



Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

Correlación de resultados clínicos y perfil sagital en escoliosis del adulto. Valor del ángulo espinosacro y del ángulo de inclinación del raquis

A. Gómez-Rice, A. Núñez-García, F. Sánchez-Mariscal*, P. Álvarez-González, L. Zúñiga-Gómez, J. Pizones-Arce, E. Sanz-Barbero y E. Izquierdo-Núñez

Unidad de Raquis, Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, Hospital Universitario de Getafe (HUG), Madrid, España

Recibido el 13 de mayo de 2012; aceptado el 8 de julio de 2012

Disponible en Internet el 29 de septiembre de 2012

PALABRAS CLAVE

Escoliosis del adulto;
Perfil sagital;
Deformidad

Resumen

Objetivos: Evaluar la validez clínica en EA de 2 nuevos parámetros (ASS y ST) descritos recientemente para la evaluación del perfil sagital espino pélvicos, y cuyo papel en EA no está aún definido.

Material y método: Análisis prospectivo (no concurrente) radiográfico y clínico de 59 cirugías primarias de EA (Cobb > 40°), mínimo 2 años de seguimiento. Para este trabajo dispusimos de radiografías y cuestionarios de salud de 49 pacientes. Se evaluó el cambio de los parámetros radiográficos tras cirugía (test Wilcoxon) y la correlación resultados clínicos-radiográficos-edad (test de Spearman y regresión lineal múltiple).

Resultados: Mediana de seguimiento postoperatorio 8,5 años. Mediana edad 49,5 años. Hubo cambio estadísticamente significativo con la cirugía en ASS y ST (en ambos inferior a 5°), cifosis torácica (CT), lordosis lumbar (LL), rotación pélvica (RP), balance sagital (BS) y Cobb frontal. No hubo correlación entre dolor y ASS-ST. Hubo correlación significativa entre actividad y ASS, ST, LL, BS) y edad. Tras análisis multivariante solo la edad (ni ASS ni ST) persistió como posible predictor de menor actividad.

Discusión: Cuando predomina la deformidad frontal, los parámetros radiográficos sagitales, incluidos los más novedosos ángulos, si bien sí influyen en la actividad del paciente cuando se analizan de forma aislada, pierden esta influencia cuando se analizan en conjunto y junto a otros parámetros clínicos.

Conclusiones: Los valores de SSA y ST varían escasamente con la cirugía. Solo se correlacionan con la actividad pero no pueden considerarse predictores de la misma. No parecen pues medidas de utilidad en EA.

© 2012 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: F3130@hotmail.com (F. Sánchez-Mariscal).

KEYWORDS

Adult scoliosis;
Sagittal profile;
Deformity

Relationship between clinical results and sagittal profile in adult scoliosis. Value of the spinal-sacral angle and the spinal inclination angle

Abstract

Objectives: To assess the clinical validity of two new recently described parameters (spinal-sacral angle (SSA) and spinal inclination angle (SIA) in adult scoliosis (AS) for evaluating the spinal-pelvic sagittal profile, as well as their still undefined role in AS.

Material and method: A non-concurrent prospective radiographic and clinical study was conducted on 59 primary surgeries of AS (Cobb>40°), with a minimum of 2 years follow-up. The available X-rays and health questionnaires of 49 patients were used in the study. The changes in X-ray parameters after surgery were evaluated (Wilcoxon test), as well as the correlations as regards the clinical-radiography-age parameters (Spearman test and multiple linear regression).

Results: The median post-surgical follow-up was 8.5 years, and the median age of the patients was 49.5 years. There was a statistically significant change with the surgery in the SSA and SIA (less than 5° in both), thoracic kyphosis, lumbar lordosis (LL), pelvic rotation, sagittal balance (SB) and frontal Cobb. There was no correlation between pain and SSA-ST. There was a significant relationship between activity and SSA, ST, LL, SB, and age. After the multivariate analysis only age (not SSA or SIA) remained as a possible predictor of lower activity.

Discussion: When frontal deformity predominates, the sagittal radiographic parameters, including the newest angles, although they have an influence patient activity when analysed individually, they lose this influence when they are analysed together and with other clinical parameters.

Conclusions: The SSA and SIA hardly change with surgery. They only correlate with activity, but cannot be considered predictors of this. Thus they do seem to be useful measurements in AS.

