

Autor:

Prof. Dr. Celso Fretes
Ramírez.
Centro de Cirugía
Mínimamente
Invasiva de Columna y
Terapia del
Dolor.
Instituto Randall. Asunción.
Paraguay

Cirugía Endoscópica en el Dolor Discogénico Lumbar *Endoscopic Surgery in the Lumbar Discogenic Pain*

Abstract.

The focus of lumbar surgery has changed in recent years considering the advances in knowledge about pain, knowledge of spinal biomechanics, the emergence of new instruments and, the justified desire that this type of intervention be less traumatic and also have good results and comparable to conventional surgeries.

The development of optics for microsurgery, laser technology, instruments for endoscopic surgery, radiofrequency equipment and video and image guidance systems, are the basis for the broad development of surgery called minimally invasive spinal surgery. Within these techniques, endoscopic spinal surgery has been evolving in an important way, existing at present different types of optics, endoscopes with working channels of varied diameters, high definition visualization systems, being more and more used every day in the degenerative pathologies of the lumbar spine. They are also being used in the management of facet and sacroiliac pain by means of percutaneous endoscopies and ablative radiofrequency.

However, scientific studies claim that they are not more effective than Microdiscectomy, but they are less invasive, have less surgical morbidity and allow a faster surgical recovery. At present, additional improvements are used in the optical and image components, 3D vision is already used, there are advances in robotic surgery, there is development of biological agents and introduction of instrumentation for minimally invasive procedures that will lead to new procedures and applications in spinal surgery minimally invasive. The present work aims to show the main aspects of the management of discogenic pain due to disc hernias, using endoscopic percutaneous surgeries. Key Words disc herniation, Low back pain discogen, Lumbar endoscopic surgery, foraminal anatomy, Kambin triangle.

Resumen.

El enfoque de la cirugía lumbar ha cambiado en los últimos años considerando los avances en los conocimientos sobre dolor, conocimientos de la biomecánica espinal, aparición de nuevos instrumentales y sobre todo por el deseo justificado que este tipo de intervenciones, sean menos traumáticas e igualmente tengan buenos resultados y comparables a las cirugías convencionales.

El desarrollo de las ópticas para microcirugía, de tecnología láser, de instrumentales de cirugía endoscópica, de equipos de Radiofrecuencia y sistemas de guía de video e imagen, son la base para el amplio desarrollo de la cirugía llamada Cirugía espinal mínimamente invasiva. Dentro de estas técnicas, la Cirugía endoscópica de columna vertebral ha ido evolucionando en forma

importante, existiendo en la actualidad diferentes tipos de ópticas, endoscopios con canales de trabajo de variados diámetros, sistemas de visualización de alta definición, siendo cada día más utilizados sobre todo en las patologías degenerativas de la columna lumbar. Además están siendo utilizados en el manejo del dolor facetario y sacroiliaco por medio de endoscopias percutáneas y Radiofrecuencia ablativa.

No obstante, los trabajos científicos afirman que no tienen mayor eficacia que la

Microdiscectomía, pero son menos invasivos, tienen menos morbilidad quirúrgica y permiten una recuperación quirúrgica más rápida.

Sin dudas, se están estudiando y empezando a utilizar mejoras adicionales en los componentes ópticos y de imagen, se están utilizando visión 3D, existen avances en la Cirugía robótica, hay desarrollo de agentes biológicos e introducción de instrumentación para procedimientos mínimamente invasivos que conducirán en forma.

inevitable a nuevas aplicaciones en la cirugía espinal de mínima invasión.

El presente trabajo tiene por objetivo presentar los aspectos resaltantes del manejo del dolor discogénico a causa de hernias de disco, utilizando las cirugías percutáneas endoscópicas.

El dolor de la región lumbar es una de las causas más frecuentes de ausentismo laboral entre los adultos en edad productiva en los países desarrollados.1.2. Entre las causas más frecuentes de este tipo de dolor, se encuentra la enfermedad degenerativa del disco lumbar (DDD)1.

