

## Investigación Clínica

## Resultados neurológicos después de corpectomía con injertos autólogos versus cajas de titanio expandibles: un estudio piloto

### *Neurological outcomes after corpectomy with autologous grafts versus expandable titanium cages: A pilot study*

Alexis Manuel Portillo-González<sup>a,b</sup>, Julio César López-Valdés<sup>a,b,c,\*</sup>, Daniel Alejandro Vega-Moreno<sup>b,d</sup>, Óscar Medina-Carrillo<sup>a</sup>, Abraham Ibarra-De la Torre<sup>a</sup> y Ulises García-González<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Neurocirugía, Hospital de Alta Especialidad Sur Central (PEMEX), Ciudad de México, México

<sup>b</sup> Departamento de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

<sup>c</sup> Departamento de Investigación, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina de Tampico «Dr. Alberto Romo Caballero», Tampico, Tamaulipas, México

<sup>d</sup> Departamento de Neurocirugía Oncológica, Hospital Regional de Toluca, ISSEMYM, Toluca de Lerdo, Estado de México, México

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

**Palabras clave:**  
Corpectomía  
Cajas expandibles  
Autoinjerto  
Resultado neurológico  
Fusión espinal

**Keywords:**  
Corpectomy  
Expandable cages  
Autograft  
Neurological outcome  
Spinal fusion

## RESUMEN

**Antecedentes:** La corpectomía vertebral es una técnica quirúrgica común para la descompresión y fusión espinal. Este estudio piloto retrospectivo comparó los resultados neurológicos de la corpectomía utilizando injertos óseos autólogos versus jaulas de titanio expandibles.

**Métodos:** En este estudio de 40 pacientes, se evaluaron las puntuaciones pre y posoperatorias del *Modified Japanese Orthopedic Association* (mJOA). Se utilizó un análisis de covarianza (ANCOVA) y una ponderación por probabilidad inversa de tratamiento (IPTW) para ajustar por variables como la edad y la puntuación de mJOA inicial. Los resultados medidos incluyeron la tasa de respuesta ( $\geq 2$  puntos de mejora) y la tasa de recuperación de Hirabayashi.

**Resultados:** Ambos grupos mostraron una mejora neurológica significativa. El grupo de titanio presentó puntuaciones de mJOA significativamente más altas después de los ajustes por ANCOVA ( $p = 0,0007$ ). La regresión ponderada por IPTW mostró una tendencia hacia una mayor mejora neurológica con titanio ( $p = 0,092$ ). Se observó una recuperación clínicamente significativa en el 100% de los casos con titanio versus 75% con injertos autólogos ( $p = 0,064$ ). La tasa de recuperación de Hirabayashi también fue superior en el grupo de titanio (media: 65,0%) en comparación con el de injertos autólogos (media: 45,1%).

**Conclusión:** Ambas técnicas proporcionaron resultados neurológicos similares y efectivos. Los hallazgos sugieren que la recuperación neurológica está más influenciada por la gravedad preoperatoria de la mielopatía que por el sistema quirúrgico utilizado. Ambas opciones son viables y justifican la realización de estudios a mayor escala.

## ABSTRACT

**Background:** Vertebral corpectomy is a common surgical technique for spinal decompression and fusion. This retrospective pilot study compares the neurological outcomes of corpectomy using autologous bone grafts versus expandable titanium cages.

**Methods:** In this retrospective pilot study of 40 patients, we compared autologous bone grafts versus expandable cages for single- or multi-level corpectomy. We assessed pre- and postoperative mJOA (Modified Japanese Orthopedic Association) scores. To account for baseline imbalances, we performed analysis of covariance (ANCOVA) adjusting for age and preoperative mJOA, and inverse probability of treatment weighting (IPTW) based on propensity scores. Outcomes included postoperative mJOA,  $\Delta$ mJOA, responder rate ( $\geq 2$ -point improvement), and Hirabayashi recovery rate.

Véase contenido relacionado en DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucir.2025.500732>

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [jc.lopez@live.com](mailto:jc.lopez@live.com), [jc.lopez@comunidad.unam.mx](mailto:jc.lopez@comunidad.unam.mx) (J.C. López-Valdés).

<https://doi.org/10.1016/j.neucir.2025.500732>

Recibido el 15 de julio de 2025; Aceptado el 3 de septiembre de 2025

Disponble en Internet el 30 de enero de 2026

2529-8496/© 2026 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Neurocirugía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Results:** Both groups showed significant neurological improvement. Adjusted for preoperative mJOA, the ANCOVA model found that the titanium group presented significantly higher postoperative mJOA scores after adjustment (ANCOVA coefficient = +2.50,  $p = 0.0007$ ). IPTW-weighted regression showed a trend toward greater neurological improvement with titanium (coefficient = +1.75,  $p = 0.092$ ), with satisfactory covariate balance. Clinically meaningful recovery was observed in 100% of titanium cases versus 75% of autologous cases ( $p = 0.064$ ). The Hirabayashi recovery rate was also superior with titanium (mean 65.0%) compared to autologous grafts (mean 45.1%).

**Conclusion:** Both techniques provided similar and effective neurological outcomes after corpectomy. Our findings suggest that neurological recovery is more strongly influenced by the preoperative severity of the myelopathy than by the surgical system used. Both are viable options for corpectomy and warrant larger-scale studies.

## Introducción

Las patologías de la columna cervical, que abarcan afecciones degenerativas, traumatismos, infecciones y tumores, son causas importantes de mielopatía y radiculopatía, y a menudo requieren una intervención quirúrgica para aliviar la compresión neural y estabilizar la columna vertebral<sup>1-3</sup>. Entre las diversas técnicas quirúrgicas, la corpectomía cervical anterior se ha convertido en un abordaje ampliamente utilizado y eficaz, en particular cuando la patología afecta al cuerpo vertebral, lo que permite una amplia descompresión de la médula espinal y las raíces nerviosas.

La corpectomía es una técnica quirúrgica que proporciona una amplia descompresión y fusión a nivel cervical y también se utiliza para ciertas patologías torácicas. Se considera más compleja en comparación con la discectomía y fusión cervical anterior (DFCA) tradicionales<sup>1</sup>, al igual que la corpectomía torácica, que puede realizarse a través de diversos abordajes, como el anterior (supraesternal o transesternal), el dorsolateral o el costotransversal<sup>2</sup>. La experiencia del cirujano desempeña un papel crucial en cada caso. Las patologías torácicas suelen ser traumáticas o neoplásicas, mientras que las patologías cervicales son principalmente degenerativas<sup>3</sup>. La corpectomía está indicada para una amplia gama de afecciones, como la discopatía degenerativa, las lesiones traumáticas, los tumores<sup>4</sup>, las lesiones infecciosas y la calcificación del ligamento longitudinal posterior<sup>5,6</sup>. Ofrece diversos resultados radiológicos y clínicos<sup>7,8</sup> y, en algunas series, es comparable a la discectomía cervical anterior y fusión en términos de eficacia<sup>9,10</sup>.

El procedimiento se asocia a complicaciones como disfagia (5,3%), perforación esofágica (0,2%), parálisis del nervio laríngeo recurrente (1,3%), infección (1,2%), enfermedad del segmento adyacente (8,1%), pseudoartrosis (2,0%), fallo del injerto o del *hardware* (2,1%), fuga de líquido cefalorraquídeo (0,5%), hematoma (1,0%) y síndrome de Horner (0,4%)<sup>11,12</sup>. La tasa global de mortalidad hospitalaria es del 1,6%, con una tasa de complicaciones del 18,4% y una estancia hospitalaria mediana de seis días. Tener tres o más niveles espinales tratados y una duración de la cirugía superior a 6 horas son factores pronóstico-significativos de complicaciones posoperatorias<sup>13</sup>. Existe debate sobre las técnicas quirúrgicas debido a estas complicaciones, aunque algunas series indican que su incidencia es comparable a la observada con otros abordajes previos<sup>14</sup>. Las ventajas de la corpectomía en la enfermedad multinivel, particularmente la cervical, incluyen tiempos quirúrgicos más cortos, pero una mayor pérdida de sangre intraoperatoria, que es proporcional al número de niveles tratados. Si se compara la corpectomía con la discectomía cervical anterior y fusión, casi no hay diferencias en la enfermedad multinivel, lo que la convierte en un procedimiento seguro<sup>15</sup>.

Las ventajas de este procedimiento incluyen el acceso directo a la patología y la capacidad de lograr una amplia descompresión y la posterior fusión vertebral, lo que conlleva una mejora de los resultados neurológicos. La corpectomía es el tratamiento de elección para determinadas afecciones cervicales y torácicas, ya que ofrece una excelente descompresión, aunque su estabilidad para la enfermedad multinivel sigue siendo objeto de debate. Cada caso debe evaluarse individualmente para determinar el mejor abordaje y material quirúrgico<sup>16</sup>.

