

Discoidectomía lumbar por abordaje tubular vs. *mini-open*: resultados clínico-quirúrgicos

Tubular vs. mini-open lumbar discectomy: surgical-clinical outcome

Georgy M. Daneri-Allis^{1*}, Jesús Violante-Mejía¹, Gustavo G. Quevedo-Rico¹, Antonio Villa-Benites², Roberto Anaya-Prado³ y Juan F. Paredes-Negrete^{1,3}

¹Servicio de Neurocirugía; ²Servicio de Anestesiología; ³Dirección de Educación e Investigación. Centro Médico Puerta de Hierro, Zapopan, Jalisco, México

Resumen

Objetivo: Evaluar los resultados clínico-quirúrgicos del abordaje tipo tubular en comparación con el *mini-open* en la discoidectomía lumbar. El abordaje tubular promete reducir el número de días de reposo y una reincorporación más temprana a las actividades diarias y laborales. **Método:** Se realizó un estudio de casos y controles de pacientes operados por hernia discal mediante cirugía tubular (casos) o *mini-open* (controles). Las variables investigadas fueron: dolor radicular y lumbar, sexo, edad, falla en el tratamiento conservador, hernia lumbar de un solo nivel, tiempo quirúrgico, sangrado, tiempo de estancia hospitalaria, persistencia de síntomas, complicaciones, tipo de actividad ocupacional y reinserción a las actividades cotidianas. **Resultados:** Se realizaron 100 cirugías y se crearon dos grupos, tubular y *mini-open*, con 50 pacientes cada uno, con hernia discal de L4-L5 o L5-S1, respectivamente. El nivel más afectado fue L4-L5 (69%). Del total de los casos, se encontró mejoría significativa ($p < 0.05$) a los 15 días posquirúrgicos en la escala EVA y ODI en el grupo tubular con respecto al *mini-open*. Ocurrieron complicaciones como infección de herida quirúrgica, durotomía y dolor persistente. **Conclusiones:** El abordaje tubular es una opción segura y efectiva para hernias discales del segmento lumbar, y reduce los tiempos quirúrgicos, el sangrado y el tiempo de reinserción a las actividades cotidianas del paciente.

Palabras clave: Discoidectomía. Cirugía tubular. *Mini-open*. Cirugía lumbar.

Abstract

Objective: To evaluate the clinical-surgical results of the tubular vs. *mini-open* approach in lumbar discectomy. The tubular approach promises to reduce the number of rest days and an earlier return to daily activities and work. **Method:** A case-control study of patients operated on for disc herniation using tubular surgery (case) and *mini-open* (control) was carried out. The variables investigated were as follow: radicular and lumbar pain, sex, age, failure in conservative treatment, single-level lumbar hernia, surgical time, bleeding, length of hospital stay, persistence of symptoms, complications, occupational activity, and reintegration into everyday activities. **Results:** Through 100 surgeries performed, two groups were created, tubular and *mini-open*, with 50 patients each, with L4-L5 or L5-S1 disc herniation, respectively. The most affected level was L4-L5 (69%). Of the total cases, a significant improvement was found ($p < 0.05$) at 15 postoperative days in the VAS and ODI scale in the tubular group with respect to *mini-open*. Complications such as surgical wound infection, durotomy, and persistent pain occurred. **Conclusions:** The tubular approach is a safe and effective option for herniated discs of the lumbar segment, and reduces surgical times, bleeding, and the time of reinsertion to daily activities of the patient.

Keywords: Discectomy. Tubular surgery. *Mini-Open*. Lumbar Surgery.

