

Osteosíntesis transpedicular de la columna cervical subaxial: presentación de 4 casos

Pablo R. Devoto,¹ Ángel L. González Prada,¹ Juan J. Mezzadri,² Luis A. Domitrovic,³ Pablo G. Jalón¹

1. División Neurocirugía, Hospital de Clínicas "José de San Martín", Universidad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

2. Departamento de Neurocirugía, Instituto de Neurociencias, Hospital Universitario Fundación Favaloro, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

3. Neurorradiología Intervencionista, Hospital Universitario de Gold Coast, Southport, Queensland, Australia

RESUMEN

Introducción: la utilización de tornillos pediculares cervicales (TPC) ha demostrado una superioridad biomecánica respecto de los tornillos en masas laterales, proporcionando una fijación más sólida en patologías complejas de la columna cervical. Sin embargo, su uso en la columna subaxial continúa siendo limitado debido a su complejidad técnica y a los potenciales riesgos neurovasculares.

Objetivos: describir la técnica quirúrgica de colocación de tornillos pediculares cervicales mediante técnica a mano alzada asistida por fluoroscopia en la columna subaxial (C3-C7), y evaluar su seguridad y eficacia a través de una serie de casos con indicaciones complejas.

Descripción de la técnica: serie de 4 casos clínicos tratados con TPC en la columna cervical subaxial (C3-C7), junto con la descripción de la técnica quirúrgica. Las indicaciones incluyeron invaginación basilar con fijación occipitocervical, deformidad cifótica rígida multisegmentaria, estenosis cervical degenerativa y cirugía de revisión por falla mecánica. En todos los casos se utilizó técnica a mano alzada asistida por fluoroscopia, con planificación preoperatoria mediante tomografía computada.

Conclusión: los TPC constituyen una alternativa segura y eficaz para el tratamiento de patologías complejas de la columna cervical subaxial cuando se emplean con adecuada planificación y técnica quirúrgica rigurosa. Su mayor resistencia biomecánica los posiciona como una herramienta particularmente útil en deformidades, cirugías de revisión y situaciones que requieren un anclaje más robusto.

Palabras clave: Artrodesis cervical posterior. Cirugía de revisión cervical. Columna cervical subaxial. Tornillos pediculares cervicales

Transpedicular osteosynthesis of the subaxial cervical spine: presentation of 4 cases

ABSTRACT

Background: cervical pedicle screws (CPS) have demonstrated biomechanical superiority over lateral mass screws, providing more robust fixation in complex cervical spine pathologies. However, their use in the subaxial spine remains limited due to its technical complexity and the potential neurovascular risks.

Objectives: to describe the surgical technique for cervical pedicle screw placement using a fluoroscopy-assisted freehand technique in the subaxial spine (C3-C7), and to assess its safety and efficacy through a case series with complex indications.

Technique description: four clinical cases treated with CPS in the subaxial cervical spine (C3-C7), along with a description of the surgical technique. Indications included basilar invagination with occipitocervical fixation, rigid multisegmental kyphotic deformity, degenerative cervical stenosis, and revision surgery for mechanical failure. In all cases, a fluoroscopy-assisted freehand technique was used, with preoperative planning based on computed tomography.

Conclusion: CPS represents a safe and effective alternative for the treatment of complex subaxial cervical spine pathologies when used with adequate planning and rigorous surgical technique. Their greater biomechanical strength positions them as a particularly useful tool in deformities, revision surgeries, and situations requiring more robust anchorage.

