

MAGNITUD DEL ÁREA TRIANGULAR Y SU RELACIÓN CON EL PUNTO DE INSERCIÓN DE LOS TORNILLOS PEDICULARES: ESTUDIO COMPARATIVO

Juan José Mezzadri¹, Jaime Jorge Rimoldi².

¹Sección de Cirugía de Columna, División de Neurocirugía, Hospital de Clínicas «José de San Martín», Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, ²Centro Médico Deragopyan & Servicio de Neurocirugía, Hospital Municipal «Bernardino Rivadavia», Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

Objetivo. Comparar la magnitud del área triangular, adyacente a los tornillos pediculares, entre dos técnicas de inserción a nivel lumbar.

Método. En 50 pacientes (27 varones y 23 mujeres) con una edad media de 54,5 años se obtuvieron imágenes por resonancia magnética de columnas no operadas, sin patología y alineadas, estudiándose la vértebra L4 con cortes perpendiculares al muro posterior, a nivel de los pedículos, utilizando el siguiente protocolo: FSE, potenciadas en T2 (TE:130 TR:1740), nex 2, espesor 2 mm, FOV: 256 x 256, con equipo Signa Infinity, GE 1,5 T; las imágenes obtenidas fueron grabadas en disco óptico en sistema DICOM y transferidas a Workstation Sun Microsystems para su análisis mediante software Functool 2. Se trazaron líneas centradas en ambos pedículos siguiendo 2 ángulos (ANG): ANG 1 a 18°, desde la entrada a la cortical de las facetas articulares posteriores hasta el tercio anterior del cuerpo vertebral y ANG 2 a 38°, desde la entrada en la unión de la apófisis transversa con la articulación interapofisaria. Luego se midieron las áreas triangulares (mm²) resultantes de la proyección de las líneas sobre los cuerpos vertebrales. Para el análisis estadístico se emplearon: el ANOVA para medidas repetidas y el test de Scheffe para las comparaciones Post Hoc.

Resultados. Los promedios del área en ANG 1 fueron: derecho 63,86 ± 1,77 e izquierdo 64,06 ± 1,54; las diferencias no fueron significativas (p=0,906). Los promedios del área en ANG 2 fueron: derecho 154,36 ± 1,87 e izquierdo 154,54 ± 1,81; las diferencias no fueron significativas (p=0,929). Las diferencias encontradas entre las magnitudes de las áreas derecha e izquierda a nivel L4, entre las dos técnicas de inserción, fueron muy significativas (p<0,0001).

Conclusión. Las magnitudes de las áreas triangulares adyacentes a los tornillos con la técnica de inserción 2 fueron mayores que con la técnica 1 y sus diferencias fueron estadísticamente significativas.

Palabras clave: biomecánica espinal, resonancia magnética, tornillos pediculares, triangulación.

INTRODUCCIÓN

En los tornillos pediculares lumbares la resistencia al arranque es proporcional al volumen de hueso ubicado entre las espiras y al área ósea triangular definida por el tornillo y una línea perpendicular que, partiendo desde su extremo distal, termina en la superficie posterior del cuerpo vertebral. Por ello es tan importante la profundidad y distancia entre las espiras y también la orientación de los tornillos. Otros factores de importancia en la resistencia al arranque son: grosor del tornillo, presa cortical, profundidad de penetración y densidad mineral ósea¹.

El objetivo de este estudio fue comparar la magnitud del área ósea triangular adyacente a los tornillos pediculares lumbares, obtenida entre dos técnicas de inserción²⁻⁴.

MATERIAL Y MÉTODO

En 50 pacientes adultos y de ambos sexos (27 varones, 23 mujeres, edad media: 54,5 años) se obtuvieron imágenes por resonancia magnética (IRM) de columnas vertebrales lumbares no operadas, sin patología tumoral o traumática y alineadas.

