



Tornillo al sacro (S1) como tratamiento para la mejora del balance sagital en pacientes con espondilolistesis L4-L5

Screw to the sacrum (S1) as a treatment for the improvement of sagittal balance in patients with L4-L5 spondylolisthesis

Omar Sánchez García,* Lorena Alejandra García Rosas,† Jesús Manuel Patiño López,‡
Arelhi Catalina González Cisneros,‡ José María Jiménez Ávila§

*Centro Médico Nacional de Occidente. Hospital de Especialidades. Clínica de Columna. Guadalajara, Jalisco, México; †Escuela de Medicina del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México; ‡Dirección del Servicio Social del Sistema de Salud del Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

Resumen

Introducción: La espondilolistesis es el deslizamiento de una vértebra sobre otra subyacente. El nivel que se afecta con más frecuencia (73%) es el correspondiente a L4-L5. Los tratamientos van desde el conservador hasta la fusión posterolateral con fijación con tornillos transpediculares con espaciadores intersomáticos. El equilibrio espinopélvico es determinado por la interacción o alineamiento de la pelvis y la columna lumbar, por lo que el desequilibrio espinopélvico es un factor importante en el desarrollo de esta patología. **Objetivo:** Valorar la modificación del balance sagital con la colocación de tornillo al sacro (S1) en la espondilolistesis L4-L5. **Material y métodos:** Se incluyeron pacientes del Servicio de Columna, con diagnóstico de espondilolistesis de L4-L5, con instrumentación vertebral lumbar o lumbosacra. Se realizó estudio radiológico pre- y postquirúrgico para valorar el balance sagital y la aplicación del test de Oswestry de calidad de vida, pre- y postquirúrgico (cero, tres y seis meses). **Resultados:** Se realizaron 11 cirugías en pacientes con diagnóstico de espondilolistesis de L4-L5. A 27% se instrumentó hasta el sacro, al resto se instrumentó L4-L5; se realizó análisis estadístico, el cual reportó que el uso del tornillo transpedicular a S1 mejora el balance sagital de la lordosis lumbar, la incidencia e inclinación pélvica. **Conclusión:** El uso del tornillo pedicular a nivel de S1 en el tratamiento de espondilolistesis L4-L5 mejora el equilibrio sagital espinopélvico, ya que actúa como fulcro para la corrección de la lordosis lumbar e inclinación sacra, al obtener un buen balance sagital se obtienen mejores resultados clínicos.

Palabras clave: Espondilolistesis, balance sagital, incidencia pélvica, inclinación pélvica, inclinación sacra, tornillo al sacro.

Abstract

Introduction: Spondylolisthesis is the sliding of one vertebra over another underlying one. The level that is most frequently affected (73%) is that corresponding to L4-L5. Treatments range from conservative to posterolateral fusion with fixation with transpedicular screws with intersomatic spacers. Spinopelvic balance is determined by the interaction or alignment of the pelvis and the lumbar spine being the pelvic spine imbalance an important factor in the development of this pathology. **Objective:** To assess the modification of the sagittal balance with the placement of a screw to the sacrum (S1) in the L4-L5 spondylolisthesis. **Material and methods:** Spine service patients were included, diagnosed with L4-L5 spondylolisthesis, with lumbar or lumbosacral vertebral instrumentation. A pre and postsurgical radiological study was carried out to assess the sagittal balance and the application of the Oswestry quality of life test, before and after surgery (0, 3 and 6 months). **Results:** 11 surgeries in patients diagnosed with L4-L5 spondylolisthesis. 27% were instrumented up to the sacrum, the rest were instrumented L4-L5, statistical analysis was performed reporting that the use of the transpedicular screw to S1 improves the sagittal balance of the lumbar lordosis, pelvic incidence, and pelvic tilt. **Conclusion:** The use of the pedicle screw at the level of S1 in the treatment of L4-L5 spondylolisthesis, improves the spinopelvic sagittal balance, since it acts as a fulcrum for the correction of lumbar lordosis and sacral inclination, by obtaining a good sagittal balance, obtain better clinical results.

