

ORIGINAL

## Deformidad sacra proximal: elemento común a la espondilolistesis ístmica lítica de L5 y a la degenerativa del segmento L4-L5, 2 entidades de etiopatogenia muy diferente, aparentemente



A. Gallego-Goyanes<sup>a</sup>, D. Barahona-Lorenzo<sup>b</sup> y M.A. Díez-Ulloa<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España

<sup>b</sup> Hospital Universitario Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España

Recibido el 20 de noviembre de 2016; aceptado el 13 de mayo de 2017

Disponible en Internet el 26 de julio de 2017

### PALABRAS CLAVE

Columna vertebral;  
Anatomía;  
Lumbar;  
Sacro;  
Espondilolistesis;  
Istmo;  
Alineamiento sagital

**Resumen** Se realiza un estudio radiográfico para investigar la relación entre el alineamiento sagital de la anatomía sacra proximal (ASP) y la espondilolistesis, ya sea lítica ístmica o degenerativa. Por otra parte, se estudia si en el caso de la espondilolistesis ístmica lítica de L5 existe relación entre el grado de la listesis y dicha ASP.

Se revisaron las imágenes laterales del sacro (radiografías de columna lumbar en bipedestación generalmente) de 173 pacientes, de los cuales 90 tenían una espondilolistesis degenerativa L4 y 83 una espondilolistesis ístmica lítica de L5 (67 de bajo grado y 16 de alto grado) y se compararon con un grupo control de 100 pacientes ajustado por edad y género, sin ningún tipo de espondilolistesis. Se definió el grado listesis según la clasificación de Meyerding y el ángulo de ASP, medido según el método de Harrison, mediante el ángulo entre las líneas tangentes a los muros posteriores de S1 y S2.

En nuestra muestra existe una cifosis sacra proximal en ambos tipos de espondilolistesis, siendo mayor en la ístmica lítica, especialmente en las de alto grado. Por el contrario, el grupo control presentaba una lordosis sacra proximal. Las diferencias en la ASP fueron estadísticamente significativas entre controles y espondilolistesis, tanto ístmica lítica L5 como degenerativa L4, así como entre ambos tipos de espondilolistesis y, entre las ístmicas líticas, las de alto y bajo grado.

Por lo tanto, se puede afirmar que en los pacientes de nuestro estudio la cifosis sacra proximal está relacionada con espondilolistesis degenerativa y la ístmica lítica, sin poder discernir claramente si es una causa o una consecuencia de la misma.

© 2017 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [madxxuno@hotmail.com](mailto:madxxuno@hotmail.com) (M.A. Díez-Ulloa).

**KEYWORDS**

Spine;  
Anatomy;  
Lumbar;  
Sacrum;  
Spondylolisthesis;  
Isthmus;  
Sagittal alignment

### Proximal sacral deformity: a common element in lytic isthmic spondylolisthesis at L5 and in degenerative spondylolisthesis at L4-L5 segment. Two apparently very different etiopathogenic entities

**Abstract** A radiographic study was carried out to investigate the relationship between proximal sacral sagittal anatomy (either kyphosis or lordosis) and either isthmic or degenerative spondylolisthesis. In addition, we studied whether there is a relationship between proximal sacral kyphosis and the degree of such listhesis in the case of L5 isthmic spondylolisthesis.

Lateral standing x-rays were used from 173 patients, ninety of whom had degenerative spondylolisthesis L4-L5, and eighty-three an isthmic spondylolisthesis of L5 (67 low-grade and 16 high-grade) and compared with a control group of 100 patients adjusted by age and gender, without any type of spondylolisthesis. Listhesis was graded using Meyerding's classification and the proximal sacral kyphosis angle (CSP) was measured between S1 and S2 posterior walls, according to Harrison's method.

In our series, there was a proximal sacral kyphosis in both types of spondylolisthesis, greater in the lytic type. By contrast, the control group had a proximal sacral lordosis. The differences were statistically significant.

