

## Artículo original

## Estudio comparativo entre placa-injerto, caja-placa y caja de PEEK en artrodesis de la columna cervical con conducto cervical estrecho

Alpizar-Aguirre A,\* Estrada-Gómez JA,\*\* Zárate-Kalfopulus B,\*\* Sánchez-Bringas G,\*\*  
Rosales-Olivares LM,\*\*\* Reyes-Sánchez AA\*\*\*\*

Instituto Nacional de Rehabilitación

**RESUMEN.** *Introducción:* Se han desarrollado una variedad de sistemas para fijar y artrodesar la columna cervical con las ventajas de reducir el riesgo de pseudoartrosis, extrusión y colapso del injerto, así como una mayor precisión en la alineación sagital, por tal motivo requerimos comparar resultados de placa-injerto, caja-placa y caja-PEEK, en pacientes con conducto cervical estrecho. *Material y métodos:* Estudio prospectivo, de intervención y comparativo, formando tres grupos: grupo I, artrodesis con placa-injerto, grupo II, caja-placa, grupo III, caja-PEEK. La evaluación funcional pre- y postoperatoria con escala de discapacidad cervical y escala visual análoga (EVA) de dolor y radiografías columna cervical. Se analizaron los resultados con pruebas no paramétricas de rangos con signo de Wilcoxon y Kruskal Wallis para comparación entre más de dos grupos. Con nivel de significancia de 0.05. *Resultados:* Muestra de 37 pacientes para el grupo I con n = 12, con 22 niveles; grupo II con: n = 11, con 19 niveles; grupo III con: n = 14 con 25 niveles. La mayoría de pacientes entre la sexta y octava década de la vida. Al año de postoperados el índice de discapacidad cervical y mejoría del dolor con EVA mostraron mejoría con diferencia estadística en los tres gru-

**ABSTRACT.** *Introduction:* A variety of systems have been developed to fix and perform arthrodesis of the cervical spine, with the advantages of reducing the risk of pseudoarthrosis, extrusion and graft collapse and achieving a more precise sagittal alignment. We therefore need to compare the results of the following approaches to patients with cervical stenosis: plate-graft, cage-plate and PEEK cage. *Material and methods:* Prospective, interventional, comparative trial involving three groups: group I, arthrodesis with plate-graft; group II, cage-plate, and group III, PEEK cage. The pre- and postoperative assessments included the cervical disability scale, the pain visual analog scale (VAS), and cervical spine X-rays. The results were analyzed with non-parametric tests such as the Wilcoxon sign test and the Kruskal-Wallis test for the comparison of more than two groups. Significance level was 0.05. *Results:* The sample included a total of 37 patients: n = 12 in group I, with 22 levels; n = 11 in group II, with 19 levels, and n = 14 in group III, with 25 levels. Patient age ranged between 60 and 80. One year after surgery there was an improvement in cervical disability and the pain VAS score, with a statistically significant difference among the three groups (p = 0.001). However,

### Nivel de evidencia: IV

\* Servicio de Cirugía de Columna.

\*\* Residente Especialidad en Ortopedia.

\*\*\* Jefatura de Servicio Cirugía de Columna Vertebral.

\*\*\*\* División de Cirugía Especial.

Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) de la Secretaría de Salud (SS).

Dirección para correspondencia:

Dr. Alejandro Reyes-Sánchez

Camino a Santa Teresa Núm. 1055-684,

Col. Héroes de Padierna, Deleg. Magdalena Contreras, CP 10700, México, D.F.

E-mail: alereyes@inr.gob.mx; areyes@vertebrae.com.mx

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

pos ( $p = 0.001$ ). Sin embargo, las mediciones radiográficas al año de seguimiento mostraron una mejoría significativa de la lordosis segmentaria ( $p = 0.02$ ) sólo en pacientes operados con placa-injerto. **Conclusiones:** El uso de la placa injerto ofrece mejores resultados clínicos y radiográficos en comparación con la caja-placa y caja-PEEK al año de seguimiento.

