

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Kim Čadež

**GIBALNO TERAPEVTSKA OBRAVNAVA
ADOLESCENTNE IDIOPATSKE SKOLIOZE**

Diplomska naloga

Koper, september 2015

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Smer študija

APLIKATIVNA KINEZIOLOGIJA

GIBALNO TERAPEVTSKA OBRAVNAVA ADOLESCENTNE IDIOPATSKE SKOLIOZE

Diplomska naloga

MENTOR
Izr. prof. dr. Nejc Šarabon

Avtorica
KIM ČADEŽ

Koper, september 2015

Ime in PRIIMEK: Kim ČADEŽ

Naslov diplomske naloge: Gibalno terapevtska obravnava adolescentne idiopatske skolioze

Kraj: Koper

Leto: 2015

Število listov: 79

Število slik: 29

Število tabel: 3

Število prilog: 0

Število strani prilog: 0

Število referenc: 70

Mentor: Izr. prof. dr. Nejc Šarabon

Somentor:

UDK:

Ključne besede: hrbtenica, vadba, mladostniki

Povzetek: Pri zdravljenju skolioz še danes prevladuje operativno zdravljenje. Cilj diplomske naloge je bil poleg predstavitve teoretičnega ozadja o funkcionalno-anatomskih in biomehanskih značilnostih hrbtenice, strukturnih nepravilnosti v čelni ravnini, splošnega opisa vseh skolioz ter podrobnejše predstavitve adolescentne idiopatske skolioze napraviti pregled literature o gibalno terapevtskih pristopih za zdravljenje adolescentne idiopatske skolioze, ter predstaviti študijo primera.

Pregledanih je bilo 11 člankov, pri katerih smo ugotovili pomanjkljivosti predvsem pri ohranjanju rezultatov doseženih po koncu intervencije. Po večini se je vsem pacientom izboljšala ukrivljenost hrbtenice z izbranimi terapevtskimi pristopi, vendar so se po končanih intervencijah, ko paciente niso več nadzorovali vse krivine zopet poslabšale.

Študija primera je dopolnila pomanjkljivost raziskav, saj temelji na celostni obravnavi, dolgoročni uporabnosti in ohranjanju rezultatov. S tem lahko potrdimo učinkovitost gibalno-terapevtskih pristopov za zdravljenje adolescentnih idiopatskih skolioz, vendar le z redno vadbo, tudi po končanih intervencijah.

Name and SURNAME: Kim ČADEŽ

Title of bachelor thesis: Physical therapeutic treatment of adolescent idiopathic scoliosis

Place: Koper

Year: 2015

Number of pages: 79 Number of pictures: 29 Number of tables: 3

Number of enclosures: 0 Number of enclosures pages: 0

Number of references: 70

Mentor: Izr. prof. dr. Nejc Šarabon

Co – mentor:

UDK:

Key words: spine, exercise, adolescents

Abstract: Treatment of scoliosis is still based on the operative treatment. The aim of this study was in addition to the description of the theoretical background of the functional - anatomical and biomechanical characteristics of the spine, structural irregularities in the front plane, a general description of scoliosis and a more detailed description of adolescent idiopathic scoliosis, to make a review of the literature that addresses physical approaches to the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. Finally, also to present a case study of adolescent idiopathic scoliosis.

There were 11 articles examined where we have found research weakness, primarily in maintaining improvement in curvature of the spine. After all, the majority of the patients improved curvature of the spine with the selected therapeutic approaches, but after completion of the intervention, when patients are no longer implemented workouts, curvature deteriorated.

The case study completed the weaknesses of research, since it is based on a comprehensive approach, the long-term usability and conservation improvements. We can confirm the effectiveness of physical - therapeutic approaches for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis, but only through regular exercise after the improvement of the curvature.

UNIVERZA NA PRIMORSKEM

UNIVERSITÀ DEL LITORALE / UNIVERSITY OF PRIMORSKA

FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE NATURALI E TECNOLOGIE INFORMATICHE

FACULTY OF MATHEMATICS, NATURAL SCIENCES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Glagoljaška 8, SI – 6000 Koper

Tel.: (+386 5) 611 75 70

Fax: (+386 5) 611 75 71

www.famnit.upr.si

info@famnit.upr.si



UNIVERZA NA PRIMORSKEM
UNIVERSITÀ DEL LITORALE
UNIVERSITY OF PRIMORSKA

Titov trg 4, SI – 6000 Koper
Tel.: + 386 5 611 75 00
Fax.: + 386 5 611 75 30
E-mail: info@upr.si
<http://www.upr.si>

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKE NALOGE

Podpisani/a Kim Čadež študent/ka dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje
Aplikativna kineziologija,

izjavljam,

da je diplomska naloga z naslovom Gibalno terapevtska obravnava adolescentne
idiopatske skolioze

- rezultat lastnega dela,
- so rezultati korektno navedeni in
- nisem kršil/a pravic intelektualne lastnine drugih.

Soglašam z objavo elektronske verzije diplomske naloge v zbirki »Dela UP FAMNIT« ter
zagotavljam, da je elektronska oblika diplomske naloge identična tiskani.

Podpis študent/ke:

V Kopru, dne 10. 9. 2015

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, izr. prof. dr. Nejcu Šarabonu za vse koristne napotke in nesebično pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala tudi moji družini za vso podporo in razumevanje v času študija.

»To steal ideas from one person is plagiarism. To steal from many is research.«

(Chase, 1938)

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 Anatomija hrbtenice in razvoj hrbtениčnih krivin	2
1.2 Živčno-mišično upravljanje trupa	4
1.2.1 Pasivni podsystem	4
1.2.2 Aktivni podsystem	5
1.2.3 Nadzorni podsystem.....	6
1.3 Strukturne nepravilnosti hrbtenice	7
1.4 Adolescentna idiopatska skolioza	9
1.4.1 Klasifikacije idiopatske skolioze	10
1.4.2 Epidemiologija idiopatske skolioze.....	11
1.4.3 Etiologija idiopatske skolioze	12
1.4.4 Vpliv deformacije	13
1.4.5 Zgodovina zdravljenja idiopatske skolioze	18
2 NAMEN IN CILJI	19
3 HIPOTEZE.....	20
4 METODE DELA.....	21
4.1 Pregled literature.....	21
4.2 Študija primera	21
5 PREGLED LITERATURE GIBALNO-TERAPEVTSKIH PRISTOPOV ZA ZDRAVLJENJE ADOLESCENTNIH IDIOPATSKIH SKOLIOZ	25
5.1 Prospektivne kohortne študije	25
5.2 Retrospektivne kohortne študije	31
5.3 Študije primera	33
6 PRIMER GIBALNO-TERAPEVTSKE OBRAVNAVE	36
7 REZULTATI OBRAVNAVE PRIMERA	49
8 DISKUSIJA	51
9 LITERATURA	55

KAZALO TABEL

<i>Tabela 2: Rezultati uvodnih meritev</i>	22
<i>Tabela 1: Pregled člankov o zdravljenju adolescentne idiopatske skolioze z vadbo</i>	34
<i>Tabela 3: Začetni ter končni rezultati meritev</i>	49

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Rentgenski posnetek hrbtenice pred začetkom terapevtske obravnave pacienta</i>	24
<i>Slika 2: Primer posebnih vaj za skolioze, ki temeljijo na aktivnem samo-popravljanju..</i>	26
<i>Slika 3: Primer vaje z elastičnim trakom</i>	27
<i>Slika 4: Primer vaje iz physio-logic programa s katerim povečamo ledveno lordozo ter zmanjšamo prsno kifoza.....</i>	28
<i>Slika 5: Primer Schroth vaje, kjer z dihanjem lahko izboljšamo krivino hrbtenice</i>	29
<i>Slika 6: Vaja za izboljšanje drže.....</i>	30
<i>Slika 7: Primer side-shift vaje.....</i>	32
<i>Slika 8: Primer vaje za mobilizacijo trupa</i>	33
<i>Slika 9: Izmenično diagonalno dvigovanje rok in nog v štirinožni opori.....</i>	37
<i>Slika 10: Enonožna stoja na ravnotežnem disku s podajanjem žoge</i>	38
<i>Slika 11: Lastovka</i>	38
<i>Slika 12: Aktivno sedenje na ravnotežnem disku z dotikanjem oddaljenih točk v prostoru z nogami in rokami.....</i>	39
<i>Slika 13: Bočni vlek s potiskom elastike</i>	39
<i>Slika 14: Mali most na lopaticah z držanjem mehke žoge med kolena in izmenično dvigovanje stopal od tal.....</i>	40
<i>Slika 15: Klečanje na ravnotežnem disku z dvigovanjem uteži izpred bokov do višine prsi</i>	41
<i>Slika 16: Gladiatorski potisk brez uteži</i>	41
<i>Slika 17: Enonožna stoja na ravnotežnem disku z dodatno nalogo (podajanje žoge,...)</i>	42
<i>Slika 18: Met žogice iz aktivnega počepa z vzdrževanjem nevtralnega položaja hrbtenice</i>	42
<i>Slika 19: Počep z žogo iznad glave</i>	43
<i>Slika 20: Izpadni korak s potiskom rok proti uporju elastike</i>	43
<i>Slika 21: Mali most z aktivnim stiskanjem mehke žoge med kolena in izmeničnim dvigom stopal od tal</i>	44
<i>Slika 22: Izmenično diagonalno dvigovanje roke-noge v štirinožni opori.....</i>	45
<i>Slika 23: Enonožna stoja na ravnotežnem disku z dodatno nalogo</i>	45
<i>Slika 24: Lastovka</i>	46
<i>Slika 25: Primik lopatic in zunanja rotacija rame</i>	46
<i>Slika 26: Izpadni korak s potiskom elastike naprej</i>	47
<i>Slika 27: Mali most na lopaticah z držanjem mehke žoge med kolena in izmenično dvigovanje stopal od tal</i>	47
<i>Slika 28: Izteg v ramenih ob vzdrževanju iztegnjenih komolcev</i>	48
<i>Slika 29: Rentgenski posnetek pred (levo) in po (desno) terapevtski obravnavi.....</i>	50

1 UVOD

Košak (2010) med osnovne človeške lastnosti prišteva pokončno držo. Ta se je postopno izoblikovala skozi evolucijo človeka, pri čemer je prišlo do pomembnih anatomskih in funkcionalnih sprememb. Tendencia k pokončni drži je človeka privedla iz štirinožne na dvonožno hojo. Ker so se spremembe zgodile predvsem v kolkih in križnično-ledvenem delu, je bila potrebna polna iztegnitev v kolkih in postopen nagib medenice skupaj s križnico kot njenim središčnim delom. Slednji je povzročil postopno oblikovanje funkcionalnih antero-posteriornih krivin hrbtenice. Križnica je tako postala opornik, iz katerega se je dvignil steber vretenc, s čimer so bili ustvarjeni pogoji za prehod v pokončno držo.

S pokončno držo je postala hrbtenica ena najbolj obremenjenih struktur v našem telesu in s tem podvržena raznim spremembam. Hkrati smo ljudje vzpostavili precej monoton življenjski slog, v katerem prevladujejo statični sedeči položaji, monotoni ter ponavljajoči se gibi in enostranske obremenitve hrbta. Našteti dejavniki lahko privedejo do nepravilnih telesnih drž, ki vodijo v mehanske preobremenitve hrbtenice in s tem v patološke strukturne spremembe. Ena od posledic teh dejavnikov so lahko tudi skolioze. Skolioze predstavljajo okvaro hrbtenice s krivino v čelni ravnini. Poznamo več vrst skolioz, ki jih lahko delimo na strukturne in ne-strukturne skolioze, pri čemer so ne-strukturne reverzibilne, če odpravimo njihov vzrok, strukturne pa ne. Pomembno je dodati, da se v primeru ne-strukturnih skolioz ortopedska stroka izogiba uporabi slednjega izraza, temveč v teh primerih raje uporablja poimenovanje kot na primer ne-strukturne nepravilnosti drže v čelni in vodoravni ravnini.

Obstaja več diagnostičnih postopkov oziroma testov, s katerimi ugotavljamo prisotnost skolioze. Najpogosteje uporabljen je Adamsov test predklona. Pri tem testu preiskovanec izvede predklon iz stoječega položaja, pri čemer ohranja sproščenost vratu, ramenskega obroča in trupa. Preiskovalec stoji za njim in z opazovanjem oboda hrbta (t. i. pogled usmerjen tangencialno glede na predklonjen trup) ugotavlja prisotnost lateralnih asimetrij prsnega koša. Resnost skolioze običajno nadalje določamo s pomočjo rentgenskega posnetka in drugih slikovnih preiskovalnih metod.

Na rentgenskem posnetku merimo skolioze z meritvijo po Cobbu. Ta kljub temu, da ne opisuje 3D geometrije hrbtenice, še vedno velja za standardno klinično uporabno metodo. Pri določanju krivine najprej določimo zgornje in spodnje vretenca, ki še pripadata tej ravnini. Nato potegnemo črti po zgornji ploskvi zgornjega in spodnji ploskvi spodnjega vretenca in pravokotnici na tej daljici. Ostri kot med tem dvema črtama imenujemo Cobbov kot (Pearsall, Reid & Hedden, 1992).

Skolioze lahko zdravimo konzervativno ali operativno. Pomembno je vedeti, da skolioze običajno spontano napredujejo, predvsem ko gre za večje krivine. Ko so skolioze še v začetnem stanju, kar pomeni, da ne presegajo 20° po Cobbu, jih zdravimo konzervativno. Pri konzervativnem zdravljenju pacienta opazujemo v časovnih intervalih (običajno 4–12 mesecev), če skolioza napreduje, naredimo rentgenski posnetek, predpišemo specifične vaje za skoliozo in če je potrebno zdravimo z ortozami. V primeru hudega poslabšanja krivine skolioze zdravimo operativno, vendar se skušamo tej metodi izogibati, saj omejimo gibljivost hrbtenice za celo življenje, kar privede do različnih omejitev pacienta: na primer v osnovni gibljivosti hrbtenice zaradi izravnanih naravnih krivin hrbtenice – onemogočen normalen predklon, asimetrija obhrbteničnih mišic, ...

V ta namen smo pregledali 11 člankov na temo gibalnih pristopov za zdravljenje adolescentne idiopatske skolioze, da bi ugotovili ali je vadba lahko primarna metoda za zdravljenje skolioz. Kot nadgradnja prikazanih pristopov bo predstavljena študija primera, ki bo skušala predstaviti integralen pristop h konzervativnemu zdravljenju skolioze.

1.1 Anatomija hrbtenice in razvoj hrbteničnih krivin

Hrbtenica je več-segmentni organ, ki poteka od baze lobanje do medenice in je glavni del aksialnega skeleta. Nosi glavo, ramenski obroč z obema rokama ter trup. Sestavljena je iz 33 do 34 vretenc, ki se večajo v smeri od vratu navzdol in prenašajo težo telesa. Pri odraslem človeku je hrbtenica v čelni ravnini ravna, v bočni pa se kaže značilna ukrivljenost v obliki dvojne črke S. Tako je v vratni in ledveni hrbtenici krivina usmerjena ventralno, kar predstavlja vratno ter ledveno lordozo, v prsnem in križnično-trtičnem

predelu pa je usmerjena dorzalno, kar predstavlja prsno in križnično-trtično kifozo (Moore & Dalley, 1999). Prsna in križnična krivina sta primarni krivini, saj se razvijeta že v obdobju zarodka, medtem ko sta vratna in ledvena sekundarni ravnini. Prva se razvije pri dvigovanju, slednja šele pri hoji in pokončni drži (Cemič, 1997).

