

OBRAVNAVA PACIENTOV Z ADOLESCENTNO IDIOPATSKO SKOLIOZO PO PRISTOPU SEAS – UVODNA RAZISKAVA *TREATMENT OF PATIENTS WITH ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS ACCORDING TO SEAS – A PILOT STUDY*

Nada Naglič, dipl. fiziot., Irena Zabukovec, dipl. fiziot., asist. Anja Udovčić Pertot, dr. med., Josip Horvat, dipl. ing. ort. in prot., Neža Majdič, dr. med., doc. dr. Gaj Vidmar, univ. dipl. psih.
Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije - Soča, Ljubljana

Povzetek

Izhodišča:

Skolioza je tridimenzionalna deformacija hrbtenice in trupa, ki se lahko poslabša med obdobjem pospešene rasti. Dvojna velika krivina je skolioza, kjer sta obe krivini enako veliki in druga drugo držita v ravnotežju. V pilotski raziskavi smo želeli preveriti učinkovitost fizioterapevtske obravnave skolioz po pristopu SEAS (Scientific Exercise Approach to Scoliosis).

Metode:

V raziskavo je bilo vključenih devet preiskovank, ki so imele skoliozo z dvojno veliko krivino. Vse so imele petkrat individualno vodeni program vaj po pristopu SEAS, nato pa še petkrat vaje v manjši skupini. Funkcionalno oceno, ki je vključevala podatke o kotu rotacije trupa, višini prominence, gibljivosti hrbtenice in ravnotežju, smo opravili na začetku in v obdobju od dva do osem mesecev po končani obravnavi. Za primerjavo srednje vrednosti spremenljivk smo uporabili parni test *t*. Dobljene vrednosti *p* smo popravili po metodi FDR (false discovery rate). Mejo statistične značilnosti smo postavili pri $p = 0,05$.

Rezultati:

Povprečna starost preiskovank je bila 14,8 leta (SD 1,9); povprečna velikost prsne krivine hrbtenice po Cobbu je bila 29,6° (SD 9,6°), ledvene krivine hrbtenice pa 27,3° (SD 10,7°). Povprečni čas med obema funkcionalnima ocenama je bil pet mesecev (SD 2,3). Pri analizi oblike in gibljivosti hrbtenice ter ravnotežja nismo dobili statistično značilnih razlik.

Abstract

Background:

Scoliosis is a three-dimensional deformity of the spine and trunk, which may deteriorate quickly during periods of rapid growth. A double major curve is scoliosis where both curves are of equal degree of angulation and balance each other. The aim of our pilot study was to examine the effects of treatment according to the Scientific Exercise Approach to Scoliosis (SEAS).

Methods:

*Nine young women with double major scoliosis participated in the study. All of them had five individual exercise sessions according to the SEAS and five exercise sessions in a small group. Functional assessment that included measurements of angle of trunk rotation, hump height, range of motion (ROM) of the spine, and balance was performed at the start of the treatment and 2-8 months after the treatment. Paired *t*-test was used to compare the mean values of the variables. The obtained *p*-values were corrected using the false discovery rate (FDR) approach. Statistical significance threshold was set at $p = 0.05$.*

Results:

The mean age of the participants was 14.8 years (SD 1.9). The mean Cobb angle of the right thoracic curve was 29.6° (SD 9.6°). The mean Cobb angle of the left lumbar curve was 27.3° (SD 10.7°). The mean time between first and second functional assessment was 5 months (SD 2.3). Statistical tests of the data on spine shape, ROM of the spine and balance did not indicate any statistically significant change after the treatment.

Prispelo/Received: 28. 2. 2014

Sprejeto/Accepted: 15. 3. 2014

E-naslov za dopisovanje/E-mail for correspondence (NN):

nada.naglic@ir-rs.si

Zaključki:

Da bi lahko dokazali statistično značilen napredek pacientov z adolescentno idiopatsko skoliozo po fizioterapevtski obravnavi na podlagi pristopa SEAS, je v prihodnje treba v raziskavo vključiti več preiskovancev in izbrati manj opazovanih spremenljivk.

Ključne besede:

adolescentna idiopatska skolioza (AIS), terapevtske vaje za skoliozo, dvojna velika krivina, obseg gibljivosti hrbtenice, SEAS

Conclusions:

In order to demonstrate a statistically significant progress of patients with adolescent idiopathic scoliosis treated according to the SEAS, the study should be performed on a larger sample and the number of studied outcomes should be reduced.

Key words:

adolescent idiopathic scoliosis (AIS), exercises for scoliosis, double major curve, spine range of motion, SEAS

UVOD

Skolioza je splošen izraz, ki vključuje raznovrstno skupino stanj, ki predstavljajo spremembe v obliki in položaju hrbtenice, prsnega koša in trupa. Skolioza pomeni ukrivljenost hrbtenice v stran v frontalni ravnini, osno rotacijo v horizontalni ravnini in spremembe v krivinah sagitalne ravnine. Prsna kifoza in ledvena lordoza sta navadno, toda ne vedno zmanjšani, kar vodi v tako imenovani raven hrbet (1).

Izraz idiopatska skolioza je že leta 1922 uvedel Kleinberg (1). Uporabljamo ga pri vseh pacientih, pri katerih ni mogoče odkriti specifične bolezni ali vzroka, ki povzroča deformacijo hrbtenice. Idiopatska skolioza je opisana kot rotacijska deformacija hrbtenice, ki vključuje premik in rotacijo različnega števila vretenc, kar spremeni tridimenzionalno geometrijo hrbtenice. Krivina v frontalni ravnini je omejena z zgornjim robom vretenca, ki je najbolj nagnjeno na konkavno stran, in s spodnjim robom vretenca, ki je najbolj nagnjeno proti konkaviteti. Obe meji vzamemo za referenčno raven za izmero kota po Cobbu (2). Diagnozo potrdimo, kadar je izmerjeni kot po Cobbu 10° ali več in je opazna osna rotacija. Največjo osno rotacijo merimo na krivini v tako imenovanem apikalnem vretencu (2), to je na vretencu, ki je v največji rotaciji.

Strukturna skolioza, pri kateri se ukrivljenost hrbtenice pri predklonu ne izgubi, z možnostjo napredovanja, je vidna že pri krivinah, manjših od 10° po Cobbu. V času najbolj intenzivne rasti skeleta v puberteti je napredovanje skolioze pogostejše pri deklicah (1). V tem primeru gre za napredujočo idiopatsko skoliozo. Nezdavljena lahko vodi v resne deformacije trupa, ki omejijo kapaciteto dihanja in biomehanske značilnosti prsnega koša, zmožnost izvajanja vaj, splošno vzdržljivost in sposobnost za delo, kar so vse dejavniki, ki vplivajo na poslabšanje kakovosti življenja (1, 2). V približno 20 % primerov skolioza nastane kot sekundarna posledica bolezenskega procesa, v preostalih 80 % primerov je skolioza idiopatska (3, 4).

