

# RESULTADO A LARGO PLAZO DE LAS FUSIONES LARGAS ESPINOPELVICAS EN ESCOLIOSIS. IMPORTANCIA DE LA EDAD, LA CAPACIDAD DE MARCHA Y EL TIPO DE FIJACIÓN ILÍACA

*RESULTADO A LONGO PRAZO DAS GRANDES ARTRODESES ESPINOPÉLVICAS EM ESCOLIOSE. IMPORTÂNCIA DA IDADE, DA CAPACIDADE DE MARCHA E DO TIPO DE FIXAÇÃO ILÍACA*

*LONG-TERM RESULT OF MAJOR SPINOPELVIC ARTHRODESES IN SCOLIOSIS. IMPORTANCE OF AGE, WALKING ABILITY AND TYPE OF ILIAC FIXATION*

CARLOS EDUARDO DE LA CABADA<sup>1</sup>, JESÚS BURGOS<sup>1</sup>, CARLOS BARRIOS<sup>2</sup>, PABLO VERA<sup>2</sup>, EDUARDO HEVIA<sup>3</sup>, IGNACIO SANPERA<sup>4</sup>, GABRIEL PIZA<sup>4</sup>, PEDRO DOMENECH<sup>5</sup>, LUÍS MIGUEL ANTON<sup>1</sup>, VICENTE GARCIA<sup>6</sup>, PEDRO CORTES<sup>7</sup>

## RESUMEN

**Objetivo:** Conocer los factores que influyen en los fracasos instrumentales lumbosacros después de fusiones espinopélicas largas. **Método:** Estudio retrospectivo de pacientes diagnosticados con escoliosis, tratados quirúrgicamente por vía posterior, realizándose se fusión espinopélica de T2 o T3 a ilíaco, utilizando tornillos pediculares e ilíacos. Se analizaron los fracasos instrumentales y su asociación con diferentes parámetros clínicos y radiológicos. **Resultados:** Se presentan 44 pacientes con edad promedio de 24 años, con diferentes etiologías. El valor promedio preoperatorio de la curva mayor era de 74,2°, y en la revisión final la corrección promedio fue 67%. El desequilibrio anteroposterior y la inclinación pélvica, la cifosis torácica, la lordosis lumbar y el desequilibrio lateral mejoraron significativamente en la revisión final. Hubo 41% de fracasos de instrumentación, todos a nivel lumbosacro. Se encontró asociación significativa con más fracasos instrumentales en mayores de 17 años y en los que tenían deambulación autónoma. En 24 pacientes, se utilizó un solo tornillo ilíaco bilateralmente y en 20 pacientes, dos o más. Los dos grupos tuvieron una incidencia similar de fracasos. En el grupo de dos o más tornillos solo existieron roturas de barras sin desanclajes, ni lisis. El uso de implantes intersomáticos de L3 a S1 o cerclajes sublaminares con una tercera barra disminuyó la incidencia de fracasos. **Conclusiones:** En esta serie se presentaron un 41% de fracasos instrumentales, todos localizados a nivel lumbosacro. Los pacientes con capacidad de deambulación autónoma y mayores de 17 años presentaron significativamente más fallas instrumentales. En los que se realizó fusión intersomática L3-S1 o una tercera barra con cerclajes sublaminares, disminuyó la incidencia.

**Descriptores:** Escoliosis; Fusión vertebral; Tornillos óseos; Resultado del tratamiento.

## RESUMO

**Objetivo:** Compreender os fatores que influenciam as falhas instrumentais lombossacrais depois de fusões espinopélicas grandes. **Métodos:** Estudo retrospectivo de pacientes com diagnóstico de escoliose, tratados cirurgicamente com fusão espinopélica por via posterior, realizada de T2 ou T3 até o ilíaco, com parafusos pediculares e ilíacos. As falhas instrumentais foram analisadas, além de sua associação com diferentes parâmetros clínicos e radiológicos. **Resultados:** Apresentamos 44 pacientes com média de idade de 24 anos, com diferentes etiologias. O valor médio da curva pré-operatória maior foi 74,2 graus, e na revisão final foi de 67%. O desequilíbrio anteroposterior e a inclinação pélvica, a cifose torácica, a lordose lombar e o desequilíbrio lateral melhoraram significativamente na revisão final. Houve falhas de instrumentação de 41%, todas na região lombossacral. Verificou-se associação significativa com mais falhas instrumentais em pacientes com mais de 17 anos e nos que tinham deambulação independente. Em 24 pacientes, utilizou-se um único parafuso ilíaco bilateral e em 20 pacientes, foram usados dois ou mais. Os dois grupos tiveram incidência de falhas semelhante. No grupo de dois ou mais parafusos ocorreram apenas quebra de hastes, sem perda da ancoragem ou lise. Os implantes intersomáticos de L3 a S1 ou amarras sublaminares com uma terceira haste diminuíram a incidência de fracassos. **Conclusões:** Nesta série ocorreram 41% de falhas instrumentais, todas localizadas na região lombossacral. Os pacientes com capacidade de marcha independente e com mais de 17 anos tiveram significativamente mais falhas instrumentais. Nos pacientes submetidos à fusão intersomática de L3-S1 ou com uma terceira haste com amarras sublaminares, a incidência foi reduzida.

**Descritores:** Escoliose, Fusão vertebral, Parafusos ósseos, Resultado do tratamento.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the factors that influence lumbosacral instrumentation failures following spino-pelvic fusions. **Methods:** A retrospective study of patients diagnosed with scoliosis who underwent spinopelvic fusion via posterior, from T2 or T3 proximally to iliac crest, using pedicle and iliac screws. Instrumentation failures were analyzed, and the association of this complication with different parameters was studied. **Results:** We present 44 patients, with an average age of 24 years, with different etiologies. The mean value of the largest preoperative major curve was 74.2°, and in the final review, it was 67%. The anterior-posterior imbalance, pelvic tilt, thoracic kyphosis, lumbar lordosis and lateral imbalance were significantly improved in the final review. There were instrumentation failures in 41% cases, all at the lumbosacral level.

1. Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario Ramón y Cajal de Madrid, España.

2. Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Universidad Católica de Valencia, España.

3. Unidad de Cirugía del Raquis del Hospital La Fraternidad Muprexa de Madrid, España.

4. Servicio de Traumatología y Ortopedia Infantil del Hospital Universitario Son Espases de Palma de Mallorca, Islas Baleares. España.

