

Cirugía y Cirujanos
ISSN: 0009-7411
cirugiaycirujanos@prodigy.net.mx
Academia Mexicana de Cirugía, A.C.
México

Rosales-Olivares, Luis Miguel; Alpízar-Aguirre, Armando; Miramontes-Martínez, Víctor; Zárate-Kalfópulus, Barón; Reyes-Sánchez, Alejandro
Estabilización dinámica interespinosa en discectomía lumbar. Seguimiento de cuatro años
Cirugía y Cirujanos, vol. 78, núm. 6, noviembre-diciembre, 2010, pp. 495-499
Academia Mexicana de Cirugía, A.C.
Distrito Federal, México

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66220323006

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Estabilización dinámica interespinosa en discectomía lumbar. Seguimiento de cuatro años

Luis Miguel Rosales-Olivares, Armando Alpízar-Aguirre,* Víctor Miramontes-Martínez,* Barón Zárate-Kalfópulus,* Alejandro Reyes-Sánchez***

Resumen

Introducción: La estabilización posterior semirrígida es una opción para evitar la artrodesis en los segmentos operados, pero se requiere que sea dinámica para permitir una función estable del segmento. Objetivo: demostrar la estabilidad dinámica posterior a discectomía lumbar que se logra con el ligamento Dallos®.
Material y métodos: Estudio autocontrolado, prospectivo, longitudinal, de intervención deliberada, de 46 pacientes con estabilización dinámica interespinosa entre 1997 y 2004, con seguimiento de cuatro años. Se realizó análisis clínico y radiográfico de la discapacidad lumbar, del dolor, de la altura discal y del ángulo intersomático (neutro, en flexión y extensión). Se realizó estadística descriptiva y se aplicó la prueba de rangos de Wilcoxon; se consideró con valor estadístico una p < 0.05.
Resultados: De los 46 pacientes, 39 completaron el seguimiento: nueve mujeres y 30 hombres, con edad promedio de 30.74 años. En 21 pacientes estuvieron afectados los niveles L4-L5; en 17, L5-S1; en uno, L3-L4. Se obtuvo mejoría de 80.3% en la escala de Oswestry (p = 0.0001) y el dolor disminuyó 6.8 puntos de la escala visual análoga; la altura discal disminuyó 0.1 mm en promedio, sin diferencia significativa. El ángulo intersomático en posición neutra aumentó 1.13°, sin diferencia estadística; en flexión aumentó 2.641° (p = 0.0002); a la extensión disminuyó 0.817°, sin valor estadístico. El rango de movilidad disminuyó 3.416° (p = 0.004).
Conclusiones: La ligamentoplastia interespinosa mejora la estabilidad segmentaria, permite la movilidad dentro de los rangos normales, conserva la altura discal a los cuatro años de seguimiento y ofrece una mayor estabilidad dinámica con una notable mejoría clínica.

Palabras clave: Cirugía espinal, estabilización dinámica, cirugía lumbar, cirugía de no fusión.

Abstract

Background: Semirigid posterior stabilization is an alternative, avoiding arthrodesis in operated segments. However, this results in the need for dynamic stabilization to allow a stable feature function.
Methods: We conducted a prospective longitudinal self-reported interventional study. We included 46 patients with dynamic Dallos-type interspinous stabilization between 1997 and 2004. A 4-year follow-up analysis was performed using clinical and radiographic studies, preoperatively and 4 years later evaluating lumbar disability, pain, disc height, disc angle (neutral, flexion, and extension). Descriptive statistics were used along with Wilcoxon signed range test. Statistical significance was accepted when p <0.05.
Results: Of 46 patients, 39 completed a 4-year follow-up. Included in the study were nine females and 30 males with an average age of 30.74 years. Affected levels were L4 and L5 (21 patients); L5/S1 (17 patients) and L3/L4 (one patient). An improvement was reported of 80.3% according to the Oswestry scale (p = 0.0001). Preoperative pain decreased 6.8 points VAS. Disc height decreased 0.1 mm on average without significance. Disc angle (neutral) increased 1.13° without statistical difference. For flexion the increase was 2.641° (p = 0.0002), and extension decreased 0.817° on average without statistical significance. Range of mobility decreased 3.416° (p = 0.004).
Conclusions: Interspinous ligamentoplasty improves segmental stability, allowing mobility within normal ranges and preserving disc height at 4 years of follow-up, as well as offering greater dynamic stability. Successful clinical improvement was demonstrated.

