

ORIGINAL

Abordaje interlaminar complementamente endoscópico para hernias centrales extruidas y migradas en L5–S1. Serie de casos



Jorge Felipe Ramírez-León^{a,b,*}, José Gabriel Rugeles-Ortiz^{a,b},
Nicolás Prada-Ramírez^c, Carolina Ramírez-Martínez^{a,b} y Gabriel Oswaldo Alonso-Cuéllar^a

^a Centro de Columna – Cirugía Mínima Invasiva, Bogotá, Colombia

^b Centro de Cirugía de Mínima Invasión, CECIMIN. Clínica Reina Sofía, Bogotá, Colombia

^c Clínica Foscal Internacional, Bucaramanga, Colombia

Recibido el 19 de julio de 2018; aceptado el 3 de abril de 2019

Disponible en Internet el 19 de mayo de 2020

PALABRAS CLAVE

Dolor lumbar;
Columna;
Endoscopia;
Interlaminar;
Cirugía Mínimamente
Invasiva

Resumen

Introducción: La cirugía endoscópica de columna ha demostrado ser una opción en el tratamiento de hernias discal y estenosis foraminal. El abordaje más empleado es la vía transforaminal, sin embargo, este abordaje es limitado en casos de hernias discales centrales extruidas y migradas. El abordaje interlaminar completamente endoscópico ha permitido el tratamiento sintomático de hernias discales centrales extruidas y migradas en el nivel L5 – S1, además es una novedosa alternativa para la resolución de las dificultades técnicas relacionadas con el abordaje posterolateral en éste nivel. El propósito del estudio es reportar los resultados obtenidos con el abordaje endoscópico interlaminar en el tratamiento de hernias discales centrales extruidas y migradas en dos años de seguimiento.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio retrospectivo observacional descriptivo con las historias de pacientes que presentaron sintomatología radicular secundaria a hernia discal central en el nivel L5 – S1 y que fueron tratados con cirugía por abordaje interlaminar completamente endoscópico. Se evaluaron los índices de escala visual análoga (EVA) pre y posoperatorio, el criterio Oswestry ODI y el criterio MacNab.

Resultados: Entre los años 2008 y 2015 se realizaron un total de 99 procedimientos en el mismo número de pacientes. Todos fueron sometidos a una técnica quirúrgica estándar bajo anestesia local y sedación. La EVA tuvo una reducción de 5,81 puntos. El ODI bajó 45,63%. Y el 88% de los pacientes tuvo una completa satisfacción frente al tratamiento.

* Autor para correspondencia. Address: Carrera 45 # 104–76. Telephone number: 5716193464. Fax: +number: 5716193464.

Correo electrónico: jframirezl@yahoo.com (J.F. Ramírez-León).

Discusión: Los resultados obtenidos en esta muestra permiten considerar la fragmentectomía interlaminar endoscópica bajo anestesia local y sedación como un procedimiento seguro, preciso y efectivo en la resolución del dolor secundario a hernias discales centrales extruidas y migradas en el nivel L5 – S1 que cursan con radiculopatía. El uso de anestesia local y sedación como única alternativa analgésica puede no ser la mejor opción en este tipo de técnicas

Nivel de evidencia: IV

© 2020 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Lumbar pain;
Spine;
Endoscopy;
Interlaminar;
Minimally Invasive
Surgery

Full-endoscopic interlaminar approach for L5- S1 extruded and migrated central hernias. Case series study

Abstract

Background: Endoscopic spine surgery has shown to be an option for disc hernias and foraminal stenosis. Although the most used approach is transforaminal, this approach is limited in cases of extruded and migrated central hernias. The full-endoscopic interlaminar approach has led to the treatment of the lumbar pain secondary to extruded and migrated central herniated discs at L5 - S1, and is an alternative for resolving technical difficulties related to the transforaminal approach at this level. The aim of this article is to report the results obtained with a full-endoscopic interlaminar approach for the treatment of central extruded and migrated herniated discs, with a two-year follow-up.

