

Control radiológico en la cirugía de la escoliosis idiopática del adolescente

Evaluación del seguimiento posoperatorio

MAURICIO TELLECHEA, FEDERICO D. SARTOR, ALEJANDRA FRANCHERI WILSON, MARIANO NOEL,
EDUARDO GALARETTO, RODRIGO REMONDINO, CARLOS TELLO, ERNESTO BERSUSKY

Unidad de Patología Espinal, Hospital Nacional de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan", Buenos Aires

Recibido el 29-6-2014. Aceptado luego de la evaluación el 23-7-2015 • Dr. MAURICIO TELLECHEA • mauriciotellechea@hotmail.com

Resumen

Introducción: En nuestro Centro, es una práctica frecuente realizar controles clínicos y radiológicos durante el primer año posoperatorio de la escoliosis idiopática del adolescente, habitualmente en el posoperatorio inmediato, a los 3, 6, 9 y 12 meses. Se conoce el impacto negativo de estas radiaciones sobre el cuerpo humano y no hay guías claras sobre cuál sería el esquema óptimo de seguimiento radiológico.

Materiales y Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo de 55 pacientes operados por vía posterior con tornillos pediculares, sin síntomas de radiculopatía ni pérdida de la corrección clínica. Se analizaron los hallazgos radiológicos durante el primer año posoperatorio. Se evaluaron las interurrencias y su impacto en la conducta terapéutica.

Resultados: Media de la edad: 15.1; media del índice de Risser: 3,7 (rango 0-5); porcentaje de pedículos instrumentados en la curva: 81,7%; media de la corrección de la curva principal: 74%; media de los espinogramas posoperatorios de la población $3,7 \pm 0,93$ (cada espinograma consta de un frente y un perfil). No se modificó la conducta terapéutica sobre la base de los hallazgos radiológicos en ningún paciente.

Conclusión: En los pacientes con diagnóstico de escoliosis idiopática del adolescente operados con tornillos pediculares y sin síntomas de radiculopatía, dolores persistentes ni pérdida clínica de la corrección, se podrían reducir los controles radiológicos a tres durante el primer año posoperatorio.

Palabras clave: Escoliosis idiopática del adolescente; control radiográfico.

Nivel de Evidencia: III

RADIOLOGICAL CONTROL IN SURGERY FOR ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS. EVALUATION OF POST-SURGERY FOLLOW-UP

Abstract

Introduction: In our center, clinical and radiological controls are a common practice in the first year after surgery for adolescent idiopathic scoliosis, usually they are performed at the immediate post-surgery period, and at 3, 6, 9 and 12 months. The negative impact of these radiations on the human body is a well-known consequence and there are not clear clinical guides about what would be the optimal radiological monitoring approach.

Methods: Fifty-five patients with pedicles screws and no symptoms or loss of clinical correction were retrospectively evaluated. Radiological findings in the first year post-surgery were assessed, as well as the intercurrent processes and their impact on the therapeutic behavior.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflicto de intereses.

Results: Mean age: 15.1; mean Risser: 3.7 (range 0-5); percentage of instrumented pedicles: 81.7%; mean correction in the principal curve: 74%; mean X-rays 3.7 ± 0.93 (each X-ray consists of a front and a side face). Clinical behavior was not modified based on the radiological findings in any patient.

Conclusion: In patients with adolescent idiopathic scoliosis who underwent surgery with pedicle screws and without symptoms of radiculopathy, persistent pain or loss of clinical correction, the X-ray controls could be reduced to three in the first year after surgery.

Key words: Adolescent idiopathic scoliosis; radiological control.

Level of Evidence: III

Introducción

Durante el posoperatorio de las escoliosis idiopáticas del adolescente (EIA), se efectúan periódicamente controles radiológicos. Los objetivos de las imágenes son: medir la corrección y su mantenimiento, la ubicación de los implantes, el comportamiento de las zonas adyacentes, los balances globales e identificar eventuales complicaciones en forma precoz.

Es incierto establecer cuál debería ser la frecuencia de estos controles. Históricamente, durante el primer año después de la cirugía, se realizaban en el posoperatorio inmediato, al alta, luego, al mes, a los 3, 6, 9 y 12 meses. Es probable que esa frecuencia fuera necesaria con los primeros sistemas de instrumentación, dada su escasa estabilidad intrínseca. El advenimiento de sistemas más estables (con escasa pérdida de corrección) y el desarrollo de nuevas técnicas para corregir deformidades tornan cuestionable si se requieren múltiples exámenes.

