

Comparación de artrodesis cervical mediante autoinjerto de peroné frente a caja de titanio

Aportación original
Vol. 61
Supl. 2

Comparison of cervical fusion with autografting of fibula vs titanium cage

Gerardo de Jesús Franco-Ramírez^{1a}, Francisco Cabrales-García^{1b}, Francisco Godínez-García^{2c}

Resumen

Introducción: la disectomía cervical anterior y fusión (ACDF) es el estándar de oro en el tratamiento de la patología compresiva cervical. La caja de titanio para artrodesis es el procedimiento más usado a nivel institucional. Se ha descrito una técnica con autoinjerto de peroné, con buenos resultados, menor morbilidad y menor costo. Objetivo: comparar la tasa de fusión, subsidencia y resultados clínicos funcionales posteriores a disectomía con caja de titanio y autoinjerto de peroné.

Material y métodos: ensayo clínico con seguimiento a tres y seis meses en pacientes con diagnóstico de espondilosis cervical, candidatos a ACDF. Se formaron dos grupos: autoinjerto de peroné y caja de titanio. Se hizo evaluación funcional antes y después mediante la escala de discapacidad cervical, y evaluación de fusión y subsidencia radiográficas. Se usó estadística descriptiva, prueba exacta de Fisher, prueba t y ANOVA, estableciendo una $p < 0.05$.

Resultados: se obtuvo una muestra de 20 pacientes con promedio de 56 años; hubo una tasa de fusión del 90% para autoinjerto de peroné y 30% para titanio ($p = 0.02$) a los tres meses. De los pacientes con autoinjerto de peroné, 10% presentaron subsidencia y un 70% con caja de titanio a los tres y seis meses ($p = 0.02$). No se encontró diferencia en los resultados funcionales a tres y seis meses de ambos procedimientos.

Conclusiones: el uso de injerto autólogo de peroné ofrece mejor tasa de fusión y subsidencia en comparación con la caja de titanio, así como resultados funcionales similares a los tres meses. Es una excelente opción para tratar la espondilosis cervical.

Abstract

Background: The anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) is the gold standard in the treatment of cervical compression pathology and the titanium cage for fusion represents the most used procedure at an institutional level. A technique using fibular autograft has been described, with good results, lower morbidity and lower cost. Objective: To compare the rate of fusion, subsidence and functional clinical results after discectomy with titanium cage and fibular autograft.

Material and methods: A clinical trial with follow-up at 3 and 6 months was carried out in patients diagnosed with cervical spondylosis, candidates for ACDF. 2 groups were formed: fibular autograft and titanium cage. Pre and post functional evaluation using the cervical disability score was made, as well as radiographic fusion and subsidence evaluation. Descriptive statistics, Fisher's exact test, t-test and ANOVA were obtained, establishing $p < 0.05$.

Results: A sample of 20 patients with an average age of 56 years was obtained, finding a fusion rate of 90% for fibular autograft and 30% for titanium ($p = 0.02$) at 3 months. 10% of patients with fibular autograft presented subsidence and 70% with titanium cage at 3 and 6 months ($p = 0.02$). In the functional results was not found difference between both procedures ($p = 0.874$).

Conclusions: The use of autologous fibular graft offers a better rate of fusion and subsidence compared to the titanium cage, as well as similar functional results at 3 months of follow-up. It represents an excellent treatment option for cervical spondylosis.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Servicio de Traumatología y Ortopedia. León, Guanajuato, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Unidad de Cuidados Intensivos. León, Guanajuato, México

ORCID: [0000-0001-7371-5523](https://orcid.org/0000-0001-7371-5523)^a, [0000-0002-7516-0725](https://orcid.org/0000-0002-7516-0725)^b, [0000-0003-0139-0322](https://orcid.org/0000-0003-0139-0322)^c

Palabras clave
Espondilosis
Artrodesis
Trasplante Autólogo
Peroné
Ensayos Clínicos

Keywords
Spondylosis
Arthrodesis
Transplantation, Autologous
Fibula
Clinical Trials


Fecha de recibido: 16/12/2022

Fecha de aceptado: 10/01/2023

Comunicación con:

Francisco Godínez García

 dr.godinezfco@gmail.com

 477 717 4800

Cómo citar este artículo: Franco-Ramírez GJ, Cabrales-García F, Godínez-García F. Comparación de artrodesis cervical mediante autoinjerto de peroné frente a caja de titanio. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61 Supl 2:S193-9.

