

# Artrodesis lumbosacra

## Evaluación de parámetros pelvianos y raquídeos

JUAN P. BERNASCONI

*Instituto Dupuytren, Buenos Aires*

### RESUMEN

**Introducción:** La artrodesis lumbosacra es un procedimiento de elección para diversas patologías raquídeas. El objetivo de este trabajo es evaluar la relación del plano sagital lumbopelviano con el dolor posfusión y la presencia de lesiones radiológicas por encima de la fusión, como también identificar los factores de riesgo que aumenten la frecuencia de ese dolor.

**Materiales y métodos:** En este estudio se evaluaron 26 pacientes, intervenidos por primera vez por discopatías lumbosacras en quienes se realizó una artrodesis posterolateral, con tornillos pediculares e injerto de cresta ilíaca. La evaluación clínica se realizó según el puntaje de Beujon, luego de efectuar en todos los pacientes radiografías de frente, Ferguson y espinograma de perfil con los brazos cruzados sobre el pecho.

**Resultados:** Se trataron 26 pacientes (12 varones y 14 mujeres) con una edad promedio de 38,3 años (23-63). El seguimiento fue de 32 meses, con un mínimo de 18 meses y un máximo de 54 meses.

Se consideró eje normal a la línea que pasa entre los 25 mm posteriores medidos desde el vértice posterosuperior de S1.

Se consideró punta sacra normal cuando la angulación del platillo superior de S1 era de 40°.

Tomando estos dos parámetros como referencia, los pacientes se dividieron en seis grupos de acuerdo con lo medido en las radiografías.

**Conclusiones:** Las discopatías lumbares degenerativas producen una disfunción o desequilibrio lumbosacro; por lo tanto, al realizar una artrodesis es fundamental y deci-

sivo dejar una charnela lumbosacra en interrelación correcta con los parámetros anatómicos y posicionales, ya que la presencia de un sacro vertical es un factor de riesgo de aparición del dolor luego de la fusión.

**PALABRAS CLAVE:** Artrodesis lumbosacra. Enfermedad discal degenerativa. Parámetros pelvianos y raquídeos. Dolor posfusión.

**LUMBOSACRAL SPINAL FUSION. EVALUATION OF PELVIC AND SPINAL PARAMETERS**

### ABSTRACT

**Background:** Lumbosacral spinal fusion is the procedure of choice for many spinal pathologies. Our goal is to evaluate the relationship between the sagittal plane, radiologic changes above the fusion and the identification of certain factors that increase post-fusion pain.

**Methods:** 26 patients were assessed, initially treated for degenerative lumbar discopathies with a posterolateral fusion, with pedicle screws and iliac crest autograft.

The clinical evaluation was made according to the Beujon score after obtaining for all patients AP views and Ferguson and lateral spinogram with the arms folded over the chest.

**Results:** We treated 26 patients (12 males, 14 females), mean age 38.3. (range 23-54); mean follow-up 32 months (range 18-54).

The line that falls between the 25 posterior mm measured from the postero-superior border of S1 was considered the normal axis, and a 40-degree sacral slope represented a normal sacral tip.

Taking these two parameters as reference, patients were divided into 6 groups, according to the X-ray measures.

**Conclusions:** Degenerative lumbar discopathies cause lumbo-sacral imbalance or dysfunction. Therefore, on performing an arthrodesis it is critical to create a lumbo-sacral junction perfectly correlated to the anatomical and positional parameters, as the presence of a vertical sacrum is a risk factor for the onset of post-fusion pain.

Recibido el 3-9-2003. Aceptado luego de la evaluación el 14-10-2003.

Correspondencia:

Dr. JUAN P. BERNASCONI

Av. Libertador 4992 – Dto. “1”

(1426) Buenos Aires

E-mail: jpbernasconi@yahoo.com

**KEY WORDS: Lumbosacral fusion. Degenerative disc disease. Pelvic and spinal parameters. Post-fusion pain.**

La artrodesis lumbosacra es un procedimiento de elección para el tratamiento de un sinnúmero de patologías raquídeas.

Desde sus inicios se ha transitado por una variedad innumerable de métodos para hacerla más eficaz, hasta la fecha, en que el empleo de instrumentación transpedicular es la elección.<sup>28</sup>

Sin embargo, al valorar actualmente los resultados a largo plazo en series que van desde los 5 hasta los 30 años de seguimiento<sup>9,12,19,24,28</sup> observamos que no siempre la artrodesis es sinónimo de buenos resultados.

La pregunta que todos nos formulamos es por qué, si la indicación, la cirugía propiamente dicha y el callo óseo fueron y son correctos, el paciente sufre dolor.

Los mecanismos que intervienen en la génesis del "dolor posfusión" se encuentran en constante estudio y revisión.

En la actualidad, el perfil de la columna está adquiriendo un papel protagónico en la evaluación tanto de la génesis como del tratamiento de la patología de la columna vertebral.

Desde los primeros trabajos de Legaye, Duval y Beaupere,<sup>17</sup> hasta las últimas publicaciones de Plater, Chopin y Farsi,<sup>2,7,11,13</sup> se pone énfasis en la biomecánica que existe entre la pelvis y la columna vertebral y las consecuencias que acarrea el bloquear una zona de transición de cargas.

