



PERÚ

Ministerio
de Trabajo
y Promoción del Empleo

Seguro Social de Salud
ESSALUD

SEGURO SOCIAL DE SALUD-ESSALUD
INSTITUTO DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD E INVESTIGACIÓN –
IETSI

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS SANITARIAS
SUBDIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE DISPOSITIVOS MÉDICOS Y EQUIPOS BIOMÉDICOS



Informe N° 31 Evaluación de la Evidencia de un Sistema de
Tornillos Transpediculares de Cero-perfil y Sistema de Bandas
Sublaminares para la Corrección de Deformidad Espinal



Febrero, 2018

EQUIPO REDACTOR:

1. Dr. Fabián Alejandro Fiestas Saldarriaga - Gerente de la Dirección de Evaluación de Tecnologías Sanitarias-IETSI-ESSALUD.
2. Lic. Gloria Elizabeth Gutierrez Núñez - Sub Gerente de Sub Dirección de Evaluación de Dispositivos Médicos y equipos Biomédicos. IETSI-ESSALUD.
3. Dr. Renéé Pereyra Elías - Evaluador de Tecnologías Sanitarias – IETSI ESSALUD
4. Dr. Luis Miguel Alvarez Simonetti – Jefe del Departamento de Neurocirugía – HNERM.
5. Dr. Miguel Angel Vizcarra Fernandez - Jefe del Servicio de Columna Vertebral y Nervios Periféricos del Departamento - HNERM
6. Dr. Arturo Morales Diaz – Médico Asistente del Servicio de Columna Vertebral - Departamento de Neurocirugía – HNERM.
7. Dr. Arturo Morales Diaz – Médico Asistente del Servicio de Columna Vertebral - Departamento de Neurocirugía – HNERM.
8. Dr. Olger Alarcón Casanova – Médico Asistente del Servicio de Columna Vertebral - Departamento de Neurocirugía – HNERM.



Conflicto de interés

El responsable del presente informe declara no tener conflicto de interés de tipo financiero respecto al instrumento evaluado.

Fuente de financiamiento

Seguro Social de Salud-EsSalud

CONTENIDO

1. Resumen.....	04
2. Introducción.....	05
2.1. Antecedentes.....	05
2.2. Objetivo.....	05
3. Metodología.....	06
3.1. Criterio de elegibilidad.....	06
3.2. Pregunta PICO.....	06
3.3. Diseños de investigación.....	06
3.4. Lugares.....	07
3.5. Periodo de evaluación.....	07
3.6. Años considerados.....	07
3.7. Lenguaje.....	07
4. Fuentes de información.....	08
5. Estrategia de búsqueda.....	08
6. Resultados.....	09
6.1. Resultados de estudios observacionales.....	09
6.2. Resultados de revisiones sistemáticas y meta-análisis.....	09
6.3. Resultados de ensayos clínicos.....	10
6.4. Resultados de guías de práctica clínica.....	10
7. Discusión.....	13
8. Conclusiones.....	15
9. Decisiones.....	15
10. Bibliografía.....	16



1. Resumen

La corrección quirúrgica de la deformidad espinal puede realizarse con diferentes tipos de instrumentación. El uso de tornillos es el estándar de tratamiento actual. El objetivo de esta revisión no-sistemática fue evaluar los resultados clínicos y complicaciones entre el sistema de fijación transpedicular utilizado actualmente en EsSalud (Universal Spinal System; Depuy Synths, Suiza) y dos tecnologías propuestas: i) "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System; USA); ii) "Banda sublaminaar para corrección de escoliosis (Sistema Jazz; Implanet, USA) en pacientes con indicación quirúrgica de corrección de deformidad espinal".



Se realizó una búsqueda de la literatura en las bases de dato Medline, Scopus y el motor de búsqueda Google Scholar, con estrategias de búsqueda diferenciadas para cada nueva tecnología propuesta. Se revisaron estudios de series de caso, cohortes retrospectivas o prospectivas, ensayos clínicos con y sin asignación aleatoria de la intervención, revisiones sistemáticas con o sin meta-análisis y guías de práctica clínica o equivalentes.



