



Abril-Junio 2026
Vol. 4, núm. 2 / pp. 102-109

Recibido: 07 de Octubre de 2025
Aceptado: 06 de Diciembre de 2025

doi: 10.35366/122421



Eficacia y seguridad de técnicas mínimamente invasivas para la descompresión lumbosacra en pacientes con dolor radicular: análisis retrospectivo de hemilaminectomía, discectomía y técnica “over-the-top” en un hospital de segundo nivel

Efficacy and safety of minimally invasive techniques for lumbosacral decompression in patients with radicular pain: a retrospective analysis of hemilaminectomy, discectomy, and “over-the-top” technique in a secondary-level hospital

Jorge Andrés Esparza Piña,^{*,†} Luis Mario Uribe^{*,§}

Palabras clave:

descompresión lumbar,
columna lumbar,
discectomía tubular,
patología degenerativa.

Keywords:

lumbar decompression,
lumbar spine, tubular
discectomy, degenerative
pathology.

RESUMEN

Introducción: la cirugía mínimamente invasiva de columna (MISS) ha revolucionado el manejo quirúrgico de patologías lumbosacras tales como la hernia de disco lumbar (HDL) y la estenosis del canal espinal, permitiendo una descompresión neural efectiva con menor morbilidad en comparación con las técnicas abiertas. Este estudio retrospectivo analiza la eficacia y seguridad de tres abordajes MISS: discectomía tubular, hemilaminectomía y descompresión bilateral por abordaje unilateral (“over-the-top”), comparadas con cirugía abierta convencional. **Material y métodos:** se incluyeron 35 pacientes intervenidos en un hospital de segundo nivel. Se evaluaron variables como edad, sexo, técnica quirúrgica, complicaciones, reintervenciones, uso de endoscopia biportal, curva de aprendizaje con microscopio y fresado de alta velocidad, inestabilidad iatrogénica, días de estancia, dolor residual, sangrado y reingresos hospitalarios. Se realizaron análisis estadísticos para detectar asociaciones significativas. **Resultados:** de los 35 pacientes, 18 fueron tratados con técnica microscópica tubular, 14 con cirugía abierta y tres con técnica endoscópica. La edad promedio fue menor en los pacientes operados con técnicas MISS (38.7 años) comparado con cirugía abierta (60.3 años). Se reportaron dos complicaciones (5.7%) y dos reintervenciones (5.7%), sin asociaciones estadísticamente significativas entre tipo de cirugía y complicaciones ($p = 0.367$), ni reintervenciones ($p = 0.90$). Las técnicas MISS mostraron ventajas observacionales como menor sangrado y menor estancia hospitalaria. Se documentaron casos representativos y se evaluó la curva de aprendizaje quirúrgico relacionada al uso del microscopio y fresado de alta velocidad. **Conclusión:** este trabajo enfatiza la importancia de formar a los nuevos cirujanos de columna en técnicas de mínima invasión, destacando el valor del entrenamiento progresivo para superar la curva de aprendizaje. En conjunto, la MISS representa

* Hospital General de Zona
33 “Bahía de Banderas”
IMSS. Nayarit, México.

† Cirujano Ortopedista adscrito
al Hospital Joya Riviera.
Nayarit, México.

ORCID: 0009-0004-2342-409X

§ Médico residente de segundo año.

ORCID: 0009-0004-6306-093X

Correspondencia:

Dr. Jorge Andrés Esparza Piña

E-mail: jandres.esparza@gmail.com

Citar como: Esparza PJA, Uribe LM. Eficacia y seguridad de técnicas mínimamente invasivas para la descompresión lumbosacra en pacientes con dolor radicular: análisis retrospectivo de hemilaminectomía, discectomía y técnica “over-the-top” en un hospital de segundo nivel. *Cir Columna*. 2026; 4 (2): 102-109. <https://dx.doi.org/10.35366/122421>



una alternativa actual, viable y costo-efectiva frente a la cirugía abierta tradicional en pacientes con dolor radicular secundario a compresión de las estructuras neurales.

