



VENTAJAS DEL ANCLAJE DEL CUERPO VERTEBRAL ANTERIOR (VBT) EN EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA JUVENIL

ADVANTAGES OF ANTERIOR VERTEBRAL BODY TETHERING (VBT) IN THE SURGICAL TREATMENT OF JUVENILE IDIOPATHIC SCOLIOSIS

Sebastian Gabriel Rodriguez Lemus^{1*}

¹ Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Medicina. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0535-6247>. Correo: sebastiang1512rl@gmail.com

Miguel Bayardo Altamirano Chiriboga²

² Docente Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Medicina. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3238-8405>. Correo: miguelaltamiranochiriboga@hotmail.com

* Autor para correspondencia: sebastiang1512rl@gmail.com

Resumen

La escoliosis idiopática juvenil es una de las deformidades vertebrales más comunes en adolescentes, donde el tratamiento quirúrgico tradicional, la fusión espinal, restringe el crecimiento y la movilidad. El anclaje del cuerpo vertebral anterior (VBT) ha surgido como una alternativa innovadora que permite corregir la curvatura preservando el desarrollo vertebral y la funcionalidad. Este estudio tiene como objetivo identificar los beneficios del VBT mediante una revisión de literatura basada en metabuscadores como Epistemonikos y TripDatabase, incluyendo artículos en inglés y español publicados entre 2020 y 2024. Los hallazgos evidencian que el VBT logra una corrección efectiva del ángulo de Cobb, con una mejora promedio de 24,9° en curvas torácicas y preservación del rango de movimiento (7° coronal y 21° sagital al año). La técnica emplea un abordaje toracoscópico anterior mínimamente invasivo, con pérdida sanguínea promedio de 180 ml y hospitalización de 3 a 5 días. Las complicaciones ocurrieron en un 18% de los casos, siendo neumotórax y rotura de correas las más frecuentes. Los mejores resultados se observaron en pacientes inmaduros esqueléticamente (Sanders 3–5) con curvas Lenke 1, 3 o 5 $\geq 40^\circ$. El VBT representa una opción quirúrgica prometedora que exige una cuidadosa selección del momento operatorio.

Palabras clave: escoliosis idiopática; anclaje de cuerpo vertebral anterior; fijación de cuerpo vertebral.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



Abstract

Juvenile idiopathic scoliosis is one of the most common spinal deformities in adolescents, where traditional surgical treatment—spinal fusion—limits both growth and mobility. Anterior vertebral body tethering (VBT) has emerged as an innovative alternative that allows curvature correction while preserving vertebral development and function. This study aims to identify the benefits of VBT through a literature review using meta-search engines such as Epistemonikos and TripDatabase, including English and Spanish articles published between 2020 and 2024. Findings show that VBT achieves effective Cobb angle correction, with an average improvement of 24.9° in thoracic curves and preservation of motion (7° coronal and 21° sagittal at one-year follow-up). The technique employs a minimally invasive anterior thoracoscopic approach, resulting in an average blood loss of 180 mL and hospital stays of 3 to 5 days. Complications were reported in 18% of cases, most commonly pneumothorax and tether breakage. The best outcomes were observed in skeletally immature patients (Sanders stages 3–5) with progressive Lenke type 1, 3, or 5 curves $\geq 40^\circ$. VBT represents a promising surgical option that offers curve correction while maintaining spinal growth and mobility, though its success depends on careful timing of the intervention.

Keywords: idiopathic scoliosis; anterior vertebral body tethering; vertebral body fixation.

Fecha de recibido: 14/03/2025

Fecha de aceptado: 05/06/2025

Fecha de publicado: 08/06/2025

Introducción

La escoliosis es una afección médica que se caracteriza por una curvatura anormal en el eje lateral de la columna vertebral. Esta deformidad puede presentarse en diversas formas y grados de severidad, constituyendo una de las condiciones ortopédicas más frecuentes. Entre los tipos de escoliosis, la idiopática es la más común, representa aproximadamente el 70% de los casos diagnosticados (1, 2).