**Palabras clave:** columna, vértebras cervicales, manipulación espinal, conducto vertebral, artrodesis, fijación interna de fracturas.

radiographic measurements at that time showed a significant improvement in segmental lordosis ( $p = 0.02$ ) only in plate-graft patients. **Conclusions:** The plate-graft approach provides better clinical and radiographic results compared to the cage-plate and PEEK cage techniques, at the one-year follow-up.

**Key words:** spine, cervical vertebrae, manipulation spinal, spinal canal, arthrodesis, fracture fixation internal.

## Introducción

La enfermedad cervical degenerativa es un proceso crónico y progresivo que se asocia con una reacción ósea, con la formación de osteofitos y deformación artrósica de la columna, pudiendo este último causar estrechez del conducto cervical que resulta en una posible compresión de los elementos neurales, ya sea de tipo radicular o mielopático. La severidad de estos cambios descritos anteriormente es muy variable, si los cambios son mínimos, los individuos pueden estar asintomáticos o simplemente presentarse con síntomas clínicos mínimos. Dicho proceso representa la causa más frecuente de disfunción del cordón espinal por encima de los 55 años.<sup>1</sup>

La compresión radicular produce dolor y reacción inflamatoria, lo que ocasiona distorsión mecánica de la raíz nerviosa y déficit sensitivo o debilidad motora. Asimismo, la compresión conjunta de los vasos sanguíneos aumenta la permeabilidad y produce un edema crónico de la raíz que genera fibrosis, lo cual aumenta la sintomatología del miotoma o dermatoma de la raíz comprometida.<sup>1,2</sup> Además del efecto mecánico, la isquemia y los cambios vasculares medulares influyen en la patogenia de la enfermedad. La sustancia gris central y las columnas laterales muestran la mayoría de cambios de gliosis.<sup>1,3,4</sup>

Los síntomas iniciales son frecuentemente torpeza de las extremidades torácicas, dificultad para realizar actividades de precisión con las manos y posteriormente aparecen parestesias, ataxia, espasticidad y alteraciones de la marcha. Sin embargo, parece ser que la espasticidad es el eje sobre el que se desarrolla la disfunción muscular responsable de la alteración de la marcha, la cual se encuentra presente en 80% de los pacientes, ya que menos de la mitad presentan un déficit motor en la musculatura proximal de las extremidades pélvicas.<sup>4</sup> Los cambios motores y sensitivos son específicos del nivel medular y son proporcionales al daño producido.<sup>1,3,5,6,7,8</sup>

El dolor cervical tiene una prevalencia de 66% a lo largo de la vida y en 5% de los casos se presenta con discapacidad que en muchos casos habitualmente se asocia con episodios

de cefalea y dolor lumbar. A pesar de ser un problema común, se trata de un síntoma inespecífico y la determinación de la fuente del dolor es difícil, ya que puede ser de origen cefálico, facial, de hombro o cervical y en este último caso, puede tener una causa muscular o discogénica.<sup>1</sup> En el estudio realizado por Moore y cols., la mielopatía cervical espondilótica daba cuenta de una cuarta parte de las paraparesias y tetraparesias de origen no traumático.<sup>6</sup>

Las controversias acerca del abordaje quirúrgico de la mielopatía cervical espondilótica aún no se han resuelto puesto que algunos autores prefieren abordajes anteriores, mientras que otros deciden el abordaje posterior.<sup>8</sup>

La disectomía cervical anterior con artrodesis intersomática y fusión cervical es un procedimiento descrito desde los años 50 que ha sido utilizada de manera exitosa para el tratamiento de la enfermedad cervical degenerativa.<sup>9</sup> Desde entonces a la fecha, se han descrito numerosas técnicas variantes<sup>10,11,12,13</sup> y se han utilizado diversos tipos de implantes e injertos<sup>14</sup> obteniendo con la mayoría de ellos buenos resultados en cuanto a la mejoría del dolor y la función.

