



## Sangrado y necesidad de transfusión en adultos postoperados de artroplastia total de rodilla por abordaje subvasto que recibieron ácido tranexámico

### *Bleeding and need for transfusion in adults after total knee arthroplasty by subvastus approach who received tranexamic acid*

Jaime Villalobos-Medélez,\* Jorge Yair Álvarez-Ojeda,‡  
Carlos Eduardo Uribe-Saloma,‡ Jonathan Ruben Hernández-Molina§

\*Traumatólogo Ortopedista. Cirujano articular. Profesor Titular del Curso en Alta Especialidad Artroscopia y Cirugía de Rodilla.

‡Médico residente del Curso de Subespecialidad en Artroscopia y Cirugía de Rodilla. §Traumatólogo Ortopedista. Cirujano Articular del Hospital Ángeles Mocel. Profesor adjunto del Curso en Alta Especialidad Artroscopia y Cirugía de Rodilla.

Hospital Ángeles Mocel, Universidad La Salle México. Facultad de Medicina Universidad La Salle México.

#### Resumen

**Introducción:** la artroplastia total de rodilla (ATR) puede causar sangrado considerable. El ácido tranexámico (ATX) se usa para disminuir el sangrado en varios escenarios. Sin embargo, existe poca información acerca de su uso en cirugía de rodilla. **Objetivo:** describir la cantidad de sangrado y la necesidad de transfusiones sanguíneas en sujetos postoperados de ATR por abordaje subvasto que recibieron ATX. **Material y métodos:** estudio prospectivo, observacional. Se incluyeron 82 adultos sometidos a ATR por abordaje subvasto. Se recolectaron datos como: BH inicial y a las 24 horas del procedimiento, necesidad de transfusión, número de paquetes globulares transfundidos y tiempo quirúrgico. Se administró 1 g de ATX IV dosis única a todos los pacientes. **Resultados:** se incluyeron 82 pacientes que recibieron ATX. La mediana de sangrado fue de 250 mL. La mediana de hemoglobina (Hb) preoperatoria fue de 14.4 g/dL, y la postoperatoria fue de 12.1 g/dL (delta Hb = -2 g/dL). De los pacientes, 3.66% requirió de por lo menos un paquete globular. **Conclusiones:** este estudio describió la cantidad de sangrado y necesidad de transfusión después de una ATR por abordaje subvasto usando ATX. Una comparación histórica sugiere que el ATX disminuye el sangrado postoperatorio y quizás la necesidad de transfusión sanguínea en algunos pacientes.

**Palabras clave:** artroplastia, rodilla, subvasto, transfusión, ácido tranexámico.

**Nivel de evidencia:** III.

**Tipo de estudio:** cohorte prospectiva.

#### Abstract

**Introduction:** total knee arthroplasty (TKA) can cause significant bleeding. Tranexamic acid (TXA) is used to decrease bleeding in various settings. However, there is little information about its use in knee surgery. **Objective:** to describe the amount of bleeding and the need for blood transfusions in postoperative subjects of TKA by subvastus approach who received ATX. **Material and methods:** prospective, observational study. Eighty-two adults undergoing TKA by subvastus approach were included. Data were collected such as: initial BH and 24 hours after the procedure, need for transfusion, number of transfused globular packages and surgical time. A single dose of TXA IV was administered to all patients. **Results:** 82 patients who received ATX were included. The median bleeding was 250 mL. Median preoperative hemoglobin (Hb) was 14.4 g/dL, and postoperative was 12.1 g/dL (delta Hb = -2 g/dL). 3.66% required at least one globular package. **Conclusions:** this study described the amount of bleeding and the need for transfusion after

#### Correspondencia:

Dr. Jorge Yair Álvarez Ojeda

**E-mail:** yojeda3@hotmail.com

**Citar como:** Villalobos-Medélez J, Álvarez-Ojeda JY, Uribe-Saloma CE, Hernández-Molina JR. Sangrado y necesidad de transfusión en adultos postoperados de artroplastia total de rodilla por abordaje subvasto que recibieron ácido tranexámico. Orthotips. 2023; 19 (2): 82-87. <https://dx.doi.org/10.35366/110714>

Recibido: 11/08/2022. Aceptado: 02/03/2023.