*Correspondencia:

Georgy M. Daneri-Allis

E-mail: daneriallisneurocirujanos@hotmail.com

0009-7411/© 2023 Academia Mexicana de Cirugía. Publicado por Permayer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 27-08-2022

Fecha de aceptación: 24-05-2023

DOI: 10.24875/CIRU.22000429

Cir Cir. 2024;92(2):248-254

Contents available at PubMed

www.cirurgiaycirujanos.com

Introducción

Actualmente, la lumbalgia afecta al 85% de las personas en algún momento de su vida. Cada año se generan alrededor de 300,000 consultas en México por esta condición. Se considera la primera causa de consulta en edad laboral, y la incomodidad y la molestia generadas pueden conducir a limitación funcional e incapacidad de 10 días o más. Todo esto se traduce en una mala calidad de vida^{1,2}.

La degeneración de los discos intervertebrales se produce por una serie de factores que tienen como desenlace dolor lumbar e inestabilidad en la anatomía axial de la columna. Los factores que intervienen pueden ser estructurales, bioquímicos y biomecánicos. Debido al proceso de degeneración discal se encuentra un decrecimiento anormal de la vasculatura que irriga al núcleo pulposo y al anillo fibroso. Este estrés provocado llega a formar tejido de granulación que activa citocinas, interleucinas (IL-1 β , IL-6, IL-8) y prostaglandinas (PGE2). Por último, los mediadores inflamatorios y los nociceptores bajan el umbral del dolor. Con esto se agrega hiper movilidad del disco intervertebral y se altera la biomecánica lumbar, así como las articulaciones facetarias, los músculos paraespinales y los ligamentos³⁻⁵.

El proceso degenerativo inicia en los niveles que tienen mayor movimiento y carga/soporte de peso axial. Los niveles mayormente afectados son L5-S1 y L4-L5. Entendemos como hernia discal la salida del núcleo pulposo de su localización normal. Esta migración podrá ser hacia la periferia, a través de un anillo fibroso roto, o craneocaudal (hernias de Schmorl). Los niveles más frecuentemente implicados son L4-L5 y L5-S1^{1,6,7}.

Desde el año 1829 se tiene registro de la primera laminectomía, realizada por A.G. Smith en los Estados Unidos de América. La forma convencional para resolver una hernia discal de un solo nivel permanece vigente. Consiste en una laminectomía convencional con abordaje en la línea media para eliminar la apófisis espinosa, poder acceder al conducto y realizar la discectomía del disco afectado. Desde entonces, las técnicas y las formas de abordar esta patología han evolucionado, desde el uso de retractores pequeños para realizar una microdiscectomía realizado por Williams hasta el uso de dilatadores tubulares introducidos por Faubert y Caspart en 1991. En el año 2002, al acceso a microscopios transquirúrgicos se sumó a perfeccionar la técnica tubular gracias al grupo de Fessler y Palmer⁸.

El abordaje *mini-open* para el tratamiento quirúrgico de hernias de discos lumbares se remonta a los inicios de los años 1990. Consiste en realizar una incisión en la línea media, de una longitud promedio de 3-5 cm, e involucra laminectomía bilateral amplia con facetectomía medial con o sin foraminotomía⁹. Las ventajas que la literatura mundial menciona para el abordaje tipo cirugía mínimamente invasiva de la columna vertebral (MISS, por sus siglas en inglés) tubular respecto al acceso clásico convencional son que se lesiona menos el grupo de músculos paraespinales y con ello la inestabilidad que pueda conducir a una listesis futura, con reducción del tiempo quirúrgico, del sangrado (< 50 ml) y del dolor lumbar y radicular que presenta el paciente, el tiempo de estancia intrahospitalaria, las complicaciones quirúrgicas (debido al menor diámetro de la herida quirúrgica) y el tiempo de reinserción laboral y a las actividades cotidianas del paciente⁸⁻¹⁵. En el presente artículo se discuten las diferencias significativas entre el abordaje tubular y el abordaje *mini-open*, así como los resultados clínicos.