Por otra parte, el tipo de radiación utilizado en las radiografías es potencialmente nocivo para el cuerpo humano, sobre todo por la relación entre la radiación y las mutaciones del ADN que serían factores predisponentes para la aparición de tumores.^{1,2} En 2010, se publicó un estudio sobre la mortalidad por cáncer de mama en mujeres expuestas a estudios radiológicos por escoliosis, y se alertaba sobre el potencial impacto negativo de la exposición a estas radiaciones.³

El objetivo de este trabajo es analizar un grupo de pacientes con diagnóstico de EIA, operados en nuestro Servicio, a quienes se les realizó una instrumentación segmentaria con tornillos pediculares, y evaluar cuál es el papel de los controles radiológicos en cuanto a la toma de decisiones médicas durante el primer año posoperatorio y, también, tratar de poder llegar a una recomendación de seguimiento radiológico durante el primer año.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo sobre casos de EIA operados en el Servicio, entre enero de 2008 y marzo de 2009.

Criterios de inclusión:

1. Diagnóstico de EIA
2. Edad al momento de la cirugía: 10-18 años
3. Sexo masculino y sexo femenino

4. Curvas de valor angular $\leq 80^\circ$
5. Cirugías sin resecciones vertebrales, excepto osteotomía tipo Ponte o Smith-Petersen
6. Clínicamente sin dolores atribuibles a los implantes, sin dolores axiales progresivos, sin descompensación clínica de tronco en el posoperatorio.
7. Todos los tipos de curva según la clasificación de Lenke⁴
8. Todos los grados de madurez esquelética evaluados según la escala de Risser
9. Instrumentación solo con tornillos pediculares
10. Cirugía por vía posterior
11. Todos los controles radiológicos efectuados durante el primer año posoperatorio

Los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, durante el período mencionado, fueron seleccionados para el análisis. Se evaluaron la edad, el sexo, el índice de Risser, la menarca, el tipo de curva, los exámenes del posoperatorio (cada estudio consta de un espinograma de frente y de perfil). Las medidas radiológicas se obtuvieron de las radiografías preoperatorias y de los sucesivos controles durante el primer año, según el método de Cobb.

Se analizó la población, en forma descriptiva, como porcentajes para las variables categóricas y como media, rango y desviación estándar para las variables continuas.

Se interpretó como intercurencias a los acontecimientos inesperados en el posoperatorio que requiriesen algún cambio de conducta terapéutica (quirúrgica o no), como pérdida de corrección $>10^\circ$, rotura de implantes, extrusión de implantes, cifosis de unión o fenómeno de incorporación de vértebras (*adding-on*).

Resultados

En la Tabla 1, se muestran los datos de la población analizada. La cantidad de pacientes incluidos en el estudio fue de 55 (46 niñas [83%] y 9 niños [17%]). La media de la edad fue de $15 + 1$ (valores expresados en años + meses), con un rango de $11 + 7$ - $18 + 7$. El número de casos según la clasificación de Lenke fue: 21 pacientes con Lenke de tipo 1; 7, de tipo 2; 9, de tipo 3; 12, de tipo 5; y 6, de tipo 6. La media del índice de Risser fue de 3,7 (rango de 0 a 5). La media de la densidad de implantes colocados (calculada según la fórmula: número de tornillos colocados/número de pedículos en la curva por instrumentar x

