



Técnica manos libres para colocación de tornillos transpediculares de T1 a S1; revisión de la literatura y experiencia de dos años en Puerto Vallarta, México

Free hand technique for placement of transpedicular screws from T1 to S1; narrative review of the literature and two years experience in Puerto Vallarta, Mexico

Gustavo Alonso de Jesús Navarro Cueva,* Óscar Morales Lepe,* Maximilian Greig*

*Spine Clinic Vallarta, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

Resumen

Introducción: para la colocación de los tornillos transpediculares se inició el uso de diversas técnicas como la radiografía transquirúrgica convencional y la fluoroscopia transquirúrgica. Estos métodos implican mayor exposición a la radiación, mayor tiempo quirúrgico y gasto económico. **Objetivo:** reportar el porcentaje de colocación fallida de tornillos transpediculares con la técnica manos libres y describir la técnica manos libres para tornillos transpediculares. **Material y métodos:** entre marzo de 2020 y marzo de 2022, 40 pacientes (23 hombres y 17 mujeres) se realizaron cirugía de columna con colocación de tornillos transpediculares utilizando la técnica manos libres. En total, 236 tornillos se colocaron en la columna torácica y columna lumbar. Dividimos la penetración medial o lateral del pedículo en grado 0, grado 1, grado 2, grado 3 y grado 4. **Resultados:** según la clasificación de colocación de tornillos transpediculares, 96.2% fue un grado 0, 1.2% grado 1, 2.1% grado 2, 0.4% grado 3 y 0% grado 4. **Conclusión:** la colocación de tornillos transpediculares con la técnica manos libres es segura de realizar en las diferentes patologías de la cirugía de columna.

Palabras clave: fijación pedicular, técnica manos libres, columna toracolumbar.

Abstract

Introduction: for the placement of transpedicular screws, the use of various techniques began, such as the use of conventional trans-surgical radiography and trans-surgical fluoroscopy. These methods imply greater exposure to radiation, greater surgical time and economic expense. **Objective:** to report the percentage of failed placement of transpedicular screws with the freehand technique and to describe the freehand technique for transpedicular screws. **Material and methods:** between March 2020 and March 2022, 40 patients (23 men and 17 women) underwent spinal surgery with transpedicular screw placement using the free-hands technique. In total, 236 screws were placed in the thoracic spine and lumbar spine. We divide the medial or lateral penetration of the pedicle into grade 0, grade 1, grade 2, grade 3 and grade 4. **Result:** according to the classification of transpedicular screw placement, 96.2% was grade 0, 1.2% grade 1, 2.1% grade 2, 0.4% grade 3 and 0% grade 4. **Conclusion:** the placement of transpedicular screws with the freehand technique is a safe technique to perform in the different pathologies of spinal surgery.

Keywords: pedicle screw fixation, free-hand technique, thoracolumbar spine.

www.medigraphic.org.mx

Correspondencia:

Gustavo Alonso de Jesús Navarro Cueva

E-mail: gustavo_aj89@hotmail.com

Recibido: 15-02-2022. Aceptado: 01-03-2022.

Citar como: Navarro CGAJ, Morales LÓ, Greig M. Técnica manos libres para colocación de tornillos transpediculares de T1 a S1; revisión de la literatura y experiencia de dos años en Puerto Vallarta, México. Orthotips. 2022; 18 (4): 284-290. <https://dx.doi.org/10.35366/108278>

Introducción

La construcción vertebral posterior sólida con tornillos pediculares y barras se ha convertido en el instrumento que más se aplica para la mayoría de los procedimientos de cirugía de columna.