Key words: Spinal surgery, dynamic stabilization, lumbar surgery, nonfusion surgery.

* Servicio de Cirugía de Columna Vertebral.
** División de Cirugía Especial.
Instituto Nacional de Rehabilitación, Secretaría de Salud, México, D. F.

Correspondencia:
Alejandro Reyes-Sánchez.
Camino a Santa Teresa 1055-950,
Col. Héroes de Padierna,
Del. Magdalena Contreras,
10700 México, D. F.
Tel.: (55) 5999 1000, extensión 12209.
E-mail: alereyes@inr.gob.mx; areyes@vertebrae.com.mx

Recibido para publicación: 10-12-2009
Aceptado para publicación: 16-07-2010

Introducción

Como lo mencionaron White y Padjabi[1] en 1978, la hernia discal como etiología de la ciática es el resultado de la inestabilidad y degeneración de estructuras ligamentarias debido a traumas repetidos; los ligamentos supra e infraespinosos presentan desgarros de importancia variable conforme los antecedentes de trabajo y estrés se encuentran en los espacios más bajos de la zona lumbar. La lesión de los ligamentos altera el control de la flexión anterior y repercute de modo desfavorable en las fibras longitudinales posteriores del anillo fibroso, lo que facilita la fisu-

ra y el prolapso posterior del núcleo pulposo; así mismo cualquier incremento de más de 10% en la distensión de los ligamentos y de 25 a 30% en la angulación del espacio intersomático provocan dolor y sintomatología clínica. Aunque analíticamente se preserva la función, el estado clínico es inconsistente y una mínima perturbación es suficiente para producir alteraciones en las articulaciones y contribuir más a la inestabilidad y al incremento del movimiento anormal.[2-4]

En general, la flexoextensión en la columna cervical es de 10 a 20º y en la columna lumbar de 9 a 14º. Los implantes flexibles deben estar diseñados para alcanzar estos rangos de movimiento.[5] En 1992, Graf y colaboradores[6] establecieron la biomecánica de los sistemas de estabilización posterior, en los que se deja el tejido generador del dolor *in situ*, se restringen ciertos arcos de movilidad y cambia la distribución de la carga a través de la unidad funcional estabilizadora, conceptos que se han mantenido en todos los sistemas concebidos bajo esta idea.[7,8]

En 1998, Reyes y colaboradores[9] realizaron un reforzamiento del ligamento supra e interespinoso mediante la utilización de tejido dérmico para estabilizar la columna y evitar la lumbalgia posquirúrgica en cirugía de hernia de disco; los resultados demostraron una notable disminución de los rangos de movimiento del segmento afectado que evitó la lumbalgia posoperatoria sin incrementar el movimiento intersomático anormal de los segmentos adyacentes. Fujiwara y colaboradores[10] analizaron los efectos de la degeneración discal así como la artrosis de la facetas articulares; encontraron que un disco degenerado con pérdida de la hidratación del núcleo pulposo disminuye el soporte viscoelástico de la columna vertebral, por lo que las fuerzas de compresión no son adecuadamente distribuidas y toda la carga es derivada hacia el anillo fibroso, elemento incapaz de disipar las fuerzas de compresión.

En los informes sobre el tema se concluye que la mayoría de las hernias de disco en la región lumbar es el resultado de inestabilidad previa por la degeneración de las estructuras discoligamentarias, la cual se incrementa con la cirugía discal. De tal forma, con una estabilización dinámica que preserva la movilidad raquídea funcional se obtienen beneficios positivos en la evolución posquirúrgica y se disminuye la degeneración discal del segmento adyacente.[11-28]

Hay suficiente evidencia y apoyo en la experiencia clínica para justificar la hipótesis de que el dolor lumbar crónico se debe a la carga y no al aumento del movimiento.[29] La ligamentoplastia o estabilización dinámica permite el movimiento fisiológico del segmento y la descarga del disco en un grado fisiológico; a esto se le atribuye el éxito parcial de los sistemas que muestran claramente que el dolor de espalda puede atenuarse a pesar del movimiento. Estos sistemas pueden tener éxito en los pacientes en los que el dolor está relacionado con la carga anormal en flexión. Se aventura la hipótesis de que un sistema de estabilización flexible debe distribuir y combinar la carga axial sobre los discos y elementos posteriores. La ventaja de preservar el movimiento no está relacionada con la necesidad de doblar la espalda, pero sí con la necesidad de la columna vertebral de lograr un equilibrio sagital en las diferentes posturas requeridas para la vida diaria. Filosóficamente, la verdadera curación de una enfermedad degenerativa del disco es un retroceso en el proceso degenerativo.[5,8,12,15,20,26-36]

