

Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

Sistema pedicular de estabilización dinámica. Resultados funcionales y complicaciones del implante en pacientes con enfermedad degenerativa discal lumbar, tras un seguimiento mínimo de 4 años



M. Segura-Trepichio^{a,*}, D. Ferrández-Sempere^b, F. López-Prats^a,
J. Segura-Ibáñez^b y L. Maciá-Soler^c

^a Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital General Universitario de Elche, Elche, Alicante, España

^b Departamento de Neurocirugía, Hospital General Universitario de Elche, Elche, Alicante, España

^c Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Jaume I de Castellón, Castellón de la Plana, España

Recibido el 17 de abril de 2013; aceptado el 6 de octubre de 2013

Disponible en Internet el 15 de enero de 2014

PALABRAS CLAVE

Sistema de
estabilización
dinámica;
Enfermedad
degenerativa discal;
Estenosis de canal
lumbar;
Resultados
funcionales;
Aflojamiento
de tornillos

Resumen

Introducción: El sistema de estabilización Dynesys® es un sistema pedicular de estabilización dinámica sin fusión. El objetivo de nuestro estudio es evaluar los resultados clínicos en pacientes con enfermedad degenerativa discal y/o estenosis, así como medir la prevalencia de aflojamiento de tornillos tras 4 años de seguimiento.

Material y métodos: Se trata de un estudio de serie de casos retrospectivo donde fueron incluidos todos los pacientes intervenidos desde enero a diciembre de 2008 con Dynesys®. Se indicó la cirugía si presentaban dolor lumbar de más de 6 meses de evolución y una RM positiva para enfermedad degenerativa discal y/o estenosis.

Resultados: Veintidós pacientes (11 mujeres y 11 varones) con una edad media de 44,40 ± 11 años fueron evaluados. Veinte pacientes (91%) recibieron el implante Dynesys® sin ninguna maniobra de descompresión asociada. La evaluación del dolor de espalda y piernas (0-10 mm) registró una disminución media de 2,4 ± 2,06 mm (p = 0,0001). El valor preoperatorio del índice de discapacidad de Oswestry fue de 52,36 ± 16,56% (limitación funcional severa). Tras la cirugía este valor fue de 34,27 ± 17,87% (limitación funcional moderada) con una disminución de 18,09 ± 16,03% (p = 0,001). Cuatro pacientes (18%) mostraron signos de aflojamiento de tornillos. Un paciente (4,5%) presentó rotura de tornillo.

Conclusiones: La cirugía con Dynesys® muestra resultados clínicos favorables, sin embargo el rango de mejoría en nuestra serie es menor a los comunicados por otros autores. Estudios comparativos entre Dynesys® y descompresión deberían realizarse para poder aislar el beneficio de la estabilización dinámica del obtenido por la descompresión. Las complicaciones relacionadas con el implante no son infrecuentes.

© 2013 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: manusegura5@gmail.com (M. Segura-Trepichio).

KEYWORDS

Pedicular dynamic stabilization system;
Degenerative disc disease;
Lumbar stenosis;
Functional outcomes;
Screw loosening

Pedicular dynamic stabilization system. Functional outcomes and implant-related complications for the treatment of degenerative lumbar disc disease with a minimum follow-up of 4 years

Abstract

Introduction: The Dynesys® system is a non-fusion pedicular dynamic stabilization system. The aim of our study is to evaluate the clinical outcomes in patients with degenerative disc disease and/or stenosis, and to measure the prevalence of screw loosening and breakage after 4 years of follow up.

Material and methods: All patients who underwent surgery with Dynesys® system in 2008 were reviewed. The surgery was performed in cases of low back pain of more than 6 months duration and a positive MRI for degenerative disc disease and/or stenosis.

Results: A total of 22 patients (11 females, 11 males) with a mean age of 44.40 ± 11 years were included, 20 patients (91%) underwent Dynesys® without any associated decompression maneuver. The evaluation of back and leg pain (0-10 mm) showed a mean decrease of 2.4 ± 2.06 mm ($P = .0001$). The preoperative value of the Oswestry disability index was $52.36 \pm 16.56\%$ (severe functional limitation). After surgery, this value was $34.27 \pm 17.87\%$ (moderate functional limitation) ($P = .001$) with a decrease of $18.09 \pm 16.03\%$ ($P = .001$). A total of 4 (18%) patients showed signs of loosening screws. One patient (4.5%) had a screw breakage.

