



Julio-Septiembre 2023  
Vol. 1, núm. 3 / pp. 140-147

Recibido: 21 de Mayo de 2023  
Aceptado: 05 de Julio de 2023

doi: 10.35366/112797

# Factores predictivos de sangrado mayor en artrodesis posterior instrumentada en pediátricos con diferentes etiologías de escoliosis

## *Predictive factors of major bleeding in instrumented posterior arthrodesis of pediatric patients with scoliosis*

Brenda Berenice Delángel Solís Cámara,\* Hugo Vilchis Sámano,†  
Cristian Yiovanny Pinzón Largo§

**Palabras clave:**  
artrodesis posterior,  
sangrado mayor, escoliosis  
idiopática, transquirúrgico.

**Keywords:**  
*posterior arthrodesis,  
major bleeding, idiopathic  
scoliosis, trans-surgical.*

## RESUMEN

**Introducción:** el sangrado mayor transquirúrgico asociado a la artrodesis posterior instrumentada en pacientes pediátricos con escoliosis puede llegar a ser catastrófica para el estado de salud del paciente. **Material y métodos:** estudio descriptivo, observacional, retrospectivo, diseñado en un modelo de casos, identificando pacientes pediátricos con cualquier causa de escoliosis (idiopática, congénita, sindrómica y neuromuscular) que fueron sometidos a tratamiento quirúrgico de artrodesis posterior instrumentada primaria. Fueron casos aquellos que presentaron sangrado mayor (> 20% del volumen circulante total) y controles los que presentaron sangrado < 20% del volumen circulante total. Se aplicó regresión logística para realizar un modelo de predicción de sangrado mayor en variables estadísticamente significativas. **Resultados:** de los 89 pacientes, con edad promedio de 14 años (rango de nueve a 18 años), 62 (69%) presentaron sangrado mayor y 27 (30%) no presentaron sangrado mayor. Las siguientes variables tuvieron más riesgo de sangrado mayor: edad < 14 años 4.3 veces más riesgo ( $p = 0.002$ ), el índice de masa corporal (IMC) < 18.5 tiene 6.17 veces más riesgo ( $p = 0.003$ ), más de 11 niveles fusionados tiene 8.5 veces más riesgo ( $p < 0.000$ ), tiempo quirúrgico > 300 min tiene 3.7 veces más riesgo ( $p = 0.040$ ), un ángulo de Cobb > 75° tiene 3.5 veces más riesgo ( $p = 0.015$ ). Se realizó un modelo donde la presencia aislada de más de 11 niveles funcionados implica un riesgo de 8.5, al añadir la variable de la edad < 14 años aumenta el riesgo hasta 11.4, y al añadir un IMC bajo, éste se eleva hasta presentar un riesgo de 52. **Conclusión:** la edad < 14 años, IMC bajo, ángulo de Cobb > 75°, tiempo quirúrgico prolongado, más de 11 niveles fusionados, son factores de riesgo para la presencia de sangrado mayor.

## ABSTRACT

**Introduction:** major trans-surgical bleeding associated with posterior instrumented arthrodesis in pediatric patients with scoliosis can be catastrophic for the patient's health status. **Material and methods:** descriptive, observational, retrospective study, designed in a case model, identifying pediatric patients diagnosed with scoliosis who underwent surgical treatment of primary instrumented

\* Médico Ortopedista, egresada del Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes. ORCID ID: 0000-0001-7530-7195

† Jefe del Servicio de Cirugía de Columna del Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes. ORCID ID: 0000-0002-8059-3701

§ Fellow de Cirugía de Columna del Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes. ORCID ID: 0000-0002-7674-6023

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Naucalpan, Estado de México.

**Correspondencia:**  
Dr. Hugo Vilchis Sámano  
E-mail: columnahtolv@gmail.com

**Citar como:** Delángel SCBB, Vilchis SH, Pinzón LCY. Factores predictivos de sangrado mayor en artrodesis posterior instrumentada en pediátricos con diferentes etiologías de escoliosis. Cir Columna. 2023; 1 (3): 140-147. <https://dx.doi.org/10.35366/112797>