© 2012 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Cada vez está cobrando mayor importancia en la patología de la columna vertebral el papel de la alineación del raquis en el plano sagital; así ocurre en la deformidad del adulto¹⁻⁵. Diferentes estudios han destacado la correlación entre los resultados clínicos y el valor del eje vertical sagital (BS)³, la lordosis lumbar (LL)⁴ y parámetros pélvicos (rotación pélvica)⁵.

No obstante aún está por definir exactamente qué es un adecuado balance sagital, y cada día aparecen nuevos conceptos y mediciones radiográficas para ser empleadas en la clínica diaria. En este sentido, recientemente han sido descritos 2 nuevos parámetros sagitales^{6,7} cuyo papel en el tratamiento de la escoliosis del adulto (EA) aún no ha sido determinado. Estos 2 parámetros son el ángulo espinosacro (ASS) y la inclinación del raquis (ST).

El objetivo de esta revisión es valorar la validez clínica del ASS y ST en EA: estudiar cómo varían con la cirugía, y cómo se correlacionan con los resultados clínicos.

Material y métodos

El estudio se diseñó como un análisis (prospectivo no concurrente) de una serie de pacientes consecutivos que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: fueron operados de escoliosis idiopática o degenerativa; la cirugía primaria se realizó siendo mayores de 21 años de edad; presentaban una deformidad en el plano coronal superior a 40°, se les fusionaron al menos 4 niveles (5 vértebras) utilizando instrumentación segmentaria, alcanzaron un seguimiento

posquirúrgico mínimo de 2 años, y accedieron a actualizar los estudios sobre su estado clínico y radiográfico actual. Se incluyeron en total 59 pacientes, de los que dispusimos de 49 para la presente revisión (los 10 excluidos lo fueron por inadecuada calidad de las radiografías preoperatorias para medir los ángulos).

Los historiales médicos fueron actualizados durante el periodo de realización del estudio por medio de entrevista clínica con los pacientes: contestaron los test SRS22^{8,9} y SF36^{10,11}, y se evaluó el dolor según escala visual analógica (EVA), que recoge la intensidad de dolor que indica el paciente en una escala subjetiva del 0 al 10, siendo 0 ausencia de dolor, y 10 el máximo dolor imaginable¹².

Se analizaron telerradiografías preoperatorias y final de seguimiento en proyección antero-posterior y lateral (incluyendo columna y pelvis) en bipedestación (con manos apoyadas en clavículas y hombros a 45° de elevación anterior)¹³. El estudio radiográfico se actualizó cuando fue necesario. En nuestro centro, las revisiones clínicas y radiográficas para pacientes intervenidos de escoliosis en la edad adulta se realizan a los 2,6 y 12 meses postoperatorios; y después anualmente hasta el quinto año, y bianualmente a partir del 5.º año. De modo que a los sujetos intervenidos hacía más de 5 años, con radiografía realizada en los últimos 24 meses y sin cambios clínicos significativos, no se les realizó nuevo estudio radiográfico para evitar radiación innecesaria. No se realizó pues ninguna exploración radiográfica que no estuviese clínicamente indicada.

Se midieron^{6,7} ASS y ST (fig. 1), además de los parámetros radiográficos utilizados habitualmente¹⁴ para evaluar el balance sagital: cifosis torácica (CT), lordosis lumbar (LL), eje vertical sagital (BS), parámetros pélvicos sagitales