En el proceso de degeneración discal intervertebral, existe pérdida de agua, disminución de proteoglicanos y del contenido de colágeno que se encuentran en el interior del disco. Estos se pueden observar en secuencias T2 de resonancia magnética con ponderación T2, como disminución de la señal.

En una radiografía, esta situación se observa como disminución de la altura del disco intervertebral.3

La hernia de disco lumbar (LDH) a más de ser causa de dolor lumbar bajo (LBP) puede ser causa de dolor radicular o neuropático, irradiado a miembros inferiores 4. La evolución natural de la Hernia de disco lumbar generalmente es favorable y la mayoría de los pacientes se recuperan espontáneamente en aproximadamente 4-6 semanas después del inicio del cuadro doloroso con tratamiento conservador.5.

Sin embargo, aproximadamente un 20% de los pacientes con dolor radicular irradiado a miembros inferiores y causado por una hernia de disco lumbar, en general, no mejoran con tratamiento conservador y requieren algún tipo de tratamiento intervencionista para el alivio de su cuadro doloroso.6 En el presente, sin embargo, a pesar de la realización de un buen examen clínico neurológico y músculo esquelético y un buen estudio de Resonancia magnética, no resulta fácil identificar a los pacientes en quienes sea aconsejable tratamiento quirúrgico en una fase temprana de su enfermedad.7

Considerando que en la mayoría de pacientes predomina el cuadro inflamatorio - irritativo como causa del dolor y no compresivo, es recomendable que el manejo inicial sea un abordaje multidisciplinario con fármacos y terapia física principalmente.8 En general, la mayoría de especialistas consideran prudente aguardar 4 a 8 semanas con tratamiento conservador. Cuando no hay mejoría con esta terapia, o cuando hay Síndrome de Cauda Equina, Déficit motor progresivo, o dolor intratable, la cirugía está indicada. 9

La cirugía en la actualidad está evolucionando hacia técnicas que causen una menor agresión al paciente, de tal forma a lograr la menor lesión de tejidos sanos, la menor posibilidad de riesgos operatorios y la más rápida recuperación del paciente. Existen Sociedades Médicas que dedican su esfuerzo en estandarizar estas técnicas y evaluar los resultados obtenidos. Estas son llamadas Sociedades de Cirugía de Columna de Mínima Invasión y sin lugar a dudas, cada día tiene más miembros en la comunidad médica especializada.10

Este tipo de cirugía se denomina “Cirugía Mínimamente Invasiva” y se inició a mediados de los años 70 con las artroscopias (rodilla, hombro, etc.), en los años 80 con las endoscopias (abdominales, urogenitales, etc.) y actualmente con la nueva cirugía endoscópica de columna. Al minimizar la agresión a los tejidos, la recuperación del paciente es mucho más rápida, permitiendo en muchos casos una pronta reincorporación laboral. 11

La cirugía endoscópica de columna está destinada a ser un procedimiento habitual, luego de una curva de aprendizaje por el médico especialista en cirugía espinal, en el que pueda estudiar y reconocer la anatomía endoscópica espinal, las posibles técnicas que pueda utilizar y los diferentes y específicos instrumentales.12

Disco intervertebral.

Lamentablemente, los profesionales de la salud no nos ponemos de acuerdo, a nivel mundial, sobre una definición precisa y los pacientes pueden sentirse frustrados cuando escuchan distintos términos para su diagnóstico. Una variedad de términos (Hernia discal, discopatía protruida, disco roto, disco desgarrado, disco desplazado, disco colapsado, protrusión discal, enfermedad de disco, disco negro, pinzamiento discal) pueden provocar aún más confusión.13

En lugar de preocuparnos por qué término se usa, es más útil para los pacientes tratar de que comprendan con claridad el diagnóstico médico preciso y las alternativas de tratamiento, sobre todo el conservador y las cirugías llamadas mínimamente invasivas – endoscópicas o percutáneas por ser los tratamientos más recomendables y que brindan mejores resultados.12-13

