

ORIGINAL

## Factores asociados a recidiva de hernia de disco lumbar luego de una microdiscectomía



G. Camino Willhuber\*, G. Kido, M. Mereles, J. Bassani, M. Petracchi, C. Elizondo, M. Gruenberg y C. Sola

Instituto de Ortopedia y Traumatología Carlos E. Ottolenghi, Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 30 de octubre de 2016; aceptado el 12 de julio de 2017  
Disponible en Internet el 9 de septiembre de 2017

### PALABRAS CLAVE

Microdiscectomía;  
Hernia discal lumbar;  
Recidiva herniaria

### Resumen

**Introducción:** Las hernias de disco lumbares son una causa frecuente de cirugía lumbar. La recurrencia herniaria es una complicación prevalente.

**Objetivo:** Analizar los factores de riesgo asociados a recurrencia herniaria en pacientes intervenidos por hernia discal lumbar en nuestra institución.

**Materiales y métodos:** Se analizaron en forma retrospectiva una serie de 177 microdiscectomías lumbares entre 2010 y 2014; se excluyeron pacientes con cirugías previas, hernias foraminales y extraforaminales. Los pacientes con recurrencia herniaria constituyeron el grupo de casos y los que no presentaron recurrencia fueron el grupo control; se analizó: sexo, edad, índice de masa corporal, nivel, degeneración facetaria, altura discal y protrusión discal.

**Resultados:** Hubo 177 pacientes con microdiscectomía lumbar, de los cuales 30 (16%) presentaron recurrencia herniaria; de ellos, 27 fueron reoperados. Entre los factores de riesgo asociados a recurrencia observamos mayor índice de altura discal, mayor porcentaje de canal ocupado por la hernia y mayor presencia de cambios degenerativos facetarios; no observamos diferencias en cuanto al sexo, índice de masa corporal y edad.

**Discusión:** Estudios previos muestran el aumento de altura discal y pacientes jóvenes como posibles factores asociados a recidiva.

**Conclusión:** En nuestra serie encontramos que el mayor índice de altura discal, el porcentaje de canal ocupado por la hernia y los cambios degenerativos facetarios se asociaron a recurrencia herniaria.

© 2017 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [gaston.camino@hospitalitaliano.org.ar](mailto:gaston.camino@hospitalitaliano.org.ar) (G. Camino Willhuber).

**KEYWORDS**

Microdiscectomy;  
Lumbar disk  
herniation;  
Hernia recurrence

**Factors associated with lumbar disc hernia recurrence after microdiscectomy****Abstract**

*Introduction:* Lumbar disc hernias are a common cause of spinal surgery. Hernia recurrence is a prevalent complication.

*Objective:* To analyse the risk factors associated with hernia recurrence in patients undergoing surgery in our institution.

*Materials and methods:* Lumbar microdiscectomies between 2010 and 2014 were analysed, patients with previous surgeries, extraforaminales and foraminal hernias were excluded. Patients with recurrent hernia were the case group and those who showed no recurrence were the control group.

*Results:* 177 patients with lumbar microdiscectomy, of whom 30 experienced recurrence (16%), and of these 27 were reoperated. Among the risk factors associated with recurrence, we observed a higher rate of disc height, higher percentage of spinal canal occupied by the hernia and presence of degenerative facet joint changes; we observed no differences in sex, body mass index or age.

*Discussion:* Previous studies show increased disc height and young patients as possible factors associated with recurrence.

*Conclusion:* In our series we found that the higher rate of disc height, the percentage of spinal canal occupied by the hernia and degenerative facet joint changes were associated with hernia recurrence.

© 2017 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

La hernia de disco lumbar es una patología espinal frecuente, constituyendo la principal causa de cirugía lumbar<sup>1</sup>. Más prevalente en hombres que en mujeres (relación 2:1) entre 30 y 50 años, los niveles más comúnmente afectados son L4-L5 y L5-S1. Se desconoce aún la fisiopatogenia, pero se sabe que presenta factores intrínsecos (hereditarios, evolutivos y degenerativos) y factores extrínsecos (nutrición, tensión, trauma, etc.)<sup>2</sup>.

La microdiscectomía lumbar continúa siendo uno de los procedimientos quirúrgicos con mayor frecuencia en EE. UU., con una tasa de buenos resultados del 90 al 95%<sup>3,4</sup>.