No se encontró evidencia de estudios experimentales o revisiones sistemáticas que comparen ninguno de los dos sistemas propuestos con el sistema actualmente usado en EsSalud. Se encontró estudios observacionales que compararon sistemas de similares características con el sistema de solo tornillos (estándar de tratamiento). Estos estudios encontraron que ni el sistema de tornillos transpediculares de bajo perfil ni las bandas sublaminares presentan mejores resultados clínicos post-operatorios ni mayor seguridad que el sistema de tornillos transpediculares actualmente utilizado en EsSalud.

Conclusiones:

- i) No se encontró evidencia que demuestre que el sistema "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System) es superior en resultados clínicos post-operatorios ni más seguro que el sistema actual utilizado en EsSalud.
- ii) No se encontró evidencia que demuestre que el sistema "Banda sublaminaar para corrección de escoliosis" (Sistema Jazz; Implanet, USA) es superior en resultados clínicos post-operatorios ni más seguro que el sistema actual utilizado en EsSalud.

2. Introducción

2.1. Antecedentes

Una fracción de los casos de escoliosis y cifosis requieren manejo quirúrgico^{1,2}. Los materiales de instrumentación han evolucionado a través de los años, utilizándose barras de Harrington, ganchos (*hooks*), alambres, tornillos, diversos tipos de sistemas híbridos entre otros^{3,4}. Desde hace aproximadamente 20 años, el uso de tornillos transpediculares para la cirugía de columna son el estándar de tratamiento^{4,5}. Esto se debe a que la fijación transpedicular con tornillos ofrece mejor rigidez comparado con los otros sistemas, permitiendo una corrección superior⁵. Por otro lado, presenta una baja incidencia de complicaciones^{4,5}. Sin embargo, no se encuentra exento de las mismas, siendo la principal la mal posición del tornillo (aproximadamente en 15% de los pacientes)⁶. A pesar de ello, la incidencia de re-intervención e infección de sitio quirúrgico de planos profundos fueron inferiores al 1%. Adicionalmente, el daño neurológico se reportó solo en 1/1666 pacientes.⁶

En EsSalud, se utiliza un sistema de fijación transpedicular con tornillos (Universal Spine System; DePuy Synthes, Suiza)⁷.

A la luz de lo expuesto, se busca mejorar los resultados clínicos y la seguridad de las intervenciones con modificaciones en la instrumentación existente o introducción de nuevos dispositivos.

2.2. Objetivo

El objetivo de la presente revisión no-sistemática fue evaluar los resultados post-quirúrgicos y las complicaciones entre el uso de un sistema de fijación transpedicular (Universal Spinal System; Depuy Synths, Suiza)⁷ y dos tecnologías propuestas: i) "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System; USA)⁸; ii) "Banda sublaminar para corrección de escoliosis (Sistema Jazz; Implanet, USA)⁹ en pacientes con indicación quirúrgica de corrección de deformidad espinal.



3. Metodología

3.1. Criterio de Elegibilidad

Todos los artículos publicados en revistas científicas, en español o en inglés, realizados en cualquier parte del mundo. Se excluyeron los estudios que no fueran realizados en participantes humanos (restos cadavéricos, vértebras animales, modelos inorgánicos) y los estudios que evaluaran solamente sujetos con fractura vertebral. Asimismo, se excluyeron todos los estudios que no se encontraran publicados en revistas arbitradas por pares.

3.2. Pregunta PICO

i) "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System; USA).

- Población: Pacientes con deformidad de columna con indicación quirúrgica.
- Intervención: "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System; USA) u otros sistemas con características similares.
- Comparación: Sistema de fijación transpedicular (Universal Spinal System; Depuy Synths, Suiza)
- Outcome: Resultados clínicos y complicaciones.

ii) "Banda sublaminar para corrección de escoliosis (Sistema Jazz; Implanet, USA).