5. Unidad de Traumatología y Ortopedia Infantil del Hospital General Universitario de San Juan de Alicante, Valencia, España.

6. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital de Alcazar de San Juan, Ciudad Real, España.

7. Unidad de Columna Vertebral del Hospital Virgen de la Candelaria de Santa Cruz de Tenerife, España.

Trabajo realizado en la Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario Ramón y Cajal de Madrid. España.

Correspondencia: Hospital Universitario Ramón y Cajal Carretera de Colmenar Viejo km. 9100 28034 Madrid. España.

*A significant association was found between increased instrumentation failures in patients over 17 years and in patients with independent walking ability. In 24 patients, a bilateral single iliac screw was used and in 20 patients, two or more screws were used. Both groups had a similar incidence of failures. In the group with two or more screws, only rod breakages occurred, without detachment or screw lysis. There was lower instrumentation failure incidence in the patients who underwent L3-S1 interbody fusion or a third rod attached with sublaminar compression hooks. Conclusions: This series had 41% instrumentation failures, all located at lumbosacral level. There were significant more instrumentation failures in patients with independent walking ability and those aged over 17 years. There was lower instrumentation failure incidence in the patients who underwent L3-S1 interbody fusion or a third rod attached with sublaminar compression hooks.*

*Keywords: Scoliosis; Spinal fusion; Bone screws; Treatment outcome.*

## INTRODUCCIÓN

Los intentos iniciales de fusiones espino-pélvicas sin instrumentar fracasaron<sup>1</sup> atribuyéndose a la mala calidad de la fijación ósea sacra y a las grandes solicitaciones mecánicas que existen en este nivel. Tras constatarse los malos resultados de las fusiones instrumentadas que acababan en sacro, se generalizó la inclusión instrumental de la pelvis en las fusiones espinales largas,<sup>2</sup> consiguiéndose una fijación más rígida, mejorar la corrección de los desequilibrios y la inclinación pélvica.<sup>3</sup>

Con el objetivo de conseguir una fusión espino-pélvica sólida se han desarrollado numerosas técnicas, y continúan proponiéndose en la actualidad.<sup>4-6</sup> La existencia de tantas técnicas refleja la falta de un único sistema de anclaje a pelvis adecuado que se contrapongan a los elevados requerimientos mecánicos de estas fusiones, evitándose los fracasos instrumentales y las pérdidas de corrección, que no son inhabituales en estos montajes largos con grandes solicitaciones mecánicas.

Inicialmente el sistema de Galveston se difundió ampliamente, pero se demostró que originaba un inaceptable número de pseudoartrosis y se dejó de recomendar su uso.<sup>7</sup> En la actualidad el sistema más difundido y utilizado para la fusión espino-pélvica es el tornillo iliaco bilateral, y numerosos estudios biomecánicos y clínicos demuestran la superioridad de este sistema de anclaje distal frente a los previos, especialmente el sistema de Galveston.<sup>8-12</sup> Los tornillos ilíacos son más fáciles de colocar, pero no son infrecuentes las lisis,<sup>13,14</sup> y los fallos de implantes en la conexión espino-pélvica.<sup>15,16</sup> Clásicamente se han presentado en la literatura un elevado porcentaje de no-uniones tras fusiones largas espino-pélvicas<sup>17</sup> y estos porcentajes no han disminuido significativamente con el uso de tornillos ilíacos, por ello hoy día continúa siendo una técnica quirúrgica que lleva implícito un elevado número de reintervenciones, tanto en fusiones primarias como de revisión.<sup>18</sup>

Existen pocos estudios que analicen los resultados a largo plazo de los montajes largos espino-pélvicos utilizando tornillos pediculares e ilíacos. En este estudio analizamos los resultados radiológicos de pacientes con escoliosis a los que se realizó fusión espino-pélvica utilizando tornillos pediculares e ilíacos, valorando la influencia de la capacidad de marcha, la edad, el número de tornillos ilíacos utilizados, el uso de implantes intersomáticos desde posterior y la utilización de barra con uñas sublaminares a compresión en la incidencia de no-unió espino-pélvica. Nuestro objetivo es analizar una serie de pacientes escolióticos a los que se realizó fusión espino-pélvica para identificar los factores asociados a los fracasos instrumentales lumbosacros para mejorar los resultados de esta técnica quirúrgica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha estudiado retrospectivamente todos los pacientes diagnosticados de escoliosis, no tratados quirúrgicamente con anterioridad, a los que realizamos un abordaje posterior aislado, en un solo tiempo quirúrgico, para hacer fusión espino-pélvica desde un nivel torácico proximal (T2 o T3), utilizando tornillos pediculares e ilíacos. Se presentan 44 pacientes a los que se realizó la técnica quirúrgica descrita, 27 del sexo femenino, con una edad media en el momento de la cirugía de 23,9 años (R: 10-66). La etiología de la escoliosis fue Parálisis cerebral (n= 12), Idiopática (n= 7), Congénita (n= 6), Mielomeningocele (n= 4), Degenerativa (n= 3), Neurofibromatosis (n= 2), Atrofia espinal (n= 2), Marfán (n= 2) y los restantes seis

tenían diferentes etiologías (Miopatía mitocondrial, Crouzon, Síndrome de Down, Miopatía, Poliomielitis y Artrógriposis). (Tabla 1) Había 15 pacientes no deambulantes, cinco que necesitan ayudas externas para caminar y 24 que caminaban sin ayudas.

La indicación para fusionar a estos pacientes hasta estos niveles torácicos proximales en las curvas lumbares o toraco-lumbares fue que existiera una curva torácica con más de 45° Cobb y/o un plano lateral torácico alterado significativamente. En las curvas torácicas o toraco-lumbares de pacientes deambulantes se realizó fusión espino-pélvica cuando existían cambios degenerativos avanzados en los niveles lumbares distales y no era posible dejar al menos dos niveles distales de movilidad lumbar para evitar la degeneración discal precoz, cuando existía una inclinación pélvica mayor de 15° y en escoliosis neurológicas en pacientes no deambulantes.