ABSTRACT

Introduction: *minimally invasive spine surgery (MISS) has significantly improved the surgical management of lumbosacral pathologies such as lumbar disc herniation (LDH) and spinal canal stenosis. MISS techniques enable an effective neural decompression while minimizing tissue disruption, resulting in lower morbidity and faster recovery compared to traditional open surgery.*

Material and methods: *this retrospective study analyzed the efficacy and safety of three MISS techniques—tubular discectomy, hemilaminectomy, and bilateral decompression via a unilateral “over-the-top” approach—compared to conventional open surgery. A total of 35 patients treated at a secondary-level hospital were included. Data were collected on age, sex, surgical technique, complications, reoperations, use of biportal endoscopy, the surgical learning curve with microscope and drill, iatrogenic instability, hospital stay duration, residual pain, intraoperative bleeding, and hospital readmissions. Statistical analysis was performed to identify significant associations between surgical technique and clinical outcomes. Results: among the 35 patients, 18 underwent tubular microscopic MISS, 14 received conventional open surgery, and three underwent biportal endoscopic decompression. The average age of patients undergoing MISS was 38.7 years, significantly lower than those treated with open surgery (60.3 years). Overall complication and reoperation rates were 5.7% (two patients each), with no statistically significant association between the surgical technique and either complications ($p = 0.367$) or reoperations ($p = 0.90$). MISS approaches demonstrated observable advantages such as reduced blood loss and shorter hospital stays. Representative clinical cases and the influence of the learning curve, particularly regarding the use of the microscope and drill, were documented. Conclusion: the findings suggest that MISS techniques are both safe and effective in the management of radicular pain due to neural compression, even in non-tertiary care settings. These procedures offer clinical benefits including lower morbidity and faster recovery. The study underscores the importance of incorporating MISS training in surgical education to overcome the initial learning curve. In conclusion, MISS represents a viable, modern, and cost-effective alternative to conventional open surgery for appropriately selected patients.*

Abreviaturas:

EVA = escala visual analógica
 HDIV = hernia de disco intervertebral
 MISS = cirugía de columna mínimamente invasiva
 ODI = índice de discapacidad de Oswestry
 ULBD = descompresión bilateral por abordaje unilateral “over-the-top”

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades degenerativas de la columna lumbar como la hernia de disco intervertebral (HDIV) y la estenosis del canal lumbar representan una de las principales causas de incapacidad y dolor crónico en la población adulta.^{1,2}

En las últimas décadas, los avances tecnológicos y quirúrgicos han permitido el desarrollo de técnicas de cirugía mínimamente invasiva (MISS), entre ellas la discectomía tubular, la hemilaminectomía asistida por microscopio y la descompresión bilateral por abordaje unilateral “over-the-top” (ULBD) (Figuras 1 y 2).³ Los abordajes quirúrgicos utilizados para la cirugía de columna y descompresión de las estructuras neurales han evolucionado, desde los proce-

dimientos abiertos con disección muscular extensa y la realización de una laminectomía o laminotomía hacia técnicas mínimamente invasivas. La cirugía de columna por abordaje mínimamente invasivo permite minimizar el daño a los tejidos blandos mediante la preservación de la musculatura paraespinal y la reducción del tamaño de la incisión. La introducción del microscopio en el quirófano allanó el camino para la microdiscectomía, que permitió realizar incisiones más pequeñas, ya que los cirujanos de columna podían operar con eficacia en un pasillo quirúrgico estrecho con una visualización superior. Varios estudios retrospectivos han reportado buenos resultados con la microdiscectomía (Figuras 3 y 4).⁴

Estas técnicas buscan ofrecer resultados similares o superiores a la cirugía abierta tradicional, minimizando el trauma tisular, el sangrado, el dolor postoperatorio y la estancia hospitalaria. Diversos estudios han demostrado que las técnicas de MISS permiten una recuperación funcional más rápida y reducen las complicaciones asociadas como infecciones y lesiones dures. Sin embargo, su implementación presenta

desafíos relacionados con la curva de aprendizaje, el uso de instrumental especializado como el microscopio quirúrgico o el fresado de alta velocidad, y la disponibilidad de recursos en hospitales de segundo nivel.^{5,6}

La adopción de estas técnicas también implica una inversión institucional significativa, aunque estudios recientes sugieren que, a largo plazo, son costo-efectivas para el sistema de salud y para el paciente.⁷⁻⁹ Nuestro estudio se enfoca en comparar retrospectivamente la eficacia y seguridad de diferentes técnicas de descompresión lumbar en un hospital de segundo nivel, incluyendo discectomía, hemilaminectomía y ULBD, evaluando su impacto en complicaciones, reintervenciones, días de estancia, sangrado y curva de aprendizaje.