*posterior arthrodesis. The cases were the patients who presented major bleeding (> 20% of the total circulating volume) and the controls were those who presented (< 20% of the total circulating volume). Logistic regression was performed to perform a major bleeding prediction model on statistically significant variables. Results: of the 89 patients, with a mean age of 14 years (range 9 to 18 years), 62 (69%) had major bleeding and 27 (30%) had no major bleeding. The following variables had a higher risk of major bleeding: age < 14 years 4.3 times more risk ( $p = 0.002$ ), body mass index (BMI) < 18.5 has 6.17 times more risk ( $p = 0.003$ ), > 11 fused levels has 8.5 times more risk ( $p < 0.000$ ), surgical time > 300 min has 3.7 times more risk ( $p = 0.040$ ), a Cobb angle > 75° has 3.5 times more risk ( $p = 0.015$ ). A model was made where the isolated presence of > 11 functioning levels implies a risk of 8.5, adding the variable of age < 14 years increases the risk up to 11.4, and when adding a low BMI, it rises to present a risk from 52. Conclusion: age < 14 years, low BMI, Cobb angle > 75°, prolonged surgical time, > 11 fused levels, are risk factors for the presence of major bleeding.*

## INTRODUCCIÓN

La definición actual de escoliosis, según la *Scoliosis Research Society*,<sup>1</sup> es una deformidad de la columna vertebral en tres dimensiones, en donde en el plano coronal excede de 10 grados y el desplazamiento lateral del cuerpo vertebral cruza la línea media y regularmente se acompaña de algún grado de rotación.<sup>2</sup>

El tratamiento quirúrgico de esta condición está indicado para pacientes con curvaturas mayores a 45° que son Risser 2 o menor, o curvaturas mayores a 50° con Risser 3.<sup>3</sup>

Varios estudios han demostrado que el abordaje posterior es un método eficaz para la corrección de escoliosis; sin embargo, la fusión espinal posterior conlleva riesgo de hemorragia que puede repercutir en el paciente.<sup>4</sup> La fusión espinal pediátrica para la escoliosis se asocia con una sustancial pérdida sanguínea debido a la extensa disección de tejidos blandos e instrumentación vertebral, así como factores de riesgo propios de la cirugía.<sup>5</sup>

En un entorno médico, la cirugía es la causa más común de sangrado mayor, definida como una pérdida de 20% del volumen sanguíneo total o más. En particular, procedimientos cardiovasculares, trasplante de hígado y resecciones hepáticas, y procedimientos ortopédicos importantes que incluyen reemplazo de cadera y rodilla y cirugía de columna, están asociados con hemorragias graves.<sup>6</sup> Dentro de la cirugía de columna, la de escoliosis es la de mayor riesgo por la extensión de los abordajes.

La hemorragia masiva puede sobrepasar todos los mecanismos compensadores, llevando a la isquemia tisular, falla de órganos, isquemia miocárdica y muerte, siendo fundamental el inmediato soporte vital para el buen resultado de la intervención y la realización de medidas como la transfusión.<sup>7</sup> Sin embargo, este procedimiento de transfusión pueden estar relaciona-

do con complicaciones médicas, como por ejemplo, infecciones, reacción hemolítica, lesiones pulmonares, entre otras, incluso aumentando el riesgo de muerte.<sup>5</sup>

La artrodesis espinal pediátrica para escoliosis se asocia a pérdida sanguínea, que incluso puede llegar a ser masiva, esto debido a la extensa disección de los músculos paravertebrales e instrumentación que se realiza, así como a factores propios de la cirugía, comprometiendo la estabilidad hemodinámica del paciente.

Este tipo de complicación impacta negativamente en la recuperación del paciente, requiriendo estancias hospitalarias prolongadas, uso de terapia intensiva, uso de hemoderivados, lo que implica altos costos para las instituciones. Si se lograra identificar previamente los factores asociados a esta complicación quirúrgica, se puede construir un modelo predictivo sobre el porcentaje de pérdida hemática esperada, y estratificar el riesgo, para planificar las medidas adecuadas y disminuir las complicaciones asociadas a la hemorragia masiva.

El sangrado mayor transquirúrgico asociado a la artrodesis posterior instrumentada en la escoliosis puede llegar a ser catastrófica para el estado de salud del paciente. No se conoce el riesgo que representan los factores inherentes del paciente, como sexo, edad, tipo de escoliosis, ángulo de Cobb y localización y estructuración de la curvatura para la incidencia de sangrado mayor. Además, no se cuenta con un protocolo y algoritmo para estratificar y cuantificar el riesgo de la ocurrencia de sangrado de acuerdo a la presentación en número y gravedad de los factores previamente mencionados, por lo cual construir un modelo predictivo considerando estas variables nos permitirá determinar el riesgo inherente a cada paciente y así elaborar una planeación quirúrgica apropiada.