El objetivo en el tratamiento quirúrgico es conseguir la estabilidad inmediata mediante la fusión ósea, la cual se ve altamente mejorada cuando se asocia con un sistema de fijación. Este objetivo se debe obtener con una técnica quirúrgica lo más sencilla posible para que minimice las probabilidades de complicaciones y con un diseño de implante que asegure su integridad a largo plazo,<sup>15,16</sup> si bien se ha reportado la enfermedad del segmento adyacente hasta en 17% de pacientes con fusión cervical.<sup>17</sup> A pesar de que el injerto autólogo de cresta ilíaca favorece la rapidez de la fusión, este procedimiento requiere de una segunda cirugía y se ha asociado con complicaciones como el dolor en el sitio donador, la lesión del nervio femorocutáneo, hematomas, pseudoartrosis, luxación del injerto, colapso del injerto, entre otros;<sup>18</sup> como consecuencia, se ha incrementado la utilidad del aloinjerto. Sin embargo, con ello aumenta el riesgo de infecciones de transmisión.<sup>19,20,21,22</sup>

Con el uso del injerto óseo se observó una tasa de fusión de 90.4%. Sin embargo, un problema observado con el injerto es la pérdida de la altura por asentamiento del mismo

tras su implante, siendo la máxima expresión del fracaso del injerto al colapso, rotura o extrusión y la pseudoartrosis. Desafortunadamente el injerto óseo pierde su altura con el paso del tiempo, perdiendo aproximadamente 20% de la altura a los seis meses, lo cual favorecerá la deformidad en cifosis. El uso del injerto tricortical autólogo de cresta ilíaca continúa siendo el estándar de oro, sin embargo, el aumento en las complicaciones ha originado diferentes alternativas para mejorar los resultados clínicos y radiográficos.<sup>23</sup>

Actualmente se ha desarrollado una variedad de sistemas de placas que conllevan la ventaja de reducción del riesgo de pseudoartrosis, extrusión y del colapso del injerto, así como una mayor precisión en la alineación sagital; por otro lado, se reduce la necesidad de la inmovilización externa postquirúrgica y disminuye la posibilidad de una segunda cirugía de revisión.<sup>23</sup> La placa cervical anterior asociada con injerto de la cresta ilíaca aumenta la altura relativa del disco de 15.3% en el preoperatorio a 19.8% entre el 6-9 meses del postoperatorio, con aumento del ángulo, en lordosis del segmento intervenido en 2.6° y alcanzando una artrodesis ósea en estudios dinámicos en 100% de los casos.<sup>24</sup> Katsuura et al.<sup>25</sup> reportan que la desviación cifótica en la fusión incrementa el riesgo de degeneración del segmento adyacente. De la misma forma en que la colocación del injerto tricortical junto con la placa anterior mejora los resultados clínicos y radiográficos, la asociación de una placa anterior a la caja incrementa los resultados favorables al sumar las ventajas de ambos sistemas. En este mismo trabajo se demostró que la placa-caja incrementa el tiempo quirúrgico, aunque no las complicaciones.<sup>25</sup>

Cuando la caja se hace solidaria a la placa, se impide totalmente la migración anterior o posterior de la primera, de forma que la descompresión posterior del disco puede ser tan radical como se requiera. La caja puede rellenarse del material osteogénico o del material osteoconductor según se determine, lo que disminuye la sintomatología del sitio donador.<sup>26</sup>

Con el fin de estandarizar la técnica de fusión intersomática y eliminar la necesidad de toma de injerto, se desarrollaron las cajas de diferentes materiales. Los estudios clínicos demuestran que los resultados clínicos y radiológicos son semejantes a los de la fusión obtenida con injerto óseo. Al realizarse diferentes estudios biomecánicos en humanos se demostró que la caja intersomática se comporta de forma semejante al injerto óseo tricortical de cresta ilíaca.<sup>27,28</sup> Recientemente se ha introducido el uso de autoinjerto tomado de los osteofitos de los márgenes del disco resecado, con buenos resultados clínicos y radiológicos. Los resultados son similares sin diferencia significativa con aloinjerto, autoinjerto o sustitutos óseos.<sup>29,30,31,32</sup> Entre varios biomateriales, las cajas de PEEK son biocompatibles, radiolucientes y tienen un módulo de la elasticidad similar al hueso. Por lo tanto, PEEK parece ser un biomaterial adecuado para ACDF con caja.<sup>33</sup>