La elección del abordaje quirúrgico para el tratamiento de patologías degenerativas de columna lumbar tiene un impacto directo en la recuperación del paciente, los recursos hospitalarios utilizados y la tasa de complicaciones. En hospitales de segundo nivel, donde frecuentemente se carece de acceso inmediato a tecnología de punta o instrumentación compleja, evaluar la efectividad de técnicas de cirugía mínimamente invasiva representa una necesidad estratégica.

Además, es crucial valorar el proceso de formación quirúrgica y la curva de aprendizaje asociada a técnicas como la cirugía microscópica tubular o la endoscopia. Comprender estas dinámicas permite establecer mejores programas de entrenamiento, reducir errores y optimizar los recursos humanos y materiales.¹⁰



Figura 1: Pasos de identificación en fluoroscopia.

Representación de etapas en intensificador de imagen (fluoroscopia) en la aplicación del sistema tubular en discectomía.

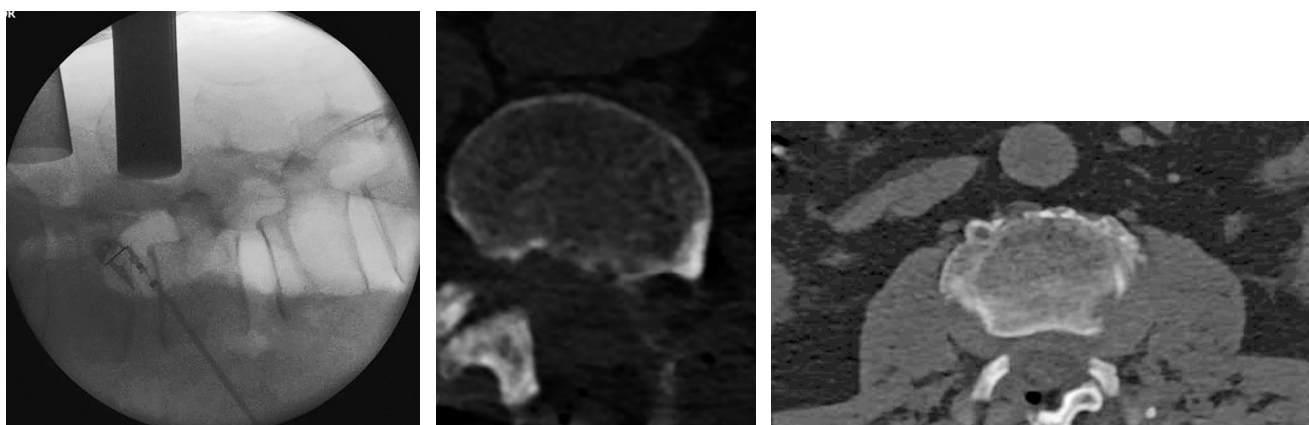


Figura 2: Técnica de descompresión Slalom.

Laminectomía bilateral por abordaje unilateral ULBD (descompresión “over the top”) en dos niveles; paciente con conducto lumbar estrecho L-L5, L5-S1.

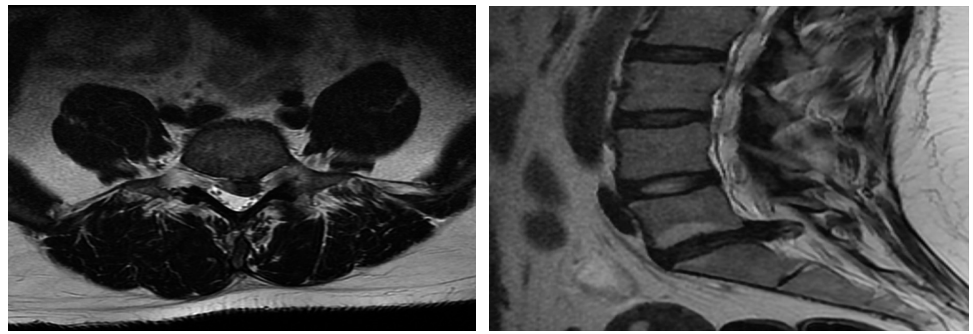


Figura 3:

Paciente femenino de 31 años con diagnóstico de cauda equina, con presencia de hernia con extrusión discal posterocentral L5-S1. Imágenes de resonancia magnética en hernia de disco intervertebral L5-S1, ejemplificación de acomodo de sala quirúrgica en cirugías de mínima invasión de disectomía.