Keywords: Cervical pedicle screw. Cervical revision surgery. Posterior cervical arthrodesis. Subaxial cervical spine

Pablo R. Devoto

pablodevoto7892@gmail.com

Recibido: 28/03/2026 Aceptado: 30/04/2026

DOI: 10.59156/revista.v40i02.809

Ángel L. González Prada: aleongonzalez94@gmail.com

Juan J. Mezzadri: jimezzadri@gmail.com

Luis A. Domitrovic: ladvic@gmail.com

Pablo G. Jalón: pablojalon@yahoo.com.ar

Los autores no declaran conflicto de interés

Los autores no declaran financiamiento.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

INTRODUCCIÓN

La instrumentación posterior de la columna cervical ha sido una herramienta indispensable en el manejo de una amplia gama de patologías espinales, incluidos los traumatismos, inestabilidad degenerativa, tumores y deformidades.⁽¹⁾

Históricamente, la osteosíntesis con tornillos en las masas laterales (TML) fue la técnica predominante, principalmente debido a su menor complejidad técnica y al bajo riesgo neurovascular observado.^(1,2) Sin embargo, la evolución de la cirugía espinal y los estudios biomecánicos han puesto de manifiesto las ventajas de la osteosíntesis con tornillos pediculares cervicales (TPC). Esta técnica ofrece una resistencia a la extracción significativamente mayor, proporcionando una fijación más sólida, especialmente útil en deformidades, escenarios de baja calidad ósea y cirugías de revisión.^(3,4)

A pesar de estos beneficios biomecánicos, la adopción de los TPC en la columna cervical subaxial (C3-C7) ha sido progresiva. La dificultad técnica asociada a pedículos intrínsecamente pequeños y oblicuos, sumada a la proximidad de estructuras neurovasculares críticas como la arteria vertebral y la médula espinal, ha limitado su difusión.⁽⁴⁾

OBJETIVOS

Describir la técnica quirúrgica de colocación de tornillos pediculares cervicales mediante técnica a mano alzada asistida por fluoroscopia en la columna subaxial (C3-C7), y evaluar su seguridad y eficacia a través de una serie de casos con indicaciones complejas.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Técnica quirúrgica

La colocación de tornillos pediculares cervicales requiere una planificación preoperatoria meticulosa y un conocimiento anatómico profundo para garantizar la seguridad del paciente.

La evaluación mediante tomografía computada con cortes finos (1.0-1.5 mm) es indispensable para medir los diámetros pediculares, los ángulos de convergencia y para identificar posibles anomalías del pedículo o de la arteria vertebral.^(3,4) Tal como describen diversos autores, se considera que un diámetro pedicular inferior a 4 mm dificulta significativamente la inserción segura del tornillo.⁽³⁻⁶⁾

Posicionamiento y exposición

El paciente es colocado en decúbito ventral con fijación cefálica mediante cabezal de Mayfield. Se realiza una incisión longitudinal en la línea media y disección subperióstica para exponer completamente las masas laterales y las láminas de los segmentos a instrumentar.

Determinación del punto de entrada

El punto de entrada se localiza ligeramente lateral al centro de la masa articular y próximo al margen inferior del proceso articular inferior de la vértebra superior adyacente. Algunos autores utilizan la escotadura vertebral lateral como referencia anatómica adicional.⁽⁴⁾

Formación del orificio y trayectoria

Se utiliza una fresa de alta velocidad con punta de diamante para perforar la cortical externa (Figura 1 A). Mediante un palpador tipo Lenke se confecciona el canal óseo, buscando contacto con la cortical medial como referencia de seguridad, minimizando el riesgo de perforación lateral

con potencial lesión de la arteria vertebral (Figura 1 B). Asimismo, para mayor seguridad, se emplean laminotomías que permiten palpar el pedículo y de esta manera tener mayor margen de seguridad en el trayecto del tornillos.

El ángulo de convergencia transversal varía entre 35 y 50° hacia medial, mientras que el ángulo sagital es paralelo al platillo vertebral superior en C5-C7 y ligeramente cefálico en C2-C4 con asistencia de fluoroscopia. Se realiza monitoreo neurofisiológico durante la confección del canal. El canal pedicular se palpa sistemáticamente con una sonda esférica para confirmar la integridad de sus paredes. La radioscopia lateral se usa de manera sistemática para confirmar la trayectoria y la profundidad.