- Población: Pacientes con deformidad de columna con indicación quirúrgica.
- Intervención: "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System; USA) u otros sistemas con características similares.
- Comparación: "Banda sublaminar para corrección de escoliosis (Sistema Jazz; Implanet, USA).
- Outcome: Resultados clínicos y complicaciones.

3.3. Diseños de Investigación

Dentro de los artículos encontrados, se incluyeron los siguientes diseños:

- Series de casos.



- Estudios observacionales de tipo cohorte, retrospectivos o prospectivos, con o sin grupo de comparación.
 - Ensayos clínicos sin asignación aleatoria de la intervención
 - Ensayos clínicos aleatorizados
- Además, se consideró en la inclusión:
- Revisiones sistemáticas con o sin meta-análisis, de estudios observacionales o experimentales.
 - Guías de Práctica Clínica, Recomendaciones, Documentos de Consenso, Documentos de Posición o equivalentes.



3.4. Lugares

No se hizo distinción sobre el lugar de estudio (país ni centro quirúrgico) para la inclusión de artículos.

3.5. Periodo de evaluación

No se tomó en cuenta el año de ejecución de los estudios para la inclusión de artículos a la revisión.

3.6. Años considerados

Se incluyó artículos publicados entre el año 1990 y 2017.

3.7. Lenguaje

Se realizó la búsqueda y evaluación de artículos publicados en inglés y en español.



4. Fuentes de Información

Se revisaron las bases de datos de la Pubmed, Scopus, Cochrane Database Systematic Reviews y el motor de búsqueda Google Scholar.

Además, se revisó manualmente las publicaciones que citaran a los artículos de interés, así como las publicaciones citadas en los mismos.

5. Estrategias de Búsqueda

- i) "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System; USA).

(transpedicular[Title/abstract] OR pedicle[Title/abstract] OR pedicular[Title/abstract] OR vertebra*[Title/abstract] OR scoliosis[Title/abstract])

AND

(screw[Title/abstract])

AND

(profile[Title/abstract] OR head[Title/abstract] OR MESA[Title/abstract] OR Promedon[Title/abstract] OR "Spinal System"[Title/abstract])

- ii) "Banda sublaminar para corrección de escoliosis (Sistema Jazz; Implanet, USA).

(transpedicular[Title/abstract] OR pedicle[Title/abstract] OR pedicular[Title/abstract] OR vertebra*[Title/abstract] OR scoliosis[Title/abstract])

AND

(screw[Title/abstract])

AND

(sublaminar[Title/abstract] OR band[Title/abstract] OR jazz[Title/abstract])



6. Resultados

Resultados generales sobre la instrumentación a utilizar

6.1. Resultados de Estudios Observacionales

En 2011, Smith y col¹⁰. publicaron una cohorte prospectiva que incluyó a más de cien mil pacientes. La incidencia global de infección fue 2.1% (0,8% para la superficial y 1,3% para la profunda). Dentro de los factores asociados a infección, solamente el uso de implantes implicó un mayor riesgo para la misma (2,3% vs 1,8%; $p < 0,001$). Adicionalmente, encuentran que la cirugía mínimamente invasiva presentaba un menor riesgo de infección respecto de la cirugía abierta (0,5% vs 2,4%; $p < 0,001$). Sin embargo, no realizan un análisis diferenciado sobre el tipo de instrumentación utilizada para la cirugía¹⁰.

En 2011, Reames y col¹¹. publicaron los resultados de una cohorte de casi veinte mil pacientes analizando las complicaciones post-operatorias de corrección de escoliosis en pacientes pediátricos. Analizaron la incidencia de déficit neurológico según tipo de instrumentación usada. Se encontró que los tornillos posteriores fueron más seguros que los tornillos anteriores y que los alambres y de seguridad comparable con los ganchos (*hooks*). No se comparó con otro tipo de instrumentación ni entre tipos de tornillos¹¹.