Introducción

La *espondilosis* es el proceso de degeneración progresiva de los discos intervertebrales con formación de hernias, asociado a una reacción ósea con osteofitos y deformación artrósica de la columna vertebral.¹ Es la causa más frecuente de compresión medular y radicular a nivel de columna cervical en personas mayores de 50 años y a su vez constituye el 12.7% de la patología de columna en México.²

La nutrición del disco intervertebral depende fundamentalmente de la difusión de la placa terminal cartilaginosa; con el envejecimiento, esta pierde permeabilidad progresivamente, lo que limita el suministro de agua, da comienzo a la degeneración discal y, por consiguiente, a compresión e inestabilidad.^{3,4,5} En esos discos se producen citocinas proinflamatorias y mediadores que sensibilizan los nociceptores dentro del disco doloroso.⁶

La disectomía cervical anterior con fusión (ACDF) es el procedimiento de elección para esta patología, dado que ofrece excelentes resultados clínicos y relativa seguridad, por lo que se ha convertido en el procedimiento más común para enfermedad degenerativa cervical. Esta técnica fue descrita en 1958 por Smith y Robinson al usar injerto en forma de herradura y desde entonces ha surgido una serie de innumerables variables de esta.^{7,8,9} Schulte *et al.* reportaron un aumento significativo del 69% en la movilidad posterior a disectomía, por lo que es imprescindible brindar estabilidad ulterior al procedimiento.^{10,11}

Se han creado innumerables injertos con el fin de estandarizar la técnica y disminuir tiempos quirúrgicos al obviar la toma de injerto. Hay cajas intersomáticas de diversos materiales, como titanio, tantalio, fibra de carbono, PEEK (*poli-ether-ether-ketona*), las cuales equiparan resultados clínicos y tasas de fusión al injerto óseo; estos son los métodos más utilizados en la actualidad con un 64%.¹² Se ha observado que al agregar una placa cervical anterior se ofrece una mayor estabilidad, disminuye el índice de complicaciones como extrusión, migración, subsidencia y aumenta la tasa de fusión.^{13,14}

No obstante, estos sistemas de caja intersomática metálica presentan una alta tasa de subsidencia y migración, por lo que han surgido cajas de materiales biocompatibles (de PEEK) con un módulo de elasticidad similar al hueso, con menor tasa de subsidencia y aumento en la tasa de fusión.^{15,16}

La fusión con autoinjerto de cresta iliaca es considerada el tratamiento de elección por su alta tasa de fusión y también debido a que al añadir una placa cervical anterior disminuye la incidencia de la subsidencia.^{10,17,18} El problema más

importante, desde el punto de vista mecánico, es la pérdida de hasta el 20% de la altura por su asentamiento, dado que está conformado principalmente por hueso esponjoso con menor soporte estructural, sin mencionar hasta un 39% de complicaciones postquirúrgicas.¹⁰

Se ha observado que al aumentar la superficie de contacto del injerto en la plataforma disminuye el índice de subsidencia; del mismo modo, se encontró que al colocar el injerto en el perímetro de la plataforma y no en el centro, distribuye de mejor forma la carga axial, obedeciendo el principio de la "lata vacía", en el cual es más sencillo colapsar una lata al aplicar una fuerza de compresión en el centro que en su periferia.¹⁹

El objetivo de este estudio fue comparar la tasa de fusión, subsidencia y los resultados clínicos funcionales posteriores a disectomía con caja intersomática de titanio frente a autoinjerto de peroné en pacientes con *espondilosis cervical* del Hospital de Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del Bajío, en León, Guanajuato, con el fin de determinar si esta técnica con autoinjerto de peroné descrita hace algunos años proporciona una mejor tasa de fusión y una menor subsidencia que los injertos sintéticos y a un menor costo.