Methods: A descriptive observational retrospective study was conducted using the records of patients who had a radiculopathy secondary to a central herniated disc at level L5 - S1, and who were treated with a full-endoscopic interlaminar approach. An evaluation was made of the pre-operative and post-operative visual analogue scale (VAS) scores, Oswestry ODI criteria, and MacNab criteria.

Results: A total of 99 procedures were performed in the same number of patients between 2008 and 2015. All were treated with a standard surgical technique and under local anaesthesia and sedation. The visual analogue score showed a reduction of 5.81 points. The ODI was down 45.63%, and 88% of the patients were completely satisfied with the treatment.

Discussion: The results lead us to consider that full-endoscopic interlaminar fragmentectomy under local anaesthesia and sedation is a safe, accurate, and effective procedure for the treatment of radiculopathy related to L5 - S1 extruded and migrated central hernia. Use of local anaesthesia and sedation as the only analgesic alternative may not be the best option in this type of technique.

Evidence Level: IV

© 2020 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Desde su desarrollo e implementación, hace más de 30 años, los procedimientos mínimamente invasivos para el tratamiento del dolor lumbar axial e irradiado han permitido mejorar la calidad de vida de miles de pacientes ¹. Estas técnicas han demostrado su capacidad de disminuir el porcentaje de complicaciones ² y permiten un retorno más rápido a las actividades habituales de las personas, comparadas con los resultados obtenidos con las técnicas convencionales ³. Con la implementación de nuevas tecnologías, el desarrollo de nuevos abordajes, las modificaciones a las técnicas existentes, y por supuesto, la expansión de las técnicas, se podrán: extender sus ventajas, aumentar el número de indicaciones, y así, el número de pacientes beneficiados con estas técnicas alrededor del mundo ⁴.

Existe un importante grupo de técnicas mínimamente invasivas que son realizadas a través de abordajes endoscópicos. La cirugía endoscópica de columna permite -a través del uso de lentes, cámaras y otros equipos especiales- la visualización de estructuras y el tratamiento sintomático de patologías degenerativas como: artrosis facetaria, quistes facetarios, hernias discales, estenosis centrales y foraminales, entre otras; en los diferentes segmentos vertebrales: cervical, torácico y lumbar ⁵. Uno de los abordajes endoscópicos más empleado en la cirugía de columna es el ingreso transforaminal, en el cual, el endoscopio se dirige directamente al foramen a través de una vía posterolateral ⁶. Este procedimiento, si bien es capaz de ofrecer excelentes resultados clínicos, puede llegar a presentar -principalmente en etapas tempranas de entrenamiento- cierta dificultad técnica cuando es utilizado para la



Figura 1 Resonancia magnética (secuencia T2) de un paciente masculino de 39 años con síntomas de dolor irradiado en miembro inferior derecho. Se observa una hernia discal central extruida en el nivel L5-S1.

descompresión de hernias discales centrales extruidas y/o migradas ^{7,8}.

Con el fin de ofrecer una alternativa al abordaje transforaminal para el tratamiento de hernias discales centrales, especialmente en el nivel L5-S1, hace más de una década, se describió un novedoso procedimiento realizado a través de un abordaje mínimamente invasivo y por vía posterior: el abordaje interlaminar completamente endoscópico. Ésta técnica fue descrita por Gun Choi en Seúl, Corea del Sur y Sebastian Ruetten en Alemania y ha permitido realizar un abordaje efectivo y seguro para hernias centrales extruidas migradas presentes en el nivel L5-S1. También ha sido empleado en pacientes en donde el abordaje transforaminal es técnicamente complicado. El procedimiento permite la resección del fragmento, o fragmentos, contenidos, extruidos y/o migrados que presentan compresión sobre las raíces nerviosas a éste nivel, generando la sintomatología correspondiente, ya sea axial y/o radicular, y en casos más severos, compromiso neurológico con signos de compresión a nivel de la cola de caballo. Asimismo, es una técnica que permite lograr una adecuada descompresión de hernias centrales presentes en los discos intervertebrales L5-S1, y de esta manera, la resolución de los síntomas asociados y evitando riesgo de fibrosis y de inestabilidad, al ser un procedimiento mínimamente invasivo que respeta las estructuras anatómicas adyacentes.