Conclusions: Surgery with Dynesys® shows favorable long term clinical results, however the range of improvement in our series is lower than those reported in other studies. Comparative studies between Dynesys® and decompression need to be performed in order to isolate the benefit of the dynamic stabilization system. Implant-related complications are not uncommon.

© 2013 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Las enfermedades degenerativas de columna producen gran impacto en la capacidad funcional y el dolor. Entre ellas se encuentra la enfermedad degenerativa discal asociada o no a estenosis de canal. Tradicionalmente, el tratamiento quirúrgico aceptado para este tipo de enfermedades ha sido la descompresión asociada a fusión¹. Dicho tratamiento se ha asociado a complicaciones como el aflojamiento de tornillos, rotura de barras, hipermovilidad del segmento adyacente o ausencia de consolidación del segmento instrumentado, que en muchos casos son responsables de cirugía de revisión². Con la idea de evitar estos efectos indeseados se han desarrollado sistemas de estabilización dinámicos como el sistema Dynesys® (Zimmer, Inc., Warsaw, Indiana, EE. UU.). El sistema de estabilización dinámico Dynesys® fue presentado por el Dr. Gilles Dubois y se utilizó por primera vez en Francia en 1994^{3,4}. Se introdujo en la práctica clínica en Europa en el año 2000 y fue aprobado en EE. UU. en 2009 para proporcionar estabilización espinal a los pacientes con enfermedades degenerativas de columna causantes de dolor lumbar y radicular^{5,6}. El sistema sustituye las barras de fusión rígidas por tornillos pediculares fabricados con Ti-Al-Nb unidos entre sí mediante cuerdas de tereftalato de polietileno (Sulene-PET®) que discurren por el centro de un espaciador cilíndrico hecho de policarbonato-uretano (Sulene-PCU®) permitiendo cierto grado de flexibilidad del segmento instrumentado⁷ (fig. 1). Existe poca bibliografía que valore los resultados funcionales y complicaciones del implante a largo plazo en los pacientes con enfermedad degenerativa discal, y en nuestro país un único estudio ha sido publicado⁸. El objetivo de nuestro estudio es evaluar los resultados funcionales y de dolor lumbar en estos pacientes, y también conocer las complicaciones del material midiendo

la prevalencia de rotura y aflojamientos de tornillos a los 4 años de seguimiento.

Métodos**Tipo de estudio**

Se trata de un estudio retrospectivo de serie de casos basado en datos de registro, realizado en el Hospital General Universitario de Elche sobre pacientes intervenidos desde enero a diciembre de 2008 con la técnica Dynesys®, y a los que se realiza un seguimiento posquirúrgico durante los 4 años posteriores a la intervención.

Criterios de inclusión

- Pacientes con dolor lumbar y/o radicular resistente a tratamiento conservador con analgésicos no opiodes (AINE, paracetamol, metamizol), codeína, tramadol y/o buprenorfina, oxicodona y/o fisioterapia durante al menos 6 meses.
- Resonancia magnética positiva para degeneración discal estadio 2, 3 y 4 de la clasificación de Pfirrmann⁹ (figs. 2 y 3).
- Cambios en la morfología discal consistentes en prolapso discal, hernia discal y/o estenosis de canal lumbar.

Criterios de exclusión

- Pacientes con cambios degenerativos discales Pfirrmann grado 5.
- Hernia discal extruida o secuestros discales.
- Espondilolistesis.