Las indicaciones para su uso incluyen enfermedades congénitas, deformidades tales como escoliosis o hiperlordosis, traumatismos, tumores espinales, infecciones y enfermedades degenerativas.¹

Inicialmente, debido al mayor diámetro de los pedículos en la columna lumbar y menor riesgo de lesión de estructuras vitales, los tornillos pediculares se utilizaron exclusivamente en la columna lumbar, posteriormente, considerando los excelentes resultados obtenidos en la columna lumbar se decidió el uso de tornillos pediculares extendido a la columna torácica.²

Para la colocación de los tornillos transpediculares se inició el uso de diversas técnicas como la radiografía transquirúrgica convencional y la fluoroscopia transquirúrgica. Estos métodos implican mayor exposición a la radiación, tiempo quirúrgico más prolongado y mayor gasto económico. La metodología manos libres requiere experiencia y conocimiento de la anatomía vertebral, con lo cual se puede reducir el tiempo quirúrgico, la exposición a la radiación y por ende, mayor seguridad para el equipo quirúrgico.³

Se ha informado que la tasa de colocación incorrecta de tornillos pediculares es de 5 a 41% en la columna lumbar y de 3 a 55% en la columna torácica.⁴ Para facilitar la evaluación de la colocación incorrecta del tornillo pedicular, la violación del pedículo medial de más de 4 mm se considera de posible alto riesgo de daño a las estructuras neurales. Las penetraciones de hasta 4 mm se consideran de menor riesgo y las penetraciones del pedículo por debajo de 2 mm se consideran en la «zona segura» con bajo riesgo de daño neural.⁵

Material y métodos

Objetivo: el objetivo principal es reportar el porcentaje de colocación fallida de tornillos transpediculares con la técnica manos libres, y el objetivo secundario es describir la técnica manos libres para tornillos transpediculares.

Diseño del estudio: estudio retrospectivo y descriptivo de serie de casos.

Muestra de pacientes: entre marzo de 2020 y marzo de 2022, 40 pacientes (23 hombres y 17

mujeres) con lesiones traumáticas de columna (10), problemas degenerativos (29) y tumorales (uno) se realizaron cirugía de columna con colocación de tornillos transpediculares utilizando la técnica manos libres.

En total, 236 tornillos se colocaron en la columna torácica y columna lumbar. Todos los tornillos pediculares se insertaron utilizando la técnica manos libres, donde los puntos anatómicos se usaron para guiar al cirujano. Dos cirujanos de columna revisaron las tomografías postquirúrgicas de todos los pacientes en el sistema digital de los hospitales. Las perforaciones de los tornillos se midieron en milímetros. Dividimos la penetración medial o lateral del pedículo en grado 0 (tornillos dentro de pedículo), grado 1 (penetración menor de 2 mm), grado 2 (penetración 2.1-4.0 mm), grado 3 (penetración 4.1-6.0 mm) y grado 4 (penetración mayor de 6 mm). La penetración anterior al cuerpo vertebral también utilizó los mismos grados.

Técnica quirúrgica

Lenke y cols. describieron la experiencia y la técnica de fijación de tornillos transpediculares torácicos con la técnica manos libres, reportando su experiencia de 10 años. Desde esa publicación, varios autores han hecho modificaciones y anexos a la modalidad original descrita por Lenke. Esto lleva a tener diferentes criterios, desde el punto de inicio, disección anatómica hasta el tipo de instrumental para la perforación del pedículo.⁶

Con base en la literatura reportada, se describirá mediante pasos la instalación de tornillos transpediculares con la técnica manos libres:

1. Con el paciente en decúbito prono, se realiza incisión en la línea media, abordaje donde se preservan los elementos del arco posterior. Se expone la lámina vertebral, apófisis transversa y faceta articular superior e inferior de cada nivel que se quiere instrumentar.
2. Facetectomía: se osteotomizan de 3 a 5 mm de la faceta inferior de la vértebra a la faceta superior de cada vértebra. Conjuntamente se retira la cápsula articular de la faceta superior. Sin embargo, en las facetas de los niveles extremos de instrumentación se preserva la cápsula articular con el objetivo de no dañar la estabilidad ligamentaria.
3. Localización del punto de entrada: inicialmente ubicarse de caudal a cefálico en la vértebra T12,