El objetivo de la artrodesis cervical después de la descompresión con placa-injerto, caja-placa o caja de PEEK es

restituir y mantener la estabilidad del segmento, así como la separación intersomática, la apertura de los agujeros de conjunción y la alineación en lordosis del segmento, además favorecer la reabsorción de los osteofitos posteriores, eliminar el factor dinámico en caso de mielopatía y tensar los ligamentos amarillos en caso de mielopatía.

Sin embargo, ya que no existen alguna guía o consenso respecto a cuál es el mejor tratamiento para este objetivo y ya que en la actualidad no se ha reportado algún estudio similar que realice la comparación de estos tres tipos de técnica, nos hacemos la siguiente interrogante: ¿cuál tratamiento es el ideal para el manejo del conducto cervical estrecho?

Por tal motivo, en el presente estudio se planteó como objetivo general comparar los resultados de los sistemas de placa cervical anterior e injerto, caja-placa y caja de PEEK en pacientes sometidos a cirugía con el diagnóstico de conducto cervical estrecho, con los objetivos particulares de determinar la seguridad del sistema placa-injerto, caja-placa y caja de PEEK, basado en la tasa total de complicaciones, derivada de los datos registrados como eventos adversos; comparar la efectividad de los sistemas placa-injerto, caja-placa y caja de PEEK en el impacto del dolor en el funcionamiento diario, medido por la «escala de incapacidad cervical»; evaluar la efectividad del dispositivo placa-injerto, caja-placa y caja de PEEK para reducir dolor medido por la «escala visual análoga»; evaluar la capacidad de los sistemas placa-injerto, caja-placa y caja de PEEK para favorecer la artrodesis, mantener la lordosis cervical y mantener o mejorar el rango del espacio intersomático del segmento determinado por la evaluación radiológica.

## Material y métodos

Se realizó un estudio prospectivo, de intervención y comparativo, en el que se incluyeron pacientes con diagnóstico de conducto cervical estrecho tratados por abordaje anterior con disectomía y fusión con tres diferentes materiales que dieron la formación de tres diferentes grupos: el grupo I con placa-injerto, grupo II: caja-placa y grupo III: caja de PEEK. En los tres grupos el injerto fue autólogo y se tomó la cresta ilíaca.

Los estudios realizados incluyeron radiografías simples y dinámicas de columna cervical, resonancia magnética cervical y electromiografía.

La cirugía se realizó en todos los casos según la técnica desarrollada por Smith-Robinson:<sup>23</sup> Bajo tracción cervical externa y mediante una incisión horizontal en la piel del cuello, con desplazamiento medial de vísceras y lateral del paquete neurovascular. Posteriormente se expone los niveles afectados mediante verificación con intensificador de imágenes, colocación de separadores de Cloward, exposición de los discos afectados, distracción de los espacios intervertebrales con instrumental Caspar y discoidectomía hasta remover la totalidad del disco. Una vez realizada la disectomía se procede a la remoción de osteofitos. Luego la medición de la profundidad del espacio para la selección del tamaño del implante

y mediante leve distracción se procede a colocar el injerto o implante bajo, con la colocación de la placa en su caso bajo visión de fluoroscopia. Finalmente se verifica la estabilidad del implante, lavado con solución fisiológica, comprobación de la hemostasia y se deja un drenovac, el cual retiramos a las 24 horas del postoperatorio. Posterior al cierre de la herida, colocamos un collarín cervical tipo Filadelfia.

Los estudios paraclínicos realizados fueron radiografías simples y dinámicas de columna cervical, resonancia magnética cervical y electromiografía.

De acuerdo con la distribución de los datos se aplicaron pruebas no paramétricas de rangos con signo de Wilcoxon para datos relacionados y Kruskal-Wallis para comparación entre más de dos grupos. Todas las pruebas se utilizaron a un nivel de significancia de 0.05.