Mientras que el dolor radicular que se irradia a las extremidades inferiores es bien aceptado como un síntoma de la enfermedad de disco lumbar, el papel de la enfermedad de disco como causa del dolor lumbar bajo no radicular sigue siendo más polémico, siendo en la práctica médica habitual, difícil diagnosticar el dolor lumbar de origen exclusivamente discal.¹⁴

Se describe que el proceso degenerativo discal en humanos puede comenzar en forma temprana como en la tercera década de la vida. Sin dudas que factores genéticos, el envejecimiento normal, la obesidad, el tabaquismo, las micro vibraciones repetidas, las cargas axiales excesivas, aceleran la degeneración de los discos intervertebrales.¹⁵

Anderson encontró que la degeneración del disco era una de las causas principales para el dolor lumbar bajo crónico, sobre todo asociado a los cambios facetarios subsecuentes.¹⁶

Conocido como dolor discogénico localizado frecuentemente en la región lumbar baja, es la enfermedad más común causante del dolor lumbar crónico y representa aproximadamente el 39% de su incidencia. La mayoría de los datos muestran que este tipo de dolor crónico está estrechamente relacionado con la estructura anatómica del disco intervertebral, particularmente en pacientes sin hernia del núcleo pulposo, incluso con el anillo externo discal intacto.¹⁷

Los procesos anatómicos y patológicos múltiples (degeneración, lesión de la placa terminal, inflamación, etc.) pueden estimular internamente los receptores del dolor dentro del disco sin causar síntomas a nivel de la raíz nerviosa. Al no existir síntomas radiculares precisos, es difícil hasta puede no presentarse evidencia de lesiones segmentarias en la imagenología.

Los trastornos del disco fueron documentados por primera vez por Crock en 1970 y el término Dolor lumbar bajo persistente o crónico se acuñó en 1979.

Desde entonces, se han realizado bastantes estudios en profundidad sobre esta condición. Según las investigaciones epidemiológicas, el Dolor lumbar bajo discogénico, es una enfermedad compleja con implicaciones genéticas, comunitarias y de salud mental.¹⁸

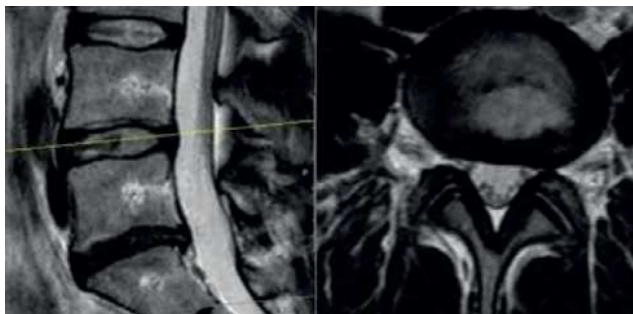


FIGURA 1: Resonancia magnética de Columna lumbar. Foto de la izquierda muestra un corte sagital de la columna lumbar, con la presencia de una discopatía L5-S1 no compresiva y un disco L4-5 de aspecto normal. A la derecha imagen axial del disco que muestra el anillo fibroso a nivel periférico y el núcleo gelatinoso central. Se observa además la hipertrofia del ligamento amarillo y la asimetría del foramen intervertebral.

Hernia discal lumbar.

Los grupos de pacientes con una susceptibilidad genética al Dolor lumbar bajo discogénico, se consideran de alto riesgo y experimentan cambios en la composición química y biológica de su disco intervertebral, así como los cambios metabólicos en sus cuerpos. Las sobrecargas anormales y repetidas reducen la cantidad de agua en el núcleo gelatinoso, induciendo la degeneración del disco. El disco es incapaz de soportar el estrés de manera uniforme, y el aumento localizado en el estrés causa lesiones estructurales que conducen a un desgarro o rotura en el anillo fibroso y la placa terminal. El daño a la placa acelera el proceso patológico de la degeneración del disco. Durante este proceso degenerativo, las células del núcleo del disco generan una respuesta inflamatoria, liberando una gran cantidad de factores inflamatorios o citoquinas. Los estudios han sugerido que los pacientes con dolor lumbar, tienen niveles significativamente más altos de interleucina-1 (IL-1), IL-6 e IL-8 liberados, en comparación con los pacientes con hernia de disco.¹⁸⁻¹⁹