Keywords: Spondylolisthesis, sagittal balance, pelvic incidence, pelvic tilt, sacral inclination, screw to the sacrum.

Correspondencia:

Omar Sánchez García

E-mail: omar.sanchezgarcia19@gmail.com

Recibido: 24-04-2021. Aceptado: 25-04-2021.

Citar como: Sánchez GO, García RLA, Patiño LJM, González CAC, Jiménez ÁJM. Tornillo al sacro (S1) como tratamiento para la mejora del balance sagital en pacientes con espondilolistesis L4-L5. Orthotips. 2021; 17 (3): 131-137. <https://dx.doi.org/10.35366/100621>

Introducción

La espondilolistesis se define como el deslizamiento de una vértebra sobre otra subyacente.^{1,2} Los tipos más comunes son la espondilolistesis degenerativa (ED) y la espondilolistesis lumbar ístmica.³ La ED es un deslizamiento adquirido hacia anterior de una vértebra con respecto a otra subyacente, sin la ruptura del arco posterior; lo antes descrito conduce a una estenosis del conducto lumbar, provocado por la cascada degenerativa, sin la disrupción o defecto en el arco posterior vertebral.^{4,5} La ED es también conocida como espondilolistesis artrítica y se diferencia de la ístmica por la disrupción (ruptura) de la *pars interarticularis*.⁶ El nivel que se afecta con más frecuencia, siendo ésta de 73%, es el correspondiente a L4-L5.⁴ La ED es muy común entre personas de mediana edad y adultos mayores, con una prevalencia en Estados Unidos de 14-30%,⁵ y en Europa la prevalencia es de 2.7% en hombres y de 8.1% en mujeres (relación hombre-mujer 1:3).⁴

La etiología de esta patología es multifactorial y está relacionada con el tabaquismo, el sedentarismo y la obesidad, aunado con la predisposición genética y alteraciones anatómicas congénitas; en la actualidad, se está estudiando la relación entre el balance espinopélvico asociado con la aparición de la ED.^{7,8}

Existe múltiple variedad de tratamientos para el manejo de la ED, que van desde el tratamiento conservador hasta la descompresión, descompresión con fusión sin instrumentación, fusión posterolateral con fijación con tornillos transpediculares, fusión lumbar posterior con espaciadores intersomáticos y fusión transforaminal con espaciadores intersomáticos.⁵ La principal indicación para el tratamiento quirúrgico se basa en la incapacidad neurológica, aunado, o no, a una inestabilidad espinopélvica. El principal objetivo de la cirugía en la ED es impedir la progresión de la disfunción neurológica de la columna lumbar.⁹

La ED es una patología común que puede manifestar una sintomatología exagerada de síntomas clínicos, de los cuales el que más predomina es el dolor. La patogénesis resulta de una degeneración discal y facetaria, con la subsecuente inestabilidad y la progresiva subluxación.¹⁰

El equilibrio espinopélvico es determinado por la interacción o alineamiento de la pelvis y la columna lumbar. El desequilibrio espinopélvico es un factor importante en el desarrollo de esta patología. Las elevadas medias obtenidas de inclinación e incidencia pélvica son un factor de riesgo para el desarrollo de

espondilolistesis. Una relativa inclinación vertical de la pendiente sacra aumenta la posibilidad del desplazamiento anterior de la vértebra suprayacente, la relación entre una incidencia pélvica alta y pendiente sacra alta, presenta un aumento de fuerza de cizallamiento en la articulación lumbosacra, lo cual provoca mayor tensión a nivel de L5-S1; por otro lado, una incidencia pélvica y pendiente sacra bajas representa impacto o compresión axial en los elementos posteriores entre L4 y L5 durante la extensión, lo que causa un efecto de cascanueces en la articulación facetaria de L4-L5 que predispone al desplazamiento de la vértebra L4 hacia anterior.^{11,12}