Dentro de las complicaciones, la recurrencia de la hernia discal (definida como nueva herniación en dicho nivel, luego de un intervalo asintomático igual o mayor a 6 meses<sup>5</sup>) se encuentra entre las más prevalentes (5-15%)<sup>6-8</sup>.

No está claramente demostrado si los cambios degenerativos previos, la altura del disco o el volumen de disco herniado son factores predisponentes para desarrollar una nueva hernia luego de realizar una microdiscectomía<sup>9-11</sup>.

El objetivo principal de este estudio fue comparar los factores asociados a recidiva discal lumbar en pacientes intervenidos quirúrgicamente por recurrencia discal (casos) versus pacientes con microdiscectomía sin recidiva (grupo control). El objetivo secundario fue analizar las complicaciones intra y postoperatorias y la tasa de reoperación en pacientes operados de hernia discal.

**Material y métodos****Población de estudio**

Se analizaron de forma retrospectiva 177 pacientes con hernia discal lumbar intervenidos quirúrgicamente en

nuestra institución entre enero de 2010 y diciembre de 2014.

Se incluyeron pacientes de 18 años o más, con diagnóstico de hernia discal lumbar central o posterolateral, intervenidos quirúrgicamente mediante microdiscectomía simple, con un seguimiento mínimo de un año.

Se excluyeron pacientes con cirugías previas en la región lumbar, procedimientos asociados como fijación, descompresión en más de un nivel. Las hernias foraminales y extraforaminales fueron excluidas. Los pacientes con compresión radicular a expensas de componente óseo (hipertrofia facetaria) que requirieron foraminotomía y facetectomía parcial fueron también excluidos.

**Técnica quirúrgica**

Todas las cirugías fueron realizadas por el equipo quirúrgico en nuestra institución. En todos los casos se realizó una microdiscectomía simple. El presente estudio fue realizado por médicos entrenados en patología del raquis que no participaron en las cirugías.

Técnica quirúrgica: con el paciente bajo anestesia general, se coloca en posición decúbito ventral en mesa radiolúcida. Se realiza marcación del nivel prequirúrgico e intraquirúrgico mediante radioscopia. Laminotomía unilateral y prolija remoción del ligamento amarillo. No se realiza facetectomía parcial, debido a que podría alterar la estabilidad. Bajo visión magnificada, se procede al retiro del fragmento herniado preservando el contenido dentro del disco. No se realiza discectomía intradiscal de rutina en ningún paciente, aunque se explora la presencia de algún fragmento libre en el tercio posterior del espacio discal; ante la presencia de algún fragmento libre, este se extrae.

Se analizaron de manera descriptiva la tasa de recidivas y reoperación, infecciones y necesidad de artrodesis. Se analizó la edad, el sexo, y el índice de masa corporal (IMC).