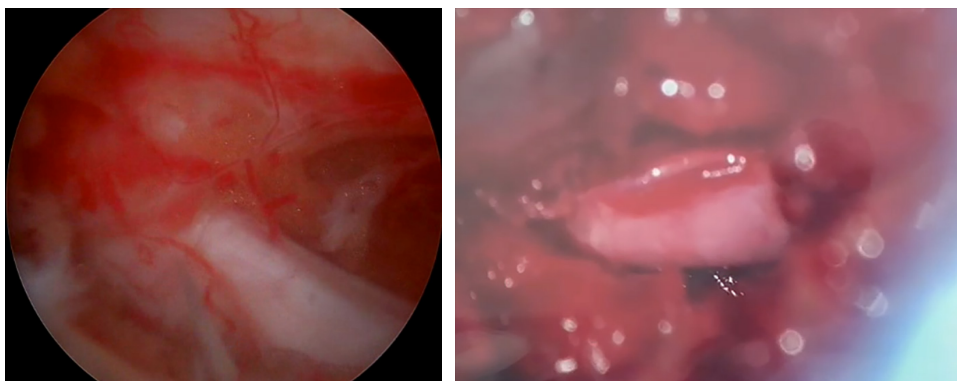


Figura 4:

Descompresión realizada con imagen bajo microscopio en cirugía tubular y bajo visión endoscópica. Visión de descompresión en conducto lumbar estrecho en vista bajo apoyo de visión endoscópica y bajo visión microscópica con sistema tubular.

Este estudio busca proporcionar evidencia local que oriente la adopción responsable y efectiva de técnicas de MISS, identificando beneficios clínicos y limitaciones reales en el contexto de hospitales públicos de segundo nivel del país.

Objetivo general

Evaluar la eficacia y seguridad de las técnicas de descompresión lumbosacra mediante discectomía tubular,

hemilaminectomía y descompresión bilateral por abordaje unilateral (*“over-the-top”*), en comparación con la cirugía abierta convencional, en pacientes con radiculopatía lumbar atendidos en un hospital de segundo nivel.

Objetivos específicos

Comparar la incidencia de complicaciones postoperatorias entre las técnicas mínimamente invasivas y la cirugía abierta; analizar la frecuencia de reinter-

venciones asociadas a cada técnica; evaluar la curva de aprendizaje quirúrgico en el uso de microscopio y fresado de alta velocidad; comparar el sangrado, el tiempo quirúrgico y los días de estancia hospitalaria entre los grupos, e identificar la relación entre complicaciones y características clínicas como edad, sexo, diagnóstico y número de niveles intervenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo de casos y controles en el servicio de cirugía de columna del Hospital General de Zona No. 33 “Bahía de Banderas”, entre enero de 2024 y mayo de 2025. Se incluyeron 110 pacientes intervenidos por un mismo cirujano, de los cuales 35 presentaban radiculopatía lumbar secundaria a hernia discal o estenosis espinal/foraminal, confirmada por resonancia magnética, con clasificación de Pfirrmann > 3 o Schizas tipo B o C. Los procedimientos realizados incluyeron técnicas mínimamente invasivas (discectomía tubular con microscopio, hemilaminectomía y descompresión bilateral por abordaje unilateral “over-the-top”) y cirugía abierta convencional (laminectomía/discectomía). La elección de la técnica dependió del criterio quirúrgico, la disponibilidad tecnológica y el momento en la curva de aprendizaje del cirujano. Se recolectaron variables clínicas y quirúrgicas para comparar la eficacia, seguridad y resultados postoperatorios entre los distintos abordajes.

- **Criterios de inclusión:** pacientes con evidencia de compresión dural o radicular en resonancia magnética, diagnóstico de hernia discal o estenosis espinal con clasificación de Pfirrmann > 3 o Schizas B y C, edad mayor de 17 años y procedimientos realizados entre enero de 2024 y mayo de 2025.
- **Criterios de exclusión:** pacientes con fusión o instrumentación previa, inestabilidad comproba-

Tabla 1: Frecuencia de datos sociodemográficos (N = 35).

	n (%)	Frecuencia relativa
Sexo		
Masculino	18 (51.4)	0.514
Femenino	17 (48.6)	0.486
Tratamiento (manejo)		
Abierto	18 (51.4)	0.514
Microscopia tubular	14 (40.0)	0.400
Endoscopia biportal	3 (8.6)	0.086