Therefore, we concluded that there was a proximal sacral kyphosis in patients with both degenerative and isthmic lytic spondylolisthesis, but with our results, we were not able to ascertain whether it is a cause or a consequence of this listhesis.

© 2017 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

En los últimos años diversos estudios han demostrado que los parámetros espinopélvicos están relacionados con la espondilolistesis y su progresión. Las espondilolistesis con un alto grado de displasia tenían mayor riesgo de progresión; un alto grado de displasia incluía, entre otros parámetros, la cifosis lumbosacra<sup>1</sup>. Otros autores han demostrado la existencia de la relación de la espondilolistesis L5-S1 del desarrollo, y su grado, con la incidencia pélvica, la pendiente sacra, la inclinación sacra, la lordosis lumbar y la cifosis torácica<sup>2,3</sup>. Estos estudios sugieren que estos parámetros podrían ser factores relacionados con la patogenia de la espondilolistesis.

Centrándonos en el sacro se ha visto que la anatomía del sacro varía considerablemente de unos individuos a otros. La curvatura sacra global es mínima en recién nacidos, aumentando progresivamente durante la adolescencia<sup>4</sup>. Posteriormente las curvaturas de la columna aparecen y, junto a ellas, los pacientes con espondilolistesis ístmica lítica desarrollan un sacro curvo<sup>5</sup>. El ángulo lumbosacro aumenta desde el nacimiento hasta los 5 años, manteniéndose igual en la edad adulta en pacientes sanos.

Diversos parámetros sacros se han relacionado de manera significativa con la espondilolistesis, como el ángulo del platillo sacro, que corresponde al ángulo entre la pared posterior de S1 y el platillo superior de S1<sup>6,7</sup>. Existe también una relación directa entre la incurvación lateral del cuerpo sacro<sup>8</sup> o su cifosis S1-S4 medida por el método de Cobb<sup>9</sup> y la espondilolistesis ístmica L5-S1 y su grado. Igualmente, la cifosis de S1 (medida por el índice de S1) se ha visto relacionada con la cifosis lumbosacra, el grado de deslizamiento y la facilidad para la reducción de L5 sobre S1 en la espondilolistesis ístmica lítica de L5<sup>10-12</sup>. No hay definida una normalidad en los parámetros de anatomía sacra en cuanto a su forma, como se ha comentado anteriormente,

y la variabilidad de referencias de mediciones en la literatura hace muy difícil comparar resultados entre los diversos trabajos.

No obstante, no se ha demostrado que estas alteraciones anatómicas sacras sean causa de la listesis, o sean más bien cambios secundarios, aunque hay alguna sugerencia en el sentido de un moldeado sacro secundario en estudios del ángulo del platillo sacro en pacientes con imágenes seriadas lo largo de su vida<sup>13</sup>. Igualmente, la mayoría de los estudios están centrados en la espondilolistesis por lisis ístmica L5-S1, prestando menor atención a la degenerativa<sup>12-17</sup>.

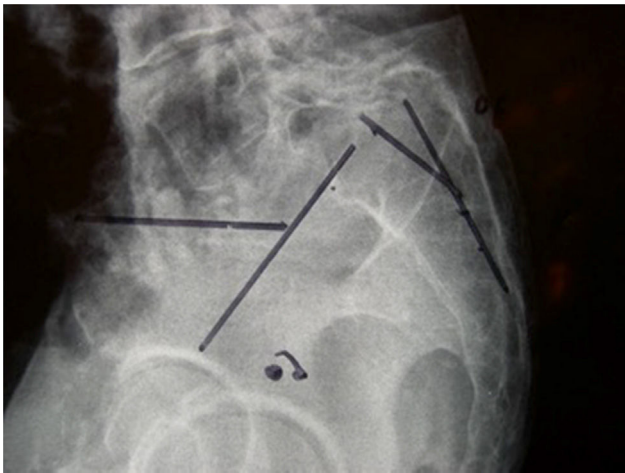
Por ello, nos permitimos teorizar que la anatomía del sacro en sí misma, independientemente de los parámetros espinopélvicos, es diferente en los pacientes afectados de espondilolistesis, probablemente como reflejo de un desequilibrio del tronco que produce un moldeado del sacro sobre su anclaje fijo a la pelvis: la articulación sacroilíaca.