El propósito del estudio es reportar los resultados obtenidos en dos años de seguimiento con el abordaje endoscópico interlaminar empleado en pacientes con hernias discales centrales extruidas y migradas.

Materiales y métodos

Participantes

Se realizó un estudio retrospectivo observacional descriptivo de serie de casos donde se incluyeron las historias clínicas de los pacientes cuyo motivo de consulta fue sintomatología radicular secundaria a hernia discal central en el nivel L5 – S1 (fig. 1) y que fueron tratados con cirugía por abordaje interlaminar completamente endoscópico.



Figura 2 Paciente en decúbito prono con angulación de las caderas en 90 grados de flexión.

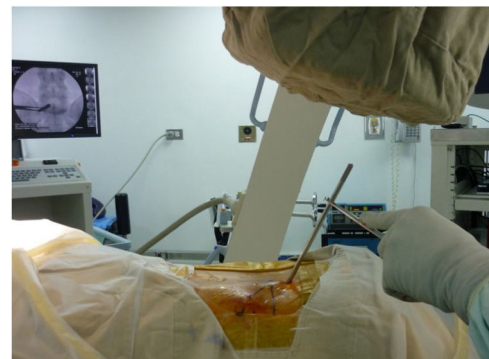


Figura 3 Ubicación del dilatador en la ventana interlaminar izquierda.

Dentro de los criterios de inclusión se tuvieron en cuenta pacientes que consultaron por dolor lumbar irradiado a miembros inferiores y que en su resonancia magnética evidenciaron una hernia discal central extruida migrada en el nivel L5-S1, y que por parámetros anatómicos, no eran candidatos para realizar el procedimiento por vía transforaminal. Como criterios de exclusión se tuvo en cuenta: cirugía de columna previa, espacio interlaminar estrecho, inestabilidad segmentaria L5-S1, discopatía en un nivel diferente al L5-S1, o algún tipo de alteración neurológica.

Técnica quirúrgica

El procedimiento fue realizado bajo anestesia local y sedación. Los pacientes fueron operados bajo una técnica estandarizada y realizada por el mismo grupo de cirujanos. Se ubicó el paciente en decúbito prono. Con el propósito de ampliar la ventana interlaminar, las caderas se flexionaron en un ángulo de 90 grados con respecto al tronco (fig. 2).

Siguiendo los protocolos de asepsia y antisepsia, y bajo visión fluoroscópica, se realizó la discografía y tinción del disco intervertebral con azul de metileno a través de un abordaje percutáneo posterolateral. Posteriormente se marcó el punto de ingreso a la ventana interlaminar, el cual se encuentra en la intersección del nivel a L5-S1 y a un centímetro de la línea media. Se definió la lateralidad del punto de entrada de acuerdo a la posición del fragmento extruido en la resonancia magnética (fig. 3).



Figura 4 Ingreso del endoscopio a través del abordaje interlaminar.

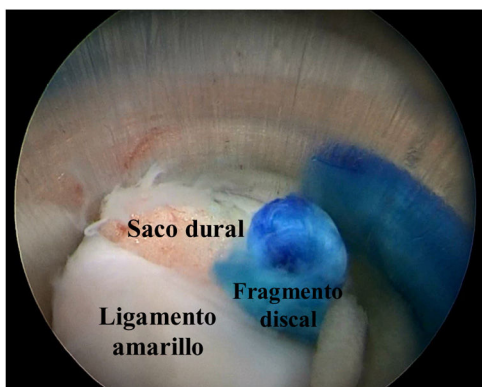


Figura 5 Vista endoscópica del fragmento discal por vía interlaminar.

