

Patología degenerativa de la columna dorsal. Tratamiento quirúrgico

E. AYATS DÍAZ

RESUMEN

La patología degenerativa sintomática de la columna raquídea a nivel dorsal es mucho menos frecuente que la cervical y lumbar, y muchas de las veces infradiagnosticada.

Dentro de la patología degenerativa raquídea dorsal se definen el dolor raquídeo dorsal, los quistes sinoviales dorsales, la estenosis del canal dorsal y la hernia discal dorsal.

Se revisan los diferentes abordajes de las técnicas quirúrgicas que están condicionadas fundamentalmente por el tipo y localización de la hernia discal: abordaje posterior, abordaje posterolateral y abordajes anteriores.

Acaban concluyendo que la utilización de técnicas endoscópicas facilita el abordaje directo de la patología, minimizando las molestias postoperatorias respecto a la toracotomía convencional.

Palabras clave: Columna dorsal. Patología degenerativa. Tratamiento quirúrgico. Hernia discal.

ABSTRACT

Symptomatic degenerative disease of the thoracic spine is much less common than degenerative disease of the cervical and lumbar spine, and very often under-diagnosed.

Degenerative disease of the thoracic spine includes thoracic spine pain, thoracic synovial cysts, thoracic spinal stenosis and herniated thoracic disc.

Different surgical approaches and techniques that are essentially influenced by the type and location of the herniated disc are reviewed: posterior approach, posterolateral approach and anterior approaches.

They end up by concluding that use of endoscopic techniques allows a direct approach to the pathologies, reducing postoperative discomfort as compared to conventional thoracotomy. (DOLOR. 2011;26:161-6)

Corresponding author: Emilio Ayats Díaz, emilioayats@hotmail.com

Key words: Spinal column. Degenerative disease. Surgical treatment. Herniated disc.

INTRODUCCIÓN

La patología degenerativa sintomática de la columna raquídea a nivel dorsal es mucho menos frecuente que la cervical y lumbar, y muchas de las veces infra-diagnosticada. Uno de los motivos que conducen a ello es la escasa movilidad y elevada estabilidad de esta zona, condicionada por la caja torácica, la parrilla costal, y el menor tamaño de los discos intervertebrales dorsales, junto con las articulaciones costo-vertebrales y costoesternales que limitan la rotación, lateralización y flexión. Otra de las razones de que la patología discal dorsal sea menos frecuente es que el núcleo pulposo deriva embriológicamente de la notocorda, y, en general, los restos de notocorda son más frecuentes a nivel cervical y lumbar bajo¹.

La incidencia de hernia discal dorsal es de 0,25-1% de todas las hernias discales, y una incidencia en la población de 1/1.000.000 pacientes/año. No existe diferencia en cuanto al sexo, siendo igual de frecuente en hombres y mujeres. La mayoría de las hernias son centrales o centrolaterales, y raramente tan sólo son laterales. Presentan un 30-70% de casos calcificados, y el 5-10% de los discos calcificados tiene extensión intradural, lo cual tiene importantes implicaciones en cuanto al correcto diagnóstico preoperatorio, y sobre todo en cuanto a la técnica quirúrgica, vía de abordaje, y complicaciones postoperatorias.

En el 25% de los casos suele haber una causa traumática asociada.

La hernia discal dorsal puede provocar dolor dorsal, dolor radicular y/o mielopatía.

Los síntomas más frecuentes son: dolor en 76% de los casos, afectación de esfínteres en 24%, y afectación sensitivomotora en 61% de los casos.

La necesidad de intervención quirúrgica es excepcional, suponiendo sólo el 5% de todos los discos operados.

El tratamiento suele verse retrasado, tanto por la infrecuencia como por la dificultad en el diagnóstico. Una indicación clara de intervención quirúrgica es la afectación neurológica progresiva. La indicación por dolor es menos clara. Los abordajes de la patología raquídea dorsal pueden realizarse por vía posterior (laminectomía, abordaje transfacetario o transpedicular), posterolateral (costotransversectomía), anterior y anterolateral (toracotomía o toracoscopia).

La mayor limitación de los abordajes posteriores o posterolaterales es que dan un abordaje oblicuo y

parcial, indirecto, a la parte anterior del canal, sin visión directa de la superficie dural anterior. Estos abordajes sólo son útiles y seguros para hernias blandas, no calcificadas, laterales. No se han de utilizar para el resto de hernias, y mucho menos si presentan calcificaciones. Actualmente los abordajes anteriores toracoscópicos son una técnica bien establecida, segura, con menor dolor y morbilidad postoperatoria, y con más rápida recuperación que la toracotomía.