Los síntomas varían desde leves hasta severos e incluyen asimetría en hombros, pelvis o caja torácica, así como complicaciones respiratorias y cardíacas en casos avanzados donde la curvatura comprime los órganos internos. La escoliosis severa implica una deformidad compleja que, en casos progresivos, puede comprometer la función biomecánica y la calidad de vida y psiquis del paciente. En estos casos, el abordaje quirúrgico mediante fusión espinal posterior se considera el gold estándar para corregir la alineación vertebral, sin embargo, esta técnica reduce permanentemente la funcionalidad mecánica de la columna, limita su flexibilidad y rango de movimiento. Por ello, el diagnóstico temprano y preciso es fundamental para un manejo efectivo. El tratamiento depende de los siguientes factores: la edad del paciente, gravedad de la curvatura y otras variables individuales fundamentalmente la madurez esquelética (3).

Alternativamente, pacientes con escoliosis idiopática juvenil (EIJ) podrían beneficiarse del VBT, dicho tratamiento preserva la funcionalidad mecánica posquirúrgica. Esta técnica corrige significativamente el ángulo de Cobb y permite que el lado más corto de la columna continúe su crecimiento durante la madurez



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



esquelética. No obstante, existe controversia respecto al tratamiento óptimo según cada caso. Aclarando el factor financiero y las características Este estudio busca aclarar vacíos en el conocimiento, analizando las indicaciones, enfoques y beneficios de dicha técnica (4) (5).

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica actualizada con técnica de análisis documental, de carácter descriptivo sobre la técnica quirúrgica de Anclaje de Cuerpo Vertebral Anterior para el tratamiento de la escoliosis idiopática juvenil. Se utilizaron metabuscadores como Epistemonikos, Tridatabase y bases de datos como Medline, Science Direct, Elsevier, Scopus, Cochrane Library y Web of Science, donde se aplicaron palabras claves como escoliosis idiopática, anclaje de cuerpo vertebral anterior y fijación de cuerpo vertebral.

La estrategia de búsqueda se basó en una pregunta estructurada por la estrategia PICO (población: pacientes con escoliosis juvenil idiopática, intervención: anclaje de cuerpo vertebral anterior, resultados: ventajas de la técnica sobre la patología). Se utilizarán operadores booleanos (AND y OR) expresados de la siguiente manera: "Vertebral Body Tethering" OR "VBT", "Anterior spinal growth modulation", "Idiopathic scoliosis" AND "juvenile", "Scoliosis" AND "growth modulation" AND "surgical treatment", "Fusionless scoliosis surgery"

Resultados y discusión

Escoliosis idiopática

La escoliosis idiopática se define como una deformidad estructural de la columna vertebral caracterizada por una curvatura anormal ($>10^\circ$ según el ángulo de Cobb) con componente tridimensional y progresión variable, cuya etiología es catalogada como desconocida.

Esta entidad se clasifica según: 1) edad de inicio - infantil (<3 años), juvenil (3-10 años) y adolescente (10-18 años); y 2) localización anatómica - torácica, lumbar o toracolumbar. La severidad se estratifica mediante el método de Cobb en: leve ($<20^\circ$), moderada ($20-40^\circ$) y grave ($>40^\circ$) (6,7).

Epidemiología

La EIJ presenta una prevalencia global del 2-3%, afecta del 1-3% de la población adolescente en Estados Unidos. En Ecuador, aunque no existen registros nacionales completos, una serie de casos del Hospital Docente Francisco de Ycaza Bustamante reportó 195 casos de escoliosis idiopática juvenil entre 272 pacientes con escoliosis (71,7% del total). La distribución por género muestra predominio femenino (razón 2:1 a 3:1), aunque las formas severas son más prevalentes en varones (8,9).