Se estudió la vértebra L4 a nivel de los pedículos con

cortes perpendiculares (figura 1) al muro posterior, utilizando el siguiente protocolo: FSE, potenciadas en



Figura 1.

T2 (TE:130 TR:1740), nex 2, espesor 2 mm, FOV: 256 x 256, con equipo Signa Infinity, GE 1,5 T; las imágenes obtenidas fueron grabadas en disco óptico en sistema DICOM y transferidas a Workstation Sun Microsystems para su análisis mediante software Functool 2.

En los cortes axiales lumbares el cuerpo vertebral se dividió horizontalmente en tres partes y luego se trazaron líneas centradas en ambos pedículos siguiendo 2 ángulos:

1. Ángulo 1 a 18°, desde la entrada a la cortical de la base de las carillas articulares superiores hasta el tercio anterior del cuerpo vertebral, simulando el método de Roy-Camille et al² (figura 2).

2. Ángulo 2 a 38°, desde la entrada en la unión de la apófisis transversa con la articulación interapofisaria hasta el tercio anterior del cuerpo vertebral, simulando el método de Weinstein et al.³ y Magerl⁴ (figura 3).

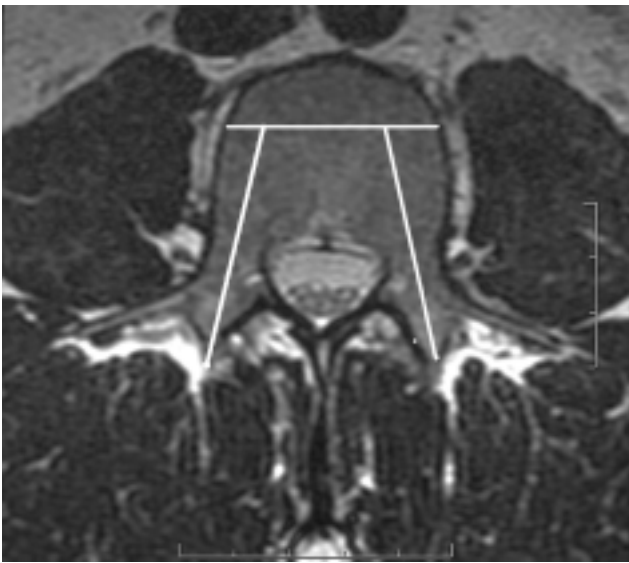


Figura 2.

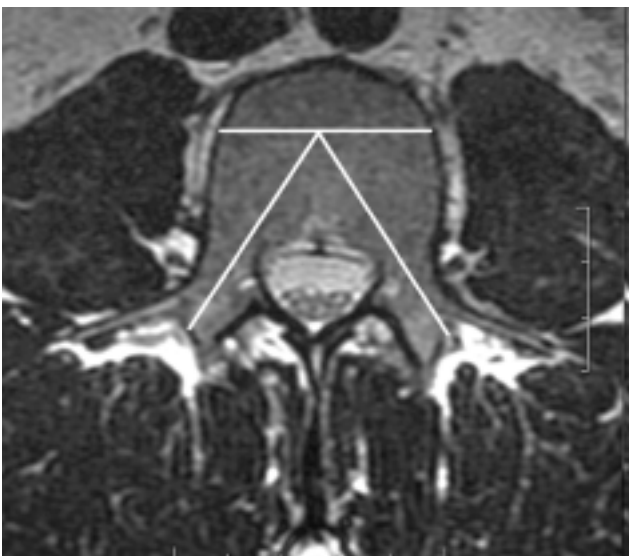


Figura 3.

Luego se midieron las áreas triangulares (en mm²) resultantes de la proyección de las líneas sobre los cuerpos vertebrales (figuras 4 y 5).

Para el análisis estadístico se emplearon: el ANOVA para medidas repetidas y el test de Scheffe para las comparaciones Post Hoc.

