

Estudio comparativo radiológico y funcional de TLIF frente a PLIF en el dolor lumbar

P. Álvarez-González, E. Izquierdo-Núñez, F. Sánchez-Mariscal, L. Zúñiga-Gómez, J. M. González-Arroyo y F. Nieva-Navarro

Unidad de Columna. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario de Getafe. Madrid.

Objetivo. Comparar los resultados radiológicos y funcionales de las técnicas de fusión circunferencial PLIF frente a TLIF en casos de dolor lumbar crónico.

Pacientes y método. Se realizaron 20 PLIF y 20 TLIF (2 y 4 a doble nivel respectivamente). Se compararon valores de lordosis total y local, inclinación sacra, altura del espacio discal y listesis pre y postoperatorias, así como pérdida de sangre, tiempo quirúrgico y estancia hospitalaria. Se evaluaron la Escala analógica visual para el dolor lumbar y en miembros inferiores, el test de Oswestry, el SF-36, la situación laboral y el grado de satisfacción.

Resultados. El tiempo de seguimiento medio fue de 2,5 años. No hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a pérdida de sangre, tiempo quirúrgico, estancia hospitalaria, valores radiológicos ni funcionales. La lordosis total y local aumentó (PLIF 4,3° y 2,3° y TLIF 2,1° y 0,8°) respectivamente. El espacio discal aumentó en ambas técnicas un 40% ($p < 0,01$). La listesis disminuyó 0,7 mm en PLIF y 0,5 mm en TLIF. Los resultados funcionales mejoraron en ambos grupos ($p < 0,01$). Hubo dos complicaciones en PLIF (una rotura de dura intraoperatoria y un caso de íleo paralítico), y otras dos en TLIF (un caso de compresión radicular por un osteofito marginal y un caso de migración de una de las cajas).

Conclusiones. En este estudio no se objetivaron diferencias significativas entre ambas técnicas, a pesar de la tendencia actual del empleo de TLIF por ser menos agresiva en el sentido de que preserva el ligamento interespinoso y la lámina contralateral, evitando la exposición amplia de la dura.

Palabras clave: *Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF), Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF), comparación, dolor lumbar, fusión lumbar.*

Comparative radiologic and functional study of Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF) versus Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF) for low back pain

Objective. To compare the radiologic and functional results of circumferential fusion techniques, Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF) versus Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF), in cases of chronic low back pain.

Materials and methods. Twenty PLIFs and 20 TLIFs (2 and 4 interventions at two levels, respectively) were performed. Total and local lordosis, sacral angle, intervertebral height, and preoperative and postoperative listhesis were compared, as well as blood loss, surgical time, and hospital stay. The Visual Analog Scale was used to evaluate pain in the lumbar area and lower limbs, in addition to the Oswestry test, SF-36, occupational situation, and degree of satisfaction.

Results. The mean follow-up was 2.5 years. There were no statistically significant differences in blood loss, surgical time, hospital stay, and radiologic and functional scores. Total and local lordosis increased (by 4.3° and 2.3° in PLIF and by 2.1° and 0.8° in TLIF), respectively. Intervertebral space increased with both techniques by 40% ($p < 0.01$). There were two complications in PLIF (intraoperative rupture of the dura and paralytic ileus) and two in TLIF (root compression by a marginal osteophyte and cage migration).

Conclusions. No significant differences were found between the two techniques, despite the current preference for TLIF as less aggressive because it preserves the interspinous ligament and contralateral lamina, avoiding broad exposure of the dura.

Key words: *Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF), Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF), comparison, low back pain, lumbar fusion.*

Correspondencia:

P. Álvarez González.
C/ Islas Cíes, 25.
28223 Pozuelo de Alarcón. Madrid.
Correo electrónico: patricia_alvarez_glez@hotmail.com

Recibido: agosto de 2003.

Aceptado: diciembre de 2003.

La fusión lumbar circunferencial proporciona una sólida fijación de los segmentos vertebrales. Está indicada en casos de dolor crónico lumbar resistentes a tratamiento conservador y que además asocien alteraciones o deficiencias en la columna anterior¹.

Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF) fue primeramente realizada por Cloward en 1940^{2,3} y modificada por

Lin en 1977. Esta técnica fue mejorada posteriormente mediante la adición de cajas para contener el injerto (aporte biológico) y proporcionar un buen soporte estructural anterior (función mecánica)⁴⁻⁶.

Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF) fue popularizada por Harms^{7,8} para acceder al espacio discal mediante un abordaje unilateral, y teóricamente reducir así el riesgo de manipulación de estructuras nerviosas y por tanto de complicaciones relacionadas con la técnica PLIF, preservando la lámina contralateral y el ligamento interespinoso.

El objetivo de este estudio es comparar ambas técnicas, PLIF y TLIF, analizando los resultados radiológicos y funcionales (clínicos), así como la pérdida de sangre en la cirugía, el tiempo quirúrgico, la estancia media hospitalaria y las complicaciones.

MATERIAL Y MÉTODO

Entre enero de 1999 y enero de 2002 se realizaron 40 fusiones circunferenciales lumbares: 20 PLIF y 20 TLIF. Las indicaciones para realizar tratamiento quirúrgico fueron: discopatía degenerativa, espondilolistesis y síndrome

postdiscectomía con síntomas de dolor lumbar o lumbociática severos de varios años de evolución (5 años de media), y resistentes a tratamiento conservador.

Los estudios radiológicos preoperatorios incluían radiografías simples anteroposterior y lateral con estudio dinámico en caso de espondilolistesis, resonancia magnética nuclear (RMN) y escáner (CT). Se realizó discografía en un 10% de los casos.

Se realizaron radiografías simples anteroposteriores y laterales en el postoperatorio inmediato, a los 6 meses de la cirugía y posteriormente cada año.

El análisis radiológico consistió en comparar los valores pre y postoperatorios a lo largo del seguimiento en las radiografías simples determinando: lordosis total, lordosis local, inclinación sacra, altura del espacio discal y grado de listesis (figs. 1 y 2). Se objetivó si había diferencias significativas a lo largo del tiempo de seguimiento en cada uno de los dos grupos y se compararon los resultados de ambos.

El análisis funcional se realizó prospectivamente comparando los valores de la escala analógica visual (EAV) para el dolor lumbar y en miembros inferiores, y del test de Oswestry para el dolor lumbar pre y postoperatorio. Al final del seguimiento se realizó el cuestionario SF-36 para el es-

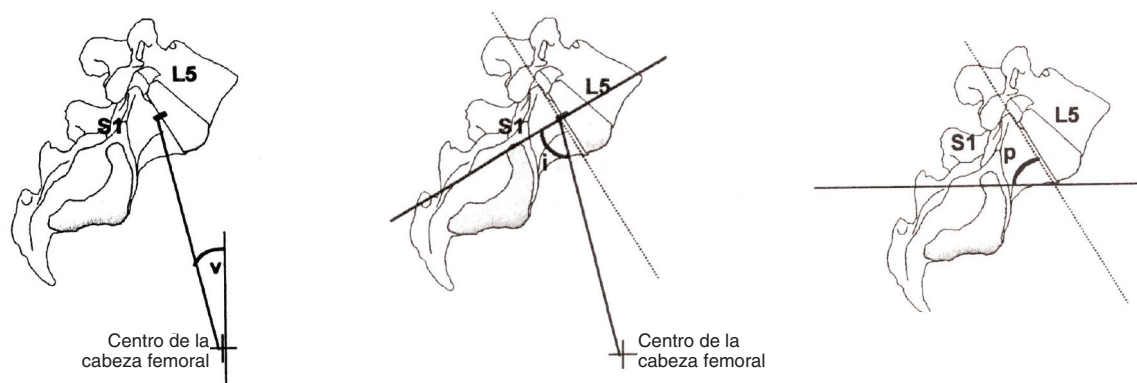


Figura 1. Representación de los ángulos v , i , y p . Miden la inclinación sacra.