Derivado de lo anterior, mediante este estudio se busca conocer cuáles son los factores prequirúrgicos y transquirúrgicos asociados a sangrado mayor durante

la artrodesis posterior instrumentada en pacientes pediátricos con escoliosis.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, observacional, retrospectivo, transversal, analítico, diseñado en un modelo de casos y controles en el servicio de cirugía de columna, identificando pacientes con diagnóstico de cualquier tipo de escoliosis (idiopática, congénita, sindrómica, neuromuscular) que fueron sometidos a tratamiento quirúrgico consistente en artrodesis posterior instrumentada primaria en el Hospital de Traumatología y Ortopedia "Lomas Verdes" en el periodo de 2016 a 2021. Siendo los casos los pacientes que presentaron sangrado > 20% del volumen circulante total y los controles los que presentaron < 20% del volumen circulante total.

El tipo de muestreo fue a conveniencia, es decir, se incluye a los pacientes que cuenten con los criterios de inclusión correspondientes.

Para recoger la información se utilizó el expediente clínico en físico y electrónico, además de la base de datos de imagenología, y se recabó la información de acuerdo con la base de datos del módulo de escoliosis.

Los datos recogidos fueron: sexo (masculino/femenino), edad a la que se realizó la cirugía, peso, talla, índice de masa corporal, tipo de escoliosis, ángulo de Cobb, localización de la curvatura mayor, tiempos de coagulación prequirúrgicos, tiempo de protrombina (TP), tiempo de tromboplastina parcialmente activado (TTPa), hemoglobina y hematocrito prequirúrgicos y postquirúrgicos, sangrado transquirúrgico en mililitros, tiempo quirúrgico en minutos, presión arterial media durante la cirugía, sangrado en mililitros, sangrado permisible, transfusiones en mililitros, niveles instrumentados, cantidad de tornillos colocados, comorbilidades asociadas. Estos datos transquirúrgicos se recogieron del formato de cirugía reportado por el anestesiólogo.

*Criterios de inclusión:* sexo indistinto, edades entre cinco a 18 años, pacientes con diagnóstico de cualquier tipo de escoliosis, pacientes tratados quirúrgicamente con artrodesis posterior instrumentada, pacientes tratados dentro del periodo 2016-2021, pacientes con expediente clínico que presente datos completos.

*Criterios de exclusión:* pacientes que se les realizó un tratamiento quirúrgico diferente a la artrodesis, pacientes con cirugías de revisión, pacientes que no cuentan con expediente clínico completo.

Para el análisis, en una hoja de Excel, se realizó la captura de los datos de los pacientes con el diag-

nóstico de escoliosis que cumplieron con los criterios de inclusión descritos previamente.

Se calculó el volumen circulante total (VCT) de cada paciente, usando la fórmula de peso  $\times$  70 ml que es el volumen que corresponde de acuerdo al grupo de edad; posteriormente se calculó el porcentaje de sangrado y se comparó con el sangrado permisible, el cual se estableció como < 20% del VCT.

Se hizo un análisis univariado aplicando las medidas de tendencia central (media y mediana) para las variables cuantitativas. Para valorar la diferencia estadística entre ambos grupos se empleó la U de Mann-Whitney, y para la diferencia entre porcentajes se utilizó la  $\chi^2$ .

Se utilizó la herramienta estadística SPSS Statistics versión 24 para valorar la asociación entre las variables independientes clínico demográficas y las correspondientes al procedimiento quirúrgico y la variable dependiente cualitativa sangrado mayor (presencia o ausencia) para valorar el riesgo mediante el cálculo de Odds ratio.

Por último, se aplicó una regresión logística para realizar un modelo de predicción de sangrado mayor al combinarse las variables independientes que resultaron estadísticamente significativas.

## RESULTADOS

La población inicial de pacientes en nuestro estudio con diagnóstico de escoliosis registrados en la base de datos fue de un total de 155 pacientes, de los cuales sólo se seleccionaron aquellos casos que fueron sometidos a intervención quirúrgica consistente en artrodesis posterior instrumentada, obteniendo una muestra de 89 (57%).