Método

En este estudio de casos y controles se analizaron 100 pacientes (50 por grupo) con hernia discal tratados mediante cirugía tubular (casos) o *mini-open* (controles) (Figs. 1 y 2). Todos los pacientes fueron intervenidos por un mismo equipo quirúrgico en el periodo comprendido de enero de 2015 a enero de 2021. Las variables de estudio fueron sexo, edad, uso de escalas EVA (Escala Visual Análoga)¹⁶⁻¹⁸ y ODI (*Oswestry Disability Index*)^{7,19-21} para evaluar el dolor y la incapacidad, localización de la hernia, tipo de abordaje quirúrgico (tubular o *mini-open*), promedio de sangrado, tiempo quirúrgico, complicaciones posquirúrgicas, tiempo promedio de estancia hospitalaria y actividad ocupacional de los pacientes. La escala EVA, descrita por Hyman y Patterson^{16,17}, va de 1 al 10, siendo 0 sin dolor y 10 dolor máximo. La escala ODI, descrita en 1976 por John O'Brien^{18,19} para evaluar el dolor crónico, gradúa de 0 a 50 con las siguientes categorías: 0-10 mínimo, 11-20 moderado, 21-30 intenso, 31-40 incapacidad y 41-50 disfunción máxima. Se establecieron los siguientes momentos de evaluación y reevaluación del paciente con ambas escalas: revisión prequirúrgica y luego posquirúrgica a las 24 horas, 15 días, 1 mes, 3 meses y 6 meses.

Abordaje tubular

Bajo anestesia general, el paciente es colocado en posición prono-supina en una mesa quirúrgica



Figura 1. Abordaje con técnica tubular.



Figura 2. Abordaje con técnica mini-open.



Figura 3. Vista lateral L5-S1 por fluoroscopia.



Figura 4. Sistema de dilatación tubular Phantom.

radiolúcida (Steris Amsco 3085). Después del protocolo quirúrgico de asepsia-antisepsia se realiza una incisión lineal paramedial (1 cm) de L5-S1, con previa visualización por fluoroscopia (Siemens-Cios Alpha) (Fig. 3). La incisión se profundiza más allá del tejido celular subcutáneo, el cual se incide con electrocauterio. Se localiza la fascia muscular ileocostal y se

incide 1 cm lateral a la línea media, en donde con ayuda de dilatadores tubulares se inserta en los músculos erectores de la columna (*multifidus* y *longissimus*), hasta colocar un canal de trabajo de 20 mm (PHANTOM Tubular ML-2008) (Fig. 4) y exponer la lámina de L4-L5 o L5-S1. Se coloca un microscopio transquirúrgico Pentero 900 Zeiss. Se inicia la laminectomía de L4-L5 o L5-S1 con ayuda de craneotomo y Kerrison, así como flavectomía, lateralización medial del nervio espinal y exposición del disco intervertebral. Se realizan discectomía y foraminotomía, se verifica la hemostasia y se cierra la fascia muscular ileocostal lumbar con puntos en cruz con Vicryl® del n.º 1 (Fig. 5). Se infiltra el tejido celular subcutáneo con ropivacaína (7.5 mg/ml, 20 ml). Se afronta el tejido

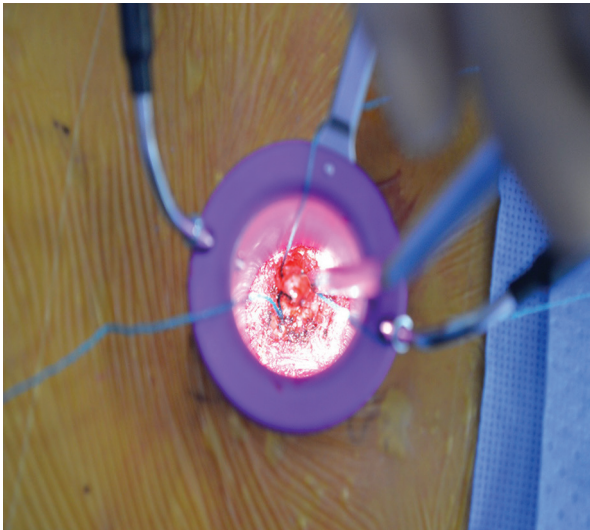


Figura 5. Acceso tubular con fuente de luz.



