

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Sara Pregelj

**ANALIZA PLOSKIH STOPAL PRI
OTROCIH**

Diplomska naloga

Koper, september 2013

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

APLIKATIVNA KINEZIOLOGIJA

ANALIZA PLOSKIH STOPAL PRI OTROCIH

Diplomska naloga

MENTOR:

doc. dr. Boštjan Šimunič

AVTORICA DELA:

SARA PREGELJ

Koper, september 2013

Ime in PRIIMEK: Sara PREGELJ

Naslov diplomske/magistrske naloge oz. doktorske disertacije: Analiza ploskih stopal pri otrocih

Kraj: Koper

Leto: 2013

Število listov: __82__ Število slik: __7__ Število tabel: __21__

Število prilog: __2__ Št. strani prilog: __2__

Število referenc: __31__

Mentor: doc. dr. Boštjan Šimunič

Somentor: /

UDK:

Name and SURNAME: Sara PREGELJ

Title of bachelor thesis/master thesis/doctoral thesis: The analysis of children's flat feet

Place: Koper

Year: 2013

Number of pages: ____82____ Number of pictures: ____7____ Number of tables: ____21____

Number of enclosures: ____2____ Number of enclosure pages: ____2____

Number of references: ____31____

Mentor: doc. dr. Boštjan Šimunič

Co-mentor: /

UDK:

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

Podpisana Sara Pregelj študentka dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje
Applikativna kineziologija,

izjavljam,

da je diplomska naloga z naslovom Analiza ploskih stopal pri otrocih

- rezultat lastnega dela,
- so rezultati korektno navedeni in
- nisem kršila 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 študentke:

V Kopru, dne 11.9.2013

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so kakorkoli pripomogli k nastanku moje diplomske naloge. Še posebej se zahvaljujem mentorju doc. dr. Boštjanu Šimuniču za strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Zahvalila bi se še vsem otrokom Kotalkarskega kluba Renče, ki so sodelovali v raziskavi ter Dušanu Mesesnelu za izposojeni merilni instrument s katerim sem izvedla raziskave. Iskreno se zahvaljujem svoji družini in fantu, ki so me pri nastanku diplomske naloge podpirali, spodbujali in mi stali ob strani.

Sara Pregelj

POVZETEK

V diplomski nalogi obravnavamo razvoj ploskega stopala v otroški dobi. Zanimal nas je vpliv starosti, razlike med spoloma, bivariatna in multivariatna povezanost telesnih značilnosti (mišična masa, maščobna masa) in vpliv korekcijske vadbe na ploska stopala otrok starih od 4 do 16 let. Ploska stopala smo vrednotili z mero Clarkovega kota in Chippaux-Smirakovega indeksa (CSI). Korekcijsko vadbo smo izvajali 13 tednov, in sicer enkrat tedensko po 30-45 minut. Vaje so bile povzete iz knjig Kuturovića in Jerevića (1970) ter Kremžar-Petelina (1978).

Izvedli smo presečno in longitudinalno študijo. V presečno študijo je bilo vključenih 107 štiriletnih otrok. V longitudinalno študijo pa je bilo vključenih 30 otrok starih od 4 do 16 let (v povprečju 11 ± 4 let).

Ugotovili smo, da med spoloma ni statistično značilnih razlik ter da se s starostjo povečuje Clarkov kot ($r = 0,849$; $P < 0,050$). Bivariatne povezanosti Clarkovega kota s telesnimi značilnostmi nismo našli, potrdimo pa lahko značilno multivariatno povezanost med telesno višino, telesno maso, maščobno maso, pustno maso, pronacijo stopala in Clarkovim kotom, in sicer smo s temi prediktorji pojasnili 17,2 % variance Clarkovega kota pri štiriletnih otrocih. V nadaljevanju smo ugotovili tudi, da korekcijska vadba ploskega stopala poveča Clarkov kot obeh stopal za 2° ($P < 0,050$), medtem ko se je CSI obeh stopal v povprečju zmanjšal za 1 % ($P < 0,050$).

Te ugotovitve pomenijo, da je potrebno posebno pozornost posvetiti primerni gibalni aktivnosti že v zgodnji otroški dobi in s tem preventivno ravnati v času otrokovega razvoja s ciljem zmanjševanja pojava ploskega stopala.

Ključne besede: Clarkova metoda; Chippaux-Smirakov indeks; telesne značilnosti; pronacija stopal; stopalni lok.

ABSTRACT

In diploma we discussed the development of the flat foot during childhood. We primarily focused on the effect of sex and age on flat foot and bivariate and multivariate correlations between flat foot and morphological characteristics (e.g. body height, body mass, muscle mass, fat mass, free fat mass, ankle pronation). Furthermore, we analysed the effect of a 13-week flat foot correction exercise on the flat feet in children aged between 4 and 16 years. The flat feet were evaluated by means of the Clarke's angle value and the Chippaux-Smirakov index (CSI). The relevant correction exercise was carried out for 13 weeks i.e. once a week for 30-45 minutes. The exercises were chosen from books written by Kuturović and Jerević (1970) and Kremžar-Petelin (1978).