Anclaje del cuerpo vertebral anterior

El VBT constituye una alternativa quirúrgica innovadora para la EIJ, diseñada para preservar la movilidad espinal al evitar la fusión vertebral. Su primera descripción clínica data de 2010 (Crawford y Lenke), basada en el principio de Hueter-Volkman. Desde entonces la técnica ha evolucionado significativamente, posicionándose como opción terapéutica preferencial para pacientes inmaduros esqueléticamente. (10)





En los últimos años, el VBT se ha establecido como una alternativa terapéutica significativa para la EIJ, principalmente por evitar la fusión vertebral. Este progreso se fundamenta en tres aspectos clave: primero, en un mayor entendimiento de la biomecánica espinal; segundo, en el avance de técnicas mínimamente invasivas; y tercero, en la mejora de instrumentos quirúrgicos especializados. El sistema de anclaje funciona mediante la restricción mecánica de la progresión de la deformidad escoliótica, disminuyendo a la vez las complicaciones relacionadas con los abordajes quirúrgicos tradicionales (11).

El mecanismo de acción se basa en la aplicación de compresión sobre las superficies anteriores y convexas de la curvatura, lo que genera un crecimiento vertebral asimétrico capaz de corregir paulatinamente la deformidad sin necesidad de fusión vertebral. La técnica se implementa a través de un abordaje toroscópico anterior, en el cual se instala instrumentación que abarca desde la vértebra superior hasta la inferior, se fija en cada cuerpo vertebral uno o dos tornillos bicorticales con arandelas o pequeñas placas. Estos elementos se interconectan mediante un cable que posibilita tanto la corrección inmediata de la deformidad como la compresión progresiva, alcanza una corrección inicial que oscila entre el 45% y 50%. Cabe destacar que los dispositivos específicos para este procedimiento obtuvieron la aprobación de la FDA en el año 2019. (10) (12)

Indicaciones para realizar la técnica

La elección del momento óptimo para realizar el VBT es fundamental. Una intervención demasiado precoz podría generar sobrecorrección, transforma la curva original derecha en una curvatura contralateral. Por el contrario, si el procedimiento se realiza demasiado tarde, el crecimiento residual podría ser insuficiente para corregir adecuadamente la curva o existiría riesgo de fallo del anclaje. En casos con crecimiento limitado o ausente, es posible lograr corrección inmediata mediante manipulación discal intraoperatoria, aunque esta corrección podría no mantenerse sin cambios significativos en la morfología tridimensional vertebral mediante crecimiento (13,14).

La indicación mejor establecida para la fijación espinal incluye pacientes que cumplen criterios específicos, particularmente aquellos con curvas de Lenke tipos 1, 3 y 5. Los análisis de datos en escoliosis idiopática candidatos a VBT muestran que la edad promedio óptima para iniciar el tratamiento es de 12.7 años. Las indicaciones típicas para curvas torácicas y lumbares incluyen: curvaturas progresivas $\geq 40^\circ$, giba costal $< 20^\circ$ y crecimiento residual significativo (estadios 0-3 de Risser o escala de Sanders) (14).

La evaluación del crecimiento esquelético puede realizarse mediante radiografía de mano con la aplicación de la clasificación de Sanders. Los rangos 3-5 en esta escala representan la mejor oportunidad para iniciar VBT. Los estudios demuestran que los efectos de modulación del crecimiento posoperatorio son impredecibles en Sanders 1-2, mientras que los estadios 3-5 muestran mayor predictibilidad en la modulación del crecimiento con VBT (15).

Técnica quirúrgica

Para la corrección de curvas torácicas, el procedimiento se realiza en decúbito lateral estricto con ventilación monopolmonar. El acceso anterior a la columna se logra mediante toracotomía lateral abierta en el lado convexo, se utiliza dos incisiones cutáneas de 8-10 cm y ventilación monopolmonar intermitente. Este abordaje minimiza el impacto en la pared torácica y reduce efectos adversos sobre la función pulmonar. Para





la instrumentación lumbar, la mayoría de cirujanos prefieren técnicas mínimamente invasivas, combina toracotomía con abordaje retroperitoneal abierto mediante incisión de 8-10 cm (15,16).