Material y métodos

Estudio autocontrolado, prospectivo, longitudinal, descriptivo, de intervención deliberada, con universo de estudio integrado por todos los pacientes intervenidos quirúrgicamente en el Servicio de Cirugía de Columna Vertebral entre el 1 de enero de 1997 y el 31 de diciembre de 2004. Se realizó una revisión de todos los pacientes con diagnóstico de hernia discal lumbar sometidos a discectomía y estabilización dinámica flexible mediante ligamento tipo Dallos® (Tricomed, S.A., Polonia) en el Instituto Nacional de Rehabilitación, que contaban con seguimiento de cuatro años.

Se excluyeron quienes tuvieran obesidad (índice de masa corporal ≥ 30), infección sistémica o local activa, antecedente de tratamiento quirúrgico previo en el segmento afectado, compromiso mental (desorden psiquiátrico, demencia, Alzheimer, abuso de alcohol o drogas) y quienes no aceptaron firmar el consentimiento informado. Se eliminaron aquellos con infección posoperatoria de la herida quirúrgica o que no completaron el seguimiento.

Las variables estudiadas fueron edad, sexo, segmento lumbar, escala de porcentaje de discapacidad lumbar de Oswestry, escala visual análoga para el dolor; altura discal en medición radiográfica del segmento afectado expresada en milímetros, angulación del espacio intersomático expresada en grados con medición radiográfica en flexión, extensión y posición neutra.

El análisis estadístico se realizó mediante una base de datos que incluyó la información demográfica de cada paciente, así como los valores de las variables independientes en dos tiempos: pre y poscirugía. Esta información se capturó con la hoja de cálculo Excel®. Se identificó el tipo de datos generados en las variables y se procedió a realizar la descripción y el análisis. Se determinó la distribución para cada variable y se analizó con la prueba de t de Student y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Se consideró una diferencia estadística con $p < 0.05$. El análisis se llevó a cabo con el programa Minitab 15.

Resultados

De 46 pacientes que se ingresaron al estudio 39 completaron un seguimiento de cuatro años de evolución, de éstos nueve fueron mujeres (23.07%) y 30 hombres (76.92%), con edad promedio de 30.74 años (rango de 17 a 46). Se encontró que 21 pacientes tenían afectado el segmento L4-L5; 17, L5-S1; y uno, L3-L4 (cuadro I).

La escala de Oswestry previa a la cirugía indicó un promedio de discapacidad de 58%, que disminuyó a 11.38% a los cuatro años de seguimiento (p = 0.0001, IC = 95.1%); la intensidad del dolor preoperatorio mostró un promedio de 8.53 ± 0.64 puntos en la escala visual análoga, con una media de 9, que descendió a 1.769 ± 1.530 puntos a los cuatro años de seguimiento (p = 0.0001, IC 95%), con una media de 2.000 (p = 0.0001, IC = 95.1%) (cuadro II).

La altura discal preoperatoria midió en promedio 9.026 ± 1.564 mm y a los cuatro años de seguimiento 8.923 ± 1.579 mm, con una diferencia promedio de –0.102 mm de pérdida, por lo que no presentó diferencia estadística significativa. El ángulo intersomático en posición neutra antes de la cirugía tuvo un promedio de 9.179º y a los cuatro años de 10.308º, con IC = 99%, sin diferencia estadísticamente significativa; a la flexión preoperatoria tuvo 6.103 ± 3.432º y a los cuatro años de seguimiento 8.744 ± 2.682º (p = 0.0002, IC = 95%); en la extensión preoperatorio midió 11.897º y a los cuatro años de seguimiento midió 11.08º, por lo que no mostró diferencia estadísticamente significativa. El rango de movilidad preoperatoria fue de 5.749º y a los cuatro años de seguimiento de 2.333º, con diferencia estadísticamente significativa (p = 0.004) (cuadro III).

