



Enero-Marzo 2026  
Vol. 4, núm. 1 / pp. 12-18

Recibido: 11 de Abril de 2025  
Aceptado: 05 de Julio de 2025

doi: 10.35366/121953



# Eficacia del ácido tranexámico en la reducción del sangrado y las transfusiones en cirugías de columna con instrumentación multinivel: estudio retrospectivo

*Efficacy of tranexamic acid in reducing perioperative blood loss and transfusion rates in multilevel spinal surgery: a retrospective cohort study*

Marcos Joaquín Robles Ortiz,\* Ricardo Erik Robles Ortiz,<sup>‡,§</sup>  
Alejandro Noé Salinas Cantú,<sup>‡,¶</sup> Martín Vargas Contreras<sup>‡,||</sup>

**Palabras clave:**  
ácido tranexámico, cirugía de columna, trombosis.

**Keywords:**  
*tranexamic acid, spine surgery, thrombosis.*

\* Maestro en Educación. Fellow Cirugía de Columna. Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Ciudad de México, México. ORCID: 0000-0002-2835-3313

<sup>†</sup> Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado Hospital Regional Puebla. Puebla, Puebla.

<sup>§</sup> Médico cirujano de columna. ORCID: 0009-0001-3032-0297

<sup>¶</sup> Fellow Cirugía de Columna. ORCID: 0009-0003-3031-3809

<sup>||</sup> Residente de Traumatología y Ortopedia. ORCID: 0009-0003-9594-5735

**Correspondencia:**  
Dr. Marcos Joaquín Robles Ortiz  
E-mail:  
dr.mjoaquinroblesort@gmail.com

## RESUMEN

**Introducción:** las cirugías complejas de columna vertebral suelen asociarse con una pérdida sanguínea considerable, lo que puede aumentar la morbilidad, la necesidad de transfusiones y prolongar la estancia hospitalaria. El ácido tranexámico (ATX) es un agente antifibrinolítico utilizado en diversas especialidades quirúrgicas para reducir el sangrado. **Objetivo:** evaluar la eficacia del ácido tranexámico para reducir el sangrado intra y postoperatorio y la necesidad de transfusiones en pacientes sometidos a cirugía de columna toracolumbar o lumbosacra con instrumentación multinivel.

**Material y métodos:** se realizó un estudio de cohorte retrospectivo en 67 pacientes intervenidos entre marzo de 2022 y marzo de 2024. Se compararon dos grupos: uno recibió ATX ( $n = 23$ ) y otro no ( $n = 44$ ). Se analizaron variables clínicas, transfusionales y hematológicas. **Resultados:** no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el volumen de sangrado intraoperatorio ni en las tasas de transfusión entre los grupos. Sin embargo, el grupo tratado con ATX mostró niveles ligeramente mayores de hemoglobina y hematocrito postoperatorios, con menor variabilidad. **Conclusión:** aunque el uso de ATX no mostró una reducción significativa en la pérdida sanguínea ni en las transfusiones, podría favorecer una mayor estabilidad hemodinámica postoperatoria. Se requieren estudios prospectivos, multicéntricos y con mayor tamaño muestral para confirmar estos hallazgos.

## ABSTRACT

**Introduction:** complex spinal surgeries are often associated with significant blood loss, which can increase morbidity, the need for transfusions, and prolonged hospital stays. Tranexamic acid (ATX) is an antifibrinolytic agent used in various surgical specialties to reduce bleeding. **Objective:** to evaluate the efficacy of tranexamic acid in reducing intraoperative and postoperative bleeding and the need for transfusions in patients undergoing thoracolumbar or lumbosacral spine surgery with multilevel instrumentation. **Material and methods:** a retrospective cohort study was conducted in 67 patients who underwent surgery between March 2022 and March 2024. Two groups were compared: one

**Citar como:** Robles OMJ, Robles ORE, Salinas CAN, Vargas CM. Eficacia del ácido tranexámico en la reducción del sangrado y las transfusiones en cirugías de columna con instrumentación multinivel: estudio retrospectivo. Cir Columna. 2026; 4 (1): 12-18. <https://dx.doi.org/10.35366/121953>



