



Escoliosis Idiopática del Adolescente de Bajo Grado

Low Grade Adolescent Idiopathic Scoliosis

Juan Pablo Otto^a✉, Julio García Molina^b, Andrés Chahín^c

^a Traumatólogo Centro de Columna Departamento de Traumatología, Clínica Las Condes. Miembro del equipo de columna Hospital DIPRECA, Santiago, Chile.

^b Neurocirujano Equipo de Neurocirugía del Hospital Regional de Puerto Montt, Chile.

^c Traumatólogo Centro de Columna Departamento de Traumatología, Clínica Las Condes. Santiago, Chile.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del Artículo:

Recibido: 08 12 2019.

Aceptado: 05 08 2020.

Palabras clave:

Escoliosis Idiopática;
Progresión;
Diagnóstico;
Tratamiento.

Key words:

Scoliosis; Progression
Disease; Diagnosis;
Treatment.

RESUMEN

La escoliosis idiopática del adolescente (EIA) es la forma de escoliosis más frecuente, afecta al 1 a 3% de los adolescentes. Su etiología aún no está totalmente definida siendo la causa genética la más probable. El objetivo principal del tratamiento es evitar la progresión de la curva y por ende prescindir del tratamiento quirúrgico. Tratamiento en curvas no severas dependerá de la madurez esquelética del paciente y de la magnitud de la curva, siendo la observación en curvas leves y el uso de corsé en las moderadas los tratamientos más aceptados.

SUMMARY

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is the most frequent form of scoliosis, affecting 1 to 3% of adolescent. Its etiology is not yet fully defined, being the genetic factor the most important. The main objective of the treatment is to avoid the progression of the curve and therefore dispense with surgical treatment. Treatment in non-severe curves will depend of the skeletal maturity of the patient and the magnitude of the curve, being the observation in slight curves and the use of corset in the moderate ones the most accepted treatments.

✉ Autor para correspondencia

Correo electrónico: jotto@clinicalascondes.cl

<http://doi.org/10.1016/j.rmclc.2020.08.001>

e-ISSN: 2531-0186/ ISSN: 0716-8640/© 2019 Revista Médica Clínica Las Condes.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



INTRODUCCIÓN

La escoliosis idiopática adolescente (EIA) es la causa más común de escoliosis (85% de los casos), afectando entre el 1% a 3% de los adolescentes, siendo los casos graves considerados una patología de resolución quirúrgica con garantías explícitas, en el sistema de salud chileno¹.

DEFINICIÓN

Se define como una deformidad vertebral tri-dimensional de etiología indeterminada, consistente en un ángulo de Cobb coronal mayor a 10° en pacientes mayores de 10 años², asociado a componente rotacional vertebral¹.

A modo general, se consideran como curvas leves entre 10° a 20°, moderadas entre 20° a 40° y graves las mayores 50° o mayores de 40° en pacientes esqueléticamente inmaduros¹.

Para efectos prácticos de esta revisión, consideraremos como EIA de bajo grado, las curvas catalogadas como leves y moderadas; y como EIA de alto grado las curvas graves con indicación quirúrgica.

ETIOLOGÍA

Después de décadas de investigación la etiología exacta de la EIA permanece desconocida. En los últimos años el desarrollo de la investigación genética ha determinado una serie de genes que influyen en la aparición de la deformidad y que serían independientes de los genes que inducirían el desarrollo de escoliosis severa, sin embargo, existen individuos que presentan estas alteraciones genéticas y no desarrollan la enfermedad.

HISTORIA NATURAL

Desde una perspectiva histórica, nuestro conocimiento sobre la historia natural de la EIA, está basado en estudios previos al advenimiento de técnicas de instrumentación (Harrington) en 1960, ya que, en aquella época, la deformidad era más tolerable que el tratamiento³.

En la actualidad, es improbable la realización de nuevos estudios sobre la historia natural de la enfermedad, dado los buenos resultados del tratamiento quirúrgico moderno.

Los estudios de Iowa, iniciados en 1950 por Ponseti⁴ y finalizados por Weinstein⁵, muestran el seguimiento por 50 años, de una cohorte de pacientes con EIA de manejo no quirúrgico. Como resultado, es posible concluir que los pacientes portadores de EIA, son activos, productivos y no presentan una mayor mortalidad que la población general a largo plazo. Parecieran presentar una mayor incidencia de dolor crónico (61% vs 35%) en edad adulta, sumado a los efectos cosméticos de su deformidad. Sin embargo, la mayoría de ellos solo presenta limitaciones físicas menores⁵.