## Resultados

De los 37 pacientes dentro del estudio, 18 fueron del sexo masculino y 19 femeninos. En el grupo I hubo n = 12 (41.7% masculinos y 58.3% femeninos) con un total de 22 niveles; Grupo II, n = 11 (63.6% masculinos y 36.4% femeninos) con un total de 19 niveles; Grupo III, n = 14 (50% masculinos y 50% femeninos) con 25 niveles.

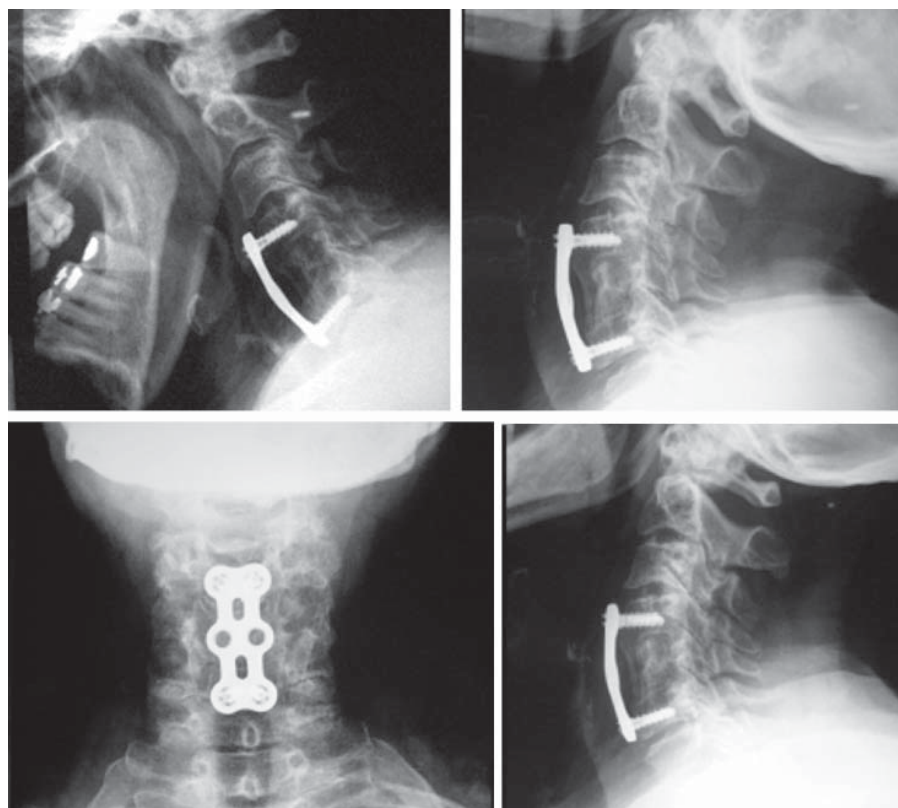
La evaluación clínica en relación con escala visual análoga (EVA) e índice de discapacidad cervical (IDC) mostró mejoría con significancia estadística entre los tres grupos. La medición de la altura del espacio interdiscal el grupo de caja-placa fue el que mostró diferencia estadísticamente significativa con  $p = 0.018$ . Al evaluar el hundimiento con los tres tipos de tratamiento, no se encontró diferencia estadística significativa. Al realizar la evaluación radiográfica de lordosis global no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. En relación con la lordosis segmentaria, el grupo de placa-injerto presentó significancia estadística ( $p = 0.007$ ). En relación con el tiempo quirúrgico y sangrado no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Los resultados en general se demuestran en la *tabla 1*.