Material y métodos

Se realizó un ensayo clínico prospectivo aleatorizado no cegado, con seguimiento a tres y seis meses. Se evaluó la tasa de fusión radiográfica, la subsidencia y los resultados clínicos funcionales en pacientes con diagnóstico de *espondilosis cervical*.

Selección de la muestra

Se incluyeron todos los pacientes, de ambos sexos entre los 20 y los 75 años, con diagnóstico de *espondilosis cervical* sometidos a ACDF de septiembre de 2021 a marzo de 2022 en el hospital mencionado y que aceptaran participar en el protocolo, previa firma de consentimiento informado.

Se excluyeron pacientes con intervención quirúrgica previa o que ameritara corpectomía. Se conformaron dos grupos aleatorios: un grupo sometido a fusión cervical con autoinjerto de peroné y un grupo a fusión cervical con caja de titanio.

Aspectos éticos

Una vez aprobado por el Comité de Ética del Hospital de Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del

Bajo, con número de registro: R-2021-1001-089, se explicó el objetivo del estudio a los participantes, se llenó la ficha de recolección de datos y el consentimiento informado previo al protocolo prequirúrgico; se consideró un estudio con “riesgo mayor que el mínimo” y en apego al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Procedimientos

Los procedimientos se realizaron en todos los casos por un cirujano de columna, quien llevó a cabo un abordaje anterior de columna cervical. Se realizó disectomía completa y resección de osteofitos posteriores a demanda, se comprobaron las dimensiones del implante radiográficamente y se colocó una caja intersomática de titanio con matriz ósea y placa cervical anterior con tornillos.

En el caso contrario, se realizó un abordaje lateral directo sobre el peroné en la pierna no dominante, se obtuvieron de 1 a 3 cm de peroné, a 12 cm proximales de la punta del maléolo, el cual se recortó y modeló con *drill* de acuerdo con la medida de la prueba en forma de anillo (figura 1); se colocó matriz ósea en el orificio medular y se puso en el espacio intervertebral para enseguida colocar placa cervical anterior con tornillos.

Instrumentos

Se evaluó el Índice de discapacidad cervical (IDC) prequirúrgico y postquirúrgicos a los tres y seis meses, el cual es un cuestionario inicialmente desarrollado en pacientes con lumbalgia,²⁰ pero se ha adecuado y validado en pacien-

Figura 1 Recorte y modelado del injerto de acuerdo con la medida de la prueba



tes con patología cervical con una confiabilidad alta (alfa de Cronbach de 0.89, coeficiente de correlación interclase de 0.98, correlación de Pearson con EVA: $r = 0.65$ y con la Northwick Park Neck Pain Questionnaire: $r = 0.89$).²¹ Se realizó una valoración radiográfica postquirúrgica inmediata y a los tres y seis meses por medio del programa institucional de radiología mediante radiografías simples anteroposterior y lateral de columna cervical (figura 2), donde se apreció la presencia de fusión (no presencia de radiolucidez entre el injerto y el cuerpo vertebral, sino que debe mostrar la presencia de puentes de trabéculas óseas entre los platillos vertebrales); en las mismas se midió subsidencia (pérdida de la altura intervertebral > 2.5 mm, midiendo la altura total de los cuerpos vertebrales fusionados, desde el platillo superior de la vértebra superior hasta el platillo inferior de la vértebra inferior en una proyección lateral).

Análisis estadístico

Se usó estadística descriptiva, de la cual se emplearon frecuencias, porcentajes y medias de las variables correspondientes. También se utilizó estadística inferencial o analítica con el fin de establecer la diferencia en la tasa de fusión por medio de la prueba exacta de Fisher; para la medición de la subsidencia se utilizó la prueba *t* para muestras independientes, y para obtener la diferencia en los resultados clínicos funcionales se empleó ANOVA para muestras relacionadas y se corroboró la homogeneidad de varianzas con prueba de Levene y con una significación estadística de $p < 0.05$, lo cual se llevó a cabo mediante el programa SPSS, versión 21.

Figura 2 Radiografía lateral de columna cervical, donde se evidencia la fusión con injerto de peroné entre los cuerpos vertebrales de C3 y C4 a tres meses del procedimiento



Resultados

Se obtuvo una muestra de 20 pacientes, de los cuales 10 fueron sometidos a fusión con autoinjerto de peroné y 10 pacientes a fusión con caja de titanio. El cuadro I muestra las características de los participantes.

