

Tratamiento quirúrgico de la estenosis de canal lumbar

H. MHAIDLI HAMDAN¹, J.A. LORENZO RIVERO¹ Y V. SIERRA GONZÁLEZ²

RESUMEN

La estenosis de canal lumbar es una de las enfermedades degenerativas de columna más frecuente en las personas mayores. Las opciones terapéuticas disponibles van desde el tratamiento conservador con fármacos, corsés, rehabilitación, infiltraciones epidurales a la cirugía. Se utilizan diferentes técnicas quirúrgicas para tratar pacientes con estenosis de canal lumbar con síntomas persistentes. En pacientes con síntomas graves o en aquellos en los que haya fracasado el tratamiento conservador, la cirugía ha demostrado ser superior que continuar el tratamiento conservador.

Palabras clave: Estenosis canal lumbar. Cirugía. Técnicas quirúrgicas.

ABSTRACT

Lumbar spine stenosis is one of the most widespread degenerative spinal diseases in the elderly. Available therapeutic options range from conservative management with pharmacological treatment, corset placement, physical therapy, epidural injections to surgical intervention. A number of different surgical techniques are used to treat patients with lumbar spinal stenosis and persistent symptoms. In patients with severe symptoms or in those who fail conservative treatment, surgery has been shown to be superior to continued conservative care. (DOLOR. 2013;28:81-7)

Corresponding author: Víctor Sierra González, vsierragonzalezmail.com

Key words: Lumbar spinal stenosis. Surgery. Surgical techniques.

¹Unidad de Raquis

²FEA. Servicio de Medicina Física y Rehabilitación
HUGC Dr. Negrín
Las Palmas de Gran Canaria

Dirección para correspondencia:
Víctor Sierra González
E-mail: vsierragonzalezmail.com

INTRODUCCIÓN

La estenosis de canal es la causa más frecuente de cirugía lumbar en pacientes mayores de 65 años. El tratamiento inicial suele ser en la mayoría de los casos conservador. Cuando los síntomas no ceden con el tratamiento conservador, existe un déficit neurológico progresivo o una limitación funcional persistente, estaría indicado el tratamiento quirúrgico¹. La presencia de dolor lumbar aislado no es una indicación suficiente de tratamiento quirúrgico^{2,3}. La intervención quirúrgica para la estenosis de canal lumbar es un procedimiento electivo, ya que se ha demostrado que el retraso de la cirugía no empeora el resultado, salvo en casos de deterioro neurológico progresivo.

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Son tres los objetivos principales de la cirugía: el alivio del dolor, mejorar la movilidad y prevenir o mejorar el déficit neurológico. Se trata de descomprimir todos los nervios implicados, manteniendo la estabilidad de la columna. Esto es fundamental para evitar el fracaso de la cirugía^{1,4}.

La inestabilidad posquirúrgica de causa iatrogénica se evita preservando la integridad de la articulación facetaria y protegiendo la *pars articularis*. Si estas se afectasen de forma obligada para una descompresión adecuada, puede ser necesario añadir una fusión ósea.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

La técnica quirúrgica necesaria para el tratamiento de la estenosis lumbar depende de la localización de la estenosis, el número de segmentos estenóticos a tratar y la evaluación intraoperatoria de la estabilidad vertebral. Otros factores relacionados incluyen la existencia de espondilolistesis degenerativa, pacientes con cirugía lumbar previa, inestabilidad iatrogénica y deformidades asociadas, escoliosis o cifosis.

Lee, et al.⁵ realizaron una clasificación de la estenosis espinal según la anatomía patológica y el tipo de descompresión quirúrgica indicada. Esta clasificación anatómica divide la estenosis en central, lateral o global, y puede ser de gran ayuda para la descompresión quirúrgica.

El canal espinal lateral se divide en tres zonas: la zona de entrada, la zona media y la zona de salida. La zona de entrada es la parte más craneal, que se encuentra medial o por debajo de la carilla articular superior; la zona media se encuentra debajo de la *pars interarticularis*, parte de la lámina y por debajo del pedículo; la zona de salida es la que rodea el agujero intervertebral.

