

DOKAZI O UPORABI ORTOZ PRI MLADOSTNIKI Z IDIOPATSKO SKOLIOZO EVIDENCE IN FAVOUR OF BRACING IN YOUNG PEOPLE WITH IDIOPATHIC SCOLIOSIS

Anja Udovčič Pertot, dr. med., Josip Horvat, dipl. inž. ort. in prot., Nada Naglič, dipl. fiziot.
Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Izvleček

Konservativna obravnava skolioz zajema različne pristope, ki so odvisni od posamezne klinične situacije. Zajema opazovanje, specifično fizioterapevtsko obravnavo in zdravljenje s spinalno korekcijsko ortozo. V zadnjih letih v literaturi najdemo vedno več dokazov, da je uporaba spinalnih ortoz učinkovita, vendar so ti dokazi zelo nizke kakovosti. Cochranov pregled literature zaključuje, da uporaba spinalnih ortoz lahko prepreči napredovanje krivine hrbtenice.

Ključne besede:

idiopatska skolioza; konservativna obravnava; spinalna ortoz

Abstract

Conservative treatment of idiopathic scoliosis consists of different approaches that depend on the specific clinical situation. Clinical approaches are observation, physiotherapeutic scoliosis-specific exercises and bracing. In the recent years there is growing evidence in favour of bracing, but that evidence is of very low quality. The Cochrane review concluded that bracing prevents spinal curve progression.

Key words:

idiopathic scoliosis; conservative treatment; spinal brace

UVOD

Skolioza je splošni izraz, ki združuje skupino heterogenih stanj, ki povzročajo spremembe v obliki in položaju hrbtenice, prsne ga koša in trupa (1). Izvora idiopatske skolioze ne poznamo, najverjetneje pa je posledica več različnih vzrokov (2). Etiopatogenetsko je deformacija hrbtenice, ki nastane pri idiopatski skoliozi, znak sindroma z večfaktorsko etiologijo (3). Združenje za raziskave na področju skolioz (The Scoliosis Research Society, SRS) je mnenja, da diagnozo skolioze lahko postavimo, ko je velikost kota krivine, izmerjenega po Cobbovi metodi, večja od 10° in so prisotni znaki aksialne rotacije vretenc (4). V splošni populaciji je prevalenca skolioze 2-3 % (4). Približno 10 % diagnosticiranih skolioz bo potrebovalo specifično konservativno obravnavo in približno 0,1 - 0,3 % kirurško terapijo (1). Idiopatska skolioza se lahko razvije kadarkoli v poteku otroštva ali najstništva, vendar najpogosteje v obdobjih največje rasti hrbtenice, to je med šestim in štiriindvajsetim mesecem, petim in

osmim letom ter enajstim in štirinajstim letom starosti (5). V desetletjih so se razvile različne klasifikacije idiopatske skolioze, ki jo delijo glede na čas nastanka (6), velikost krivine (7) ali anatomsko mesto krivine v frontalni ravnini (8).

Cilji konservativne obravnave idiopatskih skolioz

Cilje konservativne obravnave idiopatskih skolioz lahko razdelimo na morfološke in funkcionalne (1). Prvi vidik je povezan predvsem z estetiko, ki je po mnenju strokovnjakov Združenja za ortopedsko in konservativno zdravljenje skolioz (Society on Scoliosis Orthopedic and Rehabilitation Treatment, SOSORT) prvi cilj zdravljenja (1). Oba vidika pa sta povezana s kakovostjo življenja, dobrim počutjem in pacientovimi zmožnostmi (7). Osnovni cilji vsake obravnave so preprečitev napredovanja krivine, preprečitev ali zdravljenje dihalnih motenj in bolečinskih sindromov ter izboljšanje estetike (1). Pred nekaj leti je rando-

mizirana kontrolirana študija pokazala (9), da je zdravljenje z ortozo učinkovito pri preprečevanju napredovanja krivin do velikosti, ki potrebujejo kirurško zdravljenje, čeprav na splošno ne zmanjša velikosti krivine. Dolgoročna randomizirana kontrolirana študija (10) pa je pokazala, da specifične fizioterapevtske vaje zmanjšajo velikost krivine po doseženi kostni zrelosti pri osebah z adolescentno idiopatsko skoliozo. Nekatere raziskave, izvedene po merilih Združenja za raziskave skolioz (SRS, Scoliosis Research Society) pa so pokazale, da je možno doseči tudi določeno stopnjo poprave velikosti krivine (11-14).

