



REVISIONES SISTEMÁTICAS Y META-ANÁLISIS

[Artículo traducido] Minimización del sangrado y la transfusión en artroplastias bilaterales de cadera y rodilla en un solo tiempo: una revisión sistemática de las intervenciones actuales

R. Gonzalez-Pola^{a,*}, R.O. Tafoya-Olivos^b, L.A. Culebras-Almeida^c,
G. Zermeño-García^d y A. Herrera-Lozano^a

^a Joint Replacement Center, ABC Medical Center, Mexico City, México

^b Department of Anesthesiology, ABC Medical Center, Mexico City, México

^c Department of Orthopaedics, Hôpital de la Tour, Geneva, Suiza

^d Department of Orthopedics, Hospital Ángeles Lomas, Mexico City, México

Recibido el 18 de marzo de 2025; aceptado el 29 de abril de 2025

Disponible en Internet el 14 de julio de 2025



PALABRAS CLAVE

Artroplastia bilateral;
Recuperación
mejorada tras
cirugía;
Reducción de pérdida
sanguínea;
Minimización de
transfusión;
Ácido tranexámico

Resumen

Objetivos: Evaluar estrategias perioperatorias para minimizar el sangrado y la necesidad de transfusiones en la artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla. Esta revisión sistemática identifica intervenciones efectivas, proporciona recomendaciones basadas en la evidencia y destaca áreas para futuras investigaciones en la optimización del manejo del sangrado.

Métodos: Se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada desde enero de 2010 hasta octubre de 2024, centrada en ensayos clínicos aleatorizados, metaanálisis y guías clínicas. Las bases de datos consultadas fueron PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane Library y Web of Science. Las intervenciones evaluadas incluyeron ácido tranexámico (TXA), técnicas quirúrgicas, anestesia regional, hipotensión controlada, corrección preoperatoria de anemia, uso de torniquete, cera ósea y estrategias restrictivas de transfusión. La selección de estudios, la extracción de datos y la evaluación de la calidad se realizaron siguiendo las guías PRISMA y la escala Newcastle-Ottawa.

Resultados: De los 325 estudios incluidos, el TXA mostró consistentemente el mayor impacto, reduciendo las tasas de transfusión entre un 40 y un 60%. La artroplastia total de cadera por abordaje anterior se asoció con una reducción en la pérdida sanguínea. La anestesia regional y la hipotensión controlada también minimizaron significativamente el sangrado intraoperatorio. La corrección preoperatoria de anemia y los umbrales restrictivos de transfusión mostraron

Véase contenido relacionado en DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.recot.2025.04.017>

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rgonzalezpola@gmail.com (R. Gonzalez-Pola).

<https://doi.org/10.1016/j.recot.2025.07.015>

1888-4415/© 2025 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

beneficios adicionales. La evidencia sobre el uso del torniquete fue inconclusa. La evidencia que respalda el uso de cera ósea fue limitada. La evaluación mediante GRADE indicó una calidad alta de la evidencia para TXA y anestesia regional, moderada para cirugía mínimamente invasiva, corrección de anemia y transfusión restrictiva, y baja para cera ósea.

Conclusiones: Un enfoque multimodal que integre TXA, anestesia regional, cirugía mínimamente invasiva, corrección preoperatoria de anemia y protocolos restrictivos de transfusión reduce eficazmente el sangrado y las necesidades transfusionales en artroplastias bilaterales. Se recomienda su incorporación en protocolos de recuperación mejorada tras la cirugía. Futuras investigaciones deberían refinar la dosificación del TXA, clarificar el uso del torniquete y evaluar la rentabilidad de estas intervenciones.

© 2025 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Bilateral arthroplasty;
Enhanced recovery
after surgery;
Blood loss reduction;
Transfusion
minimization;
Tranexamic acid

Minimizing bleeding and transfusion in single-stage bilateral hip and knee arthroplasty: A systematic review of current interventions

Abstract

Objectives: To evaluate perioperative strategies for minimizing bleeding and transfusion needs in single-stage bilateral hip and knee arthroplasty. This systematic review identifies effective interventions and provides evidence-based recommendations and highlight areas for future research in optimizing bleeding management.

Methods: A systematic review of literature from January 2010 to October 2024 was conducted, focusing on randomized controlled trials, meta-analyses, and guidelines. Databases searched included PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane Library, and Web of Science. Interventions assessed included tranexamic acid (TXA), surgical techniques, regional anesthesia, controlled hypotension, preoperative anemia correction, tourniquet use, bone wax, and restrictive transfusion strategies. Study selection, data extraction, and quality assessment followed PRISMA and Newcastle-Ottawa Scale guidelines.

Results: From 325 included studies, TXA consistently demonstrated the most significant impact, reducing transfusion rates by 40-60%. Anterior total hip arthroplasty was associated with reduced blood loss. Regional anesthesia and controlled hypotension further minimized intraoperative bleeding. Preoperative anemia correction and restrictive transfusion thresholds also showed benefits. Tourniquet evidence was inconclusive. Limited evidence supported bone wax. GRADE assessment suggested high evidence quality for TXA and regional anesthesia, moderate for minimally invasive surgery, anemia correction, and restrictive transfusion, and low for bone wax.

Conclusions: Multimodal approach integrating TXA, regional anesthesia, minimally invasive surgery, anemia correction, and restrictive transfusion protocols effectively reduces bleeding and transfusion needs in bilateral arthroplasty. Incorporation into enhance recovery after surgery protocols is recommended. Future research should refine TXA dosing, clarify tourniquet use, and assess cost-effectiveness.

© 2025 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla ha surgido como opción quirúrgica cada vez más utilizada para pacientes debidamente seleccionados que presentan compromiso articular simétrico y avanzado. Este enfoque ofrece diversas ventajas convincentes, incluyendo la reducción del tiempo de hospitalización global, la facilitación de esfuerzos rehabilitadores simultáneos y el potencial de unos menores costes sanitarios generales, en comparación con los procedimientos unilaterales de varias etapas¹. Dado que la adopción de la artroplastia bilateral sigue en aumento, los cirujanos ortopédicos se enfrentan a retos únicos a la hora de

optimizar los resultados del paciente y minimizar las complicaciones potenciales.

Entre los retos más significativos asociados a esta técnica están el manejo meticoloso del sangrado perioperatorio y la necesidad potencial de transfusiones de sangre alogénica^{2,3}. Las transfusiones de sangre, a pesar de ser a veces inevitables, están asociadas a una serie de efectos adversos, incluyendo el riesgo incrementado de infección, las reacciones a la transfusión y la prolongación de la estancia hospitalaria⁴. Por tanto, en un contexto en el que la seguridad del paciente, la optimización de los recursos y la rentabilidad son esenciales, el manejo efectivo de la hemorragia perioperatoria se ha convertido en el pilar del

cuidado, al objeto de mitigar complicaciones tales como la anemia postoperatoria, las complicaciones de la herida y el incremento de la susceptibilidad a la infección.

A pesar de que existe evidencia sustancial y guías establecidas para el manejo del sangrado y las necesidades de transfusión en los procedimientos de artroplastia unilateral, su aplicación directa a la artroplastia bilateral es problemática, debido a sus distintas diferencias procedimentales. Los procedimientos bilaterales simultáneos implican el incremento de la duración quirúrgica, la ampliación del estrés fisiológico, un mayor sangrado intraoperatorio y la alteración de la dinámica de coagulación, en comparación con las intervenciones unilaterales. Estas incluyen el uso juicioso de agentes antifibrinolíticos tales como el ácido tranexámico (TXA), abordajes quirúrgicos mínimamente invasivos diseñados para minimizar el traumatismo tisular, y la implementación de amplios protocolos *enhanced recovery after surgery* (ERAS, «recuperación mejorada tras la cirugía») que integran múltiples intervenciones^{5,6}. Sin embargo, a pesar de que dichos principios establecidos ofrecen un fundamento valioso para optimizar los resultados en procedimientos mucho más complejos, los matices y retos específicos asociados a la artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla siguen estando comparativamente poco representados en la literatura existente⁷.