Índice de discapacidad cervical

Se encontró una media postquirúrgica del índice de discapacidad cervical a los tres meses de 40.4% para pacientes sometidos a fusión con autoinjerto de peroné y de 36.1% en pacientes sometidos a fusión con caja de titanio (cuadro II). Si bien no representa una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.874$), su evolución hacia la mejoría es en forma paralela para ambos procedimientos.

Tasa de fusión

Se observó una tasa de fusión del 90% para el autoinjerto de peroné y del 30% para la caja de titanio a los tres meses, con una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.02$). Por otra parte, no se encontró diferencia a los seis meses y se alcanzó una tasa de fusión del 100% para ambos procedimientos (cuadro III).

Subsidencia

En cuanto al nivel de subsidencia, el grupo de injerto de peroné obtuvo una media de 0.4 mm y el grupo de caja de titanio una media de 2.76 mm, a los tres meses, y observamos un menor nivel de subsidencia y una diferencia altamente significativa ($p = 0.000$) en el grupo de injerto de

Cuadro I Características de los pacientes sometidos a ACDF con autoinjerto de peroné y caja de titanio en el Hospital de Especialidades No. 1 del Bajío de septiembre de 2021 a junio de 2022

Variable	Tratamiento		Total (n = 20)	p
	Peroné (n = 10)	Caja de titanio (n = 10)		
Edad, media (DE), años	57 (9)	54 (9)	56 (9)	0.552*
	n (%)	n (%)	n (%)	
Sexo femenino	4 (40%)	7 (70%)	11 (55%)	0.370†
Diagnóstico				
Mielopatía	8 (80%)	3 (30%)	11 (55%)	0.070†
Radiculopatía	2 (20%)	7 (70%)	9 (45%)	
Nivel				
C3-C4	5 (50%)	3 (30%)	8 (40%)	0.371‡
C4-C5	5 (50%)	6 (60%)	11 (55%)	
C5-C6	0 (0%)	1 (10%)	1 (5%)	
Número de niveles intervenidos				
1 nivel	2 (20%)	1 (10%)	3 (15%)	0.785‡
2 niveles	5 (50%)	5 (50%)	10 (50%)	
3 niveles	3 (30%)	4 (40%)	7 (35%)	

*Se calculó con prueba *t* para variables independientes; †se calcularon con prueba exacta de Fisher; ‡se calcularon con razón de verosimilitud

Fuente: elaboración propia

Cuadro II Índice de discapacidad cervical prequirúrgico, a los tres y a los seis meses en pacientes sometidos a ACDF con autoinjerto de peroné y caja de titanio en el Hospital de Especialidades No. 1 del Bajío

	Peroné	Caja de titanio	p
Prequirúrgico, media (DE), %	63.2 (12)	59.8 (16)	
3 meses, media (DE), %	40.4 (12)	36.1 (18)	0.874*
6 meses, media (DE), %	30.6 (9)	28.0 (18)	0.884*

*Calculada con ANOVA de muestras relacionadas

Se expresa en porcentaje el índice de discapacidad cervical encontrado en pacientes descritos en el título del cuadro; destaca que no se encontraron diferencias significativas en ambos procedimientos.

Fuente: elaboración propia

peroné (cuadro III). A los seis meses el grupo de injerto de peroné obtuvo una media de 0.99 mm y el grupo de caja de titanio una media de 3.2 mm y una diferencia altamente significativa ($p = 0.001$) en el grupo de injerto de peroné.

Si se toma en cuenta la literatura en la que se considera la subsidencia como una medición > 2.5 mm, se obtuvo que solo el 10% de los pacientes con peroné tuvieron subsidencia y en el caso de los pacientes con caja de titanio fue de un 70% a los tres y seis meses, por lo que existe diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.02$).

Potencia estadística

En un análisis a posterioridad del tamaño de la muestra y con base en la diferencia de proporciones encontradas (60%), se obtuvo una potencia estadística del 82%.

Efectos adversos

Cabe mencionar que en los efectos adversos se reportó dolor leve en el sitio donador (injerto de peroné) en solo un paciente, el cual desapareció a los tres meses.