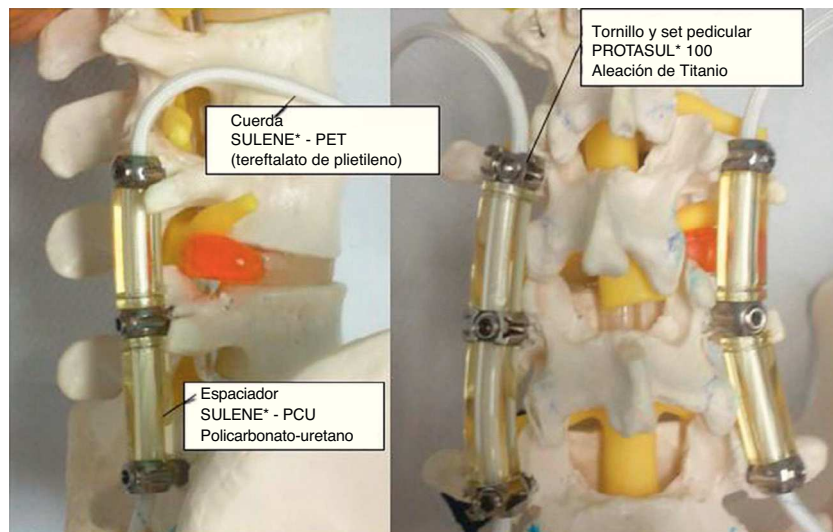


Figura 1 Sistema de estabilización dinámica Dynesys®.

- Escoliosis lumbar mayor de 10 grados.
- Presencia de tumores malignos.
- Índice de masa corporal mayor de 30 kg/m².
- Historia de abuso de drogas o alcohol.

Todos los pacientes dieron su consentimiento para ser evaluados y el estudio fue aprobado por el comité de bioética del hospital.

Procedimiento quirúrgico

Todas las cirugías fueron realizadas por el mismo cirujano (D.F-S) mediante abordaje paramedial de Wiltse¹⁰. Los tornillos de titanio fueron anclados en el pedículo y cuerpo vertebral preservando las articulaciones facetarias, bajo control radiográfico intraoperatorio. Tras la colocación de los tornillos pediculares se midió la distancia interpedicular con el compás dinamométrico incluido en el instrumental, se realizó distracción hasta la marca número 1 de las 3 marcas preestablecidas en dicho instrumento. Acto seguido se cortó el cilindro de Sulene-PCU a la medida resultante y

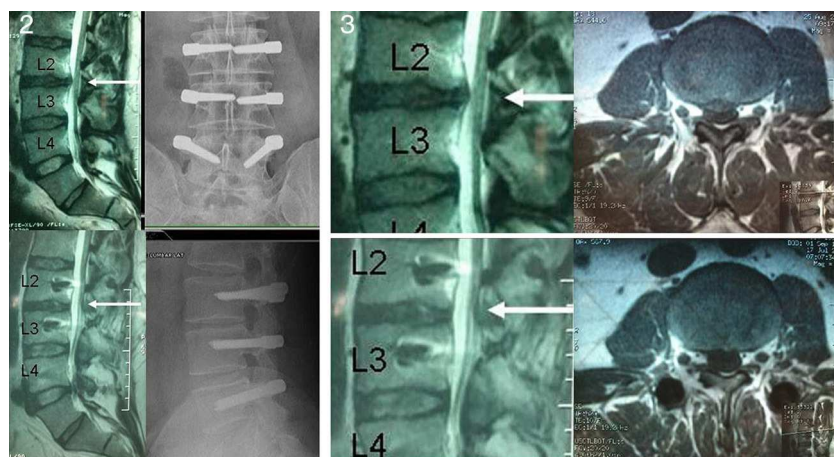
se introdujo mediante la cuerda de Sulene-PET® (fig. 4). En los casos en los que fue necesario asociar una descompresión de la raíz nerviosa esta se realizó mediante una incisión en la línea media y laminotomía uni o bilateral conservando las apófisis espinosas y el ligamento supra e interespinoso.

Se permitió la sedestación y deambulación al día siguiente de la cirugía sin ortesis lumbar ni limitaciones de las actividades de la vida diaria.

Las variables clínicas y radiográficas fueron recogidas de la historia clínica de los pacientes y de entrevista personal en la última visita a consultas externas.