Según Hansraj, et al.^{6,7}, se puede realizar una clasificación terapéutica de la estenosis lumbar degenerativa en estenosis lumbar simple y estenosis lumbar compleja. Se definió una estenosis lumbar simple como aquella estenosis degenerativa sin evidencia radiográfica de inestabilidad, con menos de grado I de espondilolistesis degenerativa, menos de 20° de escoliosis degenerativa y sin cirugía previa. Estos pacientes pueden ser tratados con cirugía de descompresión solamente. La estenosis lumbar compleja, por el contrario, se define como aquellos casos asociados con espondilolistesis degenerativa superior a grado I, o la escoliosis degenerativa con curva superior a 20°, o evidencia radiográfica postoperatoria de inestabilidad o estenosis poslaminectomía. Estos casos suelen necesitar descompresión y fusión con o sin instrumentación.

La estenosis de canal central es tratada mediante descompresión con una laminectomía lumbar en el segmento estenótico. La apófisis espinosa y la lámina son expuestas, pero sin incluir las carillas articulares. La descompresión debe comenzar fuera del área de máxima estenosis y debe llevarse a cabo en dirección desde caudal a craneal. La lámina se puede eliminar de forma segura hasta la porción más medial de las facetas articulares. Los tejidos blandos unidos a las láminas y espacios interlaminares son completamente eliminados mediante una cureta (cucharilla) y una pinza de disco (gubia del disco). El ligamento amarillo se inserta cerca de la mitad distal de la lámina superior a la cuarta parte proximal de la lámina inferior⁸. Después de la laminectomía parcial, el ligamento amarillo es resecaado con un laminotomo o gubia de Kerrison. Se debe tener cuidado en preservar la *pars*. La descompresión se completa tras la comprobación de la salida de la raíz nerviosa con un palpador o una sonda de punta de bola. Si todavía hay una compresión significativa de la duramadre o el receso lateral está estrecho, está indicada una mayor descompresión en dirección lateral, que por lo general requiere la resección de la porción medial de la faceta articular superior. Según Verbiest⁹, en muchos casos de estenosis del canal lumbar reintervenidos, la resección del receso lateral es insuficiente.

Cuando la estenosis se limita al canal lateral, la raíz nerviosa puede ser descomprimida por laminotomía unilateral. La columna vertebral es abordada por incisión en la línea media, pero solo se expone el lado sintomático. La naturaleza del procedimiento de descompresión depende de la localización de la estenosis.

Estenosis lateral de la zona de entrada: la descompresión de la zona de entrada requiere facetectomía medial. La resección parcial del margen medial de la carilla articular superior es necesaria. Hasta el 50% de la articulación facetaria se puede quitar sin comprometer significativamente la estabilidad. Después de la descompresión óptima, la raíz nerviosa debe ser capaz de ser desplazada con facilidad y el conducto radicular debe permitir el libre paso de un palpador⁵.

Estenosis de la zona media: el ganglio de la raíz dorsal, que es la parte más gruesa y más sensible a la presión de una raíz nerviosa, se encuentra en esta área. La estenosis ósea en esta área se observa generalmente en asociación con estenosis aguda del canal central o de la zona de salida o entrada. La descompresión parcial puede lograrse mediante la eliminación de la mitad anterior de la faceta superior y la lámina con un osteótomo. La facetectomía total y la extirpación de la *pars* aseguran una descompresión más completa, pero desestabiliza el segmento, lo que requiere la estabilización y la fusión⁵.

Estenosis de la zona de salida: la estenosis de la zona de salida puede ser causada por osteófitos de la hipertrofia facetaria u osteófitos discales. Por ejemplo, la raíz de L4 puede ser comprometida por la hipertrofia faceta articular superior de L5, o por formaciones osteofíticas del disco L4-L5. Un enfoque conservador para descomprimir la raíz nerviosa en esta zona puede implicar facetectomía medial y/o exéresis de la cresta osteofítica del disco con un escoplo de hueso⁵.