lo cual va a permitir identificar un punto de ingreso distinto que será cada vez más hacia la media y cefálico a medida que avanza de nivel hasta llegar al ápice (T8-T7). Proximal a eso, el punto de acceso tiende a moverse más lateral y caudal hasta llegar a la vértebra T1 (Figura 1). Varios autores han propuesto simplificar el punto de entrada único en columna no escoliótica, el cual se localiza 3 mm caudal a la confluencia del borde superior de la apófisis transversa y borde lateral de la faceta articular, al tener en cuenta la inclinación de 30° medial en T1 y T2, cambiando a 20° medial desde T3 a T12; al mismo tiempo conservando la alineación sagital, ortogonal de cada vértebra (Figura 2).⁷ En la columna lumbar se suele realizar una osteotomía (facetectomía parcial del tercio infero-lateral de la apófisis articular inferior de las vértebras superiores; el punto de entrada está en la intersección entre una línea que pasa justo lateralmente a la apófisis articular inferior y una línea que biseca la apófisis transversa. En S1, el punto de entrada está en el margen inferior-lateral de la base de la apófisis articular superior del sacro. La dirección de los tornillos sigue el eje del pedículo. Es ligeramente

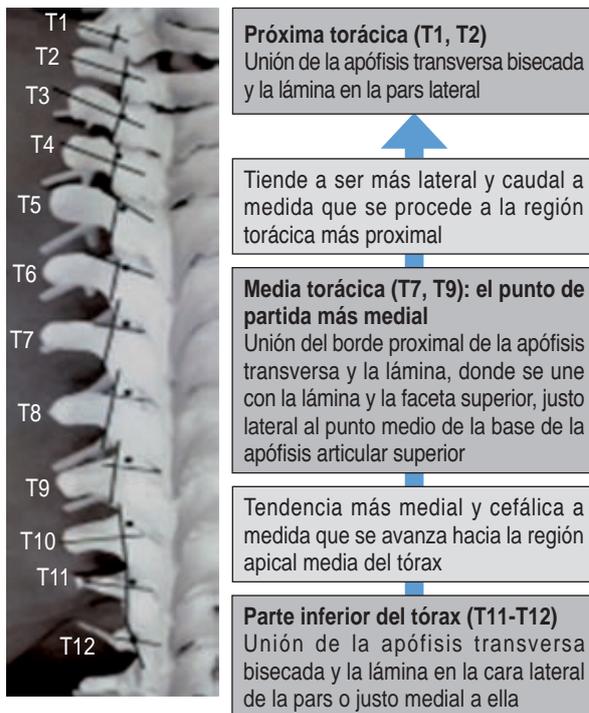


Figura 1: Punto de entrada de tornillos transpediculares torácicos.

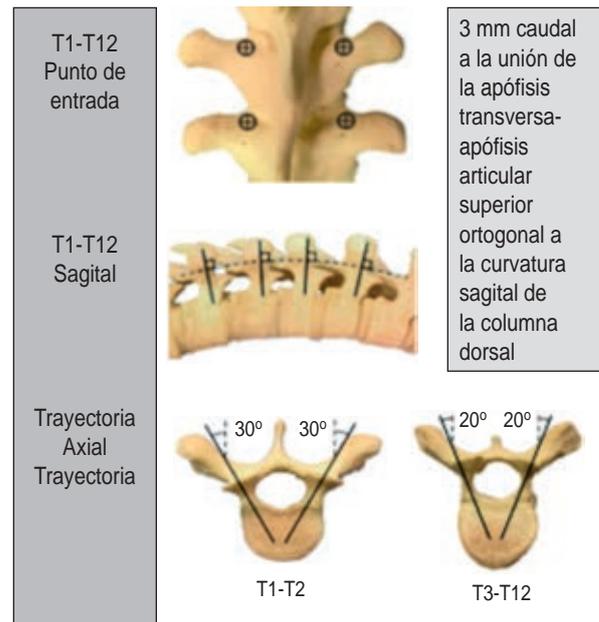


Figura 2: Grados de inclinación sagital y axial de tornillos torácicos.