Cuadro I. Datos demográficos de los 39 pacientes incluidos en el estudio

Muestra (n)	Edad (años)	Sexo	%	Segmento	%
39	30.74	Mujeres	23.07	L3-L4	2.56
		Hombres	76.92	L4-L5	52.85
				L5-S1	43.59

Discusión

Los resultados poco satisfactorios con la artrodesis han generado el desarrollo de tratamientos alternativos para la enfermedad degenerativa discal, uno de ellos ha sido la estabilización dinámica posterior. Al respecto, Senegas[5,36] informó un procedimiento referido como ligamentoplastia en el que utilizó un implante de ligamento en pacientes con hernias discales recurrentes; la mejoría fue notable en comparación con la obtenida mediante discoidectomía, sobre todo en la preservación de la altura intervertebral y en la ausencia de dolor lumbar: con el implante se eliminó la lumbalgia en 80% de los pacientes y en 92.5% la ciatalgia; en un segundo grupo de 32 pacientes con claudicación se encontraron buenos resultados en 88% de ellos. Rosales[37] cita a Voydeville y Feldmann quienes compararon dos métodos de ligamentoplastia en pacientes con hernia discal o estenosis lumbar: 87 pacientes fueron tratados mediante ligamentoplastia interespinosa en espiral y 107 pacientes con espaciador interespinoso; aunque no se encontró diferencia

Cuadro II. Resultados del cuestionario de Oswestry y puntuación del dolor conforme la escala visual análoga. Antes de la cirugía y a los cuatro años de seguimiento

Oswestry			Escala visual análoga (puntos)		
Antes (%)	4 años (%)	Disminución	Antes	4 años	Disminución
58	11.384	46.611	8.538	1.769	6.769

Cuadro III. Mediciones radiográficas

		Preoperatoria	4 años	Diferencial
Altura discal (mm)		9.026	8.923	–0.102
Angulación intersomática (grados)	Neutra	9.179	10.308	+1.129
	Flexión	6.103	8.744	+2.64
	Extensión	11.897	11.08	–0.817
	Rango de movimiento	5.749	2.333	–3.416

entre los grupos respecto a la disminución del dolor, la recurrencia fue significativamente menor con el espaciador interespinoso. El Sistema Wallys obtuvo resultados semejantes en un estudio similar.[13]

Otro método para el tratamiento de la enfermedad discal degenerativa consiste en la estabilización dinámica posterior basada en la colocación transpedicular del sistema Dynasis;[15,38] una serie de 83 pacientes con inestabilidad y estenosis lumbar, enfermedad discal degenerativa o hernia lumbar fueron estudiados con un seguimiento mínimo de 38 meses. En nuestro estudio, el dolor según la escala visual análoga para la lumbalgia disminuyó de 7.4 a 3.1, la ciatalgia de 6.9 a 2.4 y el índice de discapacidad lumbar de Oswestry de 55.4 a 22.9%. Los resultados posteriores al tratamiento de estabilización dinámica con el sistema de Graf fueron informados en 2003:[17,38] se encontraron excelentes resultados en 64.1% de 39 pacientes seguidos durante siete años, malos resultados en 10.2%, pésimos resultados en 2.6% y no se identificaron cambios en 23.1%. Los resultados fueron mejores en los pacientes con ciatalgia que en aquellos con lumbalgia; 80 y 66.6% de los pacientes con ciatalgia y lumbalgia, respectivamente, indicaron ausencia total de dolor. En un estudio retrospectivo se analizó la eficacia de la prótesis interespinosa tipo Diam:[38] al inicio se encontró disminución del uso de medicamentos en 50% de los pacientes, que posteriormente se incremento a 63.1%; 83.8% de los pacientes refirió mejoría clínica respecto a la sintomatología preoperatoria.

En nuestro estudio, la discapacidad lumbar que presentaron los pacientes con hernia discal fue de 58%, que disminuyó a 11.38% a los cuatro años de la discectomía con estabilización dinámica interespinosa; en cuanto al dolor hubo notable mejoría clínica a los cuatro años: de 8.53 puntos de la escala visual análoga disminuyó a 1.76; radiográficamente se encontró disminución en el rango de movilidad para la flexión y la extensión, de 5.74° a 2.33°, lo que permite considerar que el procedimiento disminuyó el estrés sobre los segmentos adyacentes; la altura discal preoperatoria promedio fue de 9.026 mm y a los cuatro años de 8.923 mm, lo cual refleja que la altura discal se conservó durante por lo menos los siguientes cuatro años (figuras 1 y 2).