Morfološki vidik deformacije hrbtenice je v tesni povezavi s telesnimi funkcijami. Krivina lahko, odvisno od velikosti in lokacije, vpliva na dihalno funkcijo. Največji vpliv na dihalni sistem imajo krivine v prsnem predelu hrbtenice (15).

Že med dvajsetim in tridesetim letom starosti se pojavi statistično pomembna razlika v prevalenci bolečine v hrbtenici pri osebah s skoliozo (1). Študija (16), ki je več kot 40 let sledila osebe s skoliozo, je pokazala trikrat višjo incidenco kronične bolečine in več kot 20-krat višjo incidenco hude in zbadajoče bolečine pri osebah z nezdravljeno idiopatsko skoliozo v primerjavi s kontrolno skupino. Pri odraslem z deformacijo hrbtenice na pojav bolečine bolj vplivajo spremembe sagitalnega profila kot velikost kota krivine (17). SRS-Schwabova klasifikacija (18), ki temelji na velikosti in tipu krivine ter upošteva sagitalne medenične in hrbtenične parametre, se je izkazala za zanesljivo in neodvisno s kakovostjo življenja pri odraslih z deformacijo hrbtenice. Ta klasifikacija predvideva, da obstajajo specifični kazalniki, ki lahko predvidijo tveganje za razvoj bolečine in zmanjšane zmoglosti pri odraslih s skoliozo. Zaenkrat še nobena študija ni pokazala, ali lahko zdravimo spremembe sagitalnega profila v času rasti in ali lahko konservativna obravnava povzroči nastanek neuravnotežene hrbtenice pri odraslem, ki je bil v otroštvu zdravljen s spinalno ortozo. Splošni dogovor med strokovnjaki je, da najboljše zdravljenje skolioze vključuje popravo krivin tako v frontalni kot tudi sagitalni ravnini (1).

Kakovost življenja je pomembno povezana z estetsko samozavestjo in videzom, zato je poprava deformacije trupa eden najpomembnejših ciljev konservativne obravnave. Učinke terapije lahko ocenjujemo subjektivno s pomočjo specifično zasnovanih vprašalnikov/lestvic (19) ali objektivno s površinsko topografijo ali fotografijo (20).

Specifične cilje konservativne obravnave postavimo takoj po prvem radiološkem slikanju pred pričetkom terapij. Cilje ves čas prilagajamo glede na okoliščine (sprememba deformacije, slabo sodelovanje pri zdravljenju in podobno). Absolutni cilj je minimum, ki ga lahko pričakujemo od konservativne obravnave. Najpomembnejši absolutni cilj je preprečitev kirurške terapije. Primarni cilji so tisti, ki jih lahko pričakujemo ob najboljšem možnem izidu v specifični klinični situaciji. Sekundarne cilje pa postavimo, ko ugotovimo, da primarni cilji niso dosegljivi (21).

Z dokazi podprt klinični pristop pri konservativni obravnavi skolioz

SOSORT je izdelal shemo praktičnega pristopa (Practical Approach Scheme – PAS) (1), na podlagi katerega bi dosegli enotnost kliničnega pristopa in s tem preprečili napačne klinične odločitve, ki lahko pomenijo preveč ali premalo zdravljenja (overtreatment ali undertreatment). Shema temelji na pristopu »Korak za korakom« Paola Sibille (22), ki navaja, da je potrebno za vsakega pacienta izbrati pravi korak zdravljenja, ki je v danem trenutku najbolj učinkovit.