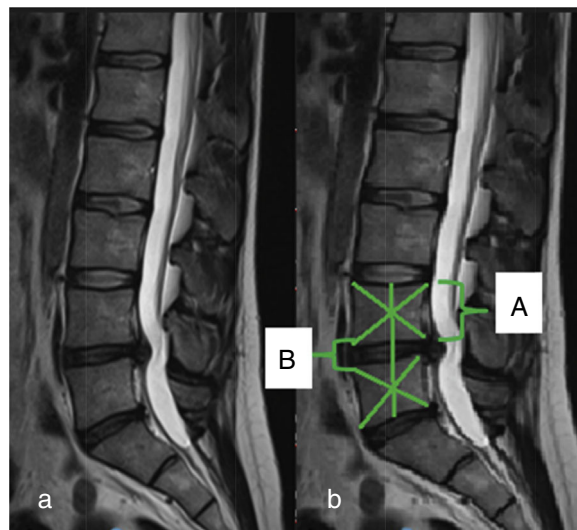
### Análisis cualitativo

Se analizaron las imágenes de resonancia magnética nuclear previa a la intervención quirúrgica en todos los casos. Se analizó el nivel y tipo de hernia discal, el grado de degeneración discal a través de la clasificación de Pfirrmann en cortes sagitales de T2<sup>12</sup>, cambios degenerativos facetarios en resonancia magnética según la clasificación Grogan<sup>13</sup>. Grado 1: el cartilago afinado uniformemente cubre completamente las superficies articulares. Grado 2: el cartilago cubre por entero la superficie articular, pero existen regiones de erosión irregular. Grado 3: el cartilago no cubre toda la superficie articular y existen zonas de exposición ósea. Grado 4: solo se aprecian «trazos» de cartilago en la articulación. Se consideraron como cambios degenerativos facetarios los grados 2, 3 y 4, y como normal al grado 1. La presencia de cambios en los platillos intervertebrales fue analizada según la clasificación de Modic<sup>14</sup>, la extensión de la hernia discal en T1 y T2 con diferenciación entre protrusión, extrusión y secuestro<sup>15</sup> según el método de Masaryk et al.<sup>16</sup>, el índice de altura discal utilizando el método de Mochida<sup>17</sup> (fig. 1) y el porcentaje de canal ocupado por la hernia discal en cortes T2 axiales del nivel afectado (fig. 2). Posteriormente se realizó un análisis comparativo de los factores mencionados entre los pacientes que no presentaron recidiva (grupo 1, control) y los pacientes que presentaron recidiva (grupo 2, casos).

Se utilizó el programa Surgimap versión 2.2.1 para las mediciones en resonancia magnética.

### Análisis estadístico

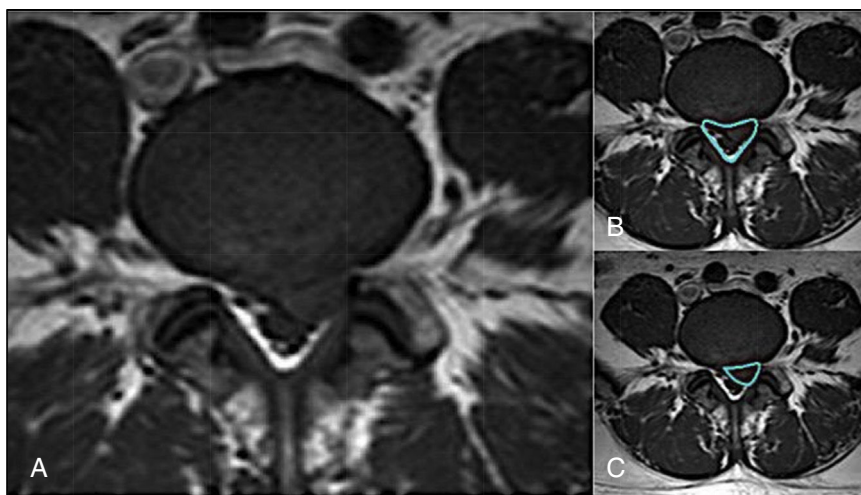
Las variables categóricas se describen como frecuencias relativas (porcentajes) y absolutas. Las variables cuantita-



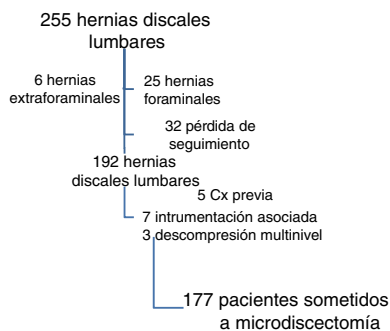
**Figura 1** Paciente de sexo masculino de 34 años con hernia discal lumbar central L4-L5. Medición del porcentaje de altura discal a nivel de la hernia con respecto a la vértebra suprayacente: a) corte sagital de resonancia magnética; b) medición de la altura discal sagital y cuerpo vertebral superior. Índice altura discal ( $B/A \times 100$ ).

tivas se describen como medias y su desviación estándar o como medianas e intervalo intercuartil, según la distribución encontrada. Las comparaciones de las variables categóricas entre grupos se realizaron con el test de chi cuadrado o exacto de Fisher, según supuestos. Las comparaciones de las variables cuantitativas se realizaron mediante el test de t o con el Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test, según los supuestos.

Se consideró como estadísticamente significativos los valores de  $p < 0,05$ . Para el análisis se utilizó el software STATA v14 (Texas, EE. UU.).



**Figura 2** Paciente masculino de 25 años, quien presenta hernia posterolateral L4-L5. Medición del porcentaje del canal raquídeo ocupado por la extrusión discal: A) resonancia magnética axial a nivel de la protrusión; B) medición del diámetro del canal raquídeo; C) medición del diámetro de la hernia.