PATOLOGÍAS DEGENERATIVAS RAQUÍDEAS DORSALES

Dentro de la patología degenerativa raquídea dorsal hay que considerar como diagnóstico diferencial los casos de dolor dorsal raquídeo axial de causa degenerativa, los de causa raquídea específica, o los de causa sistémica, la estenosis del canal dorsal, bien sea por compresión anterior, posterior o circunferencial, y que incluye desde los quistes sinoviales, calcificación de ligamento amarillo, hipertrofia facetaria, calcificación del ligamento vertebral común posterior, osteofitosis y cifosis anterior, los casos de deformidad raquídea con escoliosis, y la hernia discal dorsal. Todas ellas pueden causar mielopatía y/o radiculopatía.

Es fundamental la historia clínica y exploración en busca de factores de riesgo y signos de alarma de patología grave raquídea o sistémica.

El diagnóstico clínico sindrómico tan sólo puede clasificar los casos en mielopáticos y/o radiculares. En los casos de dolor axial sin afectación neurológica el diagnóstico clínico es más inespecífico.

Dentro de las pruebas de imagen, las radiografías simples, al igual que en los casos de lumbalgia inespecífica, no aportan mucho en el diagnóstico, sobre todo debido a la baja especificidad de los hallazgos. La resonancia magnética (RM) es el estudio radiológico de elección en los casos de mielopatía con o sin radiculopatía asociada. En el caso de la patología raquídea dorsal, al contrario de lo que ocurre en el resto del raquis, la tomografía computarizada (TC) para el estudio óseo tiene un valor importante, sobre todo en los casos quirúrgicos, para la planificación y vías de abordaje. El hecho de que un elevado número de hernias discales dorsales estén calcificadas, así como la presencia de patología asociada a la calcificación de ligamentos y estenosis por hiperostosis, hacen que la TC ósea dorsal tenga un valor importante en el manejo quirúrgico de esta patología.

En cuanto a la fase de planificación quirúrgica, puede ser útil también la identificación y localización

de la arteria de Adamkiewicz en patología del segmento torácico inferior para abordajes anterolaterales. Dicha identificación se suele realizar mediante angiografía convencional, o actualmente mediante técnicas de angio-RM².

Dolor raquídeo dorsal

Las características clínicas y epidemiológicas del dolor dorsal raquídeo no están tan bien establecidas como en el dolor degenerativo cervical o lumbar³.

Se puede localizar desde T1-T2 hasta el borde costal inferior.

Puede ser originado tanto por estructuras raquídeas dorsales o cervicales, estructuras torácicas, gastrointestinales, cardiopulmonares o renales, puede ser inflamatorio, degenerativo, metabólico, infeccioso, neoplásico, osteoporosis, fracturas vertebrales, hiperfosis, espondilitis anquilosante, osteoartritis, y enfermedad de Scheuermann, entre otras causas.

La prevalencia del dolor raquídeo dorsal oscila entre el 25-60%. Ha de ser considerado sólo dolor dorsal sin evidencia de hernia discal dorsal o radiculitis.

Los elementos posiblemente causantes del dolor son los discos intervertebrales torácicos, las facetas, ligamentos, fascia, músculo, duramadre, y raíz nerviosa. Lo más frecuente es el dolor facetario, en un 40% de los casos, igual que ocurre en la zona lumbar.

Para el dolor discogénico las posibilidades terapéuticas invasivas están limitadas a infiltraciones intradiscales, descompresiones discales o estabilizaciones mediante artrodesis y fusión. Respecto al dolor de origen muscular y/o miofascial las posibilidades de tratamiento sintomático físico, farmacológico e intervencionista son las mismas que en la lumbalgia crónica inespecífica.