Prvi korak pri aktivni obravnavi idiopatskih skolioz je opazovanje, ki temelji na rednih kliničnih pregledih ob določenih časovnih razmikih, ki variirajo od 3 do 36 mesecev glede na specifično klinično situacijo. Ob vsaki klinični oceni ni potrebno opraviti radiološke diagnostike. Specifična fizioterapevtska obravnava (SFO) zajema vse oblike ambulantne fizioterapije, ki imajo dokazano učinek na izid skolioze (23). Glavni cilj SFO je prekiniti začarani krog, kjer preprečimo delovanje deformirajočih sil in jih preobrnemo tako med izvajanjem posameznih vaj kot tudi med izvajanjem vsakodnevnih aktivnosti (23). Specifična bolnišnična rehabilitacija poteka na bolnišničnih oddelkih ali specializiranih zdravstvenih ustanovah, kjer pacienti preživijo daljše obdobje (3-6 tednov) in več ur dnevno izvajajo intenzivne specifične fizioterapevtske vaje. Naslednji korak pri obravnavi skolioz predstavlja uporaba korektivnih ortoz, ki jih otroci nosijo do kostne zrelosti vnaprej določeno število ur dnevno. Glavni cilj uporabe ortoz je preprečitev napredovanja velikosti krivine. Glede na smernice SOSORTa (1) je uporabi korektivne ortoze vedno pridružena tudi SFO. Korektivne ortoze so lahko elastične ali rigidne, čas nošenja pa lahko razdelimo v nočni (8-12 ur), delni (12-20 ur) ali polni (20-24 ur).

Skupna značilnost vseh oblik konservativne obravnave je potreba po aktivnem sodelovanju otroka in njegovih staršev/skrbnikov, zato so edukacija, psihoterapija, sistematično spremljanje izida zdravljenja in pacientovega sodelovanja ter prilagajanje pristopov kritični elementi konservativne obravnave, ki zahtevajo izkušene in popoln tim, ki ga tvorijo zdravnik, fizioterapevt, inženir ortotike in protetike ter po možnosti tudi psiholog (24).

Skupaj s shemo praktičnega pristopa pa je potrebno upoštevati tudi prognozične dejavnike. Dejavniki, ki napovedujejo višje tveganje za napredovanje krivine, so: pozitivna družinska anamneza, defekt vezivnega tkiva (ohlapanost kože in sklepov), zmanjšanje fiziološke prsne kifoze, asimetrija trupa, merjena s skoliometrom več kot 10° in zagon rasti (25). Tveganje za napredovanje krivine je največje na začetku pubertete in večje pri dekletih (26).

Dokazi za uporabo spinalnih korekcijskih ortoz pri idiopatski skoliozi

Cochranov pregled literature in njegova posodobitev (27, 28) sta pokazala zelo nizke dokaze za uporabo ortoz. Ocena je temeljila na petih randomiziranih kontroliranih študijah (RCT) in dveh

kontroliranih randomiziranih raziskavah. Dve RCT sta propadli zaradi premajhnega števila sodelujočih. Nachemsonova multicentrična prospektivna mednarodna observacijska študija (29) je prav tako ponudila zelo nizko kakovostne dokaze za učinkovitost uporabe ortoz. Avtor je sledil 240 pacientom, starih od 10 do 15 let, s prsno ali prsnoledveno krivino, veliko od 25°-35°, od katerih jih je bilo 129 samo opazovanih, 111 pa jih je bilo zdravljenih s spinalno ortozo. Vsako napredovanje krivine za več kot 6° na rentgenogramu je bilo ocenjeno kot neuspeh izbranega zdravljenja. Po štirih letih spremljanja je bila uspešnost zdravljenja z ortozo 74-odstotna, opazovanja pa 34-odstotna. Randomizirana kontrolirana študija (30) je pokazala zelo nizko kakovostne dokaze, da je uporaba plastičnih ortoz učinkovitejša od uporabe elastičnih ortoz. Wong je naključno razdelil 43 pacientov v dve skupini, ki sta bili opremljeni z rigidno ali elastično ortozo. Pri 68 % pacientov, ki so nosili elastično ortozo, in pri 95 %, ki so nosili rigidno ortozo, ni prišlo do napredovanja krivine. Weinstein (9) je v RCT dve leti spremljal 116 pacientov v dveh skupinah (opazovanje/ortozo) in ugotovil, da je bila v skupini z ortozo uspešnost zdravljenja 72-odstotna in v opazovani skupini 48-odstotna. Zaključek Cochranovega pregleda literature je bil, da ortoze preprečijo napredovanje krivine. Neuspeh dveh RCT zaradi nestrinjanja staršev z randomizacijo kaže na to, da je na področju konservativne obravnave skolioz zelo težko izvajati RCT. Nadaljnje raziskave se morajo usmeriti predvsem v ugotavljanje izida zdravljenja, stranskih učinkov, metod za povečanje compliance in uporabnost SFO kot dodatek zdravljenju z ortozo.