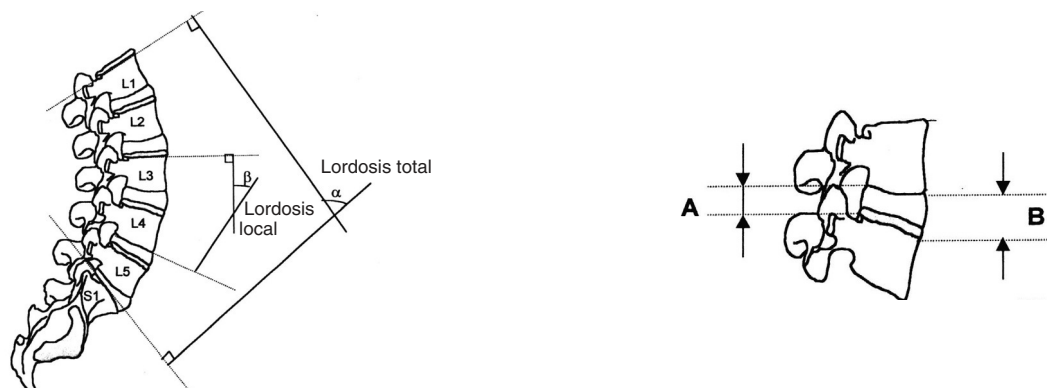


Figura 2. Representación de los ángulos α y β que miden respectivamente la lordosis total y local. La altura del disco se calcula mediante la fórmula $H = A + B/2$.

tado general de salud, se determinó la situación laboral y el grado de satisfacción del paciente. Todos ellos se realizaron mediante entrevista personal con el paciente.

El estudio estadístico se hizo mediante la prueba de Chi cuadrado, «t» de Student y ANOVA.

En todos los pacientes se realizó una fusión circunferencial (posterolateral y anterior), mediante las técnicas PLIF o TLIF, colocándose dos cajas con autoinjerto esponjoso de cresta ilíaca en el espacio discal y autoinjerto esponjoso local y de cresta ilíaca en la fusión posterolateral.

RESULTADOS

Se realizó PLIF en 20 pacientes: 14 (70%) mujeres y 6 (30%) varones; la edad media en la cirugía fue de 40 años (24-53); el tiempo medio de seguimiento fue de 2,7 años (1,5-4,5); hubo dos casos en que se hizo fusión a doble nivel (10%). En el grupo TLIF se incluyeron 20 pacientes: 15 mujeres (75%) y 5 varones (25%); la edad media fue de 39,1 años (25-52); el tiempo medio de seguimiento fue de dos años (1,5-2,5); se realizó fusión a doble nivel en 4 casos (20%). No se evidenciaron diferencias significativas entre los dos grupos en las variables demográficas.

Las etiologías del dolor lumbar y los síntomas de cada grupo se recogen en la tabla 1. Las cajas que se utilizaron en cada proceso fueron: en PLIF 90% de carbono y 10% de titanio; en TLIF el 100% de titanio. En ambos grupos el espacio más frecuentemente fijado fue L5-S1 seguido de L4-L5 (tabla 1).

No existe correlación entre el sexo, la edad y el número de niveles fijados con ninguna de las variables que se determinan a continuación.

No se evidenciaron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en cuanto a la variación de los valores pre y postoperatorios de inclinación sacra (la cual se mantuvo constante en ambos grupos); se produjo un incremento no significativo de la lordosis total y local de $4,3 \pm 2,6^\circ$ y $2,3 \pm 1,4^\circ$ en PLIF y de $2,1 \pm 2,5^\circ$ y $0,8^\circ \pm 1,8^\circ$ en TLIF respectivamente; la listesis disminuyó no significativamente $0,7 \pm 0,4$ mm en PLIF y $0,5 \pm 0,4$ mm en TLIF. Sin embargo, en ambos grupos la altura del espacio discal se incrementó de manera estadística-

Tabla 1. Porcentajes de la etiología, síntomas y niveles fusionados en cada grupo (PLIF y TLIF)

	PLIF	TLIF
Etiología		
Discopatía degenerativa	12 (60%)	12 (60%)
Síndrome postdiscectomía	3 (15%)	4 (20%)
Espondilolistesis	5 (25%)	4 (20%)
Síntomas		
Lumbalgia	6 (30%)	2 (10%)
Lumbociática unilateral	10 (50%)	17 (85%)
Lumbociática bilateral	4 (20%)	1 (5%)
Niveles		
L5-S1	8 (40%)	9 (45%)
L4-L5	7 (35%)	7 (35%)
L3-L4	3 (15%)	
L4-L5 y L5-S1	2 (10%)	3 (15%)
L3-L4 y L4-L5		1 (5%)

En el grupo PLIF (*Posterior Lumbar Interbody Fusion*) hubo tres casos de espondilolistesis grado I, un caso de grado II y un caso de grado III. En el grupo TLIF (*Transforaminal Lumbar Interbody Fusion*) hubo dos casos de grado I y un caso de grado II.

mente significativa en un 40%: PLIF $0,11 \pm 0,02$ y TLIF $0,10 \pm 0,02$ (valores de la media \pm error estándar) (tabla 2).

No hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de unidades de sangre transfundidas, el tiempo quirúrgico y la estancia hospitalaria en los dos grupos ($p < 0,05$) (tabla 3).

La puntuación en el test de Oswestry para la función lumbar y la EAV del dolor lumbar y del dolor en miembros inferiores mejoraron significativamente en los dos grupos ($p < 0,01$) comparando los valores pre y postoperatorios al final del seguimiento, pero estadísticamente no hay diferencias ($p < 0,05$) en cuanto a que podamos afirmar que uno de los dos grupos mejore más que el otro. También se redujeron significativamente ($p < 0,01$) el número de crisis en ambos grupos sin mostrar diferencias a favor de uno u otro (tabla 4). El cuestionario SF-36 para valorar el estado general de la salud mide 9 parámetros: función física, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, rol emocional, salud mental y evolución declarada de la salud en el último año. Al final del seguimiento no mostraron diferencias estadísticamente significativas ambos grupos en

Tabla 2. Resultados de las variables radiológicas

Variables	PLIF prequirúrgico	PLIF postquirúrgico	TLIF prequirúrgico	TLIF postquirúrgico
Ángulo i	$55,9 \pm 3,8^\circ$	$55,4 \pm 3,3^\circ$	$59 \pm 2,7^\circ$	$58,2 \pm 2,6^\circ$
Ángulo p	$35 \pm 1,8^\circ$	$34,4 \pm 1,8^\circ$	$40,9 \pm 2,4^\circ$	$40,8 \pm 2,6^\circ$
Ángulo v	$21,4 \pm 1,6^\circ$	$21,4 \pm 2,0^\circ$	$20,2 \pm 2,0^\circ$	$19 \pm 1,4^\circ$
Lordosis total	$39,3 \pm 3,1^\circ$	$43,6 \pm 2,4^\circ$	$49,5 \pm 2,5^\circ$	$51,6 \pm 1,9^\circ$
Lordosis local	$16,9 \pm 1,5^\circ$	$19,2 \pm 1,7^\circ$	$23 \pm 1,2^\circ$	$24,1 \pm 1,4^\circ$
Altura espacio discal (H)	$0,27 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,02$	$0,25 \pm 0,02$	$0,35 \pm 0,02$
Listesis (D)	$3 \pm 0,9$ mm	$2,3 \pm 0,8$ mm	$2 \pm 0,7$ mm	$1,5 \pm 0,6$ mm

Valores pre y postquirúrgicos de las medias \pm error estándar. (D): distancia.

Tabla 3. Valores del número de unidades trasfundidas, tiempo quirúrgico y estancia media hospitalaria en cada grupo

	PLIF	TLIF
N.º de unidades trasfundidas	1,2 ± 0,2	1,5 ± 0,2
Tiempo quirúrgico	231 ± 9 min	239 ± 11,7 min
Estancia hospitalaria	9,3 ± 0,5 días	8,7 ± 0,6 días

Valores de las medias ± error estándar. PLIF: *Posterior Lumbar Interbody Fusion*; TLIF: *Transforaminal Lumbar Interbody Fusion*.

ninguno de sus parámetros ($p < 0,05$). El rango de esta prueba oscila entre 0 = peor función y 100 = mejor función (tabla 5). La evolución declarada de la salud en el último año fue: «igual» en un 20% en PLIF y 25% en TLIF, y «algo mejor» en un 80% en PLIF y 75% en TLIF.

La situación laboral de los pacientes al final del seguimiento fue la siguiente: un 60% en PLIF y un 50% en TLIF siguieron realizando sus trabajos habituales remunerados o en casa, un 10% del grupo TLIF estaba en paro y el resto obtuvo algún tipo de incapacidad laboral (tabla 6).