Tabla 1. Descripción de población estudiada

	Sexo	Edad	Menarca	Risser	Lenke	Fecha de control	Intercurrencias	VA preq.	VA posop.	Densidad %	Cantidad de Rx
1	F	18	5	5	5	Posop., 3, 6, 12	No	48	7	100	4
2	F	15+1	2+2	4	1	Posop., 4, 10, 12	No	62	13	70	4
3	F	15+6	2+3	5	5	Posop., 6, 12	No	52	8	100	3
4	F	16+5	1+6	4	1	Posop., 4, 12	No	69	24	77	3
5	F	12+6	1+6	4	1	Posop., 1, 12	No	74	17	62	3
6	F	13+2	1+4	5	1	Posop., 3, 12	No	53	16	81	3
7	F	17+9	3	5	2	Posop., 9, 12	No	47/76	10/20	76	3
8	F	12+9	2+8	4	3	Posop., 2, 12	No	50/42	13/08	73	3
9	M	17+9	2	5	1	Posop., 3, 7, 12	No	70	22	83	4
10	F	14+7	1	4	2	Posop., 5, 12	No	33/63	14/19	79	3
11	F	15+11	2+2	4	1	Posop., 3, 7, 12	No	51	10	66	4
12	F	12+8	2	4	1	Posop., 3, 12	No	75	16	84	3
13	F	14+4	1	5	1	Posop., 3, 12	No	80	25	72	3
14	F	15+3	2+5	5	5	Posop., 3, 6, 12	No	47	4	100	4
15	M	18+3	3	4	2	Posop., 4, 12	No	40/60	20/25	75	3
16	F	16+9	6	4	3	Posop., 2, 12	No	65/55	11/12	83	3
17	F	14	2	4	1	Posop., 4, 12	No	60	15	79	3
18	F	16+6	2	5	2	Posop., 3, 8, 12	No	50/80	25-30	72	4
19	F	13+10	0+7	0	2	Posop., 7, 12	No	50/72	30-19	73	3
20	F	15+4	3	4	1	Posop., 1, 6, 12	No	52	3	66	4
21	F	17	3	5	5	Posop., 3, 12	No	46	10	100	3
22	M	17+7	2	4	2	Posop., 1, 4, 12	No	28/67	07/12	80	4
23	M	13+2	0	4	1	Posop., 3, 8, 12	No	69	10	100	4
24	F	14+2	0	0	6	Posop., 6, 12	No	73/80	30/20	69	3
25	F	14+10	2	5	3	Posop., 3, 12	No	47/48	10/26	79	3
26	F	15+8	5	5	5	Posop., 3, 9, 12	No	53	2	100	4
27	F	17+4	6	5	1	Posop., 3, 8, 12	No	70	15	61	4
28	F	12+8	0	0	3	Posop., 6, 12	No	70/57	25 / 35	77	3
29	F	18+7	5	5	1	Posop., 7, 12	No	49	9	90	3
30	F	14	5	2	5	Posop., 6, 12	No	55	10	100	3
31	F	14+10	0+11	2	1	Posop., 2, 8, 12	No	54	30	75	4
32	F	14	2	4	5	Posop., 8, 12	No	48	15	100	3
33	F	12	1+7	4	6	Posop., 4, 12	No	57/50	10/07	80	3
34	F	16+1	3	5	5	Posop., 3, 12	No	58	16	90	3
35	F	14+1	1+7	4	6	Posop., 4, 10, 12	No	59	15	86	4
36	F	16	2+8	2	1	Posop., 5, 12	No	50	5	75	3
37	F	13+10	2	5	5	Posop., 3, 12	No	54	10	100	3
38	F	13+6	1+9	4	3	Posop., 8, 12	No	58/50	22/22	88	3
39	M	17+10	2	5	5	Posop., 4, 9, 12	No	55	15	90	3
40	M	14+4	1	3	6	Posop., 3, 12	No	40/45	20/25	70	3
41	F	12+2	1+3	5	6	Posop., 1, 3, 6, 12	No	34/57	15/30	86	5
42	F	14+7	1+2	4	1	Posop., 1, 3, 9, 12	No	46	9	70	5
43	F	11+7	0+7	2	1	Posop., 1, 3, 6, 9, 12	No	51	7	85	6
44	F	12+3	0+6	3	6	Posop., 1, 5, 9, 12	No	44/65	18/26	80	5
45	F	13+1	0+10	3	1	Posop. 1, 3, 6, 9, 12	No	75	29	77	6
46	F	12+11	0+3	2	3	Posop., 1, 3, 6, 9, 12	No	57/50	23/29	77	6
47	F	18+2	3+10	5	1	Posop., 2, 6, 12	No	48	5	78	4
48	F	12+1	1	0	3	Posop., 1, 6, 12	No	42/48	30/30	72	4
49	M	15+1	2	5	3	Posop., 3, 6, 12	No	56/50	12	75	4
50	F	18+1	4+8	5	5	Posop., 1, 3, 5, 9, 12	No	44	6	100	6
51	M	16+8	2+8	4	2	Posop., 12	No	45/48	20/22	95	2
52	F	13+1	0+8	0	1	Posop., 1, 4, 8, 12	No	47	2	71	5
53	F	11+6	0+3	0	1	Posop., 2, 7, 12	No	50	11	75	4
54	M	16+9	2	4	5	Posop., 2, 6, 12	No	42	0	100	4
55	F	15+1	2+1	5	3	Posop., 1, 3, 6, 12	No	49/41	11,3	72	5