Técnica quirúrgica: Por una incisión longitudinal posterior se exponía la columna vertebral en los niveles proyectados hasta los extremos externos de las apófisis transversas, las alas sacras incluyendo los arcos posteriores de S2 y las crestas ilíacas hasta las espinas ilíacas postero-superiores. Se deja al descubierto la cara externa del ala ilíaca cuatro o cinco centímetros a externo para permitir orientarse durante la inserción de los tornillos ilíacos, y también distalmente se expone el iliaco lo suficiente para permitir palpar cómodamente la escotadura ciática y de esta manera colocar los tornillos ilíacos proximales a la escotadura sin violarla. Una vez completada la exposición, la implantación instrumental se comienza colocándose los tornillos pediculares de S1 bicorticales y con la técnica de manos libres. Estos tornillos de S1, que como el resto de tornillos pediculares de la columna lumbar, siempre fueron poliaxiales de reducción de espondilolistesis para facilitar la posterior colocación de la barra de 5,5 mm de diámetro en los tornillos pediculares y en los ilíacos. Una vez colocados los tornillos de S1, se puede visualizar fácilmente el punto de entrada idóneo del tornillo iliaco proximal a la espina ilíaca postero-superior, para facilitar la conexión a la barra de los tornillos ilíacos y lumbosacros. Se utilizara el tornillo iliaco de la longitud y el diámetro inferior al máximo del que dispongamos para facilitar su cambio por otro de mayor grosor y longitud si se requiere más tarde. Los tornillos ilíacos serán preferiblemente de ángulo variable, porque facilitan la conexión a la barra. Si se van a colocar más de un tornillo iliaco en cada lado, el primero será el más distal y dirigido hacia la espina ilíaca anterosuperior, justamente por encima de la escotadura ciática. Una vez colocado el primer tornillo iliaco se colocara el segundo o sucesivos en un punto de entrada separado del primero para evitar que la introducción de la parte final del tornillo, más gruesa, no contacte con la cabeza del tornillo anterior y de esta manera que no debilite su anclaje óseo. Una vez implantados los tornillos ilíacos, se pusieron los tornillos pediculares bilateralmente en todos los niveles vertebrales planificados con la técnica de manos libres. En general en columna lumbosacra se colocaron tornillos de 6.5 milímetros y de 50 o 55 milímetros de longitud en adultos, de 5,5 milímetros de diámetro en toda la columna torácica, columna dorsal media y baja de 45 milímetros de longitud y en la columna torácica proximal de 35 a 40 milímetros. La monitorización neurofisiológica de los tornillos se realizó siguiendo la siguiente metodología: estimulación EMG y con trenes de impulsos en los tornillos torácicos y estimulando el trayecto y con EMG en los lumbares e ilíacos. Siguiendo al control neurofisiológico de los tornillos se hacía el control radioscópico de los tornillos comenzando por el plano anteroposterior de distal a proximal, y si algún tornillo se