Figura 6. Herida quirúrgica con la técnica tubular.

celular subcutáneo con puntos simples separados con Vicryl® 2-0 y la piel con puntos simples con nailon 2-0 (Fig. 6).

Abordaje mini-open

Bajo anestesia general, el paciente es colocado en posición prono-supina en una mesa quirúrgica radiolúcida (Steris Amsco 3085). Después del protocolo quirúrgico de asepsia-antisepsia, se realiza una incisión en la línea media (1 cm) de L4-L5 o L5-S1, con previa visualización por fluoroscopia (Siemens-Cios Alpha). La incisión se profundiza más allá del tejido celular subcutáneo, el cual se incide con electrocauterio.

Se localiza la fascia muscular ileocostal y se incide en forma de C. Se procede a la disección muscular (interespinosos, intertransverso y espinosos, así como rotadores, multifidos y semiespinosos) hasta exponer las apófisis espinosas con ayuda de un separador de hemiláminas en L4-L5 o L5-S1. Se coloca un microscopio Pentero 900 y se procede a realizar laminotomía de L5 con ayuda de craneotomo y Kerrison, así como flavectomía, lateralización medial de nervio espinal y exposición del disco intervertebral. Se realizan discectomía y foraminotomía, se verifica la hemostasia y se cierra la fascia muscular ileocostal lumbar con puntos cruzados con Vicryl® 1. Se infiltra el tejido celular subcutáneo con ropivacaína (7.5 mg/ml, 20 ml). Se afronta el tejido celular subcutáneo con puntos simples separados con Vicryl® 2-0 y la piel con puntos simples de nailon 2-0.

Resultados

De los 100 pacientes estudiados, 45 fueron mujeres (45%) y 55 hombres (55%). La edad promedio fue de 41 años para las mujeres y de 40 años para los hombres; el rango de edad fue de 18 a 60 años, con una media de 41 años. Los dos niveles con mayor incidencia de hernias discales en la columna lumbar fueron L4-L5 y L5-S1. Hubo 33 pacientes (66%) con hernia en L4-L5 en el grupo *mini-open* y 36 pacientes (72%) en el grupo de abordaje tubular. Con hernia en L5-S1 se encontraron 17 pacientes (44%) en el grupo *mini-open* y 14 pacientes (28%) en el grupo de abordaje tubular. Implementando la escala EVA en la valoración prequirúrgica, en el grupo tubular se obtuvo una media de 8.40 y en el grupo *mini-open* de 8.56. A las 24 horas de la cirugía se evidenció un decremento a 3.12 en el grupo tubular y a 3.30 en el grupo *mini-open*. A los 15 días siguió el decremento del dolor a 1.48 en el grupo tubular y a 2.24 en el grupo *mini-open*. Al mes, 1.2 en el grupo tubular y 1.56 en el grupo *mini-open*. A los 3 meses, 0.94 en el grupo tubular y 1.2 en el grupo *mini-open*. En la última evaluación, a los 6 meses, 0.68 en el grupo tubular y 0.9 en el grupo *mini-open*. Con la escala ODI, en el grupo tubular se obtuvo una media de 33.14 y en el grupo *mini-open* de 34-54. A las 24 horas de la cirugía se encontró un decremento a 6.04 en el grupo tubular y a 6.70 en el grupo *mini-open*. A los 15 días, continuó una disminución del dolor a 10.08 en el grupo tubular y 15.40 en el grupo *mini-open*. Al mes, 6.22 en el grupo tubular y 7.60 en el grupo *mini-open*. A los 3 meses, 5.92 en el grupo tubular y 6.38 en el grupo *mini-open*. En la

última evaluación, a los 6 meses, 4.82 en el grupo tubular y 5.78 en el grupo *mini-open*.