*subvastus TKA using TXA. A historical comparison suggests that TXA decreases postoperative bleeding and perhaps the need for blood transfusion in some patients.*

**Keywords:** arthroplasty, knee, subvastus, transfusion, tranexamic acid.

**Level of evidence:** III

**Type of study:** Prospective cohort.

## Introducción

La artroplastia total de rodilla (ATR) es uno de los procedimientos quirúrgicos más eficaces para la artrosis avanzada. Es la cirugía ortopédica con mayor tasa de éxito. La ATR mejora la función, elimina el dolor y conlleva a una mejora de la calidad de vida. La ATR está indicada en casos de dolor intratable, limitación funcional y severidad radiográfica.<sup>1</sup>

Existen muchos abordajes quirúrgicos para la ATR.<sup>2,3</sup> El abordaje subvasto es el abordaje de elección, ya que provee acceso fácil a todas las estructuras.<sup>2,4</sup> Además, conserva la anatomía, ya que sólo desprende el vasto medial oblicuo de su inserción medial sin afectar el espesor del mecanismo extensor, respetando los vectores de tracción del cuádriceps y preservando la fuerza.<sup>2,4</sup> El abordaje subvasto debe seguir las líneas de clivaje y los planos aponeuróticos pasando entre los músculos y no a través de ellos.

Una de las complicaciones de la ATR es el sangrado postquirúrgico. A su vez, éste puede producir anemia postoperatoria que retrasa la recuperación, prolonga la estancia hospitalaria, y puede llegar a requerir transfusiones de sangre.<sup>5,6</sup> La transfusión de glóbulos rojos empaquetados tiene la ventaja de que restaura la capacidad de transporte de oxígeno y reemplaza el volumen interarticular.<sup>6,7</sup> Sin embargo, las transfusiones perioperatorias están asociadas a transmisión de agentes infecciosos, reacciones transfusionales, lesión pulmonar aguda, estancia hospitalaria prolongada y mortalidad a corto plazo.<sup>6,8</sup> Para reducir la necesidad de transfusión de sangre se utilizan diversas técnicas preoperatorias como la interrupción de medicamentos asociados a sangrado o el uso de agentes antifibrinolíticos como el ácido tranexámico (ATX).<sup>6,9-11</sup>

El ATX es un derivado sintético del aminoácido lisina que produce actividad antifibrinolítica mediante la inhibición competitiva de los sitios de unión de la lisina en las moléculas de plasminógeno. La ATX aumenta la estabilidad del coágulo produciendo una reducción en la pérdida sanguínea, de hemoglobina (Hb), y de transfusiones sanguíneas.<sup>6,12,13</sup> El ATX también desempeña un papel como antiinflamatorio

en el reemplazo articular.<sup>14</sup> Metaanálisis recientes demostraron que el ATX intravenoso disminuye el riesgo de pérdida sanguínea (300 mL de sangre aproximadamente) y reduce la necesidad de transfusión postoperatoria (reducción de 20% para ATX versus placebo) en pacientes sometidos a artroscopia de rodilla.<sup>6,15,16</sup> Aunque actualmente no hay consenso sobre sus beneficios, el uso de ácido tranexámico de manera preoperatoria es común en la práctica privada en pacientes sometidos a artroplastia de rodilla con el fin de disminuir la probabilidad de sangrado y necesidad de transfusión. Por esto, el objetivo de este estudio es describir la pérdida sanguínea, el cambio en los niveles de Hb, y la necesidad de transfusión en pacientes postoperados de ATR por abordaje subvasto que recibieron una dosis única de ATX intravenoso. La hipótesis de nuestro estudio es que si el ATX disminuye la cantidad de sangrado postoperatorio, tendremos reducciones de hemoglobina por lo menos similares a los reportados en otros estudios.

## Material y métodos

### Diseño del estudio y criterio de selección

Se realizó un estudio prospectivo, observacional y descriptivo que incluyó una muestra consecutiva de 82 adultos (> 18 años) que acudieron al Hospital Ángeles Mocol en México entre marzo de 2021 y septiembre de 2021 a someterse a una ATR. Todas las ATR fueron unilaterales y cementadas, y realizadas a través de un abordaje subvasto.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años de ambos géneros con ATR unilateral cementada por abordaje subvasto. Excluimos a los pacientes que tenían deformidad angular > 10°, abordaje quirúrgico distinto al subvasto, uso de anticoagulantes o antiagregantes plaquetarios, trastornos congénitos de la coagulación e hipersensibilidad al ATX. Los criterios de eliminación fueron pacientes con expedientes clínicos incompletos.