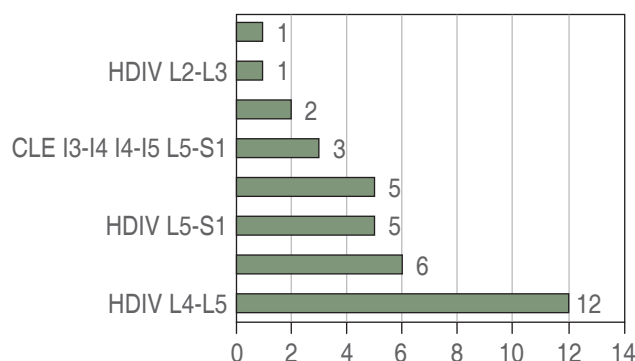


Figura 5: Distribución de diagnósticos.

da según criterios de White y Panjabi o Jakarta, dolor axial predominante sobre el dolor radicular e índice de masa corporal (IMC) > 40.

- **Variables analizadas:** edad, sexo, diagnóstico, tipo de procedimiento, complicaciones, reintervención, tipo de técnica (abierta, microscópica, endoscópica), número de niveles intervenidos, sangrado, días de estancia hospitalaria, curva de aprendizaje y uso de tecnología (fresado de alta velocidad, microscopio, endoscopio biportal).
- **Instrumentos:** registro quirúrgico hospitalario, escala de Oswestry y EVA (escala visual analógica), registro de complicaciones y reintervenciones.
- **Análisis estadístico:** se realizaron estadísticas descriptivas, prueba t de Student para variables continuas, χ^2 para variables categóricas, y análisis bivariado para explorar asociaciones entre tipo de cirugía y eventos adversos. El análisis se realizó con un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se realizó el análisis de la base de datos del módulo de columna de un mismo cirujano, la cual constó, al inicio del estudio, de 110 pacientes. De ellos, se incluyeron 35 pacientes que reunieron completamente los criterios de inclusión. La edad promedio de la cohorte fue de 49.1 años, con predominancia masculina (51.4%). Los diagnósticos más frecuentes fueron hernia discal lumbar (52.5%) y estenosis de canal lumbar (25%). El 85% de los procedimientos se realizaron en uno o dos niveles, siendo los más comunes L4-L5 y L5-S1 (Tabla 1 y Figura 5).

En cuanto al tipo de cirugía, se realizaron 18 procedimientos de técnica abierta (51.4%), 14 de mi-

croscopia tubular (40.0%) y tres de endoscopia biportal (8.6%) (Figuras 6 y 7).

Complicaciones: se reportaron cinco pacientes (14.3% de la cohorte total de 35) que presentaron complicaciones asociadas en el trans- o postoperatorio inmediato. Específicamente, se registraron: una infección (manejada con antibiototerapia), dos lesiones durales (manejadas en transquirúrgico), dos pacientes que requirieron reintervención por dolor postquirúrgico inmediato, y un paciente que continuo con dolor residual.

En dos de los tres pacientes con dolor residual, se requirió una reintervención (5.7% de la cohorte total). No se observó asociación significativa entre el tipo de cirugía y las complicaciones ($\chi^2 = 0.27$, $p = 0.60$), ni entre el tipo de cirugía y la reintervención ($\chi^2 = 0.017$, $p = 0.90$).

La asociación entre complicaciones y reintervención fue significativa ($\chi^2 = 30.0$, $p < 0.001$), sugiriendo que las complicaciones aumentan el riesgo de reintervención. La edad promedio en pacientes con complicación fue de 55.4 años, frente a 45.8 en aquellos sin complicación ($p = 0.20$) (Tabla 2).

El sangrado estimado fue significativamente menor en el grupo MISS comparado con el grupo de referencia, con un valor de $p = 0.0039$. Los días de estancia hospitalaria y el dolor postoperatorio (escala EVA), así como el índice de discapacidad de Oswestry (ODI), no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la comparación global entre la cirugía abierta y la mínima invasiva. Se identificó una tendencia a mejores resultados funcionales (Oswestry postoperatorio ≤ 20) en el grupo MISS, aunque sin alcanzar significancia estadística ($p = 0.075$) (Tabla 3).