We have conducted a cross-sectional study, as well as a longitudinal study. In the cross-sectional study were involved 107 children aged 4 years, whereas the longitudinal study involved 30 children aged between 4 and 16 years (in average 11 ± 4 years).

We have established that there are no significant differences between boys and girls and that the Clarke's angle increases with age ($r = 0,849$; $P < 0,050$). Bivariate correlations of the Clarke's angle with the morphological characteristics were not detected. We may, however, confirm a typical multivariate correlation between body height, body weight, muscle mass, fat-free mass, the ankle pronation with the Clarke's angle, as we have explained a 17.2 % of Clarke's angle variance. Furthermore, we have established that the 13-week flat foot correction exercise programme increased the Clarke's angle of both feet by 2° ($P < 0,050$), whereby the CSI of both feet declined in average by 1 % ($P < 0,05$).

These findings indicate that special attention must be paid to proper physical activity already in early childhood and that we must strive to act preventively during child's development with the aim to reduce the risk of a flat foot.

Key words: Clarke's method; Chippaux-Smirakov index; morphological characteristics; ankle pronation; foot archs.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Funkcionalna anatomija stopala	2
1.1.1	Razvoj in funkcija stopala.....	2
1.1.2	Kosti stopala.....	3
1.1.3	Sklepi in ligamenti stopala.....	3
1.1.4	Živci in žile	7
1.1.5	Mišice goleni in stopala	7
1.1.6	Stopalni loki	9
1.2	Plosko stopalo.....	11
1.2.1	Stopnje ploskega stopala.....	16
1.2.2	Metode ugotavljanja ploskosti stopal.....	17
1.2.3	Zdravljenje ploskih stopal.....	22
1.3	Pregled obstoječih raziskav.....	28
1.3.1	Pogostost ploskih stopal pri otrocih in povezava s starostjo	28
1.3.2	Razlike med spoloma	31
1.3.3	Povezava med ploskimi stopali in telesno maso	33
1.4	Cilji in hipoteze	35
2	METODE	37
2.1	Presečna študija	37
2.1.1	Vzorec preiskovancev	37
2.1.2	Organizacija meritev.....	37
2.1.3	Merjenje ploskosti stopal.....	38
2.2	Longitudinalna študija	38
2.2.1	Vzorec preiskovancev	38
2.2.2	Organizacija meritev.....	40
2.2.3	Merjenje ploskosti stopal.....	40
2.2.4	Korekcijska vadba	41
2.3	Vzorec spremenljivk.....	42
2.4	Obdelava podatkov	43

2.5	Statistične metode.....	45
3	REZULTATI	47
3.1	Presečna študija	47
3.2	Longitudinalna študija	50
4	DISKUSIJA	56
5	VIRI IN LITERATURA	60

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Primer odtisa desnega stopala.	1
Priloga 2: Primer odtisa levega stopala.	2

KAZALO TABEL

Tabela 1: Odstotek ploskosti stopal v že obstoječih raziskavah.....	30
Tabela 2: Povezanost med ploskimi stopali in starostjo otrok.	31
Tabela 3: Razlike v prevalenci ploskega stopala in spolom otrok.	32
Tabela 4: Povezanost med ploskimi stopali in debelostjo.	35
Tabela 5: Število in odstotek otrok glede na spol.	37
Tabela 6: Število in odstotek otrok glede na leto rojstva.	39
Tabela 7: Število in odstotek otrok glede na spol.	39
Tabela 8: Število in odstotek ploskih in normalnih stopal.	39
Tabela 9: Število deklic in dečkov, ki so sodelovali v longitudinalni študiji	40
Tabela 10: Število in delež otrok s ploskimi stopali presečne študije.....	47
Tabela 11: Število in delež otrok s ploskimi stopali glede na spol - presečna študija.	47
Tabela 12: Povprečje in SD izbranih spremenljivk glede na spol – presečna študija.	48
Tabela 13: Pearsonova povezanost med Clarkovim kotom in izbranimi spremenljivkami.	48
Tabela 14: Večkratna linearna regresija.....	49
Tabela 15: Prikaz izbranih prediktorjev.	49
Tabela 16: Rezultati začetnega testiranja glede na ploskost stopal.	51
Tabela 17: Rezultati začetnega testiranja glede na spol.	51
Tabela 18: Rezultati začetnega testiranja glede na ploskost stopal ter spol.	52
Tabela 19: Pearsonova povezanost med starostjo in Clarkovim kotom in CSI.	52
Tabela 20: Rezultati končnega testiranja glede na spol.	54
Tabela 21: Vrednosti ploskih stopal pred in po vadbi ter rezultati t-testa.	54