Se infiltró el sitio de entrada con abundante anestesia local (>5 ml) y través de una pequeña incisión (<1 cm) se avanzó la punta del dilatador en dirección postero-anterior y hacia el espacio epidural. Siempre se verificó la posición, dirección y profundidad del dilatador en proyecciones anteroposterior (AP) y lateral. Una vez la punta del dilatador se ubicó frente al ligamento amarillo, se pasó por encima de éste la cánula de trabajo. Se verificó con el fluoroscopio la correcta ubicación de los elementos de ingreso. Una vez se ha asegurado la posición adecuada de los elementos, se retiró el dilatador y se reemplazó por el endoscopio (fig. 4).

Con el endoscopio en posición (espacio epidural y a nivel del fragmento herniado) se realizó la exploración endoscópica del ligamento amarillo. Luego de ello, se procedió a la disección roma del ligamento para lograr observar y retirar el fragmento extruido, el cual se diferencia por la tinción con azul de metileno (fig. 5).

La fragmentectomía se realizó con pinzas sacabocado y se complementó con radiofrecuencia hasta evidenciar la libre movilidad de la raíz nerviosa. Para terminar, previa verificación de movilidad de los miembros inferiores, se infiltró el espacio epidural con corticoide de depósito y anestésico local.

Mediciones

Como método de evaluación se seleccionaron tres criterios: la escala visual análoga (EVA) de la pierna, con el fin de medir el dolor irradiado a los miembros inferiores; el índice de Oswestry (ODI), que determina el porcentaje de discapacidad que la patología está generando. Por último, el criterio Macnab modificado que determina el grado de satisfacción del paciente con el procedimiento realizado.

La EVA se midió en total cuatro veces; en primer lugar, en el periodo preoperatorio (PRE), el cual se determinó como máximo 72 horas antes al procedimiento. Luego de ello, se interrogó tres veces más durante el periodo posoperatorio de la siguiente manera: máximo 72 horas posteriores al procedimiento: posoperatorio inmediato (POPi); 3 meses posterior al procedimiento: posoperatorio intermedio (POPm); y por último, 24 meses posterior al procedimiento: posoperatorio a largo plazo (POPp).

El ODI (Oswestry disability index) se cuestionó en los pacientes en tres ocasiones: en el PRE, el POPm y POPp. Por su parte, el Macnab, al ser un criterio de satisfacción se midió únicamente en el POPm y POPp.

Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó con el programa de estadística R 3.1.1 para Windows 8. Se establecieron parámetros demográficos y estadística descriptiva de las variables.

Resultados

Participantes

Entre los años 2008 y 2015, se trataron un total de 99 pacientes con hernia discal central en el nivel L5-S1 empleando el abordaje interlaminar completamente endoscópico. La distribución por sexo fue de 45 (45,5%) hombres y 55 (54,5%) mujeres. El promedio de edad al momento de realizar el procedimiento fue de 51,18 años (SD = 12,84) con un CV de 0,25.

Técnica quirúrgica

El tiempo quirúrgico promedio, que incluyó la preparación anestésica, fue de 66,6 minutos (SD 26,92) con un rango entre 30 y 105 minutos. En ningún caso existió la necesidad de transfusión sanguínea, como tampoco de hospitalización. El tiempo de estancia hospitalario en sala de recuperación no superó las cuatro horas.

Mediciones

Los resultados de las evaluaciones se presentan en la [tabla 1](#).

Complicaciones y reoperaciones

Durante los dos años del seguimiento, se presentaron un total de 4 complicaciones correspondientes al 4,0% de la

Tabla 1 Resultados de las evaluaciones de dolor, discapacidad y satisfacción

	PRE (72 horas antes)	POPi (72 horas después)	POPm (3 meses después)	POPp (24 meses después)	Diferencia entre PRE y POPp
<i>EVA pierna</i>					
Media	8,42	4,65	2,68	2,61	5,81
SD	1,22	1,7	2,55	2,53	
CV	0,14	0,37	0,95	0,97	
<i>ODI</i>					
Media	67,95	-	20,75	22,32	45,63
SD	17,42	-	16,5	16	
CV	0,26	-	0,80	0,72	
<i>Mac Nab</i>					
Excelente	-	-	52%	48%	
Bueno	-	-	35%	40%	
Regular	-	-	12%	10%	
Pobre	-	-	1%	2%	
Mejoría*	-	-	87%	88%	

(SD) Desviación estándar.