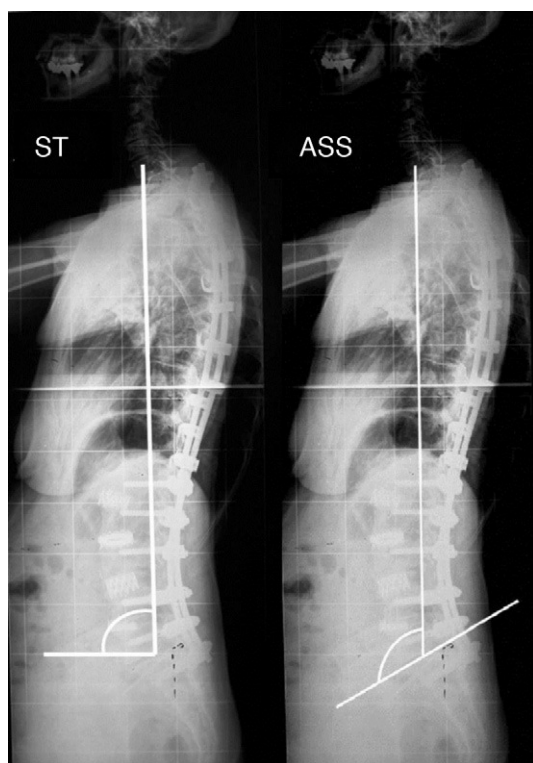


Figura 1 Inclínación del raquis (1 a) y ángulo espínosacro (1b). Se traza una línea desde el centro de la vértebra C7 al centro del plato sacro. El ángulo que forma dicha línea con el plato sacro es el ASS, y el ángulo que forma con la horizontal es ST. Representan la posición de C7 con respecto a lo que sería la base de sustentación del raquis (pelvis).

(incidencia pélvica, rotación pélvica e inclinación del sacro). Se recogieron también el Cobb frontal y la edad del paciente en el momento de responder a los test clínicos. Todas ellas variables continuas.

Para evaluar la evolución de las variables continuas entre el postoperatorio y final se ha utilizado el test no paramétrico para medidas relacionadas de Wilcoxon. Para

evaluar la asociación lineal entre variables continuas se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para evaluar de manera conjunta el efecto de aquellas variables estadísticamente significativas en el análisis univariante.

Resultados

Se revisaron 49 pacientes (42 mujeres y 7 hombres). La mediana de seguimiento postoperatorio fue de 8,5 años (4 y 12,6). La mediana de edad al final del seguimiento fue de 49,5 años (37,7 y 60). La etiología de las curvas fue idiopática en 39 casos y degenerativa en 10. La mediana preoperatoria del Cobb de la curva principal fue de 58° (44°; 75°) y la final de 29° (18°; 37°), mejorando pues de forma significativa ($P < 0,000$) con la cirugía.

Se produjo un cambio estadísticamente significativo con la cirugía en los valores de ASS ($p = 0,012$) y ST ($p = 0,003$), pero consideramos que sin significación clínica ya que la variación no alcanzó ni los 5°. El resto de los parámetros evaluados también varió significativamente con la cirugía a excepción de la incidencia pélvica y la inclinación sacra (tabla 1).

Se produjo una mejoría significativa ($p < 0,00$) del dolor. EVA preoperatorio 7 (3,8) y final de 3,5 (1,5). No se encontró correlación entre los valores de dolor y los ángulos ASS y ST, ni en el preoperatorio ni al final de la evolución.

Los resultados de los test de calidad de vida al final del seguimiento se indican en la tabla 2.

Se observó una correlación significativa en el seguimiento final entre la subescala de SRS actividad y ASS ($p = 0,04$; $r = 0,29$) y ST ($p = 0,05$; $r = 0,27$). Ninguna otra subescala de SRS22 ni SF36 se correlacionó con ASS o ST (tabla 3).

También se encontró una correlación en entre la subescala SRS actividad y los siguientes parámetros finales: lordosis lumbar, balance sagital, rotación pélvica (tabla 4) y edad ($p = 0,001$ $r = -0,46$).

Como en análisis univariante se observó una correlación significativa de las puntuaciones de SRS actividad con varias de las variables analizadas, se decidió realizar un análisis multivariante. Se realizó una regresión lineal múltiple

Tabla 1 Variación de los parámetros radiográficos del postoperatorio al final

	Preoperatorio	Final	p (Wilcoxon)
ASS (°)	129 (121,135)	126 (112,132)	0,012
ST (°)	93 (90,95)	90 (84,93)	0,003
CT (°)	35 (20,50)	40 (30,52)	0,016
LL (°)	55 (40,68)	48 (40,58)	0,049
BS (mm)	-10 (-24,7)	18 (-9,43)	0,000
<i>Incidencia</i>			
Pélvica (PI) (°)	53 (46,62)	56 (49,61)	0,369
<i>Inclinación</i>			
Sacra (SS) (°)	38 (30,43)	35 (26,40)	0,122
<i>Rotación</i>			
Pélvica (PT) (°)	15 (10,24)	22 (13,30)	0,000
Cobb frontal (°)	58 (44,75)	29 (18,37)	0,000

Mediana (percentil 25 y percentil 75); p: significación estadística.