De los 89 pacientes obtenidos, 69 (77.5%) fueron mujeres y 20 (22.5%) hombres, con edad promedio de 14 años (rango de 7 a 18 años), 55% tuvieron diagnóstico de escoliosis idiopática, 16.9% sindrómica, 14.6% congénita, 6.7% neuromuscular, 2.2% Scheuermann. Sesenta y dos (69%) presentaron sangrado mayor y 27 (30%) no presentaron sangrado mayor. De la muestra total sólo cinco (5.6%) pacientes no fueron transfundidos, los demás requirieron transfusión de concentrado eritrocitario y/o plasma fresco congelado.

En la *Tabla 1* se muestran las características demográficas comparativas de acuerdo a los que presentaron sangrado mayor y los que no presentaron sangrado mayor, con medidas de frecuencias para datos categóricos y promedios para datos continuos.

**Tabla 1:** Características generales de la población de estudio. Comparación entre los que presentaron sangrado mayor y los que no presentaron sangrado mayor. N = 89.

	Con sangrado mayor N = 62	Sin sangrado mayor N = 27	p
Edad, (años)*,‡	14 (12.2-15.8)	14.6 (12.4-16.8)	0.049
< 14	64	29	0.002
≥ 14	35	70	
Sexo‡			0.105
Femenino	82	67	
Masculino	18	33	
IMC‡			0.009
Alto	8	18	
Normal	48	70	
Bajo	43	11	
Tipo de escoliosis‡			0.570
Idiopática	58	62	
Congénita	12	18	
Neuromuscular	6	7	
Sindromática	20	7	
Scheuermann	1	4	

IMC = índice de masa corporal.

\* Los datos son presentados como mediana (q25-q75).

‡ Datos expresados en porcentaje.

Para comparar medianas se utilizó la U de Mann-Whitney. La diferencia entre porcentajes se calculó utilizando la prueba de  $\chi^2$ .

Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos con respecto a la edad, predominando en el grupo de sangrado mayor pacientes menores de 14 años, así como en el índice de masa corporal (IMC), predominando el bajo IMC en el grupo de sangrado mayor.

En cuanto al sexo y el tipo de escoliosis, no existe una diferencia estadísticamente significativa, se observó una tendencia similar en ambos grupos, excepto en la escoliosis sindrómica, la cual es más frecuente en el grupo de sangrado mayor.

En la **Tabla 2** podemos observar las características clínicas de forma comparativa en ambos grupos, en los cuales se valoró la hemoglobina prequirúrgica y postquirúrgica, tiempos de coagulación, ángulo de Cobb, localización de la curva y comorbilidades, sin encontrar una diferencia significativa entre ambos grupos. Sin embargo, al analizar la variable del ángulo de Cobb mediante caja de velas, podemos observar que los pacientes en el grupo de sangrado mayor tuvieron una mediana y rangos intercuartiles mayores que los pacientes sin sangrado mayor.

Por lo que al estratificar de forma diferente los datos, tomando como punto de corte el ángulo de 75° podemos observar que los pacientes con un ángulo > 75° tienen mayor sangrado en mililitros, que los pacientes con < 75°.

Se reportaron 38 pacientes con comorbilidades, de los cuales 73% presentaron sangrado mayor. Las co-

**Tabla 2:** Características clínicas de la población de estudio. Comparación entre los que presentaron sangrado mayor y los que no presentaron sangrado mayor. N = 89.

	Con sangrado mayor N = 62	Sin sangrado mayor N = 27	p
Hb prequirúrgica (mg/dl)*	14.8 (13.8-15.5)	14.8 (13.7-15.9)	0.583
Hb postquirúrgica (mg/dl)*	10.5 (8.9-11.5)	10.9 (10-11.6)	0.195
TP*	14.3 (12.6-15.9)	14 (12.4-15.9)	0.571
TTPa*	32.6 (30-34)	32.5 (30.6-35)	0.908
Ángulo de Cobb‡			0.263
< 45	4.80	14.80	
46-89	75.80	70.40	
> 90	19.40	14.80	
Localización de la curva‡			0.983
Alta	51.6	51.9	
Baja	48.4	48.1	
Comorbilidades	45.2	33	0.476

Hb = hemoglobina. TP = tiempo de protrombina. TTPa = tiempo de tromboplastina parcialmente activado.

\* Los datos son presentados como mediana (q25-q75). ‡ Datos expresados en porcentaje.