*received ATX ( $n = 23$ ) and the other did not ( $n = 44$ ). Clinical, transfusion, and hematological variables were analyzed. Results: no statistically significant differences were found in intraoperative blood loss volume or transfusion rates between the groups. However, the group treated with ATX showed slightly higher postoperative hemoglobin and hematocrit levels, with less variability. Conclusion: although the use of ATX did not show a significant reduction in blood loss or transfusions, it could promote greater postoperative hemodynamic stability. Prospective, multicenter studies with larger sample sizes are needed to confirm these findings.*

## INTRODUCCIÓN

Las cirugías complejas de columna vertebral representan un desafío clínico considerable debido a la elevada demanda técnica y al riesgo significativo de complicaciones, entre las cuales destaca la pérdida sanguínea masiva. Esta situación puede limitar la visibilidad del campo quirúrgico, prolongar el tiempo operatorio, incrementar la necesidad de transfusiones y, por ende, aumentar la morbilidad, el riesgo de infecciones, reacciones transfusionales y la estancia hospitalaria, con el consiguiente impacto en los costos asistenciales.<sup>1-5</sup>

En este contexto, el control del sangrado intra y postoperatorio se ha convertido en una prioridad en el manejo integral del paciente quirúrgico. Las estrategias para minimizar la pérdida hemática incluyen medidas anestésicas, técnicas quirúrgicas meticulosas, uso de electrocauterio, embolización preoperatoria, agentes eritropoyéticos, hemodilución y la administración de agentes antifibrinolíticos como el ácido tranexámico (ATX).<sup>6,7</sup>

El ATX, introducido en la práctica clínica en la década de 1960, actúa mediante la inhibición competitiva del sitio de unión de lisina en el plasminógeno, bloqueando su conversión a plasmina y, por tanto, la degradación de la fibrina.<sup>8,9</sup> Se ha demostrado su eficacia en la reducción del sangrado en cirugías obstétricas, urológicas, cardíacas y ortopédicas, especialmente en artroplastías. En el ámbito de la cirugía de columna, su uso es prometedor, pero carece de consenso sobre la dosificación ideal y los beneficios esperados.<sup>10-13</sup>

Diversos esquemas de administración han sido propuestos, desde dosis en bolo de 10-50 mg/kg hasta infusiones continuas intraoperatorias de 1-5 mg/kg/h. Sin embargo, dosis superiores a 15 mg/kg pueden aumentar el riesgo de eventos trombóticos y otras complicaciones adversas.<sup>12,13</sup>

Las cirugías que involucran instrumentación de tres o más niveles, osteotomías correctivas y amplia disección muscular suelen asociarse con una mayor pérdida hemática, lo cual subraya la necesidad de estrategias eficaces para mantener el equilibrio he-

modinámico intraoperatorio.<sup>14,15</sup> Pese a su creciente uso, el ATX aún no cuenta con indicaciones absolutas en cirugía de columna debido a la variabilidad en sus resultados y preocupaciones sobre su seguridad.<sup>16,17</sup>

Zufferey y colaboradores<sup>18</sup> en su metaanálisis encontraron que la eficacia del ATX está estrechamente ligada a la dosis administrada, observando una mejor hemostasia con dosis más altas, aunque también un incremento en los eventos adversos.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia del ácido tranexámico como estrategia para el manejo hemático en pacientes sometidos a cirugías complejas de columna toracolumbar o lumbosacra con instrumentación multinivel, realizadas en el Hospital Regional ISSSTE de Puebla entre marzo de 2022 y marzo de 2024.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio de cohorte retrospectivo en 67 expedientes clínicos de pacientes con diagnóstico de patología degenerativa de la columna torácica, lumbar y sacra, intervenidos quirúrgicamente entre marzo de 2022 y marzo de 2024 en el Hospital Regional ISSSTE Puebla. Los procedimientos consistieron en instrumentación transpedicular de tres o más niveles, laminectomía y discectomía, con colocación selectiva de cajas intersomáticas tipo fusión intercorporal lumbar transformaminal (TLIF). Todas las cirugías fueron realizadas por un ortopedista y traumatólogo con formación especializada en cirugía de columna, adscrito al módulo de columna de la institución.