**Figura 3** Flujograma de pacientes intervenidos mediante microdiscectomías.

**Tabla 1** Características generales de la población

	Grupo 1	Grupo 2	Total
Número de pacientes	147	30	177
Edad promedio	48,7 ± 17	52,8 ± 16	49,5
Índice de masa corporal	27,2 ± 3,7	27,7 ± 3,9	27,3
Nivel L1-L2	1 (0,6%)	0	1
Nivel L2-L3	13 (8,8%)	2 (6,6%)	15
Nivel L3-L4	17 (11,5%)	3 (10%)	20
Nivel L4-L5	83 (56%)	22 (73%)	105
Nivel L5-S1	33 (22%)	3 (10%)	36

## Resultados

Se analizaron 255 pacientes, de los cuales 32 pacientes se perdieron en el seguimiento o no completaron el año de seguimiento, 25 pacientes presentaron hernias foraminales y 6 extraforaminales, 5 presentaban cirugías previas, 7 presentaban instrumentaciones asociadas, y 3 pacientes requirieron más de un nivel de descompresión (fig. 3).

La población final de estudio consistió en 177 pacientes, de los cuales 110 pacientes eran masculinos y 67 femeninos, con una edad promedio de 49,5 años; el seguimiento promedio fue de 18,2 meses (fig. 3).

Treinta pacientes presentaron recidiva (16,9%), de los cuales 27 fueron reoperados (6 meses ± 10 días). Dentro del grupo de reoperación, 19 pacientes requirieron redisección y 8 requirieron redisección más artrodesis intersomática. Finalmente, 3 pacientes con recidiva no requirieron cirugía y fueron tratados con bloque perirradicular.

### Edad, sexo e índice de masa corporal

No se observaron diferencias significativas en cuanto a la edad ( $p = 0,16$ ), hombre/mujer ( $p = 0,9$ ) y al IMC ( $p = 0,46$ ) en ambos grupos, por lo que estas variables no tuvieron relación en nuestro estudio (tabla 1).

### Índice de altura discal

El análisis comparativo del índice de altura discal con respecto a la vértebra superior mostró diferencias significativas entre ambos grupos. El índice de altura discal promedio en

el grupo 1 fue de 40,2% (DE 9,95), y en el grupo 2 el índice de altura discal fue de 46,1% (DE 12,49) ( $p = 0,0023$ ).

### Porcentaje de ocupación discal del canal

El porcentaje de ocupación del canal por el disco fue significativamente mayor en el grupo 2 (41,89 [DE 12,3]) en comparación con el grupo 1 (36,3 [DE 11,5]) ( $p = 0,02$ ).

En cuanto a la presencia de extrusión discal, 112 pacientes del grupo 1 (77,6%) y 27 pacientes del grupo 2 (90%) presentaban extrusión discal; 22 pacientes (15%) del grupo 1 presentaban secuestro y 11 pacientes (7,5%) presentaban protrusión; 2 pacientes del grupo 2 (6%) presentaban protrusión y un (3%) paciente presentaba secuestro. No observamos diferencias significativas entre los grupos ( $p = 0,2$ ).

### Comparación de cambios degenerativos a nivel facetario

Se observaron diferencias significativas en cuanto a la presencia de cambios degenerativos facetarios entre los grupos estudiados, con mayor porcentaje de afectación en los pacientes con recidiva (90%) comparados con el grupo control (57,5%) ( $p < 0,001$ ). A su vez, en el grupo con recidiva, se observaron mayores grados de degeneración facetaria (grado 1: 3 pacientes [10%]; grado 2: 7 pacientes [23%]; grado 3: 11 pacientes [36%], grado 4: 9 pacientes [30%]) en comparación con el grupo sin recidiva (grado 1: 62 pacientes [42,5%], grado 2: 59 pacientes [40%], grado 3: 19 pacientes [13%], grado 4: 7 pacientes [4,7%]). En el grupo con recidiva los grados 3 y 4 fueron los más prevalentes en comparación con el grupo control, donde los grados 1 y 2 fueron los más frecuentes ( $p < 0,001$ ).