Para comparar medianas se utilizó la U de Mann-Whitney. La diferencia entre porcentajes se calculó utilizando la prueba de  $\chi^2$ .

morbilidades más frecuentes fueron neurofibromatosis (18.4%), neumopatías (13.1%), cardiopatías (13.1%) y síndrome de Ehlers-Danlos (7.9%).

La *Tabla 3* muestra las diferencias transquirúrgicas divididas en los grupos de sangrado mayor y sin sangrado mayor, encontrando diferencia estadística en el tiempo quirúrgico, sangrado transquirúrgico, presión arterial media, niveles fusionados y número de osteotomías.

Se realizó un análisis bivariado entre la variable dependiente (sangrado mayor) y las 16 variables de interés (*Tabla 4*), en la que se muestra el riesgo de pre-

sentar sangrado mayor utilizando el *Odds ratio* (OR), para cada categoría. Sólo cinco de las 16 variables independientes tuvieron  $p < 0.05$ .

La edad < 14 años presenta 4.3 veces más riesgo de sangrado mayor que los pacientes > 14 años ( $p = 0.002$ ), el IMC < 18.5 tiene 6.17 veces más riesgo de sangrado mayor que los pacientes con un IMC normal ( $p = 0.003$ ), más de 11 niveles fusionados tiene 8.5 veces más riesgo de sangrado quirúrgico que los pacientes con menos de 11 niveles fusionados ( $p < 0.000$ ), tiempo quirúrgico > 300 min tiene 3.7 veces más riesgo de sangrado mayor que los pacientes con tiempo quirúrgico

**Tabla 3:** Diferencias en los datos transquirúrgicos entre los pacientes que presentaron sangrado mayor y los que no presentaron sangrado mayor. N = 89.

	Con sangrado mayor N = 62	Sin sangrado mayor N = 27	p
Tiempo quirúrgico (min)*	300 (250-352)	270 (240-300)	0.019
Sangrado transquirúrgico (ml)*	925 (800-1,300)	500 (400-620)	0.000
PAM (mmHg)*	70 (62-78)	79 (71-87)	0.005
Niveles fusionados <sup>‡</sup>			0.000
> 11	93.50	63	
≤ 11	6.50	37	
Número de tornillos <sup>‡</sup>			0.685
> 16	71.0	66.70	
≤ 16	29.0	33.30	
Niveles instrumentados <sup>‡</sup>			0.209
> 10	69.40	55.60	
≤ 10	30.50	44.40	
Número de osteotomías*	2.5 (0-3)	0 (0-3)	0.037

PAM = presión arterial media.

\* Los datos son presentados como mediana (q25-q75).

<sup>‡</sup> Datos expresados en porcentaje.

Para comparar medianas se utilizó la U de Mann-Whitney. La diferencia entre porcentajes se calculó utilizando la prueba de  $\chi^2$ .

**Tabla 4:** Factores de riesgo para presentar sangrado mayor del permisible calculado en artrodesis posterior instrumentada en paciente pediátrico con escoliosis. N = 89.

	Sangrado mayor N = 62	Sin sangrado mayor N = 27	OR (IC 95%)	p
Edad (< 14 años)*	64.0	29.0	4.3 (1.6-11.46)	0.002
IMC (< 18.5)*	43.0	11.0	6.17 (1.6-22.6)	0.003
Niveles fusionados (> 11)*	93.5	63.0	8.5 (2.3-27)	0.000
Tiempo QX (> 300 min)*	56.0	25.0	3.7 (1.3-10)	0.040
Ángulo de Cobb (> 75°)*	50.0	22.0	3.5 (1.2-9.8)	0.015

IMC = índice de masa corporal.

\* Datos expresados en porcentaje.

**Tabla 5:** Modelo de riesgo para presentar sangrado mayor del permisible calculado en artrodesis posterior instrumentada en paciente pediátrico con escoliosis. N = 89.

	OR (IC 95%)	Edad < 14 años	Bajo peso	Osteotomía	Peso alto	OR (IC 95%)
Niveles fusionados (> 11)	8.5 (2.3-27)	11.4 (1.9-65)	52 (3.7-715)	11.3 (1.1-111)	1.25 (0.91-1.7)	
Ángulo de Cobb (> 75°)	3.5 (1.5-7.8)	1.6 (0.5-5)	—	0.842 (0.25-2.7)	0.407 (0.25-0.6)	
Tiempo quirúrgico (> 300 min)	3.7 (1.6-8.1)	5 (1.3-18.3)	—	2.2 (0.6-7.4)	1.66 (1-2.7)	

OR = Odds ratio.  
Para realizar el ajuste de OR se utilizó la prueba de Cochran y Mantel-Haenszel en regresión logística binaria.

menor ( $p = 0.040$ ), un ángulo de Cobb  $> 75^\circ$  tiene 3.5 veces más riesgo de sangrado mayor que los pacientes con un ángulo de Cobb menor ( $p = 0.015$ ).