Muestra: el tipo de muestro fue consecutivo, a conveniencia del investigador en un periodo de siete

**Tabla 1: Edad, tiempo quirúrgico y variables asociadas a sangrado de los pacientes incluidos en el estudio.**

	Mediana	Mínimo	Máximo
Edad	69.0	46.0	84.0
Tiempo quirúrgico [min]	110.0	80.0	180.0
Pérdida sanguínea [mL]	250.0	70.0	600.0
Hemoglobina [g/dL]			
Preoperatoria	14.4	9.0	18.0
Postoperatoria	12.1	7.2	15.2
Cambio en hemoglobina	-2.0	-4.4	-0.4

meses. El uso de ácido tranexámico es una práctica rutinaria en el ámbito privado. Al ser un estudio descriptivo no se necesita cálculo de muestra. No tendremos grupo control, por lo que no se realizará una comparación directa.

### Estudios de laboratorio y de gabinete

Los pacientes incluidos fueron sometidos a radiografía anteroposterior, radiografía lateral (30° de flexión y axial a 30°) y estudios de laboratorio: biometría hemática (antes y 24 horas después de la ATR), perfil bioquímico y tiempos de coagulación.

Intervención-ATX: todos los sujetos incluidos en el estudio recibieron 1 g de ATX de forma intravenosa 10-15 minutos antes de la inducción anestésica.

Procedimiento quirúrgico-ATR con abordaje subvasto: todos los pacientes se sometieron a una ATR a través de un abordaje subvasto. La prótesis era posteroestabilizada cementada y en todos los pacientes se colocó un drenaje intraarticular de 1/8.

Anticoagulación postoperatoria: para la anticoagulación en el postoperatorio se utilizó rivaroxabán 10 mg cada 24 horas vía oral por 15 días; la anticoagulación inició 12 horas posteriores a la ATR.

Transfusión sanguínea: se calculó la pérdida sanguínea a través de conteo de gases y la necesidad de transfundir paquetes globulares se realizó si el paciente contaba por lo menos con uno de los siguientes criterios: disminución del hematocrito > 30%, nivel de hemoglobina.

### Análisis estadístico

Se utilizó el programa Excel para construir la base de datos y el programa SPSSstatistics v26 para el análisis estadístico. Se documentó la normalidad de las variables con una prueba de Shapiro-Wilk. Por la

distribución no normal de los datos, se describió en términos de mediana y rango las variables cuantitativas. Se utilizó frecuencia y porcentaje para describir las variables categóricas. Se describieron las características del paciente (género, edad), clasificación de Kellgren y Lawrence, tipo de abordaje quirúrgico, tiempo de cirugía, hemoglobina preratamiento y postratamiento, cambio en la hemoglobina después de la ATR (delta Hb = Hb postcirugía-Hb precirugía), necesidad de transfusión sanguínea, colocación de drenaje.

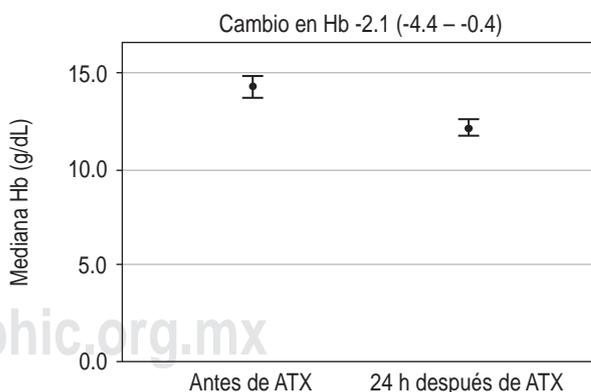
Se dicotomizó la muestra de acuerdo a si el paciente requirió transfusión sanguínea. Se compararon las características del paciente (p. ej., edad, género), con  $\chi^2$  de Pearson si eran variables categóricas y U de Mann-Witney si eran numéricas. Se realizó una comparación histórica con artículos publicados acerca de la cantidad de sangrado, necesidad de paquetes globulares, y otros factores importantes en sujetos sometidos a ATR que recibieron ATX.