El tiempo quirúrgico promedio fue de 53.50 minutos en el grupo tubular y de 60.70 minutos en el grupo *mini-open*. La media de sangrado transquirúrgico fue de 38.90 ml en el grupo tubular y de 70.90 ml en el grupo *mini-open* ($p > 0.05$). Entre las complicaciones que se presentaron, se observó un triple empate de frecuencia en el grupo tubular: dolor residual persistente en el 2% ($n = 1$), dehiscencia de herida en el 2% ($n = 1$) e infección de la herida quirúrgica en el 2% ($n = 1$). En el grupo *mini-open* se observó, en primer lugar de frecuencia, infección de la herida quirúrgica en el 6% ($n = 3$), y en segundo lugar durotomía, en el 2% ($n = 1$), que se resolvieron de manera transquirúrgica con puntos de sutura y sellado posterior con tejido muscular y aplicación de sello biológico de adhesivo tisular (Tisseel®). Estos pacientes se mantuvieron en vigilancia y reposo absoluto, presentando resolución y mejoría total una semana posterior al procedimiento quirúrgico, corroborado por ultrasonido Doppler de la región lumbar descartando colección de líquido cefalorraquídeo.

El promedio del tiempo de estancia hospitalaria fue de 20.64 horas para el grupo tubular y de 33.84 horas para el grupo *mini-open*.

En relación con la ocupación, encontramos que en el grupo tubular el 74% ($n = 37$) realizaban actividades de oficina, el 22% ($n = 11$) se dedicaban a la construcción y el 6% ($n = 3$) eran estudiantes, mientras que en el grupo *mini-open* el 76% ($n = 38$) realizaban actividades de oficina, el 12% ($n = 6$) se dedicaban a la construcción y el 12% ($n = 6$) eran estudiantes (Tabla 1).

Discusión

El abordaje quirúrgico para la resolución de hernia de disco en un solo nivel lumbar con técnicas de mínima invasión, como la tubular y la *mini-open*, está descrito desde 1991. La mínima invasión ha abierto un panorama diverso para la pronta recuperación y la reinserción del paciente a sus actividades diarias⁸. En la búsqueda continua de poder ofrecer al paciente un procedimiento seguro, actual y que implique un abordaje de menor impacto a las estructuras anatómicas de la columna lumbar y su reinserción pronta a las actividades que desarrollaba, se evaluaron dos abordajes quirúrgicos para identificar el que ofrece los mejores resultados clínico-quirúrgicos.

Tabla 1. Resultados clínico-quirúrgicos

Variables de estudio	Abordaje tubular	Abordaje mini-open
Pacientes	n = 50	n = 50
Hombres	n = 31 (62%)	n = 24 (48%)
Mujeres	n = 19 (38%)	n = 26 (52%)
Nivel quirúrgico		
L4-L5	n = 36 (72%)	n = 33 (66%)
L5-S1	n = 14 (28%)	n = 17(44%)
EVA		
Prequirúrgico	8.40	8.56
Posquirúrgico (24 h)	3.12	3.30
15 días	1.48	2.24
1 mes	1.2	1.56
3 meses	0.94	1.20
6 meses	0.68	0.90
ODI		
Prequirúrgico	33.14	34.54
Posquirúrgico (24 h)	6.04	6.70
15 días	10.08	15.40
1 mes	6.22	7.60
3 meses	5.92	6.38
6 meses	4.82	5.78
Sangrado	38.90 ml	70.90 ml
Estancia hospitalaria	20.64 h	33.84 h
Tiempo quirúrgico	53.50 min	67.70 min
Actividad del paciente		
Oficina	n = 38 (76%)	n = 37 (74%)
Construcción	n = 6 (12%)	n = 11 (22%)
Estudiante	n = 6 (12%)	n = 2 (4%)
Complicaciones		
Dolor persistente	n = 0 (0%)	n = 1 (2%)
Dehiscencia de herida	n = 1 (2%)	n = 0 (0%)
Durotomía	n = 1 (2%)	n = 0 (0%)
Infección de herida	n = 1 (2%)	n = 3 (6%)
Sin complicaciones	n = 47 (94%)	n = 46 (92%)