En los casos de dolor facetario o segmentario rebelde al tratamiento conservador, y cronificado, existe la posibilidad de realizar un bloqueo intercostal foraminal, y en los casos en los que se observa una mejoría superior al 50% son candidatos a la denervación por radiofrecuencia. Entre los niveles T8-T12 el procedimiento es fácil y accesible, colocando el electrodo con ayuda radioscópica en la parte craneodorsal del foramen mediante un abordaje por punción posterolateral. Si la estimulación a 50 Hz 0,4-0,8 V y a 2 Hz provoca localización sensitiva metamérica, y sin respuesta motora intercostal, respectivamente, se puede realizar la denervación por radiofrecuencia. En los niveles de T1-T7 no es posible realizar este abordaje por la disposición anatómica, y el abordaje

más lateral aumenta el riesgo de punción pleural. Se ha demostrado una eficacia mayor en la denervación dorsal que en la cervical o lumbar para el tratamiento de cervicalgia o lumbalgia. No está indicada la realización entre T1-T7, pero sí de T8-T12, que además coincide con la zona de mayor frecuencia de patología raquídea dorsal por ser el segmento más hipermóvil.

Quistes sinoviales dorsales

Los quistes sinoviales dorsales son mucho menos frecuentes que a nivel lumbar por las características biomecánicas de ambos segmentos.

En caso de ser sintomáticos pueden provocar mielopatía o radiculopatía unilateral.

En el origen del quiste sinovial, al igual que en los lumbares, aparte de un componente etiológico degenerativo facetario, se ha de añadir un factor de inestabilidad facetaria para el desarrollo del quiste.

El diagnóstico, una vez dirigido por la clínica y exploración, con la presencia de mielopatía y/o radiculopatía, es mediante la realización de RM.

La localización más habitual casi siempre es entre T10-T12, que es la zona transicional de movimiento dorsolumbar, aparte de ser la zona de mayor estrés rotacional de la columna dorsal. En caso de que el quiste esté localizado por encima de T10 hay que descartar una causa traumática asociada.

El tratamiento de los quistes sintomáticos con mielopatía y radiculopatía siempre es el quirúrgico, realizándose un abordaje posterior, con laminectomía y facetectomía medial, con resección y exéresis del quiste. Si no existe una inestabilidad evidente postoperatoria, no es necesaria la estabilización por fusión posterior⁴.

La recuperación postoperatoria de la sintomatología oscila entre el 60-80% de mejoría de la mielopatía en los 3 meses postoperatorios.

Estenosis del canal dorsal

La stenosis del canal raquídeo dorsal, a semejanza de la ocurrida a nivel cervical, provoca habitualmente mielopatía, con la particularidad a nivel dorsal de que la relación entre el diámetro del canal raquídeo y el tamaño medular dorsal es menor. Es menos frecuente y diagnosticada más tardíamente que la stenosis a nivel cervical o lumbar⁵⁻⁸.

La causa más común de la stenosis del canal dorsal es la espondilosis degenerativa, que incluye las siguientes entidades: osificación del ligamento amarillo,

hipertrofia facetaria, osificación del ligamento vertebral longitudinal posterior, osteofitosis y protrusión discal. De todos ellos la causa más frecuente es la hipertrofia degenerativa de los elementos posteriores^{9,10}. Es más frecuente en los segmentos inferiores, que es la zona de mayor flexoextensión.

Otras posibles causas de estenosis del canal dorsal pueden ser: acromegalia, acondroplasia, osteocondrodistrofia, enfermedad de Scheuermann y enfermedad de Paget. En estos casos de enfermedad sistémica la estenosis del canal suele ser multinivel y con una estenosis circunferencial de todo el canal.

Los síntomas son provocados por compresión medular, con la consiguiente mielopatía clínica. Los síntomas iniciales son paraparesia espástica en 29%, la afectación sensitiva en 18%, y el dolor en 10%. La duración de los síntomas varía entre 2 meses y 10 años.

Existen dos tipos de progresión clínica: una progresión clínica rápida, con afectación motora en los primeros 6 meses de la clínica, y otra de progresión insidiosa, con afectación motora más allá de los 6 meses del inicio de la clínica. El 39% de los casos tienen una progresión rápida, y el 69% insidiosa. En el 86% de los casos la clínica es de mielopatía, con paraparesia espástica, hiperreflexia e hipostesia, que suele ser bilateral. En el otro 14% restante la clínica es mielopática y radiculopática. Cuando están afectados los niveles superiores a T9 es más frecuente la mielopatía.

Los niveles de afectación más frecuentes son el nivel dorsal inferior (T9-T12) en el 54% de los casos, seguido en frecuencia por el nivel dorsal medio (T5-T8), y menos frecuentemente el nivel superior (T1-T4).