Entre los parámetros radiológicos evaluados para esta patología se encuentran: la incidencia pélvica, inclinación pélvica, pendiente sacra, lordosis lumbar y el desplazamiento vertebral (clasificación de Meyerding). Con respecto a los factores articulares locales se determina la importancia del ángulo, trofismo y tamaño facetario y cambios degenerativos en la articulación facetaria evaluados en la resonancia magnética en T2 (Figura 1).¹³⁻¹⁶

Material y métodos

Se captaron 11 pacientes de la consulta externa del Servicio de Columna con el diagnóstico de espondilolistesis de L4-L5, que se intervinieron quirúrgicamente con instrumentación vertebral lumbar o lumbosacra.

Se realizó un estudio prequirúrgico para valorar el balance sagital espinopélvico (incidencia pélvica, inclinación pélvica, pendiente sacra, lordosis



Figura 1: Mediciones espinopélvicas en la toma de decisión.

Tabla 1: Datos demográficos sobre el uso del tornillo transpedicular en S1 (N = 11).

Variabes	n (%)
Sexo	
Masculino	1 (9.0)
Femenino	10 (91.0)
Grupo de estudio	
Con tornillo S1	3 (56.7)
Sin tornillo S1	8 (43.3)
Diabetes	
Sí	2 (18.0)
No	9 (82.0)
Hipertensión arterial sistémica	
Sí	5 (45.0)
No	6 (55.0)
Actividad física	
Sí	6 (55.0)
No	5 (45.0)
Espondilolistesis (grados)	
I	5 (45.0)
II	6 (55.0)
III	0 (0)
IV	0 (0)
Radiológico (Pfirrmann)	
1	0 (0)
2	2 (18.0)
3	3 (28.0)
4	0 (0)
5	6 (54.0)
Radiológico (Modic)	
I	7 (64.0)
II	3 (27.0)
III	1 (9.0)
Radiológico (trofismo facetario)	
Leve	3 (27.0)
Moderado	4 (36.5)
Severo	4 (36.5)

lumbar y flecha lordótica) y clasificación radiológica (Pfirrmann, Modic y trofismo facetario); así como la aplicación de los test de Oswestry de calidad de vida prequirúrgico.

Se organizaron dos grupos:

- Grupo I: instrumentación lumbar (L4-L5).
- Grupo II: tornillo a S1 (L4-L5, L5-S1).

Se realizó la nueva medición radiográfica postquirúrgica de la alineación pélvica, alineación sagital, grado de listesis. Se aplicó nuevamente los test de

Oswestry de calidad de vida cada tres meses en la consulta de control (tres y seis meses).

Análisis estadístico

Estadística descriptiva: para variables cualitativas se utilizarán frecuencias absolutas y relativas, así como porcentajes. Para variables cuantitativas se utilizarán medidas de tendencia central: media y desviación estándar (DE).

Estadística inferencial: para variables cualitativas utilizaremos prueba χ^2 y cuando los valores en cada casilla sean menores de cinco utilizaremos prueba exacta de Fisher. Para variables cuantitativas emplearemos la prueba t de Student y/o U de Mann-Whitney (todo valor de p).

Resultados

En el periodo comprendido de septiembre de 2017 a agosto de 2018 se realizaron cirugías de instrumentación lumbar y lumbosacra en pacientes con el diagnóstico de espondilolistesis de L4-L5 de grado I-II. En total se captaron 11 pacientes: 10 (91%) de sexo femenino y uno (9%) de sexo masculino, de los cuales a tres (27%) se les instrumentó hasta el sacro, y al resto (73%) sólo se instrumentó L4-L5. Las cirugías fueron realizadas por cuatro cirujanos de columna.

La media de la población fue de 59 años, con un rango de 45 a 73 años y una desviación estándar (DE) de 8.4. La media de estaturas en la población fue de 1.59 m, con un rango de 1.47 a 1.73 m, con una DE de 0.09; la media de peso corporal fue de 73.9 kg con un rango de 53.9 a 111 kg y una DE de 0.07; en cuanto a la frecuencia del índice de masa corporal (IMC) se obtuvo una media de 29.31, con un mínimo de 18.86 y un máximo de 43.5; con una DE de 7.13.