La muestra fue no probabilística por conveniencia, incluyendo todos los casos que cumplieron con los criterios de inclusión durante el periodo de estudio. Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de patología degenerativa de columna torácica, lumbar o sacra, que fueron sometidos a cirugía de instrumentación transpedicular de tres o más niveles. Se excluyeron aquéllos con antecedentes de coagulopatías, trastornos hematológicos, enfermedades hepáticas avanzadas, cirugías por trauma o tumor, o con historial de trombosis venosa profunda

o eventos tromboembólicos. Se eliminaron aquellos expedientes clínicos con información incompleta o pérdida de datos relevantes para el análisis.

Se dividieron en dos grupos según la administración de ácido tranexámico: el grupo A ( $n = 23$ ) recibió el fármaco, mientras que el grupo B ( $n = 44$ ) no recibió tratamiento antifibrinolítico. El ácido tranexámico fue administrado en una dosis intravenosa de 10 mg/kg 30 minutos antes de la inducción anestésica, seguida de una dosis adicional de 10 mg/kg durante la primera hora tras la incisión quirúrgica.

Se recolectaron y analizaron variables demográficas, clínicas y quirúrgicas, incluyendo sexo, edad, región anatómica intervenida, número de niveles instrumentados, presencia de comorbilidades, necesidad y volumen de transfusiones, volumen estimado de sangrado intraoperatorio (en mililitros), duración del procedimiento quirúrgico (en minutos), tipo de cirugía (primaria o de revisión), días de estancia hospitalaria, peso del paciente, así como niveles de

hemoglobina y hematocrito en el preoperatorio y al egreso postoperatorio.

## RESULTADOS

Se incluyeron 67 pacientes con diagnóstico de patología degenerativa de columna torácica, lumbar o sacra, intervenidos mediante instrumentación transpedicular de tres o más niveles. De ellos, 23 recibieron ácido tranexámico (grupo A) y 44 no lo recibieron (grupo B). En la *Tabla 1* se presentan las características demográficas y clínicas generales de ambos grupos.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a edad, peso, comorbilidades, región anatómica intervenida, número de niveles instrumentados ni tipo de cirugía primaria o de revisión. La proporción de hombres fue mayor en el grupo tratado con ácido tranexámico (73.9 vs. 63.6%) (*Figura 1*).

**Tabla 1:** Características clínicas y demográficas de los pacientes por grupo.

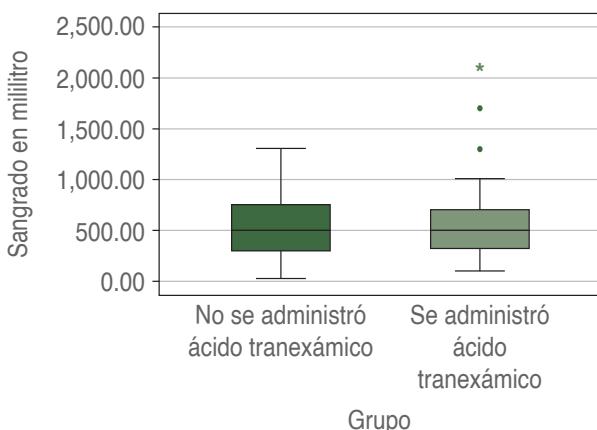
Variable	Grupo sin ATX $n = 44$ Media ± DE	Grupo con ATX $n = 23$ Media ± DE
Edad (años)	$60.66 \pm 14.76$	$62.48 \pm 11.80$
Sexo, masculino / femenino (%)	63.6 / 36.4	73.9 / 26.1
Peso (kg)	$68.57 \pm 10.75$	$71.22 \pm 11.73$
Región intervenida lumbar / dorso-lumbar / dorsal (%)	56.8 / 27.3 / 15.9	52.2 / 30.4 / 17.4
Niveles instrumentados	$4.66 \pm 1.80$	$4.91 \pm 2.02$
Tipo de cirugía primaria / revisión (%)	91.0 / 9.0	87.0 / 13.0

DE = desviación estándar.