Al identificar las variables con asociación a sangrado mayor se realizó un modelo de predicción de sangrado mediante una regresión logística, realizando una combinación de las diferentes variables independientes (*Tabla 5*).

Se observó que la combinación de las diferentes variables puede aumentar o disminuir el riesgo de sangrado mayor.

La presencia aislada de más de 11 niveles fusionados implica un riesgo de 8.5, al añadir la variable de la edad  $< 14$  años aumenta el riesgo hasta 11.4, pero al añadir un IMC bajo, éste se eleva hasta presentar un riesgo de 52; sin embargo, al incluir la variable de un IMC alto este disminuye significativamente hasta 1.25, siendo un factor protector para sangrado mayor.

## DISCUSIÓN

Este estudio se realizó con el fin de determinar qué factores son predictivos para el sangrado mayor en niños sometidos a artrodesis posterior instrumentada.

Hay que considerar que la edad  $< 14$  años, IMC bajo, el ángulo de Cobb, el tiempo quirúrgico y los niveles fusionados son factores de riesgo para presentar sangrado mayor al realizar una artrodesis posterior instrumentada, así como tomar en cuenta que los pacientes pueden presentar más de una de las variables, lo que aumenta significativamente el riesgo de sangrado mayor.

La optimización en el manejo de la pérdida sanguínea involucra técnicas durante el periodo prequirúrgico, transquirúrgico y postquirúrgico.<sup>5</sup>

Al tener conocimiento de las variables asociadas a esta complicación, dentro de la valoración preope-

ratoria se pueden identificar los factores modificables como el IMC, ya que un IMC bajo se asocia con mayor riesgo de sangrado mayor, lo que concuerda con lo reportado en la literatura,<sup>8</sup> debido a que estos pacientes tienen menor sangrado permisible, lo que puede resultar en una inestabilidad hemodinámica de forma temprana durante la cirugía, requiriendo mayor uso de hemoderivados.

Roslyn C y colaboradores,<sup>8</sup> en su estudio, reportan que pacientes obesos con escoliosis idiopática tienen mayor riesgo de complicaciones perioperatorias, un índice de masa corporal elevado se asocia a un aumento en el tiempo quirúrgico, sangrado; sin embargo, en nuestro estudio el IMC elevado fue un factor protector para el sangrado mayor.

En la literatura no se tiene nada reportado respecto a la edad como factor de riesgo para sangrado mayor, pudiendo estar asociado a que, entre menor edad tenga el niño, resulta en menor peso y por lo tanto menor sangrado permisible.

También se notifica como factor de riesgo la escoliosis neurogénica. Matthew E y asociados<sup>5</sup> reportan que la etiología neuromuscular es el predictor independiente más significativo para recibir una transfusión alogénica; sin embargo, en nuestro estudio no hubo una diferencia estadísticamente significativa en cuanto el tipo de escoliosis, presentando la misma tendencia en ambos grupos a excepción de la escoliosis sindrómica.

Thompson y colegas<sup>9</sup> demostraron que los niveles fusionados predicen significativamente un sangrado esperado  $> 1,700$  ml en la fusión de  $12.5 \pm 1.29$  niveles comparado con los pacientes con  $< 1,700$  ml de sangrado esperado con una fusión de  $10.14 \pm 2.12$  niveles.

Dentro del análisis bivariado se identificó que el principal factor de riesgo asociado a sangrado mayor, con un poder estadístico significativo, fueron los

niveles fusionados, siendo que no hubo un resultado significativo en los niveles instrumentados y la cantidad de tornillos colocados, lo cual se traduce en que la amplia disección de tejidos para realizar el abordaje es el momento crucial para que se presente esta complicación, lo cual concuerda con lo reportado en la literatura, por lo que es importante poner atención a este momento quirúrgico y usar medidas como cauterizar adecuadamente los tejidos, así como agregar ácido tranexámico para lograr una coagulación eficiente.