KAZALO SLIK

Slika 1: Stopalni loki.	10
Slika 2: Mayerova metoda.	18
Slika 3: Clarkova metoda.....	19
Slika 4: Čižinova metoda.	20
Slika 5: Chippaux-Smirakov indeks.	21
Slika 6: Bivariatna povezanost med starostjo in Clarkovim kotom (Graf).	53
Slika 7: Bivariatna povezanost med starostjo in CSI (Graf).	53

1 UVOD

Stopala nosijo težo celotnega telesa in so ključnega pomena pri hoji, teku, poskokih, skratka pri samem gibanju. Pri vadbi se z njimi ne ukvarjamo prav pogosto, več pozornosti jim posvetimo le v primeru, ko začutimo bolečino v njihovem predelu (boleča peta, tendinitis oz tendinoza tetiv, plantarni fasciitis, itd.). Ena izmed deformacij, ki lahko povzroča bolečino v stopalih je plosko stopalo. Z njim se srečujejo tako otroci kot tudi odrasli.

Sama sem se s problemom ploskega stopala prvič srečala na moji športni poti. Kot aktivna športnica sem bila izpostavljena številnim poškodbam stopal, gležnjev ter kolenskih vezi, najbrž tudi zaradi mojega izrazito ploskega stopala. Tudi danes se v vlogi trenerke vedno pogosteje soočam s ploskimi stopali, še posebej pri mlajših tekmovalcih. Zato sem se v diplomski nalogi osredotočila na obravnavo ploskih stopal pri otrocih.

Pojav ploskega stopala sem želela podrobneje raziskati ter pridobiti novo znanje, ki ga bom lahko uporabila na moji poklicni poti. V duhu preventivnega ravnanja želim s posebno vadbo že v zgodnji otroški dobi preprečiti pojav morebitnih deformacij in poškodb, ki lahko nastanejo kot posledica ploskih stopal.

Diplomska naloga je razdeljena na dva dela in sicer na teoretični ter raziskovalni del. Teoretični del zajema poglavja o funkcionalni anatomiji stopala, ploskem stopalu ter poglavje o obstoječih raziskavah, ki so pomembna teoretična izhodišča diplomske naloge. Raziskovalni del pa je razdeljen na dve raziskovalni študiji (presečno in longitudinalno študijo). V sklopu presečne študije bomo ugotavljali razlike med spoloma v ploskih stopalih ter povezanost med ploskimi stopali in mišično ter maščobno maso. Poleg tega bomo v presečni študiji raziskovali še v kolikšni meri lahko na osnovi prediktorjev, glede na telesne značilnosti, napovemo varianco Clarkovega kota. V longitudinalni študiji bomo skušali ugotoviti vpliv starosti na ploska stopala ter oceniti učinek izbranih korekcijskih vaj na spremembo ploskih stopal.

1.1 Funkcionalna anatomija stopala

Človeško stopalo je skrajni del spodnjega uda, ki služi opori, ravnotežju in gibanju. Segi od skočnega sklepa do konca prstov. Stopalo delimo na dve strani in sicer na hrbtišče ter podplat stopala. Hrbtišče je zgornja stran stopala, ki sega od gležnja do vrha prstov, na notranjem in zunanjem delu pa do roba stopala. Podplat je spodnja površina stopala, ki je v stiku s podlago (Burnie, 1999; Travnik, 1998).

1.1.1 Razvoj in funkcija stopala

V obdobju filogenetskega razvoja je človek iz štiri nožne hoje in sključene drže prišel do razvoja dvonožne hoje in pokončne drže človeka. Filogenetski razvoj je pomembno vplival tudi na razvoj stopal, saj so se stopala iz pomožnega organa za prijem razvila v samostojen organ, ki nudi telesu podporo pri stoji ter hoji (Juras & Stanić, 1979).

V obdobju rasti ploda v maternici je stopalo mozaik rastnih hrustancev. Ti so v petnici in skočnici kupolaste oblike, v stopalnicah pa pravokotne oblike. V tretjem mesecu intrauterine rasti se začne enhondralna osifikacija kosti, ki je ob rojstvu 30 % in se zaključi ob koncu rasti, v 15. ali 16. letu starosti. Človeško stopalo doseže ob rojstvu kar 40 % končne dolžine stopala. Po rojstvu je rast stopala najhitrejša v prvem letu starosti, ko stopalo zraste še za povprečno 4,5 cm. Od tretjega leta dalje pa je rast nekoliko počasnejša in enakomerna do obdobja pubertete, ko stopalo doseže kar 97 % končne rasti. V primerjavi z rastjo stopala je osifikacija kosti bistveno bolj počasna, zato je stopalo izpostavljeno pojavu deformacij, ki jih povzročijo stresni dejavniki iz okolja (Brecelj, 1998).