Dentro de las causas se incluyen la osificación del ligamento amarillo en el 64%, la hipertrofia facetaria en el 46%, la osificación del ligamento longitudinal posterior en el 22%, y la presencia de osteófitos y protrusión discal en el 14%, siendo los dos últimos causantes de una compresión posterior, y los dos primeros de una compresión anterior.

En cuanto al diagnóstico, una vez sospechado por la historia clínica y los signos y síntomas de mielopatía dorsal, el diagnóstico de elección es mediante técnicas de imagen, RM y/o TC. En estos casos y puesto que se trata de estenosis, la mayor parte de las veces por calcificación e hipertrofia, es de interés para la planificación quirúrgica y vías de abordaje el estudio óseo mediante TC. En los casos de patología dorsal inferior, por debajo de T8, en los que sea necesario un estudio vascular medular y la identificación y localización de la arteria de Adamkiewicz, es necesaria la realización de una angiografía. Actualmente

existe la posibilidad de localización de la misma mediante angio-RM con un porcentaje de localización superior al 85% de los casos.

El tratamiento de todos los casos sintomáticos de estenosis raquídea dorsal es la intervención quirúrgica para descompresión. Los abordajes pueden ser anteriores, posteriores o combinados. En los casos de compresión posterior el abordaje y la técnica será la laminectomía con o sin facetectomía medial, con o sin abordaje transpedicular. En los casos de calcificación del ligamento amarillo, en caso de que no estén fusionados medialmente, se pueden hacer fenestraciones bilaterales, sin laminectomía, con similares resultados. En los casos en los que la calcificación provoque una fusión medial de ambos ligamentos amarillos, es necesaria la laminectomía bilateral. En los casos de compresión anterior los abordajes han de ser anterolaterales por toracotomía o toracoscopia, o posterolaterales mediante costotransversectomía o abordajes extracavitarios.

Postoperatoriamente, en todos los casos de descompresión existe un grado de inestabilidad iatrogénica, que habrá que tener en cuenta por si existe la necesidad de fusión vertebral y estabilización. Estudios biomecánicos de cifosis postoperatoria demuestran un aumento de la cifosis posquirúrgica de 4° por laminectomía, 1° por fenestración, 1° por abordaje transpedicular y 5° por descompresión anterior. Es aconsejable la realización de una fusión vertebral complementaria en caso de un incremento de más de 2° en la cifosis postoperatoria¹¹⁻¹³. El aumento de cifosis sin estabilización aumenta el riesgo de nuevo deterioro neurológico por compresión anterior o isquemia vascular medular compresiva, y la aparición de dolor axial dorsal. En los casos de osificación del ligamento longitudinal posterior, frecuentemente se asocia también calcificación del ligamento longitudinal anterior, aportando todo ello mayor estabilidad, con lo cual en muchas ocasiones no es necesaria una fusión complementaria posterior.

Hernia discal dorsal

Contrariamente a las hernias discales cervicales y lumbares, las hernias discales dorsales son muy poco frecuentes, y habitualmente la sintomatología clínica provocada es inespecífica, demorando el diagnóstico y tratamiento, a excepción de los casos mielopáticos.

Desde el punto de vista del abordaje quirúrgico de la hernia discal dorsal, la columna dorsal se divide en tres zonas: dorsal alta de T1-T4, dorsal media de T5-T8, y dorsal baja de T9-T12. Esto tiene implicaciones

quirúrgicas, puesto que las hernias de la zona dorsal alta no son abordables mediante técnica toracoscópica, que actualmente es la de elección para este tipo de patología.

Como ya hemos mencionado anteriormente, la mayoría de hernias discales dorsales son en el segmento de T9-T12, que es el más hipermóvil; hasta T7 la costilla está articulada con el esternón directamente mediante cartílago, pero de T8-T12 no existe conexión directa al esternón, haciendo esta zona más móvil y sometida a mayor estrés de flexión y rotación. Otra característica de las hernias discales dorsales es la frecuencia de calcificación de las mismas, y que la mayoría suelen ser mediales o centrolaterales. Rara vez la hernia discal dorsal es blanda, no calcificada, y puramente lateral.

La incidencia de hernia discal dorsal es de 0,25-1%, y de 1 caso/millón de habitantes/año. El máximo pico de incidencia es entre los 30-50 años.