Aleissa y col¹², publicaron los resultados de una cohorte retrospectiva de 227 pacientes pediátricos operados en un solo centro. Esta buscaba evaluar factores asociados a infección de sitio quirúrgico. Encontraron que a mayor volumen de la instrumentación (medida en número de implantes usados), existía mayor riesgo de infección. Sin embargo, no se reportan análisis que comparen el tipo específico de instrumentación utilizada¹².

6.2. Resultados de Revisiones Sistemáticas y Meta-análisis

- En una revisión sistemática por Glotzbecker et al (2011)¹³, se evaluó la evidencia respecto a los potenciales factores de riesgo para infección de sitio quirúrgico en cirugía de columna en pacientes pediátricos. Encontraron evidencia discordante acerca de la prominencia de los implantes como factor de riesgo para la infección de sitio quirúrgico. Sin embargo, al revisar los artículos originales que los autores citan para referirse a la "prominencia", realmente se refieren al número de implantes utilizados¹³.



- En la revisión sistemática publicada por Hicks et al.⁵ sobre la seguridad de la fijación de los tornillos transpediculares, se encontró lo siguiente: i) La corrección promedio del ángulo de Cobb fue 64°. ii) La proporción de tornillos mal posicionados (definido como cualquier invasión del tornillo fuera del pedículo) fue, en total, de 4,2%. En estudios donde se evaluó mal posición sistemáticamente a todos los pacientes, la mal posición podía llegar a 15,7%. iii) De 1436 pacientes con tornillos mal posicionados, 12 (0.83%) requirieron reoperación. iv) Se reportaron 20/1045 (1,9%) de infecciones de sitio quirúrgico (10 superficiales y 10 profundas) v) Tres estudios reportaron una proporción de lesión de la dura de 0.35%. vi) En cuanto a complicaciones neurológicas, los autores reportan 1/1666 pacientes (0.06%) con una complicación neurológica transitoria secundaria a un hematoma epidural⁵.



6.3. Resultados de Ensayos Clínicos

No encontrados

6.4. Resultados de Guías de Práctica Clínica

Vitale et al., en 2013¹⁴, publicaron un documento de consenso para prevención de infecciones de sitio operatorio en cirugía de columna en pacientes pediátricos, en donde incluyeron a 20 cirujanos pediátricos de columna y tres infectólogos de Estados Unidos. La única intervención discutida referente a la instrumentación utilizada fue el material de los implantes (Titanio/cobalto-cromo vs otros). No se alcanzó consenso respecto de esta (discordancia entre juicio de participantes). Ningún otro aspecto respecto del material utilizado en los implantes fue discutido¹⁴.

Glantz et al.¹⁵, en Octubre 2017, han publicado un Documento de Consenso también para la prevención de infección de sitio quirúrgico, entre dos grupos multicéntricos de trabajo en corrección quirúrgica de deformidad de columna: el *Children's Spine Study Group* y el *Growing Spine Study Group*. Sobre la instrumentación a utilizar, se discutió si los implantes de Titanio/cobalto-cromo eran los que debían ser usados de preferencia; con 69% de los expertos de acuerdo con la afirmación (no llegó a consenso total). No se discutió ningún otro aspecto sobre la instrumentación a utilizar¹⁵.

Comparaciones específicas:

- i) "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System).



No se encontraron estudios sobre el uso de tornillos con "cero-perfil" o "bajo-perfil" (*low-profile*) contra los "perfil más alto". Solo se encontró comentarios de expertos donde se comentaba menor riesgo de infección sin un estudio que lo avale o estudios en modelos inanimados para probar las características físicas de estos sistemas. Ninguno de estos tipos de artículos fue incluido por no presentar resultados originales en sujetos humanos.

- ii) "Banda sublaminar para corrección de escoliosis (Sistema Jazz; Implanet, USA).