Idiopatska skolioza se pojavlja pri domnevno zdravih otrocih in se lahko razvije kadar koli v času otroštva in adolescence. Najpogosteje se to zgodi v obdobjih intenzivne rasti, ki so med šestim in štirindevsetim mesecem življenja, med petim in osmim letom ter med enajstim in štirinajstim letom starosti (1). Stopnja razvoja hrbtnih krivin se najhitreje spreminja na začetku pubertete. Obdobje nagle rasti v puberteti se začne s pospešeno rastjo udov v dolžino, kar povzroči začasno nesorazmernost med deli telesa (dolgi udi in kratek trup). Nato sledi rast trupa v dolžino. Po približno dveh tretjinah obdobja nagle rasti v puberteti, ko dekleta dobijo menarho, pri fantih pa se pojavi sprememba glasu, tveganje za napredovanje skolioze postopno upada. Verjetnost za napredovanje skolioze je veliko manjša, ko se rast hrbtenice konča (1).

Če velikost krivine ob koncu rasti preseže kritično mejo, ki je med 30° in 50° po Cobbu, to pomeni večje tveganje za nastanek zdravstvenih težav v odrasli dobi, slabšo kakovost življenja, kozmetično deformacijo, bolečino in napredujočo funkcionalno omejitev (1, 5, 6). Skolioza se v odrasli dobi lahko stopnjuje zaradi kostnih deformacij in sesedenja hrbtenice. Ta možnost je zelo velika in je tudi najpogosteje opisana pri skoliozah, katerih krivine so večje od 50° po Cobbu. Tveganje za napredovanje skolioze se poveča, ko krivina preseže 30° , medtem ko manjše krivine pogosto ostanejo stabilne (1, 7). Razvoj skolioze v odrasli dobi še do danes ni dobro poznan. Mogoče je, da tudi pozneje pride do nekaj obdobjev povečanja krivine. V odrasli dobi je možen nastanek tudi tako imenovane skolioze »de novo«, ki nastane zaradi napredujočih degenerativnih sprememb hrbtenice (1). Verjetnost, da bo krivina napredovala, je odvisna od starosti pacienta, ko je diagnoza postavljena, od vrste in velikosti krivine ter od spola in kostne zrelosti (1). Od 25 do 75 % krivin hrbtenice, odkritih med sistematičnimi pregledi otrok in mladostnikov, ostane nespremenjenih, medtem ko se od 3 do 12 % krivin izboljša (1). Odločitev za terapijo mora biti individualna, ob upoštevanju dejavnikov, ki vplivajo na napredovanje krivine (1).

Vloga fizioterapije v rehabilitaciji pacienta s skoliozo

Cilj rehabilitacije pacienta s skoliozo je preprečiti napredovanje krivine in zmanjšati spremembe, ki so nastale na hrbtenici in trupu. Dolgoročni cilj je tudi preprečiti poslabšanje kakovosti življenja, ki je povezana z zdravstvenim stanjem pacienta. Rehabilitacija pacientov s skoliozo poteka po modelu, ki najprej vključuje postavitev pravilne diagnoze in natančne funkcionalne ocene pacienta, na podlagi katerih se določi terapija za posameznega pacienta. Terapija vključuje sledenje, izobraževanje, nato pa tudi učenje in izvajanje posebnih vaj za zmanjšanje skolioze in predpis korekcijske spinalne ortoze. Na koncu rehabilitacije sledi ocena rezultatov dela (8).

V evropskih državah, kot so Francija, Italija, Nemčija, Španija in Poljska, so posebne vaje za skoliozo vključene v model rehabilitacije pacientov s skoliozo (1, 8). Pomen posebnih vaj za skoliozo je še vedno podcenjen zaradi nezadostnega števila objavljenih raziskav o pozitivnih učinkih na skoliozo. Mednarodno združenje za ortopedsko in rehabilitacijsko zdravljenje skolioze (angl. International Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT)) je leta 2005 izdalo prve, leta 2011 pa posodobljene smernice o izvajanju fizioterapevtskih vaj pri zdravljenju pacientov z idiopatsko skoliozo.

Osnovni tim sestavljajo zdravnik, fizioterapevt ter inženir ortotike in protetike, občasno pa tudi psiholog (8). Posebne vaje za skoliozo naj bi bile prvi korak pri zdravljenju skolioze in naj bi vedno vključevale samopopravo krivin v treh prostorskih ravninah, vadbo vzdrževanja popravljenе drže v vsakodnevnih aktivnostih, stabilizacijo popravljenе drže in izobraževanje pacienta (1, 8). Vaje je treba začeti izvajati, ko se postavi diagnoza oziroma ko je velikost krivine od 11° do 15° po Cobbu (1, 3). Program vaj pripravi fizioterapevt, ki je vključen v tim za obravnavo pacientov s skoliozo. Program vaj mora biti sestavljen individualno, glede na potrebe pacienta, značilnosti krivine in stopnjo zdravljenja. Vaje naj bi se vedno izvajale individualno, tudi kadar potekajo v majhni skupini. Za doseg želenih rezultatov je zelo pomembno redno izvajanje vaj (1).

Najpogosteje uporabljene metode pri obravnavi skolioz, katerih učinki so dokazani in objavljeni v strokovni literaturi in ki jih uporabljajo v evropskih šolah za rehabilitacijo skolioz, so DoboMed (7, 9), Lyon (7, 9), Schroth (10, 11) kot intenziven program rehabilitacije ali ambulantni program (9), pristop SEAS (Scientific Exercise Approach to Scoliosis) (6, 7, 9, 12), Side Shift (9), v zadnjem času pa tudi metoda FITS (angl. Functional Individual Therapy of Scoliosis), ki izhaja iz Poljske (7, 13). Pristop SEAS je nastal pred približno tridesetimi leti. V tem času so strokovnjaki, ki so razvili pristop, neprekinjeno sledili novostim na strokovnem področju. Cilji tega pristopa na ravni gibanja in biomehanskih značilnosti so izboljšanje porušene drže,

nadzor drže in stabilnost vretenc. S terapijo, ki vključuje vsaj dve obravnavi na teden po 45 minut, pacient okrepi mišice in stabilizira hrbtenico v aktivni samopopravi. Za izboljšanje drže je ključno povezovanje teh elementov, vključno z vključevanjem pravilne drže v vsakodnevne aktivnosti (nevro-motorična integracija) in programom ergonomske edukacije. Cilj vaj po znanstveno utemeljenem vadbenem pristopu k obravnavi skolioz je izboljšati pacientovo funkcijo v aktivnostih vsakdanjega življenja (14).

Namen raziskave je bil oceniti učinek fizioterapevtske obravnave pristopu SEAS pri devetih dekletih z adolescentno idiopatsko skoliozo, ki so bila obravnavana v fizioterapiji Ambulantno rehabilitacijske službe (ARS) v Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenije - Soča (URI - Soča).