Hipótesis: los pacientes con espondilolistesis, entendida como el resultado de un desequilibrio anterior del tronco, presentan un sacro con una mayor cifosis en su región proximal a la articulación sacroilíaca, esto es, el segmento S1-S2.

Es esperable que los casos con una espondilolistesis ístmica lítica de L5, por presentar un mayor desequilibrio de tronco, presenten esta deformidad cifótica en mayor grado que los pacientes con espondilolistesis degenerativa L4, si bien ambos grupos de pacientes la presentarán respecto a población sin espondilolistesis alguna.

## Material y métodos

Se realiza un estudio radiográfico para investigar la relación entre tendencia a la cifosis sacra proximal y la espondilolistesis, ya sea lítica ístmica o degenerativa, es decir, determinar, si hay una tendencia a la cifosis sacra proximal



**Figura 1** Radiografía lateral de sacro donde se observan las diferentes mediciones realizadas. A la izquierda: inclinación sacra, ángulo formado por la horizontal y el platillo superior de S1. A la derecha: ángulo de cifosis S1S2 medido entre los muros posteriores (método de Harrison).

en relación con la espondilolistesis, ya sea la ístmica lítica de L5 (sobre S1) (fig. 1) o la degenerativa de L4 (sobre L5).

Por otra parte, se estudia si en el caso de la espondilolistesis ístmica lítica de L5 existe relación entre la gravedad de la listesis y el grado de cifosis sacra proximal.

Nuestra muestra consta de 273 individuos, con un grupo control (grupo 0), compuesto 100 personas sin espondilolistesis ni enfermedad vertebral conocida, con distribución de edad y género similar a los grupos 1 y 2; un grupo 1, con 90 pacientes con espondilolistesis degenerativa L4-L5 y un grupo 2, con 83 pacientes con espondilolistesis por lisis ístmica L5-S1. El grupo 1 está compuesto por 22 hombres y 68 mujeres, con edades entre 43 y 92 años (media: 68 años); mientras que el grupo 2 lo conforman 35 hombres y 48 mujeres, con edades entre 12 y 90 años (media: 46 años). Dentro de este grupo 2 en 67 pacientes la listesis es de bajo grado y en 16 de alto grado.

### Criterios de inclusión

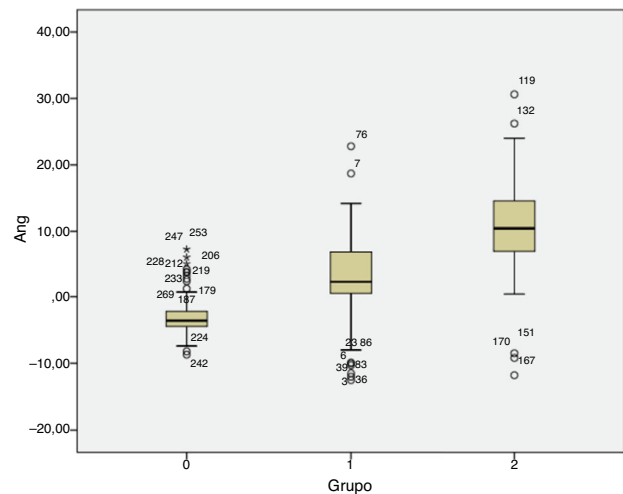
Pacientes con espondilolistesis anterior L5-S1 por lisis ístmica o espondilolistesis degenerativa L4-L5, valorados en nuestro centro entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2014.

Imágenes con una visión clara del sacro proximal: radiografías laterales en bipedestación en los pacientes y radiografías o cortes sagitales de TAC en la línea media del sacro, en el grupo control.