Discusión

Es bien conocido que el estándar de oro para el tratamiento de la patología compresiva cervical es ACDF con injerto de cresta iliaca debido a su alta tasa de fusión (90.4%), por lo que a partir de sus resultados se comparan otras alternativas de injerto. Young *et al.* demostraron hasta el 92% de tasa de fusión con injerto de peroné en 23 pacientes con espondilosis,²² comparada con el 90% de tasa de fusión y 10% de subsidencia obtenido en nuestro estudio, lo que coloca a esta como una buena opción de

tratamiento, ya que al estar conformado por hueso cortical y mayor superficie de contacto en su periferia aumenta la tasa de fusión y disminuye la pérdida de la altura.

Govender *et al.* reportaron que hasta un 39% de los pacientes con toma de injerto de cresta iliaca presentó morbilidad del sitio donador.²³ Sin embargo, en nuestro caso se reportaron pocas complicaciones postquirúrgicas, sin repercusiones funcionales ni biomecánicas tras la toma del injerto.

Entre los sistemas más utilizados en la actualidad y sobre todo a nivel institucional, se encuentran las cajas intersomáticas de titanio, que tienen una tasa de fusión encontrada en nuestro estudio del 30% a los tres meses; no obstante, estos sistemas presentan una tasa de subsidencia de hasta el 30% de acuerdo con Yong-Hun Joo *et al.*,²⁴ esto debido a que su módulo de elasticidad es mayor que la del hueso.

En cuanto a los resultados clínicos funcionales, no se encontró diferencia estadísticamente significativa en ambos grupos de nuestro estudio. Reyes-Sánchez *et al.* no encontraron diferencias significativas en el índice de discapacidad cervical pre- y postquirúrgico en pacientes sometidos a ACDF con injerto óseo más placa y caja intersomática más placa a los seis y 12 meses.²⁵

En la actualidad, si dejamos de lado las complicaciones exageradas para justificar el empleo de otros materiales comerciales, el autoinjerto se vuelve una opción eficaz con un costo de cero. Y si bien representa un aumento del tiempo quirúrgico debido a la toma del injerto, este es solo de 15 a 30 minutos y realizando una herida quirúrgica de tan solo 3 cm en la pierna.

Por otra parte, es importante señalar que resulta llamativa la percepción de los pacientes sometidos a colocación de cajas de titanio, ya que en su seguimiento varios men-

Cuadro III Análisis fusión y subsidencia a tres y Seis meses en pacientes sometidos a ACDF con autoinjerto de peroné y caja de titanio en la UMAE No. 1 del Bajío ($n = 20$)

		Peroné ($n = 10$)	Titanio ($n = 10$)	p
Fusión 3 meses ($n, \%$)	Sí	9 (90%)	3 (30%)	0.02*
Fusión 6 meses ($n, \%$)	Sí	10 (100%)	10 (100%)	
Subsidencia 3 meses ($n, \%$)	Sí	1 (10%)	7 (70%)	0.02*
	Media (mm)	0.04	2.76	< 0.01†
Subsidencia 6 meses ($n, \%$)	Sí	1 (10%)	7 (70%)	0.02*
	Media (mm)	0.99	3.2	0.01*

*Calculados con estadístico exacto de Fisher; †calculado con prueba t para variables independientes

Se expresa el porcentaje de pacientes que presentaron fusión y subsidencia. Destaca la superioridad estadística para el injerto de peroné a los tres meses

Fuente: elaboración propia

cionaron que prefieren la colocación de injerto autólogo, a un material extraño a su cuerpo. Monish *et al.* refieren una predilección del 96% de los pacientes hacia el injerto no biológico, debido a la alta presencia de dolor en el sitio de la toma del autoinjerto (cresta iliaca);²⁶ no obstante, en nuestros pacientes no se presentaron complicaciones relacionadas con la toma del injerto.

Este estudio pretende ser la base de un protocolo de tratamiento sistematizado para patología compresiva cervical en la que se retome el uso de autoinjerto ya reportado en la literatura mundial, pero poco utilizado en la actualidad, el cual ofrece mejores resultados con un menor impacto económico para las instituciones de salud pública.