## Discusión

Este estudio, aunque cuenta con pocos pacientes, es aplicable en cuanto a características epidemiológicas, clínicas y radiológicas al resto de la literatura y corresponde con la imagen clásica que se describe en la totalidad de los artículos de revisión publicados sobre el tema.<sup>4,5,6,7,8</sup> La cirugía debe emplearse en aquellos pacientes que no mejoran

**Tabla 1. Resultados de los tres tipos de tratamientos.**

	Placa-injerto	Caja-placa	Caja de PEEK
Masculino	7 (41.7%)	4 (63.6%)	7 (50%)
Femenino	5 (58.3%)	7 (36.4%)	7 (50%)
Edad	34-79 (61)	39-80 (62)	42-84 (62)
Niveles operados			
1 nivel	4	3	3
2 niveles	6	8	11
3 niveles	2	-	-
Escala visual análoga			
Prequirúrgica	8-9 (8)	8-9 (8)	5-8 (7)
A un año de seguimiento	2-7 (4.5) ( $p = 0.002$ )*	2-8 (5) ( $p = 0.003$ )*	2-5 (2) ( $p = 0.001$ )*
Índice discapacidad cervical			
Prequirúrgico	21-40 (28)	10-41 (22)	34-50 (48)
Un año de seguimiento	9-26 (20) ( $p = 0.003$ )*	10-18 (16) ( $p = 0.006$ )*	8-34 (14) ( $p = 0.001$ )*
Lordosis global			
Prequirúrgica	0 a 42 (25°)	14 a 30 (24°)	-16 a 40 (13.7°)
Un año de seguimiento	18 a 40 (23°) ( $p = 0.755$ )	0 a 31 (20°) ( $p = 0.474$ )	-8 a 28 (7.5°) ( $p = 0.085$ )
Lordosis segmentaria			
Prequirúrgica	-8 a 16 (25°)	0 a 16 (10°)	-16 a 40 (11.3°)
Un año de seguimiento	4 a 16 (23°) ( $p = 0.007$ )*	0 a 12 (8°) ( $p = 0.516$ )	-8 a 16 (5.8°) ( $p = 0.414$ )
Altura del espacio interdiscal			
Aih prequirúrgico	30-67 (10)	32-66 (52)	5-90 (52)
Aih un año	37-70 (70) ( $p = 0.154$ )	30-72 (58) ( $p = 0.018$ )*	28-96 (52) ( $p = 0.624$ )
Hundimiento al año			
Con hundimiento	16.7%	27.3 %	50 %
Sin hundimiento	83.3%	72.7%	50 %
Tiempo quirúrgico	90-240 (132)	60-400 (170)	90-180 (120)
Sangrado	50-250 (100)	90-230 (150)	30-250 (200)



**Figura 1.**

Paciente con un año de seguimiento; grupo placa-injerto con lordosis respetada sin alteraciones en los segmentos adyacentes.

o aquellos que evolucionen con déficit neurológico progresivo. La disectomía cervical mediante abordaje anterior ha sido un tratamiento quirúrgico satisfactorio de las enfermedades degenerativas de la columna cervical desde los años 50 del siglo pasado.<sup>10,11,12,13</sup> El empleo de injerto óseo autólogo ha sido considerado como el método estándar para alcanzar una artrodesis estable; sin embargo, en la literatura, se han descrito complicaciones como la morbilidad del sitio donante o el colapso, la extrusión o fracaso de la fijación del injerto. Las técnicas utilizadas hasta pocos años atrás implican intervenciones quirúrgicas complejas y prolongadas, presentando una alta incidencia de complicaciones.<sup>12,14,15</sup> A pesar de su utilidad, existe controversia en cuanto a los injertos que deben utilizarse para la artrodesis y la necesidad de usar placas adicionales para mejorar la estabilidad; así mismo, no hay consenso acerca de la validez de los resultados.<sup>7,9</sup> Ello ha provocado que se desarrollen diferentes técnicas quirúrgicas e implantes para resolver estos problemas.

Al comparar el resultado del estudio, se mostró que los pacientes de los tres grupos presentaron mejoría en su evolución clínica al ser valorados mediante la escala de discapacidad cervical y la escala visual análoga de dolor referida a la región cervical. También se observó que con el sistema de caja-placa se requirió un tiempo quirúrgico más prolongado.