Como fue descrito por Grainger & Allison²² y Overdevest GM et al²³, este estudio no encontró una diferencia significativa a los 6 meses de seguimiento posoperatorio entre los abordajes tubular y *mini-open*. Sin embargo, se identificaron las siguientes diferencias que nos parece relevante resaltar. Los resultados de evaluación de dolor posquirúrgico a los 15 días, realizados con las escalas EVA y ODI, demostraron una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en el grupo tubular en comparación con el grupo *mini-open*, pero no hubo diferencia en el seguimiento a 1, 3 y 6 meses. Esta diferencia coincide con los estudios arriba mencionados^{23,24}. Es decir, después del mes de seguimiento, los dos grupos no presentan una diferencia independientemente del abordaje quirúrgico.

Uno de los factores cruciales en el transquirúrgico en ambos tipos de abordaje es el sangrado. Aquí se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$), siendo menor el sangrado en el grupo tubular que en el grupo *mini-open*, como ha sido reportado por Grainger & Allison²² y Overdeest GM et al²³. De la misma manera, se encontró una diferencia significativa en los tiempos quirúrgicos al comparar el grupo tubular con el grupo *mini-open* ($p < 0.05$). Se esperaría una diferencia entre las dos técnicas debido a la experiencia del cirujano e incluso a la preferencia por alguna de ellas. En cuanto a la estancia intrahospitalaria, aunque sin diferencia significativa ($p > 0.05$), fue menor en el grupo tubular que en el grupo *mini-open*.

Por otro lado, no encontramos diferencia significativa en las complicaciones. En el grupo *mini-open* la complicación más prevalente fue la infección del sitio quirúrgico, que fue resuelta con antibioticoterapia. En el grupo tubular, el dolor persistente, la dehiscencia de herida quirúrgica y la durtomía fueron las complicaciones más frecuentes y pudieron haber influido en la diferencia de estancia hospitalaria del paciente, justo como ha sido descrito en la literatura^{22,23}.

Conclusiones

Actualmente persiste la búsqueda de la técnica quirúrgica más adecuada por abordaje de mínima invasión para corregir patologías de hernia discal lumbar, siendo las técnicas tubular y *mini-open* las dos con mayor beneficio clínico. Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con la literatura mundial, habiendo obtenido una mejoría significativa del dolor a los 15 días de la cirugía, tanto en la escala EVA como en la ODI, con el abordaje tubular con respecto al *mini-open*, y sin diferencia significativa alguna en las revisiones clínicas subsecuentes. Ambas técnicas obtuvieron resultados similares, siendo ambas seguras y confiables.

Limitaciones del estudio

Dentro de las limitaciones del presente artículo cabe señalar el tiempo de seguimiento de los pacientes, que fue de 6 meses, a diferencia de lo realizado por Grainger & Allison²² y Overdeest GM et al²³, quienes en estudios de largo seguimiento no encontraron diferencias significativas en los pacientes intervenidos por abordaje tubular. A diferencia de los trabajos antes mencionados, las intervenciones fueron realizadas por un mismo equipo quirúrgico, lo cual

podría representar una mejora en los tiempos quirúrgicos del abordaje tubular. No se dio seguimiento al porcentaje de pacientes con reincidencia de hernia discal de los niveles intervenidos debido a que el periodo de seguimiento fue menor que el mencionado por las publicaciones antes descritas como tiempo de probable reincidencia.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de todas las personas que contribuyeron a la realización de este artículo y a los pacientes por la confianza depositada en sus manos.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

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 han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Bibliografía