Evaluación clínica

Los resultados funcionales fueron medidos mediante la escala de discapacidad de Oswestry en su versión española (ODI), mientras que el dolor de espalda y piernas fue recogido mediante la escala visual analógica (EVA)¹¹. El ODI se representa en una escala de 0 a 100%, donde valores altos describen mayor limitación funcional. Entre 0-20%: limitación funcional mínima; 20-40%: moderada; 40-60%:



Figuras 2 y 3 Paciente con enfermedad degenerativa discal Pfirrmann 3 y 4 en segmentos L2-L3-L4, estabilizada con Dynesys®. Véase la RM antes (arriba) y después (abajo) con reabsorción de pequeña protusión discal L2-L3 (flechas blancas).



Figura 4 Compás dinamométrico utilizado para medir la longitud del cilindro espaciador interpedicular (en el círculo se pueden ver las 3 marcas o niveles de fuerza de distracción, a mayor fuerza, mayor distracción y, por lo tanto, mayor será la longitud del cilindro espaciador).

severa; 60-80%: discapacidad, y por encima del 80%: limitación funcional máxima.

Evaluación radiográfica

Radiografías lumbares en proyección anteroposterior y lateral fueron obtenidas del sistema digitalizado Resolution® (MediAlfa Corp. Miami, FL, EE. UU.), cada imagen fue magnificada y el contraste ajustado para obtener la mejor visualización posible. Un cirujano ortopédico (M.S-T), revisó la presencia de rotura y aflojamiento de tornillos, considerando como positivo la presencia, en ambas proyecciones, de una circunferencia radiotransparente alrededor del tornillo de 1 mm o más rodeada de una línea radiopaca de hueso de mayor densidad «Double halo sign»¹² (fig. 5).

Análisis estadístico

Para las variables cuantitativas con distribución normal se utilizó la media y desviación estándar, mientras que la frecuencia fue utilizada en las variables categóricas. Para el análisis de los resultados funcionales repetidos en el tiempo se realizó la prueba de Wilcoxon, mientras

que para detectar las diferencias entre diferentes grupos fue utilizada la prueba de Mann-Whitney. El rango de significación estadística se estableció en $p < 0,05$. Los datos fueron evaluados mediante la versión 15.0 del programa SPSS® (SPSS Inc, Chicago, IL, EE. UU.).

Resultados

El total de la muestra fueron 23 pacientes de los cuales fueron incluidos 22 (un paciente no pudo ser evaluado debido a cambio de residencia). La distribución por sexos fue de 11 mujeres y 11 varones, con una edad media de $44,40 \pm 11$ años. El periodo de seguimiento fue de 53,45 meses (rango: 48-60). Hubo 20 pacientes (91%) a los que se les implantó Dynesys® sin ninguna maniobra de descompresión asociada mediante abordaje paramedial de Wiltse, mientras que 2 pacientes (9%) recibieron el implante tras una laminectomía unilateral y discectomía debido a una hernia discal. El índice de masa corporal (IMC) medio fue de $26,74 \pm 2,57 \text{ kg/cm}^2$. Una estabilización monosegmentaria fue hecha en 8 pacientes (36,4%), mientras que 2 segmentos fueron instrumentados en 11 pacientes (36,4%), y 3 segmentos en 3 pacientes (13,6%) (tabla 1).

Seguimiento clínico

La evaluación del dolor de espalda y piernas mediante la EVA (0-10 mm) mejoró de un valor preoperatorio de $8,04 \pm 1,28$ a un resultado de $5,63 \pm 1,48$, con una disminución media de $2,4 \pm 2,06 \text{ mm}$ ($p = 0,0001$) (tabla 2).

El valor preoperatorio del ODI en la escala absoluta de 0-100% fue de $52,36 \pm 16,56\%$ (limitación funcional severa). Tras la cirugía este valor fue de $34,27 \pm 17,87\%$ (limitación funcional moderada) con una disminución media de $18,09 \pm 16,03\%$ ($p = 0,001$). En los 2 pacientes en los que se asoció una laminectomía los resultados fueron levemente superiores con una disminución del ODI de 30% en uno de ellos y 20% en el otro.

Al comparar los resultados clínicos por sexo, en los varones se observaron mejores valores en la escala de ODI sin que estas diferencias fueran estadísticamente significativas



Figura 5 Tornillos L4 derecho con «Double halo sign» (línea radiotransparente rodeada de otra línea radiopaca de hueso de mayor densidad).