No se encontraron estudios publicados específicamente con el Sistema "Jazz" (Implanet, USA), pero existen publicaciones que evalúan otros sistemas de bandas sublaminares, como el Universal Clamp® Spinal Fixation System (Zimmer, USA).

Albert y LaFleur¹⁶ reportan su experiencia en 52 pacientes y realizan una revisión no-sistemática de la literatura respecto a la eficacia y complicaciones del uso de solo tornillos versus el uso de alambres entre los tornillos. Los autores reportan la eficacia de la corrección y complicaciones solo de los 29 pacientes que tuvieron escoliosis neuromuscular. Reportan similar corrección e incidencia de complicaciones en general tanto en sus pacientes como en lo revisado por ellos en la literatura¹⁶. De sus pacientes, 1/29 (3,4%) presentó infección de sitio quirúrgico y ninguno presentó complicaciones neurológicas. Ellos no reportan pacientes operados donde se haya usado solo tornillos para compararlos con el uso de bandas de poliéster. En su revisión de la literatura, la incidencia de complicaciones en general fue similar, pero en el grupo donde se usó alambre sublaminar, se presentaron más complicaciones neurológicas.

Desai y col¹⁷ publicaron en 2015 la serie de sus 21 pacientes operados hasta ese momento con un sistema híbrido con bandas sublaminares de poliéster. Los resultados de corrección y fijación fueron satisfactorios. Sin embargo, hubo complicaciones de déficit neurológico directamente relacionadas a la colocación de las bandas de poliéster en dos pacientes (10%)¹⁷.

Ghayem Hassankhani y col.¹⁸ evaluaron, en un estudio publicado en 2016, a 28 pacientes operados con un tipo de banda sublaminar (Universal Clamp System) contra 28 pacientes operados con un sistema híbrido de tornillos y ganchos. La banda sublaminar obtuvo una corrección 15% mayor en el ángulo de Cobb en el plano coronal. La corrección fue comparable en el plano sagital



para ambos sistemas. Las complicaciones fueron también comparables en ambos grupos. El estudio no reporta complicaciones neurológicas¹⁸.

En 2017, Luo et al.¹⁹, publicaron un meta-análisis en el que evaluaron las complicaciones de los sistemas de fijación solamente basados en tornillos versus los sistemas híbridos. Encontraron que, en promedio, los sistemas de fijación solo basados en tornillos tenían aproximadamente 40% menor riesgo de complicaciones que las cirugías con sistemas híbridos. Asimismo, el riesgo de re-operación con sistemas híbridos era el triple del riesgo con el uso de solo tornillos¹⁹.



7. Discusión

En general, los sistemas de fijación espinal por tornillos son considerados el estándar de tratamiento en la literatura, ya que han demostrado adecuada corrección y alta seguridad^{4,5}. Esta revisión tuvo como objetivo evaluar si existe literatura que favorezca el uso de dos tecnologías alternativas sobre el sistema de fijación transpedicular con tornillos actualmente usado en EsSalud (Universal Spinal System; Depuy Synths, Suiza).

Se discutirá la comparación con cada sistema de corrección quirúrgica propuesto de forma diferenciada:

- i) "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System)

La evidencia comparando distintos sistemas de solo tornillos entre si es escasa. Una de las características resaltados del nuevo sistema propuesto es que supone "cero perfil" sobre la barra. En cuanto a la configuración de los tornillos, existe evidencia en estudios realizados en laboratorio (con unidades de análisis inanimadas e inorgánicas) que sugiere una mayor rigidez y estabilidad ante perfiles más bajos²⁰. Sin embargo, esta solo es de laboratorio, por lo cual no ha sido incluida en resultados. No se han encontrado estudios en humanos comparado los dos tipos de conformaciones de los tornillos. Las demás diferencias entre ambos sistemas tampoco han sido comparadas en estudios observacionales ni experimentales. La mayoría de estudios reporta el uso de sistemas de fijación transpedicular de solo-tornillos, sin permitir la diferenciación entre características finas de los sistemas.