Celotna hrbtenica omogoča pokončno držo telesa, nudi telesu oporo, ravnotežje ter omogoča gibljivost trupa in glave. Pokončna drža je dinamičen položaj telesa, ki se zoperstavlja težnosti in jo vzdržujemo z mišicami (Cemič, 1997). Pomembno vlogo imajo obhrbtenične, trebušne in druge mišice trupa, kakor tudi stabilizatorji medeničnega obroča, ki zagotavljajo dodatno dinamično podporo skeletu hrbtenice (Šarabon & Zupanc, 2004). Ker predstavlja osrednji steber telesa, nanjo delujejo različne sile, od kompresijskih sil, fleksijskih sil, torzijskih sil in včasih tudi razteznih sil. Drža telesa se neprestano spreminja z rastjo ter celo preko dneva. Nanjo vpliva več dejavnikov, med katere sodijo anatomske in psihofizične dejavniki, sam razvoj hrbtenice pa je povezan z razvojem vretenc oziroma z nastajanjem hrustančne hrbtenice (Srakar, 1994). Dokler se proces okostenitve ne konča, fiziološke krivine niso stabilne in se pri ležanju izgubijo, hrbtenica pa je izredno gibljiva in pod močnim vplivom dejavnikov, ki oblikujejo držo telesa ter omogočajo razvoj raznih nepravilnosti (Cemič, 1997). Te so lahko posledica notranjih vzrokov, ki so povzročitelji tako imenovanih genetskih nepravilnosti in zunanjih vzrokov, ki izvirajo iz okolja in jih lahko pridobimo v procesu razvoja in rasti. Notranji vzroki so predvsem posledica odstopanja v strukturi ali funkciji določenih organskih sistemov, kot na primer v gibalnem sistemu. Sem prištevamo tudi vsako pospešeno ali neskladno obdobje razvoja mišičja in kosti, kar zmanjšuje sposobnost gibalnega sistema in posledično vodi do neustreznih sprememb skeleta. Med zunanje vzroke največkrat štejemo razne obremenitve, ki prisilijo naše telo v nepravilno držo (Stokes & Gardner, 1999). Nepravilno držo opredeljujejo nenormalnosti v položaju in obliki hrbtenice, ramen in spodnjih okončin (Srakar, 1994). Ena od teh nepravilnosti je skolioza, ki lahko nastane zaradi nepravilne telesne drže in drugih nenormalnosti, lahko pa je posledica čisto drugih dejavnikov.

1.2 Živčno-mišično upravljanje trupa

Pri tem, da je hrbtenica oziroma celotna drža stabilna, igrajo pomembno vlogo mišice stabilizatorjev trupa. Te, medtem ko stabilizirajo trup, proizvajajo in absorbirajo sile, ki delujejo na naše telo (Sharrock, Crooper, Mostad, Johnson & Malone, 2011).

Hrbtenico stabilizirajo trije podsistemi. Pasivni, aktivni in nadzorni podsistem. Za optimalno stabilizacijo je potrebno koordinirano delovanje vseh treh. Pasivni podsistem vključuje vretenca, sklepe hrbtenice in njihov nadzor segmentalnega gibanja. Aktivni podsistem sestavljajo mišice in kite, ki obdajajo hrbtenico in proizvajajo silo, s katero zagotavljajo stabilnost, medtem ko je nadzorni sistem sestavljen iz živčnih struktur, ki sprejemajo informacije ter določajo potrebo po stabilizaciji hrbtenice in vplivajo na aktivni podsistem, ki hrbtenici zagotavlja potrebno stabilnost (Panjabi, 1992).

1.2.1 Pasivni podsistem

Pasivni sistem, ki zagotavlja stabilnost hrbtenice in medeničnega obroča, zajema vretenca, medvretenčne ploščice, črevnici, križnico in obdajajoče ligamente. Celoten sistem je okrepljen z zapleteno urejenostjo vezivnega tkiva, ki vključuje vse ligamente hrbtenice in medeničnega obroča (Willard, 1997). Sistem ligamentov je dodatno okrepljen na zadnji strani s torakolumbalno ovojnico, ki se narašča na supraspinalne ligamente. Interosalni in kratki dorzalni sakroiliakalni ligamenti potekajo od križnice in se naraščajo na črevnico blizu sklepnih površin. Med ventralno fleksijo križnice se napetost teh ligamentov poveča, kar povzroči trenje na sklepnih površinah in s tem tudi večjo stabilnost sakroiliakalnih sklepov (Sturesson, Selvik & Uden, 1989).

1.2.2 Aktivni podsistem

Mišice, ki ohranjajo hrbtenico in medenico v nevtralnem položaju ter stabilizirajo hrbtenico, so poleg hrbtnih mišic abdominalne mišice, ki jih sestavljajo: kot najpomembnejša *musculus transversus abdominis*, *musculus obliquus internal* ter *external* in *musculus rectus abdominis* (Cresswell, Oddsson & Thorstensson, 1994). Preko torakolumbalne ovojnice so povezane zgornje in spodnje okončine, kar omogoča povezavo zgornjih/spodnjih ter levih/desnih delov kinetične verige. Torakolumbalna ovojnica je povezana tudi z *musculus obliquus internal* in *musculus transversus abdominis* in ima pomembno vlogo pri ohranjanju stabilizirane hrbtenice (Young, Herring, Press & Casazza, 1996). Temelj stabilizatorjev pa predstavljajo mišice kolka ter mišice medeničnega dna (Hodges, 2003).

Watkins (1997) deli mišice stabilizatorjev hrbtenice in medenice v tri skupine glede na njihovo vlogo oziroma prispevek mišic k lokalni in/ali splošni stabilizaciji:

Lokalni stabilizatorji hrbtenice

- *musculus transversus abdominis*
- *musculus multifidus*
- mišice medeničnega dna

Splošni stabilizatorji hrbtenice

- *musculus obliquus internus*
- *musculus obliquus externus*
- torakalni ekstenzorji hrbtenice (*musculus longissimus thoracis*, *musculus spinalis thoracis*, *musculus semispinalis thoracis*)
- *musculus latissimus dorsi*

Splošni stabilizatorji medenice

- *musculus gluteus maximus* in *musculus latissimus* na kontralateralni strani
- *musculus obliquus internus abdominis* in *musculus obliquus externus abdominis* ter adduktorne mišice kolčnega sklepa na kontralateralni strani, *linea alba*, *musculus transversus abdominis*

- musculus gluteus medius in adduktorne mišice kolčnega sklepa na kontralateralni strani

Pozornost dosedanjih raziskav je usmerjena na vlogo mišice transversus abdominis in mišice multifidus ter na njuno vlogo stabilizacije. Musculus transversus abdominis je najgloblja mišica in naj bi bila posebej odgovorna za ohranjanje drže, medtem ko je musculus multifidus mišica izrazit tonični stabilizator. Mišici sta segmentalno povezani z ledveno hrbtenico in zaradi tega lahko omogočata stabilnost segmentov (Hodges, Cresswell & Thorstensson, 1999).

1.2.3 Nadzorni podsistem

Nadzorni podsistem nadzoruje in vpliva na kakovost delovanja aktivnega podsistema. Sprejema informacije iz mehanskih receptorjev, ki se nahajajo v mišicah ter vezivnem tkivu, in na podlagi sprejetih signalov določi specifične zahteve za stabilnost hrbtenice. Stabilno hrbtenico zagotavlja ustrezna togost med posameznimi segmenti hrbtenice. To so nizki nivoji mišičnih aktivacij, ki so potrebni za ohranjanje stabilnosti trupa. Pogoji za to je ustrezen živčno-mišični nadzor, kar pomeni, da živčni sistem aktivira mišice ob pravem času, v pravi meri in v optimalnem zaporedju ter jih nato sprosti. Napetost posamezne mišice se po potrebi prilagaja, zahteve po napetosti posameznih mišic pa so odvisne od dinamičnega položaja telesa, od položaja rok, zunanjih bremen ter inercij različnih mas (Panjabi, 1992).

Na telo torej delujejo mehanske motnje, ki jih povzročijo notranje ali zunanje sile. Nadzorni podsistem uravnava delovanje mišic glede na motnje na dva načina. Za ohranjanje stabilnosti v primeru pričakovanih motenj nadzorni podsistem koordinira in sproži mišične aktivnosti pred hotenim gibom oziroma notranjo motnjo. To imenujemo anticipacijske posturalne prilagoditve in so programirane v višjih centrih centralnega živčnega sistema (Bouisset & Zattara, 1987). Če so motnje nepričakovane, nadzorni podsistem odreagira s hitrim prenosom informacij, tako imenovanim refleksnim odzivom, kar imenujemo posturalne refleksne reakcije. Refleksni odzivi skupaj z intrinzično togostjo mišice predstavljajo mišično togost, ki je opredeljena kot razmerje med spremembo dolžine in spremembo sil (Johansson, Sjölander & Sojka, 1991). Intrinzična

togost je v nasprotju od refleksnih odzivov odvisna od visokoelastičnih značilnosti mišice, obstoječih aktinsko-miozinskih mostičkov in rekrutacije mišice v stanju pred motnjo. Za dinamično ohranjanje drže sta potrebni obe vrsti mišične togosti (Moorhouse & Granata, 2007).

1.3 Strukturne nepravilnosti hrbtenice

Skolioza je definirana kot trirazsežnostna rotatorna deformacija hrbtenice in telesa, ki se z rastjo povečuje in je izmerjena po Cobbu v stoječem položaju večja od 10° (Gorenšek, 2002). Poleg rotacije vretenc je značilen stranski odklon od normalne vertikalne osi hrbtenice ter sprememba fiziološke prsne krivine v sredinski ravnini. Pojav skolioze je najpogostejši v dobi adolescence. Ker skolioza z rastjo večinoma napreduje, je kritično obdobje hitre rasti, tako imenovano obdobje pubertete. Poznamo dve obdobji hitre rasti, prvo obdobje traja od rojstva do tretjega leta starosti, vmes je tako imenovano obdobje počasnejše vendar stalne rasti, ki mu sledi obdobje adolescentne pospešene rasti (Duval-Beaupere & Lamireau, 1985). V teh obdobjih so potrebni pogosti nadzori (navadno 4 – 12 mesecev). Ko se rast ustavi, se navadno ustavi tudi napredovanje skolioze. Le skolioze, ki presegajo vrednosti $\sim 30^\circ$ in več, se lahko še vedno slabšajo. Skolioza tako ni bolezen, temveč je posledica različnih nepravilnosti kot tudi bolezenskih procesov (Berden, 2000). Skolioze niso vedno posledica strukturnih nepravilnosti hrbtenice temveč lahko nastanejo zaradi začasnih motenj v hrbtnih mišicah, ki vzdržujejo normalno držo, bodisi zaradi neenake dolžine okončin ali fiksiranih kontraktur v kolku. Te skolioze imenujemo funkcionalne oziroma nestrukturne skolioze, za katere je značilno, da niso prave skolioze, saj ne vključujejo rotacije vretenc, in izginejo v ležečem položaju, v predklonu ali odklonu v smeri izbočenja krivine in so popravljive, če odpravimo njihov vzrok (Srakar, 1994).

Skolioze, ki nastanejo zaradi prirojenih motenj v razvoju vretenc, trajnih motenj v posturalni aktivnosti ali zaradi drugih bolezenskih procesov, kateri se odvijajo na vretencih oziroma spodnjih strukturah, imenujemo strukturne skolioze. Gre za nepopravljive deformacije, prisotne v vseh treh ravninah. Podrobneje jih lahko razdelimo na:

Kongenitalne skolioze, ki nastanejo kot posledica kongenitalnega nepravilnega razvoja hrbtenice, kar povzroči povečano lateralno ukrivljenost hrbtenice. Vzrok nastanka je lahko deformacija ali segmentacija ali pa sta prisotni obe motnji hkrati. Za kongenitalno skoliozo je značilno, da se pojavi že zelo zgodaj v embrionalnem razvoju. Uspešnost zdravljenja je odvisna od čimprejšnje postavitve diagnoze, ko skolioza še ni napredovala (Naranda, 2012).

Idiopatske skolioze, ki so najbolj pogoste in predstavljajo kar 90 odstotkov vseh pacientov s skoliozo. Etiologija idiopatske skolioze je še vedno neznana, zanjo je značilna progresivna strukturna okvara kot posledica nenormalne asimetrične rasti hrbtenice (Brecelj, 2000). Za idiopatske skolioze je značilno, da se pojavljajo znotraj družin, vendar jasne genetske podlage zanjo ni. Pojavlja se v vseh treh življenjskih obdobjih in jo podrobneje lahko razdelimo na:

- *Infantilne skolioze*, ki se razvijejo v prvih treh letih življenja brez znanega vzroka. Najbolj pogoste so levostranske torakalne skolioze, ki so največkrat prisotne pri dečkih. Večina infantilnih skolioz se pozdravi in izgine spontano brez zdravljenja, le 15% se jih poslabša in razvije v težko obliko skolioze, ki jo je potrebno zdraviti (Baebler, 2000).
- *Juvenilne skolioze* se pojavijo v starosti od četrtega do desetega leta starosti, prav tako brez vidnega vzroka in so skoraj vedno progresivne (Gabos, 2006).
- Skolioze, ki se razvijejo v starosti nad deset let, imenujemo *adolescentne*, vzrok nastanka prav tako ni znan. Najpogostejše so desnostranske torakalne skolioze ter kombinirana primarna desnostranska prsna in levostranska ledvena krivina hrbtenice pri deklicah.

Živčno-mišične skolioze so simptomi določenega stanja in so ene resnejših in najbolj pogostih zapletov pri pacientih z živčno-mišičnimi boleznimi. Živčno-mišične skolioze zmanjšajo sposobnost samostojnega sedenja in so pogost vzrok za nemobilnost pacienta. Operativna terapija je ena od rešitev teh skolioz in je izvedena v zgodnji fazi bolezni, ko se krivina šele razvija (Gorenšek, 2006).

Degenerativne skolioze se pojavijo pri starostnikih, nad 65 let. Povzročajo bolečino in togost v sprednjem in spodnjem delu hrbtenice, kar se odraža kot odrevenelost in šibkost v stopalih. Pri degenerativnih skoliozah zdravljenje zaradi simptomov ni osredotočeno na upočasnitev ukrivljenosti ampak na lajšanje bolečin (Ullrich, 2007).

1.4 Adolescentna idiopatska skolioza

Izraz adolescentna idiopatska skolioza je prvič uporabil Kleinberg leta 1922. Opisana je kot torzijska deformacija hrbtenice, ki združuje translacijo ter rotacijo nedoločenega števila vretenc (Dobousset, 1992). Pojavi se pri navidezno zdravih mladostnikih in se slabša kot posledica različnih faktorjev in njihovih interakcij med vsemi obdobji hitre rasti. Njen nastanek je neznan in je verjetno posledica različnih vzrokov. Nekateri jo opisujejo kot znak sindroma z različno multifaktorialno etiologijo. Skoraj vedno se manifestira kot singularna deformacija, raziskave lahko pokažejo tudi druge pomembne subklinične znake (Grivas, Samelis, Chadziargiropoulos & Polyzois, 2002). Zanimivo je, da je pogosto viden geometrijsko raven hrbet. Deformacija trupa ter asimetrija hrbta korelirata z deformacijo hrbtenice, vendar kljub očitni korelaciji le ta lahko močno variira (Kotwicki, Kinel, Stryla & Szulc, 2007).