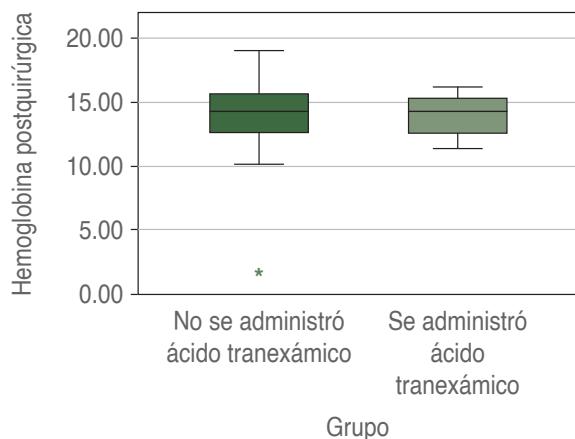
**Tabla 2:** Variables quirúrgicas, hematológicas prequirúrgicas y postquirúrgicas.

Variable	Grupo sin ATX $n = 44$	Grupo con ATX $n = 23$
Duración de la cirugía (h:mm)	$2:59 \pm 0:54$	$2:57 \pm 1:15$
Sangrado (ml)	$557.50 \pm 322.25$	$637.83 \pm 499.95$
Transfusiones	$1.57 \pm 0.50$	$1.78 \pm 0.42$
Paquetes transfundidos	$0.98 \pm 1.97$	$0.39 \pm 0.78$
Hb prequirúrgica (g/dl)	$14.20 \pm 2.63$	$14.23 \pm 1.51$
Hb postquirúrgica (g/dl)	$11.39 \pm 2.16$	$12.08 \pm 1.56$
Hematocrito prequirúrgico (%)	$42.84 \pm 4.63$	$43.41 \pm 6.06$
Hematocrito postquirúrgico (%)	$33.07 \pm 4.63$	$51.43 \pm 72.97$
Estancia hospitalaria (días)	$3.75 \pm 1.73$	$4.43 \pm 3.23$

Valores expresados en media ± desviación estándar.



**Figura 1:** Comparación del volumen de sangrado entre pacientes tratados y no tratados con ácido tranexámico.



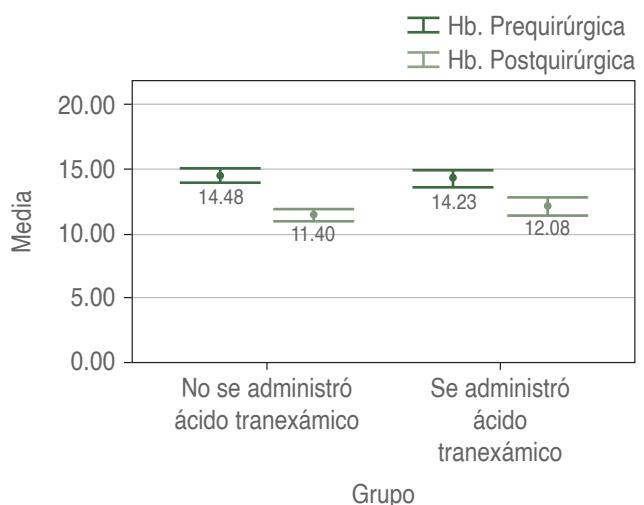
**Figura 2:** Comparación de hemoglobina postquirúrgica entre pacientes con y sin tratamiento de ácido tranexámico.

En cuanto a las variables quirúrgicas, hematológicas y de recuperación, los resultados se resumen en la *Tabla 2*. El volumen de sangrado intraoperatorio fue mayor en el grupo tratado (637.83 ml vs. 557.50 ml), aunque sin significancia estadística ( $p = 0.428$ ). De igual forma, no se encontraron diferencias significativas en el número de transfusiones ni en los paquetes transfundidos (*Figura 2*).