### Criterios de exclusión

Antecedentes de enfermedad traumática, tumoral, metabólica o infecciosa que pudiesen suponer una deformación del sacro.

Las variables radiológicas se estudiaron en imágenes digitalizadas en el visor SECTRA (programa IANUS). Dichas variables fueron: a) grado de listesis, según la clasificación de Meyerding, considerando bajo grado los tipos I y II y alto



**Figura 2** Comparativa de valores de ángulo S1S2 (método de Harrison).

Grupo 0: controles; grupo 1: pacientes con espondilolistesis degenerativa L4; y grupo 2: pacientes con espondilolistesis ístmica lítica L5.

grado el tipo III o superior (50% o más de deslizamiento); y b) ángulo de cifosis sacra proximal (CSP): ángulo formado por las rectas definidas por los muros posteriores de S1 y S2 (método de Harrison<sup>18</sup>).

Se emplea el programa estadístico SPSS 21.0 y el paquete estadístico R, con la colaboración del servicio de epidemiología del hospital. Se eligen pruebas paramétricas (ANOVA) una vez comprobada la distribución normal de los valores de las variables en los distintos grupos, aceptando un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

## Resultados

La ASP encontrada es lordótica en el grupo control ( $-2^\circ \pm 2^\circ$ ; mínimo:  $-8^\circ$  y máximo:  $7^\circ$ ), mientras que el grupo 1 (espondilolistesis degenerativa L4) es cifótica ( $+2^\circ \pm 6^\circ$ ; mínimo  $-14^\circ$  y máximo  $+22^\circ$ ), al igual que en el grupo 2 (espondilolistesis ístmica lítica L5), donde también es cifótica ( $+10^\circ \pm 7^\circ$ ; mínimo:  $-11^\circ$  y máximo:  $+30^\circ$ ). Entre las espondilolistesis ístmicas líticas (grupo 2) se encuentran diferencias entre los pacientes de bajo grado ( $+10^\circ$ ; mínimo  $-11^\circ$  y máximo  $+30^\circ$ ) y los de alto grado ( $+15^\circ$ ; mínimo  $+5^\circ$  y máximo  $+26^\circ$ ) (fig. 2 y tabla 1).

Las diferencias entre los grupos 0 y 1, 1 y 2, así como 0 y 2 son estadísticamente significativas:  $p < 0,001$  (tabla 2). Las diferencias entre el subgrupo de bajo y el de alto grado también lo son, con un nivel de significación de  $p < 0,01$ .

## Discusión

La incidencia pélvica determina la posición del platillo superior sacro. El organismo equilibra la incidencia pélvica mediante la lordosis lumbar. Las tensiones a las que está sometida la articulación lumbosacra dependen de la orientación espacial de la misma. Cuanto más vertical sea, mayores serán. Una incidencia pélvica mayor implica una menor inclinación pélvica y una mayor pendiente sacra, lo que conlleva

**Tabla 1** Valores de angulación S1S2

Grupo	N	Media	Desv. estándar	Error estándar	Intervalo confianza al 95% Límite inferior/superior	Mínimo	Máximo
0	100	-2,0	2,0	0,00	-3,0 a -2,0	-8,0	7,0
1	90	2,0	6,0	0,00	1,0 a 3,0	-14,0	22,0
2	83	10,0	7,0	0,00	9,1 a 12,0	-11,0	30,0
Total	273	3,1	8,0	0,00			

Valores positivos indican cifosis, los negativos lordosis. Método de Harrison.

Grupos: grupo 0 son controles; grupo 1: pacientes con espondilolistesis degenerativa de L4; y grupo 2 pacientes espondilolistesis ístmica lítica de L5 (ANOVA).