**Tabla 1.** La etiología de la escoliosis.

P	EE	S	EC	M	1,2,3	IP	VA	DE	COBB	FI	BCC	MO	RB	LTT	LT	SC
1	Idiopática	M	34	84	1	<15°	T12-L4/2	No	58°/11°/11°	L3-L4 y L4-L5 y una malla por nivel	Uña/L3-L5		No	No	No	No
2	Congenita	M	12	63	1	<15°	T8-L3/t11 iza	4,8-5,2/1,2-4,3	88°/41°	No	No	8	L2-L3	No	No	No
3	Miopatía mitocondrial	M	14	73	1	<15°	T4-t12/t8	No	64°/13°	No	No	12	S1-iliaco	No	No	No
4	Mielomeningocele	V	13	43	3	54°/16°	T10-L4/2	28-0/6-0	93°/18°	No	No	16	No	No	No	Tornillo iliaco derecho
5	Congenita	V	17	64	1	<15°	T12-L5	4,5-5,7/2,1-3,2	40°/12°	L5-s1 una malla	Uña L3-L5		No	No	No	No
6	Congenita	M	16	54	1	<15°	T3-L1	8,9-6,7/5,1-4,2	79°/48°	No	No		No	No	No	No
7	Neurofibromatosis	M	27	90	1	<15°	T4-L3/t11	No	82°/33°/39°	No	No		No	No	No	No
8	Hurler	V	21	63	1	<15°	T11-L2/1	No	42°/9°/12°	L3-s1 eb dos proximales una malla y dos en el distal	No		No	No	No	No
9	Marfan	M	36	52	1	<15°	T11-L4/1	No	67°/23°/27°	L4-s1, un boomerang por nivel	No	35	L3-L4	No	No	No
10	Parálisis cerebral	V	14	51	3	80°/7°/26°	T5-L4/11	7,3-5,2/2,4-3,3	93°/18°/17°	No	No		No	Lisis severa bilateral	Bilateral severa	Tornillo iliaco derecho
11	Parálisis cerebral	V	15	49	3	15°/06°/06°	T4-L1/t9	4,1-6,7/3,2-7,5	78°/21°/29°	No	No		No	No	No	No
12	Parálisis cerebral	V	12	50	3	27°/09°/20°	T11-L4/2	18-12/7,6-1	52°/6°/11°	No	No	9	Distal s1 en derecho	Iliaco derecho severa	Iliaco derecho severa	No
13	Parálisis cerebral	M	14	66	2	<15°	T11-L5/2	<2-7,5/<2-6,1	59°/8°/8°	L5-s1 una malla	No		No	Iliaco izquierdo severa	Iliaco izquierdo severa	No
14	Mielomeningocele	V	14	56	2	34°/13°	T10-L3/1	18-15/3,1-7,6	88°/19°/24°	No	No		No	No	No	Tornillo iliaco derecho
15	Parálisis cerebral	V	16	83	3	19°/11°/12°	T7-L3/t11	<2-4,5/3,1-8,4	62°/16°/21°	No	No		No	No	No	No
16	Mielomeningocele	V	13	54	3	38°/13°	T8-L5/t12	35-3,6/6,3-2,9	96°/33°/39°	No	No		No	No	No	No
17	Síndrome polimalformativo	V	17	44	3	25°/10°/12°	T6-L5/t11	17,4-8,6/0,8-6,0	78°/21°/25°	No	No		No	No	No	No
18	Parálisis cerebral	H	11	54	3	32°/12°/14°	T10-L5/1	3,6-8,7/5,1-2,8	124°/49°/54°	No	No		No	No	No	No
19	Parálisis cerebral	V	17	97	2	24°/18°/22°	T10-L5/t11	9,2-18,2/7-11,4	59°/21°/22°	No	No	8	S1-L5 derecho	L4-L5	L4-L5	No
20	Atrofia espinal	M	16	76	3	14°/05°/05°	T4-L3/t10	6,6-1,9/0,3-2,2	76°/24°/29°	No	No		No	No	No	No
21	Mielomeningocele	V	16	30	3	39°/5°/5°	T11-L4/1	3,3-16,6/3,4-2,3	90°/14°/19°	No	No		No	No	No	No
22	Congenita	M	10	81	1	23°/18°/19°	T9-L5/1	2,3-3,7/0,2-4,2	56°/35°/43°	L5-s1 una malla	No		No	No	No	No
23	Degenerativa	M	43	95	1	<15°	T12-L4/1	3,1-4,9/0,2-2,3	43°/9°/9°	Si de L2 a s1 (una malla por nivel)	No		No	No	No	No
24	Artrogriposis	M	14	216	3	21°/10°/10°	T8-L5/1	3,5-0/0,7-3,9 (Desequilibrio ap preop y postop)	87°/41°/49°	No	No uñas		No	No	No	No
25	Degenerativa	M	66	211	1	<15°	T11-L4/2	1,7-7,9/2,1-3,3	56°/12°/24°	L4-s1: 5 mallas	No	6	L3-L4	No lisis	No	No
26	Degenerativa	M	42	30	1	<15°	T9-L3/1	No	61°/16°/16°	No	No	8	L5-s1	No	No	No
27	Crouzon	M	15	27	1	<15°	T8-L4/t12	7,1-16,0/0,4-8	67°/16°/20°	No	L3-L5		No	No	No	No
28	Idiopática	M	38	26	1	<15°	T10-L3/1	No	53°/9°/12°	No	Dos barras de L2-s1 y otra L3-s1		No	No	No	No
29	Parálisis cerebral	M	17	32	2	19°/09°/09°	T7-L5/t12	8,2-7,6/2,0-2,1	60°/26°/29°	L3-s1 mallas (5)	No		No	No	No	No
30	Idiopática	V	17	32	1	<15°	T9-L4/1	No	67°/6°/9°	L3-s1 mallas (5)	No		No	No	No	No
31	Parálisis cerebral	M	15	36	3	50°/15°/19°	T5-L4/t12	14,8-12,2/4,5-5,1	135°/48°/52°	No	No		No	No	No	No
32	Parálisis cerebral	M	13	25	3	18°/03°/03°	T10-L4/1	12,4-4,8/3,2-0	74°/12°/16°	No	No		No	No	No	No
33	Neurofibromatosis	V	20	28	1	<15°	T10-L4/1	No	59°/12°/14°	L3-L4: 2 mallas	Una barra L2-L4	5	L5-s1	No	No	No
34	Síndrome de down	M	15	28	1	<15°	T11-L4/2	No	57°/10°/10°	L3-L4 (boomerang)	No	5	L4-L5	No	No	S1
35	Idiopática	M	41	41	1	<15°	T9-L4/1	No	63°/18°/18°	L4-L5 y L5-s1 (una malla por nivel)	No		No	No	No	No
36	Congenita	M	43	38	1	<15°	T11-L4/2	1,8-4,3/0,5-0,7	72°/21°/28°	1 Malla:L3-L4	No	7	L5-s1	No	No	No
37	Idiopática	V	41	38	1	<15°	T9-L4/1	No	121°/32°/39°	No	No	6	L5-s1	No	No	No
38	Poliomielitis	M	45	76	1	<15°	T5-L3/1	3,5-1,1/0,2-4,5	64°/29°/33°	No	No		No	No	No	No
39	Parálisis cerebral	M	41	35	2	<15°	T12-L5/3	8,3-11,7/3,5-5,2	66°/27°/34°	L4-L5: 2 mallas	Barra L4-s1		No	No	No	No
40	Miopatía	M	15	27	3	<15°	T7-L3/t11	4,9-2,8/1,8-2,7	55°/14°/14°	No	No		No	No	No	No
41	Idiopática	M	36	32	1	<15°	T11-L4/1	3,8-0/1,1-0,7	119°/22°/26°	No	No	11	L4-L5	No	No	No
42	Atrofia espinal	V	13	25	3	24°/06°/07°	T10-L4/1	3,6-4,6/2,8-2,7	84°/13°/15°	No	Barra unida a la derecha de L1 a distal a s1		No	No	No	No
43	Parálisis cerebral	M	36	29	1	<15°	T11-L3/2	13,6-21/2,1-4,4	110°/36°/39°	No	No	17	L4-L5	No	No	No
44	Idiopática	M	50	30	1	<15°	T5-L12/t8	2,1-10/0,3-0,9	69°/13°/15°	No	No	5	L4-L5	No	No	No

P: Paciente; EE: Etiología de la escoliosis; S: Sexo; EC: Edad en cirugía; 1,2,3: Deambulante, Deambula con ayuda, No deambulante; IP: Inclinación pélvica preop./Postop/ final; VA: Vértebras límites /apex; DE: Desequilibrio ap (>2cm)-I(>4cm) (preop./final); COBB: Cobb ap preop/postop/final; FI: Fusiones intersomáticas (niveles/n° mallas); BCC: Barra central y uñas a compresión (n°/niveles); MO: Meses operación- rotura; RB: Rotura barras: nivel; LTT: Lisis tornillos: tipo, indicar tornillos; LT: Lisis de tornillos; SC: Suelta de conexiones: nivel.

comprueba que no esta correctamente situado radioscópicamente o ante duda de su correcta situación se cambiaba, repitiéndose de nuevo la monitorización neurofisiológica y el control radioscópico tras cambiar su posición.

En este momento se realizaban las osteotomías de Smith-Petersen y las descompresiones foraminales si se habían planificado. A continuación se colocaban las barras tras cortarlas de la longitud adecuada y moldearlas según los requerimientos necesarios. En el nivel lumbosacro la barra se moldea con ayuda de grifas de lordosis porque habitualmente con el doblador francés no es posible conseguir una angulación tan marcada. Las barras se colocan de distal a proximal utilizando conectores de los tornillos iliacos y descendiendo progresivamente la barra con las tuercas de los tornillos de reducción de espondilolistesis. Utilizamos grifas de escoliosis sucesivamente

en una y otra barra para conseguir la corrección óptima. De igual manera se utilizó el sistema coplanar en la convexidad para corregir la escoliosis. Al concluir la cirugía siempre se uso injerto esponjoso local extraído tras cruentar la columna vertebral expuesta, el obtenido en las descompresiones y las osteotomías de Smith-Petersen y de las crestas iliacas proximalmente a los tornillos iliacos.

A criterios del cirujano, cuando se realizaban artrectomías para descompresión neural, se colocaron mallas intersomáticas o una tercera barra con uñas a compresión en columna lumbo-sacro.