Con respecto a las comorbilidades se presentaron dos (18%) pacientes con diabetes mellitus y cinco (45%) con hipertensión arterial. En la clasificación de la listesis (Meyering) se observó que cinco (45%) pacientes presentaron espondilolistesis grado I y seis (55%) grado II. En la clasificación radiológica de Pfirrmann se tipificaron dos (18%) como tipo 2; tres (28%) como tipo 3 y seis (54%) como tipo 5. En la clasificación de Modic siete (64%) pacientes presentan un tipo I; tres (27%) tipo II y uno (9%) tipo III. El trofismo facetario se presentó como leve en tres (27%) pacientes; moderado en cuatro (36.5%) y severo en cuatro (36.5%). Con respecto a la actividad física, 55% de los pacientes realizaban

actividad física y el resto eran sedentarios previo a la cirugía (Tabla 1).

Se determinaron como variables dependientes la incidencia pélvica, inclinación pélvica, pendiente sacra y lordosis lumbar. La incidencia pélvica (PI) presentó en la valoración prequirúrgica una media de 61.45° y 56.2° postquirúrgica. Para la inclinación pélvica (PT) se determina un valor prequirúrgico de 19.81° y 19.09° postquirúrgica. La pendiente sacra reporta 43.45° prequirúrgica y 37.63° postquirúrgica. La lordosis lumbar presenta una media de 63.36° prequirúrgica y 49.9° postquirúrgica. La flecha lordótica (FL) presenta una media de 21.36 mm prequirúrgica y 23.54 postquirúrgica. El grado de discapacidad (Oswestry) reporta una media de 62.7% prequirúrgico y 44% postquirúrgico (Tabla 2).

Se realizó un análisis estadístico con el método de riesgo relativo en el que se reportan los siguientes resultados:

1. El uso del tornillo transpedicular a S1 es 5.3 veces mejor que no usarlo para mejorar el balance sagital óptimo de la lordosis lumbar (LL). No estadísticamente significativo.
2. El uso del tornillo transpedicular a S1 es 1.6 veces mejor que no usarlo para mejorar el balance sagital óptimo de la incidencia pélvica (PI). No estadísticamente significativo.
3. El uso del tornillo transpedicular a S1 es 1.6 veces mejor que no usarlo para mejorar el balance sagital óptimo de la inclinación pélvica (PT). No estadísticamente significativo.
4. El uso del tornillo transpedicular a S1 es 0.53 veces mejor que no usarlo para mejorar el balance sagital en la pendiente sacra (SS), y el balance óptimo de este parámetro es 1.5 veces mejor lograr una discapacidad funcional menor de 50% en pacientes con instrumentación lumbar y lumbosacra (Tabla 3).

Discusión

La espondilolistesis es una alteración en la columna vertebral donde existe un desplazamiento de vértebras adyacentes, lo que conlleva a una pérdida del balance sagital, por lo que su tratamiento es la fijación de la espondilolistesis; así como el equilibrio del balance sagital lo más próximo a la normalidad, por lo que se valora el uso del tornillo transpedicular en S1 en el tratamiento de la espondilolistesis de L4-L5. Este estudio establece que el uso del tornillo

transpedicular a S1 mejora el balance sagital postoperatorio a parámetros normales más adecuados que el no usarlo.