En un estudio realizado en 60 pacientes con fusión de un segmento, se compararon los costos al utilizar injerto de cresta iliaca sin costo, contra el aloinjerto (\$2552) o la caja intersomática (\$7928) y con el injerto de cresta iliaca simplemente hubo 45 minutos quirúrgicos extras.²⁷

El impacto de este estudio es significativo, ya que en las instituciones de salud pública se ofrece atención a estos padecimientos de forma diaria, lo cual genera, debido al tratamiento, un impacto económico relevante al usar sistemas de artrodesis de alto costo y con resultados equiparables al autoinjerto óseo.

Debilidades y fortalezas

Encontramos una muestra pequeña limitada por el periodo de tiempo asignado para la toma de esta; no obs-

tante, tiene una buena potencia estadística y proporciona una base sólida para desarrollar un protocolo de tratamiento de la espondilosis a nivel institucional.

Este representa el primer ensayo clínico hecho en México en el que se comparan ambos procedimientos.

Conclusiones

El autoinjerto en anillo de peroné presenta una tasa de fusión superior en comparación con la caja de titanio a los tres meses, así como una menor incidencia de subsidencia y sin efectos adversos reportados. Por lo tanto, es una opción válida y eficaz en la actualidad por su capacidad de osteogénesis, osteoconducción y soporte estructural a muy bajo costo.

Agradecimientos

Al Instituto Mexicano del Seguro Social, en específico a la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del Bajío, por brindar el apoyo para recaudar la muestra y por permitir la utilización de las instalaciones y equipos para realizar y concluir este proyecto.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

Referencias

1. Shen FH, Endowed WGS, Samartzis D, Hall H. Textbook of the Cervical Spine. Missouri: Saunders; 2015. pp. 429-36.
2. Polanco Armenta AG, Elizalde Martínez E, Torres Gonzalez R, Rocha Garfias A, Sánchez Prado MG. Epidemiological panorama of orthopedic spine pathology in Mexico. Coluna/Columna. 2018;17:120-3. doi:10.1590/S1808-185120181702189430
3. Fakhoury J, Dowling TJ. Cervical Degenerative Disc Disease. StatPearls. 2020;1-23. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560772/>
4. Van Uden S, Silva-Correia J, Oliveira JM, Reis RL. Current strategies for treatment of intervertebral disc degeneration: substitution and regeneration possibilities. Biomater Res. 2017; 21(1):22. doi: 10.1186/s40824-017-0106-6
5. Doughty CT, Bowley MP. Entrapment Neuropathies of the Upper Extremity. Med Clin North Am. 2019;103:357-70. doi:10.1016/j.mcna.2018.10.012
6. Delgado Álvarez JC, Tamayo Valenzuela AC, Pérez Carranco ML, Villafaña Tello JJS. Discectomía percutánea para tratamiento del dolor radicular. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2011; 49(2):147-52. Disponible en: http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/view/1590/2252
7. Buttermann GR. Anterior cervical discectomy and fusion outcomes over 10 years: A prospective study. Spine (Phila Pa 1976). 2018;43:207-14. doi:10.1097/BRS.0000000000002273
8. Song KJ, Choi BY. Current Concepts of Anterior Cervical Discectomy and Fusion: A Review of Literature. Asian Spine J. 2014;8(4):531. doi: 10.4184/asj.2014.8.4.531
9. Vicario C, Lopez-Oliva F, Sánchez-Lorente T, Asenjo-Sigüero JJ, Ladero F, Ibarzábal A, et al. Artrodesis cervical anterior mediante implante de tantalio. Resultados clínicos y radiológicos. Neurocirugía. 2006;17(2):132-9. doi: 10.1016/S1130-1473(06)70354-2
10. González-Darder JM. Evolución de la artrodesis cervical postdiscectomía: injerto óseo, placa, caja intersomática y placa-caja. Neurocirugía. 2006;17(2):140-7. doi:10.1016/S1130-1473(06)70356-6
11. Schulte k, Clark CR, Goel VK. Kinematics of the Cervical Spine Following Discectomy and Stabilization. Spine (Phila Pa 1976). 1989;14(10):1116-21. doi: 10.1097/00007632-198910000-00015