**Tabla 2** Estudio comparativo de los 3 grupos 2 a 2

(i) grupo	(J) grupo	Diferencia de medidas (i-J)	Error estándar	Significación	Intervalo de confianza 95% Límite inferior/superior
0	1	-5	0,00	< 0,001	-7 a -3
0	2	-13	0,00	< 0,001	-15 a -11
1	0	5	0,00	< 0,001	3 a 7
1	2	-8	0,00	< 0,001	-10 a -5
2	0	13	0,00	< 0,001	11 a 15
2	1	8	0,00	< 0,001	5 a 10

Misma distribución de grupos que en la [tabla 1](#). Comparaciones múltiples. Variable dependiente: ángulo. Prueba: Scheffe.

mayor verticalización de la charnela lumbosacra. Por lo tanto la incidencia pélvica está significativamente relacionada con la progresión de la listesis. La incidencia pélvica es un parámetro constante en el adulto<sup>14</sup>, si bien aumenta con la edad durante en el desarrollo, sugiriendo que su aumento pueda deberse a cambios adaptativos con la posición bípeda que pudieran verse incrementados en pacientes con espondilolistesis ístmica<sup>2,3</sup>. En cambio, el ángulo del platillo sacro (entre el muro posterior y el platillo craneal de S1) es parecido en pacientes jóvenes y adultos<sup>7,17</sup>, lo que pudiera hacer pensar que un ángulo disminuido pudiera ser un factor etiológico de la espondilolistesis; hecho desmentido por un reciente estudio<sup>13</sup>, donde no se aprecia diferencia en dicho ángulo entre pacientes con espondilolistesis ístmica y los controles, por lo que la aparición de cifosis sacra pudiera ser el resultado del moldeado óseo del sacro más que una de las causas originarias del desequilibrio anterior del tronco.

De la misma forma, se ha sugerido<sup>5</sup> que el sacro en pacientes con espondilolistesis, aún de bajo grado, es más curvo que el de la población general, incluso a nivel específicamente S1-S2, si bien ellos miden por método de Cobb, de menor reproducibilidad que el de Harrison empleado por nosotros; de hecho, ya se reconocen por el mismo autor que lo emplea<sup>5</sup> las limitaciones del método Cobb en esta localización. Tras una valoración de los diversos métodos empleados para medir el alineamiento sagital, decidimos emplear el método de Harrison<sup>17</sup> por considerarlo el más reproducible y menos susceptible a modelado óseo de todos ellos; opinión compartida por otros autores<sup>19</sup>.

¿Por qué el nivel S1-S2? Dado que las curvaturas de la columna se adquieren por el ser humano al comenzar la bipedestación, y que el sacro forma parte de la columna, se entiende que la articulación sacroiliaca es el fulcro por el que se incurva el sacro, al ser la zona de transmisión de carga

entre la columna lumbar y la pelvis, siendo un punto que se puede considerar fijo. Dicha articulación está al nivel de S2-S3, esto es, inmediatamente por debajo de la zona elegida para medir en este estudio.

El estudio de la cifosis de este segmento S1-S2 con esta metodología no ha sido publicado hasta el momento, por lo que todas las comparaciones con otros trabajos pueden tener siempre un componente intrínseco en la metodología de medición.

Nos resulta sugerente la idea de que la anatomía sacra pueda predisponer a la listesis en el caso de la degeneración del segmento L4-L5. Si bien, probablemente sea consecuencia del moldeado de un sacro en crecimiento en el caso de pacientes con lesiones ístmicas líticas de L5. Esto es, sería consecuencia en el caso de espondilolistesis del desarrollo y causa en la adquirida (siguiendo los criterios de la clasificación de Marchetti y Bartolozzi).

Es una disquisición académica, pues el hecho de que exista una cifosis S1-S2 de menor cuantía en las espondilolistesis degenerativas de L4 también podría ser consecuencia de un moldeado del sacro a lo largo de toda la vida de la persona, explicándose la menor cuantía por una menor plasticidad ósea que durante el crecimiento. La distinción requeriría estudiar el sacro de estos pacientes en la madurez ósea precoz (20-30 años de edad), antes de que los procesos degenerativos puedan aparecer. No obstante, hay trabajos que también apuntan a una alteración de los parámetros espinopélvicos en los pacientes con esta afección<sup>20</sup>.