El objetivo de este trabajo es, primero, realizar un análisis radiográfico de 26 pacientes a quienes se les realizó una artrodesis lumbosacra instrumentada y evaluar la relación del plano sagital lumbopelviano con el dolor posfusión y la presencia de lesiones radiográficas por encima de la fusión y, segundo, identificar los factores de riesgo que aumentan la frecuencia de ese dolor.

## Materiales y métodos

Para este trabajo se evaluaron de manera retrospectiva 26 pacientes intervenidos quirúrgicamente de la columna lumbosacra por discopatías lumbares degenerativas sintomáticas tratadas ortopédicamente por un período superior a 6 meses, con malos resultados.

### Criterios de inclusión

- Pacientes que hayan sido intervenidos quirúrgicamente por primera vez.

- Intervenciones quirúrgicas que consistieron en: descompresión más liberación sacrorradicular y artrodesis posterolateral con tornillos pediculares e injerto óseo de cresta ilíaca.
- Artrodesis posterolateral visible en las radiografías de frente de la columna lumbosacra.

### Criterios de exclusión

- Pacientes que no hayan sido intervenidos por primera vez.
- Fusión posterolateral no visible radiográficamente.
- Pacientes con otras enfermedades de la columna lumbosacra. (escoliosis, tumores, infecciones, etc.).
- Seguimiento menor de 18 meses.

Los 26 pacientes que cumplieron los requisitos fueron citados y evaluados clínica y radiográficamente por el autor de este trabajo.

La evaluación clínica se realizó según el puntaje de Beaujon.<sup>8</sup>

Para la evaluación radiográfica se le efectuó a cada paciente una radiografía de frente y Ferguson de la columna lumbosacra y un espinograma de perfil con los brazos cruzados sobre el pecho.

En las radiografías de frente y Ferguson se comprobó la presencia de un callo óseo visible en ambas goteras posterolaterales y a nivel lumbosacro.

En el espinograma de perfil se buscó la presencia o no de lesiones radiográficas discales por arriba de la fusión y se realizaron las siguientes mediciones:

#### 1. Incidencia pelviana (Fig. 1).

El ángulo formado entre la línea perpendicular al punto medio del platillo de S1 y la línea que une el centro de las cabezas femorales con el centro del platillo superior de S1.<sup>17</sup>

#### 2. Versión pelviana (Fig. 2).

El ángulo formado entre la línea que une el centro de la articulación coxofemoral con el centro del platillo de S1 y la vertical.<sup>17</sup>

#### 3. Punta sacra (*sacral slope*) (Fig. 3).

El ángulo formado entre una línea tangencial al platillo superior de S1 con la horizontal.<sup>17</sup>

#### 4. Lordosis lumbar entre el platillo superior de L1 y el platillo inferior de L5.

#### 5. Gite sagital o Th9 tilt (Fig. 4).

El ángulo formado entre una línea que une el centro del cuerpo de T9 y el centro de las articulaciones coxofemorales y la vertical.<sup>17</sup>

#### 6. Distancia entre el eje axial con plomada desde C7 y el vértice posterosuperior de S1.<sup>10</sup>

## Resultados

Se evaluaron 26 pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente por lumbociática degenerativa.

Siete casos (26,9%) correspondieron a fusiones entre L5-S1 y en 19 casos (73,07%), los niveles instrumentados fueron L4-L5 y S1.

Se trataron 12 varones y 14 mujeres con una edad promedio de 38,3 años (23-63).

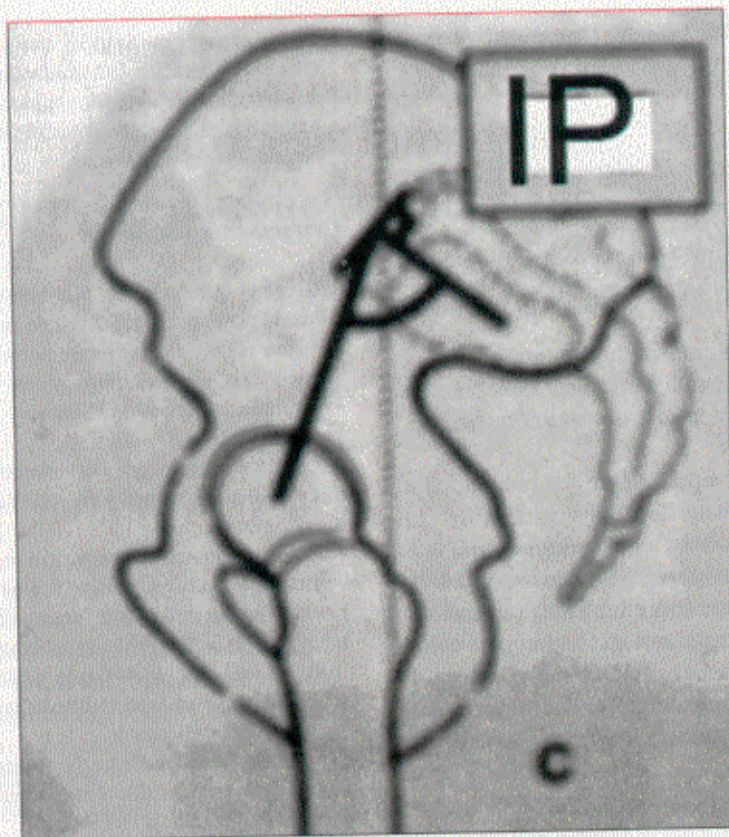


Figura 1. Incidencia pelviana.