Scoliosis Research Society meni, da lahko potrdimo deformacijo hrbtenice, ko ta preseže 10° ali več, ter lahko prepoznamo aksialno rotacijo, ki jo izmerimo na vretencu, ki je najbolj deformirano. Moramo pa se zavedati, da je strukturno skoliozo možno opaziti že pod 10° (Xiong, Sevastik, J. A., Hedlung & Sevastik, B. 1994). Izostanek zdravljenja lahko vodi v resne deformacije trupa, ki omejijo zmogljivost in funkcionalno biomehaniko prsnega koša, mobilnost, splošno gibljivost hrbtenice ter zmožnosti za delo in vse faktorje povezane s kakovostjo življenja. Napredovanje adolescentne idiopatske skolioze je pogostejše pri dekletih med obdobji hitre rasti v puberteti.

1.4.1 Klasifikacije idiopatske skolioze

Skozi leta so se predlagale različne klasifikacije idiopatske skolioze, vendar vse niso bile tako pomembne za konzervativno zdravljenje ali namene raziskovanj. Predstavili bomo najbolj pomembne in uporabljene v kliničnih praksah.

Kronološka klasifikacija

Idiopatske skolioze lahko klasificiramo glede na leta pacienta, pri katerem se je razvila skolioza, oziroma je bila le ta potrjena. Gre za pomembno klasifikacijo, saj je čas med tem, ko prepoznamo skoliozo, in medtem, ko se rast ustavi, zelo pomemben. Kasneje kot prepoznamo skoliozo, bolj lahko napreduje.

Skolioze, ki spadajo pod kronološko klasifikacijo in smo jih že opisali v poglavju strukturne nepravilnosti hrbtenice, so: kongenitalne skolioze, infantilne skolioze, juvenilne skolioze ...

Klasifikacija po kotu

Metoda merjenja kota skolioze, ki se ga izmeri v stoječem frontalnem položaju po Cobbu, je ena izmed najbolj uporabljenih metod kot tudi ena izmed odločilnih za sprejemanje odločitev v procesu zdravljenja idiopatske skolioze. Predlagane so bile različne klasifikacije, ki temeljijo na podlagi teh meritev, vendar noben sistem ni pridobil na taki veljavnosti kot Cobbov sistem merjenja kota. Kljub temu pa še vedno veljajo nekateri dogovori, veljavni za vse:

- skolioza, ki ne preseže 10° , ni diagnosticirana kot skolioza.
- skolioza, ki preseže 30° , ima povečano tveganje za poslabšanje v odrasli dobi, kakor tudi povečano tveganje za zdravstvene zaplete ter zmanjšano kakovost življenja.
- za skolioze, ki presežejo 50° , je skoraj gotovo, da bodo napredovale tudi po končani rasti in bodo zagotovo povzročile zdravstvene težave ter omejile kvaliteto življenja.

Iz omenjenih dogovorov in ob upoštevanju, da je merilna napaka po Cobbu 5%, se odloča o vrsti zdravljenja skolioze. Odločitve vključujejo splošno priznani prag, pri katerem je potrebna operacija (45–50°), ter cilje konzervativnega zdravljenja.

Topografska klasifikacija

Preostale najbolj pogoste klasifikacije idiopatske skolioze zajemajo anatomske predel hrbtenice ali trupa v čelni ravnini. Ponsetijeva klasifikacija deli skoliozo v štiri glavne tipe: torakalna, lumbalna, torako-lumbalna in S-krivina. Ta klasifikacija je najbolj poznana in pogosta ter je uporabljena pri konzervativnem kot tudi operativnem pristopu zdravljenja skolioz (Ponseti & Friedman, 1950). Ostala dva klasifikacijska sistema temeljita na anatomske strani deformacije hrbtenice, vendar ju tu ne bomo podrobneje obravnavali, saj kot smo omenili na začetku, vse klasifikacije niso tako pomembne za konzervativno zdravljenje, na katerega se osredotočamo.

1.4.2 Epidemiologija idiopatske skolioze

V približno 20% primerov skolioza nastopi kot sekundarni simptom zaradi delovanja drugih patoloških procesov. Ostalih 80% primerov predstavlja idiopatsko skoliozo. Adolescentna idiopatska skolioza s Cobb-ovim kotom nad 10° se pojavi pri splošni populaciji v širokem razponu od 0,93–12% (Grivas idr., 2007). Približno 10% teh primerov potrebuje konzervativno zdravljenje ter približno 0,1–0,3% primerov potrebuje operativno zdravljenje deformacije. Kot že omenjeno, adolescentna idiopatska skolioza veliko pogosteje napreduje pri ženskah. Ko Cobbov kot doseže 10–20°, je razmerje med obolelimi dekleti ter fanti približno isto (1,3:1), ta pa se poveča na 5,4:1 pri Cobbovem kotu, ki preseže 20–30°, ter 7:1 pri Cobbovem kotu nad 30° (Lonstein, 2006). Če deformacija preseže »kritično vrednost« (večina avtorjev navaja kot nad 30° in 50°), je večja možnost zdravstvenih zapletov v odrasli dobi, zmanjšana kvaliteta življenja, kozmetične deformacije, bolečina ter progresivno vse več funkcionalnih omejitev (Negrini idr., 2006).

1.4.3 Etiologija idiopatske skolioze

Motnje v strukturi vretenc, asimetrična struktura možganskega debla, senzorične ter ravnotežne motnje, motnje trombocitov, motnje v funkciji kolagena (Grivas, Burwell, Vasiliadis & Webb, 2006) ... se povezujejo z etiologijo adolescentne idiopatske skolioze, vendar primaren vzrok, zakaj se skolioza razvije, še vedno ni znan.

Motnje v sintezi melatonina

Eden od možnih vzrokov nastanka skolioze je motnja v sintezi melatonina. Rezultati raziskave, ki je bila izvedena na piščancih, katerim so umetno ustvarili deformacije hrbtenice ter jim dodatno vnašali melatonin, so pokazali zmanjšano pojavnost skolioz (Grivas, Vasiliadis & Rodopoulos, 2008). Isti avtorji so kasneje opazili znižane ravni seruma melatonina pri dekletih, ki so imele skoliozo. Drugi teh ugotovitev niso potrdili, tako lahko melatoninu trenutno pripišemo le omejeno vlogo v patogenezi skolioz.

Novejše raziskave so ugotovile, da lahko kalmodulin moti vrednosti ravni melatonina (Kindsfater, Lowe, Lawellin, Weinstein & Akmakjian, 1994). Kalmodulin je protein, ki ima receptorje za kalcijeve ione, s čimer lahko vpliva na kontraktilnosti skeletnih mišic, najdemo ga tudi v krvnih ploščicah. Raven kalmodulina je bila večja pri bolnikih s skoliozo, ki se je slabšala za več kot 10° v enem letu (Grivas, Burwell, Purdue, Webb & Moulton, 1991).

Neravnovesje centralnih otolitov

Druga teorija pravi, da skolioza lahko nastane zaradi pomanjkljivega posturalnega (nadzor ter upravljanje drže) ravnotežja (Guyton, 1976). To je podprla tudi študija Weiner-Vacher in Mazde (1998), ki pravi, da neravnovesje centralnih otolitov (ravnotežni kamenčki v ravnotežnem organu) in v vestibularnem živčevju lahko privede do neravnovesja vestiblo-spinalnega sistema (odgovoren za pokončno držo) in je tako možen faktor pri nastanku skolioze.

Asimetrija saccule

Opravljen je bil tudi študija, kjer so merili sacculo (Jain, Yoo, Rudisill & Tanaka, 2006). Saccula je posteljica senzoričnih celic v notranjem ušesu, ki prevaja gibanje glave v živčne impulze, ki jih nato interpretirajo možgani. Je zelo občutljiva na gibanje gor ali dol, kot na primer v dvigalu, pri čemer proizvaja rahel zvok občutljivosti, ki se ga da izmeriti. Pri pacientih, ki so sodelovali v študiji in so imeli idiopatsko skoliozo, so opazili asimetrijo saccule, medtem ko je pri pacientih, ki so bili zdravi, torej niso imeli skolioze, niso opazili.

Poškodbe možganskega debla

Druga študija opozarja na poškodbe možganskega debla (Tezuka, 1971). Živčne poti, ki vključujejo vizualne, vestibularne in propioceptivne aference, imajo ločeno medsebojno povezovanje v možganskem deblu. Poškodba na tem delu lahko vpliva na vse tri poti, prirojene poškodbe na tem mestu pa so povezane z skoliozo, kar sta potrdila tudi Dubousset & Thillard (1982).

Če povzamemo, etiologija skolioze še vedno ni povsem pojasnjena. Na podlagi različnih mnenj ter raziskav lahko predvidevamo, da gre za multifaktorialni izvor, kamor prištevamo neskladja v razvoju hrbtenice in trupa med avtonomnim in somatskim živčnim sistemom ... Omenjena mnenja se predvsem dopolnjujejo in ne zaključujejo. Hkrati pojasnjujejo kompleksnost dejavnikov in povezavo odnosov med deformacijo pri otrocih ter mladostnikih.

1.4.4 Vpliv deformacije

Skolioza je ena od deformacij hrbtenic, ki vpliva na kakovost gibanja. Spremembe v čelni in vodoravni ravnini so povezane s pomanjkanjem fiziološkega prilagajanja v čelni ravnini. Takšna tridimenzionalna deformacija se kaže kot sprememba v mehaniki telesa in povzroča asimetrijo gibanja, kar lahko opazimo pri hoji.

Vsaka oslabilitev v mišicah, skeletu ali živčnem sistemu je lahko razlog, zaradi katerega pride do sprememb v normalnem vzorcu hoje. Različne vrste patologije v hoji lahko nadomestimo z gibanjem različnih delov telesa. Lahko vključujejo večje sile in/ali spremembe v obsegu gibanja.

Sposobnost stoje in hoje pri pacientih s skoliozo

Različne študije so pri pacientih s skoliozo opazile spremembe v tridimenzionalnem gibanju ter poravnavi medenice, težave pri demonstraciji ravnotežja in stoje, dolgotrajno mišično aktivacijo ter asimetričnost EMG mišice gluteus maximus ter ekstenzornih mišic vzdolž ledvenega in prsnega dela hrbtenice. Zmanjšano hitrost hoje pri različnih nalogah, kot tudi večje površine nihanja ter asimetrijo v obremenjevanju nog v posameznih fazah hoje (Giakas, Baltzopoulos, Dangirfield, Dorgan & Dalmira, 1996; hen, Wang, Tsuang, Liao, Huang & Hang, 1998; Kiebzak, Kowalski, Kassolik, Opuchlik, Zarzycki, Kiljanski & Śliwiński, 2010; Syczewska, Łukaszewska, Górak & Graff, 2006; Stępień, Seyfried, Krawczyk in Graff, 2007).

Razlogi za spremembe vzorca hoje pri pacientih z skoliozo

Obstajajo različni vzroki, zakaj je hoja pri ljudeh z idiopatsko skoliozo drugačna. Sposobnost, da ostanemo v pokončni drži, je ključnega pomena za razvoj zmožnosti hoje. Stabilnost v mirni drži je določena z držanjem vertikalne osi telesa, primerne mišične aktivacije, mobilizacije sklepov, ravnotežja, strukture stopal ... Ti faktorji so bistvenega pomena tudi za vzorec hoje.

Poravnava – Usklajenost telesa

Razvoj človeškega telesa se začne simetrično – leva stran je popolnoma enaka desni. Prve razlike se začnejo pojavljati v 6. tednu starosti. Nadalje sile, ki delujejo na nas, oblikujejo naše telo. Razlike v čelni, sredinski in vodoravni ravnini lahko vplivajo na kvaliteto obremenitev naših stopal v stoji ter fazi opore pri hoji. Deformacija hrbtenice povzroči premik težišča telesa, spremeni položaj pritiska težišča in povzroči motnje ravnotežja ter zmanjša stabilnost stoje (Nault, Allard, Hinse, Le Blanc, Caron, Labelle & Sadeghi, 2002). Različni raziskovalci so opazili različne stvari pri dekletih z idiopatsko skoliozo: povečan anteriorni naklon medenice (Stępień, 2008), spremembe v fizioloških krivinah hrbtenice v sredinski ravnini (Duong, Mac-Thiong, Cheriet & Labelle, 2009), različni položaji v prostoru, zastopani z različno orientacijo medenice, ramen in lopatic so

značilni za osebe z različnimi tipi ukrivljenosti hrbtenice (desna torakalna, leva torakolumbalna in desna torakalna, leva lumbalna (Zabjek, Leroux, Coillard, Prince & Rivard, 2008)) in večjo amplitudo anteriorno-posteriornega premika medenice.

Mišična aktivnost

Tudi mišična aktivnost vpliva na stabilnost v mirni stoji in na vzorec hoje. Primarna funkcija mišic je stabilizacija telesa, pri čemer je posturalni nadzor odvisen od sodelovanja številnih mišic in mišičnih skupin (Haase, 2006). Pri osebah z idiopatsko skoliozo je bila opažena abnormalna pozicija lopatic ter različne mišične kontrakcije na obeh straneh prsne krivine pri stoji med dvigovanjem rok, večje kontrakcije spodnjega musculus trapeziusa na konveksni strani in manjša kontrakcija spodnjega musculus trapeziusa ter musculus serratus anterior na konkavni strani krivine v primerjavi z osebami, ki niso imele skolioze (Lin, Chen, W., Chen, P. & Tsauo, 2010). Opažene so bile tudi bistvene razlike v nadzoru drže. Razlike so bile predvsem v zgodnjem začetku in dolgotrajni aktivaciji levega musculus multifidusa na konveksni strani ledvenega dela hrbtenice in desnega musculus gastrocnemiusa na konkavni strani ledvenega dela hrbtenice. Rezultati teh raziskav so uporabni pri analizi hoje, saj tako musculus multifidus kot musculus gastrocnemius igrata pomembno vlogo (Haumont, Gauchard, Lascombes & Perrin, 2011).

Optimalna mobilnost

Optimalna mobilnost v sklepih kolka je eden od pogojev za učinkovito in koordinirano hojo. Kakršna koli omejitev na pasiven ali aktiven obseg gibanja, ki vključuje ekstenzijo, abdukcijo ali rotacijo, moti simetrijo hoje. Nekateri avtorji so v svojih študijah opazili, da so pri osebah s skoliozo prisotne disfunkcije v kolčnih sklepih. Rezultati njihovih raziskav kažejo, da ima večina pacientov s skoliozo asimetrijo v obsegu pasivne rotacije kolkov, ki izhaja iz prenosa na področju gibanja obeh sklepov kolka, (Kotwicki, Negrini, Grivas, Rigo & Maruyama, 2009), disfunkcijo kolkov v vodoravni in sredinski ravnini (Syczweska idr., 2006) in asimetrični položaj ter obseg gibanja v kolkih, ki je pri mnogih osebah s skoliozo posledica nepravilne prostorske orientacije medenice.