El grado de satisfacción de los pacientes con la atención recibida fue de «muy contento o bastante contento» en el 80% en PLIF y 65% en TLIF, «ni contento ni disgustado» en el 10% en PLIF y 25% en TLIF, y «algo disgustado» en el 10% en PLIF y 10% en TLIF. El grado de satisfacción con el tratamiento recibido fue de «muy contento o bastante contento» en el 65% en PLIF y 65% en TLIF, «ni contento ni disgustado» en el 10% en PLIF y 25% en TLIF, y «algo disgustado» en el 25% en PLIF y 10% en TLIF. A la pregunta de si «¿volverían a operarse otra vez?» un 70% del grupo PLIF y un 75% del grupo TLIF contestaron que sí; un 30% del grupo PLIF y un 25% del grupo TLIF contestaron que no.

Se dieron dos complicaciones con la técnica PLIF: una rotura de dura intraoperatoria que se suturó en el mismo acto quirúrgico, y un caso de fleo paralítico en el postoperatorio inmediato. Hubo otras dos complicaciones con la técnica TLIF: un caso de compresión radicular debido a la presencia de un osteofito marginal y un caso de migración de las cajas; ambos casos fueron detectados durante el período postoperatorio inmediato y se resolvieron con una segunda intervención quirúrgica, que en el caso de la migración de

las cajas se hizo cambiándolas por otras de una altura superior. Todas las complicaciones evolucionaron de manera satisfactoria. No hubo ninguna complicación neurológica permanente.

DISCUSIÓN

Los resultados clínicos en caso de patología discal demostrados por Madan et al⁹ fueron mejores realizando fusión circunferencial que los obtenidos realizando exclusivamente fusión posterolateral. Para ello se compararon 36 fusiones posterolaterales instrumentadas frente a 35 fusiones circunferenciales (PLIF). No hubo ninguna complicación neurológica, solamente un caso de infección superficial que se resolvió con antibióticos. Con la fusión circunferencial se produce una mejoría de la dinámica de la columna lumbar, se restaura la lordosis fisiológica y se elimina toda fuente bioquímica y mecánica posible de dolor.

En un principio la técnica que se utilizó para realizar fusiones circunferenciales fue PLIF¹⁰ y posteriormente Harms^{7,8} introdujo TLIF con el fin de evitar las complicaciones asociadas a la primera, tales como: radiculitis, dolor postoperatorio neurogénico y laceraciones de la dura debido a la manipulación de las estructuras nerviosas por la amplia exposición de este abordaje. No obstante, Harms⁸ recomienda TLIF en casos de espondilolistesis grado I-II sin déficit neurológico o cuando éste se da unilateralmente, y PLIF en casos de espondilolistesis grado III-IV. En su trabajo publicado en 1998⁷, además de explicar la técnica quirúrgica, expone los resultados de 191 TLIF (123 a un nivel, 35 a dos niveles y 33 a tres niveles). Se dieron en total 38 complicaciones entre las que destacan: 9 lesiones de la dura, tres casos de lesiones de raíz nerviosa (en uno se trató de una lesión permanente, en los otros dos casos se observó una remisión completa en un plazo de tres meses), tres fístulas de líquido cefalorraquídeo, 6 casos de pseudoartrosis, dos aflojamientos de la instrumentación y 4 roturas de material.

Moskowitz¹¹ recomienda TLIF en casos de discopatía degenerativa o espondilolistesis de grado I-II frente a PLIF por tener menor número de complicaciones, tales como sangrado, laceraciones de la dura, lesiones nerviosas y pseudoartrosis.

Tabla 4. Valoración funcional pre y postquirúrgica de cada grupo

Valoración funcional	PLIF prequirúrgico	PLIF postquirúrgico	TLIF prequirúrgico	TLIF postquirúrgico
EAV dolor lumbar	9,7 ± 0,1	5,6 ± 0,6	9,7 ± 0,1	5,8 ± 0,5
EAV dolor en MMII	7,4 ± 0,9	3,8 ± 0,7	8,8 ± 0,6	4,5 ± 0,7
Oswestry	70,2 ± 5,2	33,4 ± 4,3	76 ± 4,5	41 ± 3,9
N.º crisis/año	11,5 ± 0,8	4,2 ± 0,8	12,3 ± 0,7	4,4 ± 0,9

Se muestran los valores de las medias ± error estándar. La mejoría fue estadísticamente significativa en ambos grupos ($p < 0,01$). La EAV (escala analógica visual) mide el grado de dolor de 0 = ausencia de dolor a 10 = máximo dolor. Los valores de la prueba de Oswestry oscilan desde 0 = mejor función a 100 = peor función. PLIF: *Posterior Lumbar Interbody Fusion*; TLIF: *Transforaminal Lumbar Interbody Fusion*.