Existen varias opciones para mejorar la hemostasia. Varios productos pueden controlar el sangrado como el espray de colágeno-trombina, sellantes de fibrina, esponjas con caolín y vasoconstrictores locales.<sup>5</sup> Los agentes hemostáticos tópicos son deseables debido a que son localmente activos, actúan rápidamente y mejoran la visibilidad del cirujano.<sup>5</sup> También se recomienda el electrocautero bipolar, bisturí óseo ultrasónico para uso durante la facetectomía y osteotomía de la columna posterior, y esponjas hemostáticas (*quickclot*).<sup>10</sup>

La hemostasia puede también mejorar con la administración de drogas hemostáticas. El uso de ácido tranexámico, aprotinina o factor recombinante activado VII (rFVIIa) disminuyen de forma significativa el sangrado en cirugía de columna, así como la necesidad de transfusiones de hemoderivados. Sin embargo, estos productos también aumentan el riesgo de tromboembolismo, de forma especial en pacientes con un historial o en riesgo de ateroesclerosis o trombosis.<sup>11</sup>

Dentro de nuestra unidad hospitalaria, se ha identificado que la escoliosis es una condición subdiagnosticada, por lo que, al momento de la referencia a unidades de tercer nivel, estos pacientes presentan curvaturas con ángulos > 75°. Se ha observado que la pérdida de sangre tiende a ser mayor cuando el ángulo de Cobb era más grande. Esto puede explicarse por la relación entre ángulo de Cobb y complejidad quirúrgica.<sup>4</sup>

En cuanto a las comorbilidades, en general no hubo una significancia estadística, se sabe que existen diferentes síndromes asociados a escoliosis que pueden presentar alteraciones en la coagulación, como el síndrome de Ehlers Danlos, que se asocia a deficiencia del factor VII, por lo que en esta población de pacientes es importante realizar pruebas de coagulación específicas para determinar alteraciones en los factores de coagulación.

La evaluación preoperatoria debe incluir tiempo de protrombina (TP), tiempo de tromboplastina parcial activado (TTPa) e INR. Sin embargo, este tamizaje

permite identificar sólo un pequeño número de pacientes con presencia de coagulopatías.<sup>5</sup> Los pacientes con coagulopatías deben ser referidos al servicio de hematología para tratamiento de la discrasia sanguínea; un ejemplo es la enfermedad de Von Willebrand.<sup>5</sup> En nuestro estudio no hubo diferencias significativas entre ambos grupos con respecto a las pruebas de coagulación y hemoglobina pre y postquirúrgica.

El 94.3% de los pacientes recibió algún tipo de hemoderivados, siendo concentrado eritrocitario y/o plasma fresco congelado, lo que demuestra que no se tiene un adecuado protocolo de transfusiones en niños que se someten a cirugía de columna. La literatura reporta que no se tiene un punto de corte de hemoglobina en niños para la indicación de transfusión,<sup>12</sup> siendo la clínica el principal indicador, pero respetando que el uso de transfusiones debe ser restringido por las complicaciones que conlleva, como anafilaxia, infecciones, entre otras.<sup>12</sup>

En nuestro modelo predictivo de sangrado mayor, se puede observar cómo aumenta el riesgo exponencialmente al presentar más de dos variables presentes en un paciente. Lo que se pretende con este modelo es estratificar el nivel de riesgo para poder realizar maniobras preventivas.

Para evitar sangrados transquirúrgicos, en la literatura recomiendan técnicas de “ahorro de sangre” que incluyen intervenciones perioperatorias, como el uso preoperatorio de eritropoyetina y posicionamiento para evitar un aumento de la presión intraabdominal, así como medidas intraoperatorias como anestesia hipotensiva controlada, hemodilución normovolémica aguda, sistemas de recuperación de células intraoperatorias, uso intraoperatorio de antifibrinolíticos como ácido tranexámico y ácido épsilon aminocaproico, y aplicación de sellador de fibrina al hueso decorticado. Todos minimizan la pérdida de sangre y, por tanto, la necesidad de transfusión.<sup>12</sup>

La hemodilución normovolémica remueve la sangre del sistema venoso antes de la incisión, disminuyendo el hematocrito generalmente a 30%, lo cual beneficia el gasto cardíaco y disminuye la viscosidad de la sangre.<sup>5</sup>