Poravnava medenice

Medenica je pri osebah s skoliozo poravnana drugače kot pri osebah, ki skolioze nimajo. Že z vidnim očesom je lahko zaznati nagnjenost v levo ali desno, kar lahko povežemo z usmerjenostjo krivine skolioze. Od poravnave medenice je odvisno, kako bo usmerjena krivina hrbtenice. Neprimerna usmeritev hrbtenice v čelni ravnini ima vpliv na pozicijo torakalne hrbtenice, prsnice, reber in vratu (Kiebzak idr., 2010), lateralni premik v čelni ravnini povzroči drugačno obremenitev desne ter leve sedne kosti in ustvari drugačno pozicijo desnega in levega kolčnega sklepa (Stępień, 2008). Kakšna bo obremenitev, je odvisno od tipa skolioze. Osebe z levo lumbalno krivino so nagnjene k prenosu obremenitve proti levi sedni kosti, medtem ko oseba z torakalno krivino navadno prenaša težo v smeri desne sedne kosti. Asimetrija v sedenju se lahko poveča med samimi dnevnimi aktivnostmi in eden od korakov k izboljšanju nadzora telesa tako v stoji kot pri hoji je izboljšanje kontrole telesa in medenice pri sedenju.

Pri stoji nepravilna poravnava medenice vpliva na različno obremenitev stopal, ki nadalje vodi v nepravilno strukturo stopal in s tem spremembo v orientaciji telesa. Predvsem orientacija medenice v vodoravni ravnini je eden od dejavnikov, ki vplivajo na pozicijo stopal. Tako rotacija medenice v desno premakne breme na lateralni del desnega stopala in posledično zniža medialni lok levega stopala. To lahko zopet povežemo z različnimi tipi skolioz. Omenjena posledica rotacije medenice je značilna za osebe z desno torakalno krivino (Stępień idr., 2007).

Vpliv deformacije na hojo

Faza opore

Gre za dotik stopala s podlago. Začne se s kontaktom pete s podlago in konča takrat, ko se palec odmakne od tal. Zahteva ustrezno mišično aktivacijo spodnjega dela telesa in kakršnikoli premiki v zgornjem delu telesa kažejo na motnjo, na primer v aktivaciji mišic. Pri osebah s skoliozo so opazili gibanje rok v fazi opore (Haumont idr., 2011).

Faza prenašanje teže

Hiter lateralni padec medenice pri zdravih ljudeh ustvari večje mišične aktivnosti (predvsem ekstenzorjev in abduktorjev kolka), ki upočasnijo gibanje. Motena funkcija teh mišic je lahko naslednji razlog asimetrije v hoji, kar so poudarili tudi v različnih študijah (Syczweska idr., 2006).

Faza srednje stoje

Težišče se običajno giblje k nogi, ki je med hojo v stiku s tlemi, medtem ko se druge okončine gibljejo naprej. Uskladitev telesa vpliva na samo obremenitev nog. Prenašanje težišča telesa k podpornem stopalu je mogoče zahvaljujoč pravilni mišični aktivnosti, kot so *musculus gluteus medius* in *maksimus* ter *musculus tensor fascia latae*. Natančna ocena fizične kondicije osebe s skoliozo v enojni podpori pogosto pokaže šibkosti abduktorjev kolka, predvsem na konkavni strani lumbalne krivine. Ta je po navadi povezana s prekomernim nagibom medenice na levo med enojno podporo na desni nogi. Kakršna koli deformacija teh mišic poveča padec medenice kontralateralne strani telesa in spremeni vzorec hoje.

Terminalna opora je izpolnjena s podporo druge noge za pridobitev stabilnosti. Ugotovljeno je bilo, da obstaja velika asimetrija med desno ter levo obremenjenostjo stopal pri osebah s skoliozo, opažene razlike pa so bile pogojene s tipom skolioz (Stępień idr., 2007).

Faza pred-nihanja

V tej fazi se obremenitev noge hitro zmanjša kot rezultat sprejemanja teže spodnjih okončin. Optimalen obseg gibanja v kolku je še vedno eden od pogojev potreben za normalno hojo.

Faza nihanja

Še vedno ni znano, kaj se zgodi v tej fazi pri osebah s skoliozo. Mnogi avtorji analizirajo fazo opore, za katero menijo, da predstavlja najbolj pomemben problem pri hoji. V normalni hoji je vrh akcije za trebušne mišice med pozno fazo srednje stoje ter terminalno oporo. Strukturne deformacije hrbtenice in prsnega koša pri osebah s skoliozo so lahko faktorji, ki motijo pravilno funkcijo mišične verige, ki vključuje trebušne mišice.

1.4.5 Zgodovina zdravljenja idiopatske skolioze

Skoliozo so zdravili že v 16. stoletju z raztezanjem in pritiski hrbtenice, s katerimi so skušali izravnati krivino. V tridesetih letih 20. stoletja so skušali uravnotežiti moč mišic na obeh straneh hrbtenice, s posebnim programom fizioterapije, in s tem vplivati na krivino. Uspelo jim je »zmehčati« krivino ter jo nekoliko zmanjšati, vendar izravnava ni bila trajna. Krivino so kasneje skušali izravnati stezniki ali ortoze, ki jih uporabljamo še danes. Uveljavljati so se začele tudi operacije skolioz, saj so postali operativni posegi čedalje manj tvegani. S tem je na veljavi pridobilo operativno zdravljenje, kar je imelo negativen učinek na razvoj konzervativnih pristopov zdravljenja (Pleničar-Čuček, 2010).

2 NAMEN IN CILJI

Namen diplomskega dela je podrobneje predstaviti adolescentno idiopatsko skoliozo, pregledati literaturo obstoječih gibalno-terapevtskih pristopov ter jih opisati in predstaviti študijo primera.

Cilji, ki smo si jih zastavili v diplomskem delu:

C1: Opisati osnovne funkcionalno anatomske in biomehanske značilnosti hrbtenice ter strukturne nepravilnosti v čelni ravnini;

C2: Predstaviti etiologijo in značilnosti skolioz, vrste skolioz in podrobneje opisati adolescentno idiopatsko skoliozo;

C3: Napraviti pregled literature, ki obravnava gibalne pristope za zdravljenje adolescentne idiopatske skolioze;

C4: Predstaviti študijo primera adolescentne idiopatske skolioze.

3 HIPOTEZE

Hipoteze, ki jih bomo preverjali, so naslednje:

H1: Sistematični pregled gibalno - terapevtskih pristopov bo pokazal učinkovitost pri obravnavi adolescentnih idiopatskih skolioz.

H2: Študija primera bo pokazala učinkovitost pri zdravljenju adolescentne idiopatske skolioze.

4 METODE DELA

4.1 Pregled literature

Naloga bo monografsko delo s področja adolescentne idiopatske skolioze. Uporabljali bomo strokovne članke in nasvete iz literature (revije, internet, konference,...) v slovenskih knjižnicah ter pregledali sistematične pregledne članke in meta analize strokovnih člankov. Pregledali bomo znanstvene članke, pridobljene na spletnem portalu Medline. Uporabljeni iskalni nizi so: Adolescent idiopathic scoliosis, Therapy for adolescent idiopathic scoliosis, Manual therapy for adolescent idiopathic scoliosis, Physical therapy for adolescent idiopathic scolios, Exercises for adolescent idiopathic scoliosis. Na podlagi teh člankov bomo sklepali o najbolj uporabnih in učinkovitih gibalnih pristopih, ki jih bomo opisali na naslednjih straneh.

Naloga bo temeljila na poznavanju tako tuje kot tudi domače literature o gibalno - terapevtskih pristopih za zdravljenje adolescentne idiopatske skolioze.

4.2 Študija primera

Drug del diplomske naloge predstavlja študija primera.

Celotna raziskava je delo mentorja Nejca Šarabona in je temeljila na kvalitativni metodologiji. Podatke o pacientu smo pridobili na osnovi študije primera pacienta s skoliozo, in sicer s pomočjo intervjuja pacienta in medicinske dokumentacije. Informacije o pacientu smo pridobili s postavljanjem odprtih vprašanj, opazovanjem in ocenjevanjem pacientovega zdravstvenega stanja.

Obravnavali smo pacienta starega devet let, z levo stransko prsno skoliozo. Preden smo sestavili vadbeni program smo izvedli določene meritve, ki so predstavljene v spodnji tabeli.

Tabela 1: Rezultati uvodnih meritev

Meritev	Začetno stanje
Čelna deviacija drže pri stoji	Očitna asimetrija
Čelna deviacija drže pri predklonu	Očitna asimetrija
Pasivna gibljivost	
Upogib kolka ob iztegnjenem kolenu	72°
Izteg kolka	18°
Odmik kolka	45°
Primik kolka	30°
Notranji rotacija kolka	20°
Zunanja rotacija kolka	35°
Schoberjev test ledvenega dela hrbtenice	9 cm
Schoberjev test ledveni in prsni del hrbtenice	15 cm
Kinestezija	
Repozicijska napaka ledvenega dela hrbtenice	5,4°
Repozicijska napaka ledvenega in prsnega dela hrbtenice	6,7°
Ravnotežje med enonožno stojo	
Povprečna (center pritiska na podlago) CoP hitrost leva noga	18,4 mm/s
Povprečna CoP amplituda leva noga	14,6 mm
Povprečna CoP frekvenca leva noga	2,6 Hz
Povprečna CoP hitrost desna noga	16,1 mm/s
Povprečna CoP amplituda desna noga	11,9 mm
Povprečna CoP frekvenca desna noga	2,5 Hz
Simetrija obremenjevanja nog	
Pokončna stoja – indeks simetrije med desno in levo nogo	7,5 %
Pol-čep – indeks simetrije med desno in levo nogo	11,8 %
Polni – čep – indeks simetrije med desno in levo nogo	15,3 %
Jakost trupa	
Izteg trupa	153 Nm
Upogib trupa	101 Nm
Bočni upogib – leva stran	139 Nm
Bočni upogib – desna stran	121 Nm
Lokalna mišična vzdržljivost – izteg trupa	62 s
Samodejne stabilizacijske (re)akcije trupa	
Anticipacijska aktivnost (APA) – musculus multifidus levo	+ 34 ms

APA – musculus multifidus desno	+ 49 ms
APA – musculus obliques externus levo	+ 112 ms
APA – musculus obliques externus desno	+ 88 ms
Pričakovani refleksni odgovor (PRR) – musculus multifidus levo	122 ms
PRR – musculus multifidus desno	147 ms
PRR – musculus obliques externus levo	129 ms
PRR – musculus obliques externus desno	132 ms

Iz tabele lahko razberemo, da ima pacient vidno asimetrijo v čelni deviaciji drže pri stoji ter predklonu. Ima rahlo zavrtlo gibljivost kolkov, predvsem pri upogibu, iztegu ter rotacijah kolka.

Vrednosti ravni kinestetičnih funkcij trupa, kot jih izmerimo s povprečno napako repozicije, so visoke ($5,4^{\circ}$ in $6,7^{\circ}$ za ledveni oziroma prsni del). Prav tako so visoke vrednosti pri ravnotežnih nalogah, ki vključujejo hitrost, amplitudo ter frekvenco centra pritiska na podlago pri enonožni stoji, kot tudi pri nalogah, ki vključujejo simetrijo obremenjevanja nog pri stoji, v pol-čepu ter v polnem-čepu.

Potrebno bi bilo izboljšati tudi jakost večine merjenih gibov trupa ter samodejne stabilizacijske akcije mišic trupa v pogojih posturalnih refleksnih odgovorov (reakcija mišice na nenadno mehansko motnjo) in pri nalogah, ki zahtevajo anticipacijsko pred-aktivacijo z namenom razbremenitve trupa.

Slika 1: Rentgenski posnetek hrbtenice pred začetkom terapevtske obravnave pacienta



Foto: Arhiv avtorja

Iz rentgenskega posnetka (slika 8) lahko vidimo levo stransko ukrivljenost prsne hrbtenice, ki posledično učinkuje na nesimetrično postavitev medenice ter ramenskega obroča. Glede na tip ukrivljenosti hrbtenice lahko sklepamo o asimetriji mišic na levi strani hrbtenice, iz podatkov v tabeli pa lahko razberemo zakrčenost samih medeničnih mišic, ki zavirajo gibljivost upogiba, iztega ter rotacije kolka. Zaradi močnejših mišic na levi strani hrbtenice so posledično tudi večje vrednosti jakosti trupa pri bočnem upogibu v levo stran (139 Nm v primerjavi z desno stranjo – 121 Nm).

Po uvodnih meritvah smo zastavili cilje, ki jih želimo doseči v naslednjih treh do štirih mesecih. Naš cilj je izboljšati funkcionalno stabilnost ledveno-medeničnega predela, povečati fleksibilnost struktur, ki omejujejo gibanje kolka v smereh rotacij, upogiba in iztega, izboljšati funkcionalno mobilnost kolkov ob nadzoru ledveno-medeničnega predela, izboljšati jakost mišic trebušne stene in uporabo stabilizatorjev trupa.

5 PREGLED LITERATURE GIBALNO-TERAPEVTSKIH PRISTOPOV ZA ZDRAVLJENJE ADOLESCENTNIH IDIOPATSKIH SKOLIOZ

Največja težava pri zdravljenju skolioz je še vedno neznan vzrok nastanka in s tem nezmožnost delovanja direktno na vzroku deformacije. Vsi pristopi zato stremijo le k zmanjšanju simptomov deformacije. Cilji, na katere se osredotočajo pri zdravljenju skolioz, so: ustavitev napredovanja krivine, popraviti hujše deformacije ter zagotoviti stabilnost hrbtenice, kar pogosto dosega le z operativnimi posegi, vendar se ne zavedajo, da je tudi po operativnem posegu vadba temelj zdrave hrbtenice. Kljub temu, da železne palice držijo hrbtenico pokonci, še vedno potrebujemo za normalno delovanje celotnega telesa mišice, ki jih lahko dosežemo samo z vadbo. Isto velja za ortoze. Pomembno je tudi vedeti, da se rezultati ne pokažejo čez noč in da je gibalna terapija pri skoliozah doživljenjska, saj brez mišic hrbtenica ni stabilna. Ravno zato bi morali ortopedi dajati večji poudarek na konzervativno zdravljenje in z njim začeti takoj, ko je skolioza odkrita.

Dosedanji pregled člankov na temo gibalne terapije pri skoliozah kaže učinkovitost nekaterih metod zdravljenja, vendar trdnih dokazov, ki bi podprli ali ovrgli vlogo gibalne terapije pri zmanjševanju napredovanja skolioz, še ni (Negrini, Antonini, Carabalona & Minozzi, 2003).

5.1 Prospektivne kohortne študije

Prvi članek predstavlja raziskavo, ki zajema 74 pacientov z adolescentno idiopatsko skoliozo. Razdeljeni so bili v dve skupini, povprečna starost pacientov je bila 12 let. 35 pacientov (25 žensk ter 10 moških), ki so bili v prvi skupini, je izvajalo posebne vaje za skolioze (slika 1). 39 pacientov (27 žensk ter 12 moških) v drugi skupini je izvajalo splošno fizioterapijo. Povprečni Cobbov kot je na začetku znašal 15°.

Pacienti so vaje izvajali vsak dan, klinični pregledi so se izvajali vsakih 6 mesecev, rentgenski posnetki pa po 12 mesecih, ko je bila študija končana. Skupina, ki je izvajala posebne vaje za skolioze, je vadila dvakrat tedensko po 40 minut ter vsak dan po 5 minut. Vsaka 2 do 3 mesece so imeli 1,5-urno vadbo s šolanim fizioterapevtom, kjer so vaje nadgrajevali. Posebne vaje za skolioze temeljijo na aktivnem samo-popravljanju, katerega cilj je aktivirati refleksni odziv moto-nevronov. Vse vaje se osredotočajo na stabilizacijo hrbtenice bolj kot na samo mobilnost ter stremijo k izboljšanju tonusa mišic, ravnotežja ter koordinacije.