Como primer paso para probar esta tesis intentaremos demostrar que, efectivamente, el sacro proximal se encuentra en cifosis, de manera más marcada que la población sin ningún tipo de deformidad por desequilibrio anterior del tronco (espondilolistesis), independientemente que dicha espondilolistesis asocie una lisis en la pars interarticularis

de L5, o cambios adaptativos degenerativos en las carillas L4-L5. Es de esperar que la primera situación genere un ambiente biomecánicamente más proclive a la aparición de deformidades, por el fracaso de las estructuras óseas posteriores.

Un aumento de la cifosis sacra proximal cabría esperar que se relacione con un incremento de la probabilidad de sufrir desplazamientos anteriores vertebrales<sup>4,12-17</sup>. La morfología del sacro, entre la que se incluye el ángulo de cifosis sacra proximal, es propia de cada paciente y no se varía con la posición que tenga el paciente en el espacio, por ello es indistinto medir radiografías en bipedestación (el estándar en nuestra práctica habitual para estudio de pacientes con sintomatología vertebral) o cortes sagitales de TAC (en decúbito, pero hechos en pacientes con problemas no relacionados con ninguna enfermedad raquídea). Por todo ello, nos pareció una variable susceptible de estudio con reproducibilidad y fiabilidad en grupo control sin necesidad de enfermedad raquídea (y, por ello, sin radiología de columna en bipedestación en algunos casos).

En sujetos sanos la unión lumbosacra es lordótica<sup>4</sup>, como se correspondería por extensión con nuestros datos (lordosis S1-S2 de  $-2^\circ$ ). En sujetos con espondilolistesis esta lordosis sacra proximal desaparece, pasando a ser cifosis, estadísticamente más acusada en pacientes con espondilolistesis lítica en comparación con la degenerativa, y más aún en los casos de alto grado, lo que parece acorde con el sentido común: a más desequilibrio hay más deslizamiento y este desequilibrio anterógrado se refleja incluso dentro del hueso sacro.

Según la Ley de presión epifisaria de Hueter-Volkman los cambios anatómicos del sacro, especialmente la cifosis sacra, en pacientes con espondilolistesis, son secundarios a una compresión axial del platillo sacro anterior debido al deslizamiento anterior de L5 sobre S1, disminuyendo el crecimiento óseo encondral en esa zona, y aumentándolo de manera anormal en la parte posterior del cuerpo de S1, al encontrarse menos sometida a presión. Además, si la pars interarticularis no se rompe, esta tira de los elementos posteriores de S1, favoreciendo este crecimiento posterior de las vértebras proximales del sacro, confirmando una curvatura cifótica al sacro proximal. Otras alteraciones anatómicas del sacro, como la forma de cúpula del platillo sacro proximal o el acuñamiento de L5, se piensa que son debidos a cambios adaptativos secundarios a la listesis<sup>3-9</sup>.

Se ha visto en una población juvenil (6-20 años) con espondilolistesis lítica L5-S1 que el ángulo del platillo sacro y la cifosis sacra están significativamente alterados en estos pacientes, en comparación con un grupo control sin listesis. Ellos medían la cifosis sacra global según el ángulo de Ferguson, que es aquel que forman la línea que va desde el punto medio del platillo superior de S1 hasta el punto medio de su platillo inferior, con la línea que pasa entre los puntos medios de los platillos inferiores de S2 y S4. Observaron una cifosis sacra media de  $26^\circ$  en sujetos sanos y de  $43^\circ$  en pacientes con espondilolistesis. Sin embargo, ellos no encontraron diferencia en cuanto a la cifosis sacra entre espondilolistesis de bajo y de alto grado. Estos autores también midieron la cifosis sacra proximal, pero a diferencia de nuestro estudio, según el ángulo superior de S1 (ángulo entre la perpendicular al platillo superior de S1 y la línea que une los puntos medios de los platillos de S1) y el ángulo inferior

de S2 (ángulo entre la línea que une los puntos medios de los platillos de S1 y la perpendicular al platillo inferior de S2). Encontraron que el ángulo superior de S1 era significativamente superior en los pacientes con espondilolistesis, y que el ángulo inferior de S2 era significativamente inferior en estos pacientes. Otros autores no corroboran estos hallazgos del platillo sacro en pacientes con espondilolistesis<sup>13</sup>, por lo que la deformidad del sacro se debería un moldeado del mismo: aparición de cifosis S1-S2 como vemos en nuestra serie.