METODE

Preiskovanke

V pilotsko raziskavo je bilo vključenih devet deklet z AIS, ki smo jih pregledali v ambulantni za skolioze na URI - Soča in napotili na individualno obravnavo v fizioterapijo. Pogoj za vključitev v raziskavo je bila skolioza z dvojno veliko krivino (angl. double major curve). Vse preiskovanke so imele desnostransko prsno krivino in levostransko ledveno krivino. Vse preiskovanke so imele najprej petkrat individualno vodeni program vaj po pristopu SEAS, potem pa še petkrat vaje v manjši skupini (od 3 do 5 oseb). Na začetku obravnav smo opravili oceno funkcije, na podlagi katere smo nato prilagodili obliko terapije. Drugo funkcionalno oceno smo opravili v obdobju od dveh do osem mesecev po vseh končanih obravnavah, da bi ocenili rezultate terapije. Vsaka obravnavo po pristopu SEAS je trajala 45 minut.

Funkcionalna ocena v fizioterapiji

V funkcionalno oceno preiskovank smo vključili šest področij:

1. Merjenje kota rotacije trupa (angl. Angle of Trunk Rotation - ATR) in višine prominence

Za merjenje kota rotacije trupa (ATR) smo uporabili inštrument skoliometer. Pri meritvi je preiskovanka stala s stopali skupaj. S stegnjenimi koleno je šla v predklon, pri tem sta roki sproščeno viseli z dlanmi skupaj. Skoliometer smo v tem položaju položili na hrbtenico. Z drsenjem vzdolž hrbtenice, od vratnega dela hrbtenice proti ledvenemu delu hrbtenice, smo merili asimetrijo med levo in desno stranjo prsnega koša na najvišjem delu prominence. Vrednosti so izražene v stopinjah. V tem položaju smo s pomočjo ravnila izmerili tudi razliko v višini prominence med desno in levo stranjo. Skoliometer je bilo treba dvigniti na stran prominence, v

položaj, v katerem je merilna skala prikazovala vrednost 0°. Vrednosti so izražene v milimetrih (15).

2. Ocena obsega gibljivosti hrbtenice

Za oceno obsega gibljivosti hrbtenice smo vse meritve izvedli trikrat zaporedoma in kot rezultat upoštevali srednjo vrednost meritev.

- Stranski odklon v prsnem in ledvenem delu hrbtenice smo izmerili s centimetrskim trakom. Preiskovanka je stala bosa na ravni podlagi, stopala je imela vzporedno, zgornji udi so bili ob telesu. Gib je izvedla tako, da je z vzravnano hrbtenico drsela ob steni do končne meje gibljivosti. Izmerili smo pravokotno razdaljo od najdaljšega prsta do tal. Meritev smo opravili v začetnem in končnem položaju, razlika, izražena v centimetrih, je pomenila gibljivost prsnoledvene hrbtenice v lateralni smeri (16).
- Rotacijo trupa smo merili sede na stolu. Preiskovanka je sedela vzravnano na stolu brez naslonjala, stopala je imela plosko na podlagi. Za glavo, v višini ramen, je z obema rokama držala palico. Med izvedbo giba je terapevt z obema rokama fiksiral medenico s sprednje strani. Preiskovanka se je obrnila v desno oziroma levo stran do končne meje gibljivosti (16). Obseg giba smo izmerili z goniometrom. Vrednosti so izražene v kotnih stopinjah.
- Aktivno gibljivost prsne kifoze smo merili v štirinožnem položaju. Preiskovanka je bila v štirinožnem položaju, na ravni podlagi. Naredila je gib mačke, aktivno je povečala kifoza v prsni hrbtenici. S centimetrskim trakom smo izmerili pravokotno razdaljo od prsnice do tal v začetnem in končnem položaju. Razlika je pomenila gibljivost prsne kifoze.

3. Ocena prikrajšave ishio-kruralnih mišic

Preiskovanka je sedela na postelji, nogi sta bili iztegnjeni. Z rokami in telesom je šla proti prstom na nogah. S centimetrskim trakom smo izmerili razdaljo od vrha najdaljšega prsta do prstov na nogah (16).

4. Ocena ravnotežja in prostorske orientacije

Za oceno prostorske orientacije smo izvedli test Fukuda ali test korakanja na mestu. Preiskovanka je stala na točki (koordinatni sistem), ki je bila označena na tleh. Zgornja uda sta prosto visela ob telesu. Z zaprtimi očmi je naredila 50 korakov na mestu. Ocenjevali smo obrat telesa in razdaljo premika telesa od izhodiščnega položaja, v horizontalni in vertikalni smeri. Obrat telesa po 50 korakih, za več kot 30 v vertikalni osi, nakazuje na nesimetrično delovanje labirinta. Smer rotacije nakazuje šibkejšo stran ravnotežnostnega sistema (17).

5. Lestvica telesne aktivnosti

Z lestvico telesne aktivnosti (LTA) smo ocenjevali stopnjo telesne aktivnosti in ugotavljali, koliko so bile preiskovanke telesno aktivne v zadnjih štirih tednih, in sicer:

- malo ali nič;

- izvajam lažjo ali zmerno telesno aktivnost, vendar ne vsak teden;
- izvajam lažjo telesno aktivnost vsak teden;
- vsak teden izvajam zmerno telesno aktivnost, ki traja manj kot 30 minut na dan, ali pa izvajam lažjo telesno aktivnost petkrat na teden;
- vsak teden izvajam težjo telesno aktivnost, ki traja manj kot 20 minut na dan, ali pa izvajam zmerno telesno aktivnost trikrat na teden;
- izvajam najmanj 30-minutno zmerno telesno aktivnost najmanj petkrat na teden
- izvajam najmanj 20-minutno težjo telesno aktivnost najmanj trikrat na teden (18, 19).

6. Drugi podatki

Zbrali smo tudi podatke o telesni višini in teži preiskovank, izračunali smo indeks telesne mase (ITM) in na rentgenskem posnetku izmerili velikost krivin po Cobbu ter določili stopnjo osifikacije po Risserju (Risserjev znak). Zbrali smo tudi podatke o tem, s katerimi športnimi aktivnostmi se preiskovanke ukvarjajo v prostem času, kako pogosto v tednu, ali uporabljajo korekcijsko ortozo za hrbtenico in če jo uporabljajo, koliko ur na dan.

Statistična analiza

Za vključene spremenljivke smo izračunali opisne statistike. Za primerjavo srednje vrednosti (povprečja) spremenljivk, ki smo jih uporabili za vrednotenje oblike in gibljivosti hrbtenice ter ravnotežja pred programom in po njem, smo uporabili parni test *t*. Zaradi večkratnih primerjav pri testiranju večjega števila hipotez smo dobljene vrednosti *p* popravili po metodi FDR (false discovery rate). Mejo statistične značilnosti smo postavili pri $p = 0,05$. Pri statistični analizi smo uporabili paket R-studio (R version 2.15.3) (20).

