



ORIGINAL

[Artículo traducido] Sangrado oculto intraoperatorio en cirugía mínimamente invasiva de fracturas vertebrales osteoporóticas



V. Martín-Gorgojo^{a,b,*}, S. Burguet Girona^{a,b} y S. Muñoz Donat^{a,b}

^a Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Clínico Universitario de Valencia, Valencia, España

^b Instituto de Investigación Biomédica INCLIVA, Hospital Clínico Universitario de Valencia, Valencia, España

Recibido el 6 de abril de 2023; aceptado el 5 de diciembre de 2023

Disponible en Internet el 18 de marzo de 2024

PALABRAS CLAVE

Sangrado oculto;
 Fracturas vertebrales
 osteoporóticas;
 Cirugía mínimamente
 invasiva;
 Cirugía percutánea;
 Cirugía de columna

Resumen

Antecedentes y objetivo: La cirugía mínimamente invasiva (CMI) de columna previene el colapso de las fracturas vertebrales osteoporóticas (FVO) con menores tasas de complicaciones y sangrado que la realizada de forma abierta. Sin embargo, recientemente se ha descrito la posibilidad de sangrado oculto (SO) intraoperatorio, que hace referencia a la pérdida de sangre difundida en los tejidos y que se da por hemólisis. Se pretende estimar el impacto del SO en pacientes intervenidos con cirugía CMI por FVO.

Material y métodos: Estudio retrospectivo de una serie de pacientes intervenidos mediante CMI por FVO. Se realizó un análisis descriptivo de las variables recogidas y se calcularon el volumen sanguíneo total, el sangrado total, el SO y la caída de hemoglobina. A continuación, se llevó a cabo una revisión comparativa entre el SO (<500 vs. ≥500 ml) y las variables de estancia hospitalaria y evolución posoperatoria. Se utilizaron modelos de regresión logística binaria para descartar factores de confusión.

Resultados: Se incluyó a 40 pacientes, 8 hombres y 32 mujeres, con una edad media de 76,6 años. El SO medio fue de 682,5 ml. Se observó que un SO superior a 500 ml es un factor de riesgo independiente de evolución posoperatoria tórpida ($p=0,035$), mientras que no predice una mayor estancia hospitalaria ($p=0,116$). Se calculó un aumento de SO en cirugías con más complejidad técnica y más tiempo quirúrgico.

Conclusiones: Aunque las técnicas CMI han demostrado menor sangrado intraoperatorio, el SO debe ser identificado porque se asocia a una evolución tórpida. El uso de un algoritmo diagnóstico y terapéutico puede ayudar a minimizar su impacto.

© 2023 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Véase contenido relacionado en DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.recot.2023.12.001>

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: martin_vicgor@gva.es (V. Martín-Gorgojo).

<https://doi.org/10.1016/j.recot.2024.03.006>

1888-4415/© 2023 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Hidden blood loss;
Osteoporotic
vertebral fractures;
Minimally invasive
surgery;
Percutaneous
surgery;
Spine surgery

Hidden blood loss in minimally invasive surgery for osteoporotic vertebral fractures**Abstract**

Introduction and aim: Minimally invasive surgery (MIS) of the spine prevents the collapse of osteoporotic vertebral fractures (OVF) with lower complication and bleeding rates than open surgery. However, the possibility of hidden blood loss (HBL) has been recently described, referring to the loss of blood diffused into tissues and lost through hemolysis. This study aimed to estimate the postoperative impact of HBL in patients undergoing MIS for OVF.

Materials and methods: This was a retrospective study of a series of patients who had MIS for OVF. A descriptive analysis of recorded variables was performed, and total blood volume, total bleeding, HBL, and hemoglobine drop were calculated. This was followed by a comparative analysis between HBL (<500 ml vs. \geq 500 ml) and the variables of hospital stay and postoperative evolution. Binary logistic regression models were performed to rule out confounding factors.

Results: A total of 40 patients were included, 8 men and 32 women, with a mean age of 76.6 years. The mean HBL was 682.5 ml. An HBL greater than 500 ml is found to be an independent risk factor for torpid postoperative evolution ($P=0.035$), while it does not predict a longer hospital stay ($P=0.116$). In addition, a higher HBL was observed in surgeries of greater technical complexity and longer surgical time.