oblicua hacia la línea media (una media de 10-15°) (Figura 3 y Tabla 1).⁸

- Canalización del pedículo: una vez ubicado el punto de introducción, se coloca lezna curva con una angulación de lateral a medial de 15-20° para los niveles T12 a T3 y 20 a 30° de los niveles T2-T1. Se debe tener en cuenta el plano sagital a fin de determinar la angulación caudal o cefálica de cada vértebra. Dirigir la lezna 15-20 mm con la concavidad a lateral buscando evitar lesión de la pared en la media pedicular, retirar la lezna y girarla 180° cambiando a medial la concavidad, permitiendo dirigirse al cuerpo vertebral con movimientos oscilatorios hasta la profundidad previamente planificada que varía de 30 a 45 mm en columna torácica, de L1 a L4 de 40-45 mm, L5 de 45-50 mm y S1 de 35-40 mm.
- Corroborar la integridad por medio de palpación del fondo y las cuatro paredes, haciendo énfasis en la pared medial. Al mismo tiempo, se mide la longitud del pedículo con el palpador y pinza hemostática en el punto de entrada.
- Roscado: introducir un machuelo con un diámetro de 1 mm menor que el del tronillo deseado para facilitar el trayecto de éste, lo que facilitará el anclaje y posicionamiento del tornillo final.

7. Segunda palpación: se corrobora de nuevo la integridad de las paredes y el fondo pedicular, a modo de evitar rupturas del pedículo.
8. Colocación del tornillo: se sitúa el tornillo lentamente en la misma dirección que proporciona el palpador, esto con el fin de evitar vía falsa.⁷
9. Al término de la colocación de tornillos realizar tomas radiográficas en AP, lateral y oblicuas 15° derecho e izquierdo para verificar la adecuada colocación de tornillos transpediculares (Figura 4).

Clasificación de colocación de tornillos transpediculares

La fijación del tornillo transpedicular puede generar lesiones neurológicas y/o vasculares si se coloca de manera incorrecta. Como consecuencia de no tener un criterio estandarizado debido a la variación del tamaño de los pedículos, además de las variantes anatómicas y patológicas, se hicieron estudios que proponen medidas de cortes axiales a nivel pedicular, determinando la zona de seguridad que puede usarse en columnas con deformidad o sin ésta. Las zonas de seguridad se dividen por grados, siendo el cero con una colocación exacta en el pedículo, y aumenta su valor respecto a la imprecisión del posicionamiento del elemento roscado. En términos generales, se puede



Figura 3:
Punto de entrada de tornillos transpediculares lumbares.

Tabla 1: Grados de inclinación cráneo-caudal y medio-lateral de tornillos transpediculares de T1 a S1.

Craneal-caudal		Medial-lateral
-14	T1	22
-13	T2	18
-12	T3	15
-11	T4	14
-11	T5	13
-10	T6	11
-8	T7	10
-6	T8	9
-4	T9	8
-1	T10	8
1	T11	11
4	T12	14
9	L1	14
9	L2	16
11	L3	17
13	L4	19
14	L5	22
20	S1	35

consensuar en la mayoría de la literatura que una zona segura corresponde a un grado 0-1 como se determina (Figura 5).⁹

Grado 0: totalmente contenido en el pedículo.

Grado 1: penetración hasta 2 mm medial y 4 mm lateral

Grado 2: penetración de 2.1-4 mm medial y 6 mm lateral.

Grado 3: penetración de 4.1-6 mm medial y más de 6 mm lateral.

Grado 4: mayor de 6 mm.

Complicaciones

El uso generalizado de la técnica manos libres puede presentar una incertidumbre en los cirujanos de columna, donde se valora la exposición a radiación y tiempos prolongados versus riesgos neurovasculares. Con el fin de disminuir riesgos, diversos autores proponen alternativas combinadas y variantes de apoyo a la técnica manos libres. Por ejemplo, microlaminectomías para la palpación de la pared medial pedicular y otras ayudas más. Esto se realizó con el propósito de disminuir las complicaciones como ruptura de la pared pedicular, lesión de la duramadre, lesiones tardías de la aorta, entre otras.¹⁰ La aplicación de la técnica manos libres ha

demostrado su seguridad y exactitud por medio de una revisión sistemática, donde se incorporaron 21 estudios que incluyeron 1,666 pacientes con escoliosis idiopáticas del adolescente, dando un total de 4,570 tornillos transpediculares, lo cual reportó una colocación inadecuada de 11 a 15.7%; de este porcentaje, se observó la complicación de ruptura de la pared lateral del pedículo, además se observó que las lesiones neurovasculares o pulmonares son raras y de baja incidencia.¹¹ En otro estudio de revisión se colocaron 6,816 tornillos con la técnica manos libres