La incidencia pélvica no se ve afectada por la reducción y fijación quirúrgica de la espondilolistesis, mientras que el ángulo lumbosacro y la lordosis lumbar sí lo hacen. La inclinación pélvica y la pendiente sacra son modificados por la cirugía, pero en menor medida. En cuanto a la relevancia terapéutica de la cifosis sacra Schroeder et al. presentaron unos buenos resultados en cuanto a reducción del ángulo de deslizamiento lumbosacro y mejoría del test SRS en pacientes con espondilolistesis ístmica de alto grado a los que se les sometió a una cirugía consistente en artrodesis L4-S1, previa reducción de la listesis de L5 reorientándola hacia craneal y posterior<sup>16</sup>. Al reducir la cifosis lumbosacra consiguieron mejorar el balance sagital, a pesar de no modificar considerablemente el grado de listesis. Aunque esta técnica no modificaba directamente la cifosis sacra, sí pone de manifiesto la importancia de la cifosis sacra en la espondilolistesis y sugiere que una disminución de la misma mejoraría el pronóstico de estos pacientes.

En cuanto a la espondilolistesis degenerativa L4-L5 elegimos este nivel, ya que fue el más frecuente en nuestro medio (72% de todas las espondilolistesis degenerativas diagnosticadas para el periodo 2006-2014). El hecho de que la cifosis sacra proximal sea estadísticamente superior en estas espondilolistesis degenerativas respecto a la población sin listesis sugiere que la deformidad sacra puede ser un factor patogénico también en esta entidad nosológica. En el caso de estas espondilolistesis L4-L5, que no presentaban listesis del nivel L5-S1, resulta más difícil pensar que la deformidad sacra sea debida al deslizamiento vertebral, sino que más bien se trataría de característica anatómica del sacro, posible factor etiológico de una futura espondilolistesis degenerativa.

En cambio, el hecho de que la ASP sea más cifótica en la espondilolistesis lítica que en la degenerativa, y dentro de la lítica que sea mayor en la de alto grado que en la de bajo, nos sugiere que la cifosis sacra proximal podría ser también una consecuencia de la listesis, fomentando la deformidad sacra a medida que progresa el deslizamiento vertebral, como ya se explicó anteriormente. Esta circunstancia se ve favorecida por el hecho de que en los pacientes con espondilolistesis ístmica suele comenzar la enfermedad en edad temprana, en la que el esqueleto es aún inmaduro, y por lo tanto más susceptible de sufrir deformidades con el crecimiento.

Los sesgos de nuestro estudio podrían ser la falta de similitud en cuanto a edad entre los pacientes con espondilolistesis degenerativa y los pacientes con espondilolistesis lítica. Es un sesgo difícil de evitar, ya que se trata de procesos patológicos con edades de aparición muy distintas. Al no separar a los pacientes del grupo de espondilolistesis lítica entre jóvenes y adultos no podemos saber si los cambios anatómicos sacros están más presentes en la edad juvenil o en

la adulta. Igualmente, no podemos obtener este dato en el grupo de espondilolistesis degenerativa, ya que no disponemos de radiografías en edades tempranas de los pacientes que más adelante desarrollaron la listesis.