### Comparación de cambios degenerativos discales (Modic, Pfirrmann)

En relación con la presencia de cambios Modic no observamos diferencias significativas entre los grupos ( $p = 0,19$ ).

No observamos diferencias significativas entre los cambios discales en relación con la clasificación de Pfirrmann ( $p = 0,3$ ) (tabla 2).

### Complicaciones intraoperatorias, postoperatorias y tasa de reoperación

En la tabla 3 se mencionan las complicaciones intra y postoperatorias observadas en la serie.

## Discusión

La microdiscectomía continúa siendo el *gold standard* para el tratamiento de la hernia discal lumbar que no responde al manejo conservador. En nuestra serie la tasa de reoperación fue del 15,3% (27 pacientes). Kim et al.<sup>18</sup> en una serie de 12.816 pacientes intervenidos por hernia discal lumbar tratados con microdiscectomía encontraron un índice de reoperación del 13,7%.

**Tabla 2** Comparación de factores relacionados con la hernia discal

	Grupo 1	Grupo 2	p
Índice de altura discal	40,2 ± 9,9	46,1 ± 12,5	0,0023
Porcentaje del canal	36,3 ± 11,5	41,9 ± 12,3	0,02
Cambios Modic (%)	22,2	33,3	0,196
Degeneración facetaria (%)	57,5	90	0,001
Extrusión discal (%)	77,6	90	0,2
Degeneración (Pfirrmann 1, 2, 3) (%)	46,6	56,9	0,3
Degeneración (Pfirrmann 4, 5, 6) (%)	53,3	43,1	0,3

Martin et al.<sup>19</sup> reportaron una tasa de reoperación del 19% en cirugía de no fusión en pacientes intervenidos por hernia de disco lumbar y del 24% en cirugía de fusión (artrodesis) en una serie de 24.882 pacientes. Lebow et al.<sup>20</sup>, en un estudio prospectivo, analizaron la tasa de recurrencia a 2 años en microdiscectomías lumbares, y observaron una tasa del 25% de recurrencia por resonancia magnética, la mayoría de las cuales eran asintomáticas. En nuestra serie analizamos la recurrencia clínica, por lo que la incidencia real de la recurrencia herniaria está subestimada.

Se han descrito múltiples factores asociados a recidiva en pacientes con hernia discal lumbar; incluyendo demográficos (edad, sexo, tabaquismo, IMC), características morfológicas del disco (tamaño, localización, tipo de hernia), cambios degenerativos y características de la cirugía (tipo de abordaje, volumen removido y defecto del anillo).

Analizando los factores demográficos, Suk et al.<sup>5</sup> vieron que el sexo masculino, la juventud y el tabaquismo son factores de riesgo relacionados con la recidiva. Más aún, Keskimäki et al.<sup>21</sup> observaron que los pacientes menores de 50 años presentaban mayor riesgo de recidiva. Por otra parte, se evidenció un aumento del riesgo de recidiva en pacientes obesos. Como lo describe el trabajo de Meredith et al.<sup>22</sup>, donde se analiza la tasa de recurrencia en 75 pacientes (grupo recurrencia: IMC 33,6 ± 5,1 vs. grupo sin recurrencia: IMC 26,9 ± 3,9). En nuestra serie, no observamos diferencias significativas en cuanto a edad, sexo e IMC.

En relación con nuestro análisis comparativo entre los pacientes con buenos resultados y los pacientes con reoperación, encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos con respecto al índice de altura discal (46,1 en grupo con recidiva vs. 40,2 en grupo control), el porcentaje de ocupación del canal (42 en grupo recidiva vs. 36,3 en grupo control) y los cambios degenerativos facetarios (89,2 en grupo recidiva vs. 57,5 en grupo control).

Dora et al.<sup>11</sup>, en su análisis comparativo retrospectivo de 60 pacientes, no observaron diferencias en cuanto al

porcentaje de protrusión discal en el canal y la recidiva, sin embargo, encontraron mayor índice de recidiva herniaria en pacientes con menos cambios degenerativos y mayor altura discal (Pfirrmann 1-3). Por otro lado, Cinotti et al.<sup>23</sup> estudiaron en forma prospectiva 76 pacientes (grupo estudio: 26/grupo control: 50) y observaron un mayor índice de recurrencia en pacientes con discos con cambios degenerativos avanzados. Este último trabajo presenta la fortaleza de ser un estudio prospectivo controlado, sin embargo, presenta heterogeneidad en el grupo al presentar pacientes con estenosis o cicatriz epidural asociada. En nuestra serie, sin embargo, no observamos diferencias significativas respecto a los cambios descritos por Pfirrmann; resultados que podrían deberse al tamaño muestral de nuestro estudio.