Inserción del tornillo

Tras confirmar la correcta trayectoria, se insertan los tornillos pediculares de 3.5 a 4.5 mm de diámetro y 20-26 mm de longitud, los que se seleccionan según las mediciones preoperatorias (Figura 1 C).

DESCRIPCIÓN DE CASOS CLÍNICOS

A continuación se describen 4 casos en los que se aplicó la técnica. Esta siguió los principios de colocación a mano alzada, con asistencia radioscópica en todos los casos.

Caso 1

Un varón de 39 años consultó por disfagia, disfonía y parestias en miembros superiores. El examen mostró una paresia en miembros superiores. En los estudios se evidenció una invaginación basilar (Figura 2). Se indicó cirugía: primero un abordaje transnasal anterior con odontoidectomía y luego un abordaje posterior con una fijación occipitocervical donde se colocaron

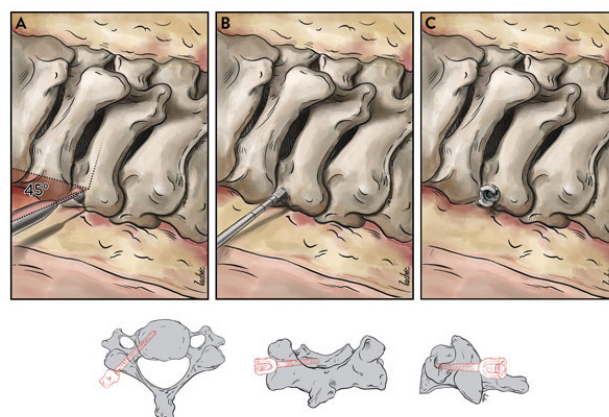


Figura 1. A) Perforación de la cortical externa en el punto de entrada con drill. B) Confección del canal pedicular con palpador tipo Lenke. C) Inserción del tornillo pedicular cervical tras la confirmación de la trayectoria y la profundidad mediante palpación del canal y control fluoroscópico.

tornillos pediculares en C3 y C4 (Figuras 3 y 4). En el postoperatorio evolucionó sin complicaciones, aunque siguió sintomático. Los controles evidenciaron una resección insuficiente del odontoides. El paciente quedó en espera de un nuevo abordaje transnasal anterior para completar la odontoidectomía.

Caso 2

Una mujer de 61 años consultó por cervicalgia intensa y parestesias en miembros superiores. El examen mostró signos de piramidalismo en los 4 miembros. Había sido operada previamente en 3 oportunidades: laminectomía, osteosíntesis posterior y corpectomía anterior instrumentada. Los estudios mostraron una deformidad cifótica rígida y multisegmentaria (Figura 5). Se indicó cirugía: primero se retiró la osteosíntesis posterior con osteotomías de Ponte, luego se realizó una corpectomía anterior de C4 a C6 colocando un *mesh* expansible y una placa anterior de C3 a C7 y, finalmente, se realizó una osteosíntesis posterior con tornillos pediculares de C2 a T2 (Figura 6). Evolucionó sin complicaciones con mejoría de la cervicalgia.



Figura 2. Caso 1. RM, se puede apreciar la invaginación basilar y compresión del tronco encefálico.

Caso 3

Un varón de 57 años consultó por disminución de fuerza en 4 miembros. Los estudios mostraron un canal estrecho degenerativo cervical multisegmentario (Figura 7). Se indicó una laminectomía instrumentada: se colocaron tornillos pediculares en C3, T1 y T2. En C4, C5 y C6 se colocaron tornillos istmicos (Figuras 8 y 9). Evolucionó sin complicaciones y actualmente se encuentra en proceso de recuperación.