El tiempo quirúrgico promedio reportado es de 250 minutos. Los tornillos bicorticales se colocan en los cuerpos vertebrales desde el lado convexo al cóncavo, con fijación una correa flexible a sus cabezas. La tensión aplicada oscila entre 150N en tornillos superiores y 300-400N en segmentos apicales, inicia desde la porción craneal para optimizar la corrección inicial del ápex y prevenir descompensación de segmentos adyacentes no instrumentados. Esta técnica se asocia con pérdida sanguínea intraoperatoria mínima (promedio 180 ml) y estancia hospitalaria de 3-5 días. La navegación por TC mejora la precisión en colocación de tornillos, reduciendo dolor postoperatorio, con mejores resultados cosméticos y preserva mejor la función pulmonar al minimizar la afectación de la pared torácica.(16)

Beneficios del anclaje del cuerpo vertebral anterior

La principal ventaja del VBT en la cirugía para escoliosis idiopática es su capacidad para corregir la deformidad de la columna de manera más eficiente, ya que actúa directamente sobre las vértebras. Este enfoque permite modular el crecimiento de la columna, se aplica fuerzas correctivas que fomentan un desarrollo más equilibrado y la correcta alineación vertebral. Además, el uso del VBT puede ayudar a mantener una mayor movilidad espinal donde evita la forma convencional de la fusión espinal y ayuda a reducir la incidencia de descompensación postoperatoria, puesto que no se comprometen tantos segmentos vertebrales como en las técnicas de fijación posterior. (17)

Según la literatura, la corrección del ángulo de Cobb mostró una mejora promedio de 24,9° en las curvas torácicas. Los resultados indicaron que estos pacientes mantuvieron un rango de movimiento coronal promedio de 7 grados y un rango de movimiento sagital de 21 grados al cabo de un año de seguimiento. Además, la técnica de VBT asistida por video en curvas toracolumbares demostró proporcionar un mayor rango de movimiento y flexibilidad lumbar anterior y lateral, en comparación con aquellos pacientes que se sometieron a una fusión espinal. Asimismo, los pacientes tratados con VBT asistida por video exhibieron una mejor resistencia flexora-extensora del tronco y una mayor fuerza motora en comparación con los tratados con fusión posterior segmentaria. (18) (15)

Los pacientes que aún no han alcanzado la madurez esquelética obtienen mayores beneficios en la corrección de la curva de crecimiento modulada en comparación con aquellos que ya son esqueléticamente maduros. Al evaluar la función respiratoria después de la técnica de VBT miniabierto para tratar la AIS, se descubrió que este procedimiento no provoca una reducción clínicamente significativa en la función pulmonar. De hecho, algunos estudios incluso han reportado una mejora notable en la función pulmonar tras la corrección de la escoliosis mediante VBT. La pérdida de sangre promedio fue de 112,3 ml y la duración media de la cirugía fue de 162 minutos, lo que permite evitar transfusiones sanguíneas. (19) (20)

A diferencia de la VBT, la fusión espinal posterior (PSF) es un procedimiento irreversible. Aunque el riesgo de necesitar una revisión después de la PSF es bajo, está principalmente asociado con infecciones profundas en el sitio quirúrgico, fenómenos compensatorios, y rara vez con una pseudoartrosis. El riesgo de revisión después de la VBT parece razonable cuando se compara con estos resultados. (21)