Tabla 5. Puntuaciones postquirúrgicas del cuestionario SF-36

SF-36	PLIF	TLIF
Función física	65 ± 4,5	65 ± 4,7
Rol físico	50 ± 6,8	50 ± 7,2
Dolor corporal	62 ± 11,3	60 ± 10,5
Salud general	68 ± 10,2	65 ± 12,3
Vitalidad	60 ± 12,2	54 ± 13,1
Función social	63 ± 4,0	65 ± 4,5
Rol emocional	61 ± 12,2	57 ± 11,2
Salud mental	72 ± 5,2	68 ± 4,8

Valores de las medias ± error estándar. PLIF: *Posterior Lumbar Interbody Fusion*; TLIF: *Transforaminal Lumbar Interbody Fusion*.

Tabla 6. Situación laboral postoperatoria

Situación laboral	PLIF	TLIF
Trabajo remunerado habitual	20%	20%
Trabajo en casa	40%	30%
Rendimiento laboral parcial	—	5%
Incapacidad permanente parcial	15%	—
Incapacidad permanente total	20%	35%
Incapacidad permanente absoluta	5%	—
Paro	—	10%

PLIF: *Posterior Lumbar Interbody Fusion*; TLIF: *Transforaminal Lumbar Interbody Fusion*.

Lowe et al¹ recomiendan TLIF frente a PLIF sobre todo en casos de síndrome postdiscectomía, ya que con el abordaje unilateral transforaminal se produce una menor retracción del saco dural y de la raíz que con la técnica tradicional de PLIF. Presentan los resultados de 40 casos de TLIF con un seguimiento mínimo de dos años (34 a un nivel y 6 a dos niveles). Hubo dos casos de rotura de dura y una neurapraxia transitoria.

Agazzi et al¹² refieren una tasa de complicaciones neurológicas en PLIF de un 4% a un 10% debidas a una excesiva retracción del saco dural o de las raíces nerviosas. En su serie de 71 casos tuvieron una tasa de complicaciones del 8,5% (6 casos de radiculitis transitorias y dos casos de compresión radicular por los tornillos pediculares).

En la serie de PLIF publicada por Okuyama et al¹³ se describen 91 complicaciones en 75 casos en un total de 148 pacientes (12 a dos niveles y 3 a tres niveles). Hubo un 8% de paresias transitorias, 6 casos de laceraciones de dura, tres casos de fractura de pedículo vertebral, tres casos de aflojamiento de los tornillos y una radiculopatía por compresión de una de las cajas que migró a los tres meses postcirugía.

Tan sólo hay un estudio previo publicado que compare estas dos técnicas quirúrgicas (Humphreys et al)¹⁴, en el cual se analizaron las complicaciones, el tiempo de estancia hospitalaria, la pérdida de sangre y el tiempo de cirugía en 40 casos de TLIF (17 a un nivel y 23 a dos niveles) frente a 34 casos de PLIF (13 a un nivel, 20 a dos niveles y uno a

tres niveles). Se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al volumen de sangre perdida, que fue mayor en el grupo de PLIF a doble nivel con respecto al TLIF a doble nivel. En nuestro estudio no se ha observado esa diferencia, ya que el porcentaje de procedimientos a doble nivel ha sido mucho menor: 4 casos (20%) en TLIF y dos casos (10%) en PLIF. En el estudio de Humphreys et al¹⁴ no hubo ninguna complicación en el grupo TLIF, mientras que en el grupo PLIF hubo 4 casos de radiculitis, un caso de aflojamiento de los tornillos pediculares, una infección superficial, un caso de pseudoartrosis, y dos casos que necesitaron la retirada de los tornillos pediculares por compresión radicular (la mayoría de las complicaciones en casos de doble nivel). Por esta razón, estos autores recomiendan la técnica TLIF frente a PLIF. En nuestro estudio, sin embargo, se han dado dos complicaciones en TLIF (una compresión radicular por un osteofito residual y un caso de migración de las cajas) y otras dos en PLIF (una rotura de dura que se reparó en el mismo acto quirúrgico y un caso de íleo paralítico), todas ellas se solucionaron sin problemas.