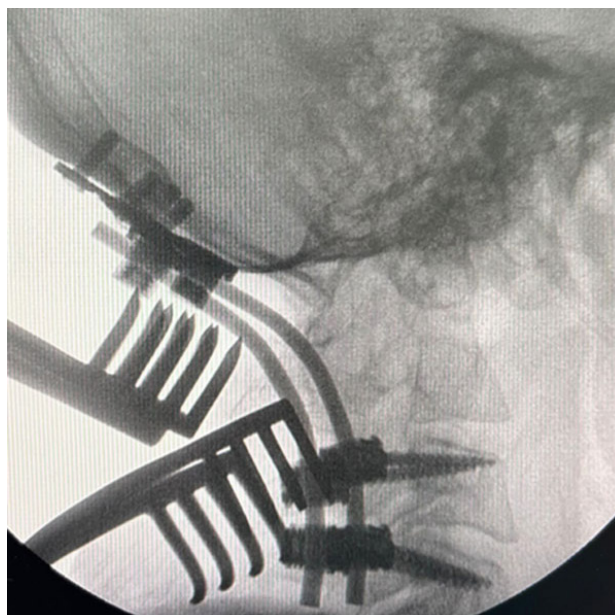


Figura 3. Caso 1. Rx perfil postquirúrgica.



Figura 4. Caso 1. TC postquirúrgica corte axial de C4.

Caso 4

Una mujer de 40 años consultó por cervicalgia. Cuatro meses antes había sufrido una fractura en T1 y T6-T7. En esa oportunidad le realizaron una osteosíntesis posterior a nivel cervico torácica desde D8 a C5 evidenciándose *pull-out* de tornillos cervicales a masa lateral C5, C6 y C7 (Figura 10). Se realizó cirugía de revisión con colocación de tornillos pediculares C5, C6, C7 como técnica de salvataje, obteniendo un anclaje más resistente en un contexto de falla mecánica previa (Figuras 11 y 12).

DISCUSIÓN

La instrumentación con tornillos pediculares cervicales ha modificado sustancialmente el abordaje de patologías complejas en la columna cervical subaxial. Su superioridad



Figura 5. Caso 2. Rx de columna cervical, se evidencia la cifosis iatrogénica.



Figura 6. Caso 2. Rx de columna cervical, se evidencia la correcta alineación postquirúrgica.

biomecánica frente a los tornillos de masa lateral ha sido ampliamente documentada.^(1,3,7,8) Los TPC proporcionan fijación en 3 columnas y una mayor resistencia a la extracción (677 N frente a 355 N), con una estabilidad superior bajo cargas cíclicas, reduciendo el riesgo de aflojamiento o falla constructiva a largo plazo.⁽⁸⁾

En los casos presentados, estos beneficios se evidenciaron en distintos escenarios clínicos. En los casos de deformidad severa y cirugía de revisión (casos 2 y 4), la rigidez y la capacidad de anclaje de los TPC fueron determinantes para obtener una fijación segura y duradera. El caso 1 mostró la utilidad de los TPC en una construcción occipitocervical, resolviendo una situación anatómica desfavorable en el segmento superior. En el caso 3, la combinación de TPC en C3 con tornillos ístmicos en niveles caudales permitió optimizar la estabilidad sin incrementar el riesgo quirúrgico.

La colocación de TPC demanda una curva de aprendizaje pronunciada.^(4,9) Se han reportado tasas iniciales de perforación del 6-12 %, que disminuyen al 1-3 % con la experiencia. Se estima que pueden

requerirse al menos 30 pacientes o aproximadamente 170 tornillos para alcanzar un nivel de precisión estable con técnica a mano alzada.⁽⁹⁾ La adherencia estricta a pasos técnicos seguros —planificación con tomografía, correcta selección del punto de entrada, control táctil del canal y verificación fluoroscópica sistemática— es fundamental para minimizar riesgos.^(3,4)

Herramientas como la navegación o las guías impresas en 3D han demostrado mejorar la precisión frente a la fluoroscopia convencional, aunque su uso puede verse limitado por costos y disponibilidad.⁽⁵⁾ En la presente serie, la técnica a mano alzada asistida por fluoroscopia fue suficiente para lograr una colocación precisa y segura en todos los casos.