Slika 2: Primer posebnih vaj za skolioze, ki temeljijo na aktivnem samo-popravljanju



Foto: Arhiv avtorja

Skupina, ki je izvajala splošno fizioterapijo, je vadbo izvajala v skupinah 2–3-krat tedensko po dobro uro. V nekaterih primerih so vadbo izvajali tudi dnevno, sami doma. V članku ni podanega opisa vaj. Poleg tega je bilo od obeh skupin zahtevano, da se dnevno ukvarjajo z različnimi športi, kot dodatek k terapiji.

S končnimi meritvami so ugotovili izboljšanje Cobbovega kota pri 23,5% pacientov iz prve skupine ter 11,1% izboljšanje Cobbovega kota pri drugi skupini. Torej so posebne vaje za skoliozo primernejše za zdravljenje skolioze kot splošna fizioterapija (Negrini, S., Zaina, Romano, Negrini, A. & Parzini 2008).

Drugi članek opisuje raziskavo, v katero je bilo vključenih 15 pacientov s povprečno starostjo 13 let in z začetnim Cobbovim kotom med 20°–60°. 4 mesece so izvajali nadzorovano vadbo, ki je temeljila na stabilizaciji trupa ter moči rotacije trupa, in nato še nenadzorovano vadbo doma z elastičnimi trakovi, kot vadbo proti upor (slika 2).

Obe vadbi temeljita na stabilnosti trupa ter moči rotacije trupa, s katero razvijemo močne stabilizatorje trupa, ki vključujejo mišice trupa ter medenice in so pomembne za ohranjanje stabilnosti le teh. Imajo tudi ključni pomen pri prenosu moči, ki izhaja iz trupa, do ekstremitet, poleg stabilne hrbtenice pa so pomembne tudi za vsakdanje aktivnosti.

Slika 3: Primer vaje z elastičnim trakom

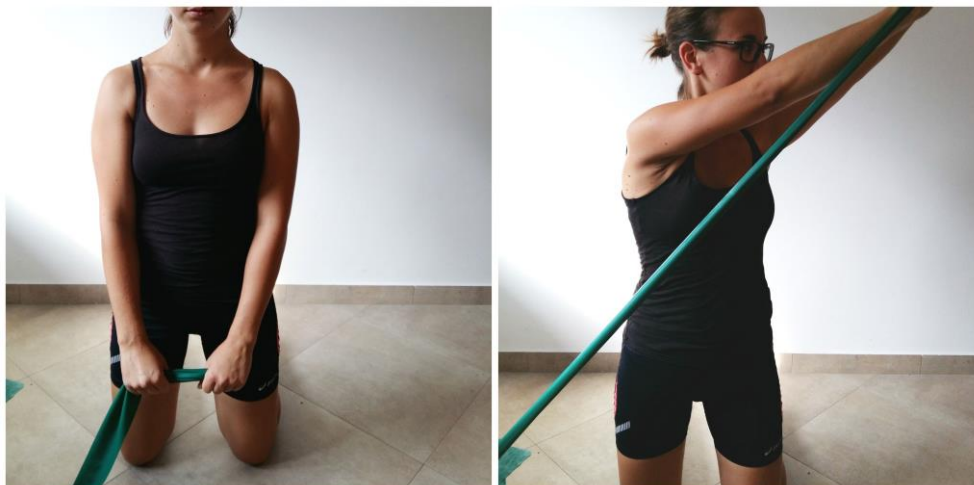


Foto: Arhiv avtorja

Paciente so klinično pregledali po štirih ter osmih mesecih. Po štirih mesecih, ki so vključevali 32 vadb po 25 minut, so opazili izboljšanje moči rotacije tudi do 50%. Tudi po štirih mesecih nenadzorovane vadbe so bile meritve iste. Vadba je sicer izboljšala samo moč rotacije trupa, ni pa vplivala na krivine hrbtenic, tako vadba za stabilizacijo trupa ter moč rotacije trupa ni primerna za zdravljenje skolioz (McIntire, Asher, Burton & Liu, 2008).

Avtorja tretjega članka sta izvedla nadzorovano študijo pacientov, ki so bili razvrščeni v skupine po spolu, starosti, Cobbovem kotu ter vzorcu krivine hrbtenice. 36 pacientov starih med 13 ter 17 let je bilo razdeljenih v pare ter v dve enaki skupini. Vsaka skupina je izvajala 4-tedenski program rehabilitacije za skolioze.

V prvi skupini je bilo 18 pacientov, ki so izvajali rehabilitacijo ter physio-logic program, ki temelji na simetrični mobilizaciji lordoze ter kifoze in asimetričnih vajah za izboljšanje posturalne korekcije v čelni ravnini. 18 pacientov v drugi skupini je kot kontrolna skupina izvajalo rehabilitacijo.

Slika 4: Primer vaje iz physio-logic programa s katerim povečamo ledveno lordozo ter zmanjšamo prsno kifozo



Foto: Arhiv avtorja

Povprečen Cobbov kot v prvi skupini je bil 34.5° ter 31.6° v kontrolni skupini. Povprečna starost prve skupine je bila 15 let ter 14 let v drugi skupini. 13 od 18-ih pacientov v obeh skupinah je nosilo ortoze.

Končne meritve so izvedli s topografijo (predstavlja metodo, s katero pridobimo površinske modele drže), kjer so opazovali povprečno lateralno deviacijo, povprečno površinsko rotacijo ter maksimalen kot kifoze. Meritve (prva skupina) so pokazale zmanjšanje lateralne deviacije, izboljšanje površinske rotacije ter nespremenjen kot kifoze, tako lahko zaključimo, da je vadba z rehabilitacijo ter physio-logic vadbo sicer

učinkovita, vendar bolj primerna kot dodatek k drugim vadbam za skolioze, saj so bile izboljšave krivin zelo majhne (Weiss & Klein, 2006).

Četrty članek poroča o raziskavi, v kateri je sodelovalo 50 pacientov, povprečne starosti 14 let. Vadili so po Schroth metodi, ki je trajala eno leto. Schroth metoda je specifična metoda za zdravljenje skolioz, ki hrbtenico zdravi tridimenzionalno. Vključuje dihanje, ko je hrbtenica rotirana, kar pomaga pri izboljšanju krivine, in k vsakemu pacientu pristopa posamezno, s čimer se prilagaja pacientu ter njegovemu stanju ter potrebam (slika 4).

Slika 5: Primer Schroth vaje, kjer z dihanjem lahko izboljšamo krivino hrbtenice

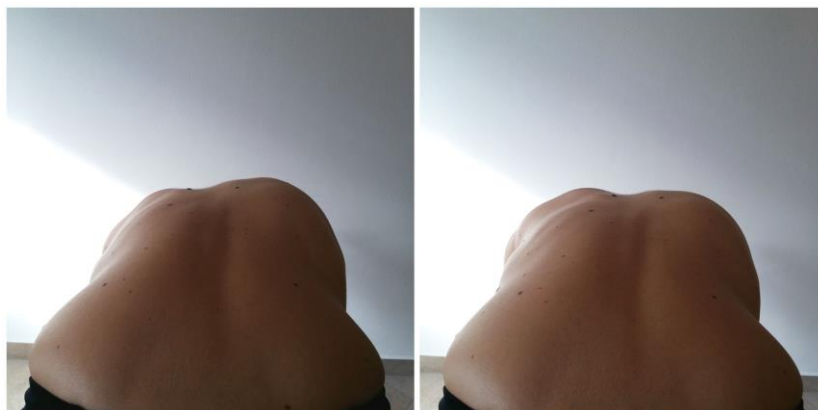


Foto: Arhiv avtorja

Pacienti so vadili 5-krat tedensko po štiri ure, prvih 6 tednov. Nato so po istem programu nadaljevali sami doma. Cobbov kot, vitalna kapaciteta ter mišična moč so bili izmerjeni na začetku študije ter nato po 6 tednih, 6 mesecih ter enem letu.

Cobbov kot se je po enem letu zmanjšal iz 26.1° na 17.85° . Vitalna kapaciteta, ki je na začetku znašala 2795 ml, je dosegla vrednost 3215 ml po končani študiji. Povečala se je tudi mišična moč, kar nakazuje, da je Schroth metoda zelo učinkovita kot metoda za zdravljenje skolioz (Otman, Kose & Yakut, 2005).

Za študijo, ki traja tako dolgo, moramo upoštevati tudi naravno zgodovino deformacije, ki lahko vpliva na izboljšanje ali slabšanje krivine.

Peti članek opisuje raziskavo 20 pacientov (18 deklet ter 2 fanta), starih med 11 in 17 let. Vrednosti Cobbovega kota so znašale od 15° do 41°. Dvakrat tedensko so izvajali vadbo za moč ter rotacijo trupa (isto vadbo so izvajali pacienti opisani v članku številka 2), dokler se krivina hrbtenice ni zmanjšala ali pa so zaključili skeletno rast. Končne meritve so pokazale izboljšanje krivine pri 16-ih pacientih. Ker se nikomur od 20 pacientov krivina ni poslabšala, so avtorji študije zaključili, da vadbe moči ter rotacije trupa pozitivno vplivajo na zdravljenje skolioze. Sam članek ne podaja podatka, koliko časa je trajala študija, pri čemer zopet lahko pomislimo na naravno zgodovino deformacije (Mooney & Brigham, 2003).

Weiss HR., Weiss G. & Petermann (2003) v šestem članku raziskujejo neodvisne skupine pacientov s skoliozo, ki so se usklajevali po starosti, spolu in izmerjeni pogostosti napredovanja krivine ($\geq 5^\circ$). Študija je vključevala 115 pacientov, ki so 6 tednov izvajali rehabilitacijski program za vzdrževanje posturalnega ravnotežja (slika 5). Kontrolna skupina ni izvajala nobene vadbe. Po končanih 6 tednih so pacienti dobili posebne programe, prilagojene vsakemu posamezniku, ki so jih morali izvajati sami doma.

Slika 6: Vaja za izboljšanje drže

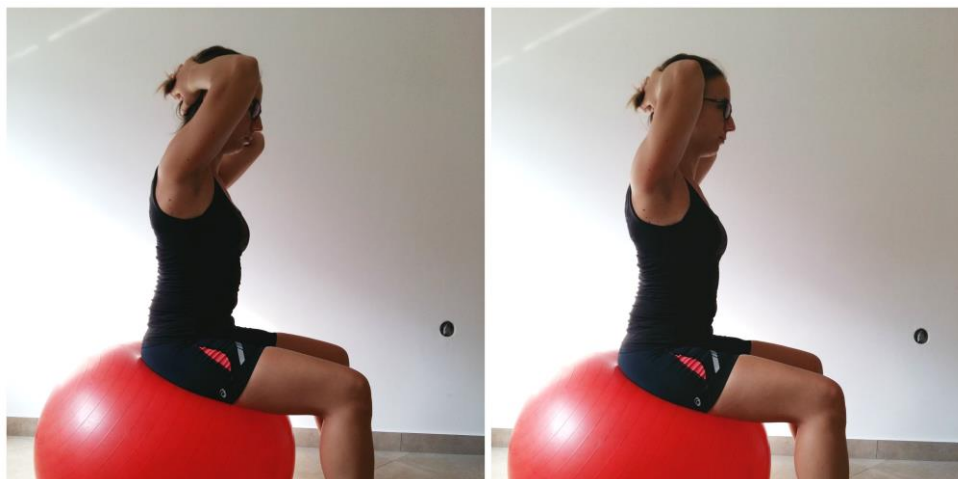


Foto: Arhiv avtorja

Po 35 mesecih vadbe so ugotovili višjo stopnjo napredovanja krivine v kontrolni skupini, ki ni izvajala nobene vadbe, kot pri skupini, ki je izvajala rehabilitacijski program, kar dokazuje, da vadba lahko pripomore k zmanjšanju krivin.

V sedmem članku sta El-Sayyad in Conine (1994) izvedla študijo 30-ih pacientov. Razdeljeni so bili v tri skupine –(a) vadba, (b) vadba in Milwaukee ortoza ter (c) vadba in električna stimulacija. Ker se v diplomski nalogi osredotočamo zgolj na konzervativne metode, bomo v ta namen izpustili skupini b in c. Skupina a je vključevala 10 pacientov, povprečne starosti 11 let. Vadbeni program je bil sestavljen iz dnevne aktivnosti doma ter vadbe trikrat tedensko pod nadzorom terapevta, ki je trajala 12 tednov.

Za merilno metodo so uporabili Moire topografijo. Končne meritve so pokazale izboljšanje krivine iz $20,37^\circ$ na $17,44^\circ$, iz česar lahko sklepamo, da vadba, ki so jo uporabili v študiji, pripomore k izboljšanju krivin skolioz.

Osmi članek opisuje študijo 107 pacientov, s povprečno starostjo 21 let. Izvajali so vadbeni program Katarine Schroth, ki je trajal 6 tednov (program, ki so ga izvajali tudi pacienti članka številka 4). Povprečen Cobbov kot je na začetku znašal $43,06^\circ$. Po končani terapiji se je zmanjšal na $37,96^\circ$. Končni rezultati so pokazali, da se več kot polovici pacientov stanje ni spremenilo, kar še vedno dokazuje delovanje Schroth metode, saj se krivina ni ne poslabšala, ne izboljšala (Weiss, 1992).

5.2 Retrospektivne kohortne študije

V raziskavo Mamyama, Kitagawala, Takeshita in Nakainure (2002) je bilo vključenih 69 pacientov z adolescentno idiopatsko skoliozo. Povprečna starost pacientov je bila 16 let. Izvajali so side-shift vadbo po končani skeletni rasti. Side-shift vadba so preprosti popravki, ki jih naredimo najmanj 30-krat čez dan. Primer, ki je prikazan na sliki 6: hrbtenico nagnemo na konkavno stran, kolikor nam omogoča gibljivost, zadržimo 10 sekund ter sprostimo nazaj v naš »normalni« položaj. Ta primer lahko uporabimo pri torakalnih krivinah ali torako-lumbalnih dvojnih krivinah.

Slika 7: Primer side-shift vaje



Foto: Arhiv avtorja

Paciente so spremljali maksimalno štiri leta, pri čemer se je Cobbov kot po končani terapiji zmanjšal z $31,5^\circ$ na $30,3^\circ$. Čeprav študija posebej omenja skeletno zrelost pacientov, se je njihova starost gibala med 11 in 27 leti in ni nikjer omenjeno, koliko jih je bilo starih manj kot 16 let ter so bili verjetno še v obdobju nezaključene rasti. Čeprav rezultati kažejo na izboljšanje krivine, se 44 pacientom krivina ni spremenila.

Dobosiewicz, Durmala, Czernicki in Jendrzejek (2002) so raziskovali 208 pacientov, katerih povprečna starost se je gibala okoli 14 let. Pacienti so izvajali asimetrično mobilizacijo trupa v strogo simetričnih držah (slika 7). Paciente so spremljali 6 mesecev, pri čemer so merili Cobbov kot ter aksialno rotacijo. Končni rezultati so pokazali zmanjšanje Cobbovega kota pri 33,6% pacientov, ki so imeli enojne skolioze, ter pri 26,1% pacientov, ki so imeli dvojne skolioze, torej dvojne krivine. Iz rezultatov lahko sklepamo, da vadba mobilizacije trupa pozitivno vpliva na zmanjšanje skolioze.