Estos factores inflamatorios estimulan los receptores de dolor (terminaciones nerviosas libres) y causan dolor. En concreto, el Dolor lumbar bajo crónico requiere dos factores para que exista el dolor: la existencia de terminaciones nerviosas libres, que son los receptores del dolor y la llamada cascada inflamatoria.

Hay una alta densidad de nervios y vasos sanguíneos en el tercio exterior del anillo y el área de la placa cartilaginosa, que es probablemente el sitio donde se produce el dolor. Está demostrado que las células del núcleo gelatinoso producen una gran cantidad de factores inflamatorios, que actúan sobre los receptores del dolor para producir dolor.

Así, la respuesta inflamatoria es la principal causa fisiopatológica del Dolor lumbar bajo discogénico.²⁰ Solo una pequeña proporción (aproximadamente el 20%) de los casos de dolor lumbar bajo se puede atribuir con una certeza razonable a una entidad patológica o anatómica.

Por lo tanto, el diagnóstico de la causa de un Dolor lumbar bajo representa el mayor desafío para los médicos en este campo. Los tratamientos de pacientes con Dolor lumbar bajo discogénico a menudo son insatisfactorios debido a la falta de un diagnóstico preciso.²¹

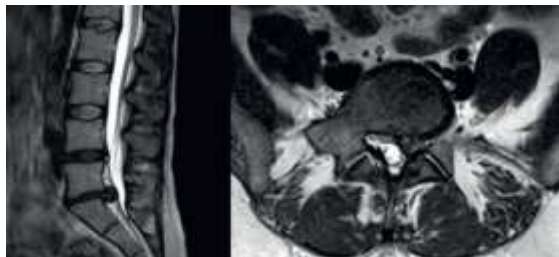


FIGURA 2: Resonancia magnética de Columna lumbar. Foto de la izquierda muestra un corte sagital de la columna lumbar, con la presencia de una discopatía protruida a nivel L4-5 y una Hernia de disco extruida a nivel L5-S1. A la derecha imagen axial del disco que muestra una hernia de disco extruida a nivel L5-S1 postero lateral y en el receso lateral.

Se observa además el aumento del líquido sinovial a nivel de las facetas subyacentes

Anatomía quirúrgica endoscópica lumbar.

Consideraciones anatómicas

Consideramos en el presente trabajo aspectos anatómicos relacionados sobre todo al foramen intervertebral, por su importancia en la utilización de diferentes técnicas intervencionistas de mínima invasión.

La mitad superior del neuroforamen contiene la raíz nerviosa que sale a dicho nivel. La mitad inferior del neuro-foramen está delimitada por el disco intervertebral y el complejo articular facetario.

La zona de abordaje al disco lumbar intervertebral fue inicialmente descrita por Kambin y Brager (1987).

Kambin describió esa zona de trabajo, hoy conocida como triángulo de Kambin, que permite el acceso seguro para los instrumentos y que es constituida de la siguiente manera: su base es la plataforma proximal del cuerpo de la vértebra infrayacente, su altura el proceso articular proximal y la hipotenusa es la raíz nerviosa emergente. 22-23



FIGURA 3: A la izquierda corte parasagital foraminal de Resonancia magnética lumbar que muestra en la mitad superior del neuroforamen la raíz nerviosa que sale a dicho nivel. La mitad inferior del neuroforamen está delimitada anteriormente por el disco intervertebral y posteriormente por el complejo articular facetario. En la imagen central y el de la derecha se observa una Tomografía lumbar 3-D, mostrando el foramen intervertebral y el Triángulo de Kambin formado por tres lados. La base del triángulo es el borde superior del cuerpo vertebral inferior o caudal. Su hipotenusa o lado más largo del triángulo es la raíz nerviosa saliente o emergente y su altura corresponde a la raíz nerviosa pasante y el cilindro dural.