Estudios recientes, han mostrado la asociación de restricción funcional y pulmonar leve, en pacientes portadores de EIA, principalmente en curvas torácicas^{6,7}.

PROGRESIÓN

La definición más difundida de progresión de la curva, es el aumento mayor a 5° de la medición del ángulo de Cobb^{2,8}, sobrepasar los 45° en el seguimiento o la resolución quirúrgica⁶.

Como regla general, es importante destacar dos conceptos ampliamente aceptados sobre el riesgo de progresión de las curvas:

1. La progresión de la curva de bajo grado se produce durante el periodo de mayor velocidad de crecimiento (estadio prepuberal y puberal)^{1,3,9}.
2. El mayor riesgo de progresión en curvas más severas al debut^{1,9}.

Un estudio reciente realizó una revisión sistemática sobre los factores asociados a progresión de la curva⁶, los cuales se resumen en la Tabla 1. Lamentablemente, el nivel de evidencia es bajo o muy bajo como para poder definir candidatos a cirugía preventiva⁶.

Tabla 1. Factores de riesgo asociados a progresión de curva

Factor	N° estudios	Pacientes	OR	IC 95%	P value	Evidencia
Edad <13 años	3	760	2,7	1,8-4,6	0,001	Baja
Madurez esquelética	4	891	2,8	1,6-4,8	<0,001	Baja
Premenarquia	6	980	4,0	2,0-7,9	<0,001	Baja
Mayor Cobb inicial	8	3719	7,6	4,2-13,6	<0,001	Baja
Patrón curva (Torácico)	4	607	2,3	1,2-4,6	0,017	Baja
Osteopenia	3	686	2,8	1,4-5,6	0,005	Baja
Ángulo costo-vertebral <65° en convexidad apical	1	113	5,6	2,2-13,9	<0,001	Muy baja
Progresión con corsé	1	85	33,2	4,0-272,9	0,001	Muy baja
Disfunción Vestibular Central	1	28	24	2,4-240,3	0,001	Muy baja

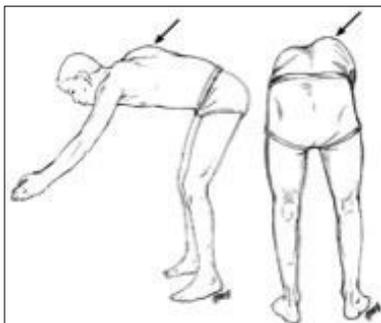
Una vez alcanzada la madurez esquelética, es aceptado que curvas menores de 30° se mantendrán estacionarias y no progresarán; curvas entre 30° a 50° tendrán una progresión de 0,4° a 0,5° por año, en general llegando a un total de 10° a 15° de progresión durante la vida adulta¹² y curvas mayores de 50° progresarán en promedio 1° por año^{1,3,10}.

EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de EIA es fundamentalmente de exclusión. El objetivo de la evaluación, es descartar causas secundarias de deformidad¹¹. El motivo de consulta, frecuentemente se asocia a elementos cosméticos como desnivel de hombros, asimetría del talle o la percepción de deformidad o giba. Se debe indagar sobre antecedentes familiares de escoliosis, estado menárquico y puberal, así como signos de alarma^{1,11,12}.

El test de Adams (Figura 1) es la principal herramienta diagnóstica clínica en la evaluación de un paciente con sospecha de escoliosis¹². Incluso, algunos autores, plantean la utilización de un inclinómetro para medir la presencia de giba (escoliómetro) y de esta forma definir la necesidad de estudio imagenológico¹³.

Figura 1. Test de Adams



Se debe consignar la localización y magnitud de la giba, ya que es una manifestación del grado de rotación vertebral y queja cosmética frecuente de los pacientes.

La confirmación diagnóstica, necesariamente requiere la realización una radiografía de columna total antero-posterior y lateral de pie¹ (Figura 2).

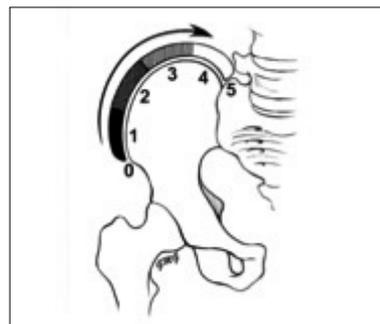
Como parte de la valoración de madurez esquelética, se recomienda la utilización de la escala de Risser (Figura 3) y la presencia del cartílago tri-radiado^{1,14}.