Asimismo, los estudios recientes han subrayado la considerable heterogeneidad de la implementación de estas prácticas en los diferentes centros, así como la necesidad acuciante de estandarizar los enfoques basados en la evidencia para las poblaciones de alto riesgo, tales como los pacientes mayores o aquellos con comorbilidades significativas^{8,9}. Dicha variabilidad de la práctica necesita un examen más centrado de las estrategias óptimas para la artroplastia bilateral. El objetivo general de estas intervenciones diversas sigue siendo consistente: minimizar el sangrado, reducir las necesidades transfusionales, acelerar la recuperación y mejorar, por último, los resultados clínicos del paciente.

Por tanto, el objetivo de esta revisión sistemática es salvar dicha brecha en la literatura, aportando un análisis actualizado y recomendaciones basadas en la evidencia específicamente dirigidas al manejo en la artroplastia bilateral simultánea.

Materiales y métodos

Esta revisión sistemática fue realizada siguiendo los procedimientos destacados en PRISMA 2020¹⁰.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda amplia en las bases de datos electrónicas siguientes: PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane Library y Web of Science. Debido al gran volumen de literatura perteneciente a esta cuestión, limitamos la búsqueda a los estudios publicados desde enero de 2010 al 31 de octubre de 2024. Este enfoque nos permitió centrar nuestros recursos en la evidencia más reciente y potencialmente más relevante, mientras seguíamos aportando una visión general amplia del campo. Para asegurarnos de no omitir grandes estudios previos, revisamos manualmente las

listas de referencia de los artículos clave y las revisiones existentes sobre el tema. Utilizamos los términos y palabras clave MeSH siguientes: «bilateral arthroplasty», «hip arthroplasty», «knee arthroplasty», «single stage», «perioperative care», «blood loss» y «transfusion». La estrategia de búsqueda completa se detalla en la figura 1, y nuestros criterios de búsqueda, en la tabla 1. Se identificó un total de 876 estudios, de los cuales 325 cumplieron los criterios de inclusión para esta revisión sistemática.

Proceso de selección

El proceso de selección implicó un cribado inicial de todos los títulos y resúmenes por parte de 2 autores independientes, resolviéndose los desacuerdos entre revisores por parte de un tercer autor. A esto le siguió una revisión a texto completo de los artículos potencialmente elegibles por parte del tercer y cuarto autores, para confirmar la alineación con los criterios de inclusión. Los datos se extrajeron utilizando un formulario estandarizado¹¹ que incluyó: características del estudio, datos demográficos del paciente, intervenciones y resultados primario/secundario. Una muestra no exhaustiva de los estudios que formaron parte de la revisión actual se muestra en la tabla 2.

Evaluación de la calidad con la Newcastle-Ottawa Scale

Para garantizar la inclusión de la evidencia metodológicamente sólida, los estudios observacionales evaluados mediante la escala de Newcastle-Ottawa se sometieron a un umbral de calidad predefinido. Los estudios que lograron una puntuación en la escala de Newcastle-Ottawa de 7 o más tuvieron calidad suficiente para ser incluidos en el análisis primario. Se eligió dicho umbral para equilibrar la necesidad de una base de evidencia rigurosa en aras de incluir un número razonable de estudios. Los estudios que puntuaron entre 5 y 6 fueron incluidos en un análisis de sensibilidad para evaluar el impacto potencial de la evidencia de menor calidad sobre los hallazgos generales. Los estudios con puntuación inferior a 5 fueron excluidos de los análisis principales, debido a la preocupación relativa a las limitaciones metodológicas que pudieran comprometer la fiabilidad de sus resultados. El objetivo de este enfoque fue minimizar el riesgo de hallazgos sesgados, a la vez que se reconocían las limitaciones inherentes de los diseños de estudios observacionales.

Categorización de las intervenciones

Para facilitar el análisis y la presentación de los resultados, se categorizaron las intervenciones identificadas en esta revisión sistemática en 3 fases principales del proceso quirúrgico: preoperatoria, intraoperatoria y postoperatoria.

Esta categorización permitió realizar una evaluación sistemática de las intervenciones a lo largo de todo el proceso quirúrgico, facilitando la identificación de las estrategias más efectivas en cada fase, para reducir el sangrado y las necesidades de transfusión en la artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla.

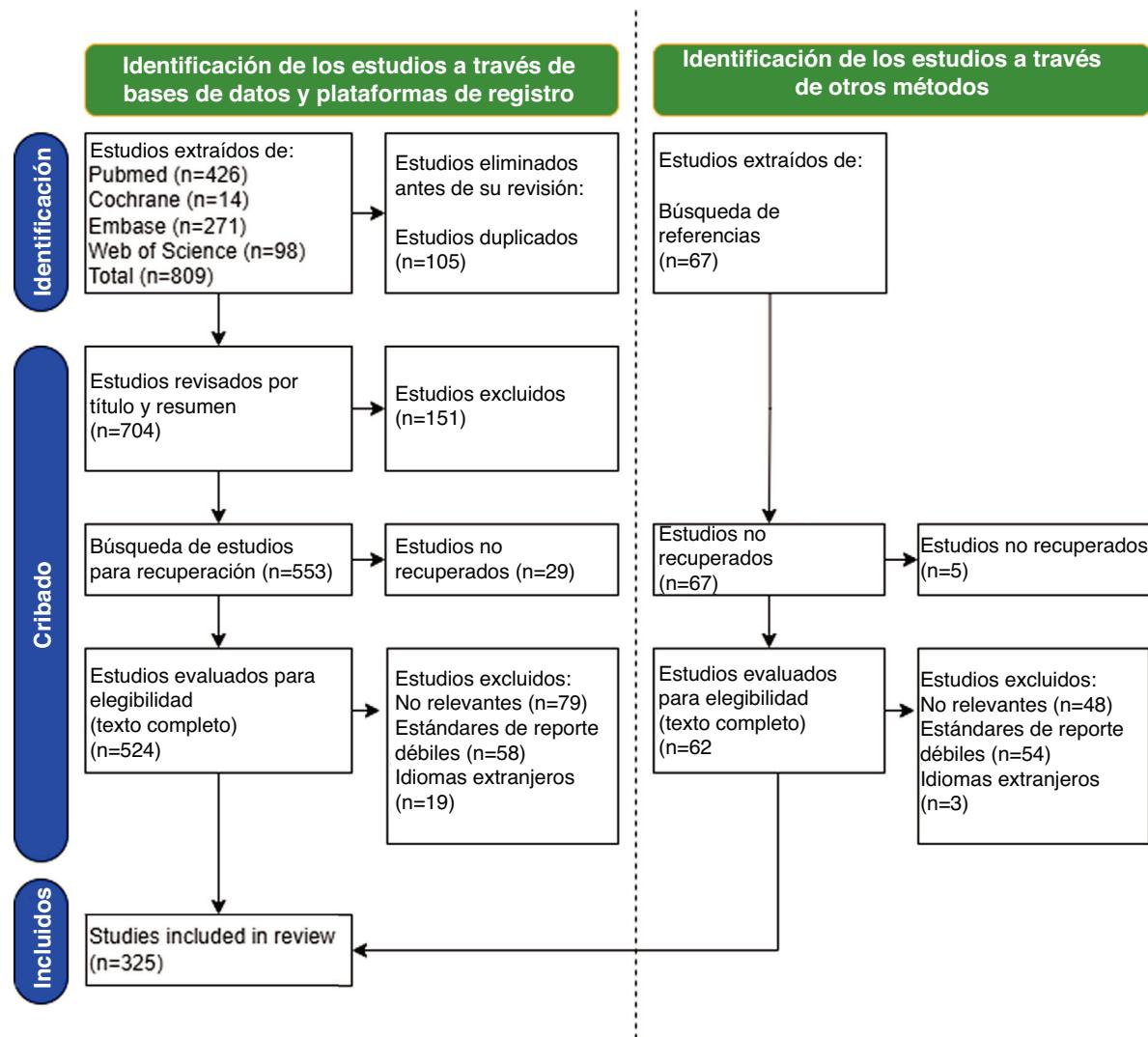


Figura 1 Guías Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) de 2020.