- ii) "Banda sublaminaar para corrección de escoliosis" (Sistema Jazz; Implanet, USA);

En cuanto a la comparación del sistema actual con el uso de bandas sublaminares, la evidencia tampoco sugiere superioridad en la fijación o menos efectos adversos del nuevo sistema de fijación. Por ejemplo, el reporte de Albert y LaFleur¹⁶ incluye al subgrupo de 29 pacientes con escoliosis neuromuscular dentro del subgrupo de 52 pacientes en los que se usaron las bandas sublaminares de poliéster. El análisis de este reducido subgrupo y, por lo tanto, el no conocer los resultados de los pacientes restantes que también fueron sometidos a las bandas sublaminares debilita sus conclusiones, las cuales deben ser interpretadas con cautela. Por otro lado, el Dr. Albert presentaba conflictos de interés con la industria.

Por otro lado, otros estudios como el de Ghayem Hassankhani¹⁸ utilizan como comparador a un sistema híbrido de menor seguridad¹⁹ y no al estándar de



tratamiento que es el sistema de solo-tornillos^{4,5}. Por otro lado, la calidad del reporte de las complicaciones es subóptima.

Por otro lado, estudios como el de Desay cuestionan la seguridad del uso de bandas sublaminares por contacto directo con el tejido nervioso (2/21=10% de complicaciones)¹⁷, situación similar a la ocurrida con las complicaciones del alambre de metal sublaminar^{4,5}.

Finalmente, el meta-análisis publicado recientemente (2017) concluye que los sistemas híbridos, en general, son inferiores a los sistemas de solo tornillos¹⁹. No se ha encontrado evidencia experimental ni meta-análisis que comparen un sistema híbrido de tornillos y bandas sublaminares ni uno de bandas sublaminares solamente contra el sistema actual utilizado en EsSalud.

Limitaciones

La naturaleza no-sistemática del presente análisis de la literatura presente una limitación importante, lo cual debe ser tomado en cuenta. Sin embargo, se han incluido revisiones sistemáticas, meta-análisis y documentos de consenso existentes y actualizados, lo cual disminuye el sesgo del contenido vertido.



8. Conclusiones

- No se encontró evidencia que demuestre que el sistema "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System) es superior en resultados clínicos post-operatorios ni más seguro que el sistema actual utilizado en EsSalud.
- No se encontró evidencia que demuestre que el sistema "Banda sublaminar para corrección de escoliosis" (Sistema Jazz; Implanet, USA) es superior en resultados clínicos post-operatorios ni más seguro que el sistema actual utilizado en EsSalud.



9. Decisiones

- Luego de revisada la evidencia científica, se decide **no incluir** al "Set de fijación transpedicular cero perfil, cero torque" (MESA® Deformity Spinal System) al Catálogo de Bienes de EsSalud.
- Luego de revisada la evidencia y habiendo consultado a expertos en la materia, se decide **no incluir** a la "Banda sublaminar para corrección de escoliosis" (Sistema Jazz; Implanet, USA) al Catálogo de Bienes de EsSalud.