Tabla 1 Características basales de los pacientes incluidos

Edad (años) ^a	44,40 ± 11
Sexo ^b	
Varón	11/22 (50%)
Mujer	11/22 (50%)
IMC (kg/m ²)	26,74 ± 2,57
EVA (0-10 mm)	8,04 ± 1,28
ODI (0-100%)	52,36 ± 16,56
Segmentos lumbares instrumentados	1 nivel 8 (36,4%) 2 niveles 11 (50%) 3 niveles 3 (13,6%)
Seguimiento (meses)	57,13 ± 8,06
Intervención	
Dynesys® sin descompresión	20 (91%)
Dynesys® con descompresión ^c	2 (9%)

EVA: escala visual analógica; IMC: índice de masa corporal; ODI: Oswestry Disability Index.

^a Datos expresados con media ± desviación estándar.

^b Datos expresados con números de sujetos (porcentaje).

^c La descompresión fue hecha en forma de laminectomía parcial después de la colocación del Dynesys®.

($p = 0,075$). No se encontró correlación entre los resultados funcionales y el IMC o la edad.

Un total de 19 pacientes (86,4%) refirieron haber mejorado su sintomatología tras la intervención, mientras que 3 pacientes (13,6%) obtuvieron un peor resultado tras la cirugía. De estos 3 pacientes, 2 empeoraron 10 puntos en el ODI, mientras que el tercer paciente empeoró 30 puntos. Las 3 pacientes fueron mujeres y no se diferenciaron en edad e IMC respecto a los pacientes que mejoraron.

Seguimiento radiológico

Un total de 4 (18%) pacientes mostraron signos de aflojamiento de tornillos, en estos pacientes la mejoría en el ODI fue menor que en los pacientes que no presentaban estos signos, siendo de 9,75 puntos respecto a los 19,94 puntos (en la escala absoluta de 0-100%). Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0,10$).

Un paciente (4,5%) presentó rotura de un tornillo. Dicho paciente no había empeorado su situación clínica respecto a su estado previo a la cirugía (figs. 6 y 7).

Discusión

Este estudio observacional retrospectivo presenta la experiencia de los autores con el sistema Dynesys®. Según el estudio publicado por Ostelo et al. (donde se establece en 10 puntos en el ODI y 1,5 puntos en la escala EVA, la diferencia mínima relevante) los pacientes incluidos en nuestro estudio consiguieron una reducción clínicamente relevante del dolor y la discapacidad tras la cirugía¹³. Cuando comparamos nuestros resultados con los resultados obtenidos en otras series de casos publicadas, vemos que el margen de mejoría en nuestros pacientes no es tan amplio como el que se ha publicado en otros estudios. En este sentido, Lee et al.¹⁴ publican la mayor disminución del ODI registrada hasta la fecha, con una variación de 57,43%, de 79,58-22,17% ($p < 0,001$), en 19 pacientes con espondilolistesis y estenosis lumbar. Sapkas et al.¹⁵ también obtuvieron resultados superiores a los de nuestro estudio con una variación del 35% en el ODI en 114 pacientes con enfermedad degenerativa discal y estenosis de canal, recientemente Fay et al.¹⁶, en pacientes de similares características a los anteriores, han publicado una disminución de 4,1 puntos en la escala EVA ($p < 0,001$) y de 23,3% en el ODI ($p < 0,001$). Estas diferencias entre los estudios anteriormente citados y el nuestro, suponiendo que los pacientes fueran comparables, podrían deberse al hecho de que en los primeros se asoció una descompresión en el 100% de los pacientes, mientras que en nuestro estudio solo 2 (9%) pacientes de pacientes recibió descompresión junto al dispositivo Dynesys®. Es evidente que en los casos en los que se asocia una maniobra descompresiva esta podría estar actuando como factor de confusión y como consecuencia resulta imposible aislar el efecto del Dynesys® *per se*. En este sentido, nuestro estudio en el que el 91% de los pacientes no recibió descompresión, aporta una referencia aproximada en la mejoría funcional que puede obtenerse utilizando el dispositivo Dynesys® solamente.