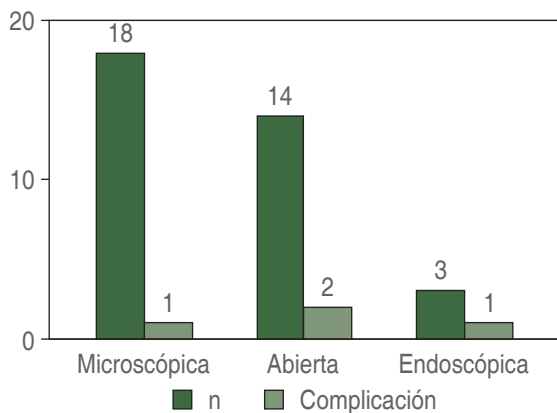


Figura 6: Frecuencia y complicaciones según tipo de cirugía.

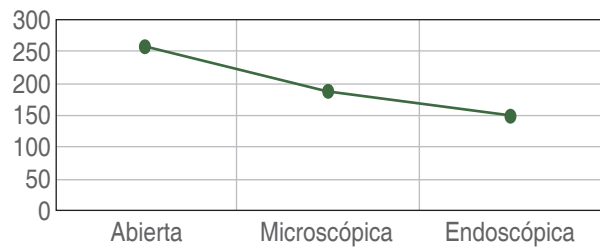


Figura 7: Sangrado asociado según tipo de cirugía.

Tabla 2: Frecuencia de complicaciones asociadas a cirugías de descompresión.

Complicaciones	n (%)	Frecuencia relativa
Durotomía incidental	2 (5.7)	0.057
Infección	1 (2.8)	0.029
Dolor residual	3 (8.5)	0.086
Reintervención	2 (5.7)	0.057
Ninguna	30 (85.7)	0.857

Tabla 3: Análisis bivariado de los factores de riesgo.

Variables asociadas	OR	IC95%	p (Fisher)
Sangrado	9.75	1.070-88.70	0.0039
Complicaciones	0.63	0.078-5.10	1.0000
EVA Postqx	0.30	0.025-3.67	0.5500
Oswestry Postqx	0.23	0.050-1.01	0.0750

EVA = escala visual analógica. IC = intervalo de confianza.
OR = razón de momios. Postqx = postquirúrgico.

DISCUSIÓN

Nuestros hallazgos confirman la tendencia actual hacia la adopción de técnicas mínimamente invasivas (MISS) en cirugía de columna, principalmente la discectomía tubular y la descompresión unilateral con preservación de estructuras contralaterales (“over-the-top”).^{11,12} Estas técnicas han demostrado ser eficaces para la resolución del dolor radicular, con menor daño tisular, menor sangrado y recuperación más rápida.¹³⁻¹⁶

El uso del microscopio y el fresado de alta velocidad representan una etapa intermedia en la transición de la cirugía abierta hacia la endoscopia, con una curva de aprendizaje más accesible.

Nuestros resultados demuestran que la curva de aprendizaje, evaluada por la reducción progresiva de complicaciones, días de estancia y tiempo quirúrgico, mejora notablemente tras los primeros 10-15 casos.¹⁷ Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la cirugía abierta y MISS en cuanto a complicaciones, reintervenciones o mejoría del dolor, sí se observaron beneficios clínicos claros en los grupos tratados con técnicas menos invasivas, como menor sangrado y estancia hospitalaria.^{7,18-20}

Estudios recientes también han sugerido que la endoscopia uni- y biportal, aunque requiere más técnica y curva de aprendizaje, puede mejorar la visualización y acceso en casos complejos sin necesidad de fusión, cuando se seleccionan correctamente los pacientes.^{21,22} La literatura señala que tanto la técnica ULBD como la biportal pueden ser utilizadas con seguridad en pacientes con estenosis foraminal o central moderada a severa, siempre que no existan signos de inestabilidad vertebral.²³⁻²⁵

Finalmente, es importante destacar el valor formativo de estas tecnologías emergentes. Permitir a residentes y especialistas en formación familiarizarse con estas técnicas durante su entrenamiento mejora los estándares quirúrgicos y asegura una práctica segura, eficiente y moderna.^{4,26} En nuestro estudio, los días de hospitalización en el grupo de discectomía tubular fueron más cortos que en el grupo de microdiscectomía abierta.^{27,28}

CONCLUSIONES

Las técnicas mínimamente invasivas de descompresión lumbar han demostrado ser seguras y eficaces, con ventajas claras en reducción de sangrado, menor estancia hospitalaria y bajo índice de complicaciones en pacientes seleccionados adecuadamente. La curva de aprendizaje para la adopción de cirugía microscópica y endoscópica es un factor clave, y debe considerarse parte del desarrollo profesional en cirugía de columna.