La corrección del balance sagital se transmite con una mejoría en la discapacidad funcional de los pacientes en los resultados postoperatorios. En septiembre de 2015 en el estudio del Ramírez y cols. establecen que la mayoría de pacientes con enfermedad degenerativa discal han perdido la lordosis lumbar y, por lo tanto, presentan un desequilibrio en el balance sagital; su tratamiento quirúrgico requiere de estabilizadores con tornillos pediculares en los que la pérdida del balance sagital ha tomado mayor relevancia, por lo que debe contemplarse en el tratamiento quirúrgico.¹⁷ Vital y cols., en su investigación del equilibrio sagital y su aplicación en patologías de la columna vertebral, describen además mediciones del balance sagital espinopélvico en los que la PI tiene una media de 51°; el PT de 12°; la SS de 39°.¹⁸ En el año 2008 García Delgado y colaboradores en su estudio retrospectivo de espondilolistesis degenerativas grado I y II, en el cual comparan los resultados obtenidos quirúrgicamente con fusión vertebral en un nivel donde se comparan las técnicas de fusión posterolateral con la fusión circunferencial, obtienen resultados analizados mediante la escala funcional

Tabla 2: Balance sagital sobre el uso del tornillo transpedicular en S1.

Variables	Prequirúrgico	Postquirúrgico
PI, grados		
Media ± DE	61.45 ± 9.55	56.72 ± 8.84
Rango	42-74	40-68
PT, grados		
Media ± DE	19.81 ± 9.55	19.09 ± 5.83
Rango	10-30	10-30
SS, grados		
Media ± DE	43.45 ± 8.62	37.63 ± 7.2
Rango	30-54	25-48
LL, grados		
Media ± DE	60.36 ± 15.51	49.9 ± 11.34
Rango	40-90	30-68
FL, mm		
Media ± DE	21.36 ± 6.16	23.54 ± 5.5
Rango	12-33	15-33
Oswestry (discapacidad), %		
Media ± DE	62.70 ± 13.41	44.00 ± 18.20
Rango	49-84	14-86

Por sus siglas en inglés: PI = incidencia pélvica; PT = inclinación pélvica; SS = pendiente sacra; LL = lordosis lumbar; FL = flecha lordótica.

Tabla 3: Análisis inferencial sobre el uso del tornillo transpedicular en S1.

Variables	Sí (tornillo S1)	No (sin tornillo S1)	RR	IC 95%	p
	n (%)	n (%)			
PI (42-60°)					
Igual	3 (27)	0 (51.3)	1.6	0.9-2.27	> 0.05
No igual	5 (45)	3 (28)	1.0		
LL (40-60°)					
Igual	2 (18)	1 (9)	5.3	0.72-39.9	> 0.05
No igual	1 (9)	7 (63)	1.0		
PT (10-15°)					
Igual	2 (18)	1 (9)	5.3	0.72-39.9	> 0.05
No igual	1 (9)	7 (63)	1.0		
SS (36-41°)					
Igual	1 (9)	2 (18)	0.53	0.09-2.8	> 0.05
No igual	5 (45)	3 (28)	1.0		
Espondilolistesis (grado)					
I	2 (18)	1 (9)	1.06	0.40-2.7	> 0.05
II	3 (27)	5 (45)	1.0		
Discapacidad (Oswestry)					
< 50%	2 (18)	6 (55)	0.88	0.36-2.17	> 0.05
> 50%	1 (9)	2 (18)	1.0		
	SS igual (36-41°)	SS no igual (36-41°)			
Discapacidad (Oswestry)					
< 50%	8 (73)	0 (0)	1.5	0.67-3.3	> 0.05
> 50%	2 (18)	1 (9)	1.0		
	PI igual (42-62°)	PI no igual (42-62°)			
Discapacidad (Oswestry)					
< 50%	7 (64)	1 (9)	0.87	0.67-1.13	> 0.05
> 50%	3 (27)	0 (0)	1.0		

Por sus siglas en inglés: PI = incidencia pélvica; LL = lordosis lumbar; PT = inclinación pélvica; SS = pendiente sacra; RR = riesgo relativo; IC 95% = intervalo de confianza de 95%.