Kim et al.<sup>24</sup> analizaron los factores de recurrencia de hernia discal en relación con parámetros radiológicos (degeneración discal, altura del disco y rango de movilidad sagital) en el nivel L4-L5. De lo cual, se encontró una mayor incidencia en discos con degeneración grados III, IV y V comparado con los grados I, II y VI (DHI < 0,15). Más aún, se evidenció una diferencia significativa al comparar la altura discal del grupo con recurrencia (0,37 ± 0,09) vs. el grupo sin recurrencia (0,29 ± 0,09). Similares resultados se obtuvieron en nuestro estudio, donde se observaron diferencias significativas entre el grupo de recidiva (0,46 ± 0,1) y el grupo control (0,4 ± 0,09) respecto al índice de altura discal.

Con respecto a los cambios Modic, se ha relacionado la presencia de cambio Modic 1 a malos resultados postoperatorios, como persistencia del dolor lumbar<sup>25</sup>; sin embargo, Ohtori et al.<sup>26</sup> concluyeron que no había relación entre los resultados postoperatorios y la presencia de cambios Modic tipo 1 en pacientes intervenidos por microdiscectomía, por lo que existe controversia en la literatura. En nuestro estudio, no se observó relación entre cambios Modic y recidiva discal; probablemente se requiere el análisis de mayor casuística para establecer una posible relación.

En cuanto a la relación entre cambios degenerativos facetarios y el mayor riesgo de recidiva, no se ha encontrado en la literatura artículos que mencionen dicha posible asociación. Se ha relacionado la presencia de líquido facetario y cambios degenerativos con inestabilidad segmentaria<sup>27,28</sup>, sin embargo, la relación entre recidiva y degeneración facetaria no está claramente establecida. En nuestra serie, al realizar el análisis comparativo, encontramos diferencias significativas, con mayor porcentaje de cambios degenerativos y mayor grado de degeneración en el grupo con recidiva respecto al control. Sin embargo, no podemos establecer una relación de causalidad directa; se requieren más estudios que permitan analizar en profundidad esta posible relación.

**Tabla 3** Complicaciones intra y postoperatorias, y tasa de reoperación

Pacientes	177	
Recidiva	30	16,90%
Artrodesis al año	8	4,50%
Lesión del saco dural	5	2,80%
Infección	2	1,10%

También se vio un mayor índice de reoperación, más de la mitad dentro del primer año postoperatorio. Lo que demuestra la relevancia hacia un control más estricto en el primer año de cirugía.

Es necesario mencionar limitaciones de nuestro estudio; en primer lugar, el análisis retrospectivo con base en datos de historia clínica y resultados de resonancia magnética supone una limitante. Desconocemos la incidencia real de la recidiva herniaria, ya que analizamos la recidiva clínica de pacientes que requirieron una nueva resonancia debido a la presencia de síntomas clínicos; es probable que exista una recidiva herniaria que no se manifiesta clínicamente, la cual no está contemplada en el estudio.

## Conclusión

La recidiva en pacientes intervenidos mediante microdiscectomía lumbar es una complicación frecuente. En nuestra serie los factores asociados a recidiva más importantes fueron: la altura discal inicial, el porcentaje de material discal en el canal y los cambios degenerativos facetarios.