Tabla 1 Criterios de inclusión y exclusión para la selección del estudio

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios que evalúan las intervenciones perioperatorias para reducir el sangrado y/o las necesidades de transfusión en la artroplastia simultánea bilateral de cadera y rodilla	Informes de casos, series de casos con menos de 10 pacientes, cartas al editor, editoriales, y revisiones narrativas
Ensayos clínicos aleatorizados, estudios de cohorte prospectivos y retrospectivos y estudios de casos y controles	Estudios en animales o <i>in vitro</i>
Artículos publicados en inglés o español	Artículos sin disponibilidad de texto completo
Estudios realizados en pacientes adultos (≥ 18 años)	Estudios que carecen de reporte de resultados específicos para la población diana
Artículos que reportan al menos uno de los resultados siguientes: sangrado perioperatorio, tasa de transfusión, niveles de hemoglobina preoperatorios y postoperatorios	

Evaluación GRADE

Para evaluar la fortaleza de la evidencia que soportan las intervenciones identificadas en esta revisión sistemática, realizamos una evaluación *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* –GRADE–. El

enfoque GRADE aporta un marco sistemático y transparente para evaluar la calidad de la evidencia y desarrollar recomendaciones clínicas. Evaluamos la calidad general de la evidencia para cada intervención considerando factores tales como el tipo de estudios, el riesgo de sesgo, la inconsistencia, el carácter indirecto y la imprecisión. Sobre la base

Tabla 2 Resumen de la muestra de artículos utilizada en esta revisión

Autor	Año	Tipo de estudio	Objetivos	Conclusiones
Moucha et al. ⁶	2016	Revisión sistemática	Establecer la aplicación de anestesia multimodal para ATR	La administración de anestesia neuroaxial durante la ATR está asociada a una menor morbilidad
Fillingham et al. ²⁰	2018	Revisión sistemática	Establecer una base para las recomendaciones de seguridad de la combinación de guías de práctica clínica sobre el uso de TXA	La evidencia respalda la seguridad del TXA en pacientes que reciben artroplastia con puntuación ASA de grado III o más
Montroy et al. ⁵⁶	2018	Revisión sistemática	Investigar la eficacia y seguridad de la aplicación tópica de TXA vs. placebo, e IV	El TXA tópico e IV reduce efectivamente tanto el riesgo de transfusión como la pérdida de sangre en comparación con el placebo
Sun et al. ⁵⁷	2021	Metaanálisis	Comparar las ventajas y desventajas de PLA y DAA en la ATC	El grupo DAA requirió a menudo un mayor tiempo quirúrgico y perdió más sangre
Wang et al. ⁵⁸	2022	Revisión sistemática	Comparar los resultados clínicos de DAA y PLA en pacientes de ATC	El DAA se asoció a una reducción del sangrado intraoperatorio, en comparación con PLA
Zhang et al. ²⁸	2021	Revisión sistemática y metaanálisis	Comparar la efectividad de 4 enfoques MIS para ATR	Las técnicas MIS de la ATR son alternativas efectivas a la técnica MPP
Muhamed et al. ²⁹	2021	Revisión sistemática y metaanálisis	Comparar los resultados tras cirugía de extremidades inferiores realizada con o sin torniquete	El uso de torniquete estuvo asociado a una reducción del tiempo del procedimiento, pero incrementó la incidencia de complicaciones
Bartosz et al. ⁴⁹	2025	Consenso de expertos	Aportar recomendaciones basadas en la evidencia acerca del uso de drenajes quirúrgicos en la artroplastia total de rodilla y de cadera primaria	No se recomienda el uso de drenajes quirúrgicos en la artroplastia total de rodilla y de cadera primaria
Adie et al. ⁵⁴	2012	Revisión sistemática	Evaluuar la aplicación aguda de crioterapia tras ATR	Los beneficios potenciales pueden ser demasiado pequeños para justificar el uso rutinario
Mitchell et al. ⁵⁵	2017	Revisión sistemática y metaanálisis	Revisar el efecto de la transfusión restrictiva vs. umbrales de transfusión liberal en la cirugía ortopédica mayor	La evidencia de fortaleza moderada respalda las prácticas de transfusión restrictiva para reducir las transfusiones e infecciones

ASA: American Society of Anesthesiologists; ATC: artroplastia total de cadera; ATR: artroplastia total de rodilla; TXA: ácido tranexámico; IV: intravenoso. ,

de estas evaluaciones, asignamos una fortaleza hipotética a la recomendación para cada intervención. Los resultados de nuestra evaluación GRADE se resumen en la tabla 3.

Resultados

Fase preoperatoria

Optimización de los pacientes

La malnutrición, que se traduce directamente en hipoalbuminemia, ha demostrado una correlación directa con el incremento del riesgo de transfusión de sangre perioperatoria en los pacientes que reciben artroplastia articular. Diversos estudios aportan evidencia que respalda esta asociación. Un estudio utilizó compatibilidad de la puntuación de propensión y encontró que los pacientes con albúmina sérica baja preoperatoria (< 37,3 g/l) tenían una tasa significativamente más alta de transfusión de sangre perioperatoria en comparación con aquellos con niveles de

albúmina normales. Específicamente, la *odds ratio* para transfusión en el grupo de albúmina baja fue de 1,83 (IC 95% 1,50-2,23, $p < 0,001$)¹². También reportó que los niveles bajos de albúmina preoperatoria eran predictivos de resultados adversos, incluyendo el incremento de las tasas de complicaciones postoperatorias y transfusiones, en pacientes que recibieron artroplastia articular total¹³.

La corrección de la anemia se prioriza mediante suplementos de hierro o eritropoyetina, reduciendo las necesidades de transfusión en un 30% en los pacientes anémicos¹⁴. El cribado preoperatorio de los trastornos hemorrágicos y la estratificación individualizada del riesgo guían adicionalmente las intervenciones, tales como la demora de la cirugía debido a perfiles de anticoagulación de alto riesgo o la optimización de la función renal. La coordinación multidisciplinaria garantiza la adaptación de dichas estrategias basadas en la evidencia a los riesgos específicos del paciente, alineándose con los protocolos ERAS para estandarizar el cuidado y maximizar la seguridad.

Tabla 3 Tabla resumen de evaluación GRADE de las intervenciones bilaterales simultáneas de artroplastia de cadera y rodilla

Intervención	Tipo de evidencia	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Carácter indirecto	Imprecisión	Calidad de la evidencia global (GRADE)	Fortaleza de la recomendación
Ácido tranexámico	Metaanálisis de ECA	Bajo	Baja	Directo	Moderada	Alta	Fuerte
Técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas (ATC anterior)	Estudios observacionales, algunos ECA	Moderado	Moderada	Directo	Imprecisa	Moderada	Condicional
Anestesia regional	Metaanálisis de ECA	Bajo	Baja	Directo	Moderada	Alta	Fuerte
Corrección de anemia preoperatoria	Estudios observacionales, algunos ECA	Moderado	Alta	Directo	Imprecisa	Baja	Condicional
Uso limitado de torniquete (solo cementación)	Algunos estudios observacionales	Moderado	Moderada	Directo	Imprecisa	Moderada	Condicional
Aplicación de cera ósea	Estudios observacionales	Alto	N/A	Directo	Imprecisa	Baja	Débil
Estrategia de transfusión restrictiva	Metaanálisis de ECA	Bajo	Baja	Directo	Imprecisa	Moderada	Fuerte

ATC: artroplastia total de cadera; ECA: ensayo controlado aleatorizado; N/A: no disponible.

Anticoagulación y terapia antiplaquetaria

Las recomendaciones para el manejo de los anticoagulantes orales antes de la artroplastia varían dependiendo del tipo de anticoagulante. Dichas pausas permiten realizar un intervalo de 5 vidas medias antes de la cirugía, a fin de minimizar los efectos anticoagulantes. Los anticoagulantes orales se reanudan normalmente a los 2-3 días postoperatorios, dependiendo de la hemostasia del sitio quirúrgico.