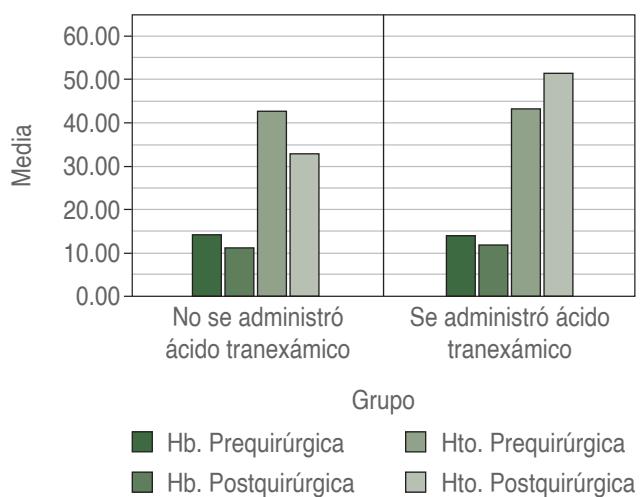
Sin embargo, los niveles de hemoglobina al alta fueron mayores en el grupo con ATX (12.08 g/dl vs. 11.39 g/dl), con una diferencia cercana a la significancia ( $p = 0.078$ ). Los niveles de hematocrito también fueron superiores en este grupo (51.43 vs. 33.07%), aunque con alta dispersión. Estas diferencias se ilustran en la *Figura 3*, donde se muestra la variación pre y postoperatoria de los valores de hemoglobina y hematocrito.

Las *Figuras 4 y 5* representan gráficamente la dispersión de los valores de hemoglobina y hematocrito pre y postquirúrgicos, respectivamente. En ambas se observa una mayor estabilidad y menor caída de los niveles en el grupo tratado con ácido tranexámico.

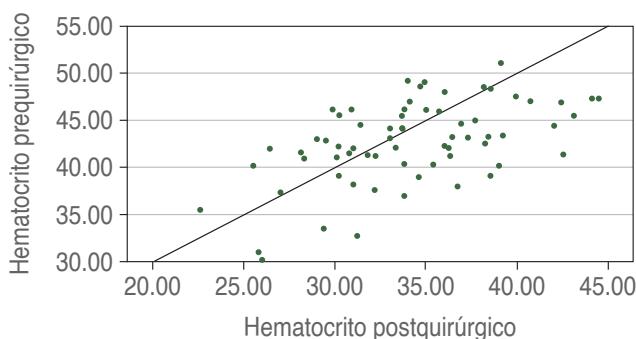
La *Figura 6* muestra la relación entre hematocrito pre y postquirúrgico, también con menor dispersión en el grupo tratado. Además, se hallaron correlaciones estadísticamente significativas entre el peso del paciente y el hematocrito al egreso ( $r = 0.416$ ,  $p < 0.001$ ), así como entre la edad y los días de estancia hospitalaria ( $r = 0.389$ ,  $p < 0.001$ ).



**Figura 3:** Comparativa de hemoglobina pre y postquirúrgica con y sin ácido tranexámico.



**Figura 4:** Efectos del ácido tranexámico en los niveles de hemoglobina y hematocrito pre y postquirúrgicos.



**Figura 5:** Correlación entre hematocrito pre y postquirúrgico en pacientes con y sin ácido tranexámico.

## DISCUSIÓN

La utilización del ATX en cirugía de columna ha sido ampliamente debatida en la literatura reciente, con múltiples estudios que respaldan su eficacia para reducir el sangrado trans y postoperatorio, así como la necesidad de transfusiones. Zhao y colaboradores en un metanálisis que incluyó 23 estudios y un total de 1,621 pacientes concluyeron que el uso de ATX se asocia con una disminución significativa del sangrado, menor requerimiento de hemoderivados y un aumento en los niveles de hemoglobina en el perioperatorio.<sup>19-21</sup>