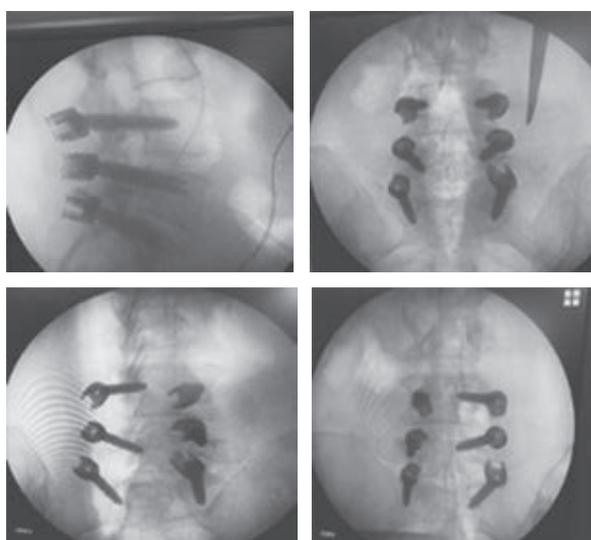


Figura 4: Imágenes fluoroscópicas, lateral, anteroposterior, oblicua derecha y oblicua izquierda.

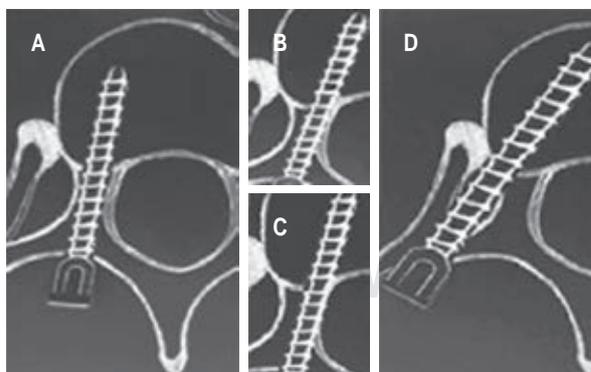


Figura 5: Grado 0: totalmente contenido en pedículo, grado 1: penetración hasta 2.0 mm medial y 4.0 mm lateral, grado 3: penetración 4.1-6.00 mm medial y más de 6.00 mm lateral, grado 4: penetración mayor de 6.00 mm.

Tabla 2: Número de tornillos colocados.

	n (%)
Columna torácica	34 (14.4)
Columna lumbosacra	202 (85.5)
Tornillos transpediculares totales	236

Tabla 3: Número de tornillos mal posicionados.

	n (%)
Penetración medial	5 (2.1)
Penetración lateral	3 (1.2)
Penetración anterior	1 (0.4)
Total	9 (3.8)

Tabla 4: Clasificación de colocación de tornillos transpediculares.

Grado	n (%)
0	227 (96.2)
1	3 (1.2)
2	5 (2.1)
3	1 (0.4)
4	0 (0.0)
Total	236 (100.0)

en la columna toracolumbar, 0.29% con contacto en la aorta, 0.14% contacto en la vena iliaca común y 0.19% con contacto en la vena iliaca interna, de los cuales, sólo dos pacientes (0.21% requirieron cirugía de revisión por recomendación de cirujano vascular. Como resultado, se recomienda el uso de la técnica manos libres a cirujanos de columna vertebral con adecuado entrenamiento en la misma.¹²

Resultados

Un total de 236 tornillos transpediculares, 202 (85.5%) en columna lumbosacra y 34 (14.4%) en columna torácica se insertaron en 40 pacientes. El número de tornillos insertados y tornillos mal posicionados hacia medial, lateral y anterior se resumen en las *Tablas 2 y 3*, lo cual muestra que 3.8% (9/236) penetraron la pared medial, lateral o anterior; 2.1% (5/236), 1.2% (3/236) y 0.4% (1/236) respectivamente.