En Estados Unidos cada año son efectuadas más de 200 000 discectomías y aunque el procedimiento es muy efectivo para aliviar el dolor radicular, el promedio de resultados positivos es de 48 a 89 %. Generalmente el dolor lumbar regresa y se incrementa conforme pasa el tiempo. Diez años después de la discectomía, 50 a 60 % de los pacientes experimenta dolor lumbar y 20 a 30 % sufre ciática de nuevo. La razón de estos resultados es la persistencia del proceso degenerativo, con ruptura discal recurrente, inestabilidad axial con disminución de la altura del espacio discal y desarrollo de estenosis lumbar. Es importante entender que la cirugía discal promueve la pérdida del espacio, con disminución del foramen y alteración funcional de facetas articulares.[38] Hadlow y colaboradores[9] realizaron un estudio comparativo entre dos grupos de pacientes que presentaban lumbalgia a los cuales se les realizó ligamentoplastia de Graf o fusión posterolateral. La discectomía incrementó la inestabilidad y las alteraciones degenerativas debido a la disminución del espacio intersomático, por ende existió distensión de los ligamentos posteriores que aumentó la movilidad traslacional intervertebral. Por otro lado, la fijación y artrodesis de esta zona eliminó los movimientos de la unidad raquídea funcional, aumentó el estrés y el movimiento y ocasionó degeneración de los segmentos adyacentes.

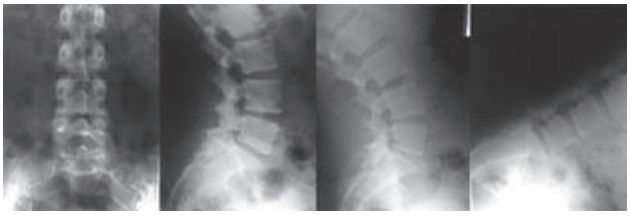


Figura 1. Radiografías preoperatorias anteroposterior, lateral, en extensión y flexión.



Figura 2. Radiografías anteroposterior, lateral, en extensión y flexión, a los cuatro años de seguimiento.

Conclusiones

La ligamentoplastia interespinosa estabiliza los rangos de movilidad del segmento al que se le realiza una discectomía lumbar por hernia discal, permitiendo los movimientos de flexión y extensión dentro de rangos normales y la conservación de la altura discal a los cuatro años de seguimiento. Con una notable mejoría clínica disminuye la discapacidad lumbar evaluada con la escala de Oswestry y el dolor evaluado con la escala visual análoga.