REZULTATI

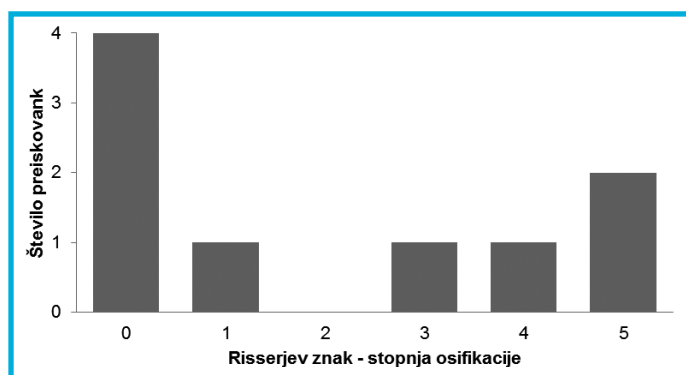
Značilnosti preiskovank

Povprečna starost preiskovank v raziskavi je bila 14,8 leta. Povprečna velikost krivine po Cobbu, izmerjena na RTG-posnetkih, je bila v prsnem delu hrbtenice 29,6° in v ledvenem delu 27,3°. Povprečni čas med prvo in drugo funkcionalno oceno je bil 5 mesecev. Dve preiskovanki sta imeli predpisano ortozo za hrbtenico, ki sta jo nosili 23 oziroma 13 ur na dan. Tri preiskovanke so se ukvarjale s hiphopom, dve nista bili telesno aktivni, po ena preiskovanka pa se je ukvarja s plezanjem, hojo in tekom ter baletom in tekom. Značilnosti preiskovank so prikazane v tabeli 1. Porazdelitev stopnje osifikacije po Risserju je predstavljena na sliki 1, vrednosti lestvice telesne aktivnosti pa na sliki 2.

Tabela 1: Opisne statistike za osnovne značilnosti preiskovank

Značilnost	Povprečje (SD)	Mediana (razpon)
Starost	14,8 (1,9)	14,6 (od 11,9 do 18,1)
Višina	163,2 (6,1)	164,0 (od 151,0 do 170,0)
Teža	49,0 (4,3)	49,0 (od 40,0 do 55,0)
ITM	18,4 (0,8)	18,9 (od 17,3 do 19,1)
Cobb – desno	29,6 (9,6)	25,0 (od 20,0 do 46,0)
Cobb – levo	27,3 (10,7)	30,0 (od 10,0 do 47,0)
Čas med pregledoma	5,0 (2,3)	5,7 (od 1,6 do 8,1)

Cobb – povprečna velikost krivine po Cobbu, izmerjena na RTG-posnetkih

**Slika 1:** Porazdelitev stopnje osifikacije po Risserju**Slika 2:** Porazdelitev ocen na lestvici telesne aktivnosti (LTA)

Oblika hrbtenice

Rezultati meritev kota rotacije trupa (ATR) v prsnem in ledvenem delu hrbtenice in višine prominence so predstavljeni v tabeli 2. Pri nobeni izmed spremenljivk po končanem terapevtskem programu nismo ugotovili statistično značilnega izboljšanja povprečja ($p = 0,8897$).

Gibljivost hrbtenice

Pri oceni obsega gibljivosti hrbtenice smo merili prikrajšavo ishio-kruralnih mišic (fleksija hrbtenice), pri čemer manjša vrednost pomeni izboljšanje. Pri obsegu gibljivosti

aktivne kifoze v prsnem delu hrbtenice večja vrednost pomeni izboljšanje gibljivosti. Pri oceni gibljivosti hrbtenice v stranskem odklonu večja vrednost pomeni izboljšanje obsega gibljivosti hrbtenice. Primerjali smo tudi vsoto in razliko meritev stranskih odklonov. Večja vrednost vsote pomeni povečanje celotne gibljivosti hrbtenice. Manjša vrednost razlike pomeni izboljšanje v smislu bolj simetrične gibljivosti trupa. Pri oceni rotacije trupa večja vrednost pomeni izboljšanje. Primerjali smo tudi vsoto in razliko obeh meritev rotacij trupa. Manjša vrednost razlike rotacij pomeni izboljšanje v smislu bolj simetrične rotacije trupa v obe smeri. Rezultati meritev so prikazani v tabeli 3. Pri nobeni izmed spremenljivk nismo ugotovili statistično značilnega izboljšanja.

Tabela 2: Opisne statistike in rezultati statističnih testov za meritve oblike hrbtenice

Oblika hrbtenice – skolioza		Povprečje (SD)	Mediana (razpon)	Vrednost p^*	Popravljen vrednost p^{**}	
Prsni del	Kot	Pred programom SEAS	10,6 (5,0)	12,0 (od 2 do 17)	0,8548	0,8897
		Po programu SEAS	10,7 (5,2)	12,0 (od 2 do 17)		
		Izboljšanje	-0,1 (1,8)	0,0 (od -4 do -3)		
	Višina	Pred programom SEAS	14,1 (8,7)	15,0 (od 0 do 30)		
		Po programu SEAS	13,4 (8,9)	12,0 (od 0 do 30)		
		Izboljšanje	0,7 (3,4)	0,0 (od -5 do -8)		
Ledveni del	Kot	Pred programom SEAS	5,6 (4,4)	4,0 (od 0 do 14)	0,8417	0,8897
		Po programu SEAS	5,7 (4,9)	4,0 (od 0 do 14)		
		Izboljšanje	-0,1 (1,6)	0,0 (od -4 do -2)		
	Višina	Pred programom SEAS	6,3 (6,3)	5,0 (od 0 do 20)		
		Po programu SEAS	6,1 (6,8)	5,0 (od 0 do 20)		
		Izboljšanje	0,2 (4,7)	0,0 (od -10 do -8)		

* za parni test t ; ** po metodi FDR (false discovery rate)

Tabela 3: Opisne statistike in rezultati statističnih testov za meritve obsega gibljivosti hrbtenice