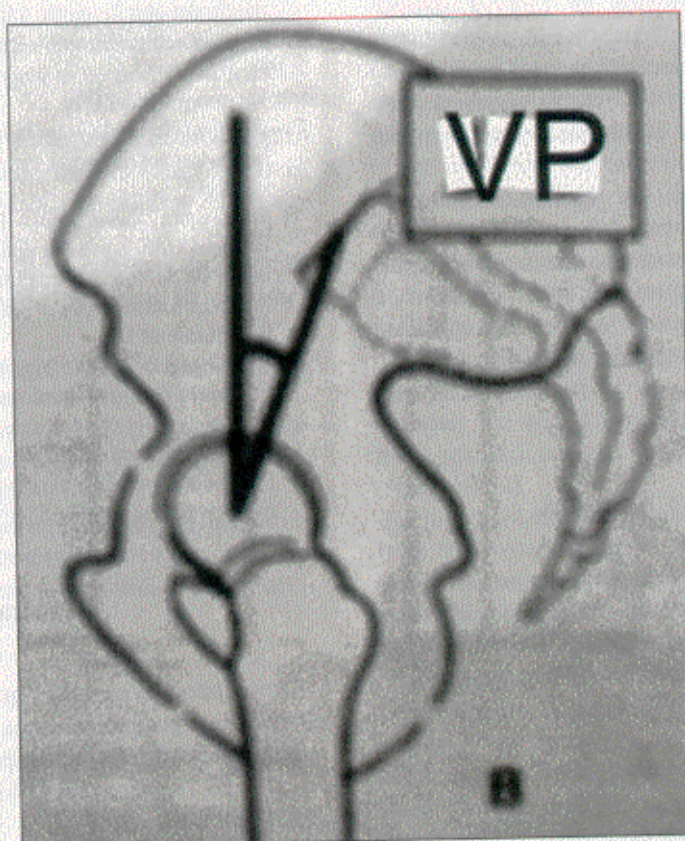


Figura 2. Versión pelviana.

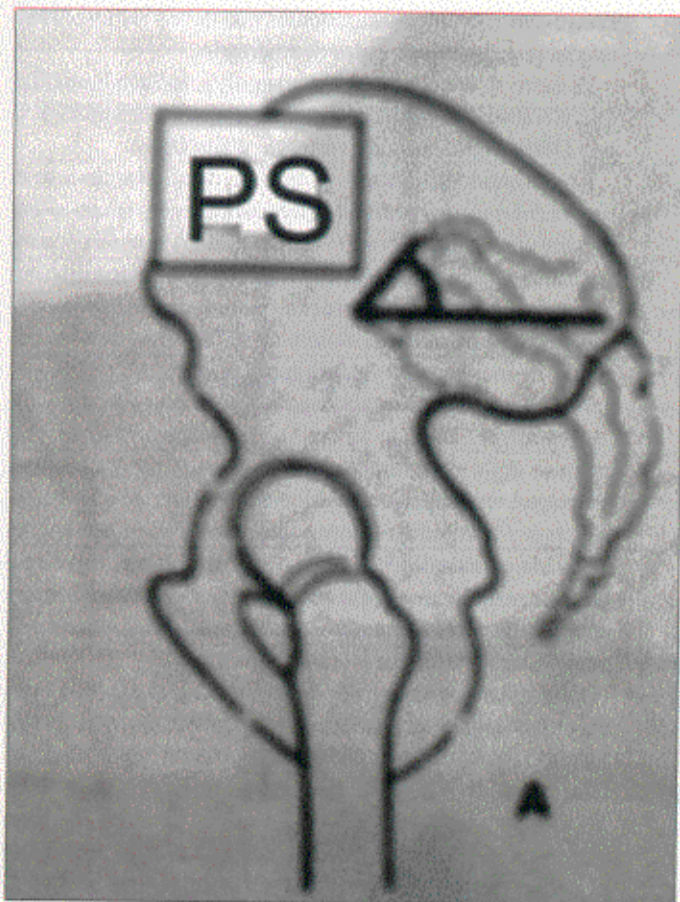


Figura 3. Punta sacra (*sacral slope*).