Slika 8: Primer vaje za mobilizacijo trupa



Foto: Arhiv avtorja

5.3 Študije primera

Chromy, Carey, Balgaard & Iaaizzo (2006) so izvedli pilotno študijo petih adolescentnih deklet, s starostjo 14–16 let. Začetni povprečni Cobbov kot je znašal 13,7°. Dekleta so izvajala vadbo z LTX 3000 napravo za rehabilitacijo ledvenega dela hrbtenice (predvsem razbremenitve), kar pomeni, da so morale imeti dekleta skoliozo v ledvenem predelu. Dekleta so naučili, kako same uporabljajo napravo, da so lahko samostojno vadila doma. Vsako dekle je sodelovalo pri treh laboratorijskih vadbah v obdobju petih mesecev: (1) prva vadba, (2) post-tretma po prvi vadbi (po treh mesecih samostojnega dela), (3) končna vadba po enem mesecu, torej na koncu 5 mesecev. Med samimi vadbami so zbirali podatke o obsegu gibanja, fleksiji, ekstenziji, lateralni fleksiji v obe smeri in obojestranski rotaciji hrbtenice. Med prvo in drugo vadbo so dekleta prosili, naj vadijo z LTX 3000 dvakrat dnevno po 10 minut.

Po končani študiji so rezultati pri večini deklet pokazali izboljšanje krivin za 8°, vendar se je po treh mesecih krivina zopet poslabšala, ko dekleta niso imela več nadzorovanih vadb in so samostojno vadila doma. Pomembno je tudi vedeti, da so bile vse krivine izmerjene v predelu T12 in L5. Ob predpostavki, da so vse pacientke imele skoliozo omejeno na to mesto, bi bila to še vedno zelo nenatančna meritev Cobbovega kota.

Tabela 2: Pregled člankov o zdravljenju adolescentne idiopatske skolioze z vadbo

Članek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Velikost vzorca (n)	74	15	36	50	20	115	10	107	69	208	5
Patologija	Povprečni Cobbov kot 15°	Začetni Cobbov kot med 20° in 60°	Lateralna deviacija, površinska rotacija ter kot kifoze	Povprečen Cobbov kot 26,10°	Cobbov kot v razponu od 15° do 41°	Izmerjena pogostost napredovanja krivine $\geq 5^\circ$	Povprečen Cobbov kot 20,37°	Povprečen Cobbov kot 43,06°	Povprečen Cobbov kot 31,5°	Cobbov kot in aksialna rotacija	Povprečen Cobbov kot 13,7°
Vrsta intervencije	Posebne vaje (prva skupina) splošna fizioterapija (druga skupina)	Vadba stabilizacije trupa in moči rotacije trupa ter vadba doma z elastičnimi trakovi	Rehabilitacija (druga skupina), physio-logic (prva skupina)	Schroth metoda	Rotacija trupa s poudarkom na treningu moči	Rehabilitacijski program za vzdrževanje posturalnega ravnotežja	Vadba doma ter 3-krat tedenska vadba pod nadzorom terapevta	Schroth metoda	Side-shift vadba po končani skeletni rasti	Asimetrična mobilizacija trupa v strogo simetričnih položajih	LTX 3000 rehabilitacija ledvenega dela hrbtenice
Trajanje intervencije	1 leto	8 mesecev	4 tedni	1 leto	Do zmanjšanje krivine ali zaključka skeletne rasti	35 mesecev	12 tednov	6 tednov	Spremljanje maksimalno 4 leta	Vsaj 6 mesecev	5 mesecev
Meritve in rezultati	Rentgenski posnetki, izboljšanje Cobbovega kota prve skupine – 0,67°	Izboljšanje moči rotacije, nespremenjene krivine	Topografija, izboljšanje ledvene deviacije in rotacije ter nespremenjen kot kifoze	Rentgenski posnetek, zmanjšanje Cobbovega kota na 17,85°	Rentgenski posnetek, brez slabšanja krivin	Rentgenski posnetek, poslabšanje krivine kontrolne skupine	Moire topografija, zmanjšanje krivine na 17,44°	Zmanjšanje Cobbovega kota na 38,96°	Zmanjšanje Cobbovega kota na 30,3°	Slabšanje krivine	Zmanjšanje Cobbovega kota za 8°, poslabšanje po treh mesecih nenadzorovane vadbe
Stopnja napake	Stopnja napake merjenja Cobbovega kota od 1,7° do 6,5°	Ni podano	3 mm za lateralno deviacijo, 1,5° za površinsko rotacijo ter 2,5° za kot kifoze.	Možnost naravne zgodovine deformacije	Ni podano	Ni podano	Moire topografija je dokaj nenatančna	Ni podano	Ni podano	Ni podano	Ni podano

V zgornji tabeli je zajet trenutni pregled literature, ki prikazuje pomanjkanje osnovnih podatkov pacientov, merjenj, stopnje napake, majhen vzorec in točen čas spremljanja, opise uporabljenih vaj ter pripomočkov in še precej drugih podatkov, tudi zaradi nedostopnosti člankov, kar vzbudi vprašljivost rezultatov. Študija za katero menimo, da je prinesla najboljše rezultate je študija, ki je izvajala Schroth metodo. Edina metoda, ki je poudarjala tridimenzionalno naravo skolioze, poleg moči poudarila tudi gibljivost, pravilno držo ter edina uporabila dihalne vaje, kot tehniko zdravljenja. Prav tako je edina metoda, ki poudarja individualni pristop in se osredotoča na dolgotrajen pristop, ne samo za čas intervencije. Medtem ko je takšne študije zelo težko izvesti, ugotovitve kažejo skromnost kakovostnih raziskav v povezavi z adolescentno idiopatsko skoliozo.

6 PRIMER GIBALNO-TERAPEVTSKE OBRAVNAVE

Po uvodnih meritvah ter zastavljenih ciljih smo izvedli štiri skupne vadbene enote. Program vadbe je pacient izvajal v domačem okolju, pod nadzorom dedka, v obdobju petih tednov. Prvi teden je bil zgolj demonstracijski, v drugem tednu je izvedel dve vadbene enoti, ki sta bili enakomerno razporejeni, tretji in četrti teden po tri vadbene enote ter peti teden po štiri vadbene enote. Po izteku prvega obdobja smo opravili dve srečanja, na katerih smo ugotovili stopnjo napredka ter nadgradili vadbeni program.

V nadaljevanju je predstavljen vadbeni program, ki ga je pacient izvajal prvo obdobje vadbene programa.

Uvodni del vadbene programa:

Pacient je ogrevanje začel z izmenično izvedbo naslednjih gibalnih vsebin, od katerih je vsaka trajala od 15 do 20 sekund:

- tek na mestu
- plazenje naprej
- poskoki z noge na nogo (vsako zadrži približno 1 sekundo)
- lazenje naprej

Drugi teden izvede najprej dva obhoda zgoraj naštetih vaj, tretji ter četrti teden izvede tri obhode ter peti teden štiri obhode celotnih vaj. Vmesni odmori so zelo kratki, največ 10 sekund, medtem ko je odmor med obhodi nekoliko daljši – 30 sekund.

Temu sledi vaja statičnega napenjanja trebušnega steznika leže na hrbtu, ki jo ponovimo 6-krat po 10 sekund drugi teden, 8-krat tretji teden ter 10-krat četrti in peti teden, vedno po 10 sekund.

Sledi drugi sklop obhodnih vaj. Drugi teden naredi 2 obhoda po 6 ponovitev, tretji ter četrti teden 2 obhoda po 8 ponovitev ter zadnji teden 2 obhoda po 10 ponovitev.

- izpadni korak naprej z rokami v odročanju
- izpadni korak nazaj z rokami v odročanju
- izpadni korak naprej z lateralno fleksijo

Glavni del vadbenega programa zajema vaje za mišično jakost in stabilnost trupa. Vsaka vaja ima določeno število ponovitev, obhodi se večajo z vsakim tednom. Drugi teden izvede 2 obhoda, tretji ter četrti teden 3 obhode in zadnji teden 4 obhode.

- izmenično diagonalno dviganje roke in noge v štirinožni opori (10x, slika 9)
- enonožna stoja na ravnotežnem disku s podajanjem žoge (30 s vsaka noga)
- lastovka – izmenično na eni in drugi nogi (8x)
- aktivno sedenje na ravnotežnem disku z dotikanjem oddaljenih točk v prostoru z nogami in rokami (30 s)
- bočni vlek s potiskom elastike (8x vsaka stran, slika 10)
- mali most na lopaticah z držanjem mehke žoge med kolena in izmenično dvigovanje stopal od tal (30s, slika 11)

Odmori med vajami so kratki – 20 s, med obhodi so odmori daljši – 2–3 minute.

Fant je v slednjih štirih vadbenih enotah za svojo starost pokazal veliko zavzetost in hitro napredovanje v usvajanju novih gibalnih vsebin. V drugem obdobju obhodna vadba ostaja enaka. Pri glavnem delu vadbenega programa smo vaje nadgradili ali dodali nove. Vadbene količine (število ponovitev, število obhodov in tedenska pogostost) ostajajo enake kot v prvem obdobju.

Slika 9: Izmenično diagonalno dvigovanje rok in nog v štirinožni opori



Foto: Arhiv avtorja

Slika 10: Enonožna stoja na ravnotežnem disku s podajanjem žoge



Foto: Arhiv avtorja

Slika 11: Lastovka



Foto: Arhiv avtorja

Slika 12: Aktivno sedenje na ravnotežnem disku z dotikanjem oddaljenih točk v prostoru z nogami in rokami



Foto: Arhiv avtorja

Slika 13: Bočni vlek s potiskom elastike

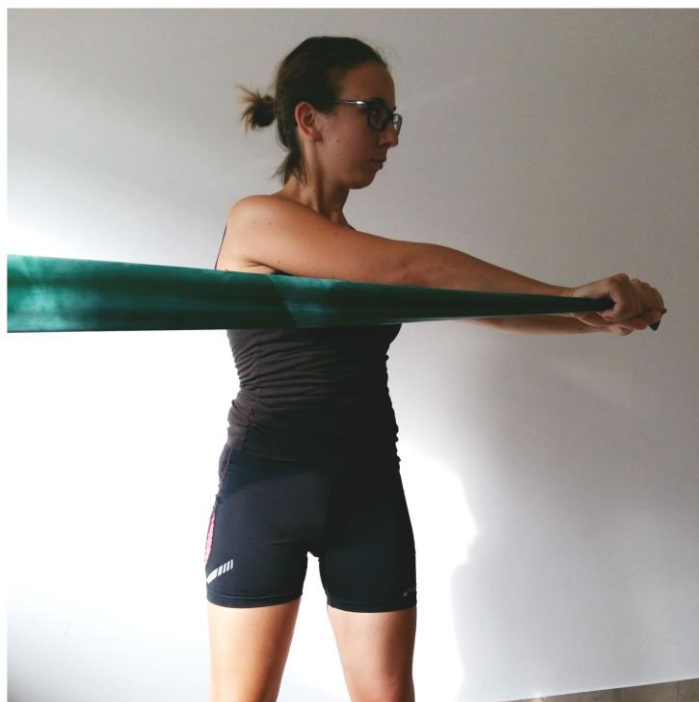


Foto: Arhiv avtorja

Slika 14: Mali most na lopaticah z držanjem mehke žoge med koleni in izmenično dvigovanje stopal od tal



Foto: Arhiv avtorja

Glavni del vadbenega programa drugega obdobja:

- klečanje na ravnotežnem disku z dvigovanjem uteži izpred bokov do višine prsi (10x)
- »gladiatorski potisk« brez uteži (8x, slika 12)
- enonožna stoja na ravnotežnem disku z dodatno nalogo (podajanje žoge ali seganje k žogi) (30s)
- met težke žogice iz aktivnega počepa z vzdrževanjem nevtralnega položaja hrbtenice (30s)
- počep z žogo iznad glave (v rokah) (10x, slika 13)
- izpadni korak s potiskom rok proti upor elastike (8x vsaka stran, slika 14)
- mali most z aktivnim stiskanjem mehke žoge med koleni in izmeničnim dvigom stopal od tal (30s)

Slika 15: Klečanje na ravnotežnem disku z dvigovanjem uteži izpred bokov do višine prsi



Foto: Arhiv avtorja

Slika 16: Gladiatorski potisk brez uteži

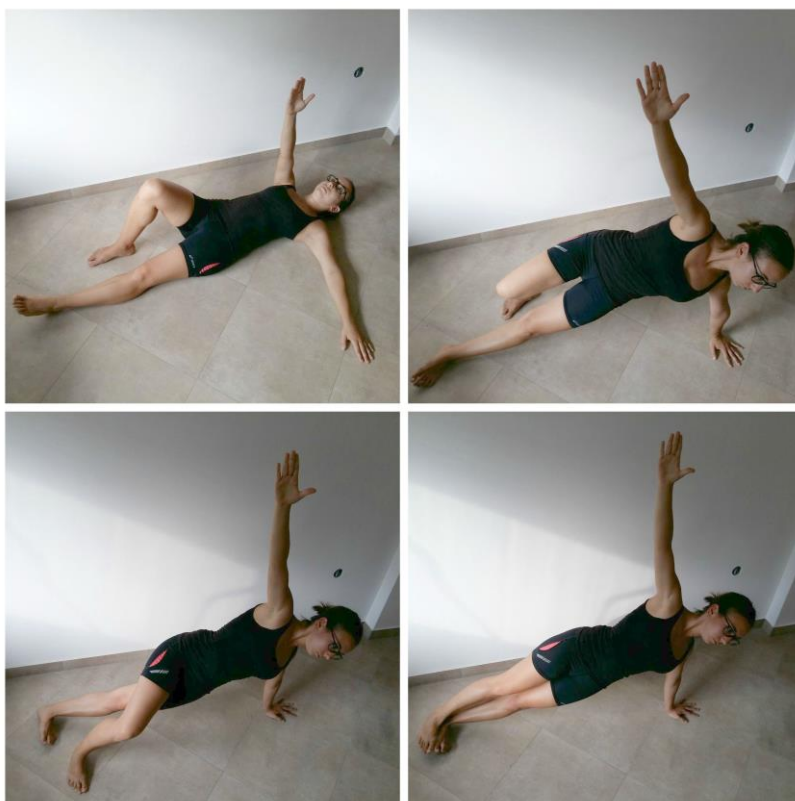


Foto: Arhiv avtorja

Slika 17: Enonožna stoja na ravnotežnem disku z dodatno nalogo (podajanje žoge,...)



Foto: Arhiv avtorja

Slika 18: Met žogice iz aktivnega počepa z vzdrževanjem nevtralnega položaja hrbtenice



Foto: Arhiv avtorja

Slika 19: Počep z žogo iznad glave



Foto: Arhiv avtorja

Slika 20: Izpadni korak s potiskom rok proti uporu elastike



Foto: Arhiv avtorja

Slika 21: Mali most z aktivnim stiskanjem mehke žoge med kolena in izmeničnim dvigom stopal od tal



Foto: Arhiv avtorja

V zadnjem vadbenem obdobju obhodna vadba ponovno ostaja enaka, glavni del pa je ponovno nadgrajen. Vadbene količine (število ponovitev, število obhodov in tedenska pogostost) prav tako ostajajo enake kot v prvem in drugem obdobju.