Para la aspirina utilizada en la prevención de cardiopatías secundarias, se recomienda su continuación para la mayoría de los procedimientos no cardíacos, incluyendo la artroplastia, ya que los beneficios cardiovasculares superan a menudo los riesgos de sangrado. Sin embargo, la evidencia sobre la interrupción de la aspirina es mixta: algunos estudios evidencian el incremento del riesgo cardíaco con la interrupción, mientras que otros no reflejan un incremento significativo de los episodios trombóticos¹⁵.

Para la terapia antiplaquetaria dual, la aspirina combinada con un inhibidor del receptor de ADP (ej.: clopidogrel, ticagrelor, prasugrel) se continúa generalmente, a pesar de que se suspenda preoperatoriamente el inhibidor de ADP¹⁶. Clopidogrel puede continuarse en la cirugía de cadera, pero deberá interrumpirse ≥ 7 días antes de la anestesia neuroaxial.

Planificación anestésica

La anestesia neuroaxial (espinal/epidural) es clave en las estrategias perioperatorias para reducir el sangrado y las necesidades de transfusión en la artroplastia bilateral de cadera y rodilla^{6,17}. En comparación con la anestesia general, las técnicas neuroaxiales están asociadas a un

sangrado intraoperatorio un 20-25% más bajo y una reducción de las tasas de transfusión, debido a la hipotensión controlada, la reducción de la activación simpática y la mejora de la hemostasia. Un registro nacional de 779.491 pacientes demostró que la anestesia regional redujo significativamente las necesidades de transfusión, probablemente a través de sus efectos sobre la coagulación y la función plaquetaria¹⁸. Combinar la anestesia neuroaxial y los protocolos de TXA mejora adicionalmente los resultados, reflejando los metaanálisis unas reducciones del 40 al 60% en términos de tasas de transfusión en los procedimientos bilaterales¹⁹. Los protocolos ERAS, que integran dichas estrategias, destacan la minimización de las fluctuaciones hemodinámicas y la optimización de las condiciones quirúrgicas para reducir los riesgos de sangrado.

Ácido tranexámico y otros agentes antifibrinolíticos

El TXA, un agente antifibrinolítico sintético, es un pilar para el manejo perioperatorio de las estrategias de sangrado en la artroplastia. Reduce el sangrado perioperatorio y las necesidades de transfusión inhibiendo la degradación de la fibrina, estabilizando, por tanto, la formación de coágulos²⁰. Nuestra revisión sistemática identificó el TXA como la intervención más consistentemente efectiva para minimizar el sangrado y la transfusión en la artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla.

Su administración intravenosa sigue siendo la vía más común, aunque las formulaciones tópicas y orales demuestran una eficacia comparable al placebo. A pesar de que la dosificación óptima carece de consenso universal, la evidencia respalda que las dosis intravenosas de 10 a 20 mg/kg

(máximo 1 g), con o sin infusión postoperatoria, son seguras y efectivas²⁰. Para uso tópico, las dosis fluctúan de 250 mg a 3 g diluidos en suero salino, aplicados intraarticularmente o durante la sutura de la herida. Los tiempos varían según el procedimiento: en artroplastia de cadera, se administra TXA 5 a 20 min antes de la incisión, mientras que, en la artroplastia de rodilla, se administra antes de liberar el torniquete o cuando se sutura la herida. Los metaanálisis recientes confirman que una única dosis preoperatoria es tan efectiva como múltiples dosis a la hora de reducir el sangrado, las tasas de transfusión y la duración de la estancia hospitalaria²¹.

La literatura reciente no refleja un incremento estadísticamente significativo de los episodios trombóticos con el uso de TXA en las artroplastias de rodilla o cadera. Esto aplica tanto a la población general de pacientes como a los subgrupos de mayor riesgo (ASA III-IV o con historia de trombosis), de acuerdo con la evidencia de metaanálisis y estudios de cohortes de mayor tamaño^{20,22,23}. Por tanto, el TXA se considera seguro en términos de riesgo trombótico, a la vez que aporta beneficios sustanciales para la reducción del sangrado y de las tasas de transfusión.

Los antifibrinolíticos alternativos incluyen ácido épsilon aminocaproico, un análogo de la lisina de 7 a 10 veces menos potente que el TXA, que refleja una eficacia de reducción de la transfusión similar en la artroplastia total de rodilla (ATR)²⁴. El pegamento de fibrina, un sellador hemostático, mejora la estabilidad del coágulo, pero está limitado por su coste y adopción inconsistente²⁵.

Fase intraoperatoria

Abordaje quirúrgico

Múltiples estudios evidencian que el abordaje anterior para la artroplastia de cadera está asociado a una reducción del riesgo de sangrado y de las transfusiones de sangre en comparación con otros abordajes²⁶. Las revisiones sistemáticas y metaanálisis destacan con frecuencia sus ventajas, incluyendo un menor sangrado intraoperatorio y una reducción de las tasas de transfusión relativas a los abordajes posterior o lateral. Además, el abordaje anterior facilita el manejo y la movilización del paciente durante los procedimientos bilaterales simultáneos debido a su ventaja anatómica y al posicionamiento en decúbito supino del paciente.

Para la artroplastia bilateral de rodilla, no se establece ningún abordaje individual óptimo, pero se recomiendan las técnicas mínimamente invasivas²⁷. Estas implican incisiones de menor tamaño y reducción de los tejidos circundantes, lo cual puede contribuir a un menor sangrado y a una recuperación más rápida²⁸.

Uso de torniquetes

Los torniquetes se utilizan normalmente en la artroplastia de rodilla para reducir el sangrado intraoperatorio y las necesidades de transfusión²⁹. Un estudio destaca que aproximadamente el 58% de los miembros de la *American Association of Hip and Knee Surgeons* utilizan torniquetes durante la ATR³⁰. La aplicación de torniquetes mejora la visibilidad quirúrgica, limitando el flujo sanguíneo y reduciendo, por tanto, el sangrado, y acortando el tiempo quirúrgico. Sin embargo, las complicaciones potenciales incluyen lesión del tejido blando, daño muscular, inflama-

ción local y lesiones nerviosas³¹. La técnica recomendada para el ajuste de la presión del torniquete se basa preferible e inicialmente en la presión de la oclusión de la extremidad junto con la circunferencia de la misma, basándose alternativamente en la presión arterial sistólica.

La evidencia actual sigue siendo conflictiva. A pesar de que los estudios evidencian que los torniquetes pueden reducir el sangrado intraoperatorio y acortar el tiempo quirúrgico, dichos beneficios no se traducen consistentemente en la reducción de las tasas de transfusión, reportando muchos metaanálisis sólo un efecto menor o no significativo en las necesidades de transfusión. Por el contrario, el uso prolongado de torniquetes (ej.: a través de la cirugía) está asociado a cuestiones de seguridad, incluyendo los riesgos elevados de TVP (*odds ratio* 1,8), parálisis del nervio peroneo (2-5% incidencia) y complicaciones de la herida tales como demora de la curación de la infección³².

Las guías actuales, incluyendo las de la *European Society of Anaesthesiology*³³, advierten sobre la aplicación rutinaria de torniquetes de larga duración. El uso prolongado de torniquetes puede originar complicaciones tales como lesión vascular, reducción del rango de movimiento, rabdomiólisis, parálisis nerviosa, edema del músculo y necrosis grasa subcutánea debido a hipoxia local³⁴. En su lugar, la evidencia respalda el uso limitado durante la cementación para optimizar la fijación, a la vez que se minimiza la lesión isquémica-reperfusión y el daño del tejido blando. Este enfoque selectivo equilibra la eficiencia quirúrgica y la seguridad del paciente, alineándose con los protocolos ERAS que priorizan la minimización de la morbilidad perioperatoria.