12. Yoon ST, Konopka JA, Wang JC, Youssef JA, Meisel HJ, Brodke DS, et al. ACDF Graft Selection by Surgeons: Survey of AOSpine Members. *Glob Spine J.* 2017;7(5):410-6. doi: 10.1177/2192568217699200
13. Ryu SI, Lim JT, Kim SM, Paterno J, Kim DH. Comparison of the biomechanical stability of dense cancellous allograft with tricortical iliac autograft and fibular allograft for cervical interbody fusion. *Eur Spine J.* 2006;15:1339-45. doi: 10.1007/s00586-005-0047-y
14. Cheung ZB, Gidumal S, White S, Shin J, Phan K, Osman N, et al. Comparison of Anterior Cervical Discectomy and Fusion with a Stand-Alone Interbody Cage Versus a Conventional Cage-Plate Technique: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Glob Spine J.* 2019;9:446-55. doi:10.1177/2192568218774576
15. Lee HC, Chen CH, Wu CY, Guo JH, Chen YS. Comparison of radiological outcomes and complications between single-level and multilevel anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) by using a polyetheretherketone (PEEK) cage-plate fusion system. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(5):e14277. doi: 10.1097/MD.00000000000014277
16. Yson SC, Sembrano JN, Santos ERG. Comparison of allograft and polyetheretherketone (PEEK) cage subsidence rates in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF). *J Clin Neurosci.* 2017;38:118-21. doi: 10.1016/j.jocn.2016.12.037
17. Yeung KKL, Cheung PWH, Cheung JPY. Anterior cervical discectomy and fusion for cervical myelopathy using stand-alone tricortical iliac crest autograft: Predictive factors for neurological and fusion outcomes. *J Orthop Surg.* 2019;27:1-9. doi: 10.1177/2309499019869166
18. Jang HJ, Chin DK, Kim KH, Park JY. Does Graft Position Affect Subsidence After Anterior Cervical Discectomy and Fusion? *Glob Spine J.* 2020;1-9. doi: 10.1177/2192568220963061
19. Benzel EC. Biomechanics of Spine Stabilization. *Rolling Meadows, IL: American Association of Neurological Surgeons;* 2013. pp. 39-45.
20. Andrade Ortega JA, Martínez ADD, Ruiz RA. Validation of the Spanish version of the neck disability index. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:114-8. doi:10.1186/1471-2474-15-91
21. Fairbank JCT, Pynsent PB. The Oswestry disability index. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25:2940-53. doi: 10.1097/00007632-200011150-00017
22. Young WF, Rosenwasser RH. An early comparative analysis of the use of fibular allograft versus autologous iliac crest graft for interbody fusion after anterior cervical discectomy. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18(9):1123-4. doi: 10.1097/00007632-199307000-00002
23. Govender S, Ramnarain A. Fibular allograft and anterior plating for dislocations/fractures of the cervical spine. *Indian J Orthop.* 2008;42(1):83. doi:10.4103/0019-5413.38587
24. Joo YH, Lee JW, Kwon KY, Rhee JJ, Lee HK. Comparison of fusion with cage alone and plate instrumentation in two-level cervical degenerative disease. *J Korean Neurosurg Soc.* 2010;48:342-6. doi: 10.3340/jkns.2010.48.4.342
25. Reyes-Sánchez AA, Estrada-Gómez JA, Zarate-Kalfopulus B, García C, Alpizar-Aguirre A, Rosales-Olivares LM. Comparative study between Plate-Graft, Plate-Cage and peek cage in cervical spine fusion. *Acta Ortop Mex.* 2018;32:203-8. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2018/or184c.pdf>
26. Maharaj MM, Phan K, Mobbs RJ. Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) autograft versus graft substitutes: what do patients prefer?—A clinical study. *J Spine Surg.* 2016;2(2):105-10. doi: 10.21037/jss.2016.05.01
27. Epstein N. Iliac crest autograft versus alternative constructs for anterior cervical spine surgery: Pros, cons, and costs. *Surg Neurol Int.* 2012;3:143-56. doi:10.4103/2152-7806.98575