Todas las pruebas fueron bivariadas y un valor de  $p = 0.05$  se consideró significativo. No se admitieron valores perdidos en el análisis.

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Ángeles Mocol con el número de registro: 145/09-21.

### Resultados

Se incluyó un total de 82 pacientes que se sometieron a ATR unilateral cementada por abordaje subvasto y que recibieron 1 g de ácido tranexámico



La comparación de medianas demostró una significancia estadística ( $p = 0.03$ ).

**Figura 1:** Comparación entre el valor de hemoglobina antes y 24 horas después del procedimiento. ATX = ácido tranexámico.

**Tabla 2: Comparación de la edad, tiempo quirúrgico y variables asociadas a sangrado de acuerdo con la necesidad de transfusión.**

	Sin transfusión (79, 96.3%)			Con transfusión (3, 3.7%)			p
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo	
Edad	69.0	46.0	84.0	77.0	72.0	77.0	0.1000
Tiempo quirúrgico	110.0	80.0	180.0	120.0	80.0	120.0	0.7000
Pérdida sanguínea	250.0	70.0	600.0	400.0	300.0	500.0	0.0210
Hemoglobina antes del procedimiento	14.4	11.2	18.0	11.6	9.0	12.0	0.0010
Hemoglobina después del procedimiento	12.3	9.8	15.2	7.7	7.2	8.2	0.0001
Cambio en hemoglobina	-2.0	-4.4	-0.4	-3.8	-3.9	-1.8	0.0900

IV 1 antes del procedimiento. La mediana de sangrado quirúrgico fue de 250 mL (70-600 mL) (Tabla 1). La mediana de Hb prequirúrgica fue de 14.4 g/dL y la postquirúrgica de 12.1 g/dL, con una mediana de cambio de -2 g/dL (-4.4 – -0.4) (Figura 1). Sólo tres pacientes (3.7%) requirieron transfusión sanguínea. No hubo casos de trombosis venosa profunda, tromboembolismo pulmonar o complicaciones asociadas al uso de ácido tranexámico. Todos los pacientes egresaron 24 horas después de la cirugía.

De los pacientes, 79.3% eran mujeres y la mediana de edad fue de 69 años. La rodilla que se intervino con mayor frecuencia fue la izquierda (n = 42, 51.2%). La mayoría de las lesiones de rodilla fueron clasificación Kellgren y Lawrence IV (n = 79, 96.3%). La mayoría de los pacientes requirió drenaje (n = 81, 98.8%).

Los pacientes que requirieron transfusión sanguínea tenían menor nivel de hemoglobina en el preoperatorio (11.6 versus 14.4 g/dL, p = 0.001) y mayor pérdida sanguínea (400 versus 250 mL, p = 0.021). La edad, el género, el tiempo quirúrgico y la clasificación Kellgren y Lawrence fueron similares entre los pacientes con y sin transfusión (Tabla 2 y 3).

## Discusión

En nuestro estudio describimos que los pacientes que se sometieron a ATR unilateral por abordaje subvasto y que recibieron una dosis única intravenosa de ácido tranexámico antes del procedimiento, tuvieron niveles de sangrado (250 mL) y caída de Hb (-2 g/dL) similar a lo descrito en sujetos sometidos a ATR por otros abordajes y que recibieron ácido tranexámico (Tabla 4). En nuestro estudio la tasa de transfusión de los pacientes fue de 3.6%, lo cual es similar a estudios previamente reportados (Tabla 2). En este estudio

**Tabla 3: Comparación de las variables categóricas incluidas en el estudio. N = 82.**

	Sin transfusión 79 (96.3)	Con transfusión 3 (3.7)	p
	n (%)	n (%)	
Género			
Mujer	62 (78.50)	3 (100.00)	0.36
Hombre	17 (21.50)	0 (0.00)	
Kellgren y Lawrence			
III	3 (3.80)	0 (0.00)	0.73
IV	76 (96.20)	3 (100.00)	
Doctor			
1	13 (16.50)	2 (66.70)	0.086
2	61 (77.20)	1 (33.30)	
3	5 (6.30)	0 (0.00)	
Cirugía			
ATR izquierda	42 (53.20)	0 (0.00)	0.07
ATR derecha	37 (46.80)	3 (100.00)	
Drenaje			
Sin drenaje	1 (1.30)	0 (0.00)	0.84
Con drenaje	78 (98.70)	3 (100.00)	