Rescate celular

Una técnica de reciclaje intraoperatorio de sangre autógena reduce significativamente la dependencia de las transfusiones alogénicas^{6,8,35}. Durante la artroplastia bilateral, se procesa la sangre del sitio quirúrgico para eliminar residuos y anticoagulantes, obteniéndose hematocritos lavados que se retornan al paciente de manera segura³⁶. Esta técnica ha demostrado una reducción de las tasas de transfusión alogénica del 30-50% en reemplazos articulares mayores, particularmente en procedimientos con gran pérdida de sangre tales como la artroplastia bilateral de cadera o rodilla^{5,26}. Este método mitiga los riesgos asociados a la sangre del donante, incluyendo las reacciones inmunológicas, las infecciones transmitidas por las transfusiones y la lesión pulmonar aguda relacionada con la transfusión³⁷. A pesar de que su coste y los impedimentos logísticos pueden limitar su adopción universal, el rescate celular sigue siendo un pilar de los protocolos de manejo de sangre del paciente, especialmente en las vías ERAS, alineándose con los objetivos para mejorar la seguridad y reducir los costes sanitarios³⁸. Las guías de la *American Association of Blood Banks*³⁹ respaldan su uso en las cirugías con previsión de sangre superior a 1.000 ml, destacando su papel en la optimización de los resultados para pacientes de alto riesgo^{40,41}.

Cera ósea

El uso de cera ósea en la artroplastia, para reducir el sangrado y las tasas de transfusión perioperatoria, está respaldado por la evidencia reciente^{42,43}, dado que sella mecánicamente las superficies de hueso esponjoso expuesto⁴⁴.

La cera ósea reduce significativamente el sangrado total en el periodo postoperatorio, estando justificada su integración en la práctica quirúrgica estándar, ya que es rentable y se integra fácilmente en los protocolos quirúrgicos, particularmente en casos de alto riesgo de sangrado, tales como la artroplastia bilateral⁴⁵. Sin embargo, sus limitaciones incluyen tamaños muestrales pequeños en muchos ensayos controlados aleatorios, lo cual limita la potencia estadística para los resultados de transfusión.

Fase postoperatoria

Uso de drenajes

El uso de drenajes en la artroplastia primaria ha sido una cuestión de controversia considerable. A pesar de que algunos estudios de baja evidencia mostraron que los drenajes podrían ayudar a reducir las complicaciones preveniendo la formación de hematomas, la evidencia de alto nivel más reciente indica que su efectividad puede ser limitada⁴⁶. Específicamente, los numerosos ensayos controlados aleatorizados y metaanálisis no han encontrado diferencias significativas en cuanto a sangrado o tasas de transfusión entre los pacientes con drenajes insertados y aquellos que carecieron de ellos, incluso en procedimientos complejos^{47,48}. Este cuerpo de la evidencia creciente dificulta la noción previamente mantenida en cuanto a que los drenajes quirúrgicos tienen un impacto positivo en los resultados postoperatorios en los pacientes de artroplastia, impulsando a los cirujanos a reconsiderar su uso rutinario. En consecuencia, la Reunión Mundial de Expertos en Artroplastia de 2024 logró un consenso en cuanto a la no recomendación del uso rutinario de drenajes quirúrgicos en la artroplastia primaria estándar⁴⁹.

Protocolos postoperatorios

Depender únicamente de los niveles de hemoglobina (Hb) para guiar las transfusiones puede resultar engañoso, ya que la Hb refleja la capacidad de transportar oxígeno, pero no la oxigenación tisular real⁵⁰. Los monitores hemodinámicos invasivos, tales como los pulsioxímetros y los niveles de lactato (que indican el metabolismo anaeróbico debido a una mala perfusión), aportan una visión a tiempo real de la aportación de oxígeno tisular y la situación de perfusión. El lactato elevado ($> 2 \text{ mmol/l}$) o la saturación de oxígeno baja ($< 92\%$) pueden indicar una oxigenación tisular inadecuada, incluso con niveles límite de Hb, impulsando las intervenciones dirigidas (ej.: líquidos, oxigenoterapia) en lugar de las transfusiones reflexivas^{5,8,35}. Este enfoque prioriza la necesidad fisiológica con respecto a los umbrales de Hb arbitrarios, reduciendo las transfusiones innecesarias y garantizando a la vez que los órganos reciben el oxígeno adecuado.

La hipotensión controlada implica el mantenimiento intencionado de una presión arterial inferior a 60-70 mmHg durante la cirugía, a fin de reducir el sangrado intraoperatorio. Al minimizar la presión vascular en el sitio quirúrgico, esta técnica reduce el sangrado sin comprometer la perfusión orgánica vital^{6,51}. Mediante métodos tales como la anestesia neuroaxial (ej.: espinal/epidural) o el manejo de los líquidos preciso, se logra evitar los agentes farmacológicos. La monitorización estrecha garantiza el mantenimiento de la presión arterial dentro del rango seguro, equilibrando la reducción del sangrado con la aportación adecuada de oxí-

geno a órganos tales como el cerebro y los riñones⁵². Este enfoque es particularmente útil en la artroplastia bilateral, alineándose con los protocolos ERAS para optimizar los resultados.

Crioterapia

El objetivo de la crioterapia es reducir el edema y el dolor mediante vasoconstricción, pero su efecto directo en el sangrado o las tasas de transfusión es mínimo. Una revisión de Cochrane de 2023 no encontró evidencia de alta calidad en cuanto a la reducción del sangrado en la ATR utilizando crioterapia⁵³.

Un metaanálisis de 2012⁵⁴ reportó que la crioterapia redujo ligeramente el sangrado postoperatorio en la ATR unilateral ($\sim 50 \text{ ml}$), aunque esta diferencia no fue clínicamente significativa y no afectó a las tasas de transfusión. Los estudios centrados en la artroplastia bilateral carecen de evidencia específica en cuanto a la reducción de las necesidades de transfusión por parte de la crioterapia.

Indicaciones específicas y umbrales de la transfusión de sangre

Las decisiones sobre transfusión de sangre en la artroplastia bilateral de cadera o rodilla deberán seguir umbrales restrictivos y basados en la evidencia para minimizar las transfusiones innecesarias, garantizando a la vez la seguridad del paciente (tabla 4).

Se recomienda una estrategia de transfusión restrictiva para el manejo de los niveles de Hb de los pacientes. En pacientes asintomáticos, deberán administrarse transfusiones sólo si la Hb cae por debajo de 7 g/dl, en línea con las guías de la *American Association of Blood Banks* y la *ASA*⁵. Sin embargo, se aplican excepciones a los pacientes con síndrome coronario agudo o enfermedad cerebrovascular, al igual que en los pacientes sintomáticos que exhiben signos clínicos de anemia tales como taquicardia, hipotensión, disnea, angina o alteración del estado mental; las transfusiones están indicadas cuando los niveles de Hb son inferiores a 8 g/dl. Por el contrario, se desaconseja una estrategia de transfusión liberal, que implica transfundir a niveles de Hb superiores a 8 g/dl sin presencia de síntomas, ya que no mejora los resultados del paciente y está asociada a un incremento de los riesgos tales como infecciones y sobrecarga de líquidos. Un metaanálisis de 2017⁵⁵ reflejó que los protocolos de transfusión restrictivos redujeron las tasas de transfusión en un 35% en la artroplastia.