Conclusions: Although MIS techniques have shown less intraoperative bleeding than open surgery, HBL should be diagnosed because it is associated with a torpid evolution. The use of a diagnostic and therapeutic algorithm may help minimize its impact.

© 2023 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

Las fracturas vertebrales osteoporóticas (FVO) se diagnostican generalmente en pacientes mayores de 60 años de edad con comorbilidades y una baja tolerancia al sangrado que podría descompensarlos, circunstancia que se debe considerar si la fractura requiere cirugía debido al riesgo de colapso¹.

Las técnicas de cirugía mínimamente invasiva (CMI) de columna han demostrado prevenir el colapso de las FVO, con una baja tasa de complicaciones². Una de las ventajas de estas técnicas es el menor sangrado intraoperatorio, en comparación con la cirugía abierta, considerando que la CMI no requiere una disección amplia de la musculatura paravertebral^{3,4}.

En estudios recientes, se ha acuñado el término «sangrado oculto» (SO) para hacer referencia al sangrado que se difunde a los tejidos y que se pierde mediante hemólisis⁴. La recuperación postoperatoria puede verse gravemente afectada por este sangrado, lo que incrementa la tasa de transfusiones y complicaciones médicas y la estancia hospitalaria⁵. Sin embargo, muchos estudios sobre CMI cuantifican el sangrado intraoperatorio, pero no tienen en cuenta el SO.

Hemos detectado en nuestra práctica diaria que algunos de nuestros pacientes tienen una evolución tórpida tras la CMI para FVO. Por tanto, realizamos un estudio para calcular el impacto del SO en el periodo postoperatorio. Nos planteamos, asimismo, formular una propuesta de manejo postoperatorio de cara al diagnóstico precoz que ayude a minimizar sus consecuencias.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo con datos clínicos de pacientes intervenidos de FVO utilizando técnicas de CMI entre el 1 de junio de 2020 y el 30 de noviembre de 2021. Solo se incluyeron casos con una analítica de control obtenida tras de 24 a 48 h desde la cirugía. Todas las cirugías fueron realizadas por la misma cirujana especializada de nuestra unidad. La técnica quirúrgica más adecuada se decidió de acuerdo con la morfología de la fractura observada mediante tomografía computarizada, sobre la base del sistema de clasificación de fracturas osteoporóticas AO Spine-DGOU⁶: vertebroplastia, fijación percutánea un nivel por encima y por debajo de la vértebra fracturada (1L-1L) cementada o no cementada, fijación percutánea 2 niveles por encima y por debajo de la vértebra fracturada (2L-2L) cementada o no cementada y combinaciones de estas técnicas.

Excluimos a todos los pacientes con fracturas patológicas, que utilizaban terapia anticoagulante o antiplaquetaria (solo se aceptó si el fármaco usado era 100 mg de ácido acetilsalicílico, que se retiró antes de la cirugía), con anemia grave (considerada como nivel de hemoglobina [Hb] < 9 g/dL), que habían recibido una transfusión antes de la cirugía, o con trastornos hematológicos tales como trombocitopenia y trastornos de la coagulación.

Se recopilaron datos relativos al sexo, edad, índice de masa corporal (IMC), factores de riesgo cardiovascular (FRCV), tales como dislipidemia, hipertensión arterial o diabetes mellitus), clasificación del riesgo anestésico de la American Society of Anesthesiologists (ASA)⁷, tipo de cirugía, duración de la estancia hospitalaria (considerando el

Tabla 1 Datos demográficos de la serie de pacientes

	Hombres n = 8 (20%)	Mujeres n = 32 (80%)	Total n = 40
Edad en años	79,8 ± 8,8	75,9 ± 7,1	76,7 ± 7,5
FRCV n (%)	7 (87,5)	29 (90,6)	36 (90,0)
IMC en kg/m ²	28,7 ± 4,9	26,6 ± 3,9	27,0 ± 4,1
Normopeso (18,5-24,9), n (%)	3 (37,5)	11 (34,4)	14 (35,0)
Sobrepeso (25-29,9), n (%)	2 (25,0)	17 (53,1)	19 (47,5)
Obesidad (>30), n (%)	3 (37,5)	4 (12,5)	7 (17,5)
ASA n, (%)			
II	7 (87,5)	28 (87,5)	35 (87,5)
III	1 (12,5)	4 (12,5)	5 (12,5)