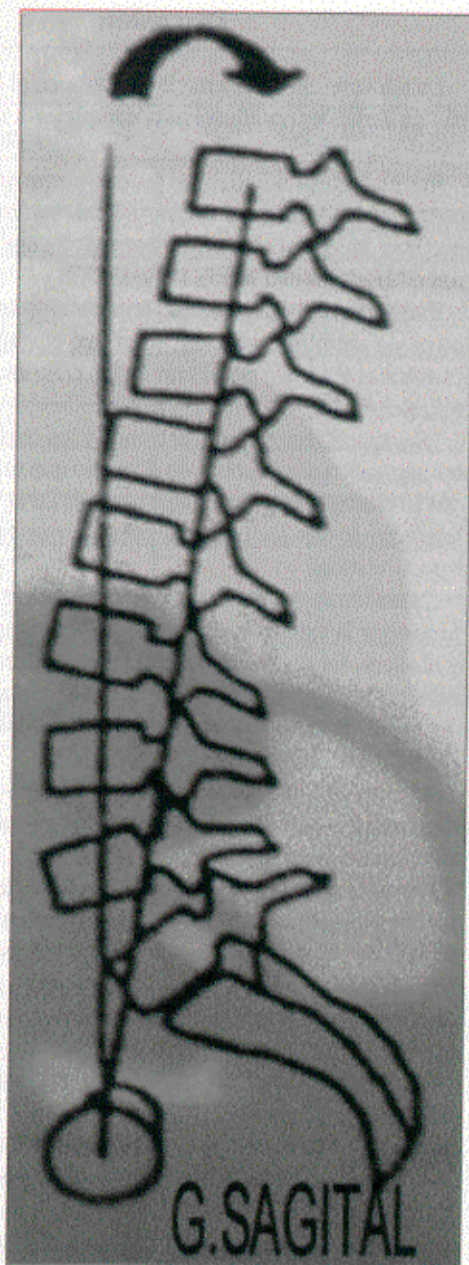


Figura 4. Gite sagital o Th9 tilt.

El tiempo medio de seguimiento fue de 32 meses con una mínima de 18 meses y una máxima de 54 meses.

Se consideró eje normal cuando la línea de la plomada caía entre los 25 mm posteriores medidos desde el vértice posterosuperior de S1.<sup>10,11</sup>

Se consideró punta sacra normal cuando la angulación del platillo superior de S1 era de 40°.<sup>11,13,27</sup>

Tomando como referencia estos dos parámetros se dividieron los pacientes en seis grupos de acuerdo con lo medido en las radiografías.

1. Eje normal con inclinación sacra normal: 3 pacientes (11,5%).
2. Eje normal con sacro vertical: 5 pacientes (19,2%).
3. Eje anterior con inclinación sacra normal: 4 pacientes (15,4%).
4. Eje anterior con sacro vertical: 9 pacientes (34,7%).
5. Eje posterior (+25 mm) con inclinación sacra normal: 2 pacientes (7,7%).
6. Eje posterior (+25 mm) con sacro vertical: 3 pacientes (11,5%).

## Discusión

La adquisición de la estación bípeda en el hombre generó una serie de modificaciones complejas a nivel raquídeo y pelviano.

Por un lado, se adquirieron las curvaturas que conocemos como lordosis lumbar, cifosis dorsal, lordosis cervical y, por otro lado, los elementos musculoligamentarios debieron adaptarse a una nueva situación.<sup>1</sup>

Puede decirse que la actitud erguida bípeda del ser humano es un equilibrio precario en el que el objetivo primario es colocar el tronco por detrás de las articulaciones coxofemorales.<sup>16-18,20</sup>

Nos encontramos frente al tronco y los miembros inferiores separados por la pelvis en el medio que se constituye como la charnela lumbopelviana a través de la cual, y por intermedio de dos acciones musculares opuestas, se coloca el tronco vertical.

La acción de los glúteos, principalmente el mayor, permite realizar la extensión coxofemoral verticalizando la pelvis y el sacro. La contracción del erector spinae, que se inserta en las espinosas sacras, contribuye a acentuar la oblicuidad del sacro generando una lordosis lumbar que será directamente proporcional a esa oblicuidad.<sup>20</sup>

A partir de la pelvis se generan entonces los vectores que dan origen a la lordosis lumbar, que es la que al fin colocará el tronco en equilibrio.

Duval-Beaupere fue la primera en describir el parámetro incidencia<sup>17</sup> (Fig. 1). Este ángulo, que se forma entre la perpendicular al punto medio del platillo superior de S1 y el centro de la articulación coxofemoral, es un parámetro anatómico inmodificable y que no varía luego de adquirida la marcha.

La incidencia pelviana, que es la expresión geométrica del proceso de verticalización del tronco,<sup>20,21</sup> es igual a la suma de la versión pelviana y la punta sacra.

Estos dos parámetros se denominan posicionales y se modifican con los movimientos de la pelvis.

La punta sacra, que no es más que el ángulo de inclinación del platillo superior de S1, se forma por acción muscular al comenzar la marcha, de la misma manera que se modifican las diferentes relaciones entre las vértebras sacras.<sup>21</sup>

La versión pelviana expresa la posición de la pelvis en el espacio, aumenta cuando ésta se encuentra en retroversión y disminuye cuando está en anteversión. Recordemos que para que la pelvis "rote" debe "girar" sobre las articulaciones coxofemorales.<sup>23</sup>

La relación entre la punta sacra y la lordosis lumbar ha sido ampliamente difundida en la bibliografía, ya sea en situación normal o patológica.<sup>3,11,13,17,20,26</sup> A medida que ésta disminuye, lo hace también la lordosis y al mismo tiempo aumenta la versión pelviana, colocándose la pelvis en retroversión.