11. Referencias Bibliográficas

1. Hresko MT. Clinical practice. Idiopathic scoliosis in adolescents. N Engl J Med. 2013;368(9):834-41.
2. Halawi MJ, Lark RK, Fitch RD. Neurocircular Scoliosis: Current Concepts. Orthopedics. 2015;38(6):e452-6.
3. Mohaideen A, Nagarkatti D, Banta JV, Foley CL. Not all rods are Harrington - an overview of spinal instrumentation in scoliosis treatment. Pediatr Radiol. 2000;30(2):110-8.
4. Boos N, Webb JK. Pedicle screw fixation - part 1 - a lateral view. Eur Spine J. 1997;6(1):2-18.
5. Lenke LG, Kuklo TR, Ondra S, Polly DW Jr. Scoliosis and the current state-of-the-art treatment of scoliosis (in the field of orthopedics). Spine (Phila Pa 1976). 2008;33(10):1051-4.
6. Hicks JM, Singla A, Shen FH, Arlet V. Applications of pedicle screw fixation in scoliosis surgery: a systematic review. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(11):E465-70.
7. DePuy Synthes. USS Universal Spine System. Switzerland: DePuy Synthes; 2016. Available from: [http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB81N1520Mobile Synthes 20International /Product%20Support%20Material/legacy_Synthes_PDF_1134-11_SPH0115_0253_1_LR.pdf](http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB81N1520Mobile%20Synthes%20International/Product%20Support%20Material/legacy_Synthes_PDF_1134-11_SPH0115_0253_1_LR.pdf)
8. K2M. MESA® Deformity Spinal System. Virginia: K2M; 2017. Disponible en: <http://www.k2m.com/products/product/mesa/1662017>
9. Implanet. Jazz - Posterior Fixation. Boston: Implanet; 2017. Disponible en: <http://www.implanet.com/us/product/jazz/>
10. Smith JS, Shaffrey CI, Sansur CA, Berven SH, Fu KM, Broadstone PA, et al. Rates of infection after spine surgery based on 106411 procedures: A report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(7):556-63.



11. Reames DL, Smith JS, Fu KM, Polly DW Jr, Ames CP, Berven SH, et al. Complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Database. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(18):1484-91.
12. Aleissa S, Parsons D, Grant J, Harder J, Howard J. Complications following pediatric scoliosis surgery: incidence and treatment of the spine. Can J Surg. 2011;54(4):263-9.
13. Glotzbecker MP, Riedel MD, Vitale MG, Matsumoto H, Roye DP, Erickson M, et al. What's the evidence? Systematic literature review of risk factors and preventive strategies for surgical site infection following pediatric spine surgery. J Pediatr Orthop. 2013;33(5):479-87.
14. Vitale MG, Riedel MD, Glotzbecker MP, Matsumoto H, Roye DP, Akbarnia BA, et al. Building consensus: development of a Best Practice Guideline (BPG) for surgical site infection (SSI) prevention in high-risk pediatric spine surgery. J Pediatr Orthop. 2013;33(5):471-8.
15. Glotzbecker MP, St Hilaire TA, Pawelek JB, Thompson GH, Vitale MG; Children's Spine Study Group; Growing Spine Study Group. Best Practice Guidelines for Surgical Site Infection Prevention With Surgical Treatment of Early-Onset Scoliosis. J Pediatr Orthop. 2017 Oct 23 [Epub ahead of print].
16. Albert MC, LaFleur BC. Hybrid fixation with sublaminae transpedicular bands in the treatment of neuromuscular scoliosis: a retrospective analysis. J Pediatr Orthop. 2015;35(2):172-7.
17. Desai SK, Sayama C, Vener D, Brayton A, Briceño V, Luerssen TG, et al. The feasibility and safety of using sublaminar transpedicular bands on all spinal constructs in children and transitional adults for neuromuscular scoliosis. J Neurosurg Pediatr. 2015;15(3):328-37.
18. Ghayem Hassankhani E, Omid-Kashani F, Moradkhani S, Ghayem Hassankhani G, Shakeri MT. Comparison of Clinical and Radiologic Outcome of Adolescent Idiopathic Scoliosis Treated with Hybrid Hook Screw Instrumentation versus Universal Clamp System. Adv Med. 2016;2016:7639727
19. Luo M, Li N, Shen M, Xia L. Pedicle screw versus hybrid instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis with emphasis on complications and reoperations. Medicine (Baltimore). 2017;96(27):e7337.
20. Mikles MR, Asghar FA, Frankenburg EP, Scott DS, Graziano GP. Biomechanical study of lumbar pedicle screws in a cadaveric model assessing significance of screw height. J Spinal Disord Tech. 2004;17(4):272-6..