El 5% de los casos presentan en el diagnóstico como síntoma inicial dolor, de características axiales, y en ocasiones radicular. La mielopatía es el segundo síntoma más frecuente en el diagnóstico. Los casos con mielopatía tienen una clara indicación de cirugía, no tanto es así en los casos exclusivos de dolor radicular o axial. El porcentaje de mejoría clínica postoperatoria en los casos de radiculopatía es de un 75%, y en los casos de mielopatía una mejoría del 38%. En el 58% hay una estabilidad clínica, y un empeoramiento en 2% de los casos^{14,15}.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

El tipo de abordaje está condicionado fundamentalmente por el tipo y localización de la hernia discal¹⁶.

Abordaje posterior: laminectomía, con o sin facetectomía, con o sin abordaje transpedicular. Exclusivamente indicados en casos de hernia discal blanda laterofoaminal. En el resto de casos mediales o calcificados el riesgo y la incidencia de complicaciones por afectación medular es muy elevado, estando contraindicado este abordaje para dichas lesiones¹⁷⁻¹⁹.

Abordaje posterolateral: costotransversectomía y abordajes extracavitarios extrapleurales: permiten un abordaje algo más medializado, pero sólo se obtiene una visión y un campo de trabajo oblicuo, sin visión ni acceso directo a la cara anterior medular²⁰. En los casos en los que hay calcificación dural, o extensión intradural de la hernia, tampoco es la técnica de elección.

Abordajes anteriores: toracotomía y abordajes toracoscópicos. Procedimiento de elección para la mayoría de las hernias discales dorsales por los motivos antes comentados. Actualmente y dada la evolución de las técnicas de cirugía mínimamente invasiva, los procedimientos de *video assisted thoracic spine surgery* (VATSS) son la vía de elección para la realización de discectomía dorsal, permitiendo la exéresis de la hernia, la realización de corporectomía, con o sin fusión vertebral si es preciso, y obtener una visión y abordaje completo a la cara anterior medular de forma bilateral²¹⁻²⁶. Los casos en los que está contraindicada son aquellos incapaces de tolerar la ventilación de un único pulmón, la insuficiencia respiratoria aguda grave, la presencia de adherencias pleurales, y los antecedentes de empiema o toracotomía previa en el mismo lado del acceso. Las complicaciones más habituales de esta técnica son: la neuralgia intercostal habitualmente transitoria, la aparición de atelectasias pulmonares, la lesión pulmonar o diafragmática, y el empeoramiento neurológico^{27,28}.

CONCLUSIONES

La patología degenerativa dorsal sintomática es menos frecuente que la cervicolumbar y de diagnóstico más demorado. Los casos de estenosis del canal dorsal suelen cursar con mielopatía de curso insidioso. La hernia discal dorsal es la menos frecuente de todas las del raquis, con el menor porcentaje de necesidad quirúrgica. Predomina en el segmento dorsal bajo, por las características biomecánicas. La frecuencia de calcificación de las hernias discales dorsales y el predominio de las compresiones anteriores medulares hace que la vía de elección para la mayoría de casos sean las vías anterolaterales.

La utilización de técnicas endoscópicas facilita el abordaje directo de esta patología, minimizando las molestias postoperatorias respecto a la toracotomía convencional.

BIBLIOGRAFÍA

1. McInerney J, Ball PA. The pathophysiology of thoracic disc disease. *Neurosurg Focus*. 2000;9(4):e1.
2. Hyodoh H, Shirase R, Kawaharada N, et al. MR angiography for detecting the artery of Adamkiewicz and its branching level from the aorta. *Magn Reson Med Sci*. 2009;8(4):159-64.
3. Briggs AM, Smith AJ, Straker LM, Bragge P. Thoracic spine pain in the general population: prevalence, incidence and associated factors in children, adolescents and adults. A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009;10:77.