Esta situación se observa con claridad en las discopatías lumbares<sup>3</sup> para colocar el tronco en equilibrio.

Por lo tanto, el bloqueo de la región lumbosacra trae con-

secuencias mecánicas importantes que deben ser tenidas en cuenta por el cirujano antes de realizarlo.

El sacro se encuentra unido a la pelvis formando con las articulaciones sacroilíacas y los ligamentos sacroilíacos lo que Dubousset denomina vértebra pelviana.<sup>5</sup>

En el sentido estricto de la palabra, debe considerarse el nivel L5-S1 como la unión lumbosacra, pero, como lo demostraron Panjabi y cols.,<sup>22</sup> la vértebra L4 que se encuentra firmemente amarrada a través de los ligamentos iliolumbares forma parte de este sector. Del mismo modo, anatómicamente esta vértebra difiere de L3 en tanto que los patrones de movimiento y carga son diferentes.

Así, la fusión lumbosacra implica bloqueo de S1-L5 y L4 estrictamente. Cuando se realiza la instrumentación y el bloqueo de la zona lumbosacra, lo primero que se produce es, valga la redundancia, un bloqueo de los movimientos de la pelvis y la columna lumbar para colocar el tronco en una situación económica,<sup>6</sup> la cual se define como el equilibrio óseo-musculoligamentario para que el tronco se encuentre en equilibrio consumiendo la menor cantidad de energía posible.<sup>17,18,20</sup>

Para que esto sea posible, el eje de carga del tronco debe ser el fisiológico, es decir, debe pasar por atrás de la columna lumbosacra. Legaye y cols.<sup>18</sup> observaron que la distribución de cargas a nivel lumbosacro se realiza en un 45% en las facetas articulares de L4 y L5 (sobre el 100% de carga que aceptan L4 y L5 independientemente) y en 60% entre el vértice posterosuperior y las facetas articulares de S1 (sobre el 100% de carga que recibe S1).

Para que esta variable geométrica se cumpla es requisito indispensable que los demás parámetros funcionales de la pelvis y la columna lumbar y dorsal se encuentren en relación correcta entre sí. Nos referimos a: la versión pelviana que mide la anteversión o retroversión de la pelvis, la punta sacra que mide la inclinación del platillo superior de S1, la *gite* sagital que mide el brazo de palanca muscular, o sea, la acción de los músculos tomando como punto fijo la pelvis para llevar el tronco hacia posterior y, por último, la lordosis lumbar.

Con respecto a la lordosis, ésta no interviene directamente "dirigiendo", para decirlo de alguna manera, el eje de carga, sino que actúa por su capacidad de producir una retropulsión del tronco a través de la musculatura posterior o brazo de palanca muscular (*gite* sagital).<sup>18,20,26</sup>

En esta serie de pacientes con artrodesis lumbosacra se toman como variables de división el eje de carga y la inclinación del sacro.

En los grupos 1 y 2, en los cuales el eje de carga está dentro de los límites fisiológicos, encontramos pacientes con escaso o nulo dolor posfusión.

La presencia de dolor es directamente proporcional a la punta sacra.

La diferencia en el puntaje es de 19,3 en el grupo con punta sacra normal y de 18 en el grupo con sacro vertical.

Se observa una clara diferencia en los valores de lordosis lumbar cuando el sacro es vertical (Tabla 1).

Tabla 1

Eje normal con sacro normal			
Nombre	Lordosis	P. sacra	Gite
L.R.	43°	41°	15°
P.M.	47°	40°	12°
F.M.	48°	38°	14°
<b>Promedio</b>	<b>46°</b>	<b>39°</b>	<b>13°</b>
Eje normal con sacro vertical			
A.C.	39°	26°	16°
S.M.	44°	28°	14°
G.M.	46°	30°	14°
M.V.	48°	33°	10°
C.G.	38°	31°	11°
<b>Promedio</b>	<b>43°</b>	<b>29°</b>	<b>13°</b>
V. normal	46° (26-76)	39° (19-65)	11° (7-18)

En este tipo de pacientes, Chopin<sup>11</sup> encontró el menor porcentaje de dolor posfusión y de alteraciones radiográficas por arriba de la artrodesis.

La diferencia que se observa en este grupo es que en los pacientes que tienen la punta sacra normal, los valores de incidencia son más elevados. De acuerdo con Rousouly,<sup>27</sup> Duval-Beaupere<sup>17</sup> y Senegas,<sup>20</sup> los valores mayores de incidencia le otorgarían a la pelvis mayor posibilidad de readaptación.

Esta observación cobra valor sobre todo porque la incidencia pelviana es mayor en los pacientes que tienen punta sacra normal con respecto a los que tienen sacro vertical, cualquiera que sea el grupo al que pertenezcan.

Radiográficamente en los grupos 1 y 2 se ven menores porcentajes de lesiones por encima del nivel de fusión (Tabla 2).

Los peores resultados clínicos se encuentran en el grupo 3 y sobre todo en el 4, en que el eje de carga es anterior.

Como se puede apreciar en la tabla 3, hay una disminución importante de los valores de lordosis lumbar cuando el sacro es vertical. Se observa también que los valores de la *gite* sagital que expresa el brazo de palanca muscular son inferiores a los valores normales (Tabla 3).