En relación con la seguridad, las revisiones sistemáticas coinciden en que la incidencia de lesión de la arteria vertebral asociada a la colocación de TPC es muy baja, la que se estima alrededor del 0.15 % por tornillo. La incidencia de lesión radicular no muestra diferencias significativas entre TPC y TML.^(2,7) La paresia de C5 presenta una incidencia mayor con TPC, aunque en la



Figura 7. Caso 3. RM, se evidencia compresión cervical multisegmentaria.



Figura 8. Caso 3. Rx cervical perfil postquirúrgica.

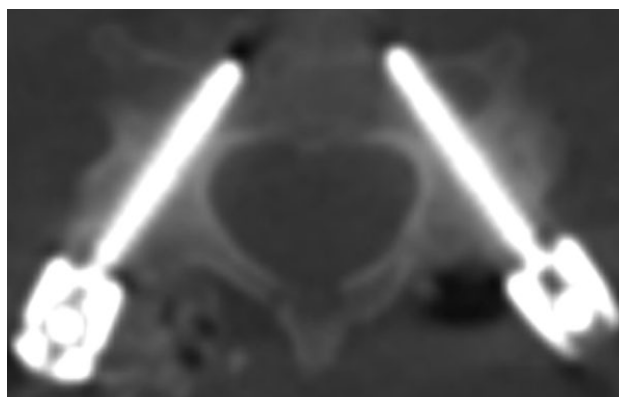


Figura 9. Caso 3. TC postquirúrgica corte axial de C3.



Figura 10. Caso 4. TC, se evidencia arrancamiento de tornillos a masa lateral.



Figura 11. Caso 4. TC, se evidencia colocación de tornillos pediculares en C5-C6 y C7.

mayoría de los casos es transitoria.^(2,10)

Un aspecto relevante es el concepto de “errores aceptables” en la evaluación de la precisión. Diversos trabajos han demostrado que un porcentaje de tornillos pediculares cervicales puede presentar violación de la cortical medial o lateral en la tomografía computada postoperatoria, sin consecuencias clínicas o neurovasculares, especialmente cuando se trata de desviaciones menores.^(3,11) En algunas series, hasta aproximadamente un 25 % de los tornillos mostró algún grado de violación en TC sin correlato clínico, lo que subraya la necesidad de interpretar los hallazgos tomográficos en conjunto con la evolución clínica del paciente.⁽¹¹⁾

En síntesis, la experiencia presentada, junto con la evidencia publicada, respalda el uso de los TPC como una herramienta segura y eficaz para el tratamiento de patologías complejas de la columna cervical subaxial, siempre que se realice una adecuada selección de pacientes y una técnica quirúrgica rigurosa.

CONCLUSIÓN

La fijación con tornillos pediculares cervicales en la columna subaxial constituye una opción de gran valor para el manejo de deformidades, traumatismos inestables y cirugías de revisión. En la presente serie, la técnica permitió obtener resultados clínicos y radiográficos favorables, sin complicaciones mayores, demostrando que los TPC, cuando se utilizan de manera planificada y bajo control radioscópico, ofrecen una fijación sólida y reproducible.



Figura 12. Caso 4. TC, se evidencia colocación de tornillos pediculares en C5-C6 y C7.