Complicaciones de la técnica quirúrgica



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



La mayor tasa de complicaciones y necesidad de revisión en estas series se debe a la menor edad ósea de la cohorte y al crecimiento esquelético restante, que puede llevar a sobrecorrección, progresión de la curva y fallo en el anclaje. No se reportaron complicaciones relacionadas a problemas con los implantes metálicos ni necesidad de conversión a fusión durante el seguimiento. Así, la tasa y el tipo de complicaciones en el VBT parecen ser aceptables. Los estudios muestran una tasa de complicaciones del 18%, siendo las más frecuentes las pulmonares (como neumotórax y derrame pleural) y las relacionadas con la instrumentación (como rotura de la correa y corrección excesiva), aunque cabe señalar que, esta es una técnica nueva que está en fase de experimentación y aplicación, los resultados señalados pertenecen a un grupo de control reducido. (22) (19)

Los resultados de análisis revelan que en el 10% de los casos fue necesario realizar reoperaciones relacionadas con el anclaje. Estas incluyeron la liberación de ataduras debido a sobrecorrección, el reemplazo o la extensión de las ataduras en situaciones de rotura o progresión de la curva, y la colocación de tubos torácicos para tratar complicaciones pulmonares. La mayoría de los pacientes no necesitaron someterse a una fusión espinal, ya que solo el 4,7% de los que se sometieron a VBT requirieron una conversión a PSF debido a una inmovilización fallida. Sin embargo, hay pocos estudios publicados sobre los resultados y complicaciones de la VBT, lo que hace que la tasa de complicaciones reportada varíe considerablemente y que aún no se haya establecido una tasa de complicaciones precisa. (22) (23)

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta revisión sistemática permiten afirmar que el anclaje del VBT representa una alternativa quirúrgica prometedora frente a la tradicional fusión espinal posterior en el tratamiento de la EIJ. Una de las principales ventajas de esta técnica radica en su capacidad de preservar la movilidad espinal, lo cual constituye un avance significativo en el abordaje quirúrgico de pacientes jóvenes que aún se encuentran en proceso de maduración esquelética. Esta preservación de la función biomecánica, reflejada en una mayor flexibilidad postoperatoria, resulta esencial para mantener un desarrollo musculoesquelético armónico y una calidad de vida funcional a largo plazo. Diversos estudios reportan que los pacientes sometidos a VBT presentan mejores resultados funcionales en comparación con aquellos tratados mediante fusión espinal posterior (PSF). En particular, se ha documentado una superioridad en la capacidad pulmonar postoperatoria, con volúmenes espiratorios forzados (FEV1) promedio del 89% frente al 76% observado en pacientes con PSF. Este hallazgo sugiere un menor impacto sobre la caja torácica, posiblemente asociado a la naturaleza menos invasiva del abordaje anterior y a la limitada afectación de estructuras musculares y óseas durante la intervención quirúrgica.

La eficacia del VBT en la corrección de la curvatura escoliótica también ha sido demostrada en múltiples series de casos. Se ha observado una mejora promedio significativa en el ángulo de Cobb, al tiempo que se preserva un rango de movimiento notable en planos coronal y sagital. Además, la técnica ha mostrado ser especialmente beneficiosa en pacientes con curvas de tipo Lenke 1, 3 y 5, con progresiones $\geq 40^\circ$, y un potencial de crecimiento remanente correspondiente a los estadios 3 a 5 de la clasificación de Sanders. Estos factores se consolidan como predictores de éxito quirúrgico, permitiendo una selección más precisa y segura de candidatos al procedimiento.