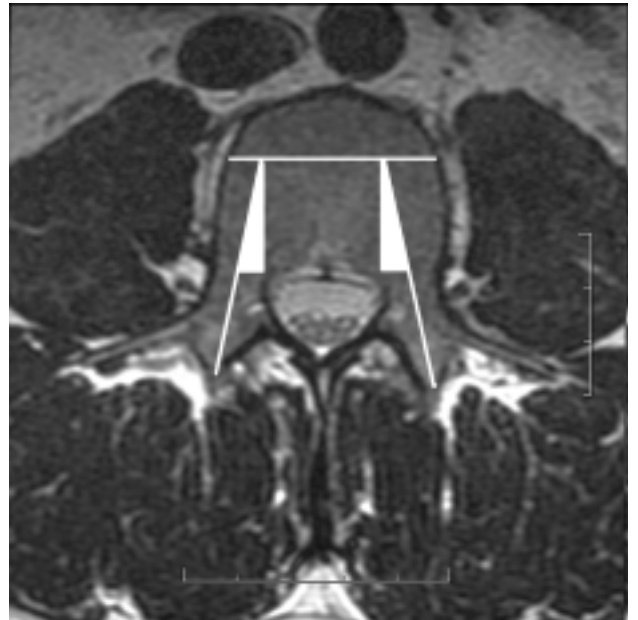


Figura 4.

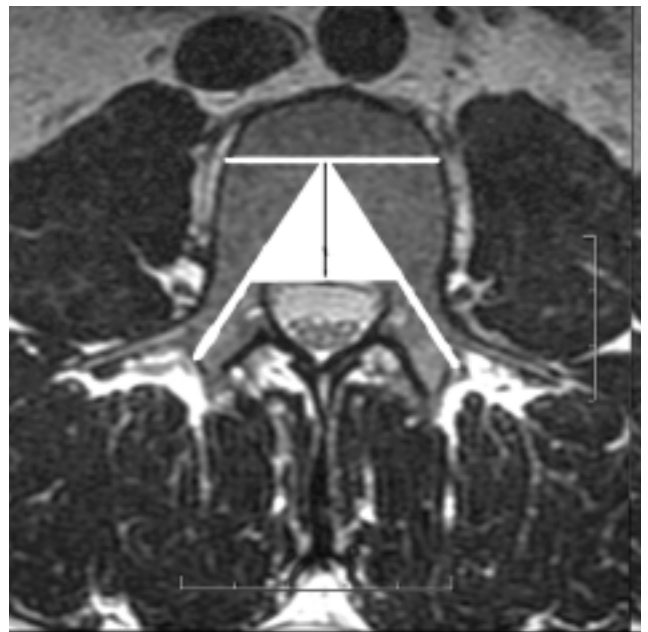


Figura 5.

RESULTADOS

Los promedios en los 50 casos del área en el ángulo 1 fueron: derecho $63,86 \pm 1,77$ e izquierdo $64,06 \pm 1,54$; las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0,906$).

Los promedios en los 50 casos del área en el ángulo 2 fueron: derecho $154,36 \pm 1,87$ e izquierdo $154,54 \pm 1,81$; las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0,929$).

Las diferencias encontradas entre las magnitudes de las áreas derecha e izquierda, adyacentes a los tornillos en el nivel L4, entre las dos técnicas de inserción, fueron estadísticamente muy significativas ($p<0,0001$).

DISCUSIÓN

Existen varios métodos y referencias anatómicas que pueden utilizarse para identificar el sitio de inserción más apropiado de los tornillos pediculares lumbares. Estos incluyen la apófisis transversa, el extremo caudal de la carilla articular inferior y el punto en donde se encuentran la carilla articular superior, la apófisis transversa y la lámina. Para evitar complicaciones hay que conocer la anatomía compleja de la región. Si uno tiene en cuenta que, medial al pedículo está el canal espinal junto con la duramadre y que, inferior al pedículo está la raíz nerviosa, se comprenderán las consecuencias de la colocación inapropiada de los tornillos pediculares⁵.