SF-36 en la que se reporta mejores resultados clínicos y radiológicos cuando se realiza una artrodesis circunferencial.¹⁹ En 1994 Fandiño y col. reportan buenos resultados únicamente clínicos para el tratamiento de las espondilolistesis ístmicas grado I y II de Meyerding con fusión posterolateral y descompresión con excelentes resultados en 75% de los pacientes.²⁰

En este estudio se establece que sí existe mejoría del balance sagital con la colocación de tornillo al sacro (S1) en la espondilolistesis L4-L5, ya que el análisis estadístico demuestra que la corrección a parámetros normales de los ángulos espinopélvicos es mejor con el uso del tornillo, debido a que mejoró la lordosis lumbar y la inclinación pélvica cinco veces más que el no utilizarlo.

Además, su uso establece una mejora en la disminución de la discapacidad física que provoca

la inestabilidad sagital espinopélvica secundaria a la espondilolistesis de L4-L5. La actividad física previo al tratamiento quirúrgico es un factor positivo en lo que respecta a la mejoría clínica de acuerdo con la discapacidad funcional.

En este estudio se establece una relación hombre mujer de 1:5, además de que se establece que el sobrepeso y la obesidad actúa de manera negativa en los resultados funcionales clínicos postoperatorios de esta patología.

Este estudio representa el total de las cirugías realizadas para corregir y/o tratar la patología de espondilolistesis L4-L5 con una muestra de 11 pacientes, realizadas por cuatro cirujanos, utilizando los mismos principios de la cirugía en todo el tamaño de la muestra.

En las debilidades se encuentran los resultados de los cuestionarios que se aplicaron a los pacientes en diferentes etapas del estudio, por lo que la precisión del cuestionario depende directamente de las respuestas que plasmen en el momento de su aplicación.

Conclusiones

Es de gran interés volver a retomar un concepto olvidado por varias décadas: el balance sagital espinopélvico, que determina la posición de la totalidad de la columna vertebral en lo que respecta a las curvas y ángulos anatómicos de la misma y su relación entre los segmentos cervical, torácico, lumbosacro, pelvis, rodillas y pies.

Uno de los objetivos principales actuales de la cirugía de columna es reestablecer el balance sagital del segmento afectado que se pretende intervenir quirúrgicamente. Las espondilolistesis que presentan un desequilibrio espinopélvico deben considerarse además de la estabilización mediante instrumentación posterior y fusión posterolateral la corrección del balance sagital.

Lograr un buen balance sagital espinopélvico en el tratamiento de enfermedades espinales degenerativas, traumáticas, infecciosas y/o tumorales permite lograr un buen resultado clínico a corto y mediano plazo, ya que la restauración de este balance permite a la columna regresar a su estado fisiológico anterior a la patología que desarrolló.

El uso del tornillo pedicular a nivel de S1 para el tratamiento de las espondilolistesis de L4-L5, conlleva a tener mejores resultados en el equilibrio sagital espinopélvico, ya que actúa como fulcro para la corrección de la lordosis lumbar, así como a la mejoría de la inclinación sacra (SS), obteniendo una corrección conjunta de la incidencia pélvica (PI) como la inclinación pélvica (PT).

Al obtener un buen balance sagital en la patología de la espondilolistesis de L4-L5, se obtienen mejores resultados clínicos respecto al porcentaje de discapacidad funcional obtenido con el cuestionario de Oswestry, ya que el hecho de utilizarlo mejora 1.5 veces más la calidad de vida al obtener resultados menores de 50% de discapacidad funcional en comparación al no usarlo.

Por último, se puede concluir que lograr un buen balance sagital espinopélvico refleja mejores resultados clínicos en el tratamiento de la patología de la columna vertebral y el uso de un tornillo transpedicular

en el sacro en las espondilolistesis de L4-L5 proporciona una mayor corrección del balance sagital.