V zadnjih letih je bilo objavljenih še več študij, ki v svoji zasnovi sledijo merilom SRS in SOSORT-a. Janicki (31) je retrospektivno primerjal učinkovitost zdravljenja z rigidno torakolumbosakralno (TLS) ortozo, ki so jo pacienti nosili 22 ur in nočno TLS ortozo (Providence), ki so jo nosili 8-10 ur. V skupini 48 pacientov, zdravljenih z rigidno TLSO 22 ur/dan, je kar 41 krivin napredovalo za več kot 6°, pri 30 pacientih je krivina napredovala preko 45° in kar 79 % pacientov je bilo zdravljenih kirurško. V skupini 35 pacientov, zdravljenih z nočno ortozo, je 24 krivin napredovalo za več kot 6°, pri 15 je bila krivina večja od 45°. 60 % pacientov v tej skupini je potrebovalo kirurško zdravljenje. Potrebno pa je omeniti, da skupini že v osnovi nista bili povsem primerljivi.

Coillard s sodelavci (32) je opravil prospektivno študijo kohorte 254 pacientov, zdravljenih s elastično TLS ortozo (SpineCor), in ugotovil uspešno zdravljenje (zmanjšanje krivine za več kot 5° ali stabilizacijo $\pm 5^\circ$) pri 165 (64,9 %) pacientih, 46 (18,1 %) jih je potrebovalo kirurško zdravljenje, pri 2 pacientih je krivina napredovala preko 45° v odrasli dobi.

Negrini s sodelavci (33) je v retrospektivni študiji 46 pacientov, zdravljenih z različnimi pristopi glede na velikost krivine, ugotovil, da se pri nobenem pacientu krivina ni poslabšala preko 45° in tako nihče ni potreboval kirurškega zdravljenja.

Zaborowska-Sapeta s sodelavci (34) je prospektivno spremljala 79 pacientov, zdravljenih s TLS ortozo (Cheneau). Eno leto po

zaključku zdravljenja je izboljšanje krivine opažala pri 25,3 %, stabilizacijo pa pri 22,8 % pacientov. Do napredovanja krivine je prišlo pri 39,2 %, preko 50° pa je napredovalo 12,7 % krivin in te so potrebovale kirurško zdravljenje.

Negrini s sodelavci (35) je v prospektivni kohortni študiji sledil 73 pacientom, zdravljenih z zelo rigidno TLS ortozo (Sforzesco), in poročal o zmanjšanju krivine pri 52,3 %, o poslabšanju krivine pa pri 9,6 %. Pri enem pacientu se je krivina povečala na več kot 45° in je zato potreboval kirurško zdravljenje.

Aulisa s sodelavci (36) je sledil kohorto 102 pacientov, zdravljenih s TLS ortozo (Lyon), in ob prospektivnem pregledu dokumentacije ugotovil, da jih je 69 že zaključilo zdravljenje, 17 jih je opustilo zdravljenje, 16 pa jih je še nadaljevalo z zdravljenjem. Zmanjšanje krivine je bilo doseženo pri 85,5 %, stabilizacija pri 13 %, poslabšanje krivine pa pri 1,5 % pacientov. Nobeden ni potreboval kirurškega zdravljenja.

Opisane študije kažejo na zelo veliko variabilnost rezultatov zdravljenja z ortozo. Weinstein je s sodelavci (9) izvajal RCT, vendar je študijo predčasno ustavil zaradi učinkovitosti zdravljenja z ortozo, ki je bilo uspešno v 72 % v primerjavi z opazovanjem, kjer je bil uspeh 48 %. Avtorji so zaključili, da zdravljenje z ortozo pomembno zmanjša napredovanje visoko tveganih krivin do praga za kirurško zdravljenje pri pacientih z adolescentno idiopatsko skoliozo.