Este estudio demuestra que, incluso en hospitales de segundo nivel, la implementación progresiva de técnicas MISS puede realizarse de forma segura, siempre que se respeten los criterios de inclusión y se disponga de supervisión y entrenamiento adecuado.

La inclusión de estas tecnologías en la formación quirúrgica favorece no sólo mejores resultados clínicos sino también un uso más eficiente de los recursos institucionales.

La relación de riesgo-beneficio y el análisis de costo-beneficio de las técnicas MISS las posicionan como el estándar ideal en muchas patologías degenerativas de la columna lumbar.²⁰ Reforzar el entrenamiento en técnicas mínimamente invasivas permite disminuir la curva de aprendizaje, facilitar la transición desde la cirugía abierta y ofrecer una atención quirúrgica más segura, eficaz y moderna centrada en el paciente.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de cirugía de columna del Hospital General de Zona No. 33 "Bahía de Banderas".

REFERENCIAS

1. Goparaju P, Rajamani PA, Kulkarni AG, Kumar P, Adbalwad YM, Bhojraj S, et al. A 2-year outcomes and complications of various techniques of lumbar discectomy: a multicentric prospective study. *Global Spine J.* 2025; 15: 1003-1012. doi: 10.1177/21925682231220042.
2. Chau AMT, Lerch A, Waser B, Green L, Papacostas J, Tsahtsarlis A, et al. Minimally invasive far lateral tubular microdiscectomy: surgical technique and case series of 176 patients. *Eur Spine J.* 2024; 33: 4385-4391. doi: 10.1007/s00586-024-08450-z.
3. Asati S, Jain S, Kundnani VG. Tubular discectomy versus conventional microdiscectomy for the treatment of lumbar disc herniation: a comparative study. *J Minim Invasive Spine Surg Tech.* 2020; 5: 51-56. doi: 10.21182/jmisst.2020.00129.
4. Pradhanang A, Sedain G, Karki AS, Bohara S, Shrestha DK, Sharma MR, et al. Early experience of minimally invasive tubular lumbar microdiscectomy at a tertiary care centre in Nepal. *J Inst Med.* 2024; 46: 21-25. doi: 10.59779/jiomnepal.1361.
5. Gupta SK, Faheem M. Open microdiscectomy or tubular discectomy: What is better for lumbar disc herniation. *Nepal J Neurosci.* 2023; 20: 27-32. doi: 10.3126/njn.v20i4.58808.
6. Chandran RS, Sathyababu A, Haneefa SM, Prabhakar RB. Microlumbar discectomy vs minimally invasive tubular microdiscectomy: a prospective comparative analysis. *Iran J Neurosurg.* 2023; 9: 133-138.
7. Yun DJ, Park SJ, Lee SH. (2019). Open Lumbar Microdiscectomy and Posterolateral Endoscopic Lumbar Discectomy for Antero- and Retrospondylolisthesis. *Pain Physician.* 2020; 23: 393-404.
8. Daneri-Allis GM, Violante-Mejía J, Quevedo-Rico GG, Villa-Benites A, Anaya-Prado R, Paredes-Negrete JF. Tubular vs. mini-open lumbar discectomy: surgical-clinical outcome. *Cir Cir.* 2024; 92: 248-254. doi: 10.24875/CIRU.22000429.
9. Kim CH. Surgical timing in lumbar disc herniation surgery. *Neurospine.* 2020; 17: 213-214. doi: 10.14245/ns.2040068.034.