No se recomienda el screening imagenológico, para la detección de pacientes asintomáticos⁹, y más bien es planteable el *screening* clínico (escoliómetro-test de Adams) en etapa escolar²⁵.

Figura 2. Escoliosis Idiopática del Adolescente. Curva principal torácica derecha



Figura 3. Escala de osificación de Risser



BANDERAS ROJAS

1. Dolor: Como concepto general, la EIA es una enfermedad no dolorosa^{1,11,12}. Más bien literatura reciente confirma su asociación con dolor leve hasta en un 30% de los pacientes¹⁴, el dolor moderado o severo obliga a descartar lesiones asociadas^{11,12}.

2. Patrón de curva atípico^{1,11,14,15}:

- Torácica izquierda: El 90% de las curvas torácicas son derechas, la presencia de una curva izquierda amerita estudio complementario.
- Torácicas derechas largas.

- Curvas cortas pronunciadas.
- Asociadas a alteraciones óseas. Ejemplo: Dilatación de canal y foraminas, hemiverterbras, vertebras en mariposa u otros elementos de no-uniión.

3. Estado neurológico:

La presencia de elementos de anormalidad al examen neurológico¹.

- Cefalea occipital: Asociada a Chiari.¹⁶ En caso de interferir con actividades de la vida diaria, aumentar con valsalva y, especialmente, de asociarse con signos de disfunción de tronco o trastorno de apnea/hipopnea obstructiva del sueño.

4. Deformidad asociada de extremidades: Ejemplo: Pie bot.

5. Signos cutáneos:

- Disrafia Espinal Oculta (DEO), pueden ser catalogados en tres grupos de riesgo¹⁷⁻²⁰.

Riesgo bajo:

- I. Hoyuelos sacro-coccigeos típicos o inocentes: Corresponden a trayectos fibrocutáneos ciegos que no deben superar los 5mm de diámetro y estar localizados caudal a pliegue interglúteo. Su asociación con disrafia oculta (DO) es muy bajo (menor a 0,5%). Se encuentran en el 4% de la población general y no ameritan mayor estudio al ser aislados.
- II. Asimetría de pliegue glúteo o duplicación de línea interglútea

Riesgo mediano:

- I. Decoloración vascular o nevus: A mayor tamaño, mayor asociación.

Riesgo alto:

- I. Hoyuelos sacros atípicos: Su asociación a DO, se estima en un 2.5%. Mientras más cefálica su localización, mayor asociación. Se consideran atípicos todos aquellos que no cumplen la descripción "típica" o la presencia de múltiples hoyuelos.
 - II. Aplasia cutis o cicatrices congénitas.
 - III. Tracto sinus dermal: Tracto epitelializado, habitualmente paramediano, que puede conectar con saco dural, médula espinal y/o aracnoides. Riesgo de infección y fístula Líquido Céfalorquídeo (LCR) espontánea.
 - IV. Masas fibro-adiposas medianas o paramedianas: Manifestación de lipoma.
 - V. Hipertriosis, particularmente "cola de fauno" por su asociación de cordón medular dividido.
- Facomatosis:

Neurofibromatosis: De acuerdo a los criterios diagnósticos²¹, las manifestaciones cutáneas clásicas son:

- I. Al menos 6 manchas café con leche, de 5 mm en niños y 15 mm en adultos.
- II. Pecas axilares o inguinales.

- III. Dos o más neuro fibromas cutáneos o un neuro fibroma plexiforme.
- Colagenopatías:

Síndrome Ehlers-Danlos^{22,23}.

- I. Hiperlaxitud de piel.
- II. Cicatrices atróficas y deprimidas, de aspecto papiráceo y/o hemosidéica.
- III. Presencia de estrías inexplicables, no asociadas a cambios de peso.
- IV. Pseudotumor moluscoide del talón
- V. Equimosis múltiples con depósitos de hemosiderina.

Síndrome de Marfan²⁴ en presencia de criterios diagnósticos.

- I. Hiperlaxitud de piel.
- II. Estrías cutáneas.

6. Deformidad rápidamente progresiva^{1,3,11,14}.

7. Progresión de curva en paciente esqueléticamente maduro^{1,3,11,14}.

TRATAMIENTO - OBJETIVOS GENERALES

El tratamiento de las EIA de bajo grado, es fundamentalmente médico, y buscan evitar la necesidad de una corrección quirúrgica. Los conceptos fundamentales del tratamiento conservador pueden dividirse en morfológicos y funcionales, siendo los primeros relacionados a autopercepción y estética, y los segundos a la prevención de discapacidad y dolor²⁵.