Contribuciones de autoría

Conceptualización y Administración del proyecto: Juan J. Mezzadri. Curación de datos y Análisis formal: Pablo R. Devoto. Investigación y Metodología: Pablo R. Devoto, Ángel L. González Prada. Recursos y Supervisión: Pablo G. Jalón. Software: Ángel L. González Prada. Validación y Visualización: Luis A. Domitrovic. Redacción - borrador original: Juan J. Mezzadri, Pablo R. Devoto. Redacción -revisión y edición: Pablo R. Devoto, Pablo G. Jalón. Adquisición de fondos: no fueron requeridos para el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Joaquim AF, Mudo ML, Tan LA, Riew KD. Posterior Subaxial Cervical Spine Screw Fixation: A Review of Techniques. *Global Spine J.* 2018;8(7):751-60. doi:10.1177/2192568218759940
2. Soliman MAR, Aguirre AO, Khan S, et al. Complications associated with subaxial placement of pedicle screws versus lateral mass screws in the cervical spine (C2-T1): systematic review and meta-analysis comprising 4,165 patients and 16,669 screws. *Neurosurg Rev.* 2023;46(1):61. doi:10.1007/s10143-023-01968-8
3. Abumi K, Ito M, Sudo H. Reconstruction of the subaxial cervical spine using pedicle screw instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(5):E349-E356. doi:10.1097/BRS.0b013e318239cf1f
4. Tan KA, Lin S, Chin BZ, Thadani VN, Hey HWD. Anatomic techniques for cervical pedicle screw placement. *J Spine Surg.* 2020;6(1):262-73. doi:10.21037/jss.2020.03.07
5. Mahmoud A, Shanmuganathan K, Rocos B, et al. Cervical spine pedicle screw accuracy in fluoroscopic, navigated and template guided systems: A Systematic review. *Tomography.* 2021;7(4):614-22. doi:10.3390/tomography7040052
6. Abumi K. Cervical spondylotic myelopathy: posterior decompression and pedicle screw fixation. *Eur Spine J.* 2015;24(Suppl 2):186-96. doi:10.1007/s00586-015-3838-9
7. Yoshihara H, Passias PG, Errico TJ. Screw-related complications in the subaxial cervical spine with the use of lateral mass versus cervical pedicle screws. *J Neurosurg Spine.* 2013;19(5):614-23. doi:10.3171/2013.8.SPINE13136
8. Cechin IE, Barros AGC, Khan AA, Silva LECTD. The role of cervical pedicle screw in cervical spine trauma. *J Craniovertebr Junction Spine.* 2023;14(3):299-305. doi:10.4103/jcvjs.jcvjs_19_23
9. Heo Y, Lee SB, Lee BJ, et al. The learning curve of subaxial cervical pedicle screw placement: how can we avoid neurovascular complications in the initial period? *Oper Neurosurg.* 2019;17(6):603-7. doi:10.1093/ons/opz070
10. Hey HWD, Zhuo WH, Tan YHJ, Tan JH. Accuracy of freehand pedicle screws versus lateral mass screws in the subaxial cervical

spine. Spine Deform. 2020;8(5):1049-58. doi:10.1007/s43390-020-00119-z

evaluation of 577 cervical pedicle screw placements. Eur Spine J. 2020;29(5):1043-51. doi:10.1007/s00586-020-06359-x

11. Mahesh B, Upendra B, Raghavendra R. Acceptable errors with

COMENTARIO

Muy interesante trabajo sobre una técnica quirúrgica compleja y demandante como la colocación de tornillos pediculares en la columna cervical subaxial a “mano alzada”. No hay dudas de que la construcción que se logra con esta técnica es muy superior biomecánicamente a la instrumentación de las masas laterales en cualquier situación. Aunque es también más compleja y presenta mayor morbilidad. Su utilización debe reservarse para casos complejos como los reportados en esta Nota técnica, muy completa en su descripción. La selección del paciente, planificación, experiencia y morbilidad están muy bien detallados. Es muy importante realizar actividades tipo workshop (con maquetas o cadáveres) para ayudar a los cirujanos en su curva de aprendizaje.

Felicito a los autores y recomiendo su lectura.

Dr. Ramiro Gutiérrez

Servicio de Neurocirugía y Cirugía de Columna, Clínica Güemes, Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina