

PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI VADBE ZA IZBOLJŠANJE MOČI MIŠIČ IN RAVNOTEŽJA TRUPA MED VADBO NA NAPRAVI 3D NEWTON IN FIZIOTERAPEVTSKIMI VAJAMI ZA STABILIZACIJO TRUPA PRI DEKLETIH Z ADOLESCENTNO IDIOPATSKO SKOLIOZO

COMPARISON OF EFFECTIVENESS OF EXERCISE FOR TRUNK MUSCLE STRENGTH AND POSTURAL BALANCE BETWEEN EXERCISE ON 3D NEWTON DEVICE AND SPECIFIC EXERCISE PROGRAM FOR TRUNK STABILISATION IN GIRLS WITH ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS

Anja Udovčić Pertot, dr. med., Nada Naglič, dipl. fiziot., Slavica Bajuk, dipl. fiziot., Neža Majdič, dr. med., prof. dr. Burger Helena, dr. med.

Univerzitetni rehabilitacijski inštitut republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Povzetek

Izhodišča:

Naprava 3D Newton je visokotehnološka naprava, ki je namenjena izboljšanju moči mišic trupa in proprioceptije pri osebah z različnimi diagnozami, med drugim tudi s skoliozo. Rezultati nekaterih študij so potrdili vpliv na ravnotežje. Z manjšo pilotsko raziskavo smo želeli primerjati učinkovitost vadbe na napravi 3D Newton s fizioterapevtskimi vajami (SFO), ki temeljijo na tridimenzionalni samopopravi in stabilizaciji trupa v popravljenem položaju.

Metode:

V raziskavo je bilo vključenih osem deklet (starih od 12 do 16 let), ki smo jih naključno razdelili v dve skupini (vadba na 3D Newtonu ali SFO). Pred obravnavo in po njej smo opravili testiranje na napravi 3D Newton za oceno ravnotežja (proprioceptije, test A) in moči mišic trupa (test B). Dekleta so vadbo obiskovala 2-krat tedensko, pet tednov.

Abstract

Background:

3D Newton is a hi-tech device made for strengthening trunk muscles and balance. It is intended for patients with different diagnoses, including scoliosis. With a small pilot study, we wanted to compare the effectiveness of training on 3D Newton with the effectiveness of a specific physiotherapeutic program that is based on three-dimensional self-correction and trunk stabilisation in improved posture.

Methods:

We included eight girls (aged from 12 to 16 years), who were randomly assigned to one of two groups: the first group exercised on 3D Newton and the second group exercise within a specific physiotherapeutic program. We tested all the girls before and after the exercise program on 3D Newton to assess balance (proprioception, test A) and trunk muscle strength (test B). All the girls attended exercise program twice a week for five weeks.

Rezultati:

Pri šestih od osmih deklet smo sicer ugotovili izboljšanje rezultatov pri obeh testih, vendar izboljšanje pri nobeni od skupin ni bilo statistično značilno (skupina 1 – test A: $p=0,534$, test B: $p=0,158$; skupina 2 – test A: $p=0,437$, test B: $p=0,082$). Prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik pri primerjavi izboljšanja testov po SFO in vadbi na 3D Newton (Test A: $p=0,721$; Test B: $p=0,800$).

Zaključek:

Vadba na dragi napravi 3D Newton ne prinaša bistvenega izboljšanja ravnotežja in moči mišic v primerjavi z vajami, zato njena uporaba pri najstnicah s skoliozo ni upravičena.

Ključne besede:

skolioza; propriocepcija; moč mišic trupa

Results:

In six out of the eight girls we observed improvement on both tests, but the improvement was not statistically significant in either group (Group 1 – test A: $p=0.534$, test B: $p=0.158$; Group 2 – test A: $p=0.437$, test B: $p=0.082$). There was also no statistically significant difference in mean progress between the groups (test A: $p=0.721$, test B: $p=0.800$).

Conclusion:

Exercise on the expensive 3D Newton device does not improve the postural balance significantly more than the specific exercise program, so its use in children with scoliosis is not justifiable.

Key words:

scoliosis; postural balance; trunk muscle strength

UVOD

Skolioza je tridimenzionalna deformacija hrbtenice s prevalenco od 2 % do 3 % med otroki, starimi med 8 in 16 let (1, 2). V veliki večini primerov (80 % do 90 %) vzroka deformacije ne poznamo in govorimo o idiopatski skoliozi (IS).

Etiopatološko je deformacija hrbtenice znak sindroma z multifaktorsko etiologijo (3). V preteklosti je bilo v povezavi z etiologijo adolescentne IS (AIS) mnogo različnih špekulacij in nekatere študije so se osredotočile na možnost motenj motorično-senzorične integracije (4). Krivina hrbtenice povzroči asimetrijo drže trupa in to bi lahko vplivalo na propriocepcijo in ravnotežje. Rezultati do sedaj izvedenih študij se med seboj zelo razlikujejo, saj nekatere študije to domnevo potrjujejo (4), druge pa vpliva AIS na ravnotežje niso potrdile (5). Razlike v rezultatih najverjetneje izhajajo tudi iz dejstva, da so bile študije zelo različno zasnovane (lokacija, število in velikost krivine). Ena izmed študij je pokazala, da naj bi imele več težav na področju ravnotežja osebe z enojno ledveno krivino (6), dve študiji pa, da je ravnotežje slabše pri večjih vrednostih Cobbovega kota (4, 7). V študijo, ki jo je izvedel Schimmel s sodelavci, je bilo vključenih 26 deklet z AIS, starih od 12 do 18 let, s predoperativno vrednostjo Cobb-ovega kota od 42° do 71°. Ravnotežje so testirali na ravnotežni plošči pri štirih aktivnostih pred operacijo ter tri mesece in dvanajst mesecev po operaciji. Oceno ravnotežja so izvedli tudi pri 18 zdravih dekletih enake starosti. Rezultati meritev pred operacijo niso pokazali razlik v ravnotežju v primerjavi z zdravo kontrolno skupino. Eno leto po operaciji se ravnotežje ni izboljšalo, kljub boljši postavitvi vretenc, hkrati pa tudi niso opazili slabšega ravnotežja zaradi zmanjšanega obsega gibljivosti po operativni fuziji vretenc (5).

Zdravljenje skolioz je natančno opredeljeno v smernicah organizacije SOSORT (*angl.* Society on Scoliosis Orthopaedic and

Rehabilitation Treatment), ki so bile izdane leta 2011 (1). Med načine konzervativne obravnave skolioz prištevamo opazovanje, specifično fizioterapevtsko obravnavo (SFO) in uporabo ortoz za hrbtenico. Za skoliozo specifične fizioterapevtske vaje so prvi korak pri zdravljenju IS in jih izvajamo, da bi preprečili napredovanje velikosti krivin hrbtenice. Individualno prilagojen program vadbe temelji na tridimenzionalni samopopravi drže, stabilizaciji trupa v izboljšani drži in vadbi osnovnih dnevnih aktivnosti (8). Po opravljenem programu z ustreznimi izobraženimi terapevtom mora biti oseba sposobna izvajati enake vaje še naprej v domačem okolju. S SFO nadaljujemo tudi med zdravljenjem z ortozo in v obdobju, ko postopno opuščamo zdravljenje z ortozo (1). V svetu obstajajo različne metode SFO, med njimi tudi t.i. »Side-shift«, vaje po Schrothu ali SEAS (*angl.* Scientific Exercise Approach to Scoliosis) (1). Pomanjkljivosti teh metod so predvsem v tem, da jih lahko pravilno učijo le ustrezno izobraženi fizioterapevti. Poleg tega morajo vaje vsaj v začetku zdravljenja izvajati individualno, kar pomeni, da lahko v program vključimo relativno malo otrok, ki imajo tudi majhno število obravnav. Z uporabo robotske naprave, ki bi jo uporabili kot pomoč fizioterapevtu, bi morda lahko dosegli večje izboljšanje moči mišic trupa in ravnotežja.

Taka robotska naprava je 3D Newton (Hanmed, Južna Koreja, 10). Je visoko tehnološka naprava, ki je namenjena vadbi mišic trupa v več smereh, v povezavi z izboljšanjem propriocepcije pacienta. Napravo (Slika 1) sestavljajo podporna ploskev, oporniki za okroglo nagibno ploskev in telo ter cilindrični motor. Telo je v napravo vpeto preko medenice in v gležnjih. Na nosilcu v višini desnega ramenskega sklepa sta nameščena laserska senzorja za zaznavanje položaja telesa in monitor, ki je povezan z vidnim in zvočnim alarmom. Delovanje glavne naprave nadzorujemo z ločeno računalniško enoto. Sama naprava omogoča izvedbo dveh testov, s katerima ocenimo moč in vzdržljivost različnih mišičnih skupin trupa in natančno ter objektivno ocenimo propriocepcijo



Slika 1: Naprava 3D Newton.

Figure 1: 3D Newton device.

pacienta v različnih smereh gibanja. Na podlagi testov pripravimo program vadbe, ki ustreza pacientovim sposobnostim. Po priporočilu proizvajalca je program namenjen osebam s slabo držo, skoliozo ali bolečino v ledvenem delu hrbtenice. V program vadbe na napravi 3D Newton ne smemo vključiti oseb po akutni poškodbi hrbtenice, herniji diskusa, zaradi katere je potrebno kirurško zdravljenje, oseb s spondilitisom, hudo kardiovaskularno ali cirkulatorno motnjo, oseb po akutni okvari živčevja, oseb z boleznimi, ki so povezane z močno povečanim očesnim tlakom in oseb s hudo osteoporozo. Študij, ki bi podkrepile ta navodila, nismo zasledili.

Z manjšo pilotsko raziskavo smo želeli primerjati učinkovitost vadbe na napravi 3D Newton s SFO pri dekletih z AIS.

METODE

V raziskavi je sodelovalo osem deklet z ugotovljeno adolescentno idiopatsko skoliozo (AIS), ki smo jih naključno razdelili v dve skupini. Pogoj za sodelovanje v študiji je bila postavljena diagnoza skolioze in pripravljenost deklet, da bi sodelovale v študiji. V študijo nismo vključili oseb s sekundarno skoliozo.

Štiri dekleta so izvajala vadbo na napravi 3D Newton, druge štiri pa so bile vključene v SFO za izboljšanje stabilizacije trupa, ki je vključevala tudi korekcijo skoliotičnih krivin. Vse so opravile program, ki je vključeval deset vadb, 2-krat tedensko. Čas vadbe na napravi 3D Newton je bil 15 minut (prva vadba 10 minut), čas SFO pa 45 minut. Vadbo sta izmenično vodili dve fizioterapevki.

Pred začetkom in po zaključku obeh vrst vadbe smo opravili testiranje na napravi 3D Newton, ki omogoča oceno moči mišic trupa in oceno ravnotežja (propriocepcije) trupa po v naprej določenih protokolih (9). Testiranje je izvedla ena fizioterapevka, ki ji je postopek natančno razložil predstavnik proizvajalca.

Preiskovanec stoji v aparaturi, roki sta prekrižani na prsnem košu. Telo je preko medenice vpeto s posebnimi držali (Slika 2). Položaj telesa zaznavata dva laserja (z desne strani in od zadaj), ki se ju s pomočjo posebnega nosilca nastavi v višino ramenskega sklepa.

Preiskovanec ima pred seboj manjši ekran, na katerem lahko spremlja in popravlja položaj svojega telesa, ki ga zaznajo laserski senzorji. Aparatura, ki se jo upravlja preko ločene računalniške enote, se obrača v osmih različnih smereh za 360°, z največjim možnim naklonom do 60° (Slika 2) (9).

Vsem preiskovankam smo razložili postopek testiranja. Njihova naloga je bila, da ohranjajo pokončno držo, čim bolj usklajeno s položajem laserjev. Pred začetkom testiranja je vsaka preiskovanka poskusno opravila štiri smeri gibanja z aparaturo, z vključenim ekranom, ki služi za vidno povratno informacijo. Rezultatov poskusnih gibanj pri analizi podatkov nismo upoštevali. Med izvedbo obeh testov je bil ekran pred preiskovanko izključen (4).

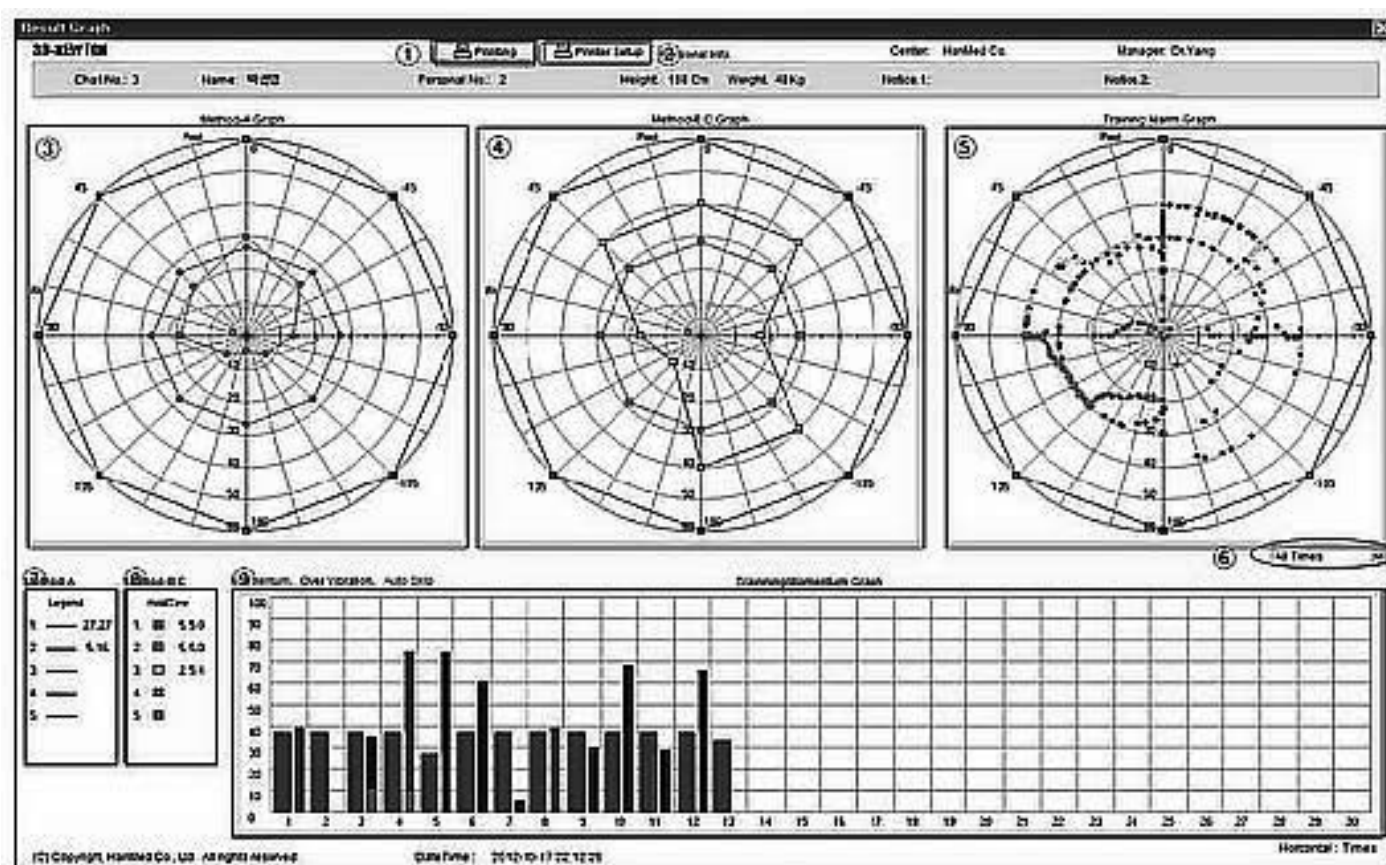
Prvi testni protokol (metoda A) ocenjuje ravnotežje trupa (propriocepcijo) v osmih smereh. Preiskovanec mora eno sekundo zadrževati položaj trupa pri naklonu aparature za 30° v osmih smereh. Drugi testni protokol (metoda B) ocenjuje moč mišic trupa, prav tako v osmih smereh. Določen čas zadrževanja trupa je 10 sekund pri naklonu 30°. Če preiskovanec izgubi pravilen položaj trupa, se aparatura takoj vrne v izhodiščni položaj. Zabeleži se vrednost kota, pri katerem je preiskovanec izgubil pravilen položaj (metoda A) in čas zadrževanja položaja trupa v naklonu aparature (metoda B). Dosežene vrednosti pri vsaki od osmih smeri gibanja aparature, obeh testnih metod, so izražene tudi v odstotkih (4).



Slika 2: Nosilec naprave 3D Newton z laserji v višini desnega ramenskega sklepa.

Figure 2: Frame of 3D Newton device with laser sensors at the level of shoulder joint.

Rezultati testne metode A podajo podatke o velikosti minimalnega in povprečnega naklona trupa v osmih smereh, rezultati testne metode B pa podatke o minimalnem in povprečnem času; oseba lahko zadržuje trup pod določenim kotom v osmih smereh. Za načrtovanje vadbe na napravi 3D Newton iz rezultatov metode A upoštevamo vrednosti minimalnega naklona trupa, iz rezultatov metode B pa povprečni čas zadrževanja trupa v naklonu (4). Če preiskovanec med vadbo izgubi pokončen položaj trupa, ki ga zaznavata laserja, se vklopi alarm. Alarmne točke na grafu nakazujejo položaje, kjer je stabilizacija trupa šibkejša (Slika 3). Če je število alarmov v posamezni vadbi manjše od 10, se vrednost



Slika 3: Razporeditev in število alarmov med posamezno vadbo na napravi 3D Newton.

Figure 3: Distribution and number of alarms during individual exercise sessions on 3D Newton device.

naklona trupa poveča za 20 % od naklona, ki je bil določen na začetku vadbe (4).

Za rezultate testov A in B smo analizirali absolutno izboljšanje (razlika med končno in začetno meritvijo) in relativno izboljšanje (absolutno izboljšanje deljeno z začetno meritvijo) za vsako od skupin (vadba z vajami in vadba na napravi 3D Newton). Rezultate smo primerjali s parnim testom t . Za rezultate testa A in B smo primerjali absolutno in relativno izboljšanje med skupinama. Uporabili smo test t za neodvisna vzorca (absolutno izboljšanje) ter neparametrični statistični test EWTPR – eksaktni Wilcoxonov test predznačenih rangov (relativno izboljšanje, saj so tu porazdelitve izrazito odstopale od normalne). Mejo statistične značilnosti smo postavili pri $p < 0,05$. Za analizo in prikaz podatkov smo uporabili okolje R (8), verzijo 2.15.1.

Od deklet, ki so izvajala vadbo na napravi 3D Newton, sta dve izvajali vadbo po opisanem protokolu, dve pa po prilagojenem protokolu za desnostransko skoliootično krivino (kombinacija), saj naprava omogoča individualno nastavitvev. Za skoliozo specifična fizioterapevtska obravnava, v katero so bila vključena štiri dekleta, je potekala po metodi SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis) (7), ki je bila zasnovana na inštitutu ISICO v Milanu, v Italiji. Polega tega so dekleta izvajala tudi splošne vaje za krepitev mišic za stabilizacijo trupa. Raziskavo je odobrila Komisija za medicinsko etiko URI Soča na seji 4. 11. 2013.

REZULTATI

Sodelovalo je osem deklet, starih od 12-16 let z ugotovljeno skoliozo, ki je merila od 10° do 29° po Cobb-u. Mesto največje krivine, njena velikost in vrsta vadbe so razvidni iz Tabele 1. Za vse obravnavane spremenljivke smo izračunali opisne statistike. Rezultati testov A in B so prikazani v Tabeli 2.

Tabela 1: Mesto krivine, velikost in vrsta vadbe, v katero so bila vključena dekleta s skoliozo.

Table 1: Location, degree of deviation and the program assigned to the included girls with scoliosis.

Krivina / Deviation	Kot / Angle ($^\circ$)	Vadba / Program
ledvena (L)	22	3D Newton
prsna (Th)	10	3D Newton
prsna (Th)	25	3D Newton
Th/L	20	3D Newton
prsna (Th)	29	SFO
prsna (Th)	10	SFO
ledvena (L)	15	SFO
Th/L	25	SFO

Legenda: Th/L – prsno-ledvena krivina.

Legend: Th/L – thoracic-lumbar deviation.

Tabela 2: Opisne statistike rezultatov testov A in B.**Table 2:** Descriptive statistics for tests A and B.

Test	Vadba / Program	Opisna statistika / Descriptive statistic	Pred terapijo / Before therapy	Po terapiji / After therapy	p (parni test t / paired t test)	Absolutno izboljšanje / Absolute improvement	p (test t za dva vzorca / two-sample t test)	Relativno izboljšanje / Relative improvement	p (EWTPR)
Test A	Vaje / Exercise	M (SD) Me (Min; Max)	18,8 (1,9) 19,5 (16,0; 20,0)	21,5 (6,6) 22,0 (13,0; 29,0)	0,534	2,8 (7,9) 2,0 (-6,0; 13,0)	0,7212	0,17 (0,47) 0,10 (-0,32; 0,81)	0,6857
	3D Newton	M (SD) Me (Min; Max)	19,8 (5,7) 20,5 (13,0; 25,0)	25,3 (8,2) 29,0 (13,0; 30,0)	0,437	5,5 (12,3) 9,5 (-12,0; 15,0)		0,42 (0,71) 0,51 (-0,48; 1,15)	
Test B	Vaje / Exercise	M (SD) Me (Min; Max)	7,7 (2,4) 8,3 (4,5; 9,6)	10,0 (0,1) 10,0 (9,8; 10,0)	0,158	2,8 (2,4) 1,6 (0,4; 5,5)	0,0001	0,23 (0,24) 0,16 (0,04; 0,55)	0,8857
	3D Newton	M (SD) Me (Min; Max)	6,6 (2,3) 6,4 (3,9; 9,5)	9,3 (0,6) 9,2 (8,6; 10,0)	0,082	2,7 (2,1) 2,9 (0,0; 5,0)		0,31 (0,23) 0,31 (0,00; 0,56)	

Legenda: M – povprečje, Me – mediana, EWTPR – eksaktni Wilcoxonov test predznačenih rangov.

Legend: M – mean, Me – median, EWTPR – exact Wilcoxon signed-rank test.

Pri vseh štirih dekletih, ki so izvajala vadbo na napravi 3D Newton, smo spremljali število alarmov med posamezno vadbo. Ugotovili smo veliko število napak pri izvedbi aktivnosti (alarmov) pri vseh štirih dekletih, povprečno 309 na vadbeno enoto (najmanj 3, največ pa kar 1244). Pri enem od deklet med celotno vadbo število alarmov ni bilo manjše od 10, zato vrednosti naklona trupa nismo povečali, pri ostalih treh dekletih pa smo vrednost naklona povečali enkrat.

RAZPRAVA

Z raziskavo smo želeli primerjati učinkovitost vadbe za izboljšanje moči mišic in ravnotežja trupa pri dekletih z adolescentno idiopatsko skoliozo med vadbo na napravi 3D Newton in fizioterapevtskimi vajami za stabilizacijo trupa. Analiza rezultatov ni pokazala pomembnega napredka pri testih propriocepcije in moči mišic trupa. Prav tako nismo ugotovili statistično pomembnih razlik med obema vrstama vadbe. Med raziskavo smo ugotovili, da vadba na napravi 3D Newton zahteva visoko stopnjo zbranosti, ki jo večina deklet ni bila sposobnih. V prid temu govori veliko število napak pri vadbi in slabo napredovanje pri povečevanju zahtevnosti vadbe. Poleg tega menimo, da aktivnosti, ki se izvajajo na napravi, vadeča oseba ne more prenesti v realno življenje, saj so aktivnosti povsem nenaravne. To predstavlja še dodatno težavo, saj teh aktivnosti ne moremo uporabiti pri nadaljevanju vadbe v domačem okolju.

Vadba po metodi SEAS izvira iz lyonske metode, ki so jo nadgradili in razširili (10). Obema metodama je skupno, da poskušata povečati pacientovo zavedanje o deformaciji hrbtenice in zmožnost samostojne poprave drže. Obe vključujeta vaje, ki spodbujajo

ravnotežnostne reakcije in jih je, vsaj nekaj, mogoče izvajati tudi v ortozi za hrbtenico (10). Metoda SEAS poskuša učiti 3-dimenzionalno samopopravo drže namesto le aktivnosti za podaljševanje trupa, deluje po konceptu stabilizacije hrbtenice; s podzavestno samopopravo drže želi doseči boljšo integracijo take drže v vsakodnevem življenju. Metoda deluje po principih kognitivno-vedenjske terapije in s časom spreminja vadbeni režim, s čimer poskuša ohranjati pacientovo aktivno in zanesljivo sodelovanje pri zdravljenju (10). Glavni cilj vadbe po metodi SEAS je preobrtni začarani Stokesov krog, ki z asimetričnimi obremenitvami vretenc med rastjo povzroča povečevanje krivin hrbtenice (11). Medtem ko ortoza kontinuirano spreminja držo pacienta, vaje lahko vplivajo na vedenjske in avtomatske spremembe drže in gibanja preko različnih strategij pri nadzoru gibanja. To je še posebej pomembno pri telesnih sistemih, kot sta trup in hrbtenica, ki ju bolj vodijo avtomatske sheme z vnaprejšnjim predvidevanjem kot hotena kontrola (10). Metoda SEAS temelji torej na samopopravi in stabilizaciji.

Izobraževanje za izvajanje metode SEAS za fizioterapevte teče v okviru dveh teoretičnih in praktičnih tečajev. Prvi tečaj, ki traja tri dni, je namenjen pridobivanju znanja o osnovah metode in prikazu orodij za uporabo metode pri vsakdanjem delu. Drugi tečaj je namenjen poglobitvi znanja o metodi SEAS, superviziji dela, ki ga je tečajnik opravil doma in razpravi o pacientih, s katerimi se fizioterapevti srečujejo v vsakodnevni praksi (10).

Vadba po metodi SEAS sprva poteka pod nadzorom ustrezno izučenega fizioterapevta, nato pa se izvajanje vaj prenese v domače okolje, kjer jo pacientke izvajajo 2- do 3-krat tedensko po 45 minut ali vsakodnevno po 20 min (10). Zahtevnost vaj se s časom povečuje, pri čemer je potrebno vedno manj vidne kontrole na račun

izboljšanja propriocepcije. Dolgoročni cilj vadbe je vzdrževanje popravljenе drže pri vsakodnevnih aktivnostih (9). V naši študiji so dekleta vaje izvajala pod nadzorom fizioterapevtke, ne vemo pa, ali so vaje nato izvajale tudi doma.

Leta 2014 so Monticone in sodelavci (12) v randomizirani kontrolirani študiji primerjali učinkovitost vadbe aktivne samopoprave s tradicionalnimi vajami za hrbtenico pri 110 pacientih z adolescentno idiopatsko skoliozo, manjšo od 25°, ki so bili naključno razporejeni v dve skupini. Pred terapijo, takoj po njej in eno leto po zaključku so pacienti opravili rentgensko slikanje hrbtenice, meritev kota rotacije trupa in izpolnili vprašalnik o z zdravjem povezano kakovostjo življenja (SRS-22) (13). Ugotovili so, da je vadba usmerjena v aktivno samopopravo drže učinkovitejša pri zmanjševanju velikosti krivine hrbtenice in izboljšanju z zdravjem povezane kakovosti življenja v primerjavi s tradicionalno vadbo za osebe s skoliozo. Učinki vadbe so bili vidni še eno leto po zaključku fizioterapevtske obravnave.

Take študije z uporabo naprave 3D Newton, kot smo jo izvedli, po dostopnih podatkih v literaturi nismo našli. V literaturi smo našli le raziskavo, ki so jo izvedli na zdravih odraslih na univerzi Inje v Južni Koreji, v kateri so želeli ugotoviti učinek vidne povratne zanke na EMG aktivnost mišic trupa in učinek trajanja vzdrževanja pravilne drže med vadbo v napravi 3D Newton (14). Ugotovili so, da se je z vidno povratno zanko značilno povečala EMG aktivnost v zunanji poševni trebušni mišici in da se je značilno podaljšal čas vzdrževanja pravilne drže med vadbo za krepitev mišic za stabilizacijo trupa proti gravitaciji (14). Drugih raziskav in objavljenih člankov z uporabo naprave 3D Newton nismo našli oziroma so objavljeni v korejskem jeziku.