ASA: clasificación del riesgo anestésico de la American Society of Anesthesiologists; FRCV: factores de riesgo cardiovascular; IMC: índice de masa corporal; n: número de pacientes.

día del alta el momento en que el paciente reanudó la deambulación independiente) y la evolución postoperatoria (definiéndose la evolución tórpida como dolor desproporcionado, empeoramiento del estado general, náuseas persistentes, desaturación, hipotensión arterial sostenida, hipotensión ortostática o pérdida de apetito, que podrían originar una demora relativa de la ambulancia, considerando el nivel de complejidad de la fractura y la agresividad del procedimiento quirúrgico realizado). Se calcularon el volumen sanguíneo total (VST), el sangrado total (ST), el SO y la caída de Hb, de acuerdo con las ecuaciones que se exponen a continuación.

Se aplicaron las fórmulas utilizadas en estudios previos para el cálculo del SO⁸:

$$SO = (ml) = ST (ml) - \text{sangrado medido (ml)}$$

Dado que el aspirador quirúrgico utilizado mide un mínimo de 100 ml, no fue posible registrar con precisión la medida del sangrado intraoperatorio. Sin embargo, no se excedió este umbral en una alta proporción de pacientes. Por este motivo, para los cálculos necesarios y para homogeneizar los resultados, supusimos que el sangrado intraoperatorio medido alcanzó los 100 ml en todos los pacientes, considerando que el sangrado también se recoge en las compresas quirúrgicas.

El ST se calculó utilizando el método de Gross et al.⁹, que se basa en los niveles de hematocrito previos y posteriores a la cirugía (24-48 h):

$$ST (ml) = VST (l) \times \frac{\text{hematocrito preoperatorio (\%)} - \text{hematocrito postoperatorio (\%)} \times 1000}{\text{hematocrito medio}} \quad (1)$$

Se utilizó el método descrito por Nadler et al.¹⁰ para calcular el VST de los pacientes.

$$ST (l) = k1 \times \text{altura (m)}^3 + k2 \times \text{peso (kg)} + k3$$

donde $k1 = 0,3669$, $k2 = 0,03219$ y $k3 = 0,6041$ para los hombres y $k1 = 0,3561$, $k2 = 0,03308$ y $k3 = 0,1833$ para las mujeres.

Se utilizaron los valores preoperatorios y postoperatorios de Hb (transcurridas 24 o 48 h, tomando como referencia el valor más bajo) para calcular la caída de Hb, de acuerdo con la ecuación utilizada por Chen et al.⁴:

$$\text{Caída de Hb (g/l)} = \text{Hb preoperatoria (g/l)} - \text{Hb postoperatoria (g/l)}$$

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los resultados utilizando el programa estadístico SPSS de IBM versión 25, con los resultados expresados como media ± desviación estándar para las variables cuantitativas y como valores absolutos y porcentajes para las variables cualitativas. En primer lugar, se utilizaron las pruebas χ^2 de Pearson y t de Student, en función de las características de la variable del resultado, para comparar la estancia hospitalaria (en términos absolutos y segmentadas en 2 subgrupos: <4 días y ≥ 4 días, sobre la base de un punto de corte automáticamente optimizado calculado mediante SPSS IBM) y la evolución postoperatoria (tórpida frente a favorable) dependiendo del SO calculado (<500 ml frente a ≥ 500 ml). Se emplearon 2 modelos de regresión logística binaria para estimar la asociación entre la evolución postoperatoria (tórpida frente a favorable) y la estancia hospitalaria (<4 días frente a ≥ 4 días) y la variable independiente del SO (<500 ml frente a ≥ 500 ml), teniendo en cuenta potenciales variables demográficas de confusión (edad, sexo, FRCV e IMC). Se consideró un valor de significación estadística de 0,05.

Resultados

Solo 40 pacientes cumplieron los criterios de inclusión, dado que previo a nuestro conocimiento del SO, no se solicitaban

pruebas de laboratorio rutinarias. En la [tabla 1](#) se resumen las características demográficas de la muestra. En la [tabla 2](#) se muestra la técnica de CMI utilizada para tratar las FVO, así como la frecuencia relativa.