Las indicaciones clínicas para la transfusión pueden categorizarse en absolutas y relativas^{38,55,56}. Las indicaciones absolutas incluyen el sangrado activo caracterizado por inestabilidad hemodinámica, como presión arterial sistólica inferior a 90 mmHg o frecuencia cardíaca superior a 120 lpm, junto con niveles de Hb inferiores a 8 g/dl. Las indicaciones relativas implican a pacientes mayores de 65 años que exhiben fragilidad o tienen reservas cardiopulmonares limitadas. Deberán realizarse consideraciones especiales para la artroplastia bilateral, donde el riesgo basal más alto duplica el sangrado, en comparación con las cirugías unilaterales. A pesar de esto, los umbrales de transfusión restrictivos (Hb $< 7-8 \text{ g/dl}$) siguen siendo aplicables, a menos que exista sangrado activo. Además, un sangrado intraoperatorio superior al 30% del volumen total de sangre (ej.: más de 1.500 ml

Tabla 4 Resumen de criterios basados en la evidencia para los protocolos de transfusión restrictiva sobre la base de las guías internacionales AABB

Contexto clínico	Umbral de transfusión	Calidad de la evidencia	Fortaleza de la recomendación
Pacientes hospitalizados, asintomáticos, adultos hemodinámicamente estables	Hb < 7 g/dl	Moderada	Fuerte
Pacientes que reciben cirugía ortopédica	Hb < 8 g/dl	Moderada	Fuerte
Pacientes con enfermedad cardiovascular preexistente	Hb < 8 g/dl (individualizado)	Moderada	Fuerte
Pacientes con anemia sintomática	Hb < 8 g/dl + signos clínicos	Moderada	Fuerte
Pacientes con sangrado activo	Hb < 8 g/dl + inestabilidad hemodinámica	Baja	Condisional

La fortaleza de la recomendación y la calidad de la evidencia se basan en el sistema *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* –GRADE– utilizado en las guías de la *American Association of Blood Banks* –AABB–. A la hora de decidir cuándo deberá recibir transfusión un paciente particular, el panel considera una buena práctica clínica el valorar no solo la concentración de hemoglobina, sino también los síntomas, los signos, otros datos de laboratorio, los valores y preferencias de los pacientes, y el contexto clínico global.

Hb: hemoglobina.

Fuente: Carson et al.³⁹.

en un adulto de 70 kg) garantiza la transfusión si los niveles de Hb descienden por debajo de 8 g/dl^{55,57}.

Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue sintetizar la evidencia disponible relativa a las estrategias perioperatorias para minimizar el sangrado y las necesidades de transfusión en pacientes que reciben artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla. Nuestro análisis de 325 estudios reveló diversas intervenciones clave que pueden ser prometedoras para optimizar el manejo del sangrado y reducir la necesidad de transfusiones de sangre alogénica en este ámbito quirúrgico complejo.

El hallazgo consistente en numerosos estudios destaca la eficacia del TXA como pilar de las estrategias de reducción del sangrado. Nuestra revisión confirma la investigación previa que indica que el TXA, administrado a nivel preoperatorio y/o intraoperatorio, puede reducir significativamente las tasas de transfusión en un 40-60% en los procedimientos de artroplastia bilateral. Este hallazgo es particularmente relevante dado el incremento del sangrado normalmente asociado a las cirugías bilaterales, en comparación con los procedimientos unilaterales⁷. El mecanismo de acción del TXA, inhibiendo la fibrinólisis y estabilizando la formación de coágulos, aborda directamente un impulsor clave del sangrado perioperatorio. De manera importante, la evidencia indica que el TXA es seguro tanto para artroplastia total de cadera (ATC) como ATR, incluso en poblaciones de alto riesgo (grados ASA III o IV), no incrementándose el riesgo de TVP.

Más allá de las intervenciones farmacológicas, nuestra revisión destaca la importancia del abordaje quirúrgico a la hora de mitigar el sangrado. Las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas, en particular el abordaje anterior en la ATC, están asociadas a un menor sangrado en comparación con los abordajes tradicionales. Esto origina probablemente una reducción del daño muscular y de la alteración del tejido

blando⁵⁸. Sin embargo, nuestros hallazgos evidencian que no existe claramente un abordaje beneficioso para la ATR en procedimientos bilaterales. Deberán considerarse técnicas mínimamente invasivas para ATC y ATR, por su menor alteración de los tejidos circundantes.

Las técnicas anestésicas juegan también un papel esencial en el manejo del sangrado. La combinación de anestesia regional e hipotensión controlada redujo adicionalmente el sangrado intraoperatorio, causando un menor sangrado y reduciendo la necesidad de transfusiones de sangre alogénica. Las técnicas regionales pueden reducir la activación simpática sistémica. Los protocolos ERAS son cada vez más importantes cuando se combinan estas 3 estrategias perioperatorias.

La optimización preoperatoria de los pacientes, incluyendo la corrección de la anemia, es un componente esencial de un programa de manejo de la sangre amplio. Nosotros observamos que abordar la anemia preoperatoria mediante suplementos de hierro o eritropoyetina puede reducir significativamente las necesidades de transfusión. Esto destaca la importancia de la identificación y el tratamiento tempranos de la anemia en los pacientes programados para artroplastia bilateral. Los estudios futuros pueden investigar el modo en que esta corrección reduce el sangrado.

Aunque el uso de torniquetes en la ATR es común, la evidencia sobre su impacto en las tasas de transfusión sigue siendo conflictiva. Algunos estudios indican que el uso limitado de torniquetes, principalmente durante la cementación, puede optimizar la fijación a la vez que se minimiza el daño isquémico, mientras otros estudios muestran un mayor uso de torniquetes de larga duración para mejorar la visibilidad operativa. Esta falta de beneficio claro destaca la necesidad de una toma de decisiones individualizada en cuanto al uso de torniquetes, sobre la base de factores específicos del paciente y de la experiencia del cirujano.

A nivel postoperatorio, se recomienda una estrategia restrictiva de transfusión basada en umbrales basados en la

evidencia, para minimizar las transfusiones innecesarias y garantizar a la vez la seguridad del paciente. Este enfoque subraya la evaluación clínica y la monitorización hemodinámica sobre la dependencia única de los niveles de Hb. Nosotros observamos que esto puede reducir significativamente las tasas de transfusión.

En general, el equilibrio actual de la evidencia sigue siendo inconcluyente para el uso de torniquetes, cera ósea y crioterapia, destacando la necesidad de estudios futuros bien diseñados para reforzar la guía clínica y mejorar los resultados del paciente en la artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla.

Limitaciones

Esta revisión sistemática no está exenta de limitaciones. A pesar de haber realizado una búsqueda amplia, existe la posibilidad de haber omitido estudios relevantes, particularmente los publicados en idiomas que no fueran inglés y español. Además, la heterogeneidad entre los estudios incluidos, en términos de diseño del estudio, poblaciones de pacientes, técnicas quirúrgicas y medidas del resultado, limita la capacidad de realizar un metaanálisis y extraer conclusiones firmes. La calidad de la evidencia también varió entre los estudios, siendo más propensos a los sesgos algunos estudios observacionales. La investigación futura puede incluir análisis de subgrupos basados en ciertas comorbilidades, para mejorar las técnicas de recopilación de los datos.

Conclusiones

Esta revisión sistemática apunta la importancia crítica de integrar la optimización preoperatoria del paciente, las intervenciones farmacológicas juiciosas, las técnicas quirúrgicas refinadas y los umbrales de transfusión basados en la evidencia en el cuidado perioperatorio rutinario. Los hallazgos deberán interpretarse en el contexto de una variabilidad significativa de las prácticas quirúrgicas y clínicas. La elección del abordaje quirúrgico, en particular en la ATC, influye directamente en el sangrado. De igual modo, la selección de pacientes para artroplastia bilateral simultánea varía considerablemente, ya que los factores tales como la edad, las comorbilidades (ASA \geq III) y el estado nutricional influyen en el riesgo de la transfusión y las complicaciones postoperatorias.

De manera específica, la evidencia respalda inequívocamente el uso rutinario del TXA preoperatorio y/o intraoperatorio, combinado con anestesia regional, como la estrategia más impactante para reducir el sangrado y las tasas de transfusión en esta población. Además, nuestros hallazgos destacan los beneficios de los abordajes quirúrgicos mínimamente invasivos, en particular el abordaje anterior para ATC, en cuanto a minimización del traumatismo tisular y la promoción de la movilización temprana.

A pesar de reconocer el valor potencial de los torniquetes en la artroplastia bilateral de rodilla, la evidencia de su beneficio consistente sigue siendo no concluyente, destacando la necesidad de la toma de decisiones individualizada y orientada al paciente. De igual modo, a pesar de que la cera ósea ha reflejado una reducción del sangrado, es necesaria más evidencia para respaldar con fuerza

su eficacia. La corrección preoperatoria de albúmina y anemia y la adherencia a protocolos de transfusión restrictivos son fundamentales como medidas complementarias para la reducción adicional del riesgo de la sangre alogénica.