En los 2 casos (9%) en los que se asoció descompresión los resultados en el ODI fueron levemente mejores. Esto está en consonancia con lo publicado por Grob et al. y Bothmann et al.^{17,18}, que encontraron mejores resultados cuando la estabilización dinámica se combinó con descompresión del canal o de la raíz nerviosa. Todo esto parece indicar que al igual que ocurre con la fusión, la maniobra principal es la descompresión y que la estabilización dinámica aporta poco beneficio adicional en aquellos casos en los que hay que descomprimir el canal o foramen debido a una lesión estenosante¹⁹.

Tabla 2 Resultados clínicos y complicaciones del implante tras 4 años de seguimiento

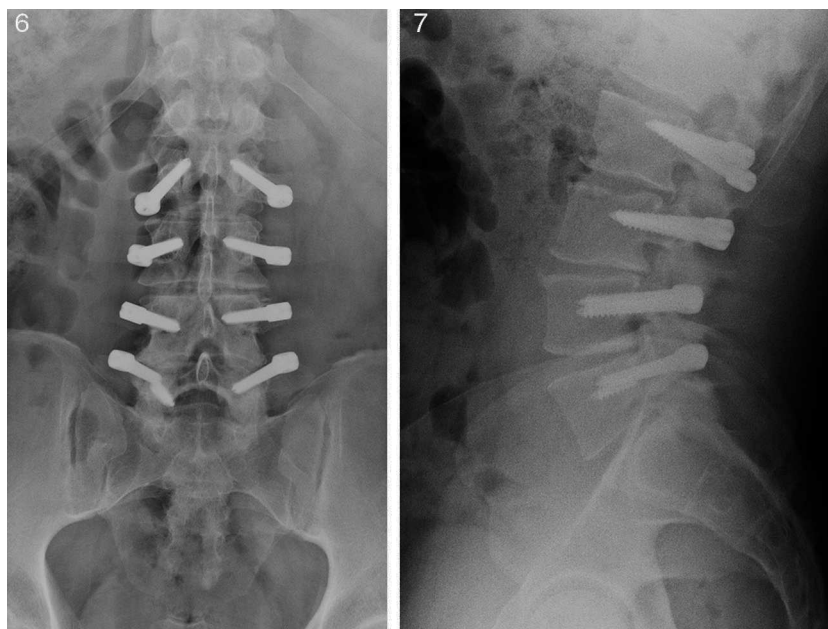
Resultados clínicos	Preoperatorio	Postoperatorio	Disminución media
EVA (0-10 mm) ^a	8,04 ± 1,28	5,63 ± 1,48	-2,4 ± 2,06 $p < 0,001^*$
ODI (0-100%) ^a	52,36 ± 16,56	34,27 ± 17,87	-18,09 ± 16,03 $p < 0,001^*$
Aflojamiento de tornillos ^b		4/22 (18%) pacientes	
Rotura de tornillos ^b		1/22 (4,5%) pacientes	

EVA: escala visual analógica; ODI: Oswestry Disability Index.

^a Datos expresados con media ± desviación estándar.

^b Datos expresados con números de sujetos (porcentaje).

* Diferencia significativa utilizando la prueba de Wilcoxon, $p < 0,05$.



Figuras 6 y 7 Rotura de tornillo L5 derecho del sistema de estabilización dinámica Dynesys®.

Dynesys® frente a fusión

El sistema Dynesys® no ha demostrado superioridad en los resultados funcionales frente a la fusión, en este sentido, Yu²⁰ no encontró diferencias significativas en el ODI cuando comparó pacientes tratados con el sistema Dynesys®, frente a aquellos tratados con fusión intersomática posterior ($p=0,254$). Por otra parte, en el ensayo clínico realizado para la aprobación del sistema Dynesys®, por parte de la FDA en Estados Unidos en el año 2009, el sistema Dynesys® fue comparado frente a la fusión rígida posterolateral, sin que la diferencia en los resultados funcionales sea estadísticamente significativa a los 2 años de seguimiento ($p=0,34$). Si bien hay que mencionar que algunos autores defienden que a igualdad de resultados, el sistema Dynesys® aporta otros beneficios ya que no es necesaria la extracción de injerto de cresta ilíaca y se ahorra tiempo quirúrgico²¹.