En la [tabla 3](#) se resumen los datos relativos a la caída de Hb, VST, ST y SO de acuerdo con la técnica CMI utilizada. El SO calculado para la técnica de fijación 1L-1L sin cementado, combinada con vertebroplastia tuvo un efecto negativo de -46,4 ml, dado que se calculó un ST inferior a 100 ml.

Los datos relacionados con la estancia hospitalaria y la evolución postoperatoria tórpida, segmentados por SO

Tabla 2 Frecuencia de las diferentes técnicas de cirugía mínimamente invasiva utilizadas

Técnica de CMI n (%)	Total n = 40
Vertebroplastia	2 (5,0)
1L-1L fijación no cementada	10 (25,0)
2L-2L fijación no cementada	9 (22,5)
2L-2L fijación no cementada	7 (17,5)
1L-1L fijación no cementada + vertebroplastia	3 (7,5)
1L-1L fijación no cementada + vertebroplastia	1 (2,5)
2L-2L fijación no cementada + vertebroplastia	7 (17,5)
2L-2L fijación cementada + vertebroplastia	1 (2,5)

CMI: cirugía mínimamente invasiva; 1L-1L: un nivel por encima y por debajo de la vértebra fracturada; 2L-2L: 2 niveles por encima y por debajo de la vértebra fracturada; n: número de pacientes.

<500 ml y \geq 500 ml, se muestran en la [tabla 4](#). Los modelos de regresión logística binaria muestran que el SO \geq 500 ml es el único factor de riesgo independiente para predecir una evolución tórpida cuando se tienen en cuenta el resto de las variables demográficas de confusión (*odds ratio* [OR]=7,030, valor $p=0,035$). Por el contrario, no predice una mayor estancia hospitalaria \geq 4 días (OR=3,188, valor $p=0,116$).

Discusión

La incidencia de FVO se ha incrementado con el envejecimiento de la población¹¹. Los pacientes con FVO pueden experimentar dolor, deformidad de columna, discapacidad funcional, depresión, reducción de la calidad de vida y un mayor riesgo asociado de fracturas adyacentes y mortalidad².

El desarrollo de técnicas mínimamente invasivas para abordar estas fracturas ha hecho posible indicar la cirugía en los pacientes cuya edad y comorbilidades contraindican la cirugía abierta. Por ello, la edad media de nuestra serie de pacientes fue de 76,7 años. Dichos pacientes tuvieron un alto porcentaje de FRCV y tenían sobrepeso notable. Su edad fue similar a la de los pacientes incluidos en el estudio realizado por Cao et al. (75 años)⁵ y Wu et al. (71 años)¹²,

aunque menor a la de los del estudio de Cai et al. (88,14 años)¹.

El SO medio calculado en nuestra serie fue de 682,5 ml. Analizando los resultados en virtud de la técnica utilizada, se observó un valor de SO más alto en los procedimientos más prolongados. Por tanto, la fijación 2L-2L cementada combinada con vertebroplastia conllevó el SO calculado más alto. Por contra, la vertebroplastia, que suele ser un procedimiento relativamente rápido, supuso un SO de 388,5 ml. De igual modo, Wu et al.¹² calcularon un SO de 256 ml en pacientes con fracturas de un solo nivel tratadas con cifoplastia.

Para las fracturas tratadas con fijación percutánea 1L-1L, se calculó un SO de 569,1 ml, superior al valor encontrado por Chen et al. (240 ml)⁴. Esta diferencia puede explicarse porque los pacientes de dicha serie eran jóvenes con fracturas traumáticas, con una edad media de 45,3 años y un IMC de 23,1.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados postoperatorios en función del SO. Los modelos de regresión logística binaria reflejaron que un SO calculado más elevado está asociado a una evolución postoperatoria tórpida en un mayor número significativo de pacientes ($p=0,035$) al controlar otros factores demográficos de confusión potencial. Por otro lado, aunque la estancia hospitalaria media absoluta fue algo mayor en el grupo de pacientes con SO calculado de \geq 500 ml, esto no se consideró un factor de riesgo estadísticamente significativo, al controlar por otros factores en un modelo de regresión logística binaria.