Raramente la estenosis podría localizarse más allá de la zona de salida. Esta estenosis puede abordarse mejor mediante la disección de los músculos paravertebrales, descrita por Wiltse¹⁰. La descompresión se puede hacer por abordaje desde extraforaminal lateral a medial. La rama perforante posterior de la arteria lumbar se ubica inmediatamente lateral a la articulación facetaria y se debe cauterizar. La raíz nerviosa debe ser descomprimida mediante la eliminación parcial de la apófisis transversa, que forma parte del pedículo, y osteófitos de las articulaciones facetarias.

PROCEDIMIENTOS DE DESCOMPRESIÓN MÍNIMAMENTE INVASIVOS

Pueden ser:

- Múltiples laminotomías.
- Laminoplastia expansiva lumbar.
- Laminoplastia de distracción.
- Descompresión a través de un abordaje endoscópico.
- Dispositivos de distracción de apófisis espinosas.

Múltiples laminotomías

Las múltiples laminotomías están indicadas en algunos casos de estenosis radicales bilaterales moderadas, como alternativa a laminectomía y la preservación de las estructuras de la línea media¹¹. Las laminotomías bilaterales en al menos dos o tres niveles requieren de un mayor tiempo quirúrgico que la laminectomía total en igual número de niveles. Las laminotomías múltiples pueden estar asociadas con menor incidencia de inestabilidad postoperatoria. Las laminotomías múltiples pueden estar indicadas para los casos leves-moderados de estenosis degenerativa. Esta técnica no está indicada para los pacientes con estenosis aguda degenerativa o marcada espondilolistesis degenerativa¹¹.

Laminoplastia expansiva lumbar

Tsuji, et al.¹² presentaron la laminoplastia lumbar expansiva, un procedimiento que a menudo se realiza en la columna cervical. El objetivo era preservar la estabilidad, especialmente en jóvenes activos. Matsui, et al.¹³ recogieron 27 pacientes con la laminoplastia lumbar expansiva con técnica *open-door*, que permite tanto la descompresión como conseguir los efectos de estabilización. Se observó un 80% de resultados buenos o excelentes en un seguimiento promedio de 5,6 años. Solo un caso requirió cirugía adicional mediante discectomía del nivel caudal adyacente.

Laminoplastia de distracción

O'Leary y McCance¹⁴ lograron una técnica de modificación de la laminectomía, rutina que permite la descompresión del canal lumbar con máxima conservación del hueso. La técnica consiste en la aplicación

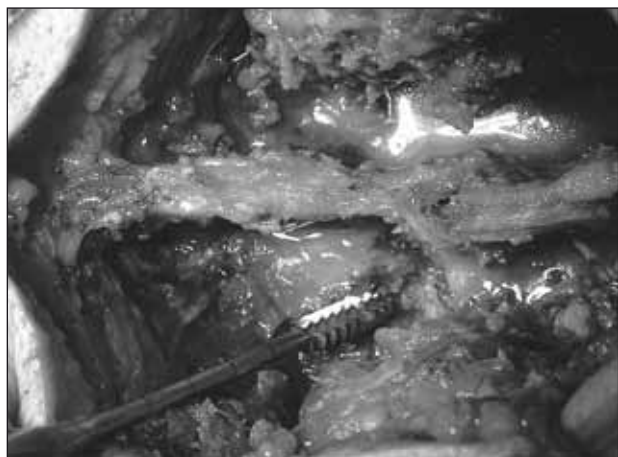


Figura 1. Paso de terraja previo a la inserción del tornillo.



Figura 2. Introducción de tornillo pedicular.

de una fuerza de tracción, junto con una laminoplastia parcial, que permite la eliminación del 20% de la faceta medial y un tercio de la lámina.

Descompresión a través de un abordaje endoscópico

Kleeman, et al.¹⁵ describen una técnica similar a la de una microdiscectomía endoscópica. En una serie prospectiva de 54 casos consecutivos, los autores presentaron resultados buenos o excelentes en el 96% de los pacientes a los 4 años. No hay progresión del deslizamiento aun en presencia de espondilolistesis degenerativa preoperatoria.