En el ámbito español un estudio ha sido publicado, obteniendo resultados positivos en la mejoría de la discapacidad, a los 2 años de seguimiento, sin embargo dicho estudio no especifica si estas diferencias fueron estadísticamente significativas ni tampoco el porcentaje de pacientes que recibió descompresión junto al sistema Dynesys®¹⁰. En el ámbito internacional, solo 4 estudios han publicado resultados con el sistema Dynesys® con más de 4 años de seguimiento^{15,21-23}. En este sentido los resultados a largo plazo todavía son inciertos, teniendo Hoppe²² el mayor registro publicado hasta la fecha con 7,1 años de seguimiento.

En el análisis del aflojamiento de tornillos, obtuvimos un porcentaje similar a lo publicado por otros autores con esta técnica, en este sentido Wu et al.²⁴ en 126 pacientes intervenidos con esta técnica, encontraron un 19,8% de pacientes con signos radiológicos de aflojamiento. Algunos autores sostienen que el porcentaje de aflojamiento de los tornillos del sistema dinámico podrían ser menores que los sistemas rígidos, debido a que las barras flexibles permitirían cierto

grado de movilidad, descargando el tornillo pedicular²³, sin embargo en los estudios de Yu et al.^{20,25}, se compararon estos 2 sistemas, obteniendo un porcentaje de aflojamiento de tornillos similar en el sistema Dynesys®, frente al sistema de fusión rígida, siendo de un 14,3 frente a un 20% de pacientes respectivamente ($p=0,728$).

Limitaciones

Dentro de la enfermedad degenerativa discal existen varios estadios⁹, nosotros presentamos la experiencia en casos de degeneración discal leve estadios Pfirrmann 2, 3 y 4 con facetas articulares sanas, donde la mayoría de casos (91%) fue tratada con el dispositivo Dynesys® de manera aislada. En nuestra práctica clínica, en los casos en los que existe un estadio más avanzado de degeneración discal y/o artrosis facetaria optamos por una cirugía de fusión y/o descompresión. Debido a esto debemos ser prudentes a la hora de comparar nuestros resultados con otras poblaciones en diferentes estadios de enfermedad discal, y con intervenciones que combinan la estabilización dinámica tras la descompresión.