ATR = artroplastia total de rodilla.

también describimos que el uso de ácido tranexámico en 82 pacientes no se asoció a complicaciones y no hubo casos de mortalidad. La limitante de este estudio es que al carecer de grupo de control, no podemos demostrar la efectividad del ácido tranexámico, por lo que nos limitamos a hacer un análisis descriptivo.

La disminución en las transfusiones sanguíneas y el control del sangrado postoperatorio son dos objetivos importantes en la ATR. La transfusión sanguínea se asocia a estancia intrahospitalaria prolongada, mayor comorbilidad, transmisión de infecciones y reacciones transfusionales.<sup>17,18</sup> En nuestro estudio

demostramos que la tasa de transfusión de paquetes globulares es similar, incluso levemente menor, a lo reportado históricamente en la literatura (Tabla 4).

El ATX es un aminoácido sintético que inhibe de manera competitiva al plasminógeno y disminuye la cascada de la fibrinólisis. El estrés de la cirugía promueve la liberación de tPA (activador de plasminógeno tisular), lo cual produce una activación en la fibrinólisis. Está descrito que la cascada de fibrinólisis se inhibe a las 24 horas después de la cirugía de forma natural. Sin embargo, el uso de antifibrinolíticos (p. ej., ATX) pueden bloquear la conversión de plasminógeno a plasmina, la cual es importante en la etapa más temprana del postquirúrgico, reduciendo así la pérdida de sangre después de la intervención quirúrgica.<sup>19-21</sup>

La eficacia del ATX ha sido documentada en ensayos clínicos aleatorizados y metaanálisis y se ha reportado que se asocia a menor reducción en la hemoglobina y sangrado. Por ejemplo, en un ensayo clínico, aleatorizado publicado en Brasil se estudió la eficacia del ATX en ATR y se reportó que el grupo que recibió ATX tuvo menor reducción de hemoglobina (2.2 versus 3.2 g/dL,  $p = 0.007$ ), hematocrito (7.1 versus 9.8%,  $p = 0.0031$ ), sangrado (0.8 versus 1.2 L,  $p = 0.0038$ ) y gasto por drenaje (189.3 versus 352.6 mL,  $p = 0.0012$ ) que el grupo control. La tasa de transfusión fue de 0%.<sup>22</sup> En nuestro estudio, la mediana de reducción de la hemoglobina fue de 2 g/dL, lo cual es similar a lo descrito.

En otro estudio clínico, aleatorizado, se reportó que los pacientes que recibieron ATX IV antes de la ATR por osteoartritis ( $n = 29$ ) tenían mayor nivel de hemoglobina en el postoperatorio (11 versus 8 g/dL,  $p = 0.001$ ) y menor pérdida sanguínea (719 versus

861 mL,  $p = 0.03$ ) que el grupo control ( $n = 29$ ).<sup>23</sup>

En nuestro estudio la mediana de hemoglobina en el postoperatorio fue de 12.1 g/dL. Sin embargo, no tenemos grupo control para hacer la comparación.

En nuestro estudio la reducción de la hemoglobina fue de 2 g/dL, los niveles de sangrado de 250 mL, la tasa de transfusión de 3.6% y no hubo complicaciones. Una limitación de este estudio es que carecemos de grupo control, por lo que una comparación directa entre ATX y placebo no es posible, y no podemos medir efectividad. La importancia de este estudio radica en describir que el uso del ATX no se asocia a complicaciones. Otra fortaleza de nuestro estudio radica en que realizamos una comparación histórica y la cantidad de sangrado y la caída de Hb fueron similares respecto a los reportados en la literatura. Aún se requiere llevar a cabo estudios prospectivos comparativos para demostrar la efectividad del ATX para disminuir el sangrado y la necesidad de transfusión sanguínea.