Danes ima stopalo dve funkciji in sicer statično in dinamično. Statično funkcijo ocenjujemo v stoječem položaju, ko stopalo prevzema celotno telesno težo in jo prenaša na podlago. Dinamično funkcijo pa ocenjujemo med hojo, tekom ali poskoki, kjer stopalo dviga telo od podlage, se prilagaja podlagi ter ublaži in amortizira dotikanje ter udarce s podlago. Stopalo tako deluje kot elastični regulator hoje (Keros & Pećina, 1971).

Tomažič in Brodnik (2006) dodajata, da ima stopalo poleg funkcije prenosa telesne teže pomembno vlogo pri ohranjanju ravnotežja ter pri blaženju energije, ki se prenaša iz podlage na stopala in nasprotno.

1.1.2 Kostni stopala

Človeško stopalo je sestavljeno iz šestindvajsetih kosti, ki so medsebojno povezane s številnimi, več ali manj, gibljivimi sklepi. Tako kot stopalo lahko tudi kosti razdelimo v tri skupine in sicer:

- kosti zgornjega dela stopala ali nartnice - zgornji del stopala sestavlja sedem nartnic, ki so razvrščene v dva dela, proksimalni in distalni del stopala. Proksimalni del sestavljata skočnica (talus) ter petnica (os calcaneus), ki se naslanjata na kosti distalnega dela stopala. Distalne kosti pa so čolnasta kost (os naviculare), kvadratna kost (os cuboideum) ter tri klinaste kosti (os cuneiformis mediale, intermedium et laterale);
- kosti srednjega dela stopala ali stopalnice - nartnicam oziroma kostem zgornjega dela stopala sledi pet stopalnic (os metatarsales). Stopalnice so razvrščene od medialne strani proti lateralni in označujemo jih z rimskimi številkami (I,II,III,IV,V);
- kosti prstov ali prstnice - prstni del stopala pa sestavlja štirinajst prstnic, med katerimi ima palec po dve kosti, vsi ostali prsti pa po tri kosti (Živković V., 1998).

1.1.3 Sklepi in ligamenti stopala

Kosti so med seboj povezane s sklepi, ki omogočajo stopalu z zelo zapleteno mehaniko njegovo gibljivost. Sklepi se delijo na zgornji skočni sklep, spodnji skočni sklep, transversalno tarzalni sklep, kunenavikularni sklep, interkuneiformni sklep, tarsometatarzalne sklepe, intermetatarzalne sklepe, metatarzofalangealne sklepe ter interfalangealne sklepe.

Zgornji skočni sklep sestavljajo golenica (fibula), mečnica (tibia) ter skočnica (talus). Golenica in mečnica se distalno razširita v medialni ter lateralni gleženj (malleolous medialis et lateralis) in tvorita gleženjske vilice. Skočnica pa je zaradi njene valjaste sklepne površine na zgornji strani zagozdna oziroma ukleščena med konkavno površino gleženjskih vilic.

Zgornji skočni sklep je enoosni, tečajast sklep. Zaradi zgradbe sklepa sta v zgornjem sklepu omogočena le dva giba in sicer plantarna ter dorzalna fleksija. Os gibanja ne poteka popolnoma po frontalni ravnini, ker leži lateralni gleženj nekoliko distalneje ter posterioorneje od medialnega, zato je os gibov poševna. Zgornji skočni

sklep tako omogoča 20° - 25° dorzalne fleksije. Nadaljnja gibljivost je omejena z zadnjimi snopi stranskih vezi in sicer notranjim deltooidnim ligamentom (lig. mediale deltoideum), sprednjim in zadnjim talofibularnim ligamentom (lig. talofibulare anterior et posterior), kalkaneofibularnim ligamentom (lig. calcaneofibulare) ter pasivnim delovanjem peronealnih mišic in troglave golenske mišice (m. peroneus in m. triceps surae). Plantarna fleksija je tako iz osnovnega položaja možna za 40°-50°. Nadaljnje gibe preprečuje raztezanje sprednjega dela sklepne kapsule, sprednjih in srednjih snopov stranskih vezi ter tetive sprednje golenične mišice in tretje peronealne mišice (m. tibialis anterior in m. peroneus tertius). Zgornji skočni sklep stabilizirajo vezi med golenico in mečnico (sprednja in zadnja sindezmoza, interosalna membrana), ligamenti ter sklepna kapsula in tetive mišice, ki potekajo preko sklepa (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998; Keros & Pečina, 1971).

Mehanika sklepa pri dorzalni fleksiji

V fazi dorzalne fleksije se za izvršitev giba morata lateralna in maleolarna gležnja nekoliko razširiti, pri tem se lateralni gleženj pomakne nekoliko navzven, navzad in navzgor ter se medialno rotira. Posledično se obe sindezmozi napneta, kar izravna potek vlaken v interosalni membrani. Ker pa je valjasta sklepna površina spredaj približno 5 mm širša kot zadaj, (saj poteka medialni del valja v sagitalni smeri, medtem ko lateralni pa poševno), se tudi skočnica zasuka medialno glede na golenico.