(CV) Coeficiente de variación

* Corresponde a la suma entre los resultados reportados como excelente y bueno.

muestra. Dos de las complicaciones fueron paresias transitorias, una ruptura del saco dural, y una radiculitis. Asimismo, se reoperaron 2 (2,0%) pacientes por reaparición de dolor antes de seis meses de seguimiento.

Discusión

La técnica de fragmentectomía de hernia discal completamente endoscópica por abordaje interlaminar, es un procedimiento mínimamente invasivo, ambulatorio, realizado bajo anestesia local y sedación, y que minimiza la lesión de tejidos adyacentes al ingreso⁹.

Los resultados obtenidos permiten considerar que la técnica de fragmentectomía interlaminar por vía completamente endoscópica fue en esta muestra un procedimiento seguro, preciso y efectivo para el tratamiento de radiculopatía secundaria a hernias centrales extruidas y migradas compresivas L5 – S1. La mejoría de los síntomas de dolor irradiado (EVA pierna) en cerca de 6 puntos permite determinar que los pacientes de esta muestra tuvieron un importante alivio del dolor que se mantuvo constante por un periodo de dos años. De la misma forma, los pacientes tuvieron una mejora en sus capacidades físicas de más del 45%. Resultado muy importante teniendo en cuenta que de acuerdo al promedio de edad (51 años), son personas que aún se encuentran en etapas productivas de la vida y cuyo mayor deseo es regresar a sus actividades habituales.

Con respecto a las complicaciones (n=4), las dos paresias transitorias fueron solucionadas con terapia física. Los autores consideran que pudo deberse al uso de anestésico local mezclado con el corticoide de depósito luego de la cirugía. La radiculitis fue tratada con pregabalina bajo un esquema de 75 mg cada 24 horas durante 30 días. Por último, la ruptura del saco dural fue tratada con parche sanguíneo. De otro lado, las dos reoperaciones de debieron a recidiva del dolor irradiado, un paciente a los tres meses, y

el siguiente a los seis meses. En ambos casos se determinó una reherniación. Los pacientes fueron reintervenidos con técnica endoscópica transforaminal.

Los resultados clínicos obtenidos en esta muestra, pueden compararse con los reportados por otros autores. Un reciente estudio de Tu et al., en el cual compararon el abordaje interlaminar con técnicas microquirúrgicas con un largo seguimiento de 5 años. Encontraron en 72 pacientes, una modificación del EVA en 6,0 puntos, pasando de $7,6 \pm 1,6$ en el preoperatorio a $1,4 \pm 1,1$ en su medición a los dos años. Asimismo, el ODI reportado cambió en 52%, pasando de $72,6 \pm 11,2$ a $21,3 \pm 7,6$ 24 meses luego del procedimiento. Por último, su porcentaje de satisfacción fue de 89,9% de resultados excelentes y buenos. Los resultados de los criterios de evaluación son comparables a los obtenidos en este estudio, no obstante, los porcentajes de complicaciones y reoperaciones fueron más alta en el estudio presentado por los investigadores de China, siendo 9,7 y 8,3%, respectivamente. Por su parte, Choi et al, presentaron en 2013¹⁰ otro estudio comparativo, esta vez, entre la técnica transforaminal y la interlaminar. En los 30 pacientes tratados con la técnica interlaminar obtuvieron una mejoría de 5,9 puntos en la EVA y de 36,5% en el ODI a dos años de seguimiento. La tasa de reoperación fue de 6,6%, siendo, al igual que el estudio anterior, más alta que en esta investigación.