La implementación sistemática de estas prácticas basadas en la evidencia dentro de los protocolos ERAS empodera a los cirujanos ortopédicos y a los equipos multidisciplinares para lograr reducciones sustanciales del sangrado y minimizar las tasas de transfusión, optimizando, por tanto, los resultados del paciente.

Estas medidas integradas no solo mejoran la seguridad, la comodidad y la satisfacción del paciente, sino que también contribuyen a mejorar la utilización de los recursos y reducir los costes sanitarios, logrando a menudo unas tasas de transfusión $< 10\%$. Por tanto, defendemos la adopción generalizada de ERAS como patrón para el manejo perioperatorio de la sangre en la artroplastia bilateral simultánea de cadera y rodilla.

Reconociendo brechas persistentes en la base de la evidencia, exigimos que la investigación futura priorice los ensayos controlados aleatorizados de alta calidad, abordando definitivamente el rol del manejo de torniquetes y optimizando las estrategias postoperatorias de la sangre, incluyendo los análisis económicos. Por último, el refinamiento continuo y la evaluación rigurosa de estas estrategias multimodales serán esenciales para garantizar la mayor calidad y el valor del cuidado de los pacientes que reciben este procedimiento quirúrgico, cada vez más común y complejo.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia I.

Autoría

Todos los autores contribuyeron a la concepción y el diseño del estudio. Ramón González Pola y Rubén Omar Tafoya Olivos prepararon el material. La recopilación de los datos fue realizada por todos los autores. Todo el material fue analizado por Ramón González Pola, Alejandro Culebras Almeida y Alberto Herrera Lozano. El primer borrador del artículo fue redactado por Ramón González Pola y Alberto Herrera Lozano, comentando todos los autores las versiones previas. Todos los autores leyeron y aprobaron el documento final.

Financiación

Los autores declaran que no han recibido financiación alguna para este artículo.

Consideraciones éticas

El artículo no implica el uso de sujetos humanos. Se han seguido y protegido los protocolos de privacidad relativos a la publicación de los datos del paciente.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

- Odum SM, Troyer JL, Kelly MP, Dedini RD, Bozic KJ. A cost-utility analysis comparing the cost-effectiveness of simultaneous and staged bilateral total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg.* 2013;95:1441-9, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.00373>.
- Kim YH, Park JW, Jang YS, Kim EJ. Long-term comparison safety and outcomes of simultaneous, staggered, and staged bilateral total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2025;40:1210-7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2024.10.097>.
- Uzer G, Aliyev O, Yıldız F, Güngören N, Elmalı N, Tuncay İ. Safety of one-stage bilateral total knee arthroplasty—One surgeon sequential vs. two surgeons simultaneous: A randomized controlled study. *Int Orthop.* 2020;44:2009-15, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-020-04704-9>.
- Kim JL, Park JH, Han SB, Cho IY, Jang KM. Allogeneic blood transfusion is a significant risk factor for surgical-site infection following total hip and knee arthroplasty: A meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2017;32:320-5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2016.08.026>.
- Yaregal Melesse D, Admass BA, Admassie BM. Perioperative blood transfusion strategies in orthopaedic surgery: A comprehensive review and analysis. *Open Access Surgery.* 2024;17:55-62, <http://dx.doi.org/10.2147/OAS.S430812>.
- Moucha CS, Weiser MC, Levin EJ. Current strategies in anesthesia and analgesia for total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24:60-73, <http://dx.doi.org/10.5435/JAAOS-D-14-00259>.
- Hooper GJ, Hooper NM, Rothwell AG, Hobbs T. Bilateral total joint arthroplasty: The early results from the New Zealand National Joint Registry. *J Arthroplasty.* 2009;24:1174-7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2008.09.022>.
- Pennestrì F, Maffulli N, Sirtori P, et al. Blood management in fast-track orthopedic surgery: An evidence-based narrative review. *J Orthop Surg Res.* 2019;14:263, <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-019-1296-5>.
- Sayeed SA, Sayeed YA, Barnes SA, Pagnano MW, Trousdale RT. The risk of subsequent joint arthroplasty after primary unilateral total knee arthroplasty, a 10-year study. *J Arthroplasty.* 2011;26:842-6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2010.08.016>.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Li T, Higgins JPT, Deeks JJ. Chapter 5: Collecting data [last updated October 2019]. En: Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al., editores. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.5 ., Cochrane; 2024. Disponible en: www.training.cochrane.org/handbook.
- Xu S, Xiong X, Li T, Hu P, Mao Q. Preoperative low serum albumin increases the rate of perioperative blood transfusion in patients undergoing total joint arthroplasty: Propensity score matching. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024;25:695, <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-024-07811-5>.
- Kishawi D, Schwarzman G, Mejia A, Hussain AK, Gonzalez MH. Low preoperative albumin levels predict adverse outcomes after total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102:889-95, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.19.00511>.
- Steuber TD, Howard ML, Nisly SA. Strategies for the management of postoperative anemia in elective orthopedic surgery. *Ann Pharmacother.* 2016;50:578-85, <http://dx.doi.org/10.1177/1060028016647977>.
- Devereaux PJ, Mrkobrada M, Sessler DI, et al. Aspirin in patients undergoing noncardiac surgery. *N Engl J Med.* 2014;370:1494-503, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1401105>.
- Levine GN, Bates ER, Bittl JA, Brindis RG, Fihn S SD, Fleisher LA, et al. 2016 ACC/AHA guideline focused update on duration of dual antiplatelet therapy in patients with coronary artery disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines: An update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention, 2011 ACCF/AHA guideline for coronary artery bypass graft surgery, 2012 ACC/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease, 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction, 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with non-ST-elevation acute coronary syndromes, and 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery. *Circulation.* 2016;134:e123-55, <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000404>.
- Basques BA, Toy JO, Bohl DD, Golinvaux NS, Grauer JN. General compared with spinal anesthesia for total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97:455-61, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.N.00662>.
- Matharu GS, Garriga C, Rangan A, Judge A. Does regional anesthesia reduce complications following total hip and knee replacement compared with general anesthesia? An analysis from the National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man. *J Arthroplasty.* 2020;35:1521-8.e5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2020.02.003>.
- Zhang Y, Liu H, He F, Chen A, Yang H, Pi B. Does tranexamic acid improve bleeding, transfusion, and hemoglobin level in patients undergoing multilevel spine surgery? A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg.* 2019;127:289-301, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2019.02.170>.
- Fillingham YA, Ramkumar DB, Jevsevar DS, et al. The safety of tranexamic acid in total joint arthroplasty: A direct meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2018;33:3070-82.e1, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.031>.
- Tan TK, Lee JY, Tay A, Kuster M. Intra-articular versus intravenous administration of tranexamic acid in lower limb total arthroplasty: A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2023;33:709-38, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-022-03241-y>.
- Dang X, Liu M, Yang Q, et al. Tranexamic acid may benefit patients with preexisting thromboembolic risk undergoing total joint arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *EORTC Open Rev.* 2024;9:467-78, <http://dx.doi.org/10.1530/EOR-23-0140>.
- Taeuber I, Weibel S, Herrmann E, Neef V, Schlesinger T, Kranke P, et al. Association of intravenous tranexamic acid with thromboembolic events and mortality: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *JAMA Surg.* 2021;156:e210884, <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2021.0884>.
- Riaz O, Aqil A, Asmar S, et al. Epsilon-aminocaproic acid versus tranexamic acid in total knee arthroplasty: A meta-analysis study. *J Orthop Traumatol.* 2019;20:28, <http://dx.doi.org/10.1186/s10195-019-0534-2>.
- Gupta R, Mohanty S, Verma D. Current status of hemostatic agents, their mechanism of action, and future directions. *J Bioact Compat Polym.* 2023;38:77-105, <http://dx.doi.org/10.1177/08839115221147935>.
- Attenello J, Andrews S, Nishioka S, Mathews K, Nakasone C. Perioperative strategies to reduce transfusion rates in one-stage bilateral total hip arthroplasty via direct anterior approach. *J Orthop.* 2020;23:118-22, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jor.2020.12.030>.
- Mardani-Kivi M, Leili EK, Torfeh N, Azari Z. Bilateral total knee arthroplasty: Simultaneous versus staging in the same or in twice hospitalization. *J Clin Orthop Trauma.* 2020;14:59-64, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcot.2020.09.023>.
- Zhang L, Li X, Rüwoldt JM, Welle K, Schildberg FA, Kabir K. Comparison of minimally invasive approaches and standard

median parapatellar approach for total knee arthroplasty: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Technol Health Care.* 2021;29:557–74, <http://dx.doi.org/10.3233/THC-192078>.