Existen varias opciones como puntos de entrada. Roy-Camille et al² describieron un punto de entrada que está en la intersección de 2 líneas: una línea horizontal a través de la mitad de la inserción de la apófisis transversa y una línea vertical a través de la mitad de la carilla articular inferior.

Weinstein et al³ y Magerl⁴ describieron el punto de entrada en la intersección de una línea horizontal a través del punto medio de la apófisis transversa y una línea vertical a través de la cara lateral de la carilla articular superior. Esto tiene sus ventajas. El tornillo puede ser más largo, aumentando la interface metal-hueso y la presa sobre el cuerpo vertebral, resistiendo fuerzas anteroposteriores y laterales. Además, al estar la cabeza del tornillo más baja que la carilla articular que está por encima, hay menos interferencia con ella y por lo tanto menos rigidez y degeneración adyacente.

El punto de entrada afecta la orientación de los tornillos.

En el método de Roy-Camille et al.² los tornillos se orientan bien derechos, paralelos al plano sagital y al platillo vertebral.

En el método de Weinstein et al³ y Magerl⁴ los tornillos se orientan en forma anteromedial, oblicuos al plano sagital y paralelos al platillo vertebral.

La oblicuidad de los tornillos genera una mayor triangulación. Estudios biomecánicos han demostrado que la triangulación de los tornillos incrementa su fuerza de fijación⁶ y la resistencia al arranque en más de un 150%⁷. Esto ocurriría porque la masa ósea adyacente entre los tornillos es mayor que la masa ósea ubicada entre las espiras⁸. No hemos encontrado en la literatura, una cuantificación o medición del área ósea adyacente a los tornillos pediculares, ni tampoco una comparación del tamaño de dichas áreas en relación con la dirección recta u oblicua de los tornillos.

Nuestros hallazgos en las IRM confirman que el área es significativamente mayor cuando la dirección de los tornillos es más oblicua, pudiendo inferirse que estos tendrían una mayor resistencia al arranque. Por ello, sería preferible emplear el método cuyo punto de inserción sea más lateral, porque permitiría una mayor oblicuidad de los tornillos^{3,4}.

CONCLUSIÓN

Las magnitudes de las áreas triangulares adyacentes a los tornillos con la técnica de inserción 2 fueron mayores que con la técnica de inserción 1 y sus diferencias fueron estadísticamente significativas.

Agradecimiento

Al Dr. Vicente Castiglia, Jefe de la Sección de Asesoría Científica, Dirección de Docencia e Investigación del Hospital de Clínicas «José de San Martín», Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, por el asesoramiento metodológico.

Bibliografía

1. Benzel EC. Implant-bone interfaces. En EC Benzel, Biomechanics of Spine Stabilization. Principles and Clinical Practice. New York: McGraw-Hill, Inc. 1995, Chapter 13, pp. 127-34.
2. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop* 1986; 203: 7-17.
3. Weinstein JN, Spratt KF, Spengler D, Brick C. Validity of roentgenogram-based assessment and surgical factors on successful screw placement. *Spine* 1988; 13: 1012-8.
4. Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. *Clin Orthop* 1984; 189: 125-41.
5. Krieg JC, Zuber K, Weinstein JN. Pedicle screw fixation in the thoracolumbar spine. En SR Garfin & BE Northrup, editors. *Surgery for Spinal Cord Injuries*. New York: Raven Press, Ltd. 1993, Chapter 20, pp. 227-37.
6. Ruland CM, McAfee PC, Warden KE, Cunningham BW. Triangulation of pedicular instrumentation. A biomechanical analysis. *Spine* 1991; 16: S270-S6.
7. Hadjipavlou AG, Nicodemus CL, al-Hamdan FA, Simmons JW, Pope MH. Correlation of bone equivalent mineral density to pull-out resistance of triangulated pedicle screw construct. *J Spinal Disord* 1997; 10: 12-9.
8. Butler J, Ferrara LA, Benzel EC. Basic biomechanically relevant anatomy. En E Benzel, editor. *Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance, and Management*. Philadelphia: Elsevier, Inc. 2005, Chapter 105, pp. 1397-410.