Antes de proceder al cierre quirúrgico se realizaba radiografía antero-posterior y lateral con cassette largos, para valorar el equilibrio vertebral final, y corregir cualquier desequilibrio antes de finalizar la cirugía. Ningún paciente utilizó ortesis postoperatoria.

La revisión radiológica incluyó telerradiografía anteroposterior y lateral

en bipedestación o sedestación cuando no se podían poner de pie los pacientes. Las radiografías se solicitaron preoperatoriamente, en el postoperatorio inmediato, a los tres meses, a los seis meses tras la cirugía y después cada seis meses durante los dos primeros años y posteriormente con frecuencia anual, excepto en el caso que el paciente refiriera sintomatología que justificara un nuevo estudio radiológico. En aquellos que se confirmó fallo de los implantes (rotura de barra, desanclaje o lisis de los tornillos) se utilizó como radiografía final la radiografía previa.

En las tele-radiografías de columna vertebral se analizaron los siguientes parámetros: si el paciente era inmaduro grado de Risser, los grados de la curva mayor escoliótica indicándose las vertebrales extremos, el ápex de la deformidad, el valor angular Cobb y la rotación vertebral según Perdriolle. En el plano lateral se estudiaron los valores angulares Cobb de la columna torácica de T5 a T12 y la lordosis lumbar de T12 a S1. Así mismo, la inclinación pélvica de la línea formada por los puntos más altos de las crestas ilíacas respecto a la horizontal y los valores del desequilibrio en el plano antero-posterior (distancia del centro de la espinosa de C7 al centro de la S1) y el desequilibrio lateral vertebral desde el ángulo postero-superior de S1 al centro del cuerpo de C7. Se registraron el número de tornillos ilíacos que se utilizaron en cada lado. Los parámetros radiológicos "finales" son los obtenidos al final del seguimiento, y en los casos que sufrieron roturas de barras, lisis de los tornillos o desanclaje de los implantes estos parámetros se obtuvieron de las radiografías previas a la rotura de barras y/o a los desanclaje. Se considero que existía fallo de los implantes (seudoartrosis) cuando se evidenció en el estudio radiológicos roturas de barras y/o desanclaje de conexiones y/o lisis de tornillos. Se indica los niveles donde se produjeron y la existencia de lisis en los tornillos graduada según Yazici et al.<sup>19</sup> grado 1, no radiolucency; grade 2, 1 mm; grade 3, 1-2 mm; grade 4, > 2 mm.

Se estudio la relación de lisis de tornillos y/o desanclaje y/o roturas de barras con la edad en el momento de la cirugía, la etiología de la escoliosis, la capacidad de marcha, nivel y severidad de la escoliosis, el uso de implantes intersomáticos anteriores y/o de barras centrales con uñas sublaminares, y el uso de uno o más tornillos ilíacos en cada lado.

El análisis radiológico lo realizaron dos de los autores y cuando había diferencias se revisaba el parámetro conjuntamente para llegar a un consenso.

Se utilizó el programa SPSS 12.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL) para el análisis estadístico. Todos los datos se presentan como media  $\pm$  DE o frecuencia. Las variables discretas se analizaron mediante prueba de  $\chi^2$ , mientras que las variables continuas se analizaron utilizando el análisis de varianza unidireccional. Todas las pruebas se establecieron como bilaterales y un valor de  $p < 0,05$  se consideró como estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

Los casos que no sufrieron fallos de los implantes tenían un seguimiento medio de 57 meses (R: 25-124). (Tabla 1)

### Resultados intraoperatorios y postoperatorios inmediatos

El tiempo quirúrgico medio fue de 323 minutos (R: 230-475). El sangrado quirúrgico medio fue de 935 cc (R: 421-2400). Dos casos presentaron alteraciones en la monitorización medular intraoperatoria por malposición de tornillos pediculares torácicos que se resolvieron con reposición de los tornillos y una paciente presentó una pérdida de fuerza en cuádriceps derecho por compresión radicular que requirió descompresión quirúrgica postoperatoria persistiendo una mínima pérdida de fuerza al final del seguimiento. Se produjeron tres roturas durales intraoperatorias. Cuatro pacientes presentaron infección postoperatoria y requirieron limpiezas quirúrgicas sin retirar la instrumentación y uno de estos pacientes presentó supuración crónica que requirió nueva limpieza quirúrgica y mantiene actualmente el tratamiento antibiótico oral. No hubo casos de muerte.

### Resultados radiológicos

En las radiografías preoperatorias en proyección antero-posterior el ápex de las escoliosis estaba situado en la columna lumbar en 28 (63,6%) casos y en 16 (36,4%) en la torácica. En 26 (59%) pacientes la curva mayor era izquierda, con un valor angular medio preoperatorio de 74,2° Cobb (R: 40-135), que en la revisión final fue de 24,6° (R: 8-54), con una corrección media de 67%. El desequilibrio antero-posterior de la espinosa de S1 a la de C7 en 21 casos tenían valores preoperatorios superiores a dos centímetros, con un valor medio de 7,9 centímetros (R: 0-35) y en el estudio radiográfico final un valor medio 3,6 centímetros (R: 0-15). Once tenían inclinación pélvica superior a 15° con un valor medio de 14,3 centímetros (R: 0-80), y en el estudio final solo un caso tenía una inclinación superior a 15°.

El plano lateral torácico preoperatorio de T5 a T12 en 14 pacientes tenía un valor angular de 20 a +40°, 14 tenían valores superiores a +40° y 16 menos de +20°. En la revisión final, 31 casos tenían entre +20 y +40°, seis más de 40° y seis inferior a +20°, estos dos últimos grupos con valores cercanos a la normalidad.

En cuanto al valor angular lateral de la columna lumbar de T12 a S1 en 32 de los 44 pacientes estos valores estaban entre -20 y -60°, en cinco eran superiores a este valor y en cinco inferiores. En la revisión radiográfica final todos los casos se encontraban entre 20 y 60° excepto uno con -17°.

Diecisiete pacientes tenían un desequilibrio lateral preoperatorio mayor de cuatro centímetros, con un valor medio de 6,1 centímetros (R: 4,2-11). En el estudio radiográfico final solo tres pacientes presentaban un desequilibrio lateral mayor de cuatro centímetros.

