



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.rmcl.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

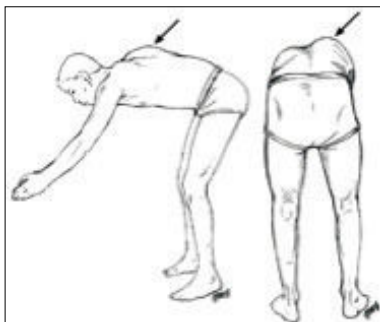
Una vez alcanzada la madurez esquelética, es aceptado que curvas menores de 30° se mantendrán estacionarias y no progresarán; curvas entre 30° a 50° tendrán una progresión de 0,4° a 0,5° por año, en general llegando a un total de 10° a 15° de progresión durante la vida adulta¹² y curvas mayores de 50°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

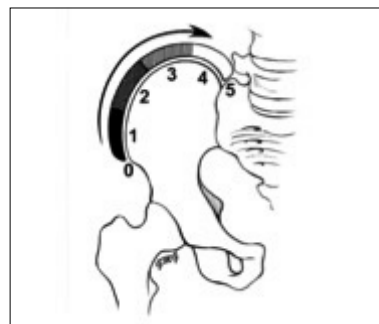
Como parte de la valoración de madurez esquelética, se recomienda la utilización de la escala de Risser (Figura 3) y la presencia del cartílago tri-radiado^{1,14}.

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-uni6n.

3. Estado neurol6gico:

La presencia de elementos de anormalidad al examen neurol6gico¹.

- 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 disfunci6n de tronco o trastorno de apnea/hipopnea obstructiva del sue1o.

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

5. Signos cut1neos:

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

Riesgo bajo:

- I. Hoyuelos sacro-coc1geos t1picos o inocentes: Corresponden a trayectos fibrocut1neos ciegos que no deben superar los 5mm de di1metro y estar localizados caudal a pliegue intergluteo. Su asociaci6n con disrafia oculta (DO) es muy bajo (menor a 0,5%). Se encuentran en el 4% de la poblaci6n general y no ameritan mayor estudio al ser aislados.
- II. Asimetría de pliegue glúteo o duplicaci6n de lnea interglutea

Riesgo mediano:

- I. Decoloraci6n vascular o nevus: A mayor tama1o, mayor asociaci6n.

Riesgo alto:

- I. Hoyuelos sacros at1picos: Su asociaci6n a DO, se estima en un 2.5%. Mientras m1s cef1lica su localizaci6n, mayor asociaci6n. Se consideran at1picos todos aquellos que no cumplen la descripci6n "t1pica" o la presencia de m1ltiples hoyuelos.
 - II. Aplasia cutis o cicatrices congénitas.
 - III. Tracto sinus dermal: Tracto epitelializado, habitualmente paramediano, que puede conectar con saco dural, m1dula espinal y/o aracnoides. Riesgo de infecci6n y fístula Lquido Céfalo Raquídeo (LCR) espont1nea.
 - IV. Masas fibro-adiposas medianas o paramedianas: Manifestaci6n de lipoma.
 - V. Hipertriosis, particularmente "cola de fauno" por su asociaci6n de cord6n medular dividido.
- Facomatosis:

Neurofibromatosis: De acuerdo a los criterios diagn6sticos²¹, las manifestaciones cut1neas cl1sicas son:

- I. Al menos 6 manchas caf1 con leche, de 5 mm en ni1os y 15 mm en adultos.
- II. Pecas axilares o inguinales.

- III. Dos o m1s neuro fibromas cut1neos o un neuro fibroma plexiforme.
- Colagenopatías:

Síndrome Ehlers-Danlos^{22,23}.

- I. Hiperlaxitud de piel.
- II. Cicatrices atr6ficas y deprimidas, de aspecto papir1ceo y/o hemosid1rica.
- III. Presencia de estrías inexplicables, no asociadas a cambios de peso.
- IV. Pseudotumor moluscoide del tal6n
- V. Equimosis m1ltiples con dep6sitos de hemosiderina.

Síndrome de Marfan²⁴ en presencia de criterios diagn6sticos.

- I. Hiperlaxitud de piel.
- II. Estrías cut1neas.

6. Deformidad r1pidamente progresiva^{1,3,11,14}.

7. Progresi6n de curva en paciente esquel1ticamente maduro^{1,3,11,14}.

TRATAMIENTO - OBJETIVOS GENERALES

El tratamiento de las EIA de bajo grado, es fundamentalmente m1dico, y buscan evitar la necesidad de una correcci6n quir1rgica. Los conceptos fundamentales del tratamiento conservador pueden dividirse en morfol6gicos y funcionales, siendo los primeros relacionados a autopercepci6n y est1tica, y los segundos a la prevenci6n de discapacidad y dolor²⁵.

Los objetivos b1sicos del tratamiento conservador, seg1n las recomendaciones del Consenso de SOSORT/SRS 2016²⁵, son los siguientes:

1. Detener la progresi6n de la curva en la pubertad (o incluso disminuirla).
2. Prevenir o tratar la disfunci6n respiratoria.
3. Prevenir o tratar cuadros dolorosos espinales.
4. Mejorar aspectos est1ticos mediante la correcci6n postural.

1. Detener la progresi6n de la curva

Un reciente estudio multic1trico prospectivo ECCA²⁶, demostr6 la utilidad del uso de cors1 por al menos 13 horas diarias (logr1ndose el mayor efecto con m1s 18 horas diarias), en evitar la progresi6n de la curva a rangos quir1rgicos (definidos como curvas mayores de 50°) comparado con observaci6n. Si bien en la mayoría de los pacientes no existi6 regresi6n, existe evidencia moderada de un estudio ECCA²⁷ y una revisi6n sistem1tica²⁸, de mejoría de la curva tras la realizaci6n de un protocolo de ejercicios específcos de escoliosis (PEEE) y cors1.

Al analizar los tipos de cors1, la literatura parece avalar la utilidad los dise1os asim1tricos sobre los sim1tricos²⁹, 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. San'kar 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.