10. Ahn Y. Current techniques of endoscopic decompression in spine surgery. *Ann Transl Med.* 2019; 7: S169. doi: 10.21037/atm.2019.07.98.
11. Wang X, Wang P, Wang L, Ding T. Enhanced recovery after surgery pathway reduces back pain, hospitalization costs, length of stay, and satisfaction rate of lumbar tubular microdiscectomy: a retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2024; 103: e40913. doi: 10.1097/MD.00000000000040913.
12. Holc F, Albani-Fornaris A, Kido G, Beltrame S, Petracchi M, Gruenberg M, et al. Independent inter and intra-observer agreement of the Schizas's classification of degenerative lumbar stenosis: comparison among three levels of surgical training. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2023; 67: 175-180. doi: 10.1016/j.recot.2022.10.003.
13. Kumar VA, Reddy R, Yerramneni VK, Kolpakawar S, Kumar KSV, Pratyusha P. Minimally invasive discectomy and decompression for lumbar spine using tubular retractor system: technique, learning curve and outcomes. *Ind J Neurosurg.* 2022; 11: 147-152. doi: 10.1055/s-0041-1722825.
14. AlAli KF. Minimally invasive tubular microdiscectomy for recurrent lumbar disc herniation: step-by-step technical description with safe scar dissection. *J Orthop Surg Res.* 2023; 18: 755. doi: 10.1186/s13018-023-04226-1.
15. Zhang T, Guo N, Wang K, Gao G, Li Y, Gao F, et al. Comparison of outcomes between tubular microdiscectomy and conventional microdiscectomy for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2023; 18: 479. doi: 10.1186/s13018-023-03962-8.
16. Qin L, Jiang X, Zhao S, Guo W, You D. A comparison of minimally invasive surgical techniques and standard open discectomy for lumbar disc herniation: a network meta-analysis. *Pain Physician.* 2024; 27: E305-E316.
17. Jain S, Merchant Z, Kire N, Patel J, Patel A, Kundhani V. Learning curve of microendoscopic discectomy in single-level prolapsed intervertebral disc in 120 patients. *Global Spine J.* 2020; 10: 571-577. doi: 10.1177/2192568219866169.
18. Wu K, Yun Z, Suvithayasiri S, Liang Y, Setiawan DR, Kotheeranurak V, et al. Evolving paradigms in spinal surgery: a systematic review of the learning curves in minimally invasive spine techniques. *Neurospine.* 2024; 21: 1251-1275. doi: 10.14245/ns.2448838.419.
19. Simpson AK, Lightsey HM 4th, Xiong GX, Crawford AM, Minamide A, Schoenfeld AJ. Spinal endoscopy: evidence, techniques, global trends, and future projections. *Spine J.* 2022; 22: 64-74. doi: 10.1016/j.spinee.2021.07.004.
20. Eseonu K, Oduoza U, Monem M, Tahir M. Systematic review of cost-effectiveness analyses comparing open and minimally invasive lumbar spinal surgery. *Int J Spine Surg.* 2022; 16: 612-624. doi: 10.14444/8297.
21. Jain S, Kundhani V, Kire N, Merchant ZA, Patel J. Learning curve of tubular micro-endoscopic decompression in patients with degenerative lumbar canal stenosis over 200 cases. *Indian Spine Journal.* 2020; 3: 238-242. doi: 10.4103/isj.isj_24_19.
22. Lasso-Fernández de Córdova JF, Lasso-Cisneros MP. Cirugía mínimamente invasiva de columna espinal mediante técnicas neuroendoscópicas: estudio retrospectivo de cinco años. *MetroCiencia.* 2021; 29: 24-31. Disponible en: <https://www.revistametrociencia.com/ec/index.php/revista/article/view/211>
23. Younus A, Kelly A, Legkwara P. Evaluating patient outcome post tubular lumbar microdiscectomy. *Interdiscip Neurosurg.* 2021; 23: 100975. doi: 10.1016/j.inat.2020.100975.
24. Won YI, Yuh WT, Kwon SW, Kim CH, Yang SH, Kim KT, et al. Interlaminar endoscopic lumbar discectomy: a narrative review. *Int J Spine Surg.* 2021; 15: S47-S53. doi: 10.14444/8163.
25. Viswanathan VK, Shanmuganathan R, Aiyer SN, Kanna R, Shetty AP. Factors affecting early and 1-year motor recovery following lumbar microdiscectomy in patients with lumbar disc herniation: a prospective cohort review. *Asian Spine J.* 2019; 13: 135-145. doi: 10.31616/asj.2018.0111.
26. Parikh K, Tomasino A, Knopman J, Boockvar J, Hartl R. Operative results and learning curve: microscope-assisted tubular microsurgery for 1- and 2-level discectomies and laminectomies. *Neurosurg Focus.* 2008; 25: E14. doi: 10.3171/FOC/2008/25/8/E14.
27. Ozer MI, Demirtas OK. Comparison of lumbar microdiscectomy and unilateral biportal endoscopic discectomy outcomes: a single-center experience. *J Neurosurg Spine.* 2023; 40: 351-358. doi: 10.3171/2023.10.SPINE23718.
28. Parajon A, Härtl R. Step-by-Step Guide: minimally invasive tubular approaches to lumbar spine decompression and dural repair-surgical techniques. *AO Spine.* 2020.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses relacionado con este trabajo.