## Conclusiones

En este estudio describimos que en una cohorte de pacientes mexicanos que se sometieron a una ATR unilateral por abordaje subvasto, el uso de ácido tranexámico preoperatorio no se asoció a complicaciones. La caída de hemoglobina y cantidad de sangrado fue similar a reportes previos donde se utiliza ácido tranexámico en este procedimiento. Al no tener grupo control no es posible determinar la efectividad y se sería necesario hacer estudios prospectivos controlados. El uso de ácido tranexámico para reducir el sangrado es una práctica habitual en el medio privado.

**Tabla 4:** Comparación cualitativa histórica entre diferentes estudios que incluyeron sujetos con artroplastia total de rodilla que recibieron ácido tranexámico.

Estudio	Número pacientes	Primer autor	Sangrado (mL, media)	Reducción de Hb (g/dL)	Transfusión, n (%)	Referencia
1	51	Mariana Diana Chaves de Almeida	Mediana = 800	2.2	0 (0)	<a href="https://doi.org/10.1016/j.rboe.2018.09.008">https://doi.org/10.1016/j.rboe.2018.09.008</a> <sup>22</sup>
2	30	David Sadigursky	Media = 719.0 ± 244.4	1	10 (34.5)	<a href="http://dx.doi.org/10.1590/1413-785220162403149200">http://dx.doi.org/10.1590/1413-785220162403149200</a> <sup>23</sup>
3	49	J. Sanz-Reig	Mediana = 260.0 (rango = 110-320)	1.5	0 (0)	Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2016; 60 (2): 106-112 <sup>24</sup>
4	50	Young-Jun Seol	Media = 580.6 ± 355.0	1.7 ± 05	20 (40)	<a href="https://doi.org/10.5792/ksrr.2016.28.3.188">https://doi.org/10.5792/ksrr.2016.28.3.188</a> <sup>25</sup>
5	82	Villalobos-Medélez Jaime <sup>1</sup>	Mediana = 250 mL (70-600 mL)	-2 (-4.4 - -0.4)	3 (3.7)	Este estudio

En México es una práctica rutinaria y éste es el primer estudio que describe la experiencia de su uso.

## Agradecimientos

A la Universidad La Salle, Hospital Ángeles Mocel - por habernos abierto las puertas de su prestigiosa y respetable institución, cuna de formidables profesionales

A los doctores Jaime Villalobos Medélez y José Manuel Athié García por su gentil labor otorgándonos los conocimientos básicos de cómo construir nuestro proyecto, por ser un gran maestro y ser humano. Dondequiera que vaya, los llevaré conmigo en mi transitar profesional. Su semilla de conocimientos germinó el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