Los objetivos básicos del tratamiento conservador, según las recomendaciones del Consenso de SOSORT/SRS 2016²⁵, son los siguientes:

1. Detener la progresión de la curva en la pubertad (o incluso disminuirla).
2. Prevenir o tratar la disfunción respiratoria.
3. Prevenir o tratar cuadros dolorosos espinales.
4. Mejorar aspectos estéticos mediante la corrección postural.

1. Detener la progresión de la curva

Un reciente estudio multicéntrico prospectivo ECCA²⁶, demostró la utilidad del uso de corsé por al menos 13 horas diarias (lográndose el mayor efecto con más 18 horas diarias), en evitar la progresión de la curva a rangos quirúrgicos (definidos como curvas mayores de 50º) comparado con observación. Si bien en la mayoría de los pacientes no existió regresión, existe evidencia moderada de un estudio ECCA²⁷ y una revisión sistemática²⁸, de mejoría de la curva tras la realización de un protocolo de ejercicios específicos de escoliosis (PEEE) y corsé.

Al analizar los tipos de corsé, la literatura parece avalar la utilidad los diseños asimétricos sobre los simétricos²⁹, lo cual

parece razonable, dadas la característica asimetría de la enfermedad deformante.

Respecto a los diferentes modelos, los estudios son de bajo nivel de evidencia y heterogéneos, no permitiendo la recomendación de algún modelo específico en el tratamiento^{25,29}. Sin embargo, estudios recientes utilizando diseños impresos en 3D y asistidos por computador/manufactura (CAD/CAM por sus siglas en inglés), parecieran mejorar la efectividad^{29,30-32}, principalmente por su mejor tolerancia y adherencia al tratamiento al ser más ligeros, cómodos y de diseños más atractivos para los adolescentes.

2. Prevenir o tratar la disfunción respiratoria

Dependiendo de la localización y grado de deformidad, la curva puede afectar la función respiratoria, especialmente a nivel de torácico²⁵. Si bien se considera que curvas extremadamente severas (mayores a 100°), predisponen a los pacientes a complicaciones cardiopulmonares³, estudios observacionales han mostrado una disminución en la capacidad funcional de los pacientes portadores de EIA no tratada⁵. Por otro lado, estudios más recientes han confirmado leves, pero presentes, restricciones funcionales y pulmonares, en pacientes portadores de EIA leves y moderadas^{6,7}.

3. Prevenir o tratar cuadros vertebrales dolorosos

Como ya se mencionó previamente. Estudios observacionales han mostrado una incidencia de dolor vertebral crónico en pacientes portadores de EIA, a largo plazo⁵, llegando a estimarse en 3 veces mayor posibilidad de dolor crónico²⁵. De manera similar, se ha reportado hasta un 30% de episodios de dolor agudo durante el primer año de seguimiento, en este grupo de pacientes¹⁰. Con el conocimiento actual sobre balance sagital y parámetros espino-pélvicos, se ha mejorado la comprensión del efecto de la deformidad sobre el balance espinal, sin embargo, la etiología del dolor crónico pareciera ser multifactorial²⁵.

4. Mejorar aspectos estéticos mediante la corrección postural

La calidad de vida es significativamente afectada por la auto-percepción cosmética y apariencia. Para un adecuado seguimiento de resultados, se recomienda la utilización de métodos subjetivos (encuestas y cuestionarios), así como métodos objetivos (registro fotográfico)²⁰.

TRATAMIENTO—MEDIDAS ESPECÍFICAS/NIVEL DE EVIDENCIA

a) Corsé

Evidencia: Alta (1B) para detener progresión de la curva

Indicaciones:

- Pacientes con curvas entre 20° y 35° en etapa de crecimiento (Risser 0 a 3), las cuales son progresivas o presentan factores de riesgo de progresión.
- No se recomienda su uso en pacientes con curvas menores a 20°.

Uso diario:

- Al menos 18 horas diarias. Efecto “dosis dependiente”. (Evidencia Moderada 2B).
- Es posible ajustar las horas de uso o “dosis” de acuerdo a la severidad de la curva, edad y objetivos.

Tipo de diseño recomendado: Asimétrico.

Modelo:

- No existe evidencia para recomendar un tipo específico.
- Pareciera existir una tendencia a mejorar corrección y adherencia con corsé tipo CAD/CAM.