De otro lado, el estudio de Wang et al.,¹¹ además de analizar los resultados clínicos con EVA en 50 pacientes, evaluó las razones por las cuales debió convertir a cirugía convencional. Con respecto a la EVA reportaron una mejoría de 6,7 puntos en quince meses de seguimiento. Reportaron cinco casos que convirtieron a cirugía abierta, entre ellos: mala colocación del portal (n=3), descompresión y liberación incompleta (n=1), "razones de seguridad" (n=1). A consideración de los autores fueron por falta de entrenamiento previo. En 2016, Lee et al.,¹² reportaron el tratamiento endoscópico en 65 pacientes. La edad promedio fue de 40 años. En sus resultados clínicos la EVA disminuyó en 6,76

puntos (PRE: 7.91 ± 0.73 – POP: 1.15 ± 0.62). La tasa de satisfacción de los pacientes con el procedimiento estuvo en 96,25%. Sus resultados fueron comparativamente más altos que los reportado por otros investigadores, una causa puede ser su seguimiento máximo fue de 12 meses. Usualmente, la tasa de éxito baja con el tiempo. Por último, uno de los que desarrolló la técnica Ruetten reportó unos resultados clínicos de mejoría del EVA en la pierna que cambiaron de 7,5 a luego de la cirugía a 0,8; y asimismo un ODI pasando de 75% a apenas 20%. Todos estos resultados son bastante congruentes con lo obtenido en esta serie y permiten determinar que la fragmentectomía interlaminar completamente endoscópica es una excelente alternativa para el tratamiento de hernias centrales con un bajo porcentaje de complicaciones y reintervenciones.

Es importante destacar un amplio estudio realizado en China por Xie et al.,¹³ y reportado recientemente con 483 pacientes a los que les realizaron la técnica interlaminar. Si bien, únicamente un 8,5% de los pacientes tenían hernia central muestra interesantes resultados principalmente en lo relacionado a las complicaciones. Reportaron un total de 29 complicaciones correspondientes al 6% de la muestra. El 62% (n=18) del total de las complicaciones fue en los primeros 100 casos, y en los 379 casos siguientes tuvieron únicamente 11 complicaciones, ninguna de ellas correspondió a descompresión incompleta y lesión nerviosa. También evidenciaron que la mayoría de las complicaciones (55%) ocurrió en el nivel L4-L5.

Un resultado interesante en nuestra muestra fue el relativo alto valor de la EVA en el POPI. Los investigadores consideran que este valor, medido a las 72 horas de haber realizado el procedimiento, puede obedecer a que durante el procedimiento, y por el tipo de anestesia, la lesión en el ligamento amarillo genera demasiado dolor e incomodidad para el paciente y para el equipo quirúrgico. Haciendo que también, el procedimiento en algunos casos tuviera que detenerse por momentos para dejar “descansar” el paciente, y en otros casos, tener la necesidad de profundizar la sedación y aumentar los volúmenes de anestesia local. En este sentido, el equipo de anestesia sugirió modificar el tipo de anestesia, y pasar de una local pura a una anestesia regional selectiva.

Con respecto al tiempo operatorio, los estudios han tenido alta variabilidad, mientras nosotros obtuvimos en promedio 66,6 minutos, Wang et al., reportó 68,5 minutos, Tu et al., 57,4 minutos, Lee et al., 78 minutos, Ruetten et al., 22 minutos. Un factor determinante en la duración de la cirugía es el tipo de medición que se realizó, en nuestro caso, se incluyó la preparación anestésica. De otro lado, el entrenamiento del cirujano y su equipo también puede influir en la duración del procedimiento. No obstante estas variaciones, los resultados fueron similares en los estudios, lo que permite pensar que tiempo quirúrgico no es un variable que afecte el procedimiento.

El presente estudio presentó limitaciones inherentes a un estudio retrospectivo de un solo centro clínico. Es necesario desarrollar modelos de investigación clínica de mejor evidencia con el fin de minimizar los posibles sesgos.

Las técnicas endoscópicas han demostrado ser procedimientos seguros y efectivos. El abordaje interlaminar es una excelente alternativa para el tratamiento de hernias discales centrales en pacientes con limitaciones al ingreso

transforaminal. Los resultados clínicos permiten determinar que con una adecuada selección del paciente, el porcentaje de mejoría y satisfacción es bastante alto. El uso de anestésico local y sedación como única herramienta, puede llegar a generar un alto nivel de dolor axial durante el procedimiento y en el posoperatorio inmediato, por lo que se sugiere emplear métodos más complejos para el manejo anestésico.