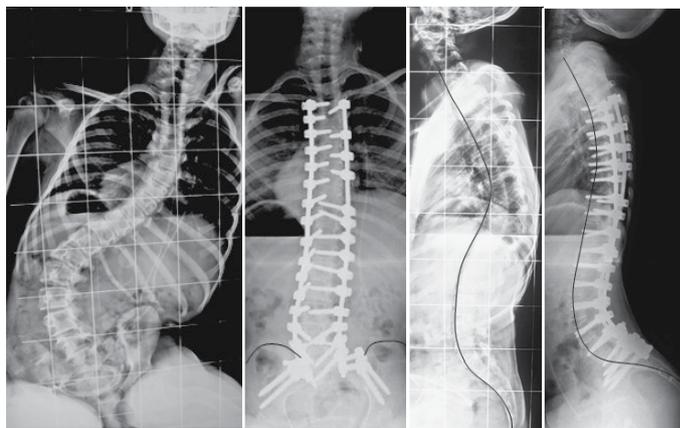
### Estudio de los fracasos instrumentales lumbosacros

Dieciocho pacientes (41%) sufrieron fallos de los implantes con un tiempo medio después de la cirugía de 9,4 meses (R: 5-20), y todos se localizaron a nivel lumbo-sacro y mayoritariamente fueron roturas de barras (Figura 1) en 14 (77%) y de estas seis eran bilaterales en el estudio radiográfico inicial. Hubo dos desanclaje (11%) de la conexión de la barra con el tornillo ilíaco, dos (11%) lisis de los tornillos ilíacos (Figura 2) y un caso (5,5%) presentó conjuntamente desanclaje y lisis de tornillos.

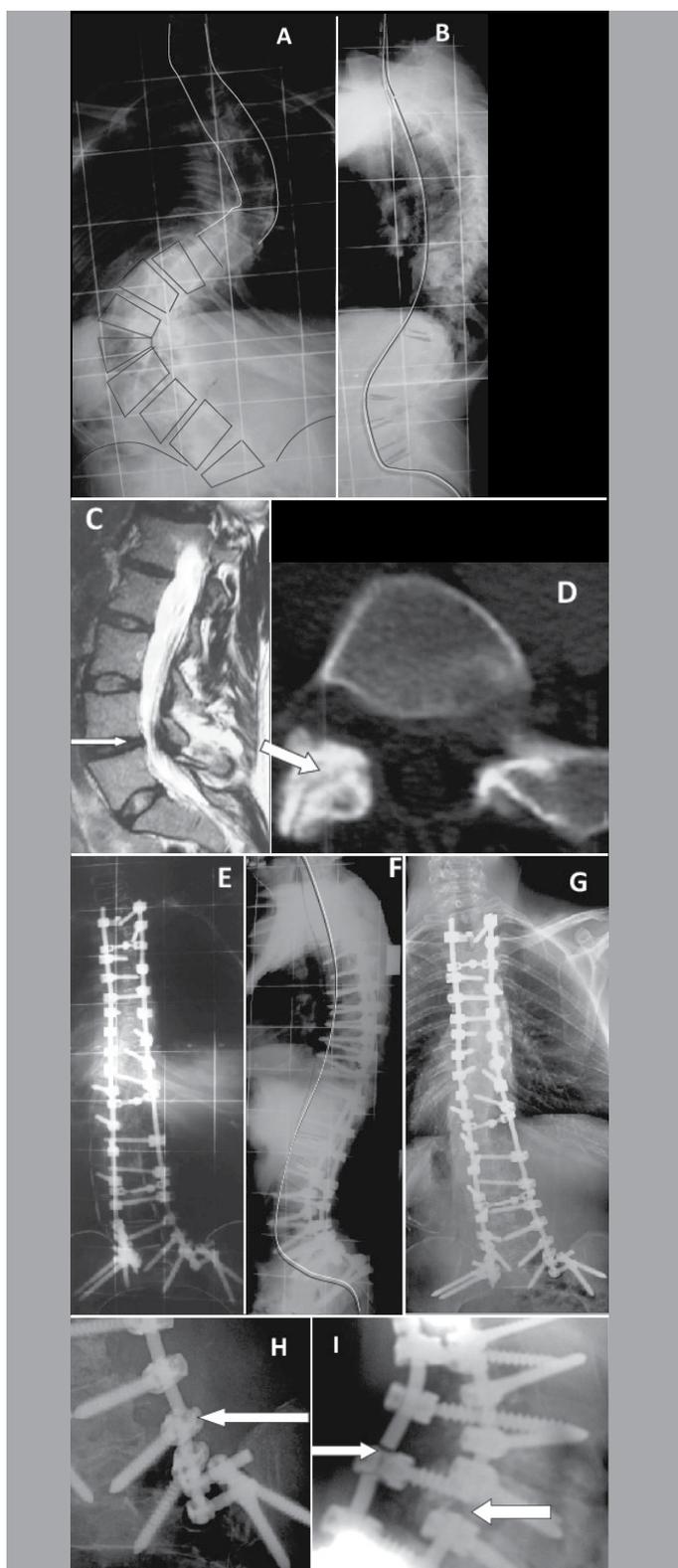
Los pacientes con menos de 17 años de edad en el momento de la cirugía tenían una incidencia menor de fallos de los implantes y esta asociación tenía significación estadística. (Figura 1)

El 70% de los pacientes que caminaban sufrieron fallos de los implantes, frente a un 28% de los no ambulantes y esta asociación tenía significación estadística. No se encontró asociación significativa al comparar los pacientes que caminaban mayores y menores de 17 años de edad con los fallos de implantes (Figuras 1 y 2).

Tampoco se encontró asociación significativa entre tipo de curva principal torácica o lumbar y fallos de implantes, ni entre severidad de la curva y



**Figura 1.** Niña de 13 años de edad premenárquica diagnosticada de parálisis cerebral con tetraparesia espástica. Se realizó fusión espino-pélvica de T3 a ilíaco utilizando dos tornillos ilíacos bilaterales. Se mantiene la corrección sin fallos de implantes conseguida en el control a los 25 meses.