Pri plantarni fleksiji poteka mehanika sklepa ravno nasprotno (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998).

Spodnji skočni sklep sestavljata skočnica (talus) in petnica (calcaneus). Razdeljen je na sprednji in zadnji del.

Sprednji del spodnjega sklepa spada med kroglaste sklepe. Sklepno ovojnico še dodatno podpirajo interosalni talokalkanearni ligament (lig. talocalcaneum interosseum), plantarni kalkaneonavikularni ligament (lig. calcaneonaviculare plantare), talonavikularni in kalkaneonavikularni ligament (lig. talonaviculare in calcaneonaviculare) (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998; Kobe, Dekleva, Lenart, Širca, & Velepčič, 1988).

V zadnjem delu spodnjega sklepa sodelujeta vbočena sklepna površina zadnjega dela skočnice ter izbočena sklepna površina na zgornjem delu petnice. Obe sklepni površini sta valjaste oblike. Gibi potekajo po poševno ležeči osi. Sklepno ovojnico krepijo notranji, zunanji in zadajšnji talokalkanearni ligament (lig. talocalcaneum laterale, mediale, posterius). Sprednji del spodnjega sklepa pa sestavljata glavnica

skočnice in sprednja sklepna površina petnice ter zadnji del navikularne kosti. Konkavno sklepno ploskev sestavlja tudi plantarni kalkaneonavikularni ligament (lig. calcaneonaviculare plantare), ki poteka med sprednjo sklepno površino petnice in zadnjim delom navikularne kosti.

Zadnji in sprednji del sklepa med seboj ves čas sodelujeta. Ker pa je zaradi velikega števila sklepnih površin nemogoče, da bi vse sodelovale v popolnem stiku, deluje celoten spodnji skočni sklep kot ploski sklep. V spodnjem skočnem sklepu sta najpomembnejši gibanji inverzija in everzija (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998).

Mehanika sklepa pri inverziji stopala

V fazi inverzije, se v stopalu zgodijo spremembe okoli vseh treh osi. Za izvedbo inverzije se petnica nekoliko oddalji od trupa (ekstenzija stopala), premakne medialno (addukcija) ter na zunanji rob glede na skočnico (supinacija).

Mehanika sklepa pri everziji je ravno nasprotna. Os, ki poteka skozi vse tri gibe oz. premike, imenujemo Henkejevo os in poteka poševno (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998).

Transverzalno tarzalni sklep (Chopartov sklep) sestavljajo glavica skočnice z navikularno kostjo in sprednja sklepna površina petnice z zadajšnjo sklepno površino kockaste kosti. Sklep poteka po s-liniji, na kateri je najbolj gibljiv del talonavikularni sklep. Stabilnost sklepa zagotavlja pet ligamentov in sicer plantarni kalkaneonavikularni ligament, dorzalni talonavikularni ligament, dorzalni talonavikularni ligament, bifurkatni ligament (lig. bifurcatum), plantarni kalkaneokubodini ligament in dorzalni kalkaneokubodini ligament. Os gibanja je enaka kot pri spodnjem skočnem sklepu, s katerim tvorita funkcionalno enoto. Njuno delovanje omogočajo mišice v stopalu (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998).

Sledijo tri vrste sklepov, pri katerih je gibljivost omejena na drsenje in je njihova naloga pretežno namenjena razširjanju gleženjskih vilic. Ti sklepi so kunenavikularni sklep, interkuneiformni sklep ter tarzometatarzalni sklepi ali Lisfrancovi sklepi.

V kunenavikularnem sklepu artikulirajo čolniček in klinaste kosti. V interkuneiformnem sklepu sodelujejo klinaste kosti ter predvsem tretja klinasta kost in kockasta kost. Sklepna ovojnica je pri obeh sklepih okrepljena z medkostnim tarzalnim, dorzalnim tarzalnim ter plantarnim tarzalnim ligamentom (lig. tarsi interossea, dorsalia, plantaria). V tarzometatarzalnih sklepih pa

artikulirajo sprednji deli klinastih kosti ter kockasta kost in distalnih pet stopalnic. Dorzalni in plantarni tarzometatarzalni ligament, medkostni kuneometatarzalni ter kuneometatarzalni ligament (lig. tarsometatarsea dorsalia, plantaria, ligament cuneometatarsea interossea, lig. cuneometatarseum) pa so ključni stabilizatorji tarzometatarzalnih sklepov (Kobe, Dekleva, Lenart, Širca, & Velepčič, 1988). Keros in Pečina (1971) v svoji knjigi opisujeta peti tarzometatarzalni sklep kot najgiblivejši sklep, saj sta v njem možna giba fleksije in ekstenzije od 10° do 20° ob minimalnih premikih abdukcije. Gibljivost četrtega sklepa je nekoliko manjša, medtem ko sta drugi in tretji tarzometatarzalni sklep negibljiva. Prvi tarzometatarzalni sklep pa je omejen le na premike pasivne abdukcije in addukcije do 15°.