Según la clasificación de colocación de tornillos transpediculares, 96.2% fue grado 0, 1.2% grado 1, 2.1% grado 2, 0.4% grado 3 y 0% grado 4 (*Tabla 4*).

Discusión

La estabilización transpedicular se ha convertido en un método establecido para la instrumentación de la columna torácica y lumbar debido a su rigidez inmediata, mejor corrección coronal y sagital y me-



Figura 6: Tornillos transpediculares completamente dentro de pedículo y cuerpo vertebral (grado 0).



Figura 7: Tornillo derecho desplazado hacia lateral del pedículo menor de 4.00 mm (grado 1).

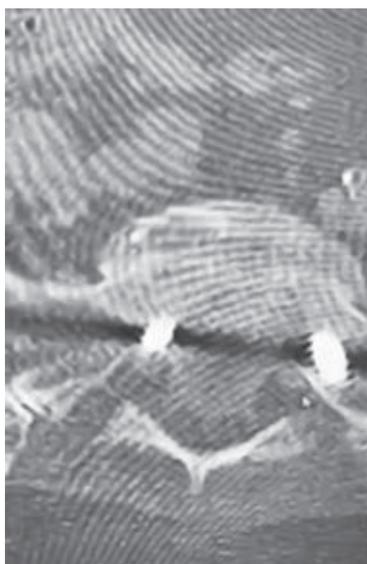


Figura 8:
Tornillo derecho desplazado hacia medial 4.0 mm (grado 2).

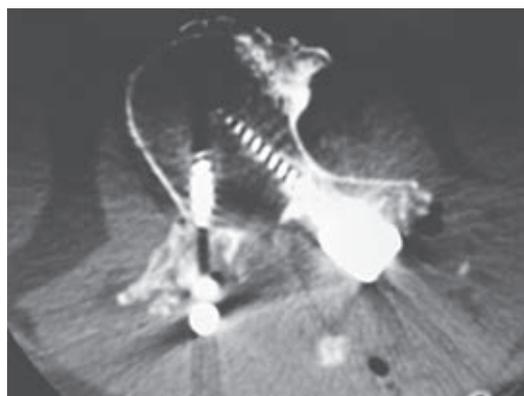


Figura 9: Tornillo izquierdo desplazado hacia medial 4.3 mm (grado 3).

nor longitud de fusión en la cirugía de escoliosis en comparación con otras técnicas de instrumentación. La fijación con tornillos pediculares es técnicamente difícil, con un alto riesgo de posibles complicaciones como lesiones neurológicas, vasculares y viscerales asociadas con tornillos pediculares mal colocados. Brown y cols. sugirieron que debería haber una curva de aprendizaje considerable para el uso los tornillos pediculares con el fin de evitar complicaciones. En nuestro estudio incluimos la mayoría de las patologías de columna que llegaron a nuestro centro (degenerativo, traumático y tumoral) y a todos los pacientes que incluimos en este estudio se les aplicó la técnica manos libres. En estudios previos, la tasa de perforación de la pared del pedículo varió entre

1.5 y 43%. La mayoría de los estudios generalmente han mostrado tasas de perforación entre 28 y 43% y sólo unos cuantos han mostrado tasas inferiores a 5%. Hemos encontrado que en nuestro estudio la tasa de perforación es baja (3.8%) en comparación con otros estudios: tres tornillos con una perforación grado 1, cinco tornillos con una perforación grado 2 y sólo un tornillo con una perforación grado 3 (Figuras 6 a 9). Se están utilizando varias técnicas para detectar la colocación incorrecta de los tornillos pediculares, incluidas las clavijas de guía en los pedículos, el intensificador de imágenes del arco en C intraoperatorio, la visualización directa de la pared medial después de la laminotomía, fluoroscopia 3D, sistemas de navegación asistidos por computadora basados en tomografía computarizada (TC) y monitoreo neurológico intraoperatorio avanzado. Las técnicas guiadas por imágenes dan como resultado un equipo costoso y un tiempo de cirugía prolongado. A pesar de todos estos avances, los estudios que utilizan la técnica manos libres en inserción de pedículos, también han demostrado tasas más bajas de perforación de la pared del pedículo en manos experimentadas. En nuestro centro sólo usamos el fluoroscopio intraoperatorio después de la colocación de los tornillos, tomando imágenes AP, laterales y oblicuas y usando imágenes postoperatorias de TC para confirmar la colocación de los tornillos.^{9,13,14}

Conclusión

Con base en la literatura establecida, la colocación de tornillos transpediculares con la técnica manos libres es segura de realizar en las diferentes patologías de la cirugía de columna.