Gibljivost hrbtenice		Povprečje (SD)	Mediana (razpon)	Vrednost p^*	Popravljen vrednost p^{**}	
Fleksija	Pred programom SEAS	2,0 (4,2)	0 (od 0 do 12)			
	Po programu SEAS	0,0 (0,0)	0 (od 0 do 0)			
	Izboljšanje	2,0 (4,2)	0 (od 0 do 12)	0,1950	0,4736	
Aktivna kifoza	Pred programom SEAS	9,2 (2,6)	8 (od 6 do 13)			
	Po programu SEAS	9,6 (2,5)	9 (od 7 do 13)			
	Izboljšanje	0,4 (3,1)	1 (od -6 do -6)	0,7182	0,8897	
Stranski odklon	Desno	Pred programom SEAS	9,2 (2,6)	24 (od 17 do 27)		
		Po programu SEAS	9,6 (2,5)	21 (od 18 do 32)		
		Izboljšanje	0,4 (3,1)	-2 (od -6 do -7)	0,5611	0,8897
	Levo	Pred programom SEAS	23,4 (3,3)	23 (od 15 do 32)		
		Po programu SEAS	22,6 (4,3)	22 (od 16 do 32)		
		Izboljšanje	-0,8 (4,1)	0 (od -5 do -3)	0,8449	0,8897
	Vsota	Pred programom SEAS	22,7 (4,8)	46 (od 32 do 57)		
		Po programu SEAS	22,6 (5,0)	42 (od 34 do 64)		
		Izboljšanje	-0,2 (2,5)	-1 (od -9 do -7)	0,6047	0,8897
Razlika	Pred programom SEAS	46,1 (7,3)	3 (od 1 do 7)			
	Po programu SEAS	45,1 (9,2)	1 (od 0 do 3)			
	Izboljšanje	-1,0 (5,6)	2 (od -1 do -7)	0,0497	0,4202	
Rotacija	Desno	Pred programom SEAS	3,1 (2,1)	60 (od 40 do 90)		
		Po programu SEAS	1,1 (1,2)	60 (od 50 do 65)		
		Izboljšanje	2,0 (2,6)	-5 (od -30 do -10)	0,1483	0,4202
	Levo	Pred programom SEAS	64,4 (14,5)	60 (od 50 do 85)		
		Po programu SEAS	57,8 (6,2)	55 (od 50 do 65)		
		Izboljšanje	-6,7 (12,5)	-5 (od -25 do -5)	0,1366	0,4202
	Vsota	Pred programom SEAS	63,1 (12,4)	120 (od 95 do 175)		
		Po programu SEAS	57,8 (5,1)	120 (od 100 do 130)		
		Izboljšanje	-5,3 (9,7)	-10 (od -55 do -10)	0,1248	0,4202
Razlika	Pred programom SEAS	127,6 (25,5)	7 (od 0 do 15)			
	Po programu SEAS	115,6 (10,1)	5 (od 0 do 10)			
	Izboljšanje	-12,0 (21,0)	5 (od -5 do -10)	0,1038	0,4202	

*za parni test t , **po metodi FDR (false discovery rate)

Ravnotežje

Pri oceni ravnotežja smo merili razdaljo premika od izhodiščne točke v navpični in vodoravni smeri ter kot rotacije

celega telesa. Krajša razdalja premika od izhodiščne točke in manjša vrednost rotacije pomenita izboljšanje ravnotežja. Rezultati so prikazani v tabeli 4. Pri nobeni izmed spremenljivk nismo ugotovili statistično značilnega izboljšanja povprečja ($p = 0,8897$).

Tabela 4: Opisne statistike in rezultati statističnih testov za oceno prostorske orientacije in ravnotežja

Ravnotežje		Povprečje (SD)	Mediana (razpon)	Vrednost p^*	Popravljen vrednost p^{**}
Premik od izhodišča - navpično	Pred programom SEAS	75,1 (38,5)	65,0 (od 30 do 147)		
	Po programu SEAS	49,4 (25,4)	51,0 (od 16 do 94)		
	Izboljšanje	-25,7 (33,9)	-36,0 (od -86 do -21)	0,0525	0,4202
Premik od izhodišča - vodoravno	Pred programom SEAS	10,9 (24,6)	0,0 (od 0 do 75)		
	Po programu SEAS	5,8 (10,7)	0,0 (od 0 do 32)		
	Izboljšanje	-5,1 (29,4)	0,0 (od -75 do -32)	0,6158	0,8897
Kot rotacije telesa	Pred programom SEAS	18,9 (40,4)	0,0 (od 0 do 125)		
	Po programu SEAS	25,6 (29,9)	10,0 (od 0 do 90)		
	Izboljšanje	6,7 (47,7)	5,0 (od -100 do -75)	0,6860	0,8897

*za parni test t , **po metodi FDR (false discovery rate)

RAZPRAVA

Dvojna velika krivina je skolioza, pri kateri sta obe krivini enako veliki in druga drugo držita v ravnotežju. Skolioza je uravnotežena, kadar je zatilje točno nad medenico in je hrbtenica v liniji svinčnice. Če pade linija svinčnice od baze zatilja do križnice nekaj centimetrov v stran, je skolioza neuravnotežena. Neuravnotežene krivine imajo večjo težnjo k napredovanju in jih je težje zdraviti (2). Cilj terapije je, obdržati obe krivini v ravnotežju.

Preiskovanke, ki so sodelovale v pilotski raziskavi, so imele skoliozo z dvema približno enako velikima krivinama. Pri merjenju kota rotacije trupa (ATR) v prsnem delu hrbtenice se povprečna vrednost med prvo in drugo oceno ni spremenila in nismo ugotovili statistično značilnega izboljšanja. Prav tako se tudi v ledvenem delu hrbtenice povprečna vrednost ATR ni spremenila in nismo dobili statistično značilnih razlik. Tudi pri meritvah višine prominence v prsnem in ledvenem delu hrbtenice nismo dobili statistično značilnih razlik. Test predklona naprej (Adamsov test), s katerim merimo ATR, je najpogosteje uporabljen test za odkrivanje skolioz in je bolj občutljiv kot skoliometer pri odkrivanju prsnih krivin, ki merijo 20° in več po Cobbu (21, 22). Rezultati raziskave (15), v katero je bilo vključenih 1065 pacientov, so pokazali, da je ATR 5° najmanjša statistično dokazana vrednost, ki je dober kriterij za odkrivanje krivin velikosti 20° in več. ATR je v korelaciji z meritvami krivine po Cobbu (15). Pacient, pri katerem je vrednost ATR 5° , bo imel velikost krivine po Cobbu 11° , pacient z ATR 7° bo imel kot po Cobbu 20° . Merjenje ATR je zanesljiva meritev s ponovljivostjo, večjo od 86 % (15). Ponovljivost merjenja višine prominence je celo 91 %. Merjenje kota rotacije trupa s skoliometrom je bolj zanesljivo pri manjših skoliozah, pri prominencah, ki so višje od 25 mm, pa je merjenje višine prominence bolj primerna ocena (15). Izmerjene vrednosti ATR in višine prominence v naši raziskavi so se ujemale s temi kriteriji.