Otro aspecto destacable del VBT es la reducción en la necesidad de procedimientos de revisión quirúrgica. Aunque la técnica no está exenta de complicaciones, su perfil de seguridad es aceptable y comparable al de la fusión posterior. Las tasas de reoperación reportadas han sido bajas, y en la mayoría de los casos no han requerido conversión a fusión espinal. Además, se ha documentado una pérdida sanguínea moderada y una menor estancia hospitalaria, lo cual contribuye a una recuperación más rápida y a una reducción de los costos hospitalarios globales. En conjunto, los hallazgos de esta revisión respaldan el uso del anclaje vertebral anterior como una intervención eficaz, funcionalmente conservadora y con un impacto positivo en el bienestar del paciente. No obstante, la técnica exige una adecuada planificación quirúrgica, precisión en la ejecución, y un seguimiento postoperatorio riguroso, especialmente en función del crecimiento esquelético residual. La estandarización de los protocolos quirúrgicos, particularmente en lo relativo a los niveles de tensión aplicados y al abordaje toracoscópico, será fundamental para optimizar los resultados y minimizar el riesgo de sobrecorrección o fallo del implante.

Conclusiones

El uso del anclaje vertebral anterior en el tratamiento quirúrgico de la escoliosis idiopática ha demostrado ser una opción beneficiosa, especialmente en pacientes jóvenes con un grado grave de curvatura y que aún no han alcanzado su madurez esquelética. Esta técnica permite no solo la corrección de los ángulos de Cobb, sino también la preservación de la movilidad y la función mecánica de la columna vertebral, lo que mejora la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, como ocurre con cualquier intervención quirúrgica, existen riesgos y complicaciones asociadas que deben ser cuidadosamente evaluados. La clave para el éxito de este tratamiento radica en la elección adecuada del momento quirúrgico y la ejecución precisa de la técnica, lo cual es crucial para maximizar los beneficios y minimizar posibles efectos adversos. Por lo tanto, el anclaje vertebral anterior se presenta como una opción valiosa, pero requiere una planificación y monitoreo adecuados para asegurar los mejores resultados a largo plazo.

Referencias

1. Lacroix M, Khalifé M, Ferrero E, Clément O, Nguyen C, Feydy A. Scoliosis. *Semin Musculoskelet Radiol.* octubre de 2023;27(5):529-44.
2. Stanson, K. (2023). Scoliosis. *JAAPA: Official Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 36(11), 42–43. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000979488.30654.f4>
3. Moreno Mateo, F., Bovonratwet, P., & Peiró García, A. (2024). Early-onset scoliosis. *Current Opinion in Pediatrics*, 36(1), 105–111. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000001318>
4. Walker, C. T., Agarwal, N., Eastlack, R. K., Mundis, G. M., Alan, N., Iannacone, T., Akbarnia, B. A., & Okonkwo, D. O. (2023). Surgical treatment of young adults with idiopathic scoliosis. *Journal of Neurosurgery. Spine*, 38(1), 84–90. <https://doi.org/10.3171/2022.7.SPINE2298>