Históricamente, los injertos óseos autólogos, normalmente extraídos de la cresta ilíaca o del peroné, han sido el patrón de referencia para reconstruir la columna vertebral tras una corpectomía debido a sus propiedades osteoconductoras, osteoinductoras y osteogénicas<sup>16</sup>. Sin embargo, su uso se asocia a considerables inconvenientes, como la morbilidad en la zona donante (p. ej., dolor, hematoma, infección, fractura), la disponibilidad limitada del injerto y la posibilidad de colapso o reabsorción del injerto. Estas limitaciones han impulsado el desarrollo y la adopción de materiales reconstructivos alternativos, como los aloinjertos y, más recientemente, diversos tipos de jaulas metálicas<sup>16-18</sup>.

A lo largo de los años, se han implantado nuevos materiales protésicos, como las jaulas de titanio, que han demostrado seguridad y buenos resultados en diversos estudios<sup>17-20</sup>. Aunque todavía se utilizan injertos óseos, se están explorando técnicas innovadoras<sup>21</sup>. Las jaulas de titanio expandibles han surgido como una alternativa prometedora, ya que ofrecen varias ventajas teóricas. Pueden expandirse con precisión *in situ* para lograr una distracción óptima y restaurar la alineación de la columna vertebral, lo que reduce potencialmente el riesgo de hundimiento y proporciona una estabilidad biomecánica inmediata. Además, su uso elimina la necesidad de una segunda zona quirúrgica, mitigando así las complicaciones en la zona donante. Aunque los estudios han demostrado la seguridad y eficacia de estos implantes protésicos y su no inferioridad con respecto a los métodos tradicionales en muchos aspectos, la comprensión en profundidad de sus resultados neurológicos comparativos con respecto a los injertos óseos autólogos sigue siendo un área de investigación en curso.

El objetivo de este estudio era comparar retrospectivamente los resultados neurológicos, la mejoría clínica, las complicaciones y los parámetros técnicos entre los injertos óseos autólogos y un sistema avanzado de jaula de titanio expandible para la reconstrucción del cuerpo vertebral tras una corpectomía cervical.

## Materiales y métodos

### Diseño del estudio y selección de pacientes

Se trata de un estudio piloto retrospectivo, observacional y comparativo realizado en un centro de atención terciaria. El estudio incluyó a pacientes adultos sometidos a corpectomía cervical o torácica anterior entre enero de 2013 y diciembre de 2023. Los pacientes se seleccionaron mediante un método de muestreo de conveniencia, basado en la Clasificación Internacional de Enfermedades, 10.<sup>a</sup> Revisión (CIE-10). Un investigador principal (AMPG) recopiló manualmente los datos con periodicidad diaria a partir de la historia clínica electrónica. Los participantes de este estudio fueron reclutados en un centro de atención terciaria de Ciudad de México, la capital y ciudad más grande de México.

Todos los pacientes presentaban un diagnóstico de trastorno discal cervical con mielopatía (CIE-10: M50.0) o síndromes de compresión de la médula espinal relacionados, incluidos traumatismos, enfermedades degenerativas y tumores que requerían reconstrucción anterior del cuerpo vertebral.

Los pacientes se dividieron en dos grupos en función del tipo de material reconstructivo utilizado:

**Grupo A:** Pacientes que recibieron implantes artificiales: jaulas expandibles de titanio (ADD plus™ <Ulrich medical> o Te-Corp™ <SMG>).

**Grupo B:** Pacientes reconstruidos con injertos óseos autólogos (peroné vascularizado o no vascularizado o cresta ilíaca).

Los criterios de inclusión fueron: edad > 18 años, historias clínicas pre y posoperatorias completas y seguimiento de al menos tres meses. Se excluyó a los pacientes con infección en curso, enfermedad ósea sistémica o cirugía de revisión en los tres primeros meses. Los criterios de exclusión incluyeron a pacientes cuyas historias clínicas, tratamiento o notas de seguimiento eran incompletas. También se excluyó a pacientes con confirmación de un diagnóstico alternativo, como el cáncer de células plasmáticas (p. ej., mieloma).

Esta investigación se atuvo a los principios recogidos en la Declaración de Helsinki. El Comité de Ética de la Investigación con medicamentos aprobó este estudio (número de registro 85-23) y concedió una dispensa en lo que se refiere a la obtención del consentimiento informado.

### Técnica quirúrgica

Todas las cirugías se realizaron mediante un abordaje cervical o torácico anterior estándar. Tras la corpectomía y la descompresión, se colocó una jaula de titanio expandible (ETC) o un injerto óseo autólogo (peroné o cresta ilíaca), seguido de la fijación de la placa anterior cuando fue necesario.

### Variables clínicas y quirúrgicas

Se recogieron los siguientes datos: edad, sexo, puntuación pre y posoperatoria de la Asociación Japonesa de Ortopedia modificada (JOAm)<sup>22</sup>, duración de la estancia hospitalaria, número de niveles vertebrales tratados, tiempo operatorio (min), pérdida de sangre intraoperatoria (mL) y complicaciones (p. ej., infección o fallo del *hardware*).

Se recogieron datos electrónicos de las historias clínicas de los pacientes diagnosticados, siguiendo las recomendaciones STROBE<sup>23</sup>.

Se calculó la puntuación  $\Delta$ JOAm como la diferencia entre la JOAm posoperatoria y preoperatoria.

Además, se cuantificó la recuperación neurológica mediante el índice de recuperación de Hirabayashi<sup>24-26</sup>, que tiene en cuenta el estado neurológico inicial. Se calculó la tasa de recuperación de cada paciente mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de recuperacin (\%)} = \frac{\text{JOAm posoperatoria} - \text{JOAm preoperatoria}}{17 - \text{JOAm preoperatoria}} \times 100$$

donde 17 representa la máxima puntuación JOAm posible. Esta medida proporciona una estimación estandarizada de la mejoría neurológica minimizando la influencia del estado preoperatorio en los resultados posoperatorios. Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante estadística descriptiva y análisis gráfico.

### Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar ( $\mu \pm$  DE) y se compararon mediante la prueba de la *t* de Student o la prueba de la *U* de Mann-Whitney, sobre la base de la normalidad evaluada con la prueba de Shapiro-Wilk. Las variables categóricas se analizaron mediante la prueba de la  $\chi^2$  o la prueba exacta de Fisher, y se calcularon las razones de probabilidades (OR) de las complicaciones.

Dado que las puntuaciones JOAm preoperatorias eran significativamente diferentes entre los grupos ( $\Delta$ JOAm), se realizaron análisis ajustados para mitigar este desequilibrio inicial. Se utilizó un modelo ANCOVA, controlando la puntuación JOAm preoperatoria y la edad, para comparar las puntuaciones posoperatorias. Además, para reforzar la

validez de nuestros hallazgos, aplicamos un análisis de ponderación de la probabilidad inversa de tratamiento (IPTW) utilizando puntuaciones de propensión basadas en la edad y la JOAm preoperatoria. En todos los análisis, un valor  $p < 0,05$  se consideró estadísticamente significativo.

El análisis estadístico se realizó utilizando Excel™ para los hallazgos iniciales, y SPSS™ versión 20 para los análisis ajustados.

### Resultados

Se incluyeron a un total de 48 pacientes. Tras un exhaustivo proceso de selección, se incluyeron en el estudio 40 pacientes, 20 de los cuales se sometieron a una corpectomía con implantes artificiales (ADD plus™/Te-Corp™) y 20 recibieron reconstrucciones con injertos óseos autólogos (peroné o cresta ilíaca) (fig. 1). Se compararon ambos grupos por medio de múltiples variables demográficas y clínicas (tabla 1 y fig. 2).

La edad media de los pacientes del grupo ADD plus™/Te-Corp™ era de  $58,5 \pm 11,3$  años, mientras que el grupo de injerto autólogo tenía una edad media de  $65,1 \pm 9,8$  años ( $p = 0,055$ ). Aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa, se observó una tendencia hacia una mayor edad en el grupo de injerto autólogo. La distribución por sexos mostró una mayor proporción hombre-mujer en el grupo ADD plus™/Te-Corp™ (2:33:1) en comparación con el grupo de injerto autólogo (1:22:1) (tabla 2).

### Resultados neurológicos

Los pacientes tratados con jaulas de titanio expandibles tenían puntuaciones JOAm preoperatorias significativamente más bajas ( $8,95 \pm 3,03$ ) en comparación con los del grupo de injerto autólogo ( $11,25 \pm 3,5$ ;  $p = 0,0323$ ), lo que sugiere un mayor deterioro neurológico inicial. Sin embargo, las puntuaciones JOAm posoperatorias fueron similares entre ambos grupos ( $13,75 \pm 2,15$  frente a  $12,9 \pm 3,78$ ;  $p = 0,3875$ ). La mejoría media en JOAm fue significativamente mayor en el grupo de ADD plus™/Te-Corp™ ( $4,8 \pm 1,85$  frente a  $2,2 \pm 0,87$ ;  $p = 0,0001$ ), lo que indica una recuperación neurológica superior (fig. 3).