Como muestra este estudio, el sangrado posquirúrgico y sus posibles consecuencias en los pacientes mayores son inevitables. En caso de evolución postoperatoria tórpida, analizar la caída de Hb es esencial y no solo el valor absoluto en las analíticas de control postoperatorias. El valor absoluto de Hb puede estar en rango postoperatoriamente y no recomendarse transfusión de sangre (conforme a las guías internacionales, solo se indicaría cuando Hb fuera inferior a 7 g/dl¹³), pero una caída de más de 3 puntos podría repercutir en el curso clínico de los pacientes. Por ejemplo, supongamos que un paciente es ingresado por FVO con un valor preoperatorio de Hb de 12 g/dl y que dicho valor cae a 8 g/dl tras la cirugía. En tal caso, aunque dicho valor de Hb no sería indicativo de transfusión de concentrados de hematíes, es probable que dicha caída significativa

Tabla 3 Caída de hemoglobina, volumen de sangrado total, sangrado total y sangrado oculto

Técnica de CMI	Caída de Hb (g/dl)	VST (L)	ST (ml)	SO (ml)
Vertebroplastia	1,3 \pm 1,2	3,5 \pm 0,3	488,5 \pm 565,3	388,5 \pm 565,3
1L-1L fijación no cementada	1,9 \pm 1,6	4,2 \pm 0,5	669,1 \pm 582	569,1 \pm 582
2L-2L fijación no cementada	2,4 \pm 1,3	4,3 \pm 0,7	765,7 \pm 362	665,7 \pm 362
2L-2L fijación cementada	2,7 \pm 1,2	4 \pm 0,2	912,1 \pm 336,9	812,1 \pm 336,9
1L-1L fijación no cementada + vertebroplastia	0,3 \pm 0,6	4 \pm 0,3	53,6 \pm 220	-46,4 \pm 220
1L-1L fijación cementada + vertebroplastia	2,9 \pm 0	3,2 \pm 0	938,6 \pm 0	838,6 \pm 0
2L-2L fijación no cementada + vertebroplastia	2,9 \pm 1,6	4,2 \pm 0,5	1.108,7 \pm 705,7	1.008,7 \pm 705,7
2L-2L fijación cementada + vertebroplastia	4,3 \pm 0	3,6 \pm 0	1.493,3 \pm 0	1.393,26 \pm 0
Media total	2,3 \pm 1,5	4,1 \pm 0,5	782,5 \pm 542,4	682,5 \pm 542,4

1L-1L: un nivel por encima y por debajo de la vértebra fracturada; 2L-2L: 2 niveles por encima y por debajo de la vértebra fracturada; CMI: cirugía mínimamente invasiva; Hb: hemoglobina; SO: sangrado oculto; ST: sangrado total; VST: volumen de sangrado total.

Tabla 4 Estancia hospitalaria y evolución por sangrado oculto calculado

	SO <500 ml n = 15 (37,5%)	SO ≥500 ml n = 25 (62,5%)	Total n = 40	Valor p
<i>Estancia hospitalaria (días) [rango]</i>	3,5 ± 1,8 [1-9]	5,1 ± 3,4 [1-15]	4,5 ± 3 [1-5]	0,067
<4 días n (%)	9 (60)	9 (36)	18 (45)	0,140
≥4 días n (%)	6 (40)	16 (64)	22 (55)	
<i>Evolución postoperatoria tórpida n (%)</i>	2 (13,3)	11 (44)	13 (32,5)	0,045

n: número de pacientes; SO: sangrado oculto.

La significación estadística viene determinada por $p < 0,05$ (en negrita).