Študija, ki smo jo izvedli, ima nekaj pomanjkljivosti. Število vključenih oseb je zelo majhno, čas vadbe pa je bil kratek. Poleg tega nismo spremljali dolgoročnih učinkov vadbe, temveč smo opravili le meritve na napravi 3D Newton. Ta protokol testiranja še nima preverjenih psihometričnih lastnosti. Vzrok majhnega števila sodelujočih je predvsem posledica skrbi otrok in staršev, da bi zamudili preveč šolskega programa. Za desetkratno obravnavo pa smo se odločili zato, ker je to standardna količina obravnave, ki jo lahko zagotovimo otrokom s skoliozo. Večkratna obravnavo bi zaradi pomanjkanja ustreznih izobraženih terapevtov pomenila še daljšo čakalno dobo. Glede na to, da naprava 3D Newton omogoča oceno moči mišic in ravnotežja trupa, smo se odločili le za te meritve in jim nismo dodali standardnih meritev moči mišic in ravnotežja, ki jih opravi fizioterapevt pri svoji obravnavi. Dolgoročnega učinka vadbe na 3D Newtonu nismo pričakovali, tako da se za ponovitev testov kasneje nismo odločili, hkrati pa naprave tudi nismo imeli več na voljo.

ZAKLJUČEK

Naprava 3D Newton je zaradi zahtevne tehnologije zelo draga. Z našo raziskavo nismo potrdili večjega učinka na ravnotežje in moč mišic trupa v primerjavi s SFO, zato menimo, da njena uporaba pri najstnicah s skoliozo glede na velik strošek ni upravičena.

Literatura:

1. Negrini S, Aulisa AG, 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(1): 3.
2. Grivas TB, Vasiliadis E, Mouzakis V, Mihos C, Koufopoulos G. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes. *Scoliosis*. 2006; 1: 9.
3. Nachemson A, Sahlstrand T. Etiologic factors in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1977; 1(2): 176-84.
4. Beaulieu M, Toulotte C, Gatto L, Rivard CH, Teasdale N, Simoneau M, et al. Postural imbalance in non-treated adolescent idiopathic scoliosis at different periods of progression. *Eur Spine J*. 2009; 18(1): 38-44.
5. Schimmel JJP, Groen BE, Weerdesteyn V, de Kleuver M. Adolescent idiopathic scoliosis and spinal fusion do not substantially impact on postural balance. *Scoliosis*. 2015; 10: 18.
6. Gauchard GC, Lascombes P, Kuhnast M, Perrin PP. Influence of different types of progressive idiopathic scoliosis on static and dynamic postural control. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001; 26(9): 1052-8.
7. Haumont T, Gauchard GC, Lascombes P, Perrin PP. Postural instability in early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011; 36(13): E847-E854.
8. Weiss H, Negrini S, Hawes M, Rigo M, Kotwicki T, Grivas T, et al. Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment - SOSORT consensus paper 2005. *Scoliosis*. 2012; 1: 6.
9. 3D Newton: user manual; 2010. Dostopno na: https://hanmed.en.ec21.com/3D_Newton--4792765_4792785.html (citirano 20. 4. 2017).
10. Romano M, Negrini A, Parzini S. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. *Scoliosis*. 2015; 10: 3.
11. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing; 2011. Dostopno na: <http://www.R-project.org/> (citirano 20. 4. 2017).
12. 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; 23(6): 1204-14.
13. Patient Outcome Questionnaires. Milwaukee: Scoliosis Research Society; c2017. Dostopno na: <http://www.srs.org/professionals/online-education-and-resources/patient-outcome-questionnaires> (citirano 20. 4. 2017).
14. Kang MH, Yoon JY, Yang JL, Jang JH, Jung DH, Oh JS. The effect of visual biofeedback on EMG activity of trunk muscles and endurance holding time for correct position during whole-body tilt exercise. *PTK*. 2011; 18(1): 9-17.