La función neurológica inicial, medida con la escala JOAm, difería significativamente entre los grupos de tratamiento, lo que introducía una posible fuente de sesgo. Para tenerlo en cuenta, realizamos análisis ajustados.

Un modelo ANCOVA, en el que se controló la JOAm preoperatoria y la edad, mostró que los pacientes tratados con jaulas de titanio tenían puntuaciones posoperatorias de JOAm significativamente más altas que los tratados con injertos autólogos (coeficiente ajustado =  $+2,50$ ,  $p = 0,0007$ ).

Para reducir aún más los desequilibrios iniciales, aplicamos la IPTW utilizando puntuaciones de propensión estimadas a partir de la edad y la JOAm preoperatoria (fig. 4). Tras la ponderación, el equilibrio de las covariables mejoró sustancialmente, y las diferencias de medias estandarizadas cayeron por debajo de los umbrales convencionales. La regresión ponderada de la IPTW indicó una tendencia hacia mejores resultados neurológicos en el grupo ETC (coeficiente =  $+1,75$ ,  $p = 0,092$ ), aunque este resultado no alcanzó significación estadística convencional.

En cuanto a la mejoría clínicamente significativa, la tasa de pacientes con respuesta (aumento  $\geq 2$  puntos en la JOAm) fue del 100% en el grupo ETC frente al 75% en el grupo autólogo ( $p = 0,064$ ).

En conjunto, estos resultados sugieren que, tras el ajuste por el estado neurológico inicial, las jaulas de titanio se asocian a una mayor recuperación neurológica en comparación con los injertos autólogos. El análisis de la IPTW respalda la solidez de esta asociación, aunque los modelos ponderados indican que el tamaño del efecto puede ser más modesto de lo que sugiere la comparación no ajustada.

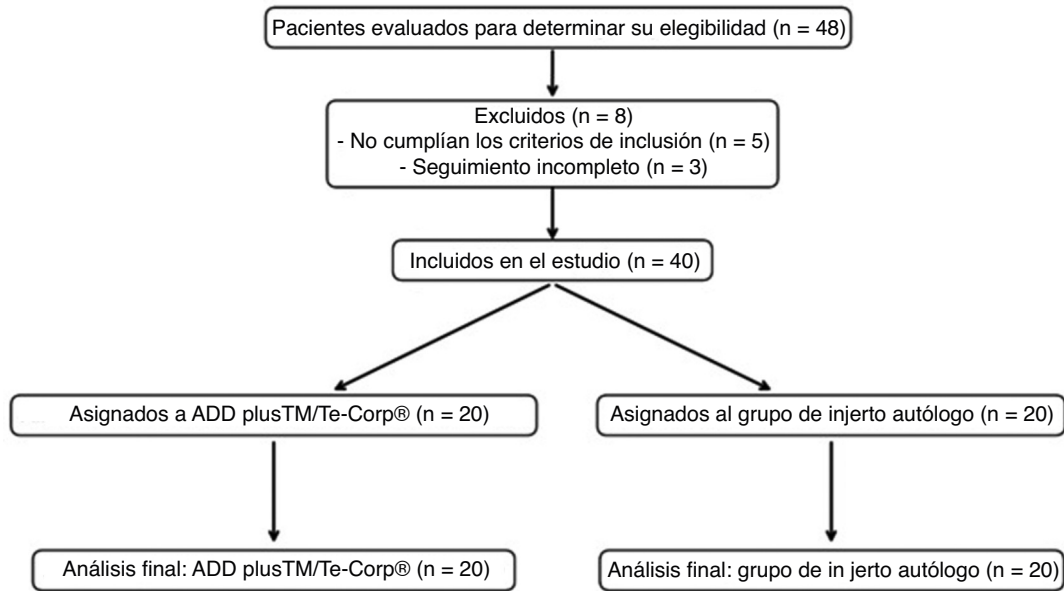
**Tabla 1**  
Características demográficas y clínicas de la población del estudio

N.º	Sexo	Edad (años)	N.º de niveles	Niveles	Implante	EH (días)	Complicaciones	JOAm preop.	JOAm posop.	ΔJOAm	Intervenciones quirúrgicas	Evolución (meses)	Diagnóstico	Pérdida de sangre (mL)	Tiempo quirúrgico (min)
1	H	64	3	C4-C5-C6	ADD+	4	N.D.	8	12	4	N.D.	360	Mielopatía	255	300
2	H	59	3	C5-C6-C7	ADD+	9	N.D.	10	15	5	N.D.	28	Fractura C6	240	700
3	M	61	3	C4-C5-C6	ADD+	4	N.D.	12	18	6	N.D.	720	Radiculopatía	225	200
4	H	41	1	C3	ADD+	5	N.D.	5	12	7	Descompresión cervical previa	150	Mielopatía cervical	270	500
5	H	48	1	T2	ADD+	68	N.D.	7	12	5	Descompresión posterior previa	120	Fractura T2	244	800
6	H	69	3	C5-C6-C7	ADD+	24	N.D.	7	13	6	N.D.	45	EDD con mielopatía	250	450
7	M	28	1	C4	ADD+	16	N.D.	15	18	3	N.D.	60	Fractura C4	190	400
8	H	61	1	C4	ADD+	13	N.D.	14	16	2	N.D.	300	Fractura C4 + 210 radiculopatía	210	350
9	M	70	2	C5-C6	Te-Corp™	4	N.D.	14	16	2	N.D.	1440	EDD (radiculopatía)	180	250
10	M	50	2	T6-T7	Te-Corp™	53	Neumonía	8	14	6	N.D.	2	Fractura T6/T7 (ASIA A)	280	1300
11	H	64	2	C4-C5	ADD+	4	N.D.	8	12	4	N.D.	360	EDD (mielopatía)	290	800
12	H	71	1	C4	ADD+	5	N.D.	11	15	4	N.D.	90%	EDD (mielopatía)	240	100
13	H	51	2	C4-C5	ADD+	4	N.D.	8	14	6	DFCA previa	150	EDD (mielopatía)	249	500
14	H	58	2	C5-C6	ADD+	16	N.D.	10	15	5	N.D.	30	Síndrome de Klippel-Feil	270	550
15	H	67	4	C4-C5-C6-C7	ADD+	4	N.D.	10	12	2	N.D.	1080	C5-C6 EDD (mielopatía)	300	450
16	H	64	2	C6-C7	ADD+	25	Infección en la zona quirúrgica	8	10	2	Lavado quirúrgico posterior	60	Lesión traumática de médula espinal C7	220	600
17	H	75	3	C5-C6-C7	Te-Corp™	5	N.D.	8	14	6	N.D.	360	EDD (mielopatía)	260	450
18	M	50	2	C4-C5	Te-Corp™	4	N.D.	6	13	7	N.D.	N.D.	Mielopatía	220	450
19	M	62	3	C5-C6-C7	ADD+	5	N.D.	4	12	8	N.D.	N.D.	Mielopatía	240	500
20	H	56	3	C4-C5-C6	ADD+	4	N.D.	6	12	6	N.D.	N.D.	Mielopatía	290	750
21	M	66	2	C6-C7	Peroné	25	N.D.	9	10	1	DFCA previa	30	Fracaso previo de la DFCA	300	200
22	M	58	2	C3-C4	Peroné	26	N.D.	6	7	1	N.D.	14	Fractura C3	29	600
23	H	61	3	C4-C5-C6	Peroné	4	N.D.	10	12	2	DFCA previa	360	EDD (mielopatía)	314	500
24	M	52	1	C5	Peroné	5	N.D.	15	16	1	N.D.	360	EDD (radiculopatía)	280	200