5. Labrom, F. R., Izatt, M. T., Claus, A. P., & Little, J. P. (2021). Adolescent idiopathic scoliosis 3D vertebral morphology, progression and nomenclature: a current concepts review. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 30(7), 1823–1834. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06842-z>
6. Addai, D., Zarkos, J., & Bowey, A. J. (2020). Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis. *Child's Nervous System: ChNS: Official Journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 36(6), 1111–1119. <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04608-4>
7. Kuznia AL, Hernandez AK, Lee LU. Adolescent Idiopathic Scoliosis: Common Questions and Answers. *Am Fam Physician*. 1 de enero de 2020;101(1):19-23.
8. Grau Muñoz CA, Zamora Ávila SB. Prevalencia de escoliosis pediátrica en pacientes de 2-18 años atendidos en el servicio de traumatología del Hospital Roberto Gilbert Elizalde desde el año 2013- 2017. 6 de mayo de 2022 [citado 16 de junio de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18987>
9. Bermeo K, Gaybor K. Prevalencia de la escoliosis idiopática en adolescentes. *Univ Guayaquil Fac Cienc Médicas Carrera Med* 2019-09-30T204753Z.
10. Shah SA, Kraft DB, Miyanji F. Anterior Vertebral Body Tethering: A Review of the Available Evidence. *J Am Acad Orthop Surg*. 15 de marzo de 2024;32(6):247-56.
11. Baroncini, A., Trobisch, P. D., & Migliorini, F. (2021). Learning curve for vertebral body tethering: analysis on 90 consecutive patients. *Spine Deformity*, 9(1), 141–147. <https://doi.org/10.1007/s43390-020-00191-5>
12. Baker, C. E., Kiebzak, G. M., & Neal, K. M. (2021). Anterior vertebral body tethering shows mixed results at 2-year follow-up. *Spine Deformity*, 9(2), 481–489. <https://doi.org/10.1007/s43390-020-00226-x>
13. Hoernschemeyer, D. G., Boeyer, M. E., Robertson, M. E., Loftis, C. M., Worley, J. R., Tweedy, N. M., Gupta, S. U., Duren, D. L., Holzhauser, C. M., & Ramachandran, V. M. (2020). Anterior vertebral body tethering for adolescent scoliosis with growth remaining: A retrospective review of 2 to 5-year postoperative results. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 102(13), 1169–1176. <https://doi.org/10.2106/JBJS.19.00980>
14. Trobisch, P. D., Kim, H. J., Da Paz, S., & Chang, D.-G. (2024). The efficacy of anterior vertebral body tethering in lenke type 6 curves for adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 33(7), 2696–2703. <https://doi.org/10.1007/s00586-024-08300-y>
15. Meza, B. C., Samuel, A. M., & Albert, T. J. (2022). The role of vertebral body tethering in treating skeletally immature scoliosis. *HSS Journal: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*, 18(1), 171–174. <https://doi.org/10.1177/15563316211008866>





16. Baroncini, A., & Courvoisier, A. (2023). The different applications of Vertebral Body Tethering - Narrative review and clinical experience. *Journal of Orthopaedics*, 37, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2023.02.012>
17. Wong DLL, Mong PT, Ng CY, Ong CK, Qian Z, Shao MH, et al. Can anterior vertebral body tethering provide superior range of motion outcomes compared to posterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis? A systematic review. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. septiembre de 2023;32(9):3058-71.
18. Rushton PRP, Nasto L, Parent S, Turgeon I, Aldebeyan S, Miyanji F. Anterior Vertebral Body Tethering for Treatment of Idiopathic Scoliosis in the Skeletally Immature: Results of 112 Cases. *Spine*. 1 de noviembre de 2021;46(21):1461-7.
19. Raitio A, Syvänen J, Helenius I. Vertebral Body Tethering: Indications, Surgical Technique, and a Systematic Review of Published Results. *J Clin Med*. 4 de mayo de 2022;11(9):2576.
20. Pehlivanoglu T, Oltulu I, Erdag Y, Korkmaz E, Sarioglu E, Ofluoglu E, et al. Double-sided vertebral body tethering of double adolescent idiopathic scoliosis curves: radiographic outcomes of the first 13 patients with 2 years of follow-up. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. julio de 2021;30(7):1896-904.
21. Hegde, S. K., Venkatesan, M., Akbari, K. K., & Badikillaya, V. M. (2021). Efficacy of anterior vertebral body tethering in skeletally mature children with adolescent idiopathic scoliosis: A preliminary report. *International Journal of Spine Surgery*, 15(5), 995–1003. <https://doi.org/10.14444/8122>
22. Abdullah, A., Parent, S., Miyanji, F., Smit, K., Murphy, J., Skaggs, D., Gupta, P., Vitale, M., Ouellet, J., Saran, N., Cho, R. H., Group, P. S. S., & El-Hawary, R. (2021). Risk of early complication following anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*, 9(5), 1419–1431. <https://doi.org/10.1007/s43390-021-00326>
23. Boeyer, M. E., Farid, S., Wiesemann, S., & Hoernschemeyer, D. G. (2023). Outcomes of vertebral body tethering in the lumbar spine. *Spine Deformity*, 11(4), 909–918. <https://doi.org/10.1007/s43390-023-00662-5>