## Referencias

- Espinosa A, Jiménez M, Zorrilla P, López A, Salido JA, Amo M. Influencia del cumplimiento de las expectativas del paciente en los resultados de la artroplastia total de rodilla. *Revista española de cirugía ortopédica y Traumatología*. 2020; 64 (6): 428-433.
- Ortega AM, Barco LR, Rodríguez MEC. Artroplastia total de rodilla. *Rev Ortop Traumatol*. 2002; 5: 476-484.
- Aguilera ZJM, Cruz LF, Encalada DIM, et al. Abordajes quirúrgicos en la artroplastia total de rodilla. *Acta Ortop Mex*. 2000; 14 (3): 275-278.
- Insall JN, Kelly MA. Anatomy. In: Insall JN, Windor RE, Scott WN, Aglietti P (eds). *Surgery of the Knee* 2 ed. New York: Churchill Livingstone 1993: 1: 1-20.
- Hofman AA, Plaster RL, Murdock LE. Subvastus approach for primary total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 1991; 269: 70-77.
- North WT, Mehran N, Davis JJ, Silverton CD, Wier RM, Laker MW. Topical vs intravenous tranexamic acid in primary total hip arthroplasty; a double blind, randomized controlled trial. *J Arthroplasty*. 2016; 31 (5): 1022.
- García-Dobarganes-Barlow FE, Romo-Aguilera IJ, Negrete-Corona J, et al. Effectiveness of tranexamic acid for decreased allogenic blood transfusion in total hip arthroplasty. *Acta Ortop Mex*. 2020; 34 (1): 6-9.
- Churchill JL, Puca KE, Meyer ES, Carleton MC, Truchan SL, Anderson MJ. Comparison of  $\epsilon$ -aminocaproic acid and tranexamic acid in reducing postoperative transfusions in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016; 31 (12): 2795-2799.e1.
- Park KJ, Couch CG, Edwards PK, Siegel ER, Mears SC, Barnes CL. Tranexamic acid reduces blood transfusions after total hip and total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016; 31 (12): 2850-2855.e1.
- Alshryda S, Sarda P, Sukeik M, Nargol A, Blenkinsopp J, Mason JM. Tranexamic acid in total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br*. 2011; 93 (12): 1577-1585.
- Wei W, Wei B. Comparison of topical and intravenous tranexamic acid on blood loss and transfusion rates in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014; 29 (11): 2113-2116.
- Demos HA, Lin ZX, Barfield WR, Wilson SH, Robertson DC, Pellegrini VD Jr. Process improvement project using tranexamic acid is cost-effective in reducing blood loss and transfusions after total hip and total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017; 32 (8): 2375-2380.
- Tuttle JR, Ritterman SA, Cassidy DB, Anazon WA, Froehlich JA, Rubin LE. Cost benefit analysis of topical tranexamic acid in primary total hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014; 29 (8): 1512-1515.
- Luo ZY, Wang HY, Wang D, et al. Oral vs intravenous vs topical tranexamic acid in primary hip arthroplasty: a prospective, randomized, double-blind, controlled study. *J Arthroplasty*. 2018; 33 (3): 786-793.
- Bradley KE, Ryan SP, Penrose CT, et al. Tranexamic acid or epsilon-aminocaproic acid in total joint arthroplasty? A randomized controlled trial. *Bone Joint J*. 2019; 101-B (9): 1093-1099.
- Whiting SR, Duncan CM, Sierra RJ, Smith HM. Tranexamic acid benefits total joint arthroplasty patients regardless of preoperative hemoglobin value. *J Arthroplasty*. 2015; 30 (12): 2098-2101.
- Madsen RV, Nielsen CS, Kalleose T, Husted H, Troelsen A. Low risk of thromboembolic events after routine administration of tranexamic acid in hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017; 32 (4): 1298-1303.
- Trial C, Stowers MDJ, Aoina J, Vane A, Poutawera V, Hill AG, et al. Tranexamic acid in knee surgery study-a multicentered, randomized controlled trial. *J Arthroplasty*. 2017; 32 (11): 3379-3384.
- Benjamín JB, Colgan KM. Are routine blood salvage/preservation measures justified in all patients undergoing primary TKA and HTA. *J Arthroplasty*. 2015; 30 (6): 955-958.
- Rajesparan K, Biant LC, Ahmad M, Field RE. The effect of an intravenous bolus of tranexamic acid on blood loss in total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2009; 91 (6): 776-783.
- Fillingham YA, Ramkumar DB, Jevsevar DS, Yates AJ, Bini SA, Clarke HD. Tranexamic acid use in total joint arthroplasty: the clinical practice guidelines endorsed by the American Association of Hip and Knee Surgeons, American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, American Academy of Orthopaedic Surgeons, Hip Society, and Knee Society. *J Arthroplasty*. 2018; 33 (10): 3065-3069.
- Almeida MDC, Albuquerque RPE, Palhares GM, Almeida JPC, Barretto JM, Cavanellas N. Evaluation of the use of tranexamic acid in total knee arthroplasty. *Rev Bras Ortop*. 2018; 53 (6): 761-767.
- Sadigursky D, Andion D, Boureau P, Ferreira MC, Carneiro RJP, Colavolpe PO. Effect of tranexamic acid on bleeding control in total knee arthroplasty. *Acta Ortop Bras*. 2016; 24 (3): 131-136.
- Sanz-Reig J, Ruiz BP, Martínez JF, López JM. Single intravenous tranexamic acid dose to reduce blood loss in primary total knee replacement. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2016; 60 (2): 106-112.
- Seol YJ, Seon JK, Lee SH, et al. Effect of tranexamic acid on blood loss and blood transfusion reduction after total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*. 2016; 28 (3): 188-193.

## Conflicto de intereses

No hay ningún conflicto de intereses por parte del autor o sus colaboradores en la realización de este estudio.