Glavni del vadbenega programa tretjega obdobja:

- izmenično diagonalno dvigovanje roke-noge v štirinožni opori (10x)
- enonožna stoja na ravnotežnem disku z dodatno nalogo (podajanje žoge, lovljenje žoge,...)
- lastovka izmenično na eni in drugi nogi (8x)
- primik lopatic in zunanja rotacija rame (8x, slika 15)
- izpadni korak s potiskom elastike naprej (8x vsaka stran)
- mali most na lopaticah z držanjem mehke žoge med kolena in izmenično dvigovanje stopal od tal (30 s)
- izteg v ramenih ob vzdrževanju iztegnjenih komolcev (10 x)

Slika 22: Izmenično diagonalno dvigovanje roke-noge v štirinožni opori



Foto: Arhiv avtorja

Slika 23: Enonožna stoja na ravnotežnem disku z dodatno nalogo



Foto: Arhiv avtorja

Slika 24: Lastovka



Foto: Arhiv avtorja

Slika 25: Primik lopatic in zunanja rotacija rame



Foto: Arhiv avtorja

Slika 26: Izpadni korak s potiskom elastike naprej



Foto: Arhiv avtorja

Slika 27: Mali most na lopaticah z držanjem mehke žoge med koleni in izmenično dvigovanje stopal od tal



Foto: Arhiv avtorja

Slika 28: Izteg v ramenih ob vzdrževanju iztegnjenih komolcev



Foto: Arhiv avtorja

7 REZULTATI OBRAVNAVE PRIMERA

V tabeli 3 so prikazani tako končni kot začetni rezultati meritev za lažjo interpretacijo.

Tabela 3: Začetni ter končni rezultati meritev

Meritev	Začetno stanje	Končno stanje
Čelna deviacija drže pri stoji	Očitna asimetrija	Blaga asimetrija
Čelna deviacija drže pri predklonu	Očitna asimetrija	Blaga asimetrija
Pasivna gibljivost		
Upogib kolka ob iztegnjenem kolenu	72°	85°
Izteg kolka	18°	32°
Odmik kolka	45°	45°
Primik kolka	30°	30°
Notranji rotacija kolka	20°	25°
Zunanja rotacija kolka	35°	35°
Schoberjev test ledvenega dela hrbtenice	9 cm	9 cm
Schoberjev test ledveni in prsni del hrbtenice	15 cm	15 cm
Kinestezija		
Repozicijska napaka ledvenega dela hrbtenice	5,4°	2,1°
Repozicijska napaka ledvenega in prsnega dela hrbtenice	6,7°	3,2°
Ravnotežje med enonožno stoji		
Povprečna (center pritiska na podlago) CoP hitrost leva noga	18,4 mm/s	15,3 mm/s
Povprečna CoP amplituda leva noga	14,6 mm	10,8 mm
Povprečna CoP frekvenca leva noga	2,6 Hz	2,5 Hz
Povprečna CoP hitrost desna noga	16,1 mm/s	15,5 mm/s
Povprečna CoP amplituda desna noga	11,9 mm	10,2 mm
Povprečna CoP frekvenca desna noga	2,5 Hz	2,4 Hz
Simetrija obremenjevanja nog		
Pokončna stoja – indeks simetrije med desno in levo nogo	7,5 %	1,5 %
Pol-čep – indeks simetrije med desno in levo nogo	11,8 %	4,8 %
Polni-čep – indeks simetrije med desno in levo nogo	15,3 %	3,3 %
Jakost trupa		
Izteg trupa	153 Nm	181 Nm
Upogib trupa	101 Nm	142 Nm
Bočni upogib – leva stran	139 Nm	149 Nm
Bočni upogib – desna stran	121 Nm	137 Nm
Lokalna mišična vzdržljivost – izteg trupa	62 s	94 s
Samodejne stabilizacijske (re)akcije trupa		
Anticipacijska aktivnost (APA) – musculus multifidus levo	+ 34 ms	- 4 ms

APA – musculus multifidus desno	+ 49 ms	+ 19 ms
APA – musculus obliques externus levo	+ 112 ms	+ 42 ms
APA – musculus obliques externus desno	+ 88 ms	+ 28 ms
Pričakovani refleksni odgovor (PRR) – musculus multifidus levo	122 ms	119 ms
PRR – musculus multifidus desno	147 ms	127 ms
PRR – musculus obliques externus levo	129 ms	111 ms
PRR – musculus obliques externus desno	132 ms	112 ms

Slika 29: Rentgenski posnetek pred (levo) in po (desno) terapevtski obravnavi

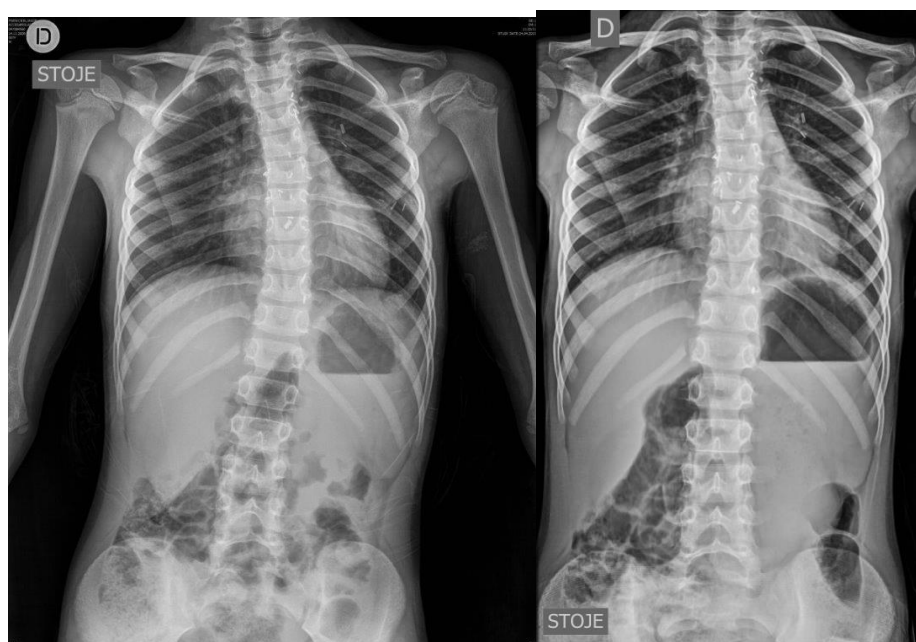


Foto: Arhiv avtorja

Iz celotnih rezultatov lahko razberemo izboljšanje tako čelne deviacije drže pri stoji ter predklonu, pri pasivni gibljivosti, kinesteziji, na področju ravnotežja ter simetrije, kot tudi jakosti trupa ter samodejnih stabilizacijskih (re)akcij trupa. Najbolj vidna sprememba pa je vidna na rentgenskih posnetkih (slika 17), ki kažejo zanemarljivo ukrivljenost hrbtenice po končani intervenciji.

8 DISKUSIJA

Kot smo pričakovali, so končne meritve pokazale občutno izboljšanje. Ob začetnem pregledu je bila močno vidna asimetrična drža, tako pri stoji kot pri predklonu. Pri končnih meritvah je bila asimetrija komaj vidna. Za področje gibljivosti je bila značilna zmanjšana gibljivost upogiba (72°) ter iztega kolka (18°), kar se je po terapevtski obravnavi močno izboljšalo (85° ter 32°). Odmik in primik kolka sta bila tako pri začetnih meritvah kot pri končnih normalnih vrednosti (45° in 30°). Rahlo zavrti sta bili in sta tudi ostali notranja in zunanja rotacija kolka ($20^\circ/25^\circ$ in 35°). Rezultati Schoberjevega testa so pri začetnih in končnih meritvah enaki.

Raven kinestetičnih funkcij trupa, kot jo izmerimo s povprečno napako repozicije, se je močno izboljšala (iz $5,4^\circ$ za ledveni del ter $6,7^\circ$ za ledveni in prsni del na $2,1^\circ$ in $3,2^\circ$).

Izboljšale so se tudi vrednosti povprečne hitrosti (iz $18,4$ mm/s na $15,3$ mm/s za levo nogo ter iz $16,1$ mm/s na $15,5$ mm/s za desno nogo), amplitude (iz $14,6$ mm na $10,8$ mm za levo nogo ter iz $11,9$ mm na $10,2$ mm za desno nogo) ter frekvence (iz $2,6$ Hz na $2,5$ Hz za levo nogo ter iz $2,5$ Hz na $2,4$ Hz za desno nogo) centra pritiska na podlago obeh nog pri ravnotežni nalogi enonožne stoje ter pri simetrični obremenitvi nog pri stoji (iz $7,5\%$ na $1,5\%$), v pol-čepu (iz $11,8\%$ na $4,8\%$) ter v polnemu-čepu (iz $15,3\%$ na $3,3\%$).

Jakosti merjenih gibov trupa (izteg, upogib, laterofleksija na obeh straneh ter lokalna mišična vzdržljivost) so se prav tako močno izboljšale. Jakost iztega trupa se je iz 153 Nm izboljšala na 181 Nm, upogib trupa se je iz 101 Nm izboljšal na 142 Nm, bočni upogib trupa na levo stran se je iz 139 Nm izboljšal na 149 Nm, upogib trupa na desno stran pa iz 121 Nm na 137 Nm ter lokalna mišična vzdržljivost pri iztegu trupa iz 62 s na 94 s.

Samodejne stabilizacijske akcije mišic trupa so v primerjavi z začetnimi meritvami dobro odzivne v pogojih posturalnih refleksnih odgovorov (ko morajo mišice reagirati na nenadno mehansko motnjo). Anticipacijska aktivnost musculus multifidus levo se je iz +

34 ms izboljšala na - 4 ms. Aktivnost desnega musculus multifidusa se je iz + 49 ms izboljšala na + 19 ms. Anticipacijska aktivnost musculus obliques externus levo se je iz + 112 ms izboljšala na + 42 ms, medtem ko se je aktivnost desnega musculus obliques externust iz + 88 ms izboljšala na + 25 ms. Občutno so se izboljšale tudi vrednosti pri nalogah, ki zahtevajo anticipacijsko pred-aktivacijo z namenom razbremenitve trupa. Pričakovani refleksni odgovor (PRR) musculus multifidus levo se je iz 122 ms izboljšal na 119 ms. PRR desnega musculus multifidusa se je iz 147 ms izboljšal na 127 ms. PRR Musculus obliques externus levo se je iz 129 ms izboljšal na 111 ms ter musculus obliques externus desno iz 132 ms na 112 ms.

Opazno izboljšanje pa je zelo dobro vidno na rentgenskih posnetkih, kjer se začetne ukrivljenosti hrbtenice v levo na posnetku po terapevtski obravnavi komaj še vidi. Iz vseh rezultatov lahko sklepamo, da gibalno - terapevtska obravnava, ki je specifično prilagojena skoliozi, učinkuje pri zmanjšanju krivine, vendar le če so vaje osredotočene na določen tip krivine in so izvajane redno.

Po zaključeni intervenciji predlagamo preglede na pol leta ter nadgradnjo vadbenega programa, predvsem pa redno aktivnost, ki bo vzdrževala pridobljeno izboljšanje ukrivljenosti. Še vedno je dovolj prostora za razna izboljšanja ter nadgradnje, ki bi še bolj pripomogle k izboljšanju ukrivljenosti hrbtenice ter kot najpomembnejše k ohranjanju rezultatov.

Zdravljenje skolioz z vadbo še danes ni dovolj razvito, da bi lahko bila edina metoda zdravljenja, zato je bil namen naše raziskave, da potrdimo učinkovitost vadbe kot primarno metodo zdravljenja.

Iz sistematičnega pregleda člankov o gibalno - terapevtskih pristopov lahko potrdimo delno učinkovitost pri obravnavi adolescentnih idiopatskih skolioz, saj se je vsem pacientom vsaj na začetku intervencije krivina hrbtenice izboljšala. Menimo, da so bili pristopi, ki so bili uporabljeni za zdravljenje krivin, premalo specifični za določene tipe krivin hrbtenice in da je potreben individualen pristop za vsakega posameznika, saj je posploševanje skolioz in s tem posplošena vadba nemogoča. Potrebna je torej individualna obravnava vsakega posameznika, zavedati pa se moramo tudi, da ko enkrat dosežemo izboljšanje ukrivljenosti hrbtenice, se mora le ta vzdrževati z redno vadbo.

Razviti moramo predvsem način, kako preprečiti ponovno slabšanje krivine, česar pa ne moremo doseči le s kratkotrajno obravnavo.

Individualen pristop zdravljenja potrjuje tudi naša raziskava, v kateri se je pokazala učinkovitost pri zdravljenju adolescentne idiopatske skolioze, ki je specifično za določeno vrsto skolioze (upoštevajoč tip ukrivljenosti hrbtenice ter s tem asimetrijo mišic) in se ga mora posameznik držati tudi po tem, ko pride do izboljšanja ukrivljenosti hrbtenice.

S tem lahko potrdimo hipotezi, ki smo si jih zastavili. Potrdimo lahko učinkovitost gibalno - terapevtskih obravnav, ki smo jih spoznali skozi članke, vendar te potrebujejo še veliko nadgrajevanja, popolnoma pa lahko potrdimo učinkovitost gibalno - terapevtskih pristopov za obravnavo adolescentne idiopatske skolioze pri konkretnem primeru.

Dosegli smo tudi cilje, ki smo si jih zastavili. Opisali smo osnovne funkcionalno anatomske in biomehanske značilnosti hrbtenice ter strukturne nepravilnosti v čelni ravnini. Predstavili smo etiologijo in značilnosti skolioz, vrste skolioz in podrobneje opisali adolescentno idiopatsko skoliozo. Napravili smo pregled literature, ki obravnava gibalno - terapevtske pristope za zdravljenje adolescentne idiopatske skolioze in jih tudi uporabili na konkretnem primeru osebe z adolescentno idiopatsko skoliozo.

Prihodnost konzervativnega zdravljenja skolioz je še vedno neznana. Da bi vadba postala primarna metoda zdravljenja je potrebno še veliko dela. Menim, da moramo najprej izobraziti strokovnjake na tem področju, da je vadba učinkovita pri zdravljenju skolioz, seveda z celovito obravnavo pacienta. Vse skolioze niso enake, vsaka zahteva svoj tip vadbe. V samo vadbo moramo vključiti ne samo delo na moči, temveč tudi gibljivost, ravnotežje, propriocepcijo, kinestezijo, stabilizacijo, poudarek na pravilni drži z samo-popravljanjem ter ne-nazadnje tudi dihalne vaje. Kljub temu, da bi metoda vzela veliko več časa kot sedanja praksa (napotitev k fizioterapevtom, kjer skupinsko izvajajo splošne vaje za vse vrste skolioz), sedaj vemo da so rezultati lahko pozitivni. Izobraziti pa moramo tudi paciente, saj je glavna dela njihovega, predvsem zavedanje, da življenje s skoliozo zahteva redno vadbo, s katero bodo vzdrževali simetrijo mišic, ki omogočajo ohranjanje doseženega izboljšanja ukrivljenosti hrbtenice.

Gibalni pristopi za zdravljenje skolioz torej so učinkoviti, potreben je samo čas ter celovita obravnava pacienta. Ko bomo to prenesli v prakso, menim da se bo število kirurških posegov in s tem omejitve pacientov (giblјivost hrbtenice,...) še bolj zmanjšalo.