Referencias

1. White AA, Padjabi MM. The basic kinematics of the human spine. A review of past and current knowledge. Spine 1978;3:12-20.
2. Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF. Instability of the lumbar spine. Clin Orthop 1982;165:110-123.
3. Luque ER, Rapp GF. A new semirigid method for interpedicular fixation of the spine. Orthopedics 1988;11:1945-1950.
4. Hayes MA, Howard TC, Gruel CR, Kopta JA. Roentgenografic evaluation of lumbar spine flexion-extension in asymptomatic individuals. Spine 1989;3:103-113.
5. Senegas J. Surgery of the intervertebral ligaments, alternative to arthrodesis in the treatment of degenerative instabilities. Acta Ortop Belg 1991;57(suppl 1):221-226.
6. Graf H. Lumbar instability: surgical treatment without fusion. Rachis 1992;412:123-137.
7. Strauss PJ, Novotny JE, Wilder DG, Grobler LJ, Pope MH. Multidirectional stability of the Graf system. Spine 1994;19:965-972.
8. Hadlow SV, Fagan AB, Hillier TM, Fraser RD. The Graf ligamentoplasty procedure. Comparison with posterolateral fusion in the management of low back pain. Spine 1998;23:1172-1179.
9. Reyes A, Villanueva P, Miramontes V. Ligamentoplastia interespinosa lumbar con corion para el tratamiento de inestabilidad vertebral. Rev Mex Ortop Traum 1998;12:564-567.
10. Fujiwara A, Lim TH, An HS, Tanaka N, Jeon CH, Andersson GB. The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine. Spine 2000;25:3036-3044.
11. Rigby MC, Selmon GP, Foy MA, Fogg AJ. Graf ligament stabilization: mid- to long-term follow-up. Eur Spine J 2001;10:234-236.
12. Hashimoto T, Oha F, Shigenobu K, Kanayama M, Harada M, Ohkoshi Y, et al. Mid-term clinical results of Graf stabilization for lumbar degenerative pathologies: a minimim 2-year follow-up. Spine J 2001;1:283-289.
13. Senegas J. Mechanical supplementation by non-rigid fixation in degenerative intervertebral lumbar segments: The Wallis System. Eur Spine J 2002;2:S164-169.
14. Gradner A, Pande KC. Graf ligamentoplasty: a 7 year follow-up. Eur Spine J 2002;11:157-163.
15. Stoll TM, Dubois G, Schwarzenbach O. The dynamic neutralization system for the spine: a multicenter study of a novel nonfusion system. Eur Spine J 2002;11(suppl 2):S170-S178.
16. Phillips FM, Reuben J, Wetzel FT. Intervertebral disc degeneration adjacent to a lumbar fusion, an experimental rabbit model. J Bone Joint Surg Br 2002;84:289-294.
17. Markwalder M, Wenger M. Dynamic stabilization of lumbar motion segments by use of Graf´s ligaments: results with an average follow-up of 7.4 years in 39 highly selected, consecutive patients. Acta Neurochir 2003;145:209-214.
18. Akamaru T, Kawahara N, Tim Yoon S, Minamide A, Su Kim K, Tomita K. Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis. Spine 2003;28:1560-1566.
19. Korovessis P, Papazisis Z, Koureas G, Lambiris E. Rigid, semirigid versus dynamic instrumentation for degenerative lumbar spinal stenosis. Spine 2004;29:733-742.
20. Nockels R. Dynamic stabilization in the surgical management of painful lumbar spinal disorders. Spine 2005;30:568-572.
21. Grob D, Benini A, Junge A, Mannion AF. Clinical experience with the dynesys semirigid fixation system for the lumbar spine surgical and patient-oriented outcome in 50 cases after an average of 2 years. Spine 2005;30:324-331.
22. Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, Oha F, Ishida T, Yamane S. Non-fusion surgery for degenerative spondylolisthesis using artificial ligament stabilization. Spine 2005;30:588-592.
23. Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K. Rationale, biomechanics, and surgical indications for Graf ligamentoplasty. Orthop Clin North Am 2005;36:373-377.
24. Schwarzenbach O, Berlemann U, Stoll TM, Dubois G. Posterior dynamic stabilization systems: DYNESYS. Orthop Clin North Am 2005;36:363-372.
25. Grob D, Benini A, Junge A, Mannion AF. Clinical experience with the Dynesys semirigid fixation system for the lumbar spine: surgical and patient-oriented outcome in 50 cases after an average of 2 years. Spine 2005;30:324-331.
26. Schnake KJ, Schaeren S, Jeanneret B. Dynamic stabilization in addition to decompression for lumbar spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis. Spine 2006;31:442-449.
27. Wilke HJ, Schmidt H, Werner K, Schmölz W, Drumm J. Biomechanical evaluation of a new total posterior-element replacement system. Spine 2006;31:2790-2796.
28. Beastall J, Karadimas E, Siddiqui M, Nicol M, Hughes J, Smith F. The Dynesys lumbar spinal stabilization system. A preliminary report on positional magnetic resonance imaging findings. Spine 2007;32:685-690.
29. Mulholland RC, Sengupta DK. Rationale, principles and experimental evaluation of the concept of soft stabilization. Eur Spine J 2007;11(suppl 2):S198-S205.
30. Huang RC, Wright TM, Panjabi MM, Lipman JD. Biomechanics of nonfusion implants. Orthop Clin North Am 2005;36:271-280.
31. Sengupta DK, Mulholland RC. Fulcrum assisted soft stabilization system: a new concept in the surgical treatment of degenerative low back pain. Spine 2005;30:1019-1029.
32. Schmoelz W, Huber JF, Nydegger T. Influence of a dynamic stabilization system on load bearing of a bridged disc: an in vitro study of intradiscal pressure. Eur Spine J 2006;15:1276-1285.
33. Kondrashov DG, Hannibal M, Hsu KY, Zucherman JF. Interspinous process decompression with the X-STOP device for lumbar spinal stenosis: a 4-year follow-up study. J Spinal Disord Tech 2006;19:323-327.
34. Anderson PA, Tribus CB, Kitchel SH. Treatment of neurogenic claudication by interspinous decompression: application of the X STOP device in patients with lumbar degenerative spondylolisthesis. J Neurosurg Spine 2006;4:463-471.
35. Molinari RW. Dynamic stabilization of the lumbar spine. Curr Opin Orthop 2007;18:215-220.
36. Senegas J, Vital JM. Long-term actuarial survivorship analysis of an interspinous stabilization system. Eur Spine J 2007;16:1989-1990.
37. Rosales L, Pérez A, Miramontes V, Alpízar A, Reyes A. Experiencia en México con prótesis discal de núcleo. Reporte final a 4 años de seguimiento. Cir Cir 2007;75:31-36.
38. Taylor J, Pupin P, Delajoux S, Palmer S. Device for intervertebral assisted motion: technique and initial results. Neurosug Focus 2007;22:E6-E10