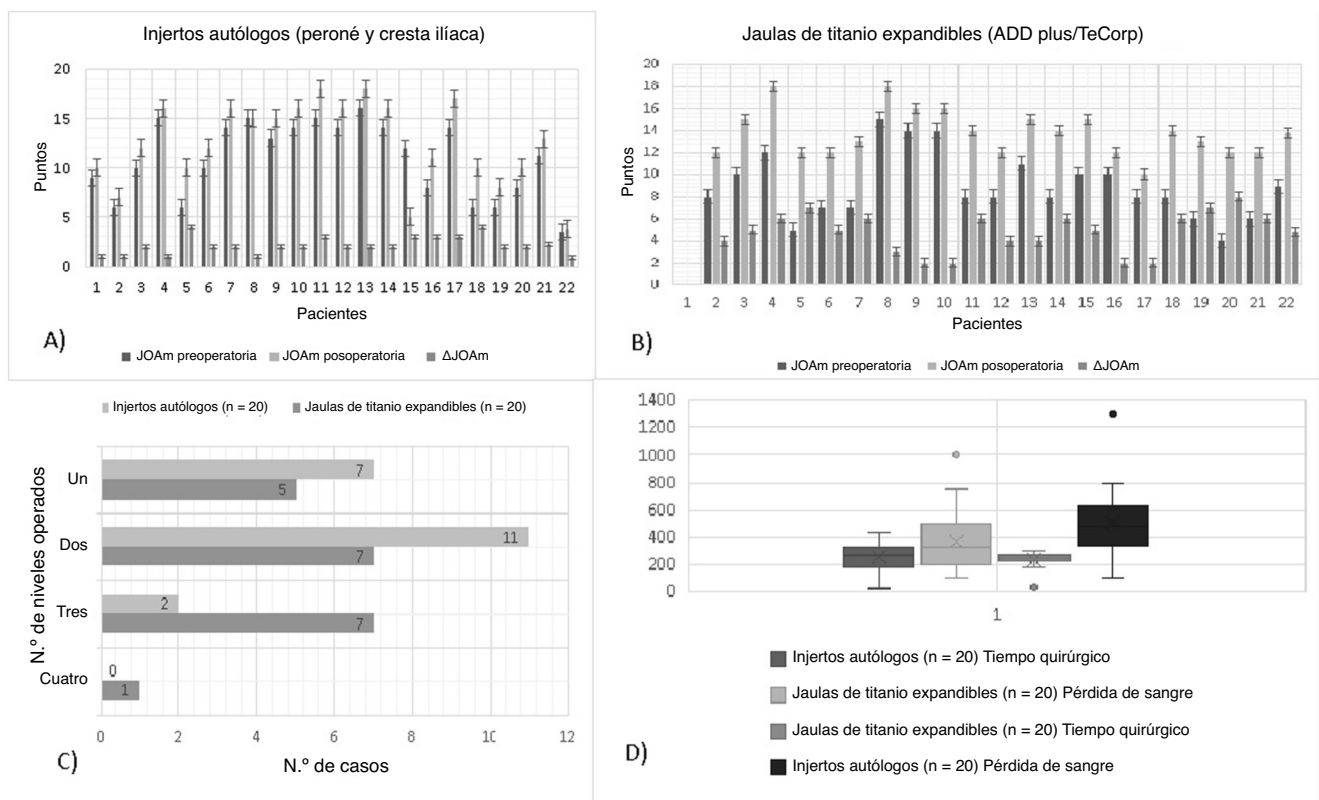
Table 1 (Continued)

N.º	Sexo	Edad (años)	N.º de niveles	Niveles	Implante	EH (días)	Complicaciones	JOAm preop.	JOAm posop.	ΔJOAm	Intervenciones quirúrgicas	Evolución (meses)	Diagnóstico	Pérdida de sangre (mL)	Tiempo quirúrgico (min)
25	H	65	2	C5-C6	Peroné	4	N.D.	6	10	4	N.D.	180	EDD (mielopatía)	320	350
26	H	56	2	C6-C7	Peroné	38	N.D.	10	12	2	DFCA anterior C5-C6	360	EDD (mielopatía)	436	300
27	H	70	2	C5-C6	Peroné	5	N.D.	14	16	2	N.D.	1440	EDD (radiculopatía)	345	500
28	M	72	1	C6	Cresta iliaca	15	Fístula de LCR	15	15	1	DFCA anterior C5-C6/C6-C7	720	EDD (radiculopatía)	180	400
29	M	38	2	C4-C5	Cresta iliaca	17	N.D.	13	15	2	N.D.	720	EDD (mielopatía)	130	200
30	M	78	1	C4	Peroné	9	N.D.	14	16	2	DFCA anterior C4-C5/C5-C6	180	EDD (mielopatía)	300	100
31	M	63	1	C5	Cresta iliaca	5	N.D.	15	18	3	DFCA anterior C4-C5/C5-C6	120	EDD (radiculopatía)	225	200
32	H	82	1	C6	Cresta iliaca	4	N.D.	14	16	2	DFCA anterior C5-C6/C6-C7	360	EDD (radiculopatía)	210	200
33	H	75	3	C5-C6-C7	Cresta iliaca	5	N.D.	16	18	2	N.D.	1800	EDD (mielopatía)	225	1000
34	H	70	2	C3-C4	Peroné	14	N.D.	14	16	2	N.D.	720	EDD (mielopatía)	225	150
35	M	69	2	C4-C5	Peroné	5	N.D.	12	5	3	N.D.	2160	EDD (mielopatía)	180	200
36	H	67	2	C4-C5	Peroné	39	Neumonía posoperatoria	8	11	3	N.D.	180	Mielopatía/absceso subligamentario	330	150
37	M	72	1	C6	Cresta iliaca	29	Fístula de LCR	14	17	3	DFCA anterior C5-C6	720	EDD (radiculopatía)	155	400
38	H	65	2	C5-C6	Peroné	10	N.D.	6	10	4	N.D.	300	EDD (mielopatía)	285	750
39	H	58	2	C4-C5	Peroné	21	IZQ	6	8	2	N.D.	150	EDD (mielopatía)	340	600
40	H	65	1	C6	Peroné	7	N.D.	8	10	2	N.D.	90%	EDD (mielopatía)	360	450
Total (n = 40)	25 H vs. 15 M	$\mu = 61,78 \pm 1,95$	$\mu = 1,98 \pm 0,81$	Varios niveles	20 contra	$\mu = 14,08 \pm 13,91$	Varios días	$\mu = 10,10 \pm 3,53$	$\mu = 13,33 \pm 3,23$	$\mu = 3,50 \pm 2,05$	Sí = 17/No = 23	$\mu = 440,8 \pm 520,2$	Varios meses	$\mu = 298,1 \pm 147,2$	$\mu = 388,7 \pm 220,6$

DFCA: discectomía y fusión cervical anterior; C: cervical (vértebra); LCR: líquido cefalorraquídeo; Δ: delta (cambio); EDD: enfermedad extradural/enfermedad degenerativa del disco; M: mujer; EH: estancia hospitalaria; H: hombre; JOAm: puntuación de la Asociación Japonesa de Ortopedia modificada; N.D.: no disponible; N.º: número; Preop: preoperatorio; IZQ: infección en la zona quirúrgica; T: torácica (vértebra).



**Figura 1.** Distribución de pacientes por técnica quirúrgica. Diagrama de flujo que muestra la selección de los 48 pacientes considerados inicialmente para su inclusión. Tras aplicar criterios de exclusión, se retuvieron 40 pacientes para el análisis final: 20 se sometieron a reconstrucción con injertos óseos autólogos (peroné o cresta ilíaca) y 20 recibieron jaulas de titanio expandibles (ADD plus<sup>TM</sup>/Te-Corp<sup>TM</sup>).



**Figura 2.** Resumen comparativo de los parámetros quirúrgicos y clínicos. Gráfico de barras que ilustra las variables clave entre los dos grupos, incluida la puntuación ΔJOAm, el tiempo quirúrgico, la pérdida de sangre intraoperatoria, la estancia hospitalaria y los niveles tratados. Obsérvese la mejora neurológica significativamente mayor en el grupo ADD plus<sup>TM</sup>/Te-Corp<sup>TM</sup>.

Asimismo, la tasa media de recuperación según Hirabayashi fue del 65,0 ± 27,9% en el grupo de titanio y del 45,1 ± 65,2% en el grupo de injerto autólogo. Las tasas medias de recuperación fueron del 65,2% y el 36,4%, respectivamente. La distribución de los porcentajes de recuperación se ilustra en la figura 4.

**Parámetros quirúrgicos y complicaciones**

No se encontraron diferencias significativas en el tiempo quirúrgico (246,15 ± 33,34 frente a 258,45 ± 92,32 min; p = 0,5604) ni en la duración de la estancia hospitalaria (13,8 ± 17,5 frente a 14,35 ± ...)