Referencias

1. Perna F, Borghi R, Pilla F, Stefanini N, Mazzotti A, Chehrassan M. Pedicle screw insertion techniques: an update and review of the literature. *Musculoskeletal Surgery*. 2016; 100 (3): 165-169. Available in: <https://doi.org/10.1007/s12306-016-0438-8>
2. Aoude AA, Fortin M, Figueiredo R, Jarzem P, Ouellet J, Weber MH. Methods to determine pedicle screw placement accuracy in spine surgery: a systematic review. *Eur Spine J*. 2015; 24 (5): 990-1004. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3853-x>
3. Alvarado GF, Marroquín HO, Rosales CS, et al. Técnica manos libres para colocación de tornillos transpediculares en columna torácica, revisión narrativa de la literatura. *Ortho-tips*. 2021; 17 (3): 155-161. doi: 10.35366/100626.
4. Gelalis ID, Paschos NK, Pakos EE, et al. Accuracy of pedicle screw placement: a systematic review of prospective *in vivo* studies comparing free hand, fluoroscopy guidance and navigation techniques. *Eur Spine J*. 2012; 21 (2): 247-255. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00586-011-2011-3>
5. Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement *in vivo*. *Spine*. 1990; 15 (1): 11-14. Available in: <https://doi.org/10.1097/00007632-199001000-00004>
6. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Cho YS, Riew KD. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe? *Spine*. 2004; 29 (3): 333-342. Available in: <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000109983.12113.9b>
7. Avila MJ, Baaj AA. Freehand thoracic pedicle screw placement: review of existing strategies and a step-by-step guide using uniform landmarks for all levels. *Cureus*. 2016; 8 (2): e501. Available in: <https://doi.org/10.7759/cureus.501>
8. Crostelli M, Mazza O, Mariani M. Free-hand pedicle screws insertion technique in the treatment of 120 consecutive scoliosis cases operated without use of intraoperative neurophysiological monitoring. *Eur Spine J*. 2012; 21 Suppl 1 (Suppl 1): S43-49. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2218-y>
9. Modi HN, Suh SW, Fernandez H, Yang JH, Song HR. Accuracy and safety of pedicle screw placement in neuromuscular scoliosis with free-hand technique. *Eur Spine J*. 2008; 17 (12): 1686-1696. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0795-6>
10. Di Silvestre M, Parisini P, Lolli F, Bakaloudis G. Complications of thoracic pedicle screws in scoliosis treatment. *Spine*. 2007; 32 (15): 1655-1661. Available in: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318074d604>
11. Hicks JM, Singla A, Shen FH, Arlet V. Complications of pedicle screw fixation in scoliosis surgery: a systematic review. *Spine*. 2010; 35 (11): E465-E470. Available in: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181d1021a>
12. Parker SL, Amin AG, Santiago-Dieppa D, et al. Incidence and clinical significance of vascular encroachment resulting from freehand placement of pedicle screws in the thoracic and lumbar spine: analysis of 6816 consecutive screws. *Spine*. 2014; 39 (8): 683-687. Available in: <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000221>
13. Belmont PJ Jr, Klemme WR, Dhawan A, Polly DW Jr. *In vivo* accuracy of thoracic pedicle screws. *Spine*. 2001; 26 (21): 2340-2346. Available in: <https://doi.org/10.1097/00007632-200111010-00010>
14. Danesh-Clough T, Taylor PN, Hodgson B, Walton M. The use of evoked EMG in detecting misplaced thoracolumbar pedicle screws. *Spine*. 2001; 26: 1313-1316.

Conflicto de intereses

No se presentó ningún conflicto de intereses.