Es de gran importancia para la correcta aplicación de la técnica, el conocimiento de la anatomía espinal, de la anatomía foraminal con sus elementos vasculares y neurales y sobre todo del llamado Triángulo de Kambin. Este es el sitio adecuado para los abordajes posterolaterales para la realización de la discectomía endoscópica postero lateral. Sus límites, como se citaba arriba son: La raíz nerviosa saliente en la región superoexterna, la raíz pasante que sale en el foramen inferior en la región medial y en la base o región inferior el borde superior de la vertebral distal.



FIGURA 4: A la izquierda se demuestra el planeamiento por Resonancia magnética de un excelente acceso a la porción posterolateral del disco a través de la zona triangular de Kambin. En la imagen central y el de la derecha se observa como la zona permite la colocación ideal del endoscopio en el disco. En L5-S11, hay menos espacio en el foramen, y puede ser necesaria una facetectomía lateral si hay un ilio alto y estrecho. Tenga en cuenta que cuanto más cefálico sea el disco, más grande será el portal foraminal. En el dibujo de la derecha

Cirugía endoscópica de columna

Idealmente, los abordajes de las intervenciones quirúrgicas de la columna y los instrumentos quirúrgicos deberían preservar la anatomía normal y acceder al sitio patológico con un daño mínimo del tejido normal. Las técnicas actuales en cirugía endoscópica se desarrollaron a partir de procedimientos percutáneos que utilizaron inicialmente cánulas de acceso, con instrumentos modificados y diseñados para la extracción de discos. Kambin, Hijikata y sus colegas fueron pioneros en la introducción y el desarrollo de la técnica endoscópica a través de la zona triangular.²⁴ Ambos grupos de cirujanos utilizaron un artroscopio para inspeccionar el disco y el anillo fibroso a través de la cánula. La discectomía se realizó bajo guía

fluoroscópica colocando las pinzas de discectomía en la cánula de trabajo tras la extracción del endoscopio. El disco y sus estructuras vecinas se verificaron intermitentemente durante el procedimiento colocando el endoscopio dentro de la cánula. Los avances de la cirugía endoscópica ofrecen a los cirujanos la oportunidad de visualizar y tratar las lesiones patológicas que pueden causar dolor como son las hernias de disco y las estenosis del foramen intervertebral.²⁵

El desarrollo de instrumentales de endoscopios de diferentes longitudes y diámetros, además del gran avance de las ópticas y sistemas de imágenes, permitió el uso de cánulas biseladas y ranuradas, permitiendo un mayor y mejor acceso a las hernias de disco, protegiendo el nervio saliente y el ganglio de la raíz dorsal, situado en la mitad superior del foramen.

Estos avances permiten realizar una Discectomía Endoscópica Selectiva dirigida bajo visualización directa mientras se observa las relaciones anatómicas, el espacio epidural, el anillo fibroso y el contenido intradiscal.²⁶

Tsou y Yeung estudiaron un grupo de 219 pacientes con hernias no contenidas e informaron los resultados a los 1 año de seguimiento. La satisfacción del grupo de paciente fue del 91%. Estos resultados iniciales mostraron que la cirugía endoscópica podría proporcionar resultados equivalentes a los resultados de la microdiscectomía abierta.²⁷

En una revisión de sus primeros 500 pacientes, Yeung informó un 86% de resultados bueno / excelente con los criterios de MacNab modificados para la discectomía percutánea transforaminal para un grupo global de pacientes con una variedad de hernias de disco y dolor de espalda discogénico que optó por una cirugía endoscópica de columna vertebral en lugar de enfoque tradicional.