Duración: Hasta completar madurez esquelética.

c) Actividades deportivas

Evidencia: Baja (3), NO se recomienda prescribir actividades específicas como tratamiento.

Recomendaciones:

- Mantener las actividades deportivas generales, incluidas las escolares, durante el manejo conservador de la EIA.
- Mantener actividades deportivas incluso durante el uso de corsé.

CONCLUSIÓN

La EIA es una frecuente patología de curso benigno. Su manejo es eminentemente médico y tiene como pilar fundamental detener la progresión de la curva, para minimizar el riesgo de morbilidad futura y mermar las consecuencias estéticas asociadas a esta población particular. En la guía de decisiones terapéuticas es importante conocer la historia natural, factores de riesgo de progresión y banderas rojas, para definir el manejo médico oportuno, intentar evitar/postponer la intervención quirúrgica y lograr las metas de tratamiento integrales.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés con el artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. "Tratamiento Quirúrgico De Escoliosis En Personas Menores De 25 Años." *Orientación En Salud. Superintendencia De Salud, Gobierno De Chile.*, www.supersalud.gob.cl/difusion/665/w3-article-584.html
2. Negrini S, Hresko TM, O'Brien JP, Price N; SOSORT Boards; SRS Non-Operative Committee. Recommendations for research studies on treatment of idiopathic scoliosis: Consensus 2014 between SOSORT and SRS non-operative management committee. *Scoliosis*. 2015 Mar 7;10:8. doi: 10.1186/s13013-014-0025-4.
3. Agabegi SS, Kazemi N, Sturm PF, Mehlman CT. Natural History of Adolescent Idiopathic Scoliosis in Skeletally Mature Patients: A Critical Review. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015 Dec;23(12):714-23. doi: 10.5435/JAOS-D-14-00037.
4. PONSETI IV, FRIEDMAN B. Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1950 Apr;32A(2):381-95.
5. Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *JAMA*. 2003 Feb 5;289(5):559-67. doi: 10.1001/jama.289.5.559.
6. Durmala J, Tomalak W, Kotwicki T. Function of the respiratory system in patients with idiopathic scoliosis: reasons for impairment and methods of evaluation. *Stud Health Technol Inform*. 2008;135:237-45.
7. AbdelaalAAM, Abd El Kafy EMAES, Elayat MSEM, Sabbahi M, Badghish MSS. Changes in pulmonary function and functional capacity in adolescents with mild idiopathic scoliosis: observational cohort study. *J Int Med Res*. 2018 Jan;46(1):381-391. doi: 10.1177/0300060517715375.
8. Silva FE, Lenke LG. Adolescent idiopathic scoliosis. In: Errico TJ, Lonner BS, Moulton AW, eds. *Surgical management of spinal deformities*. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier, 2009; 97-118.
9. Noshchenko A, Hoffecker L, Lindley EM, Burger EL, Cain CM, Patel W, Bradford AP. Predictors of spine deformity progression in adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review with meta-analysis. *World J Orthop*. 2015 Aug 18;6(7):537-58. doi: 10.5312/wjo.v6.i7.537.
10. Van Goethem J, Van Campenhout A. Scoliosis. In: van Goethem J, van den Hauwe L, Parizel PM, eds. *Spinal imaging: diagnostic imaging of the spine and spinal cord*. Heidelberg, Germany: Springer, 2007;95-108.
11. Reamy BV, Slakey JB. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *Am Fam Physician*. 2001 Jul 1;64(1):111-6.
12. Horne JP, Flannery R, Usman S. Adolescent idiopathic scoliosis: diagnosis and management. *Am Fam Physician*. 2014 Feb 1;89(3):193-8.
13. Bunnell WP. Selective screening for scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(434):40-45.
14. Kim H, Kim HS, Moon ES, Yoon CS, Chung TS, Song HT, Suh JS, Lee YH, Kim S. Scoliosis imaging: what radiologists should know. *Radiographics*. 2010 Nov;30(7):1823-42. doi: 10.1148/rg.307105061. Erratum in: *Radiographics*. 2015 Jul-Aug;35(4):1316.
15. Davids JR, Chamberlin E, Blackhurst DW. Indications for magnetic resonance imaging in presumed adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Oct;86(10):2187-95. doi: 10.2106/00004623-200410000-00009.