**Figura 2.** Paciente de 39 años de edad diagnosticada de escoliosis idiopática que sufría lumbociática bilateral y dorsalgia crónica de cinco años de evolución. La paciente caminaba con normalidad. Presentaba una escoliosis toracolumbar izquierda de 104° Cobb, con lordosis torácica de -15° y cifosis en la transición toraco-lumbar (Figura 2A y 2B). Existía una discopatía L4-L5 con estenosis de canal central y foraminal (Figura 2C) y artrosis facetaria bilateral severa L5-S1 (Figura 2D). Fue intervenida quirúrgicamente realizándose fusión T2-ilíaco utilizando tornillos pediculares y dos tornillos ilíacos bilateralmente, siendo el control postoperatorio correcto excepto un pequeño desequilibrio a la derecha del tronco (Figuras 2E y 2F). A los 12 meses de la intervención notó dolor en región lumbosacra y un crujido al hacer un movimiento forzado, se constata radiológicamente la rotura de las dos barras (Figuras 2G, 2H y 2I).

fallos de implantes, ni el grado de corrección con los fallos de implantes. En 24 casos se utilizó un tornillo iliaco en cada lado y en veinte, mas de uno bilateralmente. De los 24 pacientes en los que se utilizó un solo tornillo iliaco bilateralmente, en 10 (42%) existieron fallos de los implantes con las siguientes características: cinco (50%) tenían roturas de barras, dos (20%) desanclaje, dos (20%) lisis de tornillos y un caso conjuntamente desanclaje y lisis (10%).

De los 20 casos con más de dos tornillos iliacos bilaterales, en 14 se usaron dos tornillos iliacos bilateralmente, en tres se pusieron tres tornillos en cada cresta iliaca, en dos casos dos tornillos en un lado y tres en el otro y en un caso se utilizaron tres tornillos iliacos en un lado y cuatro en el contralateral. De estos 20 casos en nueve (45%) se evidenciaron roturas de barras, no existieron desanclaje, ni lisis de tornillos en ningún caso. De esta manera existía significación estadística en la asociación de rotura de barras con el uso de más de dos tornillos iliacos. (Figura 2) De los 14 casos en los que se utilizaron dos tornillos bilateralmente en cinco (35,7%) se produjeron roturas de barras, de los seis restantes con mas de cuatro tornillos iliacos en cuatro casos (67%) se produjeron roturas de barras. Al comparar ambos grupos con el numero de fallos de implantes no se encontró significación estadística.

De los 44 pacientes, en 15 con capacidad de marcha autónoma se realizó laminectomía para descompresión neural lumbar distales a L2 con artrodesis utilizando mallas intersomáticas con injerto autólogo (34%), todos con capacidad de marcha. En nueve de estos se realizo la artrodesis intersomática en dos o mas niveles de la columna lumbo-sacra y en siete de los 15 se usaron más de una malla por nivel. En cuatro de estos casos con artrodesis intersomática se asocio una barra con uñas a compresión. En seis (40%) de los quince se evidenciaron fallos de los implantes, pero en todos los casos la no-unión estaba en otros niveles que no era el de la artrodesis. Los cinco casos que se fusionaron de L3 a S1 no sufrieron fallos de los implantes.

En siete pacientes (16%) de los 44, también con capacidad de marcha y que se realizo laminectomía descompresiva, se usó una barra con uñas sublaminares: en tres de L3 a L5, en un caso de L2 a S1, en otro de L2 a L4, otro de L4 a S1 y en el último de L1 a S1. En este grupo de pacientes solo se evidencio una rotura de barra y la rotura estaba fuera del área incluida entre las uñas sublaminares.

## DISCUSIÓN

Basados en estudios anatómicos y biomecánicos que demuestran la existencia de una extensa área anatómica en la vecindad de la espina iliaca postero-superior que permite un anclaje solido de los tornillos iliacos<sup>17,19,20</sup> y de los mejoras biomecánicas del uso de mas de un tornillo iliaco,<sup>19,20</sup> se ha propuesto el uso de mas de un tornillo iliaco bilateralmente para mejorar la estabilidad y la capacidad de corrección de deformidades vertebrales.<sup>19,21,22</sup>

En un estudio previo que presenta una incidencia similar de fallos de implantes que el nuestro,<sup>14</sup> valoraron la incidencia de fallos de los implantes con el uso de uno o dos tornillos iliacos bilaterales en fusiones largas de pacientes con escoliosis de etiología neurológica, comprobaron que con el uso de dos tornillos iliacos bilaterales disminuía significativamente el numero de fallos de la instrumentación. Esta resultados no coinciden con los de nuestro estudio donde se presentaron un porcentaje similar de complicaciones utilizando uno o dos o mas tornillos iliacos. Estas diferencias podrían atribuirse a que los pacientes de aquella serie eran de etiología neurológica, mayoritariamente no deambulantes, lo que explicaría la menor incidencia de fallos de implantes.

Encontramos que cuando utilizamos un solo tornillo se presentaron fallos de implantes en el extremo distal de la instrumentación, desanclaje de la barra y lisis del tornillo iliaco, que no aparecían cuando se utilizaron dos o mas tornillos iliacos. Por otra parte cuando utilizamos mas de dos tornillos iliacos en cada lado los resultados no mejoraron, bien al contrario se presentaron mayor numero de fallos de implantes, quizás atribuible a la mayor rigidez del montaje distal que produce mayor numero de roturas proximales de barras. Teniendo en cuenta estos resultados recomendamos el uso de dos tornillos iliacos

bilaterales en todos los casos, reforzando la fusión espino-pelvica con mayor número de barras o fusiones intersomáticas.

No hemos encontrado ningún estudio previo donde demuestre la influencia de la capacidad de marcha con mayor número de fallos de los implantes. En este estudio se evidencia que los pacientes con capacidad de marcha a los que se realizó la fusión espino-pélvica la incidencia de fallos de los implantes a nivel lumbosacro fue superior al 70%. En los pacientes deambulantes más jóvenes la incidencia de roturas de barras fue ligeramente inferior al 50%, aunque la comparación con el grupo de pacientes de mayor edad no se demostró significativa.

Los porcentajes de fallos de implantes a nivel lumbosacro en un estudio realizado en pacientes adultos con capacidad de marcha son claramente inferiores a los nuestros, y esto en parte podría atribuirse a que aportan BMP en más de la mitad de los pacientes.<sup>22</sup> Nuestros resultados mostraron que tanto las fusiones intersomáticas con mallas como el uso de una barra con uñas sublaminares a compresión disminuyeron la incidencia de fallos. Estos resultados satisfactorios deben atribuirse a que tanto las mallas intersomáticas como las barras con uñas a compresión disminuyen las importantes sollicitaciones de flexión que se producen sobre las barras en la columna lumbo-sacra. Estas sollicitaciones se deben a la significativa altura de los discos lumbares más distales y al gran brazo de palanca situado en la columna lumbo-sacra que soporta grandes cargas en los movimientos de flexo-extensión.