F = femenino; M = masculino; posop. = posoperatorio; VA preq. = valor angular prequirúrgico; VA posop. = valor angular posquirúrgico

100) fue del 81,7% (rango del 61% al 100%). El promedio del valor angular de la curva principal fue de 60,1° en el preoperatorio y de 15,73° en el posoperatorio, con una corrección del 74% en la curva principal. El número de radiografías en el primer año tuvo una media de 3,7 ± 0,93 por paciente. Todos tenían una radiografía posoperatoria y una a los 12 meses, con controles intermedios dispares para la población.

Ningún paciente fue operado nuevamente por hallazgos radiológicos, ni se instituyó algún tipo de tratamiento sobre la base de dichos estudios (restricción de actividad física, uso de corsé). En la Tabla 2, se resumen los datos obtenidos de la población estudiada.

Discusión

Los controles posoperatorios en la cirugía de las escoliosis se efectúan, en general, por múltiples objetivos: observar la corrección obtenida, documentar la posición de los implantes, observar la eventual corrección espontánea de los segmentos no operados, evaluar el balance global, objetivar si los implantes no presentan alteraciones, ir midiendo las eventuales pérdidas de corrección y hasta el estado de la artrodesis. Estos objetivos han variado a través del tiempo y es notorio que alguno de ellos sólo sirve para determinadas etapas.

En múltiples estudios sobre el examen radiológico posoperatorio, se analizó su precisión respecto de la evaluación de los tornillos pediculares,⁵⁻⁸ por lo cual, podemos aceptar como necesario un primer espinograma para identificar una eventual mala posición de los implantes. La pregunta es cuán periódicos deberían ser a partir de allí los controles radiológicos durante el primer año posoperatorio y cuál es su importancia en relación con la toma de conductas médicas.

En varios trabajos,⁹⁻¹¹ se evaluó la pérdida de corrección durante los dos años posteriores a la cirugía por escoliosis, tanto en cirugías con instrumentaciones segmentarias, ya sea construcciones híbridas (ganchos y tornillos pediculares) o con tornillos pediculares, y no se hallaron pérdidas significativas en la corrección alcanzada durante la cirugía, por lo que esto tampoco justificaría el segui-

miento radiológico estricto durante el primer año después de la intervención.

En cuanto a la identificación de la fusión mediante radiografías, también se ha estudiado en artrodesis lumbares, y se llegó a la conclusión de que las radiografías tienen una baja sensibilidad y especificidad para mostrar la fusión ósea cuando se las compara con la exploración directa y la tomografía computarizada,^{12,13} por lo que tampoco encontraríamos una justificación del seguimiento radiológico durante el primer año con el fin de identificar la fusión de la curva instrumentada.

En la bibliografía, no hemos encontrado muchas publicaciones sobre el tema que estamos estudiando, solamente dos trabajos que hacen referencia al seguimiento radiológico durante los primeros años posteriores a la cirugía de escoliosis y artrodesis lumbar. En uno de estos artículos, Vila-Casademunt y cols.¹⁴ llevaron a cabo un análisis retrospectivo de un grupo de pacientes con diagnóstico de EIA sometidos a artrodesis instrumentada por vía posterior y concluyeron en que la incidencia de complicaciones relacionada con la instrumentación es muy baja y que se debería prestar especial atención a aquellos pacientes con inmadurez esquelética (Risser <2), a quienes presentan pérdida clínica de corrección y aquellos en los que la fundación proximal de la construcción es con ganchos. Cuestionan la necesidad de los controles radiológicos durante los dos primeros años posoperatorios de la EIA, pero no hacen una recomendación sobre su frecuencia. Una diferencia importante entre nuestro grupo y el de estos autores es el tipo de implantes utilizados, ya que, en nuestro análisis, solo incluimos cirugías con tornillos pediculares y, en el trabajo de Vila-Casademunt y cols., más del 70% de los pacientes tenía ganchos en la fundación proximal, por lo que podemos inferir que las complicaciones en este estudio podrían estar relacionadas con un tipo de construcción menos sólida que los tornillos pediculares. Un hallazgo importante de estos autores es que los pacientes con deformidad clínica progresiva tenían un hallazgo radiológico que les llevaba a tomar una conducta, hecho este que nos parece relevante y resalta la importancia del examen clínico dentro del control posoperatorio de la EIA.