Tabla 2 Test de calidad de vida (mediana, percentil 25-75)

	Mediana	Percentil 25	Percentil 75
SRS Función	3,4	2,8	4,1
SRS Dolor	3,2	2,2	4,2
SRS Autoimagen	3,5	3,0	4,0
SRS Salud mental	3,6	3,0	4,0
SRS Satisfacción	4,0	3,5	4,8
SRS total	3,6	2,9	4,0
SF36 Función física	60,0	35,0	75,0
SF36 Rol físico	50	0	100
SF36 Dolor	51,0	22,0	72,0
SF36 Salud general	47,0	35,0	74,5
SF-36 Vitalidad	45,0	30,0	62,5
SF36 Función social	75,0	50,0	87,5
SF36 Rol emocional	100	0	100
SF36 Salud mental	64,0	52,0	75,0

incluyendo como variable dependiente la puntuación final de SRS22-actividad y como variables independientes, en el modelo máximo, la edad del paciente, el ASS, la ST, el BS y la RP. En el modelo final, solo quedó la edad del paciente como posible predictor de actividad. 0,026). La r^2 corregida es igual a 0,165 (el 16,5% de la variabilidad total observada en SRS22 actividad sería debida a la edad; $p=0,002$).

Discusión

La búsqueda de correlaciones entre mediciones radiográficas y test clínicos es una constante hoy en día en la práctica clínica diaria¹⁻⁵. El objetivo es asociar medidas radiográficas objetivas con resultados clínicos subjetivos para determinar que «cifras radiográficas» debemos alcanzar con la cirugía para asegurar un resultado clínico satisfactorio.

La literatura señala que son los parámetros radiográficos sagitales y no los frontales los que se correlacionan con los resultados clínicos^{1,3-5}, pero paradójicamente no existe una clara definición de lo que es un balance sagital «normal». Existe un amplio rango de cifras consideradas como normales y no existe total acuerdo sobre cuales son los mejores parámetros radiográficos a utilizar^{15,16}. Recientemente la escuela francesa ha descrito 2 nuevos ángulos (ASS y ST) y ha sugerido su utilización como la mejor forma de evaluar el balance global sagital espinopélvico^{6,7,17}. No conocemos ningún trabajo que haya evaluado la variación de estos ángulos con la cirugía de la escoliosis en la edad adulta, y más importante que los haya correlacionado con el estado clínico del paciente (dolor, resultados de los test de calidad de vida). Siguiendo una línea de trabajo¹⁸⁻²² comenzada en nuestro centro hace unos años con el fin de analizar el tratamiento

Tabla 3 Correlación entre los test de calidad de vida y ASS/ST

	ASS	ST
SRS función	R = 0,29 p 0,04	R = 0,274 p 0,05
SRS dolor	R = 0,168 p 0,249	R = 0,136 p 0,253
SRS autoimagen	R = 0,95 p 0,517	R = 0,134 p 0,358
SRS salud mental	R = -0,15 p 0,917	R = 0,052 p 0,722
SRS satisfacción	R = 0,23 p 0,876	R = 0,130 p 0,373
SRS total	R = 0,149 p 0,307	R = 0,185 p 0,202
SF36 función física	R = 0,266 p 0,65	R = 0,211 p 0,147
SF36 rol físico	R = 0,073 p 0,620	R = 0,003 p 0,983
SF36 dolor	R = 0,166 p 0,255	R = 0,079 p 0,589
SF36 salud general	R = 0,056 p 0,701	R = 0,043 p 0,768
SF-36 vitalidad	R = -0,028 p 0,847	R = -0,070 p 0,364
SF36 función social	R = 0,065 p 0,663	R = 0,155 p 0,291
SF36 rol emocional	R = -0,26 p 0,86	R = 0,099 p 0,504
SF36 salud mental	R = -0,023 p 0,878	R = 0,088 p 0,553

R: coeficiente de correlación; P: significación estadística.

quirúrgico de la escoliosis en la edad adulta, y dada la importancia que la literatura¹⁻⁵ confiere al plano sagital en esta patología decidimos analizar la relación ASS-ST con la cirugía de la escoliosis del adulto.