Conclusión

La cirugía con Dynesys® muestra resultados clínicos favorables a largo plazo en pacientes con enfermedad degenerativa discal lumbar, sin embargo, el rango de mejoría en nuestra serie es menor a los comunicados en otros estudios. Esto puede deberse a la diferencia en el porcentaje de descompresión asociada a Dynesys® en los resultados aportados por otros autores. Estudios comparativos entre Dynesys® y descompresión deberían realizarse para poder aislar el beneficio de la estabilización dinámica del obtenido por la descompresión. Las complicaciones relacionadas con el aflojamiento de material no son infrecuentes.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Chou R, Baisden J, Carragee EJ, Resnick DK, Shaffer WO, Loeser JD. Surgery for low back pain: A review of the evidence for an American Pain Society Clinical Practice Guideline. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34:1094–109.
- Beastall J, Karadimas E, Siddiqui M, Nicol M, Hughes J, Smith F, et al. The Dynesys lumbar spinal stabilization system: A preliminary report on positional magnetic resonance imaging findings. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:685–90.
- Stoll TM, Dubois G, Schwarzenbach O. The dynamic neutralization system for the spine: A multi-center study of a novel non fusion system. *Eur Spine J*. 2002;11 Suppl 2:S170–8.
- Dubois B, de Gernay B, Schaerer NS, Fennema P. Dynamic neutralization: A new concept for restabilization of the spine. En: Szpalski M, Gunzburg R, Pope MH, editores. *Lumbar Segmental Instability*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p. 233–40.
- Würgler-Hauri CC, Kalbarczyk A, Wiesli M, Landolt H, Fandino J. Dynamic neutralization of the lumbar spine after microsurgical decompression in acquired lumbar spinal stenosis and segmental instability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:E66–72.
- Food and Drug Administration (FDA). FDA Executive Summary for Zimmer Spine's Dynesys Spinal System, Orthopedic and Rehabilitation Devices Panel [consultado 10 Mar 2010]. Disponible en: <http://www.fda.gov/downloads/advisorycommittees/committeesmeetingmaterials/medicaldevices/medicaldevicesadvisorycommittee/orthopaedicandrehabilitationdevicespanel/ucm188734.pdf>
- Niosi CA, Zhu QA, Wilson DC, Keynan O, Wilson DR, Oxland TR. Biomechanical characterization of the three-dimensional kinematic behaviour of the Dynesys dynamic stabilization system: An in vitro study. *Eur Spine J*. 2006;15:913–22.
- Bordes-Monmeneu M, Bordes-García V, Rodrigo-Baeza F, Baeza D. System of dynamic neutralization in the lumbar spine: Experience on 94 cases. *Neurocirugía (Astur)*. 2005;16:499–506.
- Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:1873–8.
- Nydegger T, Dubois G. Dynamic neutralization system for the spine: Biomechanical aspects. En: *Proceedings of the International 19th Course for Percutaneous Endoscopic Spinal Surgery and Complementary Techniques*. January 25–26 2001.
- Alcántara-Bumbiedro S, Flórez-García MT, Echávarri-Pérez C, García-Pérez YF. Escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry. *Rehabilitación (Madr)*. 2006;40:150–8.
- Dakhil-Jerew F, Jadeja H, Cohen A, Shepperd JA. Inter-observer reliability of detecting Dynesys pedicle screw using plain X-rays: A study on 50 post-operative patients. *Eur Spine J*. 2009;18:1486–93.
- Ostelo RW, Deyo RA, Stratford P, Waddell G, Croft P, von Korf M, et al. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: Towards international consensus regarding minimal important change. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:90–4.
- Lee SE, Park SB, Jahng TA, Chung CK, Kim HJ. Clinical experience of the dynamic stabilization system for the degenerative spine disease. *J Korean Neurosurg Soc*. 2008;43:221–6.
- Sapkas G, Mavrogenis AF, Starantzis KA, Soultanis K, Kokkalis ZT, Papagelopoulos PJ. Outcome of a dynamic neutralization system for the spine. *Orthopedics*. 2012;35:e1497–502.
- Fay LY, Wu JC, Tsai TY, Tu TH, Wu CL, Huang WC, et al. Dynamic stabilization for degenerative spondylolisthesis: Evaluation of radiographic and clinical outcomes. *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115:535–41.
- 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 (Phila Pa 1976)*. 2005;30:324–31.
- Bothmann M, Kast E, Boldt GJ. Dynesys fixation for lumbar spine degeneration. *Neurosurg Rev*. 2008;31:189–96.
- Hallett A, Huntley JS, Gibson JN. Foraminal stenosis and single-level degenerative disc disease: A randomized controlled trial comparing decompression with decompression and instrumented fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:1375–80.
- Yu SW, Yang SC, Ma CH, Wu CH, Yen CY, Tu YK. Comparison of Dynesys posterior stabilization and posterior lumbar interbody fusion for spinal stenosis L4/L5. *Acta Orthop Belg*. 2010;78:230–9.
- Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G, Parisini P. Dynamic stabilization for degenerative lumbar scoliosis in elderly patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35:227–34.
- Hoppe S, Schwarzenbach O, Aghayev E, Bonel H, Berlemann U. Long-term outcome after monosegmental L4/5 stabilization for degenerative spondylolisthesis with the dynesys device. *J Spinal Disord Tech*. 2012 [Epub ahead of print].
- Schaeren S, Broger I, Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:E636–42.
- Wu JC, Huang WC, Tsai HW, Ko CC, Wu CL, Tu TH, et al. Pedicle screw loosening in dynamic stabilization: incidence, risk, and outcome in 126 patients. *Neurosurg Focus*. 2011;31:E9.
- Yu SW, Yen CY, Wu CH, Kao FC, Kao YH, Tu YK. Radiographic and clinical results of posterior dynamic stabilization for the treatment of multisegment degenerative disc disease with a minimum follow-up of 3 years. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012;132:583–9.