Se requieren más estudios para poder establecer de manera precisa qué factores se asocian a recidiva en pacientes con hernia discal lumbar.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Martin BI, Mirza SK, Comstock BA, Gray DT, Kreuter W, Deyo RA. Reoperation rates following lumbar spine surgery and the influence of spinal fusion procedures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:382-7.
- Ma XL. A new pathological classification of lumbar disc protrusion and its clinical significance. *Orthop Surg*. 2015;7:1-12.
- Weinstein J, Dartmouth Atlas Working Group. *Dartmouth atlas of musculoskeletal health care*. Chicago, IL: American Hospital Association Press; 2000.
- Deyo RA, Weinstein JN. Low back pain. *N Engl J Med*. 2001;344:363-70.
- Suk KS, Lee HM, Moon SH, Kim NH. Recurrent lumbar disc herniation: Results of operative management. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:672-6.
- Fandino J, Botana C, Viladrich A, Gomez-Bueno J. Reoperation after lumbar disc surgery: Results in 130 cases. *Acta Neurochir*. 1993;122:102-4.
- Connolly ES. Surgery for recurrent lumbar disc herniation. *Clin Neurosurg*. 1992;39:211-6.
- Yorimitsu E, Chiba K, Toyama Y, Hirabayashi K. Long-term outcomes of standard discectomy for lumbar disc herniation: A follow-up study of more than 10 years. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:652-7.
- Carragee EJ, Han MY, Suen PW, Kim D. Clinical outcomes after lumbar discectomy for sciatica: The effects of fragment type and annular competence. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A:102-8.
- Burns BH, Young RH. Results of surgery in sciatica and low back pain. *Lancet*. 1951;1:245-9.
- Dora C, Schmid MR, Elfering A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Lumbar disk herniation: Do MRI imaging findings predict recurrence after surgical discectomy? *Radiology*. 2005;235:562-7.
- Pfirschmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:1873-8.
- Grogan J, Nowicki B, Schmidt T, Haughton V. Lumbar facet joint tropism does not accelerate degeneration of the facet joints. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1997;18:1325-9.
- Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: Assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology*. 1988;166:193-9.
- Zhou BW, Hu YG, Sun JX. The classification of lumbar disc protrusion and its surgical treatment. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*. 1988;8:366-9.
- Masaryk TJ, Ross JS, Modic MT, Bouthphey F, Bohlman H, Wilbert G. High resolution MR imaging of sequestered lumbar intervertebral disks. *AJR Am J Roentgenol*. 1988;150:1155-62.
- Mochida J, Nishimura K, Nomura T, Toh E, Chiba M. The importance of preserving disc structure in surgical approaches to lumbar disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21:1556-64.
- Kim CH, Chung CK, Park CS, Choi B, Kim MJ, Park BJ. Reoperation rate after surgery for lumbar herniated intervertebral disc disease: Nationwide cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38:581-90.
- Martin BI, Mirza SK, Comstock BA, Gray DT, Kreuter W, Deyo RA. Reoperation rates following lumbar spine surgery and the influence of spinal fusion procedures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:382-7.
- Lebow RL, Adogwa O, Parker SL, Sharma A, Cheng J, McGirt MJ. Asymptomatic same-site recurrent disc herniation after lumbar discectomy: Results of a prospective longitudinal study with 2-year serial imaging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36:2147-51.
- Keskimäki I, Seitsalo S, Osterman H, Rissanen P. Reoperations after lumbar disc surgery: A population based study of regional and interspecialty variations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25:1500-8, 15.
- Meredith DS, Huang RC, Nguyen J, Lyman S. Obesity increases the risk of recurrent herniated nucleus pulposus after lumbar microdiscectomy. *Spine J*. 2010;10:575-80.
- Cinotti G, Roysam GS, Eisenstein SM, Postacchini F. Ipsilateral recurrent disc herniation: A prospective, controlled study. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80:825-32.
- Kim KT, Park SW, Kim YB. Disc height and segmental motion as risk factors for recurrent lumbar disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34:2674-8.
- Lurie JD, Moses RA, Tosteson AN, Tosteson TD, Carragee EJ, Carrino JA, et al. Magnetic resonance imaging predictors of

- surgical outcome in patients with lumbar intervertebral disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38:1216–25.
26. Ohtori S, Yamashita M, Yamauchi K, Inoue G, Koshi T, Suzuki M, et al. Low back pain after lumbar discectomy in patients showing endplate Modic type 1 change. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35:E596–600.
27. Chaput C, Padon D, Rush J, Lenehan E, Rahm M. The significance of increased fluid signal on magnetic resonance imaging in lumbar facets in relationship to degenerative spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:1883–7.
28. Rihn JA, Khan M, Ulibarri JA, Tannoury C, Donaldson WF 3rd, Kang JD. Does lumbar facet fluid detected on magnetic resonance imaging correlate with radiographic instability in patients with degenerative lumbar disease? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:1555–60.