En el presente estudio, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en el volumen de sangrado intraoperatorio ni en la tasa de transfusión entre los grupos. Sin embargo, los casos tratados con ATX presentaron niveles de hemoglobina y hematocrito postoperatorios más elevados, con menor variabilidad, lo que sugiere una posible mejoría en la estabilidad hemodinámica. Este hallazgo es coherente con lo reportado por Abdou y su equipo, quienes al emplear dosis bajas de ATX no observaron una reducción significativa del sangrado transoperatorio, pero sí una disminución importante en los requerimientos transfusionales postoperatorios.<sup>22</sup>

Por otro lado, Li y su grupo demostraron en un estudio controlado y aleatorizado que el uso de ATX en dosis elevadas, especialmente en combinación con rivaroxabán, es eficaz y seguro para disminuir el sangrado quirúrgico sin aumentar los efectos adversos. Sin embargo, estos beneficios implican un mayor costo sanitario y requieren un manejo más estricto del riesgo trombótico.<sup>23</sup>

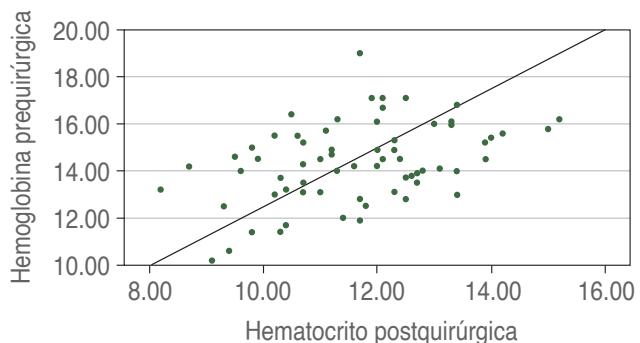
Lotan y colaboradores encontraron que el uso de ATX no genera diferencias significativas en

cirugías menos invasivas como la microdiscectomía o las fusiones de un solo nivel, pero sí resulta beneficioso en fusiones lumbares multinivel, lo cual concuerda con nuestro estudio, al centrarse en procedimientos complejos con instrumentación de tres o más niveles.<sup>24</sup>

Es importante destacar que técnicas como la laminectomía, la instrumentación transpedicular y la disectomía intersomática generan pérdidas sanguíneas relevantes por la exposición de estructuras altamente vascularizadas, por lo que el uso de un agente antifibrinolítico podría ofrecer un impacto positivo en la conservación del volumen sanguíneo.<sup>25</sup>

Las *Figuras 5 y 6* proporcionan evidencia visual de los beneficios del ATX: en la *Figura 5*, se observa una menor variabilidad y una mejor conservación de la hemoglobina postoperatoria en los pacientes tratados, mientras que en la *Figura 6* se aprecia un patrón similar en los niveles de hematocrito, con una distribución más concentrada y valores más elevados en el grupo con ATX. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que el ATX puede facilitar una mejor recuperación hemodinámica tras la cirugía y reducir la necesidad de transfusiones.<sup>26,27</sup>

A pesar de los hallazgos alentadores, nuestro estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño retrospectivo y al tamaño de muestra. No fue posible establecer una relación estadísticamente significativa en variables como el sangrado y las transfusiones, aunque las tendencias observadas son clínicamente relevantes. Por tanto, se recomienda la realización de estudios prospectivos, aleatorizados y multicéntricos, que evalúen no sólo la eficacia del ATX en distintos esquemas de dosificación, sino también su seguridad a largo plazo y su impacto económico en la práctica quirúrgica.<sup>28,29</sup>



**Figura 6:** Relación entre los niveles de hemoglobina pre y postquirúrgica en pacientes con y sin ácido tranexámico.

## CONCLUSIONES

La administración de ácido tranexámico en pacientes sometidos a cirugía de columna con instrumentación multinivel se asoció con una mayor estabilidad en los niveles postoperatorios de hemoglobina y hematocrito, así como con una menor variabilidad individual, a pesar de que no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en el volumen de sangrado intraoperatorio ni en las tasas de transfusión.

Estos hallazgos sugieren un posible beneficio clínico del ácido tranexámico en la preservación del volumen sanguíneo y en la recuperación hemodinámica, especialmente en procedimientos quirúrgicos de alta complejidad.