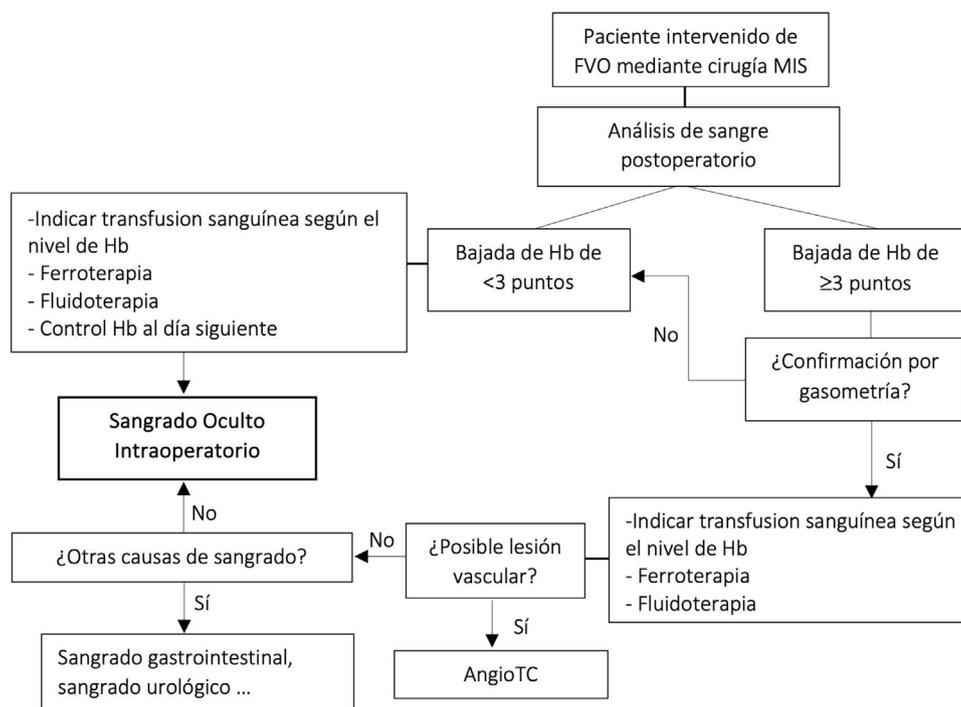


Figura 1 Protocolo para la detección y tratamiento tempranos del sangrado oculto.

CMI: cirugía mínimamente invasiva; FVO: fracturas vertebrales osteoporóticas; Hb: hemoglobina; TC: tomografía computarizada.

tuviera consecuencias clínicas en el resultado del paciente. De manera similar a la cirugía de cadera¹⁴, consideramos aconsejable adaptar el umbral de la transfusión a cada caso.

Algunos autores recomiendan el uso preoperatorio de ácido tranexámico para minimizar la tasa de sangrado quirúrgico, y de ahí sus consecuencias, en pacientes con fracturas toracolumbares tratadas de forma percutánea¹⁵. Sin embargo, su uso sigue siendo objeto de debate y fuera de indicación.

Tras analizar nuestros resultados, hemos elaborado un protocolo para la detección y el tratamiento precoz del SO tras CMI para FVO (fig. 1). Creemos que puede ser de utilidad en la práctica clínica para minimizar los efectos del SO y ayudar a descartar otras causas de sangrado.

Nuestro estudio tiene ciertas limitaciones. En primer lugar, se trata de un estudio observacional retrospectivo con una serie limitada de casos. Por tal motivo, no pudimos hacer un análisis estratificado detallado agrupando los pacientes de acuerdo con el tipo de fractura y el tratamiento. Sin

embargo, es la primera serie española de pacientes intervenidos de cirugía para FVO utilizando técnicas CMI que ha estudiado el SO y en proponer un diagnóstico y un algoritmo terapéutico. El cálculo del SO consideró que el sangrado medido fue de 100 ml, lo cual pudo haber alterado los resultados, dado que no se alcanzó dicho valor en muchos casos. Sin embargo, otros autores, como Cao et al.⁵, ignoraron el sangrado medido intraoperatoriamente en sus cálculos. Además, cabe destacar que solo se incluyó a aquellos pacientes a quienes se les realizó una analítica transcurridas 24-48 h de la cirugía (de acuerdo con los criterios definidos) y, por tanto, los resultados obtenidos pueden haber sobrestimado la importancia global del SO en este tipo de cirugía. Además, no hemos tenido en cuenta otros parámetros de sangrado postoperatorio, como los electrolitos séricos, que podrían haber influido en los resultados. Por último, la edad media avanzada de nuestra población puede haber causado un SO calculado más elevado, debido al aumento de la tendencia al sangrado global.

Conclusiones

- Aunque las técnicas de CMI para FVO conllevan menos sangrado intraoperatorio que la cirugía abierta, el SO intraoperatorio no ha sido reconocido siempre. Sin embargo, consideramos que debe tenerse en cuenta de forma proactiva, dado que está asociado a un mal resultado postoperatorio.
- La detección de una caída significativa de la Hb (a pesar de una Hb postoperatoria dentro de niveles no indicativos de transfusión sanguínea) puede reflejar un SO más alto y, por tanto, predecir un resultado postoperatorio desfavorable.
- El uso de un algoritmo para el diagnóstico y manejo tempranos del SO podría ayudar a minimizar su impacto en los pacientes mayores.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Aprobación ética

Se obtuvo aprobación ética del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos (CEIm) del Hospital Clínico Universitario de Valencia (orden n° 2022/012). Se obtuvo consentimiento informado verbal de todos los participantes incluidos en el estudio.