Dispositivos de distracción de apófisis espinosas

Se trata de implantes espinales de distracción de apófisis. Estos incluyen X-Stop, Wallis, DIAM, Coflex, Aperius, etc. El mecanismo de acción de estos dispositivos es distraer las apófisis espinosas de la estenosis del segmento afectado y esencialmente mantenerlas en flexión, que es la postura más cómoda en los pacientes con la columna vertebral estenótica. La descompresión es indirecta. El ligamento amarillo hipertrofiado se estira y el segmento se distrae. La mayoría de estos procedimientos se realizan bajo anestesia local y sedación, y actualmente están recomendados en personas mayores o pacientes con enfermedades concomitantes que contraindiquen una cirugía de descompresión convencional. No hay resultados a largo plazo para estos dispositivos.

INDICACIONES PARA LA INSTRUMENTACIÓN

Los objetivos principales de la instrumentación son la corrección de las deformidades, estabilizar la columna vertebral y mejorar la tasa de fusión (Figs. 1 y 2).

Fischgrund, et al., en un estudio sobre espondilolistesis degenerativas¹⁶, establecen claramente que la instrumentación mejora la tasa de fusión pero no cambia el resultado clínico. La incidencia de pseudoartrosis tras fusión posterolateral aumenta con el número de niveles fusionados. Las tasas de pseudoartrosis comunicadas son del 10, 15-20 y 25-33% para uno, dos y tres niveles fusionados, respectivamente. Además, la inestabilidad también aumenta la tasa de pseudoartrosis. Las indicaciones para la adición de instrumentación después de la descompresión y fusión para la estenosis lumbar son las siguientes: la corrección de una deformidad flexible o progresiva, la fusión de dos o más segmentos de movimiento, la estenosis espinal recurrente con espondilolistesis y la presencia de inestabilidad translacional o angular.

Los objetivos para la fusión son el alivio del dolor lumbar y la eliminación de la inestabilidad. Los objetivos para la estabilización son promover la fusión y corrección de las deformidades de la presencia de escoliosis o listesis. En general, la fusión con o sin implantes se recomienda para las siguientes condiciones asociadas: espondilolistesis degenerativa, inestabilidad iatrogénica y escoliosis o cifosis degenerativa.

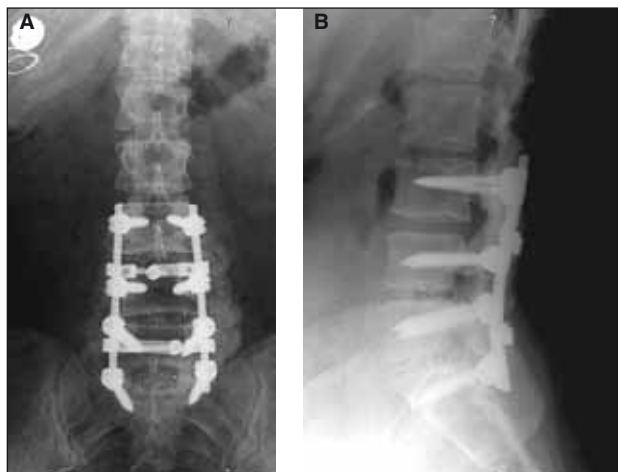


Figura 3. A: artrodesis intersomática PLIF L4-L5 y L5-S1 con artrodesis posterior. Visión anteroposterior. **B:** artrodesis intersomática PLIF L4-L5 y L5-S1 con artrodesis posterior. Visión lateral.

Espondilolistesis degenerativa

En el pasado, la descompresión solo era el tratamiento quirúrgico tradicional para la espondilolistesis degenerativa.

Herkowitz y Kurz, en 1991, realizaron un estudio prospectivo aleatorio sobre el papel de la fusión en 50 casos de estenosis lumbar con espondilolistesis degenerativa¹⁷. Este estudio mostró resultados significativamente mejores en el grupo en el que había artrodesis concomitante. Los resultados clínicos eran buenos o excelentes en todos los pacientes de este grupo. Se pensó que, incluso con pseudoartrosis, una restricción del movimiento era suficiente para obtener un beneficio similar a una fusión sólida. Posteriormente, otros estudios, por lo demás, han justificado este resultado.