V literaturi je zelo malo študij, ki primerjajo različne tipe ortoz med seboj. SOSORT-ovi strokovnjaki (24) zaenkrat niso dosegli soglasja, kako doseči najboljšo možno popravo krivine z ortozo. Poudarili so pomen tritočkovnega delovanja ortoze, mnenja pa so bila razdeljena glede postavitve pelote v predelu prsne konveksitete krivine (50 % jih je mnenja, da mora pelota dosežati apikalno vretence, 50 % pa jih meni, da mora biti postavljena pod apikalno vretence). Soglasje je bilo doseženo glede smeri delovanja sile (85 % zagovarja dorzo lateralno - ventro medialno smer), ne pa tudi o obliki pelote, ki bo tako smer delovanja sile zagotovila. Principi, ki dosegajo tridimenzionalno korekcijo krivine, so dosegli visoko raven soglasja (80-85 %), vendar so bile predlagane metode poprave zelo različne. Rezultat teh različnih mnenj so mnogi različni korektivni sistemi po celem svetu.

Študije, ki so preučevale vpliv količine nošenja ortoze na izid zdravljenja, so pokazale različne rezultate. Dolan s sodelavci (36) ni našel bistvenih razlik med skupinami, ki so ortozo nosile 16-18 ur (19-34 %) jih je potrebovalo kirurško zdravljenje, 18-23 ur (21-26 %) ali nočno nošenje (17-25 %). Isti avtorji so v RCT o zdravljenju z ortozo pri adolescentni idiopatski skoliozi (Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis Trial, BraIST) (9) ugotovili korelacijo med količino nošenja ortoze in učinki zdravljenja. Za merjenje časa nošenja so uporabili objektivne metode merjenja. Allington in Bowen (37) poročata, da ni razlike v izidu zdravljenja pri nošenju ortoze polni ali delni čas tako pri krivinah, manjših od 30°, kot pri krivinah med 30° in 40°. Katz s sodelavci (38) je uporabil objektivno metodo merjenja količine nošenja s toplotnim senzorjem in ugotovil povežavo

med večjo količino nošenja ortoze in odsotnostjo napredovanja krivine. Krivine pacientov, ki so ortožo nosili več kot 12 ur dnevno, so ostale stabilne v 82 %, pri tistih, ki so ortožo nosili manj kot 7 ur dnevno, pa le v 31 %. Kot rezultat lahko sklepamo, da je količina nošenja ortoze pomemben dejavnik pri razlagi učinka zdravljenja z ortožo. Aulisa s sodelavci (38) je prospektivno ocenil povezavo med kompliance in napredovanjem krivine pri 522 pacientih z adolescentno ali juvenilno idiopatsko skoliozo. Ugotovil je, da nošenje ortoze od 18-22 ur dnevno lahko spremeni naravni potek skolioze in zmanjša potrebo po kirurškem zdravljenju. Nošenje ortoze samo ponoči ali prenehanje nošenja za več kot dva meseca na leto sta povezana z večjim tveganjem za napredovanje krivine.

Zelo pomemben dejavnik pa je tudi kakovost ortoze, ki mora doseči dobro korekcijo krivine med nošenjem. Glede na trenutno dostopno literaturo so dosežni odstotki poprave krivine v ortozi zelo različni in dosežajo od 20-25 % do 40-50 %. Poprava krivine v ortozi je tudi napovedni dejavnik za končni izid zdravljenja (39), ki ga ocenjujemo minimalno eno do dve leti po zaključku zdravljenja.