29. Xu X, Wang C, Song Q, Mou Z, Dong Y. Tourniquet use benefits to reduce intraoperative blood loss in patients receiving total knee arthroplasty for osteoarthritis: An updated meta-analysis with trial sequential analysis. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2023;31, <http://dx.doi.org/10.1177/10225536231191607>, 10225536231191607.

30. Berry DJ, Bozic KJ. Current practice patterns in primary hip and knee arthroplasty among members of the American Association of Hip and Knee Surgeons. *J Arthroplasty.* 2010;25:2–4, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2010.04.033>.

31. Farhan-Alanie MM, Dhaif F, Trompeter A, et al. The risks associated with tourniquet use in lower limb trauma surgery: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2021;31:967–79, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-021-02957-7>.

32. Magan AA, Dunseath O, Armonis P, Fontalis A, Kayani B, Haddad FS. Tourniquet use in total knee arthroplasty and the risk of infection: A meta-analysis of randomised controlled trials. *J Exp Orthop.* 2022;9:62, <http://dx.doi.org/10.1186/s40634-022-00485-9>.

33. Aldecoa C, Bettelli G, Bilotta F, et al. European Society of Anaesthesiology evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium. *Eur J Anaesthesiol.* 2017;34:192–214, <http://dx.doi.org/10.1097/EJA.0000000000000594>.

34. Dragosloveanu S, Dragosloveanu C, Petre M, Gherghe ME, Cotor DC. The impact of tourniquet usage on TKA outcome: A single-center prospective trial. *Medicina (Kaunas).* 2023;59:870, <http://dx.doi.org/10.3390/medicina59050870>.

35. Althoff FC, Neb H, Herrmann E, et al. Multimodal patient blood management program based on a three-pillar strategy: A systematic review and meta-analysis. *Ann Surg.* 2019;269:794–804, <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000003095>.

36. Lloyd TD, Geneen LJ, Bernhardt K, McClune W, Fernquest SJ, Brown T, et al. Cell salvage for minimising perioperative allogeneic blood transfusion in adults undergoing elective surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;9:CD001888, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD001888.pub5>.

37. Patel R, Golding S, Nandra R, Banerjee R. An overview of cell salvage in orthopaedic hip and knee arthroplasty surgery. *J Perioper Pract.* 2024, <http://dx.doi.org/10.1177/17504589241293406>. En prensa.

38. Soffin EM. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols in orthopedic patients. En: MacKenzie CR, Cornell CN, Memtsoudis SG, editores. *Perioperative care of the orthopedic patient.* Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 143–50, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-35570-8_11.

39. Carson JL, Stanworth SJ, Guyatt G, Valentine S, Dennis J, Bakhtary S, et al. Red blood cell transfusion: 2023 AABB international guidelines. *JAMA.* 2023;330:1892–902, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2023.12914>.

40. Natanson C, Kern SJ, Lurie P, Banks SM, Wolfe SM. Cell-free hemoglobin-based blood substitutes and risk of myocardial infarction and death: A meta-analysis. *JAMA.* 2008;299:2304–12.

41. Esper SA, Waters JH. Intra-operative cell salvage: A fresh look at the indications and contraindications. *Blood Transfus.* 2011;9:139–47, <http://dx.doi.org/10.2450/2011.0081-10>.

42. Daher M, Haykal G, Ghoul A, Tarchichi J, Sebaaly A. The efficacy of bone wax in total joint arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Arch Bone Jt Surg.* 2024;12:298–305, <http://dx.doi.org/10.22038/abjs.2024.73243.3392>.

43. Do K, Vachirakontong B, Kawana E, Do J, Phan TD, Phan TD. The use of bone wax in hemostatic control for total knee and hip arthroplasties: A systematic review. *J Clin Med.* 2024;13:2752, <http://dx.doi.org/10.3390/jcm13102752>.

44. Li H, Huang C, Ding ZC, Liu ZH, Zhao EZ, Zhou ZK. Bone wax reduces blood loss after total hip arthroplasty: A prospective, randomized controlled study. *Front Med.* 2023;10:1246733, <http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2023.1246733>.

45. Shin KH, Choe JH, Jang KM, Han SB. Use of bone wax reduces blood loss and transfusion rates after total knee arthroplasty. *Knee.* 2020;27:1411–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2020.07.074>.

46. Basilico M, Vitiello R, Liuzza F, et al. Efficacy of postoperative drainage in total knee arthroplasty: Review of the literature. *Orthop Rev (Pavia).* 2020;12 Suppl 1:8663, <http://dx.doi.org/10.4081/or.2020.8663>.

47. Long H, Li Z, Xing D, Ke Y, Lin J. The usage of drainage after primary total hip or knee arthroplasty: Best evidence selection and risk of bias considerations. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22:1028, <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-021-04897-z>.

48. Chen ZY, Gao Y, Chen W, Li X, Zhang YZ. Is wound drainage necessary in hip arthroplasty? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24:939–46, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-013-1284-0>.

49. Bartosz P, Akan B, Bartak V, Bialecki J, Bucsi L, Chai W, et al. Should surgical drains be used after routine primary total knee or total hip arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2025;40(2S1):S12–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2024.10.038>.

50. Pempe C, Werdehausen R, Pieroh P, et al. Predictors for blood loss and transfusion frequency to guide blood saving programs in primary knee- and hip-arthroplasty. *Sci Rep.* 2021;11:4386, <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-82779-z>.

51. Banerjee S, Issa K, Kapadia B, et al. Intraoperative nonpharmacotherapeutic blood management strategies in total knee arthroplasty. *J Knee Surg.* 2013;26:387–94, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1353993>.

52. Parviz J, Rasouli MR. General compared with neuraxial anesthesia for total hip and knee arthroplasty. *Ann Transl Med.* 2015;3:318, <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2015.10.36>.

53. Aggarwal A, Adie S, Harris IA, Naylor J, Cryotherapy following total knee replacement. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;9:CD007911, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD007911.pub3>.

54. Adie S, Kwan A, Naylor JM, Harris IA, Mittal R, Cryotherapy following total knee replacement. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;9:CD007911, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD007911.pub2>.

55. Mitchell MD, Betesh JS, Ahn J, Hume EL, Mehta S, Umscheid CA. Transfusion thresholds for major orthopedic surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2017;32:3815–21, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2017.06.054>.

56. Ripollés-Melchor J, Abad-Motos A, Diez-Remesal Y, et al. Association between use of enhanced recovery after surgery protocol and postoperative complications in total hip and knee arthroplasty in the postoperative outcomes within enhanced recovery after surgery Protocol in Elective Total Hip and Knee Arthroplasty Study (POWER2). *JAMA Surg.* 2020;155:e196024, <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2019.6024>.

57. Riga M, Altsizoglou P, Saranteas T, Mavrogenis AF. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols for total joint replacement surgery. *SICOT J.* 2023;9:E1, <http://dx.doi.org/10.1051/sicotj/2023030>.

58. Wang Z, Bao H, Hou J, et al. The direct anterior approach versus the posterolateral approach on the outcome of total hip arthroplasty: A retrospective clinical study. *Orthop Surg.* 2022;14:2563–70, <http://dx.doi.org/10.1111/os.13444>.