Este hallazgo es interesante porque confirma el trabajo de Tveit y cols.<sup>26</sup> que menciona los cambios en la longitud de los brazos de palanca muscular con las modificaciones de las curvaturas lumbares.

En estos dos grupos, 3 y 4, si se comparan los pacientes con inclinación sacra normal con los que tienen un sacro vertical se encuentra un porcentaje de lesiones radiológicas mayor en los segundos (Tabla 4).

Se ve aquí una clara relación entre hipolordosis-sacro vertical-lesión radiológica.

La hipolordosis lumbar ya fue mencionada por Plater<sup>3</sup> como factor determinante en la evolución a largo plazo de las fusiones lumbosacras.

Estos hallazgos los encuentran también Chopin,<sup>11</sup> Farcy<sup>7</sup> y Lazennec<sup>13</sup> en trabajos que mencionan el sacro vertical asociado con la retroversión pelviana como factores predisponentes de dolor posfusión y alteraciones radiográficas.

Sin embargo, la presencia de lesiones radiográficas es motivo de discusión, ya que existen autores que sostienen que a pesar de que se las encuentra en un porcentaje superior que en las personas sin fusión,<sup>9,11,12,19</sup> no siempre son sintomáticas.

Autores como Lee<sup>14</sup> describen la presencia de lesiones radiológicas sintomáticas luego de lo que él denomina el "intervalo libre de síntomas" (*sympton free interval*).

Las imágenes más comunes que describe son la hipertrofia facetaria, las degeneraciones discales severas y las estenosis.

Sin lugar a dudas, las lesiones radiográficas que aquí se presentan son completamente diferentes con una neta prevalencia de lo que llamamos "hiperextensión" del disco superior al nivel fusionado.

Podrían considerarse un estadio previo o compensador (disfunción lumbopelviana) las lesiones radiológicas avanzadas, observación que también refiere Farcy.<sup>6</sup>

En la tabla 5 se presenta la relación que existe en los grupos 3 y 4 entre lesión radiográfica y *gite* sagital o brazo de palanca muscular.

Tabla 2.

<b>Eje normal con sacro normal</b>			
<b>Nombre</b>	<b>P. sacra</b>	<b>Lordosis</b>	<b>Radiología</b>
L.R.	41°	43°	Hiperextensión L4-L5
P.M.	40°	47°	
F.M.	38°	48°	
<b>Promedio</b>	<b>39°</b>	<b>46°</b>	
<b>Eje normal con sacro vertical</b>			
A.C.	26°	39°	
S.M.	28°	44°	Hiperextensión L3-L4
G.M.	30°	46°	
M.V.	33°	48°	
C.G.	31°	38°	
<b>Promedio</b>	<b>29°</b>	<b>43°</b>	
V. normal	39° (19-65)	46° (26-76)	

Tabla 3.

<b>Eje anterior con sacro normal</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Lordosis</b>	<b>P. sacra</b>	<b>Gite</b>
G.S.	50°	40°	10°
B.E.	41°	41°	11°
S.L.	54°	50°	4°
F.R.	54°	39°	12°
<b>Promedio</b>	<b>49,7°</b>	<b>42°</b>	<b>9,2°</b>
<b>Eje anterior con sacro vertical</b>			
A.O.	25°	24°	11°
C.F.	36°	29°	10°
G.M.	52°	31°	14°
D.C.	50°	30°	11°
B.R.	34°	31°	9°
G.M.	18°	23°	7°
P.H.	25°	20°	8°
R.L.	51°	34°	16°
N.V.	41°	30°	11°
<b>Promedio</b>	<b>36°</b>	<b>28°</b>	<b>10,7</b>
V. normal	46° (26-76)	39° (19-65)	11° (7-18)

Tabla 4.

Eje anterior con sacro normal			
Nombre	P. sacra	Lordosis	Radiología
G.S.	40°	50°	
B.E.	41°	41°	Hiperextensión L3-L4
S.L.	50°	54°	
F.R.	39°	54°	
<b>Promedio</b>	<b>42°</b>	<b>49,7°</b>	
Eje anterior con sacro vertical			
A.O.	24°	25°	Pinzamiento L4-L5
C.F.	29°	36°	Hiperextensión y retrolistesis L2-L3 y L3-L4
G.M.	31°	52°	Hiperextensión L2-L3
D.C.	30°	50°	Hiperextensión L2-L3 y L3-L4
B.R.	31°	34°	Pinzamiento L3-L4
G.M.	23°	18°	Pinzamiento L3-L4 e Hiperextensión L2-L3
P.H.	20°	25°	Hiperextensión L3-L4
R.L.	34°	51°	Hiperextensión L2-L3 y L3-L4
N.V.	30°	41°	
<b>Promedio</b>	<b>28°</b>	<b>36°</b>	
V. normal	39° (19-65)	46° (26-76)	

Tabla 5.