9 LITERATURA

- Baebler, B. (2000). *Vrste skolioz*. V: Publikacija. Skolioze, endoproteze velikih sklepov (str. 11–14). 18. Ortopedski dnevi, Ortopedska klinika, klinični center Ljubljana.
- Berden, N. (2000). Skolioza: *opredelitev, patogeneza, oblike krivin*. V: Publikacija. Skolioze, endoproteze velikih sklepov (str. 7–8). 18. Ortopedski dnevi, Ortopedska klinika, klinični center, Ljubljana.
- Bouisset, S. & Zattara, M. (1987). *Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement*. Journal of Biomechanics, 20(8), 753–742. doi:10.1016/0021-9290(87)90052-2
- Brecelj, J. (2000). *Diagnoza skolioze*. V: Publikacija. Skolioze, endoproteze velikih sklepov (str. 15–28). 18. Ortopedski dnevi, Ortopedska klinika, klinični center Ljubljana.
- Cemič, A. (1997). *Motorika predšolskega otroka*. Ljubljana: Dr. Mapet.
- Chen, P. Q., Wang, J. L., Tsuang, Y. H., Liao, T. L., Huang, P. I. & Hang, Y. S. (1998). *The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents*. Clin Biomech (Bristol, Avon). 13(1): 52–58.
- Chromy, C. A., Carey, M. T., Balgaard, K. G. & Iaaizzo, P. A. (2006). *The potential use of axial spinal unloading in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a case series*. Arch Phys Med Rehabil. 87(11):1447–1453.
- Cresswell, A. G., Oddsson, L. & Thorstensson, A. (1994). The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intra-abdominal pressure while standing. *Experimental Brain Research*, 98(2), 336–341. (Sturesson, Selvik in Uden, 1989)
- Cummings Chase, J. (1938). *Do You Call THAT Art?* The Commentator magazine, page 26, column 2. New York: Payson Publishing.
- Dobosiewicz, K., Durmala, J., Czernicki, K. & Jendrzewek, H. (2002). *Pathomechanic basics of conservative treatment of progressive idiopathic scoliosis according to Dobosiewicz method based upon radiologic evaluation*. Stud Health Technol Inform. 91: 336–341.
- Dubousset, J., Queneau, P. & Thillard, M. M. (1982). *Experimental scoliosis induced by pineal and diencephalic lesions in young chickens: its relation with clinical findings in idiopathic scoliosis*. Proceedings of the 17th Annual Scoliosis Research Society Meeting, Denver, Colorado

- Dubousset, J. (1992). V: International Symposium on 3D Scoliotic deformities joined with the VIIth International Symposium on Spinal Deformity and Surface Topography. Dansereau J, editor. Germany: Gustav Fisher Verlag. *Importance of the three dimensional concept in the treatment of scoliotic deformities*; pp. 302-311.
- Duong, L., Mac-Thiong, J. M., Cheriet, F. & Labelle H. (2009). *Three-dimensional subclassification of Lenke type 1 scoliotic curves*. J Spinal Disord Tech. 22(2):135-43.
- Duval-Beaupere, G. & Lamireau, T. (1985). Properties at less than 30 degrees. *Properties of the Evolutivity (risk of progression)*. Spine 5:421-424.
- El-Sayyad, M. & Conine, TA. (1994). *Effect of exercise, bracing and electrical surface stimulation on idiopathic scoliosis: a preliminary study*. Int J Rehabil Res. 17(1): 70-74.
- Gabos, G. P. (2006). Juvenile Idiopathic Scoliosis. *Decision making in spinal care* (str. 257-261). New York: Thieme Medical.
- Giakas, G., Baltzopoulos, V., Dangirfield, P. H., Dorgan, J. C. & Dalmira, S. (1996). *Comparison of gait patterns between healthy and scoliotic patients using time and frequency domain analysis of ground reaction forces*. Spine; 21(19): 2235-2242.
- Gorenšek, M. (2002). Slaba drža in skolioza. *Izbrana poglavja iz pediatrije*. Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani. Str. 100-105.
- Gorenšek, M. (2006). Nevromuskularne skolioze. *Skolioze, edoproteze velikih sklepov* (str. 47-53). Ljubljana, Slovenija: Tiskarna Littera Picta, d.o.o.
- Grivas, T. B., Burwell, R. G., Purdue, M., Webb, J. K. & Moulton, A. (1991). *A segmental analysis of thoracic shape in chest radiographs of children*. Changes related to spinal level, age, sex, side and significance for lung growth and scoliosis. J Anat.;178: 21-38.
- Grivas, T. B., Dantas, S., Polyzois, B. D. & Samelis, P. (2002). The Double Rib Contour Sign (DRCS) in lateral spinal radiographs: *aetiologic implications for scoliosis*. Stud Health Technol Inform.;88: 38-43.
- Grivas, T. B., Samelis, P., Chadziargiropoulos, T. & Polyzois, B. (2002). *Study of the rib cage deformity in children with 10 degrees-20 degrees of Cobb angle late onset idiopathic scoliosis, using rib-vertebra angles—aetiologic implications*. Stud Health Technol Inform.;91:20-24.

- Grivas, T. B., Burwell, G. R., Vasiliadis, E. S. & Webb, J. K. (2006). *A segmental radiological study of the spine and rib-cage in children with progressive infantile idiopathic scoliosis*. *Scoliosis*; 1:17.
- Grivas, T. B., Wade, M. H., Negrini, S., O'Brien, J. P., Maruyama, T., Hawes, M. C., Rigo, M., Weiss, H. R., Kotwicki, T. in Vasiliadis, E. S. in drugi (2007). *SOSORT consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today?* *Scoliosis*. 2:17.
- Grivas, T. B., Vasiliadis, E. S. & Rodopoulos, G. (2008). *Aetiology of Idiopathic Scoliosis. What have we learned from school screening?* *Stud Health Technol Inform*. 140:240–244.
- Guyton, A. C. (1976). *Textbook of medical physiology*, 5th edn. WB Saunders, Philadelphia, pp 640–708
- Haase, G. (2006). *Der Stellenwert der posturalen Kontrolle in der Neurorehabilitation*. Vortrag im Rahmen des Kongresses: Bobath aktuell, Hamburg.
- Hain, T. C., Yoo, H., Rudisill, H. & Tanaka-Cameron, A. (2006). *Vemp testing in bilateral vestibular loss*. Poster at ANA annual meeting, Chicago Oct 9
- Haumont, T., Gauchard, G. C., Lascombes, P. & Perrin, P. P. (2011). *Postural instability in early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls*. *Spine*, Vol. 36, No. 13, (February 2011), ISSN 0362-2436.
- Hodges, P., Cresswell, A. & Thorstensson, A. (1999). *Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement*. *Experimental Brain Research*, 124(1), 69–79.
- Hodges, P. W. (2003). *Core stability exercise in chronic low back pain*. *The Orthopedics Clinics of North America*, 34. 245–254.
- Johansson, H., Sjölander, P. & Sojka, P. (1991). *Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint*. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 18(5), 341–368
- Kiebzak, W., Kowalski, M. I., Kassolik, K., Opuchlik, A., Zarzycki, D., Kiljanski, M. & Śliwiński, Z. (2010). *Wpływ ustawienia miednicy na dolegliwości bólowe w okolicy serca*. *Orhopedic Quarterly*; 77(1): 56–67. Kramers – de Quervain IA, Muller R, Stacoff
- Kindsfater, K., Lowe, T., Lawellin, D., Weinstein, D. & Akmakjian, A. (1994). *Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of AIS*. *Journal of Bone and Joint Surgery*. Pp. 1186–1192.

- Košak, R., (2010). *Vplivi neergonomskih telesnih položajev*. 3. slovenski posvet o ergonomiji na delovnem mestu, Ljubljana.
- Kleinberg, S. (1922). *The operative treatment of scoliosis*. Arch Surg, 5:631–645
- Kotwicki, T., Kinel, E., Stryla, W. & Szulc, A. (2007). *Discrepancy in clinical versus radiological parameters describing deformity due to brace treatment for moderate idiopathic scoliosis*. Scoliosis; 2:18.
- Kotwicki, T., Negrini, S., Grivas, T. B., Rigo, M. & Maruyama, T., (2009). *Methodology of evaluation of morphology of the spine and the trunk in idiopathic scoliosis and other spinal deformities* - 6th SOSORT consensus paper. *Scoliosis*, Vol 4, No. pp. 26, 1748-7161 (Electronic) 1748-7161
- Lin, J. J., Chen, W. H., Chen, P. Q. & Tsauo, J. Y. (2010). *Alteration in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with idiopathic scoliosis*. Spine(Phila Pa 1976); 35(11): 1151-57.
- Lonstein, J. E. (2006). *Scoliosis: surgical versus nonsurgical treatment*. Clin Orthop Relat Res. 443:248-259.
- Mamyama, T., Kitagawal, T., Takeshita, K. & Nakainura, K. (2002). *Side shift exercise for idiopathic scoliosis after skeletal maturity*. Stud Health Technol Inform. 91:361-364.
- McIntire, K. L., Asher, M. A., Burton, D. C. & Liu, W. (2008). *Treatment of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey*. Saudi Med J. 26(9):1429.1435.
- Mooney, V. & Brigham, A. (2003). *The role of measured resistance exercises in adolescent scoliosis*. Orthopedics; 26(2): 167–171.
- Moorhouse, K. M. & Granata, K. P. (2007). *Role of Reflex Dynamics in Spinal Stability: Intrinsic Muscle Stiffness Alone is Insufficient for Stability*. Journal of biomechanics, 40(5), 1058-1065. Doi:10.1016/j.jbiomech.2006.04.018
- Moore, K. L. & Dalley, A. F. (1999). *Clinically oriented Anatomy*: Fourth Edition. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins.
- Nault, M. L., Allard, P., Hinse, S., Le Blanc, R., Caron, O., Labelle, H. & Sadeghi, H. (2002). *Relation between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis*. Spine (Phila Pa1976); 27(17): 1911–7.

- Naranda, J. (2012). *Prirojene nepravilnosti hrbtenice*. V: Publikacija. Hrbtenica v ortopediji. 300, str. 25–32. 8. Mariborsko ortopedsko srečanje, Univerzitetni klinični center Maribor.
- Negrini, S., Antonini, G., Carabalona, R. & Minozzi, S. (2003). *Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis*. A systematic review. *Pediatr Rehabil.* 6(3-4): 227–235.
- Negrini, S., Zaina, F., Romano, M., Negrini, A. & Parzini, S. (2008). *Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective controlled cohort study with worst-case analysis*. *J Rehabil Med.* 40(6): 451–455.
- Otman, S., Kose, N. & Yakut, Y. (2005). *The efficacy of Schroth's 3-dimensional exercise therapy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey*. *Saudi Med J.* 26(9): 1429–1435.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. *Function, dysfunction, adaptation and enhancement*. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 3883–389
- Persall, D. J., Reid, J. G. & Hedden, M. D. (1992). *Comparison of Three Noninvasive Methods for Measuring Scoliosis*. *Ohys Ther*, 72(9), 648–657
- Pleničar-Čuček, M. (2010). *Zdravljenje skolioz*. Najdeno 11. 11. 2013 na povezavi: <http://www.viva.si/Kosti-in-sklepi-Ortopedija/5561/Zdravljenje-skolioz>
- Ponseti, IV. & Friedman, B. (1950). *Prognosis in idiopathic scoliosis*. *J Bone Joint Surg Am*;32A(2): 381–395.
- Sharrock, C., Cropper, J., Mostad, J., Johnson, M. & Malone, T. (2011). A pilot study of core stability and athletic performance: *is there a relationship?* *Sports Physical Therapy Section*, 6(2), 63–74
- Srakar, F. (1994). *Ortopedija*. Učbenik Žalec: Sledi
- Stępień, A., Seyfried, A., Krawczyk, M. & Graff, K. (2007). *The impact of spinal deformity on feet load during the gait in subjects with scoliosis*. *Advances in Rehabilitation*; (2), 13–20.
- Stępień, A. (2008). *Zakresy rotacji tułowia i miednicy u dziewcząt ze skoliozą idiopatyczną*. Jozef Pilsudski University of Physical Education, Warsaw, Poland, 2008. PhD dissertation.

- Stokes, I. A. F. & Gardner-Morse, M. (1999). *Quantitative anatomy of the lumbar musculature*. Journal of Biomechanics, 32(3), 311–316.
- Sturesson, B., Selvik, G. & Udén, A. (1989). Movements of the sacroiliac joints. A rentgen stereophotogrammetric analysis. *Spine*, 14(2), 162–165.
- Syczewska, M., Łukaszewska, A., Górak, B. & Graff, K. (2006). *Changes in gait pattern in patients with scoliosis*. Medical Rehabilitation, 10 (4): 12–21.
- Šarabon, N. & Zaupanc, O. (2004). *Bolečina v križu pri športniku*. Športna medicina, šport 52,1.
- Tezuka, A. (1971). *Development of scoliosis in cases with congenital organ abnormalities of the brainstem*. Tokushima J Exp Med 18:49–62
- Ullrich, F. P. (17. September 2007). *Spine health*. Prevezeto 5. 11. 2013 iz <http://www.spine-health.com/conditions/scoliosis/degenerative-scoliosis>
- Vasiliadis, E. S., Grivas, T. B. & Kaspiris, A. (2009). *Historical overview of spinal deformities in ancient Greece*. Scoliosis; 4(1):6.
- Watkins, Y. (1997). Current concept in dynamic stabilisation of the spine and pelvis: *their relevance in obstetrics*. Journal of the Association of Chartered Physiotherapist in Women's Health, 83, 16–26.
- Weiner-Vacher, S. R. & Mazda, K. (1998). *Asymmetric otolith vestibulo-ocular responses in children with idiopathic scoliosis*. J Pediatr 132: 1028–32
- Weiss, H. R. (1992). *Influence of an in-patient exercise program on scoliotic curve*. Ital J Orthop Traumatol. 19(3):395–406.
- Weiss, H. R. & Klein, R. (2006). *Improving excellence in scoliosis rehabilitation: a controlled study of matched pairs*. Pediatr Rehabil. 9(3):190–200.
- Weiss, H. R., Weiss, G. & Petermann, F. (2003). *Incidence of curvature progression in idiopathic scoliosis patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation (SIR): an age- and sex-matched controlled study*. Pediatr Rehabil. 6(1):23–30,
- Willard, F. H. (1997). The muscular, ligamentous and neural structure of the low back and its relation to back pain. V: Vleeming, A., Mooney, V., Snijder, C.J., Dorman, T. and Stoeckart, R. *Movement, Stability and Low Back Pain*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 3–35.

- Young, J. L., Herring, S.A., Press, J. M. & Casazza, B. A. (1996). *The influence of the spine on the shoulder in the throwing athlete*. Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation, 7, 5-17.
- Xiong, B., Sevastik, J. A., Hedlung, R. & Sevastik, B. (1994). *Radiographic changes at the coronal plane in early scoliosis*. Spina (Phila Pa 1976); 19(2):159-164.
- Zabjek, K. F., Leroux, M. A., Coillard, C., Prince, F. & Rivard, C. H. (2008). *Postural characteristic of adolescent with idiopathic scoliosis*. J Pediatr Orthop. Mar; 28(2):218-24.