Vse tri vrste sklepov so ploski sklepi, ki so bistveni za ohranjanje stopalnih lokov (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998).

V intermetatarzalnih sklepih artikulirajo baze metatarzalnih kosti med seboj. Gibljivost je bolj ali manj omejena le na drsenje, kar privede do oblikovanja in izraženosti stopalnih lokov. Sklepno ovojnico krepijo medkostni, plantarni in dorzalni metatarzalni ligamenti (lig. metatarsea interossea, plantaria, dorsalia) (Kobe, Dekleva, Lenart, Širca, & Velepčič, 1988).

Metatarzofalangelani in interfalangealni sklepi v stopalih so manj gibljivi kot sklepi na roki.

Metatarzofalangelani sklepi so kroglasti, v njih sodelujejo glavice stopalnic in baze prvih falang. Sklepne ovojnice so okrepljene s kolateralnimi, plantarnimi ligamenti ter (lig. collateralia, plantaria) ligamentom metatarsus transversus profundum. V metatarzofalangealnih sklepih so možni gibi fleksije, ekstenzije, abdukcije, addukcije, cirkumdukcije in rotacije z omejeno gibljivostjo.

Interfalangealni sklepi pa so tečajasti sklepi med valjastimi okrajki proksimalnih falang in bazami distalnih falang. Sklepi so ojačani s kolateralnimi ligamenti (lig. collateralia). Gibljivost je omejena le na fleksijo in ekstenzijo (Antolič, Vengust, & Drobnič, 1998; Kobe, Dekleva, Lenart, Širca, & Velepčič, 1988).

1.1.4 Živci in žile

Celotno človeško stopalo oživčujeta le dva živca. Prvi je končni del golenskega živca, drugi pa končni del peronealnega živca. Golenski živec oživčuje stopalo s svojimi motoričnimi ter senzibilnimi vlakni. Peronealni živec pa oživčuje stopalo s pretežno senzibilnimi vlakni (Tomažič & Brodnik, 2006).

Najpomembnejši del žilnega sistema, ki zagotavlja prekrvavitev stopala je zgornja stopalna arterija, ki poteka po hrbtišču stopala in predstavlja nadaljevanje sprednje golenične arterije. Zadnja golenična arterija pa se v predelu stopala razdeli na zadnjo in notranjo vejo zadnje golenične arterije. Venski sistem sestavljajo štirje spleti ožilja in sicer hrbtiščni, podplatni, povrhnji ter globoki žilni splet. Globoki žilni splet, ki se večinoma deli na dve veni, poteka ob ustreznih arterijah (Travnik, 1998).

1.1.5 Mišice goleni in stopala

Mišice goleni in stopala povezujejo kosti goleni ter stopalne kosti, ki omogočajo usklajeno delovanje, oblikovanje in vzdrževanje stopalnih lokov. Glavnina mišic izvira iz zgornjega dela golenice in se z dolgimi tetivami narašča na kosti stopala.

Mišice goleni razdelimo v tri skupine:

- prednjo skupino mišic goleni sestavljajo sprednja golenična mišica (m. tibialis anterior), dolga iztezalka palca (m. extensor hallucis longus), dolga iztezalka prstov (m. extensor digitorum longus) in tretja peronealna mišica (m. peroneus tertius). Najpomembnejši dorzalni fleksor stopala je sprednja golenična mišica, ki poleg dorzalne fleksije opravlja še addukcijo ter supinacijo stopala. Dolga iztezalka palca sodeluje pri dorzalni fleksiji, addukciji ter supinaciji, najpomembnejša naloga pa je ekstenzija palca. Naslednji najmočnejši dorzalni fleksor je dolga iztezalka prstov, ki poleg fleksije sodeluje pri abdukciji ter pronaciji. Njegova najpomembnejša naloga pa je ekstenzija proksimalnih sklepov od drugega do petega prsta. Zadnja mišica, ki spada v prednjo skupino goleni pa je tretja peronealna mišica, ki sodeluje pri dorzalni fleksiji stopala ter abdukciji in pronaciji stopala;