Eje anterior con sacro normal			
Nombre	Eje	Gite	Radiología
G.S.	54 mm+	10°	
B.E.	21 mm+	11°	Hiperextensión L3-L4
S.L.	11 mm+	4°	
F.R.	6 mm+	12°	
<b>Promedio</b>		<b>9,2°</b>	
Eje anterior con sacro vertical			
A.O.	22 mm+	11°	Pinzamiento L4-L5
C.F.	10 mm+	10°	Hiperextensión y retrolistesis L2-L3 y L3-L4
G.M.	16 mm+	14°	Hiperextensión L2-L3
D.C.	30 mm+	11°	Hiperextensión L2-L3 y L3-L4
B.R.	25 mm+	9°	Pinzamiento L3-L4
G.M.	75 mm+	7°	Pinzamiento L3-L4 e hiperextensión L2-L3
P.H.	35 mm+	8°	Hiperextensión L3-L4
R.L.	2 mm+	16°	Hiperextensión L2-L3 y L3-L4
N.V.	18 mm+	11°	
<b>Promedio</b>		<b>10,7</b>	



Los valores del brazo de palanca muscular posterior se encuentran por debajo de lo normal.

Hay una clara relación entre el eje anterior y la disminución de la *gite* sagital y la aparición de lesiones radiológicas.

Se pueden invocar numerosos factores para explicar esta "cadena" lesional:

- Verticalización del sacro.
- Pérdida de lordosis.
- Aumento de la versión pelviana.
- Disminución del brazo de palanca muscular.
- Lesión radiológica.
- Mala evolución clínica.

Por un lado, Adams y cols.<sup>2</sup> en un trabajo con segmentos lumbares cadavéricos sometidos a cargas mecánicas similares a las de la vida normal, confirmaron que el microtrauma lleva a una degeneración discal prematura, adhiriendo al origen mecánico de éstas.

Por otro lado, la disminución de la lordosis desplaza el centro de gravedad de la parte superior del cuerpo hacia adelante, por lo que se ponen en marcha los mecanismos de compensación, sobre todo: hiperextensión de caderas que verticaliza más el sacro, flexión de rodillas y rotación externa de las articulaciones coxofemorales aumentando más la retroversión pelviana.

Estos mecanismos tratan de mantener el eje, pero aumentan la presión intradiscal,<sup>20</sup> con lo que el camino a la discopatía sigue su curso invariable.

En los grupos 5 y 6, el eje de carga es posterior, pero sobrepasa los valores normales (25 mm).

Como se ve en la tabla 6, la relación menor grado de lordosis en presencia de un sacro vertical se sigue respetando a pesar de que los valores se encuentran dentro de los límites normales.

La diferencia más importante es con la *gite* sagital, que está francamente aumentada cuando el sacro es vertical.

En este grupo, los pacientes con punta sacra menor tienen un porcentaje de dolor posfusión mayor.

Con respecto a las lesiones radiológicas, en la tabla 7 se observa que su porcentaje es mayor cuando el sacro es vertical.

## Conclusiones

1. La presencia de un sacro vertical en una artrodesis lumbosacra debe considerarse un factor de riesgo para la aparición de dolor posfusión.
2. El sacro vertical se asocia con retroversión pelviana e hipolordosis lumbar.
3. La hipolordosis lumbar está relacionada con una disminución de los valores del brazo de palanca muscular o *gite* sagital.
4. Existe lo que llamaríamos una "cadena lesional":
  - Sacro vertical.
  - Retroversión pelviana.
  - Pérdida de lordosis lumbar.
  - Aumento de la *gite* sagital. Brazo de palanca muscular posterior competente. Hiperextensión discal superior.
  - Incompetencia del brazo de palanca muscular (caída de la *gite* sagital).
  - Traslado del eje de carga hacia anterior.
  - Dolor.
  - Lesión radiológica.
5. La actitud erguida bipodálica es un equilibrio precario en el que la charnela lumbopelviana es el protagonista principal.
6. La interrelación correcta entre parámetros anatómicos-incidencia con parámetros posicionales-lordosis, punta sacra, versión pelviana, *gite* sagital, para mantener el tronco en una "situación económica" es fundamental.

Tabla 6.

Eje posterior con sacro normal			
Nombre	Lordosis	P. sacra	Gite
B.S.	55°	37°	15°
C.A.	55°	39°	16°
<b>Promedio</b>	<b>55°</b>	<b>38°</b>	<b>15,5°</b>
Eje posterior con sacro vertical			
M.C.	45°	33°	20°
P.G.	62°	30°	17°
B.G.	34°	30°	17°
<b>Promedio</b>	<b>47°</b>	<b>31°</b>	<b>18°</b>
V. normal	46° (26-76)	39° (19-65)	11° (7-18)

Tabla 7.