Demostrando sobre todo grandes ventajas para el paciente como son el grado de satisfacción, una duración más corta del uso de fármacos y opiodes y finalmente un menor tiempo de pérdida de trabajo en comparación con la discectomía abierta.²⁸



FIGURA 5: Paciente intervenida por el autor del trabajo. Se realiza sedación y anestesia local. Luego, bajo guía radiológica se aborda el disco a tratar. Las imágenes son de un abordaje discal L4- 5 a derecha, por medio de una cirugía endoscópica. Se observa la cánula de trabajo situada en la mitad inferior del foramen intervertebral y en a vista frontal el abordaje hasta la línea media del disco intervertebral. A la derecha se observa la remoción de la hernia con una pinza adecuada.

Tsou y Yeung, publicaron sobre la Discectomía endoscópica selectiva acompañada de la Discoplastia térmica y Anuloplastia, realizadas en el mismo acto quirúrgico y bajo visión endoscópica. Las lesiones y desgarros anulares visualizadas en el proceso de la Discectomía endoscópica selectiva, se han demostrado que se contraen y encogen cuando una sonda de Radiofrecuencia flexible bipolar de 4,0 MHz es utilizada para realizar la ablación o coagulación del núcleo gelatinoso y del anillo fibroso. Este método endoscópico para tratar el dolor de espalda discogénico, ha mostrado resultados prometedores para aliviar el dolor discogénico lumbar crónico.²⁹

Discusión.

El dolor lumbar es uno de los síntomas más comunes y casi todos los individuos han sufrido un episodio de dolor lumbar en algún momento de la vida que interrumpe las actividades diarias normales, como el trabajo y la recreación.³⁰ Las publicaciones informan que el Dolor lumbar bajo discogénico resultante de la lesión del disco, representa aproximadamente el 40% de los casos de dolor crónico de espalda baja.

Por ello, es muy importante aclarar pautas acerca del tratamiento. Excepto el tratamiento conservador, se han publicado sobre una variedad de métodos quirúrgicos para el Dolor lumbar bajo discogénico, incluida la fusión espinal y la artroplastia de disco. Sin embargo, estos métodos son demasiado invasivos y se asocian con múltiples complicaciones.^{31-32.}

Por lo tanto, como alternativa a la cirugía, se han explorado una variedad de procedimientos intradiscales mínimamente invasivos, percutáneos, como la Terapia electrotérmica intradiscal, la Biacuplastia transdiscal³³ y la nucleoplastia.³⁴ Sin embargo, por diseño o en la práctica, estos procedimientos se dirigen al Núcleo pulposo o a las capas internas del anillo fibroso y a las capas externas del anillo fibroso donde se genera principalmente la nocicepción. Los procedimientos citados se basan en la guía fluoroscópica para colocar los diferentes tipos de instrumentos en los tejidos objetivo o diana y que no están directamente visualizados.³⁵

Con respecto a la publicación de resultados, se informaron menos complicaciones con las técnicas endoscópicas en comparación con las técnicas estándar, en 2 de 5 estudios, en que las diferencias alcanzaron significación estadística³⁶. Mientras que el estudio sobre las hernias de disco lumbares recurrentes mostró una diferencia en las complicaciones graves de 21% frente a 6%, ambas a favor del abordaje endoscópico³⁷. El estudio que

comparó la discectomía cervical anterior y la fusión (ACDF) con la descompresión transdiscal anterior endoscópica para las hernias de disco cervical encontró menos dificultades postoperatorias con la deglución (5 vs. 2) en el grupo endoscópico sin alcanzar significación estadística³⁸.

Conclusiones.

Sobre la base de las publicaciones actuales, la Discectomía endoscópica percutánea es un tratamiento seguro y eficaz para pacientes cuidadosamente seleccionados con Dolor lumbar bajo discógeno. La Termodiscolplasia - Anuloplastia térmica es el punto clave para un buen resultado. Existe evidencia de buena calidad, pero predominantemente de pocos grupos, en las hernias de disco cervical y lumbar sintomáticas con procedimientos endoscópicos completos comparadas con los procedimientos microquirúrgicos estándar. En manos experimentadas, estos resultados no parecen tener una mayor tasa de complicaciones o complicaciones más graves.