- zunanjo skupino mišic goleni tvorita dolga in kratka peronealna mišica (m. peroneus longus, m. peroneus brevis). Obe mišici opravljata plantarno ekstenzijo ter abdukcijo in pronacijo stopala;
- zadnjo skupino mišic goleni sestavlja šest mišic, od katerih je najmočnejša in najpomembnejša mišična skupina triglava golenska mišica (m. triceps surae), ki se sestoji iz treh mišic in sicer iz notranje dvoglave golenske mišice (gastrocnemius medialis), zunanje dvoglave golenske mišice (m. gastrocnemius lateralis) in velike mečne mišice (m. soleus.). Dvoglava golenska mišica izvira iz lateralnega ter medialnega epikondila golenice ter sklepne ovojnice medtem ko m. soleus izhaja iz zadnje strani golenice in mečnice. Obe mišici se združita v tako imenovano Ahilovo tetivo, ki se narašča na petnico (os calcaneus). Velika mečna mišica opravlja plantarno fleksijo stopala, medtem, ko dvoglava golenska mišica še fleksijo kolena. Ostale mišice so plantarna mišica (m. plantaris), poplitealna mišica (m. popliteus), zadnja golenična mišica (m. tibialis posterior), dolga upogibalka palca (m. flexor hallucis longus) in dolga upogibalka prstov (m. flexor digitorum longus). Poplitealna mišica sodeluje z dvoglavo golensko mišico pri fleksiji kolena. Plantarna mišica opravlja le plantarno fleksijo stopala. Ostale mišice pa sodelujejo pri plantarni fleksiji in addukciji ter supinaciji stopala. Dolga upogibalka palca poleg zgoraj navedenih nalog opravlja še fleksijo palca. Dolga upogibalka prstov pa še fleksijo prstov.

Mišice stopala sestavlja dvajset krajših mišic, ki imajo poleg gibalne funkcije izredno pomembno nalogo pri zagotavljanju stopalnih lokov. Razdelimo jih na dve skupini in sicer na:

- dorzalno skupino, ki jo tvorita kratka iztezalka prstov (m. extensor digitorum brevis) ter kratka iztezalka palca (m. extensor hallucis brevis). Obe mišici opravljata ekstenzijo prstov, prva ekstenzijo od drugega do petega prsta, druga pa ekstenzijo palca;
- plantarno skupino, ki jo delimo na tri podskupine in sicer na:
 - medialno skupino - mišice na medialni strani stopala so odmikalka palca (m. abductor hallucis), kratka upogibalka palca (m. fleksor hallucis brevis) ter primikalka palca (m. adductor hallucis). Prva opravlja abdukcijo ter fleksijo palca, druga sodeluje pri fleksiji palca, tretja pa pri addukciji in fleksiji palca;
 - lateralno skupino - lateralno stran stopala zavzemajo odmikalka petega prsta (m. abductor digiti minimi), kratka upogibalka petega prsta (m. fleksor digiti minimi brevis) in protivna mišica petega prsta (m. opponens digiti minimi). Vse tri mišice so fleksorji petega prsta. Odmikalka petega prsta sodeluje še

pri abdukciji petega prsta, medtem, ko protivna mišica petega prsta pa pri addukciji petega prsta (Kosinac, 1995);

- sredinske mišice stopala - mišice, ki se nahajajo v sredini podplata so razvrščene v tri skupine glede na njihovo lego. V globini so interosalne dorzalne mišice (mm. interossei dorsales) in interosalne plantarne mišice (mm. interossei plantares), v srednjem sloju so mišice podplatna kvadratasta mišica (m. quadratus plantae) in lumbrikalne mišice (mm. lumbricales), na površju pa je kratka upogibalka prstov (m. flexor digitorum brevis) (Keros & Pećina, 1971).

Poleg že zgoraj naštetih gibalnih funkcij posameznih mišic, imajo mišice goleni in stopala z vidika statično dinamične funkcije še dodatno nalogo. Tetivi dolge peronealne mišice in zadnje golenične mišice nudita močno podporo srednjemu delu stopala, ker se križata na spodnjem tarzometatarzalnem delu stopala. Istočasno pa tudi zagotavljata ohranjanje vzdolžnih stopalnih lokov. Ob njiju ima najpomembnejšo vlogo za ohranjanje medialnega vzdolžnega stopalnega loka dolga upogibalka palca, ki poteka od zadnjega dela skočnice do narastišča na palcu. Tetiva preprečuje pronacijo petnice, ker se na njo naslanjata ploski odrastek petnice oz. opornik skočnice (sustenculum tali) in glava skočnice (caput tali). Prednji prečni stopalni lok pa vzdržujejo ligamenti metatarsi transversum profundum, ter primikalka palca in dolga peronealna mišica (m. peroneus longus) (Živković V., 1998).

1.1.6 Stopalni loki

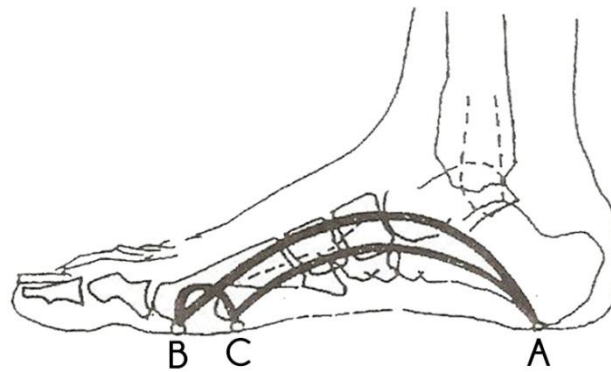
Vse telesne strukture, tako aktivne kot tudi pasivne, omogočajo človeku, da deluje kot edinstvena fiziološka celota. Pri tem ima stopalo pomembno vlogo. Da pa lahko stopalo deluje kot celota, se prilagaja podlagi, prenaša telesno maso in ublaži udarce med hojo in tekom, skrbijo stopalni loki, ki so za celovito funkcionalnost stopala ključnega pomena.