Pri meritvah gibljivosti hrbtenice v raziskavi nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Pri oceni prikrajšave ishio-kruhalnih mišic (fleksije trupa sede) se je obseg giba v povprečju izboljšal. Gibljivost prsne hrbtenice pri izvedbi aktivne kifoze se je v povprečju malenkostno povečala. Obseg giba v smeri stranskega odklona v desno in levo se je zmanjšal. Slabši obseg stranskih odklonov gre lahko na račun napake izvajalcev meritev in subjektivnega sodelovanja preiskovank. V raziskavi smo primerjali vsoto in razliko obeh meritev stranskih odklonov. Vrednosti so nam dale oceno o celotnem obsegu in simetričnosti obsega gibljivosti v hrbtenici. V povprečju se je vsota odklonov zmanjšala, kar pomeni, da ni prišlo do sprememb v obsegu gibljivosti hrbtenice. Razlika odklonov pa se je v povprečju nekoliko povečala. Povečana razlika po našem mnenju pomeni, da gibljivost med levo in desno stranjo ni bila simetrična, kar se ujema z ugotovitvami Grafa s sodelavci. (23). V raziskavi, ki jo je izvedel Graf s sodelavci (23), so poskušali oceniti razliko v

obsegu gibljivosti hrbtenice pri mladostnikih z idiopatsko skoliozo, katerih krivine so merile 50° po Cobbu in več, ter zdravimi posamezniki. V skupini mladostnikov s skoliozo sta bili statistično značilno večji rotacija in stranski odklon v levo. V primerjavi s kontrolno skupino pa sta bili rotacija in stranski odklon v desno statistično značilno manjši, prav tako tudi predklon trupa naprej. Ugotovili so, da imajo mladostniki z AIS v primerjavi z zdravimi posamezniki nesimetričen in omejen obseg gibljivosti trupa.

Rezultati raziskave so pokazali, da se je rotacija hrbtenice v desno in v levo v povprečju zmanjšala. Tudi tukaj smo primerjali vsoto in razliko obeh meritev rotacij. Vsota rotacij se je v povprečju zmanjšala, kar pomeni, da se je celotni obseg gibljivosti hrbtenice zmanjšal. Tudi razlika med obema rotacijama se je zmanjšala, kar pa kaže na bolj enakomerno razporejen obseg gibljivosti trupa v smeri rotacije. Zmanjšanje gibljivosti trupa v smeri rotacije gre lahko na račun napake izvajalcev meritev, ne najbolj praktične izvedbe meritve in subjektivnega sodelovanja preiskovank. Dokazana soodvisnost gibljivosti trupa in medenice v transverzalni in sagitalni ravnini pomaga pri boljšem razumevanju biomehanskega ozadja adolescentne idiopatske skolioze, ki je potrebno za načrtovanje najbolj učinkovitega zdravljenja pacientov s skoliozo (24). V raziskavi, ki so jo izvedli na Poljskem (24), so pri deklicah s skoliozo, starih od deset do osemnajst let, analizirali obseg gibljivosti trupa in medenice v smeri rotacije v transverzalni ravnini in obseg gibljivosti obeh v sagitalni ravnini. Rotaciji trupa in medenice sta povezani z gibljivostjo v sagitalni ravnini in sta odvisni od vrste skolioze. Pri deklicah, ki so imele skoliozo z dvojno krivino, je bil obseg rotacije v trupu in medenici zmanjšan. Pri osebah, ki so imele levostransko ledveno krivino, so odkrili povečan obseg rotacije v medenici, in sicer v levo. Pri desnostranski prsni krivini je bila zmanjšana rotacija trupa v levo. Tudi v naši raziskavi je bila povprečna vrednost rotacije trupa v levo ob prvi oceni nekoliko manjša kot v desno, vendar te razlike pri drugi oceni ni bilo več. Rotacija trupa v desno je v povezavi z vzravnavo v prsni krivini, rotacija medenice v desno pa je v povezavi s povečanim nagibom medenice naprej. Pri osebah z adolescentno idiopatsko skoliozo so opazili večje podaljšanje trupa v primerjavi z zdravimi (24).

Pri oceni ravnotežja med prvo in drugo oceno nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Razdalja premika v vertikalni in horizontalni smeri od začetne točke se je v naši raziskavi po drugi oceni zmanjšala. Kot rotacije trupa pa se je povečal. Najbolj pomemben podatek je kot rotacije trupa. Če je ta večji od 30° , gre za patološke spremembe ravnotežnostnega sistema (25). V raziskavi, ki sta jo izvedla Romano in Zaina (26), sta ugotavljala, ali obstaja povezava med smerjo rotacije pri izvedbi testa Fukuda in konveksiteto glavne krivine pri skoliozi. V raziskavo je bilo vključenih 59 pacientov, ki so bili razdeljeni v skupino z enojno krivino (29 pacientov) in skupino z dvojno krivino (30 pacientov). Rezultati raziskave so pokazali, da je pri pacientih z enojno krivino statistično značilno ujemanje med stranjo krivine in premikom pacienta,

v primerjavi s pacienti z dvojno krivino. Ni pa bilo statistično značilne razlike med levostransko ali desnostransko konveksiteto krivine. Dobljene rezultate motenega ravnotežja razlagata kot posledico nastanka primarnih nevro-motoričnih sprememb in sprememb zaradi patologije ter biomehanskih sprememb zaradi spremembe položaja vretenc (26). Preiskovankam v naši raziskavi se je kot rotacije trupa nekoliko povečal, vendar so bile vrednosti nižje od določenih 30°. Za izboljšanje ravnotežja je verjetno potrebno še daljše obdobje rednega izvajanja posebnih fizioterapevtskih vaj za skoliozo glede na zapletenost nadzora ravnotežja.

Glede na to, da smo izvedli uvodno raziskavo, katere velikost vzorca je bila majhna, pri ocenah oblike in gibljivosti hrbtenice ter ravnotežja nismo ugotovili statistično značilne razlike, ki bi jo pričakovali. Individualno smo opazali zadovoljivo izboljšanje, ki bi se ob večjem številu preiskovank lahko izrazilo tudi z močnejšo statistično značilnostjo. Če bi si izbrali manjše število spremenljivk, bi se izognili večkratnim primerjavam in uporabi FDR in bi p-vrednosti lahko znižali. Čas med prvo in drugo funkcionalno oceno je bil od dva do osem mesecev. V raziskavi so imele štiri preiskovanke stopnjo osifikacije po Risserju 0, po ena preiskovanka pa 1 in 3, kar jih je uvrščalo v skupino z večjo možnostjo za napredovanje skolioze. Čeprav Fusco s sodelavci (9) poroča, da je že po šestih mesecih izvajanja posebnih vaj za skoliozo opazno izboljšanje v smislu zmanjšane napredovanja velikosti krivin, izboljšanja ravnotežja in gibljivosti, je bilo v primeru naše raziskave obdobje spremljanja očitno prekratko. Na uspešnost terapije pa vpliva tudi prizadevnost preiskovanca in njegove družine.