## CONCLUSIÓN

Una comprensión del sangrado mayor y la correlación respecto a lo que sucede según lo reportado en la literatura mundial es importante, para así predecir el riesgo de sangrado mayor que tienen los pacientes. La edad < 14 años, IMC bajo, ángulo de Cobb > 75°, tiempo quirúrgico prolongado, más de 11 niveles

fusionados, son factores de riesgo para la presencia de sangrado mayor. Es importante establecer un protocolo de valoración preoperatoria identificando factores de riesgo modificables, implementando manejos multidisciplinarios. Los pacientes pueden presentar más de una variable, lo que resulta en un aumento exponencial de riesgo de sangrado mayor, por lo que es importante usar un modelo predictivo que considere todas las variables de importancia para implementar medidas oportunamente.

En nuestra institución realizamos un protocolo prequirúrgico a todos los pacientes, para que los que serán intervenidos quirúrgicamente lleguen en las mejores condiciones a la cirugía; éste incluye valoración preoperatoria por el servicio de pediatría, genética, cardiología pediátrica, neumología pediátrica para optimizar y realizar las recomendaciones que haya lugar. Además, se realizan laboratorios como cuadro hemático, química sanguínea, electrolitos séricos, tiempos de coagulación, perfil nutricional que incluya albúmina, proteínas totales.

Como se evidencia en este estudio, la edad, el IMC bajo, las curvas mayores a 75° e instrumentaciones largas son predictores de sangrado mayor, por lo que en pacientes que presentan estas condiciones se debe tener aún más precaución y considerar incluso la realización de la cirugía en dos tiempos, además de uso de ácido tranexámico; y en el caso del IMC, manejo multidisciplinario para que estos pacientes puedan llegar en la mejor condición nutricional previo a la cirugía. Por último, se considera que una comunicación permanente con el equipo de anestesiología es importante para tomar decisiones oportunas en beneficio de los pacientes.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias al Dr. Hugo Vilchis Sámano por su vocación a la enseñanza y al crecimiento de la cirugía de columna en México.

## REFERENCIAS

1. Korbel K, Kozinoga M, Stoliński L, Kotwicki T. Scoliosis research society (SRS) criteria and society of scoliosis orthopaedic and rehabilitation treatment (SOSORT) 2008 Guidelines in Non-Operative Treatment of Idiopathic Scoliosis. Pol Orthop Traumatol. 2014; 79: 118-122.
2. Tejeda BM. Escoliosis: concepto, etiología y clasificación. Ortho-tips. 2011; 7: 75-82.
3. El-Hawary R, Chukwunyerenwa C. Update on evaluation and treatment of scoliosis. Pediatr Clin North Am. 2014; 61: 1223-1241.
4. Kim HJ, Park HS, Jang MJ, Koh WU, Song JG, Lee CS, Yang HS, Ro YJ. Predicting massive transfusion in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing corrective surgery: association of preoperative radiographic findings. Medicine (Baltimore). 2018; 97: e10972.
5. Oetgen ME, Litrenta J. Perioperative blood management in pediatric spine surgery. J Am Acad Orthop Surg. 2017; 25: 480-488.
6. Mannucci PM, Levi M. Prevention and treatment of major blood loss. N Engl J Med. 2007; 356: 2301-2311.
7. Parra V. Shock hemorrágico. Rev Med Clin Condes. 2011; 22: 255-264.
8. Tarrant RC, Lynch S, Sheeran P, O'Loughlin PF, Harrington M, Moore DP, et al. Low body mass index in adolescent idiopathic scoliosis: relationship with pre- and postsurgical factors. Spine (Phila Pa 1976). 2014; 39: 140-148.
9. Thompson ME, Kohring JM, McFann K, McNair B, Hansen JK, Miller NH. Predicting excessive hemorrhage in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal instrumentation and fusion. Spine J. 2014; 14: 1392-1398.
10. Fletcher ND, Marks MC, Asghar JK, Hwang SW, Sponseller PD, 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.
11. Gómez RM. Pérdida sanguínea en cirugía de columna. Revista Mexicana de Anestesiología. 2017; 40: S33-S36.
12. Hassan N, Halanski M, Wincek J, Reischman D, Sanfilippo D, Rajasekaran S, et al. Blood management in pediatric spinal deformity surgery: review of a 2-year experience. Transfusion. 2011; 51: 2133-2141.

**Conflicto de intereses:** los autores declaramos no tener conflicto de intereses.