**Tabla 2**

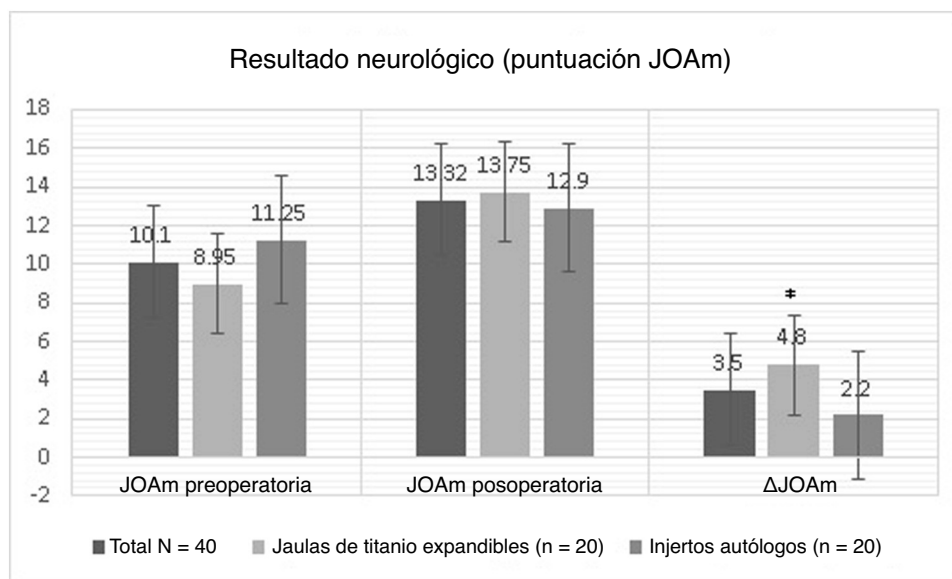
Análisis comparativo entre los grupos de injerto autólogo y jaula de titanio expandible. Incluye medias, desviaciones estándar y valores p de cada variable. Se resaltan los valores estadísticamente significativos (\*p < 0,05)

Variable	Población (n = 40)	Jaulas de titanio expandibles (n = 20)	Injerto autólogo (n = 20)	Estadística analizada	Valor de p
Edad (años)	61,75 ± 10,95	58,5 ± 11,3	65,1 ± 9,8	t = -1,973	0,055
Sexo (H:M)	25 vs. 15	2,33:1	1,22:1	-	-
JOAm preoperatoria	10,1 ± 3,48	8,95 ± 3,03	11,25 ± 3,5	t = 2,2219	0,0323*
JOAm posoperatoria	13,32 ± 3,12	13,75 ± 2,15	12,9 ± 3,78	t = 0,8741	0,3875
Puntuación ΔJOAm	3,5 ± 1,95	4,8 ± 1,85	2,2 ± 0,87	t = 5,6876	0,0001*
Pérdida de sangre (mL)	446,25 ± 257,0	520 ± 263,78	372,5 ± 227,75	t = 1,8928	0,0660
Tiempo quirúrgico (min)	252,3 ± 70,17	246,15 ± 33,34	258,45 ± 92,32	t = 0,5785	0,5604
Complicaciones (%)	6	2	4	CP = 0,4444	0,3841
Estancia hospitalaria (días)	14,1 ± 14,64	13,8 ± 17,5	14,35 ± 11,27	t = 0,9066	0,1182
Niveles tratados	1,97 ± 0,8	2,2 ± 0,9	1,75 ± 0,62	t = 1,8414	0,0734
<b>Etiología</b>					
Degenerativa	30 (75%)	13 (65%)	17 (85%)	CP = 3,05	0,153
Traumática	7 (17,5%)	6 (30%)	1 (5%)	CP = 8,14	0,064
Infecciosa	1 (2,5%)	0	1 (5%)	CP = 3,15	0,489
Otra	2 (5%)	1 (5%, síndrome de Klippel-Feil)	1 (5%, cirugía previa) <sup>a</sup>	CP = 3,15	1,00

JOAm: puntuación de la Asociación Japonesa de Ortopedia modificada; ΔJOAm: puntuación posoperatoria-preoperatoria; OR: razón de probabilidades. Los valores se expresan como media ± desviación estándar, a menos que se indique lo contrario.

<sup>a</sup> Discectomías y fusiones cervicales anteriores fracasadas.

\* Estadísticamente significativo.



**Figura 3.** Resultados neurológicos pre y posoperatorios. Gráfico de barras en el que se comparan las puntuaciones preoperatorias y posoperatorias de la Asociación Japonesa de Ortopedia modificada (JOAm) en ambos grupos. El grupo de las jaulas de titanio expandibles mostró una mejoría significativamente mayor, a pesar de las puntuaciones iniciales más bajas.

11,27 días; p = 0,1182) entre ambos grupos. La pérdida de sangre fue mayor en el grupo ADD plus™/Te-Corp™ (520 ± 263,78 mL) en comparación con el grupo de injerto autólogo (372,5 ± 227,75 mL), aunque esta diferencia no alcanzó significación estadística (p = 0,0660) (fig. 1 y 2d).

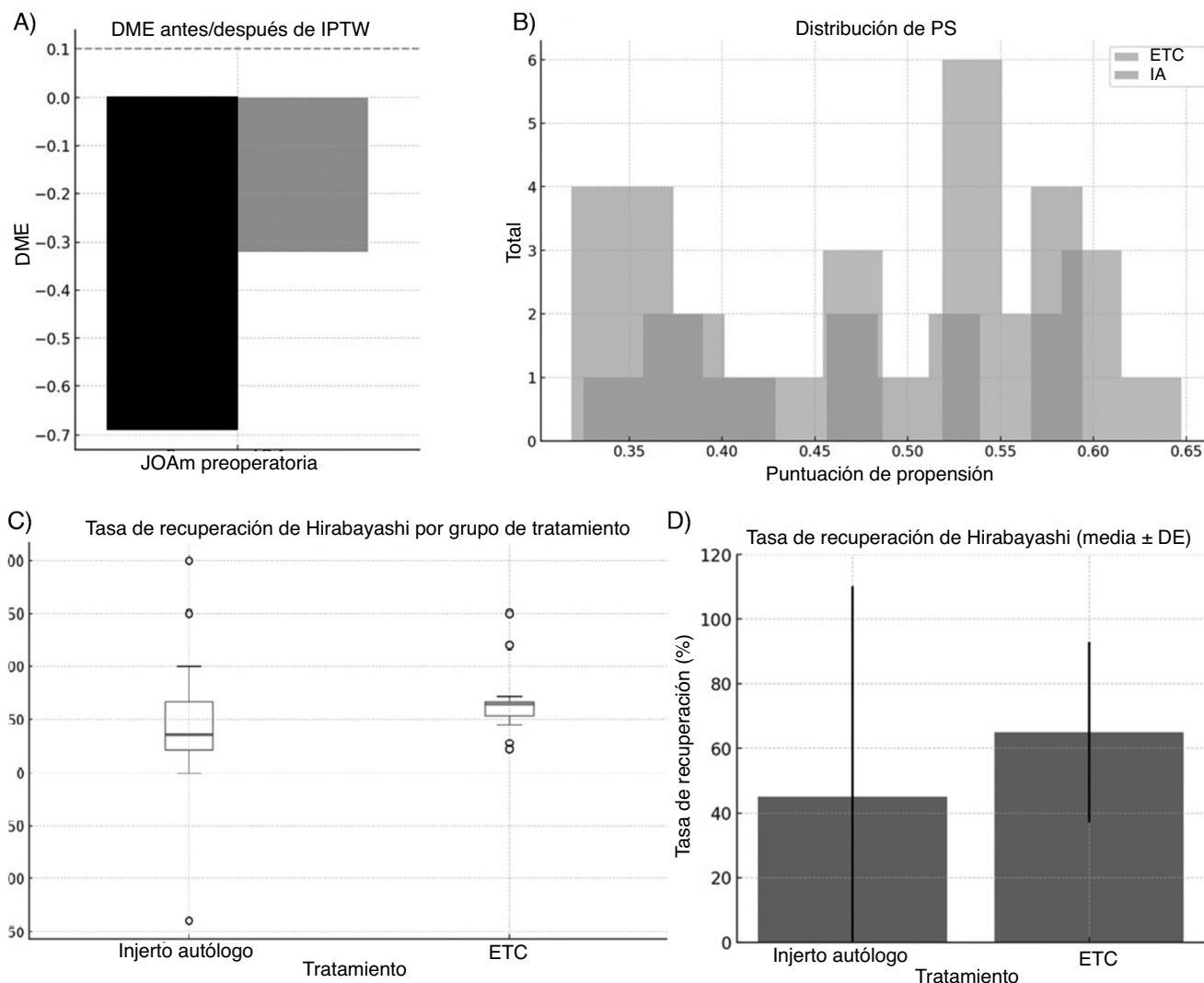
Se produjeron complicaciones posoperatorias en dos pacientes del grupo ADD plus™/Te-Corp® y en cuatro pacientes del grupo de injerto autólogo. La OR de las complicaciones fue de 0,4444 (p = 0,3841), lo que sugiere que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos.

**Niveles tratados**

Los pacientes del grupo de jaulas de titanio expandibles tenían un mayor número de niveles vertebrales tratados (2,2 ± 0,9 frente a 1,75 ± 0,62), aunque esto no fue estadísticamente significativo (p = 0,0734).