Pri pacientih z AIS se lahko izračuna dejavnik tveganja za napredovanje skolioze po Lonsteinovi in Carlsonovi formuli (7, 27). Na podlagi formule se določijo indikacije za terapijo med obdobjem rasti, tudi zato, da se izognemo preveč ali premalo intenzivni terapiji (7). Pri mladostnikih s stopnjo osifikacije po Risserju od 4 do 5 in s krivinami, ki so večje od 25° po Cobbu, se priporoča fizioterapevtska obravnava, pri kateri se mladostnik nauči izvajati vaje, ki mu pozneje lahko pomagajo pri obvladovanju morebitne bolečine v hrbtenici (27). Obstaja več dejavnikov, ki vplivajo na verjetnost napredovanja skolioze pri skeletno nezrelem pacientu. Dva dejavnika, ki sta v povezavi s krivino, kažeta, da imajo dvojne krivine večjo težnjo k napredovanju v primerjavi z enojnimi krivinami, in večja ko je krivina ob odkritju, večje je tveganje za napredovanje. Dejavniki, ki se navezujejo na rast skeleta, kažejo, da pojav skolioze v zgodnejših letih otrokove starosti pomeni večje tveganje za poslabšanje. Biomehanski dejavniki pa kažejo, da izguba prsne kifoze pri prsnih krivinah in prisotnost laterolisteze pri ledvenih krivinah vplivata na napredovanje velikosti krivin (6). Namen raziskave, ki jo je izvedel Negrini s sodelavci, je bil ugotoviti, ali je mogoče pri pacientih s skoliozo, večjo od 45°, ki so zavrnilo operativno terapijo, doseči izboljšanje s konservativno terapijo. Terapija je vključevala nošnje korekcijske ortoze za hrbtenico in izvajanje vaj po pristopu SEAS.

Do izboljšanja je prišlo pri 71 % pacientov, pri enem pa do poslabšanja za 5° po Cobbu. Odkrili so statistično značilno izboljšanje pri meritvah ATR in zmanjšanje razdalje svinčnice od krivin v sagitalni ravnini. Z raziskavo so dokazali, da je pri pacientih z idiopatsko skoliozo, katerih velikost krivin je med 45° in 60° po Cobbu in ki ne želijo imeti operativnega posega, nošnja korekcijske ortoze za hrbtenico lahko uspešna terapija. Pomembno je, da korekcijsko ortozo izdelava za to usposobljen strokovnjak in da pacient dobro sodeluje (28). Številne raziskave potrjujejo, da vaje, ki vključujejo aktivno samoporavo drže, vplivajo na zmanjšanje velikosti krivine po Cobbu, pacienti z AIS pa izboljšajo tudi moč, gibljivost in ravnotežje (9, 29–32).

Preiskovanke v naši raziskavi so bile aktivne v več različnih športnih dejavnostih. Splošne športne aktivnosti lahko delujejo v nasprotju od posebnih fizioterapevtskih vaj za zmanjšanje skolioze, zaradi razlik v posebnostih obojih. Namen posebnih fizioterapevtskih vaj za skoliozo je vplivati na okvaro na hrbtenici in na spremenjeno biomehaniko hrbtenice, medtem ko je cilj športnih aktivnosti doseči tekmovalni rezultat ali izboljšati telesno kondicijo in počutje. Posebne fizioterapevtske vaje izrecno vplivajo na globoke mišice hrbtenice in nadzor drže, medtem ko športne aktivnosti vplivajo na večje mišice, ki so povezane z gibanjem udov. Udejstvovanje v športnih aktivnostih ima za paciente s skoliozo veliko socialno in edukacijsko vlogo, saj sta njihov psihološki in socialni vidik življenja povezana z negativnim odnosom do zunanjega videza telesa, kar lahko spremenijo s fizično aktivnostjo (1). Ukvarjanje z različnimi športi ne vpliva na prisotnost skolioze ali stopnjo skolioze (33). Pacienti s skoliozo se najpogosteje ukvarjajo z gimnastiko, s katero so začeli, še preden je bila pri njih odkrita skolioza (34). Poznejši pojav menarhe in splošno povečana ohlapnost v sklepih sta pogosta pri dekletih, ki trenirajo ritmično gimnastiko. Incidenca za pojav skolioze je med temi dekletmi desetkrat večja (12 %) kot med dekleti, ki ne trenirajo (1,1 %) (35). Podobno je večja incidenca za skoliozo med baletnimi plesalkami (24 %). Obstaja hipoteza o »nevarni triadi« za pojav skolioze, ki vključuje splošno ohlapnost sklepov, zapoznelo spolno zrelost in neenakomerno obremenitev hrbtenice (36). Čeprav je plavanje tradicionalno veljalo za dobro športno aktivnost pri odkritju skolioze, je incidenca za pojav skolioze med mladostniki, ki trenirajo plavanje, 6,9 %, kar je 3,5-krat več kot med tistimi, ki ne trenirajo plavanja (37). Toda pri tem je treba upoštevati, da je prav zaradi svetovanega plavanja pri slabi drži lahko pojavnost skolioze umetno povečana. Adolescenti z dvema velikima krivinama se ukvarjajo z več športnimi aktivnostmi kot mladostniki z enojo veliko krivino, oboji pa manj kot mladostniki brez skolioze (38).

ZAKLJUČEK

V pilotski raziskavi pri pacientkah z adolescentno idiopatsko skoliozo, ki so bile vključene v program po pri-

stopu SEAS, nismo ugotovili statistično značilnih razlik v obliki in gibljivosti hrbtenice ter ravnotežju, ki smo jih pričakovali. Ugotovili pa smo izboljšanje pri posameznih preiskovankah. Raziskavo bi v prihodnosti lahko nadaljevali in vključili več preiskovancev, za analizo pa bi izbrali manj opazovanih spremenljivk, pri katerih bi pričakovali večje izboljšanje.

Literatura:

- Negrini S, Aulisa GA, Aulisa L, Circo AB, de Mauroy JC, Durmala J, et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis* 2012; 7: 3. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/7/1/3>
- Cailliet R. *Scoliosis: diagnosis and management*. Philadelphia: Davis; 1986.
- Weiss HR, Negrini S, Rigo M, Kotwicki T, Hawes MC, Grivas TB, et al. Indications for conservative management of scoliosis (guidelines). *Scoliosis* 2006; 1: 5. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/1/1/5>
- Arlet V, Reddi V. Adolescent idiopathic scoliosis. *Neurosurg Clin N Am* 2007; 18: 255–9.
- Negrini S, ed. *The evidence based ISICO approach to spinal deformities*. 1st ed. Milan: ISICO; 2007. Dostopno na <http://www.isico.it/approach>
- Weiss HR. Physical therapy intervention studies on idiopathic scoliosis-review with the focus on inclusion criteria. *Scoliosis* 2012; 7: 4. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/7/1/4>
- Bettany-Saltikov J, Cook T, Rigo M, De Mauroy JC, Romano M, Negrini S, et al. Physical therapy for adolescents with idiopathic scoliosis. V: Bettany-Saltikov J, Paz-Lourido B, eds. *Physical therapy perspectives in the 21st century - challenges and possibilities*. Rijeka: InTech; 2012. Dostopno na <http://www.intechopen.com/books/physical-therapy-perspectives-in-the-21st-century-challenges-and-possibilities/physical-therapy-for-adolescents-with-idiopathic-scoliosis>
- Rigo MD, Grivas TB. Rehabilitation schools for scoliosis thematic series: describing the methods and results. *Scoliosis* 2010; 5: 27. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/5/1/27>
- Fusco C, Zaina F, Atanasio S, Romano M, Negrini A, Negrini S. Physical exercises in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: an updated systematic review. *Physiother Theory Pract* 2011; 27: 80–114.
- Lehner-Schroth C. *Three-dimensional treatment for scoliosis: a physiotherapeutic method for deformities of the spine*. 7th ed. Palo Alto: The Martindale Press; 2007.
- Weiss HR. The method of Katharina Schroth - history, principles and current development. *Scoliosis* 2011; 6: 7. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/6/1/17>
- Romano M, Negrini A, Parzini S, Negrini S. Scientific exercise approach to scoliosis (SEAS): efficacy, efficiency and innovation. V: Grivas TB, ed. *The conservative scoliosis treatment*. Amsterdam: IOS Press; 2008. p. 191–207.
- Bialek M. Conservative treatment of idiopathic scoliosis according to FITS concept: presentation of the method and preliminary, short term radiological and clinical results based on SOSORT and SRS criteria. *Scoliosis* 2011; 6: 25. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/6/1/25>
- Negrini A, Parzini S, Negrini MG, Romano M, Atanasio S, Zaina F, Negrini S. Adult scoliosis can be reduced through specific SEAS exercises: a case report. *Scoliosis* 2008; 3: 20. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/3/1/20>
- Zaina F, Atanasio S, Negrini S. Clinical evaluation of scoliosis during growth: description and reliability. V: Grivas TB, ed. *The conservative scoliosis treatment*. Amsterdam: IOS Press; 2008. p. 125–37.
- Jakovljević M, Hlebš S. *Meritve gibljivosti sklepov, obsegov in dolžin udov*. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo, Oddelek za fizioterapijo; 1997: 70–1.
- Honaker JA, Boismier TE, Shepard NP, Shepard NT. Fukuda stepping test: sensitivity and specificity. *J Am Acad Audiol* 2009; 20: 311–4.
- Štefančič M, Bajuk S, Vidmar G, Novak P, Zupanc A, Tomšič I, et al. Prikaz dveh načinov krepitve skeletnih mišic z električno stimulacijo. *Rehabilitacija* 2011; 1: 26–36.
- Jackson AS, Blair SN, Mahar MT, Wier LT, Ross RM, Stuteville JE. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 863–70.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2013. Dostopno na www.R-project.org
- Cote P, Kreitz BG, Cassidy JD, Dzus AK, Martel J. A study of the diagnostic accuracy and reliability of the

- Scoliometer and Adam's forward bend test. *Spine* (Phila Pa 1976) 1998; 23: 796–802; discussion 803.
22. Murrell GA, Coonrad RW, Moorman CT 3rd, Fitch RD. An assessment of the reliability of the Scoliometer. *Spine* (Phila Pa 1976) 1993; 18: 709–12.
 23. Graf A, Sturm P, Hammerberg K, Hassani S, Krzak J, Riordan M, et al. Adolescents with idiopathic scoliosis spinal range of motion compared to age-matched controls. V: Aubin CE, Stokes IAF, Labelle H, Moreau A, eds. *Research into spinal deformities 7*. Amsterdam: IOS Press; 2010. p. 226.
 24. Stepien A, Seyfried A. The trunk and pelvis rotation range of motion and coupled motions in the sagittal plane in adolescent girls with idiopathic scoliosis. V: Knott P, King-Schumacher M, Grivas TB, eds. *5th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities, Athens, Greece, 3-5 April 2008: meeting abstracts*. *Scoliosis* 2009; 4 Suppl 1: O9. 5th. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/supplements/4/S1>
 25. Dejardin S. The clinical investigation of static and dynamic balance. *B-ENT* 2008; 4 Suppl 8: 29–36.
 26. Romano M, Zaina F. Is there a relationship between the results of unterberger test and convexity of scoliosis major curve? V: *4th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities, Boston, 13–16 May, 2007: meeting abstracts*. *Scoliosis* 2007; 2 Suppl I: S36. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/2/SI/S36>
 27. Pertot A, Čuček Pleničar M, Horvat J, Burger H. Usklajenost dela v ambulanti za spinalno ortotiko s smernicami združenja za zdravljenje bolnikov s skoliozo (SOSORT). *Rehabilitacija* 2011; 10: 11–15.
 28. Negrini S, Negrini F, Fusco Z, 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: 369–80.
 29. Negrini S, Negrini A, Romano M, Verzini N, Negrini A, Parzini S. A controlled prospective study on the efficacy of SEAS.02 exercises in preventing progression and bracing in mild idiopathic scoliosis. V: Uyttendaele D, Dangerfield PH, eds. *Research into spinal deformities 5*. Amsterdam: IOS Press; 2006. p. 523–6.
 30. Romano M, Negrini S. Manual therapy as a conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Scoliosis* 2008; 3:2. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/content/3/1/2>
 31. Zaina F, Negrini S, Atanasio S, Romano M. Exercises during brace weaning can reduce loss of correction in Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) patients. V: Knott P, King-Schumacher M, Grivas TB, eds. *5th International Conference on Conservative management of Spinal Deformities, Athens, 3-5 April 2008: meeting abstracts*. *Scoliosis* 2009; 4 Suppl 1: O26. 2008. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/supplements/4/S1>
 32. Negrini A, Negrini S, Parzini S, Romano M, Zaina F, Atanasio S. SEAS exercises revert progression of adult scoliosis: a retrospective long-term study. V: Knott P, King-Schumacher M, Grivas TB, eds. *5th International Conference on Conservative management of Spinal Deformities, Athens, 3-5 April 2008: meeting abstracts*. *Scoliosis* 2009; 4 Suppl 1: O55. Dostopno na <http://www.scoliosisjournal.com/supplements/4/S1>
 33. Kenanidis E, Potoupnis ME, Papavasiliou KA, Sayegh FE, Kapetanios GA. Adolescent idiopathic scoliosis and exercising: is there truly a liaison? *Spine* 2008; 33: 2160-5.
 34. Meyer C, Cammarata E, Haumont T, Deviterne D, Gauchard GC, Leheup B, et al. Why do idiopathic scoliosis patients participate more gymnastics? *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16: 231–6.
 35. Tanchev PI, Dzherov AD, Parushev AD, Dikov DM, Todorov MB. Scoliosis in rhythmic gymnasts. *Spine* 2000; 25: 1367–72.
 36. Warren MP, Brooks-Gunn J, Hamilton LH, Warren LF, Hamilton WG. Scoliosis and fractures in young ballet dancers. Relation to delayed menarche and secondary amenorrhea. *N Engl J Med* 1986; 314: 1348–53.
 37. Becker TJ. Scoliosis in swimmers. *Clin Sports Med* 1986; 5: 149–58.
 38. Meyer C, Haumont T, Gauchard GC, Leheup B, Lascombes P, Perrin PP. The practise of physical and sporting activity in teenagers with idiopathic scoliosis is related to the curve type. *Scand J Med Sci Sports* 2008; 18: 751–5.