Es cierto que la tendencia general hoy día es a utilizar más TLIF debido a la exposición quirúrgica menos agresiva, preservando los elementos posteriores y teóricamente con menor riesgo de lesión neurológica.

Por otra parte, se necesitan estudios que demuestren el pronóstico clínico y funcional a largo plazo de estos procedimientos. Nakai et al¹⁶ objetivaron unos porcentajes de estrechamiento de los espacios discales adyacentes a los niveles fusionados (PLIF) de un 31%, aunque esta incidencia no es significativa comparada con la de la historia natural de discopatía degenerativa en la población general.

En conclusión, en el presente estudio no se han evidenciado diferencias estadísticamente significativas comparando las técnicas de fusión circunferencial PLIF y TLIF en cuanto a: análisis radiológico, análisis funcional (clínico), pérdida de sangre en la cirugía, tiempo quirúrgico, estancia media hospitalaria, situación laboral postoperatoria y grado de satisfacción del paciente.

Por otra parte, hubo dos complicaciones en TLIF (una compresión radicular por un osteofito residual y un caso de migración de una de las cajas) y otras dos en PLIF (una rotura de dura intraoperatoria reparada en la misma cirugía y un caso de íleo paralítico postoperatorio). Todas las complicaciones se solucionaron sin dejar secuelas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lowe TG, Tahernia AD. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion. *Clin Orthop* 2002;384:64-72.
2. Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar interbody vertebral discs by vertebral body fusion. Indications, operative technique, after care. *J Neurosurg* 1953;10:154-68.
3. Cloward RB. Lesions of the intervertebral discs and their treatment by interbody fusion methods. The painful disc. *Clin Orthop* 1963;27:51-77.

4. Arai Y, Takahashi M, Kurosawa H. Comparative study of iliac bone graft and carbon cage with local bone graft in posterior lumbar interbody fusion. *J Orthop Surg* 2002;10:1-7.
5. Ray CD. Threaded fusion cages for lumbar interbody fusions. An economic comparison with 360° fusions. *Spine* 1997;22:681-5.
6. Weiner BK, Fraser RD. Spine update lumbar interbody cages. *Spine* 1998;23(5):634-40.
7. Harms JG, Jerszensky D. Fusión intersomática posterior en columna lumbar con técnica transforaminal unilateral. *Téc Quir Ortop Traumatol* 1998;7:193-204.
8. Harms JG. Instrumented spinal surgery. Principles and technique. Stuttgart:Thieme,1999; p. 136-47.
9. Madan SS, Harley JM, Boeree NR. Circumferencial and posterolateral fusion for lumbar disc disease. *Clin Orthop* 2003;409:114-23.
10. Lin PM. Posterior lumbar interbody fusion (PLIF): Past, present and future. *Clin Neurosurg* 2000;47:470-82.
11. Moskowitz A. Transforaminal lumbar interbody fusion. *Orthop Clin N Am* 2002;33:359-66.
12. Agazzi S, Reverdin A, May D. Posterior lumbar interbody fusion with cages: an independent review of 71 cases. *J Neurosurg* 1999;91:186-92.
13. Okuyama K, Abe E, Suzuki T, Tamura Y, Chiba M, Sato K. Posterior lumbar interbody fusion. A retrospective study of complications after facet joint excision and pedicle screw fixation in 148 cases. *Acta Orthop Scand* 1999;70:329-34.
14. Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, Eck JC, Murphy RB, Covington LA. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. *Spine* 2001;26:567-71.
15. Kwon BK, Vaccaro AR, Grauer JN, Beiner J. Indications, techniques and outcomes of posterior surgery for chronic low back pain. *Orthop Clin N Am* 2003;34:297-308.
16. Nakai S, Yoshizawa H, Kobayashi S. Long-term follow-up of posterior lumbar interbody fusion. *J Spinal Disord* 1999;12:293-9.

Conflicto de intereses. Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estemos afiliados.