Con respecto a la alineación de la lordosis cervical global, al realizar la comparación con los tres tipos de tratamiento, los sistemas de placa-injerto y caja-placa presentaron mejores resultados radiográficos pero no tuvieron

significancia estadística (*Figura 1*). Y en cuanto a la lordosis segmentaria, ésta se mantuvo con el sistema de placa-injerto cuyos resultados sí presentan diferencia estadísticamente significativa. En cuanto a la altura del espacio interdiscal, ésta se mantuvo con el sistema de caja-placa con diferencia estadísticamente significativa respecto a los otros dos grupos de tratamiento.

Observamos que al realizar el análisis de los sistemas placa-injerto y caja-placa, éstos presentaron significancia estadística para la lordosis segmentaria y para la altura del espacio del disco, respectivamente. Por lo que se concluye con este estudio que, aún en la actualidad, no existe el implante ideal que cumpla con los objetivos del tratamiento en enfermedades degenerativas de columna cervical, que, a saber, serían: procedimientos quirúrgicos más sencillos, reducción de costos, tiempo quirúrgicos, estancia hospitalaria corta y mínima instrumentación, que permita la estabilización inmediata y segura de la columna cervical, con movilización precoz del paciente y mínima incomodidad postoperatoria y restituir efectivamente la biomecánica de la columna cervical.

## Conclusiones

El análisis de los tres tratamientos para el conducto cervical estrecho indica que el uso de la placa-injerto ofrece mejores resultados clínicos y radiográficos en comparación con la caja-placa y caja de PEEK al año de seguimiento.