4. Cohen-Gadol AA, White JB, Lynch JJ, Miller GM, Krauss WE. Synovial cysts of the thoracic spine. *J Neurosurg Spine*. 2004; 1(1):52-7.
5. Kalfas IH. Laminectomy for thoracic spinal canal stenosis. *Neurosurg Focus*. 2000;9(4):e2.
6. Barnett GH, Hardy RW Jr, Little JR, Bay JW, Sybert GW. Thoracic spinal canal stenosis. *J Neurosurg*. 1987;66(3):338-44.
7. Aizawa T, Sato T, Sasaki H, et al. Results of surgical treatment for thoracic myelopathy: minimum 2-year follow-up study in 132 patients. *J Neurosurg Spine*. 2007;7(1):13-20.
8. Chang UK, Choe WJ, Chung CK, Kim HJ. Surgical treatment for thoracic spinal stenosis. *Spinal Cord*. 2001;39(7):362-9.
9. Shiokawa K, Hanakita J, Suwa H, Saiki M, Oda M, Kajiura M. Clinical analysis and prognostic study of ossified ligamentum flavum of the thoracic spine. *J Neurosurg*. 2001;94 Suppl 2:221-6.
10. Liao CC, Chen TY, Jung SM, Chen LR. Surgical experience with symptomatic thoracic ossification of the ligamentum flavum. *J Neurosurg Spine*. 2005;2(1):34-9.
11. Wakefield AE, Steinmetz MP, Benzel EC. Biomechanics of thoracic discectomy. *Neurosurg Focus*. 2001;11(3):E6.
12. Deniz FE, Brasiliense LB, Lazaro BC, et al. Biomechanical evaluation of posterior thoracic transpedicular discectomy. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(2):253-9.
13. Crawford MB, Toms AP, Shepstone L. Defining normal vertebral angulation at the thoracolumbar junction. *AJR Am J Roentgenol*. 2009; 193(1):W33-7.
14. Stillerman CB, Chen TC, Couldwell WT, Zhang W, Weiss MH. Experience in the surgical management of 82 symptomatic herniated thoracic discs and review of the literature. *J Neurosurg*. 1998; 88(4):623-33.
15. Barbanera A, Serchi E, Fiorenza V, Nina P, Andreoli A. Giant calcified thoracic herniated disc: considerations aiming a proper surgical strategy. *J Neurosurg Sci*. 2009;53(1):19-25; discussion 25-6.
16. Burke TG, Caputy AJ. Treatment of thoracic disc herniation: evolution toward the minimally invasive thoracoscopic technique. *Neurosurg Focus*. 2000;9(4):e9.
17. Chi JH, Dhall SS, Kanter AS, Mummaneni PV. The mini-open transpedicular thoracic discectomy: surgical technique and assessment. *Neurosurg Focus*. 2008;25(2):E5.
18. Bilsky MH. Transpedicular approach for thoracic disc herniations. *Neurosurg Focus*. 2000;9(4):e3.
19. Jho HD. Endoscopic transpedicular thoracic discectomy. *J Neurosurg*. 1999;91 Suppl 2:151-6.
20. Dinh DH, Tompkins J, Clark SB. Transcostovertebral approach for thoracic disc herniations. *J Neurosurg*. 2001;94 Suppl 1:38-44.
21. D'Aliberti G, Talamonti G, Villa F, et al. Anterior approach to thoracic and lumbar spine lesions: results in 145 consecutive cases. *J Neurosurg Spine*. 2008;9(5):466-82.
22. Sasani M, Ozer AF, Oktenoglu T, et al. Thoracoscopic surgical approaches for treating various thoracic spinal region diseases. *Turk Neurosurg*. 2010;20(3):373-81.
23. Oskouian RJ, Johnson JP. Endoscopic thoracic microdiscectomy. *Neurosurg Focus*. 2005;18(3):e11.
24. Haufe SM, Baker RA, Pyne ML. Endoscopic thoracic laminoforaminoplasty for the treatment of thoracic radiculopathy: report of 12 cases. *Int J Med Sci*. 2009;6(4):224-6.
25. Kim SJ, Sohn MJ, Ryoo JY, Kim YS, Whang CJ. Clinical analysis of video-assisted thoracoscopic spinal surgery in the thoracic or thoracolumbar spinal pathologies. *J Korean Neurosurg Soc*. 2007;42(4):293-9. Epub 2007 Oct 20.
26. Oskouian RJ, Johnson JP. Endoscopic thoracic microdiscectomy. *J Neurosurg Spine*. 2005;3(6):459-64.
27. McCormick WE, Will SF, Benzel EC. Surgery for thoracic disc disease. Complication avoidance: overview and management. *Neurosurg Focus*. 2000;9(4):e13.
28. Chen TC. Surgical outcome for thoracic disc surgery in the postlaminectomy era [review]. *Neurosurg Focus*. 2000;9(4):e12.