ha sido ampliamente validado por el ensayo WOMAN, el acceso oportuno a crioprecipitado o concentrado de fibrinógeno continúa siendo variable. Aunado a ello, los **protocolos de transfusión masiva guiados por biomarcadores**, aunque superiores en desenlaces clínicos, no siempre están contemplados en guías institucionales, lo cual perpetúa un enfoque empírico y heterogéneo.

Finalmente, debe considerarse que la medicina de precisión obstétrica exige no solo recursos tecnológicos, sino también **reorganización institucional, educación médica continua y simulacros clínicos multidisciplinarios**, elementos que aún no forman parte integral de muchos programas hospitalarios.

Por ende, resulta imperativo fomentar investigaciones multicéntricas en países de ingresos medios, desarrollar algoritmos adaptados a realidades locales, e implementar programas de capacitación que permitan **trasladar la teoría biomarcadora a la práctica clínica cotidiana**, con equidad y sostenibilidad.

CONCLUSIONES

La hemorragia obstétrica posparto continúa siendo un desafío clínico de alto impacto en la salud materna a nivel global. A pesar de los avances terapéuticos, las tasas de morbilidad y mortalidad persisten, en parte debido a la subestimación del sangrado, la variabilidad en la respuesta hemostática y la limitada disponibilidad de estrategias diagnósticas avanzadas en tiempo real.

Los biomarcadores, en especial el **fibrinógeno plasmático**, han demostrado una notable utilidad como **predictores tempranos de evolución desfavorable**, permitiendo anticipar la necesidad de intervenciones hemostáticas mayores. Su integración con **pruebas viscoelásticas** como ROTEM y TEG proporciona una visión dinámica del estado hemostático, superando las limitaciones de los estudios convencionales de coagulación.



En este contexto, el **manejo hemostático personalizado** se erige como un nuevo estándar de atención, en el que la terapéutica es guiada por el perfil hemostático individual de cada paciente y no únicamente por protocolos empíricos. La administración racional de ácido tranexámico, crioprecipitado, concentrado de fibrinógeno y otros hemoderivados ha demostrado reducir complicaciones, mejorar desenlaces y optimizar recursos.

Por otro lado, la aplicación emergente de herramientas de inteligencia artificial, modelos predictivos y tecnologías de diagnóstico “point-of-care” amplifica la capacidad de respuesta del equipo clínico y abre una ventana hacia la medicina obstétrica de precisión.

No obstante, este modelo plantea desafíos importantes en términos de disponibilidad, capacitación y equidad en el acceso, especialmente en regiones de bajos recursos. Por ello, la implementación debe ser **gradual, contextualizada y acompañada de validación local**.

En suma, la integración de biomarcadores, tecnología viscoelástica y modelos predictivos representa un avance sustancial hacia una obstetricia más segura, proactiva y centrada en la fisiología individual, marcando el rumbo de la atención materna moderna.

Declaraciones formales

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación con la elaboración y publicación del presente artículo de revisión.

Fuente de financiamiento

El presente trabajo no recibió financiamiento externo. Fue realizado de manera independiente como parte del proceso de formación médica y culminación de residencia.

Responsabilidades éticas

Este artículo de revisión se basa exclusivamente en el análisis de literatura científica previamente publicada y no involucra directamente experimentación en humanos ni animales. Por lo tanto, no se requirió consentimiento informado ni aprobación por un comité de ética en investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, D. O., Almeida, M. C., & Ribeiro, C. G. (2023). Point-of-care viscoelastic testing in obstetrics: Where do we stand? *International Journal of Obstetric Anesthesia*, 55, 103506. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2023.103506>
2. Charbit, B., Mandelbrot, L., Samain, E., Baron, G., Haddaoui, B., Keïta, H., ... & Sibony, O. (2007). The decrease of fibrinogen is an early predictor of the severity of postpartum hemorrhage. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 5(2), 266–273. <https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2007.02297.x>
3. Collins, P. W., Cannings-John, R., Bruynseels, D., Mallaiah, S., Dick, J., Elton, C., ... & Collins, P. (2017). Viscoelastometric-guided early fibrinogen concentrate replacement during postpartum haemorrhage: Observational cohort studies. *British Journal of Anaesthesia*, 119(3), 411–421. <https://doi.org/10.1093/bja/aex165>
4. Collins, P. W., & Solomon, C. (2020). TEG and ROTEM in postpartum hemorrhage: Implications for treatment. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 33(3), 398–404. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000866>
5. Dumont, A., Gaye, A., Mahé, C., Thiam, M., Doumbo, J., Traoré, M., ... & Deneux-Tharaux, C. (2020). Biomarkers and ultrasound for postpartum hemorrhage prediction: A prospective multicenter study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 127(5), 595–603. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.16098>
6. Franchini, M., Lippi, G., & Favaloro, E. J. (2021). Hemostatic biomarkers in predicting postpartum hemorrhage: A narrative review. *Clinica Chimica Acta*, 512, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.11.006>
7. Haque, M., & Kumar, R. (2020). Use of thromboelastography (TEG) in obstetric hemorrhage: A systematic review. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 42(9), 1144–1152. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2020.01.009>
8. Lindquist, P. G., & Langhoff-Roos, J. (2021). Fibrinogen replacement in obstetric hemorrhage: Evidence and recommendations. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 100(Suppl 1), 12–19. <https://doi.org/10.1111/aogs.14026>



9. Masuda, K., & Morikawa, M. (2021). Advances in the management of postpartum hemorrhage. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 47(2), 391–397.
<https://doi.org/10.1111/jog.14556>
10. McLintock, C., & James, A. H. (2019). Obstetric hemorrhage. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 17(8), 1246–1256. <https://doi.org/10.1111/jth.14471>
11. Rossen, J., Ørbo, M. C., Blaakaer, J., & Bødker, B. (2021). Implementation of a massive transfusion protocol in obstetric hemorrhage: A retrospective cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 21(1), 352. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-03766-3>
12. Shakur, H., Roberts, I., Fawole, B., Chaudhri, R., El-Sheikh, M., Akintan, A., ... & WOMAN Trial Collaborators. (2017). Effect of early tranexamic acid administration on mortality, hysterectomy, and other morbidities in women with post-partum haemorrhage (WOMAN): An international, randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 389(10084), 2105–2116. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30638-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30638-4)
13. Solomon, C., & Levy, J. H. (2021). Fibrinogen concentrate for obstetric hemorrhage: Are we there yet? *Anesthesia & Analgesia*, 132(2), 283–285.
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004844>
14. Thachil, J., & Toh, C. H. (2020). Disseminated intravascular coagulation: Still a diagnostic challenge. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 46(2), 165–172. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698475>
15. World Health Organization. (2022). *Maternal mortality: Levels and trends*. WHO.
<https://www.who.int/data/maternal-mortality>
16. Zhang, W., Wang, Y., & Zhang, L. (2022). Machine learning-based prediction model for postpartum hemorrhage in cesarean delivery. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 22(1), 124. <https://doi.org/10.1186/s12911-022-01833-1>