16. Dias M, Partington M; SECTION ON NEUROLOGIC SURGERY. Congenital Brain and Spinal Cord Malformations and Their Associated Cutaneous Markers. *Pediatrics*. 2015 Oct;136(4):e1105-19. doi: 10.1542/peds.2015-2854.
17. Sewell MJ, Chiu YE, Drolet BA. Neural tube dysraphism: review of cutaneous markers and imaging. *Pediatr Dermatol*. 2015 Mar-Apr;32(2):161-70. doi: 10.1111/pde.12485.
18. Sung HJ, Lee HS. Dorsal midline cutaneous stigmata associated with occult spinal dysraphism in pediatric patients. *Korean J Pediatr*. 2019 Jan;62(2):68-74. doi: 10.3345/kjp.2018.06744.
19. Ben-Sira L, Ponger P, Constantini S. Evaluation of Dorsal Midline Discolorations with Physical Examination and Ultrasound. *J Pediatr*. 2017 Nov;190:246-250. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.07.023.
20. Aby J, Kim JL. A Cross-Sectional Assessment of Cutaneous Lumbosacral and Coccygeal Physical Examination Findings in a Healthy Newborn Population. *Glob Pediatr Health*. 2018 Feb 8;5:2333794X18756133. doi: 10.1177/2333794X18756133.
21. Ferner RE, Huson SM, Thomas N, Moss C, Willshaw H, Evans DG, Upadhyaya M, Towers R, Gleeson M, Steiger C, Kirby A. Guidelines for the diagnosis and management of individuals with neurofibromatosis 1. *J Med Genet*. 2007 Feb;44(2):81-8. doi: 10.1136/jmg.2006.045906.
22. Malfait F, Francomano C, Byers P, Belmont J, Berglund B, Black J, et al. The 2017 international classification of the Ehlers-Danlos syndromes. *Am J Med Genet C Semin Med Genet*. 2017 Mar;175(1):8-26. doi: 10.1002/ajmg.c.31552.
23. Castori M. Ehlers-danlossyndrome, hypermobility type: an underdiagnosed hereditary connective tissue disorder with mucocutaneous, articular, and systemic manifestations. *ISRN Dermatol*. 2012;2012:751768. doi: 10.5402/2012/751768.
24. Loeys BL, Dietz HC, Braverman AC, Callewaert BL, De Backer J, Devereux RB, et al. The revised Ghent nosology for the Marfan syndrome. *J Med Genet*. 2010 Jul;47(7):476-85. doi: 10.1136/jmg.2009.072785.
25. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czuprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, Diers H, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T, Lebel A, Marti C, Maruyama T, O'Brien J, Price N, Parent E, Rigo M, Romano M, Stikeleather L, Wynne J, Zaina F. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord*. 2018 Jan 10;13:3. doi: 10.1186/s13013-017-0145-8.
26. Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med*. 2013 Oct 17;369(16):1512-21. doi: 10.1056/NEJMoa1307337.
27. Monticone M, Ambrosini E, Cazzaniga D, Rocca B, Ferrante S. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial. *Eur Spine J*. 2014 Jun;23(6):1204-14. doi: 10.1007/s00586-014-3241-y.
28. Anwer S, Alghadir A, Abu Shaphe M, Anwar D. Effects of Exercise on Spinal Deformities and Quality of Life in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Biomed Res Int*. 2015;2015:123848. doi: 10.1155/2015/123848.
29. Sy N, Borysov M, Moramarco M, Nan XF, Weiss HR. Bracing Scoliosis - State of the Art (Mini-Review). *Curr Pediatr Rev*. 2016;12(1):36-42.
30. SanKar WN, Albrektson J, Lerman L, Tolo VT, Skaggs DL. Scoliosis in-brace curve correction and patient preference of CAD/CAM versus plaster molded TLSOs. *J Child Orthop*. 2007 Dec;16(6):345-9. doi: 10.1007/s11832-007-0066-9.
31. Cobetto N, Aubin CE, Parent S, Barchi S, Turgeon I, Labelle H. 3D correction of AIS in braces designed using CAD/CAM and FEM: a randomized controlled trial. *Scoliosis Spinal Disord*. 2017 Jul 23;12:24. doi: 10.1186/s13013-017-0128-9.
32. Cobetto N, Aubin CE, Parent S, Clin J, Barchi S, Turgeon I, et al. Effectiveness of braces designed using computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) and finite element simulation compared to CAD/CAM only for the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a prospective randomized controlled trial. *Eur Spine J*. 2016 Oct;25(10):3056-3064. doi: 10.1007/s00586-016-4434-3.