Grob, et al.¹⁸, en un estudio prospectivo y aleatorizado en 45 pacientes con estenosis lumbar sin inestabilidad, llegaron a la conclusión de que la artrodesis no estaba justificada en ausencia de inestabilidad radiográficamente demostrada.

En un estudio prospectivo y aleatorizado en 124 pacientes, Zdeblick¹⁹ informó de una mayor tasa de fusión en el grupo instrumentado. Posteriormente, Bridwell, et al.²⁰ informaron sobre 44 pacientes que se sometieron a la fusión después de la descompresión de la estenosis degenerativa con espondilolistesis. Se compararon tres grupos: uno de descompresión, otro de descompresión y fusión sin instrumentar y un tercero de fusión instrumentada. El grupo de

instrumentación mostró una tasa de fusión mucho más alta, un mejor resultado funcional y una mejoría en la restauración de la alineación sagital comparada con el grupo de instrumentados (87 vs 30%, respectivamente) (Figs. 3 A y B).

En 1994, Mardjetko, et al.²¹, en un metaanálisis de la literatura entre 1970-1993, revisaron 25 estudios sobre la espondilolistesis degenerativa. Encontraron un 69% de resultados satisfactorios en el grupo de no fusión en comparación con el 90% en el grupo de fusión, que fue estadísticamente significativa. Yuan, et al.²² publicaron un estudio de cohorte histórico, en un total de 2.684 pacientes con espondilolistesis degenerativa, con un 81% de los pacientes tratados mediante fijación con tornillos pediculares. Ellos observaron una tasa significativamente mayor de fusión y más rápida en el grupo de instrumentación y, además, que se encuentran unos mejores resultados clínicos.

Inestabilidad iatrogénica

Una facetectomía de menos de la mitad de ambas facetas, o la totalidad de una faceta en un nivel determinado, parece ser que puede ser tolerado sin inestabilidad significativa²³. Cuando se retira más del 50% de la faceta, en cada lado, porque es necesario para una descompresión adecuada, se indica una fusión instrumentada. Clínicamente, la inestabilidad después de la descompresión es poco común. Hazlett y Kinnard²⁴ recogieron, en 33 pacientes sometidos a escisiones facetarias unilateral o bilateral, que la mayoría de estos pacientes también fueron sometidos a discectomía. Solo cuatro pacientes presentaron signos de inestabilidad. White y Wiltse²⁵ solo tienen una incidencia del 2% de espondilolistesis posdescompresión en 182 pacientes. Robertson, et al., en un estudio de 33 pacientes, creen que el desarrollo de espondilolistesis postoperatoria está relacionada con la orientación de la faceta y dimensiones de la misma, en lugar de la cantidad absoluta eliminada de la articulación. También hizo hincapié en los efectos estabilizantes de la disminución de la altura del disco y la presencia de osteófitos.

Se sugiere la fusión instrumentada para la recidiva de la estenosis en un nivel previamente descomprimido, porque una mayor exéresis de las articulaciones es necesaria para la descompresión adecuada de los pacientes reestenóticos^{7,26,27}. Patel y Herkowitz, et al.²⁸ examinaron 42 casos que requirieron de cirugía por estenosis del nivel adyacente, y encontraron que los síntomas de la estenosis del segmento adyacente se

desarrolla con mayor frecuencia, y en un periodo anterior, cuando la cirugía inicial conlleva instrumentación en comparación con las fusiones no instrumentadas. Los autores recomendaron que, en ausencia de inestabilidad y cuando no es necesaria una escisión importante de las facetas, la estenosis por encima de una fusión anterior puede ser tratada con descompresión sola; de lo contrario, se recomienda la instrumentación.

La incidencia de hernia de disco conjuntamente con estenosis espinal se ha informado como de un 5-25%^{17,29}. La extirpación radical del disco puede llevar a una espondilolistesis iatrogénica, ya que desestabiliza la columna anterior, además de la descompresión posterior, y, por lo tanto, no se recomienda³⁰, sobre todo si no se realiza fusión.