Konservativno zdravljenje skolioze zahteva timsko delo. Zdravnik, ki se ukvarja s konservativno obravnavo skolioz, mora glede na priporočila (24) pred pričetkom samostojnega dela vsaj dve leti delati pod mentorstvom predhodnega strokovnjaka, zadnji dve leti mora predpisati vsaj 45 ortoz letno in pregledati vsaj 150 pacientov letno. Inženir ortotike in protetike mora vsaj dve leti sodelovati z zdravnikom, ki je strokovnjak na področju konservativne obravnave skolioz, in izdelati vsaj 100 ortoz na leto. Za zagotovitev najboljših rezultatov zdravljenja morajo zdravnik, inženir ortotike in protetike ter fizioterapevt delati v interdisciplinarnem timu, ki si mora stalno izmenjevati informacije. Navodila, ki jih pacient in družina dobijo s strani posameznega strokovnjaka, morajo biti enaka in vnaprej dogovorjena. Celoten tim mora posvetiti svoj čas, predanost in znanje za doseg najboljših možnih compliance. Zdravljenje z ortožo se priporoča pri krivinah, večjih od 25°, saj takrat samo SFO ne more zadržati napredovanja krivine. Ob vsakem kontrolnem pregledu (na 3-6 mesecev) je potrebno preveriti delovanje ortoze v vseh treh ravninah, klinični estetski učinek in zagotoviti kar največjo nosljivost ortoze (čim manj vidna, omogoča prosto gibanje in izvajanje dnevnih aktivnosti). Ortožo je potrebno redno prilagajati ali po potrebi zamenjati, če pacient zraste ali ortoza ni več učinkovita. Ob vsakem pregledu je potrebno preveriti čas nošenja ortoze in krepiti zaupanje v tak način zdravljenja pri pacientu in njegovi družini.

ZAKLJUČEK

Na izid konservativnega zdravljenja idiopatskih skolioz ne vpliva samo spinalna ortoza, ampak tudi drugi dejavniki, kot so količina nošenja, compliance, družinska anamneza, tip skolioze in timski pristop. Dokazi za uporabo ortoz so zelo nizke kakovosti, tako da posplošitev zaenkrat ni mogoča. Cochranov pregled literature kaže, da uporaba ortoz lahko prepreči napredovanje krivine.

Viri:

1. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders*. 2018; 13: 3.
2. Kleinberg S. The operative treatment of scoliosis. *Arch Surg*. 1922; 5(3): 631-45.
3. Brooks HL, Azen SP, Gerberg E, Brooks R, Chan L. Scoliosis: a prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Am*. 1975; 57(7): 968-72.
4. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis: incidence and natural history: a prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Am*. 1978; 60(2): 173-6.
5. Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, Circo AB, de Mauroy JC, Durmala J, et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis*. 2012; 7(1): 3.
6. James JJ. The management of infants with scoliosis. *J Bone Joint Surg Br*. 1975; 57(4): 422-9.
7. Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR. Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. *SOSORT 2005 consensus paper. Scoliosis*. 2006; 1: 4.
8. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine* 2003; 28(20): S 199-207.
9. Dolan LA, Wright JG, Weinstein SL. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med*. 2014; 370(7): 681.
10. 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 randomised controlled trial. *Eur Spine J*. 2014; 23(6): 1204-14.
11. Aulisa AG, Guzzanti V, Galli M, Perisano C, Falciglia F, Aulisa L. Treatment of thoraco-lumbar curves in adolescent females affected by idiopathic scoliosis with progressive action short brace (PASB): assesment of results according to the SRS committee on bracing and nonoperative management standardization criteria. *Scoliosis*. 2009; 4: 21.
12. Lusini M, Donzelli S, Minnella S, Zaina F, Negrini S. Brace treatment is effective in idiopathic scoliosis over 45°: an observational prospective cohort controlled study. *Spine J*. 2014; 14(9): 1951-6.
13. Negrini S, Negrini F, Fusco C, Zaina F. Idiopathic scoliosis patients with curves more than 45 Cobb degrees refusing surgery can be effectively treated through bracing with curve improvements. *Spine J*. 2011; 11(5): 369-80.
14. Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Design of the Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis Trial (BrAIST). *Spine*. 2013; 38(21): 1832-41.