**Discusión**

Este estudio proporciona una evaluación comparativa de jaulas de titanio expandibles (ADD plus™/Te-Corp™) frente a injertos



**Figura 4.** (A) Diferencia de medias estandarizada (DME) antes y después de aplicar la ponderación de probabilidad inversa de tratamiento (IPTW). La DME mide el equilibrio de las características de los pacientes entre los dos grupos de tratamiento. Un valor de DME inferior a 0,1, indicado por la línea discontinua, sugiere un buen equilibrio. Las barras negras muestran los datos no ponderados, que presentaban un desequilibrio significativo en la puntuación previa JOAm de referencia. Las barras gris claro muestran los datos ponderados por la IPTW, que están mucho más cerca de cero, lo que indica que los grupos están ahora más equilibrados. (B) Este histograma muestra la distribución de las puntuaciones de propensión (PS) de los dos grupos de tratamiento: jaula de titanio expandible (ETC) e injerto autólogo (AG). El objetivo de los gráficos es comprobar si hay un solapamiento adecuado entre las dos distribuciones, que es un supuesto clave para el análisis IPTW. El gráfico muestra un solapamiento suficiente entre ambos grupos. (C) El diagrama de caja muestra la distribución de las tasas de recuperación de Hirabayashi. Las ETC muestran tasas de recuperación más elevadas y constantes que los injertos autólogos. (D) Gráfico de barras de la tasa media de recuperación de Hirabayashi con desviaciones estándar. El grupo ETC muestra una recuperación media superior (65,0%) en comparación con el injerto autólogo (45,1%).

autólogos (peroné o cresta ilíaca) en la reconstrucción anterior de la columna vertebral.

El uso de jaulas de titanio expandibles en la corpectomía cervical está bien respaldado en la bibliografía debido a sus ventajas sobre los injertos óseos autógenos, como la eliminación de la morbilidad de la zona donante, la provisión de soporte estructural inmediato y la facilitación de la restauración precisa de la altura y el mantenimiento de la alineación sagital.

Los estudios de Zaïri et al.<sup>27</sup> y Awad et al.<sup>28</sup> afirman en general los resultados clínicos y radiológicos favorables asociados a las jaulas expandibles para la mielopatía cervical espondilótica. Prakash et al.<sup>29</sup>, que se centraron en las jaulas de titanio expandibles aladas, también notificaron de una mejoría clínica considerable, en consonancia con la percepción positiva general de estos implantes. A pesar del tamaño relativamente pequeño de la muestra, nuestros hallazgos contribuyen al creciente cuerpo de evidencia que sugiere que las jaulas de titanio expandibles son una alternativa viable y potencialmente superior a las

técnicas tradicionales de injerto, particularmente en términos de recuperación neurológica temprana.

En cuanto a la demografía de los pacientes, la edad media de nuestra población de estudio fue de 61,75 ± 10,95 años (con un rango de 28 a 82 años). Este perfil de edad concuerda con el de otros estudios en este campo, como el de Das et al.<sup>30</sup> (59,5-60,9 años), Pojskic et al.<sup>31</sup> (61,3 años) y Zaïri et al.<sup>27</sup> (60 años), lo que indica que nuestra cohorte representa a una población de pacientes de mayor edad afectados a menudo por patologías cervicales complejas. Sin embargo, en comparación con otras cohortes, como en Patil et al.<sup>32</sup> (45,2 ± 16,6 años), Burkett et al.<sup>33</sup> (48 años) y Prakash et al.<sup>29</sup> (39,74 años), la edad media en nuestro estudio fue considerablemente superior. Esta diferencia, que podría oscilar entre 13 y 22 años, pone de manifiesto las variaciones en las poblaciones de pacientes de las distintas instituciones y regiones, que podrían influir en las indicaciones quirúrgicas, los resultados y los perfiles de complicaciones. En consonancia con la bibliografía más amplia, se observó un predominio masculino generalizado en nuestra población de estudio.

Sin embargo, nuestras conclusiones presentan un notable punto de divergencia cuando se comparan con algunas publicaciones existentes. En concreto, Patil et al.<sup>32</sup>, en un estudio descriptivo retrospectivo en el que compararon las jaulas cilíndricas expandibles con los autoinjertos de cresta ilíaca, una comparación directamente análoga a la nuestra no encontró diferencias significativas en la mejoría clínica (incluida la presentación neurológica) entre ambos grupos. Esto contrasta directamente con la mejora estadísticamente significativa de la JOAm observada en el grupo de jaula expandible. Las posibles razones de esta discrepancia podrían incluir diferencias entre las poblaciones de pacientes, diseños específicos de jaula expandible (nuestro estudio utilizó el sistema ADD plus™/Te-Corp™), técnicas quirúrgicas, variaciones en los protocolos de rehabilitación posoperatoria o diferencias en la metodología de evaluación de la mejoría clínica.

Los pacientes tratados con implantes ETC mostraron una mejora significativamente mayor en las puntuaciones JOAm a los tres meses del posoperatorio ( $\Delta$ JOAm = 4,8) en comparación con los que se sometieron a reconstrucción con injertos óseos autólogos ( $\Delta$ JOAm = 2,2;  $p = 0,0001$ ). Esta recuperación neurológica superior se produjo a pesar de un peor estado neurológico inicial en el grupo ETC, lo que sugiere una descompresión y estabilización más eficaces de la médula espinal cuando se utilizan sistemas de jaula expandible. Estos resultados coinciden con los de Awad et al.<sup>28</sup>, que notificaron de un aumento medio de 3,3 puntos en la JOAm y una tasa de fusión del 97% en una revisión de 143 casos de mielopatía cervical espondilótica tratados con jaulas expandibles.

Keshavarzi et al.<sup>34</sup> también notificaron de excelentes resultados con jaulas expandibles en reconstrucciones toracolumbares realizadas por etiologías neoplásicas, infecciosas o traumáticas, sin deterioro neurológico posoperatorio y con altas tasas de restablecimiento del equilibrio sagital. Aunque su estudio se centró en un espectro anatómico y patológico más amplio, sus conclusiones respaldan las ventajas biomecánicas y clínicas de los sistemas de jaula expandible en la reconstrucción de la columna anterior.

Además, una revisión sistemática y metanálisis de Das et al.<sup>30</sup>, que comparó jaulas expandibles y no expandibles (en lugar de autoinjertos), también concluyó que no había diferencias significativas en la mejora de la puntuación JOA entre estos dos tipos de jaulas. Aunque esta comparación es distinta de la nuestra (jaula frente a jaula en comparación con jaula frente a autoinjerto), introduce matices al sugerir que, incluso dentro del ámbito de los implantes protésicos, no se ha establecido de manera universal una clara superioridad en el resultado neurológico en todos los diseños. Nuestro estudio se centra en la comparación con los autoinjertos, en los que se halló una diferencia significativa, lo que pone de relieve la continua relevancia de evaluar estos métodos reconstructivos más antiguos frente a los más nuevos. El mayor tamaño del efecto observado en nuestro estudio (4,8 frente a 2,2  $\Delta$ JOAm) podría reflejar un beneficio más pronunciado en nuestra cohorte específica o con el sistema de implante concreto utilizado.

Los parámetros quirúrgicos, como el tiempo quirúrgico y la estancia hospitalaria, no difirieron significativamente entre los grupos de nuestro estudio, en consonancia con la bibliografía previa. Sin embargo, se observó una tendencia hacia una mayor pérdida de sangre intraoperatoria en el grupo ADD plus™/Te-Corp™ (520  $\pm$  263,78 mL frente a 372,5  $\pm$  227,75 mL), probablemente atribuible al mayor número de niveles tratados en este grupo (2,2 frente a 1,75). Keshavarzi et al. notificaron de resultados similares<sup>34</sup>, ya que observaron un aumento de la pérdida de sangre en las reconstrucciones multinivel, pero consideraron que las tasas generales de complicaciones eran bajas y manejables.

Nuestro estudio también reafirma que las jaulas expandibles facilitan la adaptabilidad intraoperatoria y simplifican la colocación. A diferencia de las jaulas de malla o los injertos estructurales, que requieren un dimensionamiento preciso y una impactación energética, los dispositivos expandibles permiten el ajuste *in situ* del defecto, lo que minimiza el riesgo de violación de la endoplaca o sobredistracción, una preocupacion

de la que se hacen eco Awad et al.<sup>28</sup> y otros estudios biomecánicos. Además, la amplia superficie de contacto de la jaula expandible mejora la distribución de la carga en la placa terminal, lo que podría mejorar las condiciones de fusión a pesar de que la cavidad central del injerto sea más pequeña.