ABSTRACT

Objective: to compare the size of the osseous triangular area, adjacent to lumbar pedicle screws, between to insertion techniques.

Method: in 50 cases (27 males – 23 females) with a median age of 54.4 years, magnetic resonance images of normal lumbar spines were obtained. Axial sections through the pedicles of the vertebrae L4 were studied with the following protocol: FSE, T2 weighted images (TE:130 TR:1740), nex 2, 2 mm slices, FOV: 256x256, with a Signa Infinity equipment, GE 1.5 T. We draw lines centred in both pedicles following 2 angles: angle 1 of 18° between the base of the superior facet to the anterior third of the vertebral body and angle 2 of 38° between the union of the transverse process with the base of the superior facet and the anterior third of the vertebral body. The triangular areas adjacent to the lines were measured (mm) and compared. The statistical

analysis was performed with ANOVA for repeated measurements and with the Scheffe test for ad hoc comparisons.

Results: the averages of areas for angle 1 were: right 63.86±1.77 and left 64.06±1.54; the differences were not statistically significant (p=0.906). The averages of areas for angle 2 were: right 154.36±1.87 and left 154.54±1.81; the differences were not statistically significant (p=0.929). The differences found in the size of the right and left areas at L4, between the two insertion techniques, were very significant (p<0.0001).

Conclusion: the sizes of the triangular areas adjacent to the lines following the angle 2 were larger than those adjacent to the lines following the angle 1 and their differences were statistically significant.

Key words: magnetic resonance imaging – pedicle screws – spinal biomechanics – triangulation.

COMENTARIO

Los Dres. Mezzadri y Rimoldi proponen y realizan un estudio comparativo para establecer la superficie ósea triangular (delimitada por un tornillo pedicular y el muro posterior de la vértebra), entre los 2 tipos de técnicas de colocación, más frecuentemente utilizadas.

Para tal fin utilizaron una muestra suficiente, de 50 casos (27 varones y 23 mujeres) sin patología previa a nivel de columna lumbar y la sometieron a estudio de IRM. A nivel de la 4ª vértebra lumbar (L4) en cortes axiales se efectuaron las mediciones con un ángulo de 18° para el protocolo 1 (técnica de Roy-Camille) y de 38° para el protocolo 2 (técnicas de Weinstein y Magerl).

Los autores demostraron con este estudio que las técnicas de Weinstein y Magerl de colocación de tornillos pediculares a 38°, es decir el protocolo 2, producen un área ósea triangular mayor, estadísticamente significativa (p < 0,0001).

La discusión ha sido adecuada y al final de ésta, los Dres. Mezzadri y Rimoldi infieren que la mayor angulación del tornillo aumenta el área ósea triangular y condiciona mayor resistencia a las fuerzas de arranque.

Este es uno de los impactos del trabajo, ya que los autores dan como preferencia el empleo de puntos de inserción más laterales que permitirían mayor angulación del tornillo.

Ahora bien, esta angulación de 38° en el campo quirúrgico representa un gran problema para el cirujano, ya que en muchos casos la separación de los músculos paravertebrales, obstaculizada a nivel L4-L5 por la presencia de la espina iliaca, impide la angulación sugerida, para la colocación de tornillos pediculares; otros obstáculos a mencionar son la presencia de los separadores ortostáticos y las reoperaciones con abundante tejido cicatrizal. Estos obstáculos pueden ser sorteados con la colocación por contra abertura o en forma percutánea, de los tornillos.

Felicito a los Dres. Mezzadri y Rimoldi por la rigurosidad científica demostrada y la originalidad del trabajo, ya que no existen estudios que cuantifiquen el área ósea triangular y sus implicancias técnico quirúrgicas.

Jorge Lambre