Cabe señalar en este momento que los resultados clínicos y radiográficos alcanzados en nuestros pacientes son similares a los que aparecen en la literatura para cirugía de deformidad del adulto²³⁻²⁶. Incluidas las variaciones que se producen^{23,26-28} en CT, LL, BS, y parámetros pélvicos. No conocemos publicaciones con las que podamos comparar los cambios en ASS y ST. Nuestros resultados indican que los cambios de ASS y ST no son clínicamente significativos ($< 5^\circ$), probablemente porque precisamente en la escoliosis el valor de las mediciones sagitales en la población de edad no^{22,29} vaya a resultar de tanta importancia como se está indicando en los últimos años.

Tabla 4 Correlación SRS actividad con parámetros radiográficos sagitales

	Cifosis torácica	Lordosis lumbar	Balance sagital	Incidencia pélvica	Rotación pélvica	Inclinación sacra
SRS 22 actividad	R = -0,024 p 0,871	R = 0,316 p 0,029	R = -0,430 p 0,002	R = -0,281 p 0,05	R = -0,467 p 0,001	R = 0,254 p 0,078

R: coeficiente de correlación; P: significación estadística.

En cuanto a la correlación de estos ángulos con la clínica, no hemos observado que se correlacionen con el dolor en ningún momento de la evolución. Solo muestran correlación significativa con la actividad del paciente, pero esta significación es escasa, el coeficiente de correlación es muy pequeño y se pierde la correlación cuando se analizan en conjunto con otras variables. En definitiva, no es clínicamente valorable.

Por supuesto, hubiera sido deseable contar con un número más elevado de pacientes, ya que el tamaño de la muestra limita la potencia de este estudio.

Sin embargo, contamos con un grupo de pacientes de diagnóstico homogéneo, largo seguimiento y con estudios clínicos y radiográficos actualizados. Se analiza por primera vez el papel de ASS y ST, utilizando análisis multivariante, que por otro lado está ausente en la mayor parte de los estudios de correlación publicados.

Con la limitación señalada, en base a nuestros resultados, podemos indicar que los ángulos ASS y ST no parecen medidas de utilidad clínica en la EA.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Responsabilidades éticas