En cuanto a las complicaciones, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. El grupo ETC tuvo una tasa de complicaciones ligeramente inferior (dos frente a cuatro pacientes), aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa. Esto concuerda con datos anteriores que mostraban tasas de complicaciones por debajo del 10% para las jaulas expandibles utilizadas en las regiones cervical y toracolumbar. Es importante destacar que ninguno de nuestros pacientes experimentó migración de la jaula, deterioro neurológico o necesidad de reintervención durante el periodo de seguimiento.

Cabe destacar que las puntuaciones JOAm preoperatorias fueron significativamente diferentes entre los grupos ( $p = 0,0323$ ), teniendo el grupo de injerto autólogo una puntuación JOAm media superior (indicativa de una mejor función neurológica inicial). A pesar de ello, el grupo de jaula expandible demostró un cambio más sustancial en la JOAm, lo que subraya aún más su eficacia para promover la recuperación neurológica, incluso a partir de un estado inicial potencialmente más grave, o demuestra su capacidad para lograr mayores ganancias funcionales. Además, se observó una tendencia hacia una mayor edad en el grupo de injerto autólogo, aunque esta diferencia no alcanzó significación estadística ( $p = 0,055$ ).

Además, el índice de recuperación de Hirabayashi<sup>24,25</sup>, una métrica estandarizada derivada de la puntuación de la Asociación Japonesa de Ortopedia (JOA)<sup>22</sup>, es una herramienta esencial para evaluar objetivamente la mejoría neurológica posoperatoria en pacientes con mielopatía. En nuestro estudio piloto, aunque el uso de jaulas de titanio expandibles mostró una tasa de recuperación superior (65,0%) en comparación con los injertos óseos autólogos (45,1%), nuestros hallazgos sugieren que el grado de recuperación neurológica está más fuertemente influenciado por la gravedad preoperatoria de la mielopatía que por el sistema quirúrgico específico utilizado.

Este resultado es coherente con la bibliografía existente, que ha demostrado que las intervenciones descompresivas, como la laminoplastia y la corpectomía, pueden lograr una regresión significativa de los síntomas neurológicos y, en algunos casos, la recuperación completa, como señalaron Dmitrievich et al.<sup>35</sup>.

Se han notificado tasas de recuperación variables en diferentes estudios, lo que pone de manifiesto la diversidad de resultados en función de la patología y la técnica. Por ejemplo, Tunturk et al.<sup>36</sup> notificaron de una tasa de recuperación del 83,3% tras una hemilaminectomía por estenosis de columna torácica, mientras que un estudio sobre corpectomía cervical por osificación del ligamento longitudinal posterior (OPLL) registró una tasa del 67,01%. De forma similar, Lu et al.<sup>37</sup> no encontraron diferencias estadísticas en la tasa de recuperación del 58,1% en pacientes mayores de 70 años en comparación con un grupo de control más joven. Además, Du et al.<sup>38</sup> concluyeron que tanto la DFCA como la corpectomía y fusión cervical anterior (CFCA) pueden dar lugar a resultados neurológicos satisfactorios sin diferencias significativas en la tasa de recuperación de Hirabayashi entre ambas técnicas.

Los resultados de nuestro estudio, aunque preliminares, refuerzan la idea de que la descompresión neural eficaz es el factor principal de la mejoría neurológica, más que la elección de la técnica de reconstrucción. La coherencia observada en la bibliografía sugiere que tanto las jaulas de titanio expandibles como los injertos autólogos son opciones viables y que la gravedad inicial de la mielopatía es un factor clave para predecir el potencial de recuperación.

Estos resultados respaldan el uso de implantes artificiales como alternativa viable a los injertos autólogos, especialmente en pacientes con patología de múltiples niveles o cuando la morbilidad de la zona donante es motivo de preocupación.

## Puntos fuertes y limitaciones

Los puntos fuertes de este estudio incluyen la comparación directa entre injertos autólogos y un moderno sistema de jaula expandible, la aplicación de criterios de inclusión estandarizados y el uso de medidas de resultados validadas (JOAm). Además, todos los procedimientos fueron realizados en un único centro por cirujanos de columna experimentados, lo que minimizó la variabilidad en la técnica quirúrgica. El análisis estadístico detallado, incluidas las evaluaciones de correlación y las comparaciones de subgrupos, permitió comprender, con algunos matices, la relación entre los factores quirúrgicos, como el tiempo quirúrgico, la pérdida de sangre y el nivel de intervención, y la mejoría neurológica. Esto añade mayor detalle a la evaluación de los resultados clínicos más allá de las simples comparaciones pre y posoperatorias.

Este estudio presenta algunas limitaciones inherentes a su diseño retrospectivo, observacional y comparativo. Al tratarse de un estudio unicéntrico, la generalización de nuestros hallazgos puede ser reducida. El tamaño relativamente pequeño de la muestra ( $n = 40$ , 20 pacientes por grupo) y el periodo mínimo de seguimiento de tres meses restringen la capacidad de extraer conclusiones definitivas a largo plazo sobre la estabilidad, las tasas de fusión y la incidencia de complicaciones tardías, como la enfermedad del segmento adyacente o el fallo del *hardware*. Aunque nuestro análisis sugiere tendencias como una correlación moderada entre el tiempo quirúrgico y la mejoría de la JOAm, estos resultados deben interpretarse con cautela debido a su limitada potencia estadística.

La principal limitación de nuestro estudio es el periodo de seguimiento, que es relativamente corto. Como hospital de referencia, nos enfrentamos al reto de que los pacientes no acuden a citas mensuales en nuestro centro de manera continua. En su lugar, habitualmente programamos visitas de seguimiento a los tres, seis y 12 meses, y el seguimiento primario a largo plazo se lleva a cabo en su unidad sanitaria local de segundo nivel. Este planteamiento viene dictado por la logística de un centro de referencia de gran volumen y la necesidad de que los pacientes reciban asistencia más cerca de sus domicilios. Aunque un seguimiento más prolongado proporcionaría datos más definitivos sobre las tasas de fusión y las complicaciones tardías, nuestro conjunto de datos actual ofrece una valiosa perspectiva de los resultados neurológicos a corto plazo y sienta una base sólida para un estudio multicéntrico más amplio.

Otras investigaciones futuras deberán incluir estudios multicéntricos prospectivos de mayor tamaño con periodos de seguimiento prolongados para validar estos hallazgos, especialmente en lo que respecta a la posible superioridad de las jaulas expandibles sobre los autoinjertos en la recuperación neurológica. Los ensayos comparativos directos que empleen medidas de resultados estandarizadas y evalúen diseños específicos de jaulas expandibles serán cruciales para aclarar las controversias existentes y proporcionar pruebas más sólidas para la toma de decisiones clínicas.

## Conclusiones

Los resultados de este estudio piloto sugieren que tanto los injertos óseos autólogos como las jaulas de titanio expandibles son opciones quirúrgicas seguras y eficaces para la descompresión y estabilización de la columna vertebral mediante corpectomía. Un hallazgo clave de nuestro análisis, ajustado a las diferencias iniciales en las puntuaciones JOAm, es que no encontramos diferencias estadísticamente significativas en los resultados neurológicos finales entre ambos sistemas.

Este resultado es clínicamente relevante, ya que indica que la recuperación neurológica posoperatoria depende principalmente de la gravedad de la mielopatía del paciente en el momento de la cirugía, más que del tipo de material de implante utilizado. El análisis IPTS confirmó esta relación, demostrando que los pacientes con mielopatía más

avanzada (puntuaciones JOAm más bajas) tienen un mayor potencial de mejoría neurológica.

Aunque este estudio no es lo suficientemente amplio como para establecer la superioridad de un sistema sobre otro, sí valida ambos como opciones viables en la práctica clínica.

Los resultados aportan pruebas preliminares cruciales que pueden orientar la toma de decisiones y sugieren que la elección entre un injerto autólogo y una jaula expandible podría basarse en otros factores, como el coste, la disponibilidad del implante, el tiempo quirúrgico (como se comenta en los resultados) o la preferencia del cirujano, sin que esto comprometa el resultado neurológico a corto plazo del paciente.

A pesar de lo limitado del seguimiento, este estudio sienta las bases para futuras investigaciones y subraya la necesidad de realizar estudios multicéntricos más amplios, no solo para validar estos hallazgos, sino también para examinar los resultados a largo plazo, incluidas las tasas de fusión y la incidencia de complicaciones tardías.

## Declaración de contribución a la autoría de CRediT

Conceptualización: AMPG, JCLV, UGG. Análisis formal: AMPG, JCLV. Investigación: AMPG, DAVM, JCLV. Metodología: AMPG, JCLV, UGG. Administración del proyecto: OMC, AIDT, UGG. Redacción (borrador original): AMPG, DAVM, JCLV. Redacción (revisión y edición): AMPG, JCLV, UGG.