## Limitantes

La variabilidad en factores quirúrgicos y clínicos no controlados, como la técnica operatoria, la extensión del abordaje y las características individuales del paciente pueden haber influido en los resultados observados. A pesar de estas limitaciones, los hallazgos ofrecen una perspectiva valiosa sobre el comportamiento clínico del ácido tranexámico en un contexto real de cirugía de columna compleja, lo que contribuye a fortalecer la base de evidencia en este campo y justifica la realización de estudios prospectivos más amplios.

Se recomienda la realización de estudios prospectivos, aleatorizados y multicéntricos, con protocolos estandarizados de dosificación, que permitan evaluar con mayor solidez el impacto del ácido tranexámico en la reducción del sangrado y el requerimiento transfusional en cirugías de columna. Además, futuros trabajos deberían considerar el análisis de variables como costo-beneficio, riesgo trombótico y efectos adversos asociados al uso del fármaco, con el objetivo de establecer recomendaciones clínicas claras y seguras.

## REFERENCIAS

1. Neilipovitz DT, Elgafy H, Bransford RJ, McGuire RA. Tranexamic acid for major spinal surgery. *Eur Spine J.* 2004; 13: S62-S65.
2. Yi S, Yoon DH, Kim KN, Kim SH, Shin HC. Postoperative spinal epidural hematoma: risk factor and clinical outcome. *Yonsei Med J.* 2006; 47: 326-332.
3. Willner D, Spennati V, Stohl S, Tosti G, Aloisio S, Bilotta F. Spine surgery and blood loss: systematic review of clinical evidence. *Anesth Analg.* 2016; 123: 1307-1315.
4. Hofmann A, Ozawa S, Farrugia A, Farmer SL, Shander WA. Economic considerations on transfusion medicine and patient blood management. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2013; 27: 59-68.
5. Zollo RA, Eaton MP, Karcz M, Pasternak R, Glance LG. Blood transfusion in the perioperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2012; 26: 475-484.
6. Fletcher ND, Marks MC, Asghar JK, Hwang SW, Sponseller PD, Harms Study Group, et al. Development of consensus based best practice guidelines for perioperative management of blood loss in patients undergoing posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform.* 2018; 6: 424-429.
7. Ker K, Prieto-Merino D, Roberts I. Systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of tranexamic acid on surgical blood loss. *Br J Surg.* 2013; 100: 1271-1279.
8. Henry DA, Carless PA, Moxey AJ, O'Connell D, Stokes BJ, McClelland B, et al. Anti-fibrinolytic use for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011; 3: CD001886.
9. McCormack PL. Tranexamic acid: a review of its use in the treatment of hyperfibrinolysis. *Drugs.* 2012; 72: 585-617.
10. Melander B, Gliniecki G, Granstrand B, Hanshoff G. Biochemistry and toxicology of amikapron; the antifibrinolytically active isomer of AMCHA. *Acta Pharmacol Toxicol (Copenh).* 1965; 22: 340-352.
11. Nuttal GA, Horlocker TT, Santrach PJ, Oliver WC Jr, Dekutoski MB, Bryant S. Predictors of blood transfusions in spinal instrumentation and fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000; 25: 596-601. doi: 10.1097/00007632-200003010-00010
12. Farrokhi MR, Kazemi AP, Eftekharian HR, Akbari K. Efficacy of prophylactic low dose of tranexamic acid in spinal fixation surgery: a randomized clinical trial. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2011; 23: 290-296.
13. Winter SF, Santaguida C, Wong J, Fehlings MG. Systemic and topical use of tranexamic acid in spinal surgery: a systematic review. *Global Spine J.* 2016; 6: 284-295.
14. Hinev A, Paunov S. Mini-incision muscle-sparing lumbar approach to the kidney, the renal pelvis and the upper ureter. *Urology.* 2006; 68: 224.
15. Cuellar JM, Yoo A, Tovar N, Coelho PG, Jimbo R, Vandeweghe S, et al. The effects of Amicar and TXA on lumbar spine fusion in an animal model. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014; 39: E1132-E1137.
16. Choi HY, Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, Kim HJ. Effectiveness and safety of tranexamic acid in spinal deformity surgery. *J Korean Neurosurg Soc.* 2017; 60: 75-81.
17. Lin ZX, Woolf SK. Safety, efficacy, and cost-effectiveness of tranexamic acid in orthopedic surgery. *Orthopedics.* 2016; 39: 119-130.
18. Zufferey P, Merquiol F, Laporte S, Decousus H, Mismetti P, Auboyer C, et al. Do antifibrinolytics reduce allogeneic blood transfusion in orthopedic surgery? *Anesthesiology.* 2006; 105: 1034-1046.