Financiación

Ninguna declarada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la ausencia de conflictos de intereses relevantes.

Bibliografía

1. Cai T, Wang F, Nan L, Chen D, Wang S, Feng X, et al. Perioperative hidden blood loss in elderly osteoporotic vertebral compression fracture patients with percutaneous vertebroplasty and influencing factors. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2021;12, <http://dx.doi.org/10.1177/2151459321996178>, 215145932199617.
2. Zuo X, Zhu X, Bao H, Xu C, Chen H, Gao XQ. Network meta-analysis of percutaneous vertebroplasty, percutaneous kyphoplasty nerve block, and conservative treatment for non-

- surgery options of acute/subacute and chronic osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) in short-term and long-term. *Medicine.* 2018;97, <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000011544>.
3. Court C, Vincent C. Percutaneous fixation of thoracolumbar fractures: Current concepts. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98:900–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.201209014>.
4. Chen Z-X, Sun Z-M, Jiang C, Zhang H, Tong M-J, Lin Y, et al. Comparison of hidden blood loss between three different surgical approaches for treatment of thoracolumbar fracture. *J Invest Surg.* 2019;32:755–60, <http://dx.doi.org/10.1080/08941939.2018.1458925>.
5. Cao D, Zhang S, Yang F, Shen K, Tan Z. Hidden blood loss and its influencing factors after percutaneous kyphoplasty surgery. *Medicine.* 2018;97:e0435, <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000010435>.
6. Schnake KJ, Blattert TR, Hahn P, Franck A, Hartmann F, Ullrich B, et al. Classification of osteoporotic thoracolumbar spine fractures: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). *Global Spine J.* 2018;8 2 Suppl:46S-49S, <http://dx.doi.org/10.1177/2192568217717972>.
7. Doyle DJ, Goyal A, Bansal P, Garmon EH. *American Society of Anesthesiologists Classification.* StatPearls: Treasure Island (FL); 2021.
8. Sehat KR, Evans R, Newman JH. How much blood is really lost in total knee arthroplasty? *Knee.* 2000;7:151–5, [http://dx.doi.org/10.1016/S0968-0160\(00\)00047-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0968-0160(00)00047-8).
9. Gross J. Estimating allowable blood loss: Corrected for dilution. *Anesthesiology.* 1983;58:277–80, <http://dx.doi.org/10.1097/0000542-198303000-00016>.
10. Nadler SB, Hidalgo JH, Bloch T. Prediction of blood volume in normal human adults. *Surgery.* 1962;51:224–32.
11. Tsuda T. Epidemiology of fragility fractures and fall prevention in the elderly: A systematic review of the literature. *Curr Orthop Pract.* 2017;28:580–5, <http://dx.doi.org/10.1097/BCO.0000000000000563>.
12. Wu Y, Zhang H, Zheng W, Feng Z, Chen Z, Lin Y. Hidden blood loss and the influential factors after percutaneous kyphoplasty surgery. *Eur Spine J.* 2017;26:1878–83, <http://dx.doi.org/10.1007/S00586-017-4950-9>.
13. Retter A, Wyncoll D, Pearse R, Carson D, McKechnie S, Stanworth S, et al. Guidelines on the management of anaemia and red cell transfusion in adult critically ill patients. *Br J Haematol.* 2013;160:445–64, <http://dx.doi.org/10.1111/BJH.12143>.
14. Smith GH, Tsang J, Molineux SG, White TO. The hidden blood loss after hip fracture. *Injury.* 2011;42:133–5, <http://dx.doi.org/10.1016/J.INJURY.2010.02.015>.
15. Wang X, Yang R, Sun H, Zhang Y. Different effects of intravenous topical, and combined application of tranexamic acid on patients with thoracolumbar fracture. *World Neurosurg.* 2019;127:e1185–9, <http://dx.doi.org/10.1016/J.WNEU.201904095>.