## Bibliografía

1. Rao R: Neck pain, cervical radiculopathy, and cervical myelopathy: pathophysiology, natural history and clinical evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84-A(10): 1872-81.
2. Rhee JM, Yoon T, Riew KD: Cervical radiculopathy. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007; 15(8): 486-94.
3. Salvi FJ, Jones JC, Weigert BJ: The assessment of cervical myelopathy. *Spine J.* 2006; 6(6 Suppl): 182S-9S.
4. Baptiste DC, Fehlings MG: Pathophysiology of cervical myelopathy. *Spine J.* 2006; 6(6 Suppl): 190S-7S.
5. Rao R D, Gourab K, David KS: Operative treatment of cervical spondylotic myelopathy. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88: 1619-40.
6. Matz PG: Does nonoperative management play a role in the treatment of cervical spondylotic myelopathy? *Spine J.* 2006; 6(6 Suppl): 175S-81S.
7. Komotar RJ, Mocco J, Kaiser MG: Surgical management of cervical myelopathy: indications and techniques for laminectomy and fusion. *Spine J.* 2006; 6(6 Suppl): 252S-267S.
8. Edwards CC, Riew KD, Anderson PA, Hilibrand AS, Vaccaro AF: Cervical myelopathy: current diagnostic and treatment strategies. *Spine J.* 2003; 3(1): 68-81.
9. Greene DL, Crawford NR, Chamberlain RH: Biomechanical comparison of cervical interbody cage versus structural bone graft. *Spine J.* 2003; 3(4): 262-9.
10. Demircan MN, Kutlay AM, Colak A, Kaya S, Tekin Tekin T: Multi-level cervical fusion without plates, screws or autogenous iliac crest bone graft. *J Clin Neurosci.* 2007; 14(8): 723-8.
11. Castro FP, Holt RT, Majd M, Withecloud TS: A cost analysis of two anterior cervical fusion procedures. *J Spinal Disord.* 2000; 13(6): 511-4.
12. Sampath P, Bendebba M, Davis JD: Outcome of patients treated for cervical myelopathy. A prospective, multicenter study with independent clinical review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000; 25(6): 670-6.
13. Martín R, Carda JR, Pinto JI, Sanz F, Montiaga F, Paternina F, et al: Anterior cervical discectomy and interbody arthrodesis using Cloward technique: retrospective study of complications and radiological results of 167 cases. *Neurocirugía (Astur).* 2002; 13(4): 265-84.
14. De la Torre-Gutiérrez M, Martínez-Quiñones JV, Escobar R, Rodríguez D: Artrodesis cervical anterior con espaciadores intersomáticos. *Neurocirugía.* 2001; 12: 210-3.
15. González J, Pesudo J, Tatay R: Fusión cervical postdisectomía. Estudio clínico-radiológico comparando el injerto óseo de cresta ilíaca, placa cervical anterior con injerto óseo y placa-caja GD. *Neurocirugía.* 2001; 12: 143-51.
16. González J, Atienza C, Moya F: Placa-caja para fijación cervical por vía anterior. Estudio biomecánico. *Neurocirugía.* 2000; 11: 152-7.
17. Arnold P, Boswell S, McMahon J: Threaded interbody fusion cage for adjacent segment degenerative disease after previous anterior cervical fusion. *Surg Neurol.* 2008; 1-7.
18. Hacker RJ, Cauthen JC, Gilbert TJ, Griffith SL: A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage. *Spine.* 2000; 25: 2646-54.
19. Ryu S, Mitchell M, Kim D: A prospective randomized study comparing a cervical carbon fiber cage to the Smith-Robinson technique with allograft and plating: up to 24 months follow-up. *Eur Spine J.* 2006; 15: 157-64.
20. Floyd T, Ohnmeiss D: A metaanalysis of autograft versus allograft in anterior cervical fusion. *Eur Spine J.* 2000; 9: 398-403.
21. Hao-Che CH, Cheng-Siu CH, Wen-Yuen L, Lee WY, Jung-Chung C, Lee HC, et al: Efficacy and safety on the use titanium to cage and anterior cervical plates for interbody fusion alter anterior cervical corpectomy. *Surg Neurol.* 2006; 65: 464-71.
22. Shih-Lin H, Kung-Shing L, Yu-Feng S, Kuo TH, Lieu AS, Lin CL, et al: Anterior corpectomy with iliac bone fusion of discectomy with interbody titanium cage fusion for multilevel cervical degenerated disc disease. *J Spinal Disord Tech.* 2007; 20: 565-70.
23. Known B, Vaccaro A, Grauer J, Beiner JM: The use of rigid internal fixation in the surgical management of cervical spondylosis. *Neurosurgery.* 2007; 60 S1: 118-29.
24. González-Darder J, Pesudo-Martínez JV, Feliú-Tatay R: Fusión cervical postdisectomía. Estudio clínico radiológico comparando el injerto óseo de cresta ilíaca, placa cervical anterior con injerto óseo y placa-caja GD. *Neurocirugía.* 2001; 12: 143-51.
25. Katsuura A, Hukuda S, Saruhashi Y, Mori K: Kyphotic malalignment alter anterior cervical fusion is one of the factors promoting the degenerative process in adjacent intervertebral levels. *Eur Spine J.* 2001; 10: 320-4.
26. Samaundouras G, Shafaly M, Hamlyn PJ: A new anterior cervical Instrumentation system combining and intradiscal cage with and integrated plate. *Spine.* 2001; 26(10): 1188-91.
27. Matge G: Cervical cage fusion with 5 different implants: 250 cases. *Acta Neurochir (Wien).* 144: 539-49.
28. Zdeblick TA, Phillips FM: Interbody cage devices. *Spine.* 2003; 28 (Suppl 15): S2-S7.
29. Tureyen K: Disc height loss after anterior cervical microdiscectomy with titanium intervertebral cage fusion. *Acta Neurochir (Wien).* 2003; 145: 565-9.
30. Buttermann GR: Prospective nonrandomized comparison of an allograft with bone morphogenic protein versus an iliac-crest autograft in anterior cervical discectomy and fusion. *Spine J.* 2008; 8(3): 426-35.
31. Malloy KM, Hilibrand AS: Autograft versus allograft in degenerative cervical disease. *Clin Orthop.* 2002; 394: 27-38.
32. Samartzis D, Shen FH, Matthews DK, Yoon ST, Goldberg EJ, An HS: Comparison of allograft to autograft in multilevel anterior cervical discectomy and fusion with rigid plate fixation. *Spine J.* 2003; 3(6): 451-9.
33. Ramakrishna S, Mayer J, Wintermantel E, Leong KW: Biomedical application of polymer-composite materials: a review. *Comp Sci & Tech.* 2001; 61: 1189-224.