Referencias

1. Hegde D, Mehra S, Babu S, Ballal A. A study to assess the functional outcome of decompression and posterior lumbar interbody fusion of low grade spondylolisthesis of lumbar vertebra. *J Clin Diagn Res.* 2017; 11 (3): RC01-RC03.
2. Song D, Song D, Zhang K, Chen Z, Wang F, Xuan T. Double-level isthmic spondylolisthesis treated with posterior lumbar interbody fusion: A review of 32 cases. *Clin Neurol Neurosurg.* 2017; 161: 35-40.
3. de Kunder SL, van Kuijk SMJ, Rijkers K, Caelers IJMH, van Hemert WLW, de Bie RA, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis. *Spine J.* 2017; 17 (11): 1712-1721.
4. Guigui P, Ferrero E. Surgical treatment of degenerative spondylolisthesis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017; 103 (1S): S11-S20.
5. Grannum S, Torrie PA, Miller A, Harding IJ. Risk factors for the development of a mobile degenerative spondylolisthesis at L4-L5. *Spine Deform.* 2015; 3 (1): 98-104.
6. Gille O, Challier V, Parent H, Cavagna R, Poignard A, Faline A, et al. Degenerative lumbar spondylolisthesis: cohort of 670 patients, and proposal of a new classification. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014; 100 (6 Suppl): S311-S315.
7. Wang YXJ, Káplár Z, Deng M, Leung JCS. Lumbar degenerative spondylolisthesis epidemiology: A systematic review with a focus on gender-specific and age-specific prevalence. *J Orthop Translat.* 2016; 11: 39-52.
8. Metz LN, Deviren V. Low-grade spondylolisthesis. *Neurosurg Clin N Am.* 2007; 18 (2): 237-248.
9. Young S, DeWei S. Double-level isthmic spondylolisthesis treated with posterior lumbar interbody fusion: a review of 32 cases. *Clin Neurol Neurosurg.* 2017; 162: 35-40.
10. Phan KH, Daubs MD, Kupperman AI, Scott TP, Wang JC. Kinematic analysis of diseased and adjacent segments in degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine J.* 2015; 15 (2): 230-237.
11. Hernandez NVR, Jacob JC, Machado CI, Batista JLL, Novo BMA, Cardoso MT. Spinopelvic balance evaluation of patients with degenerative spondylolisthesis L4L5 and L4L5 herniated disc who underwent surgery. *Rev Bras Ortop.* 2016; 51 (6): 662-666.
12. Bakouny Z, Assi A, Massaad A, Saghbini E, Lafage V, Skalli W, et al. Roussouly's sagittal spino-pelvic morphotypes as determinants of gait in asymptomatic adult subjects. *Gait Posture.* 2017; 54: 27-33.
13. Le Huec JC, Roussouly P. Sagittal spino-pelvic balance is a crucial analysis for normal and degenerative spine. *Eur Spine J.* 2011; 20 (suppl 5): 556-557.
14. Muñoz Gutiérrez J. Atlas de mediciones radiológicas. 2a ed. España: Editorial McGraw-Hill; 2011.
15. Kapanji AI. Fisiología articular. Tomo 3: Tronco y raquis. 6a ed. Madrid: Editorial Panamericana; 2012.
16. Jensen TS, Kjaer P, Korsholm L, Bendix T, Sorensen JS, Manniche C, et al. Predictors of new vertebral endplate signal (Modic) changes in the general population. *Eur Spine J.* 2010; 19 (1): 129-135.

17. Ramírez GR, Ramírez MJJ, Sánchez LM, Juárez LB. El balance sagital en la columna lumbar degenerativa. Ortho-tips. 2015; 11 (3): 126-133.
18. Vital M, García Suárez A, Sauri Barraza JC, Soderlund C, Gangnet N, Gille O. Equilibrio sagital y su aplicación en patologías de columna vertebral. Rev Ortop Traumatol. 2006; 50: 447-453.
19. García Delgado I, García Fernández C, Lópiz Morales Y, León Serrano C, Alía Benítez J, Marco Martínez F, et al. Espondilolistesis degenerativas: fusión a un nivel vertebral. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2008; 52: 381-385.
20. Fandiño J, García-Abeledo M. Espondilolistesis degenerativa: tratamiento y resultados. Neurocirugía. 1994; 5: 136-140.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con respecto a este artículo.