Romero y cols.¹⁵ analizan, en forma retrospectiva, a 202 pacientes durante el primer año posterior de la artrodesis lumbar y, de la misma forma, cuestionan la necesidad de las radiografías en cada control, ya que, en los distintos grupos analizados, llegan a la conclusión de que, en los pacientes que evolucionaban clínicamente sin síntomas, no cambiaba la conducta médica independientemente de las imágenes radiológicas y solo eran sometidos a estudios innecesarios, y el grupo de pacientes con evolución clínica desfavorable fue el que requirió algún tipo de intervención médica independiente de los controles radiológicos.

Pensamos que un punto importante de nuestro trabajo es el hecho de analizar una población, con deformidad y corrección, a la que se le ha realizado una artrodesis solamente con tornillos pediculares. También, creemos

Tabla 2. Población estudiada

n (número total)	55
Sexo	M: 9 (17%) F: 46 (83%)
Edad	media: 15 + 1; rango: 11 + 7-18 + 7
Lenke	1: 21 / 2: 7 / 3: 9 / 4: 0 / 5: 12 / 6: 6
Risser	media: 3,7
Densidad	81,70%
VA preop. - VA posop.	60,1°-15,73°
% de corrección	74%
Espinograma/año	media: 3,7; desviación estándar: ± 0,93

VA = valor angular

que la ausencia de intercorreciones en este grupo (pese a la variedad etaria y de madurez esquelética importante) se relaciona con la mayor capacidad de estos implantes para lograr mejores correcciones que otros sistemas, así como también para mantener dicha corrección en el tiempo con pérdidas mínimas ($<5^\circ$). Un hallazgo casual fue la inconsistencia en los controles posoperatorios según nuestro esquema inicial (6 espinogramas durante el primer año), lo que dio como resultado un promedio de 3,7 estudios por año; esto nos llevó a plantear que, si en esta población no hubo cambios en cuanto a la conducta médica sobre la base de los estudios, no se justificaría realizar más de estos 3,7 espinogramas durante el primer año posoperatorio en poblaciones similares.

Consideramos que, con los nuevos implantes y sistemas para la corrección de la EIA, no se justificarían los espinogramas periódicos frecuentes en el posoperatorio y proponemos que, en pacientes operados con tornillos pediculares que evolucionan clínicamente sin síntomas, sin déficit neurológico, dolores neuropáticos ni descompensación clínica del tronco, el esquema de seguimiento radiológico debería minimizarse a un espinograma inmediato con el paciente de pie, a fin de evaluar la posición de los implantes y la corrección de la curva instrumentada; otro a los 3 meses para evaluar la curva instrumentada y el comportamiento de la(s) curva(s) compensatorias y el siguiente, al año de la cirugía, para evaluar el balance global a largo plazo.

Como este es un estudio retrospectivo, carece de un grupo control y, al no poder analizar uno por uno a los pacientes, corremos el riesgo de tomar datos de las historias clínicas que pueden ser inexactos.

No analizamos el comportamiento de las curvas compensatorias, ni los cambios en el plano sagital durante el primer año posoperatorio, ya que Ilgenfritz y cols.¹⁶ observaron que estos parámetros se mantienen estables durante los primeros cinco años posoperatorios. Tampoco se analizaron los pacientes que fueron operados por vía anterior y aquellos con curvas $>80^\circ$, por lo que no podemos inferir que nuestras conclusiones puedan ser aplicables a todos los pacientes operados con diagnóstico de EIA.