Efectivamente no existieron roturas de barras cuando se asocio una tercera barra con uñas sublaminares o cuando se realizó artrodesis intersomáticas de L3 a S1, pero el uso de fusiones intersomáticas

a muchos niveles desde posterior implica mayor tiempo quirúrgico, mayores exigencias técnicas, mayor morbilidad que el uso de una barra con uñas o incluso realizar un abordaje anterior amplio para fusionar todos estos niveles. Por esto nuestra recomendación es el uso de una barra con uñas sublaminares desde el nivel lumbar proximal o torácico distal a la lamina más distal. Hemos comprobado que la lámina de S1 frecuentemente es poco sólida lo que impide el anclaje de la barra en este nivel con garantías. En estas situaciones podría estar justificado el uso de una barra con la uña distal anclada en la lamina de L5 y hacer una artrodesis intersomática en L5-S1 o si se desea evitar la artrodesis intersomática desde posterior, asociar una cuarta e incluso una quinta barra colocada en paralelo a las dos convencionales anclada proximalmente en columna dorsal y en el extremo más distal de la barra, más allá de los tornillos iliacos, con conectores de "domino".

## CONCLUSIONES

En esta serie se presentaron un 41% de fracasos instrumentales, todos localizados a nivel lumbosacro. Los pacientes con capacidad de deambulación autónoma y mayores de 17 años presentaron significativamente más fallas instrumentales. En los que se realizó fusión intersomática L3-S1 o una tercera barra con cerclajes sublaminares, disminuyó la incidencia.

Todos los autores declaran que no hay ningún potencial conflicto de intereses con referencia a este artículo.

## REFERENCIAS

- Cleveland M, Bosworth DM, Thompson FR. Pseudarthrosis in the lumbosacral spine. *J Bone Joint Surg Am.* 1948;30(2):302-12.
- Pihlajamäki H, Myllynen P, Böstman O. Complications of transpedicular lumbosacral fixation for non-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79(2):183-9.
- McCarthy RE. Management of neuromuscular scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 1999;30(3):435-49.
- Sponseller PD, Zimmerman RM, Ko PS, Pullter Gunne AF, Mohamed AS, Chang TL, et al. Low profile pelvic fixation with the sacral alar iliac technique in the pediatric population improves results at two-year minimum follow-up. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(20):1887-92.
- Zahi R, Thévenin-Lemoine C, Rogier A, Constantinou B, Mary P, Vialle R. The "T-construct" for spinopelvic fixation in neuromuscular spinal deformities. Preliminary results of a prospective series of 15 patients. *Childs Nerv Syst.* 2011;27(11):1931-5.
- Wang T, Liu H, Zheng Z, Li Z, Wang J, Shrivastava SS, et al. Biomechanical effect of 4-rod technique on lumbosacral fixation: an in vitro human cadaveric investigation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(15):E925-9.
- Emami A, Deviren V, Berven S, Smith JA, Hu SS, Bradford DS. Outcome and complications of long fusions to the sacrum in adult spine deformity: luque-galveston, combined iliac and sacral screws, and sacral fixation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(7):776-86.
- Schwend RM, Sluyters R, Najdzionek J. The pylon concept of pelvic anchorage for spinal instrumentation in the human cadaver. *Spine (Phila Pa 1976).* 2003;28(6):542-7.
- Erickson MA, Oliver T, Baldini T, Bach J. Biomechanical assessment of conventional unit rod fixation versus a unit rod pedicle screw construct: a human cadaver study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(12):1314-9.
- Tis JE, Helgeson M, Lehman RA, Dmitriev AE. A biomechanical comparison of different types of lumbopelvic fixation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(24):E866-72.
- Peelle MW, Lenke LG, Bridwell KH, Sides B. Comparison of pelvic fixation techniques in neuromuscular spinal deformity correction: Galveston rod versus iliac and lumbosacral screws. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(20):2392-8.
- Fleischer GD, Kim YJ, Ferrara LA, Freeman AL, Boachie-Adjei O. Biomechanical analysis of sacral screw strain and range of motion in long posterior spinal fixation constructs: effects of lumbosacral fixation strategies in reducing sacral screw strains. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(3):E163-9.
- Gau YL, Lonstein JE, Winter RB, Koop S, Denis F. Luque-Galveston procedure for correction and stabilization of neuromuscular scoliosis and pelvic obliquity: a review of 68 patients. *J Spinal Disord.* 1991;4(4):399-410.
- Phillips JH, Gouthil JP, Knapp DR Jr. Iliac screw fixation in neuromuscular scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32(14):1566-70.
- Kuklo TR, Bridwell KH, Lewis SJ, Baldus C, Blanke K, Iffrig TM, et al. Minimum 2-year analysis of sacropelvic fixation and L5-S1 fusion using S1 and iliac screws. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(18):1976-83.
- Tsuchiya K, Bridwell KH, Kuklo TR, Lenke LG, Baldus C. Minimum 5-year analysis of L5-S1 fusion using sacropelvic fixation (bilateral S1 and iliac screws) for spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(3):303-8.
- Weistroffer JK, Perra JH, Lonstein JE, Schwender JD, Garvey TA, Transfeldt EE, et al. Complications in long fusions to the sacrum for adult scoliosis: minimum five-year analysis of fifty patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33(13):1478-83.
- Fu KM, Smith JS, Burton DC, Kebaish KM, Shaffrey CI, Schwab F, et al. Revision Extension to the Pelvis versus Primary Spinopelvic Instrumentation in Adult Deformity: Comparison of Clinical Outcomes and Complications. *World Neurosurg.* 2013;S1878-8750(13):345-8.
- Yazici M, Asher MA, Hardacker JW. The safety and efficacy of Isola-Galveston instrumentation and arthrodesis in the treatment of neuromuscular spinal deformities. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(4):524-43.
- Schildhauer TA, McCulloch P, Chapman JR, Mann FA. Anatomic and radiographic considerations for placement of transiliac screws in lumbopelvic fixations. *J Spinal Disord Tech.* 2002;15(3):199-205.
- Zheng ZM, Yu BS, Chen H, Aladin DM, Zhang KB, Zhang JF, et al. Effect of iliac screw insertion depth on the stability and strength of lumbo-iliac fixation constructs: an anatomical and biomechanical study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(16):E565-72.
- Yu BS, Zhuang XM, Zheng ZM, Li ZM, Wang TP, Lu WW. Biomechanical advantages of dual over single iliac screws in lumbo-iliac fixation construct. *Eur Spine J.* 2010;19(7):1121-8.