19. Lin JD, Lenke LG, Shillingford JN, Laratta JL, Tan LA, Fischer CR, et al. Safety of a high-dose tranexamic acid protocol in complex adult spinal deformity: analysis of 100 consecutive cases. *Spine Deform.* 2018; 6: 189-194.
20. Huang F, Wu D, Ma G, Yin Z, Wang Q. The use of tranexamic acid to reduce blood loss and transfusion in major orthopedic surgery: a meta-analysis. *J Surg Res.* 2014; 186: 318-327.
21. Zhao Y, Xi C, Xu W, Yan J. Role of tranexamic acid in blood loss control and blood transfusion management of patients undergoing multilevel spine surgery. *Medicine.* 2021; 100: e24678. doi: 10.1097/md.00000000000024678
22. Abdou M, Kwon J, Kim HJ, Lee B, Choi YS, Moon SH, et al. Tranexamic acid and intraoperative and postoperative accumulative bleeding in elective degenerative spine surgery. *Yonsei Med J.* 2022; 63: 927. doi: 10.3349/ymj.2022.0163
23. Li X, Jiao G, Li J, Ji W, Hao Z, Gong F, et al. Combined use of tranexamic acid and rivaroxaban in posterior/transforaminal lumbar interbody fusion surgeries. *Global Spine J.* 2021; 13: 1229-1237. doi: 10.1177/21925682211024556
24. Lotan R, Lengenova S, Rijini N, Herskovich O. Intravenous tranexamic acid reduces blood loss in multilevel spine surgeries. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022; 31: e226-e230. doi: 10.5435/jaaos-d-22-00738
25. Honda A, Iizuka Y, Michihata N, Uda K, Mieda T, Takasawa E, et al. Effect of intraoperative tranexamic acid on perioperative major hemorrhage requiring transfusion. *Global Spine J.* 2022; 14: 804-811. doi: 10.1177/21925682221123317
26. Wang Q, Liu J, Fan R, Chen Y, Yu H, Bi Y, et al. Tranexamic acid reduces postoperative blood loss of degenerative lumbar instability with stenosis. *Eur Spine J.* 2013; 22: 2035-2038. doi: 10.1007/s00586-013-2836-z
27. Li ZJ, Fu X, Xing D, Zhang HF, Zang JC, Ma XL. Is tranexamic acid effective and safe in spinal surgery? *Eur Spine J.* 2013; 22: 1950-1957. doi: 10.1007/s00586-013-2774-9
28. Dong W, Tang Y, Lei M, Ma Z, Zhang X, Shen J, et al. The effect of perioperative sequential application of multiple doses of tranexamic acid on postoperative blood loss after PLIF. *Int J Surg.* 2024; 110: 2122-2133. doi: 10.1097/JS9.0000000000001083
29. Zhang D, Wu X, Kong Q, Wang Y, Zhang B, Feng P, et al. Prospective randomized controlled trial on the effectiveness of low-dose and high-dose intravenous tranexamic acid in reducing perioperative blood loss in single-level minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2022; 36: 439-445. doi: 10.7507/1002-1892.202112015

**Conflicto de intereses:** los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con la elaboración y publicación del presente manuscrito. Ninguno de los autores posee relaciones financieras, personales o profesionales que puedan influir de forma inapropiada en los resultados y la interpretación de este estudio.