Eje posterior con sacro normal			
Nombre	P. sacra	Lordosis	Radiología
B.S.	37°	55°	
C.A.	39°	55°	Hiperextensión L2-L3 y L3-L4
<b>Promedio</b>	<b>38°</b>	<b>55°</b>	
Eje posterior con sacro vertical			
M.C.	33°	45°	Hiperextensión L3-L4 y L4-L5
P.G.	30°	62°	Hiperextensión L4-L5
B.G.	30°	34°	Hiperextensión L3-L4 y L4-L5
<b>Promedio</b>	<b>31°</b>	<b>47°</b>	
V. normal	39° (19-65)	46° (26-76)	

- Las discopatías lumbares degenerativas producen disfunción o desequilibrio lumbosacro.<sup>4</sup> Debe considerarse la artrodesis un procedimiento de rescate que bloquea parte de los mecanismos de compensación que se utilizan para mantener el tronco en eje, por lo tanto, al realizarla, es fundamental y decisivo "dejar" una charnela lumbosacra con una interrelación correcta de los parámetros anatómicos y posicionales, ya que la presencia de un sacro vertical es un factor de riesgo en la génesis del dolor posfusión.
- La planificación preoperatoria de una artrodesis lumbosacra es un paso decisivo en el que se seleccionarán los criterios para su realización.
- Intraoperatoriamente la utilización de técnicas quirúrgicas, como las osteotomías de resección pedicular o el uso de dispositivos intersomáticos por vía anterior o posterior o la colocación del paciente en la mesa de cirugía,<sup>25</sup> nos permitirán la concreción o no de nuestros objetivos.

### Referencias bibliográficas

- Abitbol MM. Evolution of the lumbosacral angle. *Am J Phys Anthropol*;72(3):361-372;1987.
- Adams MA, Freeman BJ, Morrison HP, et al. Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration. *Spine*;25(13):1625-1636;2000.
- Ayerza I, Lanari Zubiaur F, Kenigsberg L, y cols. Artrodesis lumbosacra: problemas por la pérdida de lordosis lumbar. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*;64(2):98-101;1999.
- Bernasconi JP, Coll P. *Discopatías lumbares. Evaluación de parámetros lumbares y pelvianos*. Presentado en Congreso de la Sociedad Argentina de Patologías de la Columna Vertebral (SAPCV), Córdoba, Argentina, 2002.
- Dubouset J. *Balance considerations in revisions in children. Revision spine surgery*. St. Louis: Mosby; 1999.pp.89-101.
- Farcy JP, Aebi M, Margulies J. *Revision spine surgery*. St. Louis: Mosby; 1999.
- Farcy JP, Schwab FJ. Considerations for fusion in the lumbosacral spine. *Spine*;11:129-137;1997.
- Guigui P, Lambert P, Lassale B, et al. Long-term outcome at adjacent levels of lumbar arthrodesis. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mor*;83(8):685-696;1997.
- Hambly MF, Wiltse LL, Reghavan N, et al. The Transition zone above a lumbosacral fusion. *Spine*;23(16):1785-1792;1998.
- Jackson RP, McManus AE. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex and size. A prospective controlled clinical study. *Spine*;19(14):1611-1618;1994.
- Kumar MN, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *Eur Spine J*;10(4):314-319;2001.

12. **Kumar MN, Jacquot F, Hall H.** Long-term follow-up of functional outcomes and radiographic changes at adjacent levels following lumbar spine fusion for degenerative disc diseases. *Eur Spine J*;10(4):309-313;2001.
13. **Lazennec JY, Ramare S, Arafati N, et al.** Sagittal Alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. *Eur Spine J*;9(1):47-55;2000.
14. **Lee CK.** Accelerated degeneration of the segment adjacent to a lumbar fusion. *Spine*;13(3):375-377;1988.
15. **Lee CK, Langrana NA.** Lumbosacral spinal fusion. A biomechanical study. *Spine*;9(6):574-581;1984.
16. **Legaye J.** La mobilite sagittale du rachis lombaire. *Rachis*;8:121-128;1996.
17. **Legaye J, Hecquet J, Marty C, et al.** Equilibre sagittale du rachis. *Rachis*;5(5):215-226;1993.
18. **Legaye J, Duval-Beaupere M.** Bras de levier de la pesanteur supportee par les vertebres lombaires. *Rachis*;5:13-20;1993.
19. **Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, et al.** Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine*;12(2):97-104;1987.
20. **Mangione P, Senegas J.** Sagittal balance of the spine. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*;83(1):22-32;1997.
21. **Marty C, Boisauvert B, Descamps H, et al.** The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants and spondylolisthesis patients. *Eur Spine J*;11(2):119-125;2002.
22. **Panjabi MM, Goel V, Oxland T, et al.** Human lumbar vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy. *Spine*;17(3):299-306;1992.
23. **Schwab FJ, Farcy JP.** Qualitative analysis of spin-pelvic alignment in the setting of lower back-pain and sagittal plane deformities. Comunicación personal.
24. **Schwab FJ, Nazarian DS, Mahmud F, et al.** Effects of spinal instrumentation on fusion of the lumbosacral spine. *Spine*;20(18):2023-2028;1995.
25. **Stephens GC, Yoo JU, Wilbur G.** Comparison of lumbar sagittal alignment produced by different operative positions. *Spine*;21(15):1802-1806;1996.
26. **Tveit P, Daggfeldt K, Hetland S, et al.** Erector spinae lever arm length variations with changes in spinal curvature. *Spine*;19(2):199-204;1994.
27. **Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, et al.** Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J*;11(1):80-87;2002.
28. **Zdeblick TA.** A prospective, randomized study of lumbar fusion. Preliminary results. *Spine*;18(8):983-991;1993.