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

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Glassman SD, Berven S, Bridwell KH, Horton W, Dimar JR. Correlation of Radiographic Parameters and Clinical Symptoms in Adult Scoliosis. *Spine*. 2005;30:682-8.
- Glassman SD, Bridwell KH, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The Impact of Positive Sagittal Balance in Adult Spinal Deformity. *Spine*. 2005;30:2024-9.
- Mac-Thiong JM, Transfeldt E, Mehbood A, Perra JH, Denis F, Garvey TA, et al. Can C7 Plumbline and Gravity Line Predict Health Related Quality of Life in Adult Scoliosis? *Spine*. 2009;34:E519-27.
- Ploumis A, Liu H, Mehbood A, Transfeldt E. A correlation of Radiographic and Functional Measurements in Adult Degenerative Scoliosis. *Spine*. 2009;34:1581-4.
- Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP. Pelvic Tilt and Truncal Inclination. Two Key Radiographic Parameters in the Setting of Adult Spinal Deformity. *Spine*. 2009;34:E599-606.
- Roussouly P, Gollogly S, Nosedá O, Berthonnaud E, Dimnet J. The vertical projection of the sum of the ground reactive forces of a standing patient is not the same as the c7 plumb line. A radiographic study of the sagittal alignment of 153 asymptomatic volunteers. *Spine*. 2006;31:320-5.
- Bourghli A, Reebye O, Le Huec JC. Correlation of clinical outcome and spinopelvic sagittal alignment after surgical treatment of low-grade isthmic spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2011;20:663-8.
- Berven S, Deviren V, Demir-Deviren S, Hu SS, Bradford DS. Studies in the modified scoliosis research society outcomes instruments in adults: validation, reliability and discriminatory capacity. *Spine*. 2003;28:2164-9.
- Bagó J, Climent JM, Ey A, Pérez-Gruoso FJ, Izquierdo E. The Spanish version of the srs-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis, transcultural adaptation and reliability analysis. *Spine*. 2004;29:1676-80.
- Schwab FJ, Ashok D, Murali P, Gamez L, Farcy JP. Adult scoliosis: A health assessment analysis by SF-36. *Spine*. 2003;28:602-6.
- Alonso J, Prieto L, Antó JM. La versión española del SF-36 Health Survey (cuestionario de salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Med Clin (Barc)*. 1995;104:771-6.
- Mannion AF, Balagué F, Pellisé F, Cedraschi C. Pain measurement in patients with low back pain. *Nat Clin Pract Rheumatol*. 2007;3:610-8.
- Schwab FJ, El-Fegoun AB, Gamez L, Goodman H, Farcy JP. A lumbar classification of scoliosis in the adult patient: preliminary approach. *Spine*. 2005;30:1670-3 (II).
- Bridwell KH, Hamill CL, Horton WC, Kuklo TR, O'Brien MF. Adult Deformity. En: O'Brien MF, et al., editores. *Spinal Deformity Study Group Radiographic Measurement Manual*. USA: Editorial de Medtronic Sofamor Danek; 2008. p. 72-94.
- El Fegoun AB, Schwab F, Gamez L, Champain N, Skalli W, Farcy JP. Center of gravity and radiographic posture analysis: a preliminary review of adult volunteers and adult patients affected by scoliosis. *Spine*. 2005;30:1535-40.
- Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine*. 1982;7:335-42.
- Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *Eur Spine J*. 2010;19:1824-36.
- Sánchez-Mariscal Díaz F, Canillas del Rey F, Izquierdo Núñez E, Zúñiga Gómez L. Tratamiento quirúrgico de la escoliosis no degenerativa del adulto. *Rev Ortop Traum*. 1998;42:203-10.
- Bau A, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Pizones J, Alvarez P, Izquierdo E. Radiographic and functional results of scoliosis surgery (idiopathic and degenerative) in adults older than 40 with curves greater than 40 degrees. *Eur Spine J*. 2006;L 15:125. Abstract.
- Sánchez-Mariscal F, Bau A, Zúñiga L, Pizones J, Alvarez P, Izquierdo E. Predictive Factors of Outcome in Scoliosis Surgery in Patients Older than Forty with Curves Greater than Forty Degrees. *Eur Spine J*. 2006;L 15:124. Abstract.
- Baú A, Sánchez-Mariscal Díaz F, García-Germán Vázquez D, Pizones Arce J, Alvarez González P, Zúñiga Gómez L, et al. Evolution of Sagittal Spinopelvic Morphology in Scoliosis Surgery for Adults > 30 Years Old. *European Spine Journal*. 2007;16:153. Abstract.
- Sánchez-Mariscal F, Gomez-Rice A, Izquierdo E, Pizones J, Zúñiga L, Alvarez-González P. Correlation of radiographic and functional measurements in patients who underwent primary scoliosis surgery in adult age. *Spine*. 2012;34:592-8.

23. Berven SH, Deviren V, Mitchell B, Wahba G, Hu SS, Bradford DS. Operative Management of Degenerative Scoliosis: An Evidence-Based Approach to Surgical Strategies Based on Clinical and Radiographic Outcomes. *Neurosurg Clin N Am*. 2007;18:261-72.
24. Baldus C, Bridwell KH, Harrast J, Edwards C, Glassman S, Horton W, et al. Age-Gender Matched Comparison of SRS Instrument Scores Between Adult Deformity and Normal Adults. Are All SRS Domains Disease Specific? *Spine*. 2008;33:2214-8.
25. Takahashi S, Delécrin J, Passuti N. Surgical treatment of idiopathic scoliosis in adults. An age-related analysis of outcome. *Spine*. 2002;27:1742-8.
26. Ali RM, Boachie-Adjei O, Rawlins BA. Functional and radiographic outcomes after surgery for adult scoliosis using third-generation instrumentation techniques. *Spine*. 2003;28:1163-70.
27. Bridwell KH, Baldus C, Berven S, Edwards C, Glassman S, Hamil C, et al. Changes in radiographic and clinical outcomes with primary treatment adult spinal deformity surgeries from two years to three- to five-years follow-up. *Spine*. 2010;35:1849-54.
28. Zimmerman RM, Mohamed AS, Skolasky RL, Robinson MD, Kebaish MK. Functional outcomes and complications after primary spinal surgery for scoliosis in adults aged forty years or older. A prospective study with minimum two-year follow-up. *Spine*. 2010;35:1861-6.
29. Bess RS, Boachie-Adjei O, Burton DC, Cunningham ME, Shaffrey CI, Shelekov AP, et al., ISS. Pain and disability determine treatment modality for older patients with adult scoliosis, while deformity guides treatment for younger patients. *Spine*. 2009;34:2186-90.