Escoliosis y cifosis degenerativa

El objetivo de la cirugía es descomprimir los elementos nerviosos, así como estabilizar y alinear la columna vertebral, tanto como sea posible. Aunque hay un consenso sobre la descompresión, la necesidad de la alineación y de la fusión no está claramente establecida. Parece que no todos los casos de escoliosis degenerativa son inestables o progresivas, y no todos ellos requieren de fusión. La descompresión aislada puede aliviar la claudicación y los síntomas radicales solamente, y puede ser adecuada cuando la curva es rígida y cuando la corrección de la deformidad no se contempla.

Las indicaciones para la fusión son: una curva flexible, una curva grande o progresiva, una curva dolorosa con dolor axial, la presencia de listesis en la radiografía lateral y un desequilibrio sagital con la pérdida de la lordosis lumbar. En los pacientes con síntomas radicales en la concavidad de la curva, la facetectomía por sí sola no puede tener éxito, la raíz puede ser comprimida entre los pedículos y la corrección parcial de la deformidad con la instrumentación está indicada para abrir el foramen neural²⁷. La escoliosis lumbar degenerativa es de dos tipos distintos: el tipo I es una típica escoliosis lumbar degenerativa primaria con poca o ninguna rotación asociada; el tipo II son los cambios degenerativos superpuestos a una escoliosis preexistente, y se asocia con una mayor rotación, deformidad y mayor pérdida de la lordosis. La deformidad tipo I a menudo se puede tratar con una instrumentación, ya que la instrumentación más larga para la reconstitución del plano sagital puede ser necesaria para el tratamiento de la deformidad tipo II.

Evidencias del tratamiento quirúrgico

Diferentes ensayos clínicos^{31,32} publicados en los últimos años han mostrado mayor eficacia del tratamiento quirúrgico respecto al tratamiento conservador. Los beneficios del tratamiento quirúrgico observado en un inicio parecen disminuir con el tiempo.

Las complicaciones graves de la cirugía no son frecuentes y la mortalidad es muy baja. Son más frecuentes en pacientes de edad avanzada y con otras patologías. Una revisión³³ encontró que la presencia de depresión, enfermedades cardiovasculares, trastornos que afecten a la capacidad de deambulación y la presencia de escoliosis son predictivos de peores resultados subjetivos. Por el contrario, una mejor capacidad de deambulación, una autopercepción de buena salud, menos comorbilidades y una estenosis central muy pronunciada son predictivos de mejores resultados subjetivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sengupta DK, Herkowitz HN. Lumbar spinal stenosis: treatment strategies and indications for surgery. *Orthop Clin N Am.* 2003; 34:281-95.
2. Hall S, Bartleson JD, Onofrio BM, Baker HL Jr, Okazaki H, O'Duffy JD. Lumbar spinal stenosis. Clinical features, diagnostic procedures, and results of surgical treatment in 68 patients. *Ann Intern Med.* 1985;103:271-5.
3. Katz JN, Lipson SJ, Lew RA, et al. Lumbar laminectomy alone or with instrumented or noninstrumented arthrodesis in degenerative lumbar spinal stenosis. Patient selection, costs, and surgical outcomes. *Spine.* 1997;22:1123-31.
4. Stauff MP, Southam JD, Knaub MA. Surgical treatment of lumbar spinal stenosis. *Seminars in Spine Surgery.* 2007;143-9.
5. Lee CK, Rauschnig W, Glenn W. Lateral lumbar spinal canal stenosis: classification, pathologic anatomy and surgical decompression. *Spine.* 1988;13:313-20.
6. Hansraj KK, Cammisa FP Jr, O'Leary PF, et al. Decompressive surgery for typical lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop.* 2001;384:10-7.
7. Hansraj KK, O'Leary PF, Cammisa FP Jr, et al. Decompression, fusion, and instrumentation surgery for complex lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop.* 2001;384:18-25.
8. Yong-Hing K, Reilly J, Kirkaldy-Willis WH. The ligamentum flavum. *Spine.* 1976;1:226-34.
9. Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg.* 1954;36:230-7.
10. Wiltse LL, Spencer CW. New uses and refinements of the parasagittal approach to the lumbar spine. *Spine.* 1988;13:696-706.
11. Postacchini F, Cinotti G, Perugia D, Gumina S. The surgical treatment of central lumbar stenosis. Multiple laminotomy compared with total laminectomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75:386-92.
12. Tsuji H, Itoh T, Sekido H, et al. Expansive laminoplasty for lumbar spinal stenosis. *Int Orthop.* 1990;14:309-14.
13. Matsui H, Kanamori M, Ishihara H, Hirano N, Tsuji H. Expansive lumbar laminoplasty for degenerative spinal stenosis in patients below 70 years of age. *Eur Spine J.* 1997;6:191-6.
14. O'Leary PF, McCance SE. Distraction laminoplasty for decompression of lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop.* 2001;384:26-34.
15. Kleeman TJ, Hiscoe AC, Berg EE. Patient outcomes after minimally destabilizing lumbar stenosis decompression: the "Port-Hole" technique. *Spine.* 2000;25(7):865-70.
16. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery DM, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive

- laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. *Spine*. 1997;22:2807-12.
17. Herkowitz HN, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;73:802-8.
 18. Grob D, Humke T, Dvorak J. Significance of simultaneous fusion and surgical decompression in lumbar spinal stenosis. *Orthopade*. 1993;22:243-9.
 19. Zdeblick TA. A prospective, randomized study of lumbar fusion. Preliminary results. *Spine*. 1993;18:983-91.
 20. Bridwell KH, Sedgewick TA, O'Brien MF, Lenke LG, Baldus C. The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis with spinal stenosis. *J Spinal Disord*. 1993;6:461-72.
 21. Mardjetko SM, Connolly PJ, Shott S. Degenerative lumbar spondylolisthesis. A meta-analysis of literature 1970-1993. *Spine*. 1994;19(Suppl):2256-65.
 22. Yuan HA, Garfin SR, Dickman CA, Mardjetko SM. A historical cohort study of pedicle screw fixation in thoracic, lumbar, and sacral spinal fusions. *Spine*. 1994;19(Suppl):2279-96.
 23. Boden SD, Martin C, Rudolph R, Kirkpatrick JS, Moeini SM, Hutton WC. Increase of motion between lumbar vertebrae after excision of the capsule and cartilage of the facets. A cadaver study. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76:1847-53.
 24. Hazlett JW, Kinnard P. Lumbar apophyseal process excision and spinal instability. *Spine*. 1982;7:171-6.
 25. Truumees E, Herkowitz HN. Lumbar spinal stenosis: treatment options. *Instr Course Lect*. 2001;50:153-61.
 26. Herno A, Airaksinen O, Saari T, Sihvonen T. Surgical results of lumbar spinal stenosis. A comparison of patients with or without previous back surgery. *Spine*. 1995;20:964-9.
 27. Truumees E, Herkowitz HN. Lumbar spinal stenosis: treatment options. *Instr Course Lect*. 2001;50:153-61.
 28. Patel C, Truumees E, Gitlin J, Herkowitz H. Symptomatic spinal stenosis adjacent to a previous lumbar fusion. *The Spine Journal*. 2002;2(Suppl):54.
 29. Garfin SR, Glover M, Booth RE, Simeone FA, Rothman RH. Laminectomy: a review of the Pennsylvania hospital experience. *J Spinal Disord*. 1988;1:116-33.
 30. Dall BE, Rowe DE. Degenerative spondylolisthesis. Its surgical management. *Spine*. 1985;10:668-72.
 31. Malmivaara A, Slätis P, Heliövaara M, et al. Surgical or nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis? A randomized controlled trial. *Spine*. 2007;32:1-8.
 32. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al. Surgical versus nonsurgical therapy for lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med*. 2008;358:794-810.
 33. Aalto TJ, Malmivaara A, Kovacs F, et al. Preoperative predictors for postoperative clinical outcome in lumbar spinal stenosis: systematic review. *Spine*. 2006;31(18):E648-63.