Sin embargo, debido a los diseños de estudios y nivel de evidencia, un estudio multicéntrico aleatorio con mayor cantidad de pacientes es necesario. Se debe además realizar un seguimiento más prolongado. Impresiona que la cirugía endoscópica de columna está destinada a ser un procedimiento frecuente con el que el cirujano se debe familiarizar utilizando conocimientos anatómicos y el equipamiento e instrumentales necesarios, disponibles en la actualidad.

REFERENCIAS

1. Benneker LM, Heini PF, Anderson SE, Alini M, Ito K. Correlation of radiographic and MRI parameters to morphological and biochemical assessment of intervertebral disc degeneration. *Eur Spine J.* 2005;14(1):27-35.
2. Andersson GB. Epidemiology of low back pain. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1998;281:28-31.
3. Urban JPG, Roberts S. The intervertebral disc: normal, aging and pathologic. In: Herkowitz H, Garfin SR, Eismont FJ, Bell GR, Balderston RA, editors. *Rothman-Simeone the spine.* 5th ed. Philadelphia: Saunders; 2006. p. 71-83.
4. Frymoyer JW. Lumbar disk disease: epidemiology. *Instr Course Lect* 1992;41:217-23.
5. Fager CA. Observations on spontaneous recovery from intervertebral disc herniation. *Surg Neurol.* 1994;42:282-6.
6. Weber H, Holme I, Amlie E. The natural course of acute sciatica with nerve root symptoms in a doubleblind placebo-controlled trial evaluating the effect of piroxicam. *Spine (Phila Pa 1976)* 1993;18:1433-8.
7. Peul WC, van Houwelingen HC, van der Hout WB, et al. Prolonged conservative treatment or 'early' surgery in sciatica caused by a lumbar disc herniation: rationale and design of a randomized trial [ISRCT 26872154]. *BMC Musculoskelet Disord* 2005;6:8.
8. Porchet F. Role of surgical treatment of low back pain and lumbo-sciatica. *Praxis (Bern 1994)* 2001;90:1878-82.
9. Kramer J, Ludwig J. Surgical treatment of lumbar intervertebral disk displacement. Indications and methods. *Orthopade* 1999; 28:579-84.
10. Polikandriotis JA, Hudak EM, Perry MW. Minimally invasive surgery through endoscopic laminotomy and foraminotomy for the treatment of lumbar spinal stenosis. *J Orthop* 2013; 10:13-6.
11. Maroon JC, Onik G, Sternau L: Percutaneous automated discectomy. A new approach to lumbar surgery. *Clin Orthop* 238: 64-70, 1989
12. Mayer HM, Brock M: Percutaneous endoscopic discectomy: surgical technique and preliminary results compared to microsurgical discectomy. *J Neurosurg* 78:216-225, 1993
13. Khalid M. Malik, Steven P. Cohen, David R. Walega, Honorio T. Benzon. Diagnostic criteria and treatment of discogenic pain: a systematic review of recent clinical literatura. *The Spine Journal* 13 (2013) 1675-1689
14. Nevan G. Baldwin. Lumbar disc disease: the natural history. *Neurosurg Focus* 13- 2, 2002