Por último, el nuevo esquema está basado en un criterio de experiencia sensible y la opinión del grupo de cirujanos; responde a la necesidad de reducir el número de exposiciones, pero sigue siendo opinable por qué a los 3 meses y al año, y no a tiempos distintos.

Conclusión

Con los implantes modernos y, en particular, con los tornillos pediculares, creemos que el seguimiento radiológico posoperatorio podría reducirse a tres espinogramas durante el primer año en aquellos pacientes sin signos ni síntomas de pérdida de la corrección, dolores neuropáticos ni desequilibrio de tronco, y así reducir al mínimo la exposición a radiaciones nocivas para el organismo.

Bibliografía

1. Bhatti P, Doody MM, Preston DL, Kampa D, Ron E, Weinstock RW, et al. Increased frequency of chromosome translocations associated with diagnostic x-ray examinations. *Radiat Res* 2008;170(2):149-55.
2. Sigurdson AJ, Bhatti P, Preston DL, Doody MM, Kampa D, Alexander BH, et al. Routine diagnostic X-ray examinations and increased frequency of chromosome translocations among U.S. radiologic technologists. *Cancer Res* 2008;68(21):8825-31.
3. Ronckers CM, Land CE, Miller JS, Stovall M, Lonstein M, Doody JE, et al. Cancer mortality among women frequently exposed to radiographic examinations for spinal disorders. *Radiat Res* 2010;174(1):83-90.
4. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(8):1169-81.
5. Sapkas GS, Papadakis SA, Stathakopoulos DP, Papagelopoulos PJ, Badekas AC, Kaiser JH, et al. Evaluation of pedicle screw position in thoracic and lumbar spine fixation using plain radiographs and computed tomography. A prospective study of 35 patients. *Spine* 1999;24(18):1926-9.
6. Kim YJ, Lenke LG, Cheh G, Riew KD. Evaluation of pedicle screw placement in the deformed spine using intraoperative plain radiographs: a comparison with computerized tomography. *Spine* 2005;30(18):2084-8.
7. Learch TJ, Massie JB, Pathria MN, Ahlgren BA, Garfin SR, et al. Assessment of pedicle screw placement utilizing conventional radiography and computed tomography: a proposed systematic approach to improve accuracy of interpretation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29(7):767-73.
8. Choma TJ, Denis F, Lonstein JE, Perra JH, Schwender JD, Garvey TA, et al. Stepwise methodology for plain radiographic assessment of pedicle screw placement: a comparison with computed tomography. *J Spinal Disord Tech* 2006;19(8):547-53.
9. Yilmaz G, Borkhuu B, Dhawale AA, Oto M, Littleton AG, Mason DE, et al. Comparative analysis of hook, hybrid, and pedicle screw instrumentation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2012;32(5):490-9.
10. Tsirikos AI, Subramanian AS. Posterior spinal arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis using pedicle screw instrumentation: does a bilateral or unilateral screw technique affect surgical outcome? *J Bone Joint Surg Br* 2012;94(12):1670-7.

11. Crawford AH, Lykissas MG, Gao X, Eismann E, Anadio J. All-pedicle screw versus hybrid instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis surgery: a comparative radiographic study with a minimum 2-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38(14):1199-208.
12. Blumenthal SL, Gill K. Can lumbar spine radiographs accurately determine fusion in postoperative patients? Correlation of routine radiographs with a second surgical look at lumbar fusions. *Spine (Phila Pa 1976)* 1993;18(9):1186-9.
13. Brodsky AE, Kovalsky ES, Khalil MA. Correlation of radiologic assessment of lumbar spine fusions with surgical exploration. *Spine (Phila Pa 1976)* 1991;16(6 Suppl):S261-5.
14. Vila-Casademunt A, Pellisé F, Domingo-Sabat M, Bagó J, Matamalas A, Villanueva C, et al. Is routine postoperative radiologic follow-up justified in adolescent idiopathic scoliosis? *Spine Deformity* 2013;1(3):223-8.
15. Romero NC, Glaser J, Walton Z. Are routine radiographs needed in the first year after lumbar spinal fusions? *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34(15):1578-80.
16. Ilgenfritz RM, Yaszay B, Bastrom TP, Newton PO; Harms Study Group. Lenke 1C and 5C spinal deformities fused selectively: 5-year outcomes of the uninstrumented compensatory curves. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38(8):650-8.