1. Smith LJ, Nerurkar NL, Choi K-S, Harfe BD, Elliott DM. Degeneration and regeneration of the intervertebral disc: lessons from development. *Dis Model Mech*. 2011;4:31-41.
2. IMSS. En el IMSS, más de 300 mil consultas por lumbalgia en 2017. Disponible en: <https://imss.gob.mx/prensa/archivo/201810/246>.
3. Gause PR, Godinsky RJ, Burns KS, Dohring EJ. Lumbar disk herniations and radiculopathy in athletes. *Clin Sports Med*. 2021;40:501-11.
4. Kim H, Hong JY, Lee J, Jeon W-J, Ha I-H. IL-1 promotes disc degeneration and inflammation through direct injection of intervertebral disc in a rat lumbar disc herniation model. *Spine J*. 2021;21:1031-41.
5. Modic MT, Ross JS. Lumbar degenerative disk disease. *Radiology*. 2007;245:43-61.
6. Maroon JC. Current concepts in minimally invasive discectomy. *Neurosurgery*. 2002;51(Suppl 2):S2-137-45.

7. Ropper AH, Zafonte RD. Sciatica. *N Engl J Med.* 2015;372:1240-8.
8. Yoon JW, Wang MY. The evolution of minimally invasive spine surgery: JNSPG 75th Anniversary Invited Review Article. *J Neurosurg Spine.* 2019;30:149-58.
9. Deyo RA, Mirza Sk. Clinical practice. Herniated lumbar intervertebral disk. *N Engl J Med.* 2016;374:1763-72.
10. Bridwell KH, Gupta M, editores. *Bridwell and DeWald's textbook of spinal surgery.* 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2019.
11. Oppenheimer JH, DeCastro I, McDonnell DE. Minimally invasive spine technology and minimally invasive spine surgery: a historical review. *Neurosurg Focus.* 2009;27:E9.
12. Lau D, Han SJ, Lee JG, Lu DC, Chou D. Minimally invasive compared to open microdiscectomy for lumbar disc herniation. *J Clin Neurosci.* 2011;18:81-4.
13. Palmer S. Use of a tubular retractor system in microscopic lumbar discectomy: 1 year prospective results in 135 patients. *Neurosurg Focus.* 2002;13:E5.
14. Clark AJ, Safaee MM, Khan NR, Brown MT, Foley KT. Tubular microdiscectomy: techniques, complication avoidance, and review of the literature. *Neurosurg Focus.* 2017;43:E7.
15. Bisson EF, Rajakumar DV, Mummaneni PV. Introduction. Minimally invasive spine surgery. *Neurosurg Focus.* 2017;43:E1.
16. Delgado DA, Lambert BS, Boutris N, McCulloch PC, Robbins AB, Moreno MR, et al. Validation of digital visual analog scale pain scoring with a traditional paper-based visual analog scale in adults. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2018;2:e088.
17. Zanoli G, Strömqvist B, Jönsson B. Visual analog scales for interpretation of back and leg pain intensity in patients operated for degenerative lumbar spine disorders. *Spine.* 2001;26:2375-80.
18. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet.* 1974;304:1127-31.
19. Virk S, Vaishnav AS, Mok JK, McAnany S, Iyer S, Albert TJ, et al. How do high preoperative pain scores impact the clinical course and outcomes for patients undergoing lumbar microdiscectomy? *J Neurosurg Spine.* 2020;33:772-8.
20. Kim D. *Surgical anatomy and techniques to the spine: expert consult.* 2nd ed. London: W.B. Saunders; 2013.
21. Roberti F, Arsenault KL. Minimally invasive tubular laminectomies in multilevel spine surgery — an illustrative case-based review of techniques and combined approaches. *J Spine Surg.* 2021; 7:83-99.
22. Adam A, editor. *Grainger & Allison's Diagnostic radiology.* 6th ed. London: Churchill Livingstone; 2014.
23. Overvest GM, Peul WC, Brand R, Koes BW, Bartels RH, Tan WF, et al.; Leiden-The Hague Spine Intervention Prognostic Study Group. Tubular discectomy versus conventional microdiscectomy for the treatment of lumbar disc herniation: long-term results of a randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2017;88:1008-16.