15. Zhang YG, Sun ZM, Liu JT, Wang SJ, Ren FL, Guo X. Features of intervertebral disc degeneration in rat's aging process. *J. Zhejiang Univ Sci B.* 2009;10:522-527.
16. Anderson D, Tannoury C. Molecular pathogenic factors in symptomatic disc degeneration. *Spine J.* 2005;5:260S-266S.
17. Zhang Y, Sun Z, Liu J, Guo X. Advances in susceptibility genetics of intervertebral degenerative disc disease. *Int J Biol Sci.* 2008;4:283-290.
18. Burke JG, Watson RW, McCormack D, Dowling FE, Walsh MG, Fitzpatrick JM. Intervertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:196-201.
19. Wetzel FT, Donelson R. The role of repeated endrange/pain response assessment in the management of symptomatic lumbar discs. *Spine J.* 2003;3:146-154.
20. Young S, Aprill C, Laslett M. Correlation of clinical examination characteristics with three sources of chronic low back pain. *Spine J.* 2003;3:460-465.
21. Yin-gang Zhang, Tuan-mao Guo, Xiong Guo, and Shixun Wu. Clinical diagnosis for discogenic low back pain. *International Journal of Biological Sciences.* 2009; 5(7):647-658
22. Kambin P. Arthroscopic microdiscectomy *Arthroscopy.* 1992;8(3):287-95.
23. Kambin P, Shofter JL. Percutaneous lumbar discectomy. Review of 100 patients and current practice. *Clin Orthop.* 1989;(238):145-54 24-
24. Kambin P. Arthroscopic microdiscectomy: minimal intervention in spinal surgery. Baltimore: Urban and Schwarzenberg; 1991.
25. Hijikata S, Yamagishi N, Nakayama T, et al. Percutaneous discectomy: a new treatment method for lumbar disc herniation. *J Toden Hosp.* 1975; 5:5-13.
26. Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation- surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases. *Spine* 2002;27 (7): 722-31.
27. Tsou PM, Yeung AT. Transforaminal endoscopic decompression for radiculopathy secondary to intracanal noncontained lumbar disc herniations: outcome and technique. *The Spine Journal* 2002; 2 (1):41-8.
28. Yeung AT. The evolution of percutaneous spinal endoscopy and discectomy: state of the art. *Mount Sinai J Med* 2000; 67 (4):327-32.
29. Tsou PM, Yeung AT. Selective endoscopic nucleotomy thermal annuloplasty for chronic lumbar discogenic pain: a new minimally invasive
30. R.A. Deyo, D. Cherkin, D. Conrad, E. Volinn, Cost, controversy, crisis: low back pain and the health of the public, *Annu. Rev. Public Health* 12 (1991) 141e156.
31. G.B. Andersson, N.A. Mekhail, J.E. Block, Treatment of intractable discogenic low back pain. A systematic review of spinal fusion and intradiscal electrothermal therapy (IDET), *Pain Physician* 9 (3) (2006 Jul) 237e248.
32. N. Bogduk, C. Aprill, R. Derby, Lumbar discogenic pain: state-of-the-art review, *Pain Med.* (Malden, Mass) 14 (6) (2013 Jun) 813e836.
33. L. Kapural, Intervertebral disk cooled bipolar radiofrequency (intradiskal biacuplasty) for the treatment of lumbar diskogenic pain: a 12- month followup of the pilot study, *Pain Med.* (Malden, Mass) 9 (4) (2008 May-Jun) 407e408
34. L. Manchikanti, F.J. Falco, R.M. Benyamin, D.L. Caraway, T.R. Deer, V. Singh, H. Hameed, J.A. Hirsch, An update of the systematic assessment of mechanical lumbar disc decompression with nucleoplasty, *Pain Physician* 16 (2 Suppl) (2013 Apr) Se25eSe54.
35. S. Helm, S.M. Hayek, R.M. Benyamin, L. Manchikanti, Systematic review of the effectiveness of thermal annular procedures in treating discogenic low back pain, *Pain Physician* 12 (1) (2009 Jan-Feb) 207e232.
36. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Fullendoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: A prospective, randomized, controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33:931-939.
37. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Recurrent lumbar disc herniation after conventional discectomy: A prospective, randomized study comparing fullendoscopic interlaminar and transforaminal versus microsurgical revision. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22:122-129.
38. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Fullendoscopic anterior decompression versus conventional anterior decompression and fusion in cervical disc herniations. *Int Orthop* 2009; 33:1677-1682.