Financiación

El estudio fue financiado con recursos propios de los autores.

Conflicto de intereses

Los autores no reportan ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Kapetanakis S, Gkasdaris G, Thomaidis T, Charitoudis G, Kazakos K. Comparison of quality of life between men and women who underwent Transforaminal Percutaneous Endoscopic Discectomy for lumbar disc herniation. *Int J Spine Surg.* 2017;28, 11:28. doi: 10.14444/4028. eCollection 2017.
2. Rasouli MR, Rahimi-Movaghar V, Shokraneh F, Moradi-Lakeh M, Chou R. Minimally invasive discectomy versus microdiscectomy/open discectomy for symptomatic lumbar disc herniation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;4:CD010328, doi: 10.1002/14651858.CD010328.pub2.
3. Xuan Wang, Benny Borgman, Simona Vertuani, Jonas, Nilsson. A systematic literature review of time to return to work and narcotic use after lumbar spinal fusion using minimal invasive and open surgery techniques. *BMC Health Serv Res.* 2017;17:446.
4. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias MDG. Use of newly developed instruments and endoscopes: fullendoscopic resection of lumbar disc herniations via the interlaminar and lateral transforaminal approach. *J Neurosurg Spine.* 2007;6:521–30.
5. Osorio E, Ramírez JF, Rugeles JG, Alonso GO. Endoscopy and thermocoagulation: a minimally invasive surgical treatment for lumbar pain. En: Ramina R, editor. *Samiis Essentials in Neurosurgery.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2014. p. 103–15. ISBN: 978-3-540-49249-8.
6. Osorio E, Ramírez JF, Rugeles JG, Alonso GO. Endoscopic Spine Surgery as Treatment for Lumbar Disc Herniation and Foraminal Stenosis. En: Ramani PS, editor. *Textbook of Surgical Management of Lumbar Disc Herniation.* London: Jaypee Brothers; 2014. p. 372.
7. Choi G, Lee SH, Raiturker PP, Lee S, Chae YS. Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for intracanalicular disc herniations at L5-S1 using a rigid working channel endoscope. *Neurosurgery.* 2006;58 1 Suppl. ONS59-68; discussion ONS59-68.
8. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias MDG. Full-Endoscopic Interlaminar and Transforaminal Lumbar Discectomy versus Conventional Microsurgical Technique. A Prospective, Randomized, Controlled Study. *Spine.* 2008;33:931–9.
9. Tu Z, Li YW, Wang B, Lu G, Li L, Kuang L, Dai Y. Clinical Outcome of Full-endoscopic Interlaminar Discectomy for Single-level Lumbar Disc Herniation: A Minimum of 5-year Follow-up. *Pain Physician.* 2017;20:E425–30.
10. Choi KC, Kim JS, Ryu KS, Kang BU, Ahn Y, Lee SH. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L5-S1 disc herniation: transforaminal versus interlaminar approach. *Pain Physician.* 2013;16:547–56.
11. Wang B, Lü G, Liu W, Cheng I, Patel AA. Full-endoscopic interlaminar approach for the surgical treatment of lumbar

- disc herniation: the causes and prophylaxis of conversion to open. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132:1531–8, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-012-1581-9>. Epub 2012 Jul 5.
12. Lee JS, Kim HS, Jang JS, Jang IT. Structural Preservation Percutaneous Endoscopic Lumbar Interlaminar Discectomy for L5-S1 Herniated Nucleus Pulposus. *Biomed Res Int.* 2016;2016:6250247. Epub 2016 Oct 10.
 13. Xie TH, Zeng JC, Li ZH, Wang L, Nie HF, Jiang HS, Song YM, Kong QQ. Complications of Lumbar Disc Herniation Following Full-endoscopic Interlaminar Lumbar Discectomy: A Large, Single-Center. Retrospective Study. *Pain Physician.* 2017;20:E379–87.