## Conclusión

Existe una cifosis sacra proximal en los pacientes con espondilolistesis, tanto ístmica lítica de L5 como degenerativa de L4, siendo mayor en los pacientes con lisis ístmica de L5 y, dentro de estos, en los de listesis de alto grado.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Marchetti PG, Bartolozzi P, Binazzi R, Vaccari V, Girolami M, Impallomeni C, et al. Preoperative reduction of spondylolisthesis. *Chir Organi Mov.* 2002;87:203–15.
2. Jackson RP, Hales C. Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers. *Spine.* 2000;25:2808–15.
3. Jackson RP, Phipps T, Hales C, Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine.* 2003;28:151–60.
4. Abitbol MM. Evolution of the lumbosacral angle. *Am J Phys Anthropol.* 1987;72:361–72.
5. Marty C, Boisaubert B, Descamps H, Montigny J, Hecquet J, Legaye J, et al. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. *Eur Spine J.* 2002;11:119–25.
6. Whitesides TE Jr, Horton WC, Hutton WC, Hodges L. Spondylolytic spondylolisthesis: A study of pelvic and lumbosacral parameters of possible etiologic effect in two genetically and geographically distinct groups with high occurrence. *Spine.* 2005;30 6 Suppl:S12–21.
7. Inoue H, Ohmori K, Miyasaka K. Radiographic classification of L5 isthmic spondylolisthesis as adolescent or adult vertebral slip. *Spine.* 2002;27:831–8.
8. Antoniadis SB, Hammerberg KW, deWald RL. Sagittal plane configuration of the sacrum in spondylolisthesis. *Spine.* 2000;25:1085–91.
9. Curylo LJ, Edwards C, deWald RW. Radiographic markers in spondyloptosis: Implications for spondylolisthesis progression. *Spine.* 2002;27:2021–5.
10. Vialle R, Dauzac C, Khouri N, Wicart P, Glorion C, Guigui P. Sacral and lumbar-pelvic morphology in high-grade spondylolisthesis. *Orthopedics.* 2007;30:642–9.
11. Vialle R, Ilharreborde B, Dauzac C, Lenoir T, Rillardon L, Guigui P. Is there a sagittal imbalance of the spine in isthmic spondylolisthesis? A correlation study. *Eur Spine J.* 2007;16:1641–9.
12. Vialle R, Ilharreborde B, Dauzac C, Guigui P. Intra and inter-observer reliability of determining degree of pelvic incidence in high-grade spondylolisthesis using a computer assisted method. *Eur Spine J.* 2006;15:1449–53.
13. Tallarico RA, Fredrickson BE, Whitesides TE Jr, Lavella WF. The association of sacral table angle measurements with spondylolytic and spondylolisthetic defects at the lumbosacral articulation: A radiographic analysis. *Spine Deform.* 2015;3:372–9.
14. Mangione P, Gomez D, Senegas J. Study of the course of the incidence angle during growth. *Eur Spine J.* 1997;6:163–7.
15. Wang Z, Parent S, Mac-Thiong JM, Petit Y, Labelle H. Influence of sacral morphology in developmental spondylolisthesis. *Spine.* 2008;33:2185–91.
16. Schroeder JE, Cunningham ME, Ross T, Boachie-Adjei O. Early results of sacro-iliac joint fixation following long fusion to the sacrum in adult spine deformity. *HSS J.* 2014;10:30–5.
17. Oh SK, Chung SS, Lee CS. Correlation of pelvic parameters with isthmic spondylolisthesis. *Asian Spine J.* 2009;3:21–6.
18. Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, Janik TJ, Holland B. Radiographic analysis of lumbar lordosis: Centroid, Cobb, TRALL, and Harrison posterior tangent methods. *Spine.* 2001;26:E235–42.
19. Hwang JH, Modi HN, Suh SW, Hong JY, Park YH, Park JH, et al. Reliability of lumbar lordosis measurement in patients with spondylolisthesis: A case-control study comparing the Cobb, centroid, and posterior tangent methods. *Spine.* 2010;35:1691–700.
20. Ferrero E, Ould-Slimane M, Gille O, Guigui P, SFCR (Sociedad Francesa de Cirugía de Raquis). Sagittal spinopelvic alignment in 654 degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2015;24:1219–27.