## Financiación

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Louie PK, Nemani VM, Leveque JA. Anterior cervical corpectomy and fusion for degenerative cervical spondylotic myelopathy: case presentation with surgical technique demonstration and review of literature. *Clin Spine Surg.* 2022;35:440–446.
- Falavigna A, Piccoli Conzatti L. Minimally invasive approaches for thoracic decompression from discectomy to corpectomy. *J Neurosurg Sci.* 2013;57:175–192.
- Hartmann S, Wipplinger C, Tschugg A, et al. Thoracic corpectomy for neoplastic vertebral bodies using a navigated lateral extracavitary approach—a single-center consecutive case series: technique and analysis. *Neurosurg Rev.* 2018;41:575–583.
- Trungu S, Ricciardi L, Forcato S, et al. Anterior corpectomy and plating with Carbon-PEEK instrumentation for cervical spinal metastases: clinical and radiological outcomes. *J Clin Med.* 2021;10:5910.
- Ozgen S, Naderi S, Ozek MM, Pamir MN. A retrospective review of cervical corpectomy: indications, complications and outcome. *Acta Neurochir (Wien).* 2004;146:1099–1105.
- Hirai T, Yoshii T, Sakai K, et al. Anterior cervical corpectomy with fusion versus anterior hybrid fusion surgery for patients with severe ossification of the posterior longitudinal ligament involving three or more levels: a retrospective comparative study. *J Clin Med.* 2021;10:5315.
- Schulz C, Mauer UM, Mathieu R. Implantatassoziierte Komplikationen sowie klinischer und radiologischer Verlauf nach anteriorer zervikaler Korpektomie und Cage-Fusion – retrospektiver Vergleich von PEEK-gegen Titan-Cages [Clinical and radiological results after anterior cervical corpectomy with cage fusion – a retrospective comparison of PEEK vs. titanium cages]. *Z Orthop Unfall.* 2017;155:201–208.
- Tome-Bermejo F, Álvarez-Galovich L, Piñera-Parrilla ÁR, et al. Anterior 1-2 level cervical corpectomy and fusion for degenerative cervical disease: a retrospective study with lordotic porous tantalum cages. Long-term changes in sagittal alignment and their clinical and radiological implications after cage subsidence. *Int J Spine Surg.* 2022;16:222–232.
- Han YC, Liu ZQ, Wang SJ, Li LJ, Tan J. Is anterior cervical discectomy and fusion superior to corpectomy and fusion for treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy? A systemic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2014;9:e87191.
- Wang T, Wang H, Liu S, An H-D, Liu H, Ding W-Y. Anterior cervical discectomy and fusion versus anterior cervical corpectomy and fusion in multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Medicine (Baltimore).* 2016;95:e5437.
- Yee TJ, Swong K, Park P. Complications of anterior cervical spine surgery: a systematic review of the literature. *J Spine Surg.* 2020;6:302–322.
- Yeh MY, Huang WC, Kuo CH, Chang PY, Cheng H. Disappearance of anterior cervical corpectomy cage. *Cureus.* 2019;11:e3985.

13. Boakye M, Patil CG, Ho C, Lad SP. Cervical corpectomy: complications and outcomes. *Neurosurgery*. 2008;63(4 (Suppl 2)):295–301.
14. Monk SH, O'Brien M, Perle S, et al. Ten-year experience of skip anterior cervical corpectomy and fusion. *Int J Spine Surg*. 2023;17:258–264.
15. Uribe JS, Sangala JR, Duckworth EA, Vale FL. Comparison between anterior cervical discectomy fusion and cervical corpectomy fusion using titanium cages for reconstruction: analysis of outcome and long-term follow-up. *Eur Spine J*. 2009;18:654–662.
16. Tatter C, Persson O, Burström G, Edström E, Elmi-Terander A. Anterior cervical corpectomy and fusion for degenerative and traumatic spine disorders, single-center experience of a case series of 119 patients. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2020;20:8–17.
17. Singh V, Kern K. Vertebral body replacement devices. En: Wang MY, ed. *Instrumentation for minimally invasive spine surgery*. New York: Thieme; 2021:173–182, <http://dx.doi.org/10.1055/b-0041-179981>.
18. Meena A, Choudhary L, Karan R. A systematic review of the use of expandable cages in the cervical spine. *Int J Pharm Clin Res*. 2023;15:1442–1447.
19. Tohamy MH, Osterhoff G, Abdelgawaad AS, Ezzati A, Heyde CE. Anterior cervical corpectomy and fusion with stand-alone cages in patients with multilevel degenerative cervical spine disease is safe. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23:20.
20. Schulz C, Mauer UM, Mathieu R. Implantatassoziierte Komplikationen sowie klinischer und radiologischer Verlauf nach anteriorer zervikaler Korpektomie und Cage-Fusion – retrospektiver Vergleich von PEEK-gegen Titan-Cages [Clinical and radiological results after anterior cervical corpectomy with cage fusion – a retrospective comparison of PEEK vs. titanium cages]. *Z Orthop Unfall*. 2017;155:201–208.
21. Hoffman H, Goulart CR, Galgano MA. Utilizing vertebral body autograft for anterior cervical corpectomy/fusion. *Surg Neurol Int*. 2020;11:24.
22. Benzel EC, Lancon J, Kesterson L, Hadden T. Cervical laminectomy and dentate ligament section for cervical spondylotic myelopathy. *J Spinal Disord*. 1991;4:286–295.
23. STROBE. *Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology*. STROBE; 2025 [consultado 31 Mar 2025]. Disponible en: <https://www.strobe-statement.org>.
24. Hirabayashi K, Satomi K. Operative procedure and results of expansive open-door laminoplasty. *Spine*. 1988;13:870–876.
25. Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, Suzuki N, Satomi K, Ishii Y. Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine*. 1983;8:693–699.
26. Son DK, Son DW, Song GS, Lee SW. Effectiveness of the laminoplasty in the elderly patients with cervical spondylotic myelopathy. *Korean J Spine*. 2014;11:39–44, <http://dx.doi.org/10.14245/kjs.2014.11.2.39>.
27. Zairi F, Aboutkais R, Thines L, Allaoui M, Assaker R. Relevance of expandable titanium cage for the treatment of cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J*. 2012;21:1545–1550, <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-012-2380-2>.
28. Awad AJ, Stidd DA, Alkhalili K, Eli IM, Baaj AA. Vertebral body reconstruction using expandable titanium cages after anterior decompression for cervical spondylotic myelopathy: a review. *Cureus*. 2013;5:e165, <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.165>.
29. Prakash A, Bharti R, Chauhan G, Dutta G, Sahay CB. Outcome associated with use of winged expandable titanium cage following cervical corpectomy: an institutional experience. *Egypt J Neurosurg*. 2024;39:20, <http://dx.doi.org/10.1186/s41984-024-00288-3>.
30. Das AK, Purohit DK, Gupta A, Kataria R. Comparison of radiological and clinical outcomes between expandable and non-expandable cages following cervical corpectomy: a systematic review and meta-analysis. *Asian Spine J*. 2023;17:567–581, <http://dx.doi.org/10.31616/asp-2022.0179>.
31. Pojskic M, Saß B, Nimsky C, Carl B. Application of an expandable cage for reconstruction of the cervical spine in a consecutive series of eighty-six patients. *Medicina*. 2020;56:642, <http://dx.doi.org/10.3390/medicina56120642>.
32. Patil SG, Balasubramaniam S, Pramod G. Analysis of outcome in cases of cervical corpectomy with fusion by autograft and expandable corpectomy cage. *Int J Dent Med Sci Res*. 2021;3:578–586.
33. Burkett CJ, Baaj AA, Dakwar E, Uribe JS. Use of titanium expandable vertebral cages in cervical corpectomy. *J Clin Neurosci*. 2012;19:402–405.
34. Keshavarzi S, Newman CB, Ciacci JD, Aryan HE. Expandable titanium cages for thoracolumbar vertebral body replacement: initial clinical experience and review of the literature. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2011;40:E35–E39.
35. Dmitrievich DM, Olegovich AS, Vazgenovich PD, et al. Laminoplasty and corpectomy in the treatment of cervical spondylotic myelopathy. *Coluna/Columna*. 2018;17:174–179.
36. Tümtürk A, Meral M, Kucuk A, Ulutabanca H, Koç RK. Hemilaminectomy and bilateral decompression for thoracic spinal stenosis. *Turkish Neurosurg*. 2020;30:842–846.
37. Lu J, Wu X, Li Y, Kong X. Surgical results of anterior corpectomy in the aged patients with cervical myelopathy. *Eur Spine J*. 2008;17:129–135.
38. Du W, Wang HX, Lv J, et al. Cervical alignment and clinical outcome of anterior cervical discectomy and fusion vs. anterior cervical corpectomy and fusion in local kyphotic cervical spondylotic myelopathy. *Heliyon*. 2023;9:e19106.