15. Kearon C, Viviani GR, Kirkley A, Killian KJ. Factors determining pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Am Rev Respir Dis.* 1993; 148(2): 288-94.
16. 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; 289(5): 559-67.
17. Schwab FJ, Smith VA, Biseri M, Gamez L, Farcy J-PC, Pagala M. Adult scoliosis: a quantitative radiographic and clinical analysis. *Spine.* 2002; 27(4): 387-92.
18. Terran J, Schwab F, Shaffrey CI, Smith JS, Devos P, Ames CP, et al. The SRS-Schwab adult spinal deformity classification: assessment and clinical correlations based on prospective operative and nonoperative cohort. *Neurosurgery.* 2013; 73(4): 559-68.
19. Zaina F, Negrini S, Atanasio S. TRACE (Trunk Aesthetic Clinical Evaluation), a routine clinical tool to evaluate aesthetics in scoliosis patients: development from the Aesthetic Index (AI) and repeatability. *Scoliosis.* 2009; 4: 3.
20. Parent EC, Damaraju S, Hill DL, Lou E, Smetaniuk D. Identifying the best surface topography parameters for detecting idiopathic scoliosis curve progression. *Stud Health Technol Inform.* 2010; 158: 78-82.
21. Negrini S, Atanasio S, Zaina F, Romano M, Parzini S, Negrini A. End-growth results of bracing and exercises for adolescent idiopathic scoliosis. Prospective worst-case analysis. *Stud Health Technol Inform.* 2008; 135: 395-408.
22. Sibilla P. Il trattamento conservativo attivo della scoliosi idiopatica in Italia. In: Negrini S, Sibilla P, eds. *Le deformità vertebrali: stato dell'arte.* Vigevano: Gruppo di Studio Scoliosi e patologie vertebrali; 2001: 20-41.
23. Rigo M, Grivas TB. »Rehabilitation Schools for scoliosis« thematic series: describing the methods and results. *Scoliosis.* 2010; 5(1): 27.
24. Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Rigo M, Zaina F. Guidelines on »Standards of management of idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research«: SOSORT consensus 2008. *Scoliosis.* 2009; 4: 2.
25. Upadhyay SS, Nelson IW, Ho EK, Hsu LC, Leong JC. New prognostic factors to predict the final outcome of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1995; 20(5): 537-45.
26. Bunnell WP. Selective screening for scoliosis. *Clin Orthop.* 2005; 434: 40-5.
27. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Grivas TB, et al. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010; 1: CD006850.
28. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Grivas TB, et al. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 6: CD006850.
29. Nachemson AL, Peterson LE. Effectiveness of treatment with brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the brace study of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77(6): 815-22.
30. Wong MS, Cheng JCY, Lam TP, Ng BKW, Sin SW, Lee-Shum SLF, et al. The effect of rigid versus flexible spinal orthosis on the clinical efficacy and acceptance of the patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2008; 33(12): 1360-5.
31. Janicki JA, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Thompson GH. A comparison of the thoracolumbosacral orthoses and providence orthosis in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: results using the new SRS inclusion and assessment criteria for bracing studies. *J Pediatr Orthop.* 2007; 27(4): 369-74.
32. Coillard C, Vachon V, Circo AB, Beauséjour M, Rivard CH. Effectiveness of the SpineCor brace based on the new standardized criteria proposed by the scoliosis research society for the adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2007; 27(4): 375-9.
33. Negrini S, Atanasio S, Fusco C, Zaina F. Effectiveness of complete conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis (bracing and exercises) based on SOSORT management criteria: results according to the SRS criteria for bracing studies – SOSORT award 2009 winner. *Scoliosis.* 2009; 4: 19.
34. Zaborowska-Sapeta K, Kowalski IM, Kotwicki T, Protasiwicz-Fałdowska H, Kiebzakw. Effectiveness of Cheneau brace treatment for idiopathic scoliosis: prospective study in 79 patients followed to skeletal maturity. *Scoliosis.* 2011; 6(1): 2.
35. Negrini S, Donzelli S, Lusini M, Minnella S, Zaina F. The effectiveness of combined bracing and exercise in adolescent idiopathic scoliosis based on SRS and SOSORT criteria: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15: 263.
36. Dolan LA, Weinstein SL. Surgical rates after observation and bracing for adolescent scoliosis: an evidence-based review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007; 32 Suppl 19: S91-100.
37. Allington NJ, Bowen JR. Adolescent idiopathic scoliosis: treatment with the Wilmington brace. A comparison of full-time and part-time use. *J Bone Joint Surg Am.* 1996; 78(7): 1056-62.
38. Aulisa AG, Giordano M, Falciglia F, Marzetti E, Poscia A, Guzzanti V. Correlation between compliance and brace treatment in juvenile and adolescent idiopathic scoliosis: SOSORT 2014 award winner. *Scoliosis.* 2014; 9: 6.
39. Clin J, Aubin CE, Parent S. Biomechanical simulation and analysis of scoliosis correction using fusionless intravertebral epiphyseal device. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015; 40(6): 369-76.