Ločimo tri stopalne loke: dva vzdolžna stopalna loka (medialni in lateralni) ter en prečni stopalni lok:

- medialni vzdolžni stopalni lok sega od medialne površine petnice, preko skočnice, čolnaste kosti in prve klinaste do glavice prve metatarzalne kosti. Ta lok je najmočnejši, najdaljši ter edini pravi stopalni lok. Najvišji je v višini čolnaste kosti in sicer je od podlage oddaljen od 15 do 18 mm;

- drugi, lateralni vzdolžni stopalni lok poteka od lateralne strani petnice preko kockaste kosti in se pripenja na glavico pete metatarzalne kosti. Je malo izrazit, saj sega v višino največ od 3 do 5 mm;
- najmanj opazen pa je tretji stopalni lok in sicer prečni stopalni lok, ki je tudi najkrajši in najnižji. Povezuje prvo glavico metatarzalne kosti in prvo glavico pete metatarzalne kosti (Keros & Pečina, 1971).

Slika 1: Stopalni loki.



Vir: Ortopedski studio, 2013

Številni strokovnjaki prečnega stopalnega loka niti ne omenjajo, saj menijo, da sploh ne obstaja. Živković (1998), Keros in Pečina (1971) ter Juras (1979) v svojih knjigah opredeljujejo štiri stopalne loke, dva vzdolžna (medialnega in lateralnega) ter dva prečna (sprednjega in zadnjega). Vsi trije opisujejo zadnji prečni stopalni lok kot lok, ki povezuje tri klinaste kosti in kvadratno kost. Keros in Pečina (1971) še dodaja, da medialni in lateralni vzdolžni lok omogočata razporeditev telesne teže po stopalu in prenos teže naprej pri hoji.

Potrebno je opozoriti, da v obdobju novorojenčka ni mogoče še zanesljivo govoriti o stopalnih lokih, saj se le ti šele razvijajo, ker je v stopalu otroka prisotno še veliko mastnega tkiva. V tem času je mastno tkivo najbolj prisotno na stranskih zunanjih robovih ter podplatu. Začne se postopoma izgubljati, ko se dojenček postavi v pokončen položaji in prične delati prve korake. Tako lahko, o stopalnih lokih, začnemo govoriti približno v drugem letu starosti otroka, ko je mastno tkivo počasi izginilo, motorika hoje že ustalila in vplivala na oblikovanje stopalnih lokov (Živković V., 1998).

Najpomembnejši dejavniki pri oblikovanju in vzdrževanju stopalnih lokov ter stopalne statične funkcije so kostne strukture, vezivno tkivo ter aktivno delovanje mišic podkolenice in samega stopala (Keros & Pećina, 1971).

Pri pokončni drži prevzema v prvi fazi teže telesa skočnica in jo nato prenese in razporedi po stopalnih lokih. V stoječem položaju je tako človeško telo oprto na štiri točke v stopalu: dve točki spredaj ter dve zadaj. Sprednji dve točki opore sta glavici prve in pete metatarzalne kosti, medtem, ko se zadnji dve oporni točki nahajata lateralno in medialno na grči petnice. Ker sta oporni točki na petnici zelo blizu, govorimo le o treh opornih točkah, ki sestavljajo tako imenovan biomehanični trikotnik. Os obremenitve je pri stoječem položaju usmerjena, spredaj vzdolž tretje metatarzalne kosti, zadaj pa proti sredini grče petnice. Razmerje obremenitve na vse tri oporne točke je enako razmerju 3:2:1. Iz tega sledi, da je zadaj najbolj obremenjena grča petnice, spredaj pa se obremenitev teže telesa, v večji meri prenese na glavico prve metatarzalne kosti kot na glavico pete metatarzalne kosti (Juras & Stanić, 1979; Keros & Pećina, 1979).

Če se želimo izogniti taki razporeditvi obremenjenosti in želimo razmerje telesne teže enačiti na vse tri oporne točke, je potrebno pod peto vstaviti 2 cm visok podstavek (Juras & Stanić, 1979).

1.2 Plosko stopalo

Opredelitev ploskega stopala

Stopalo je lahko zaradi njegove zapletene zgradbe pogosto podvrženo negativnim dejavnikom iz okolja, ki vodijo do odstopanj od normalnega stanja. Plosko stopalo je tako deformacija, ki se odraža v izgubi ali spremembi normalnih stopalnih lokov. Je posledica nenavajenosti telesa na vzravnano držo, ohranjanja ravnotežja ter hipokinezije, ki ni problematična samo pri stopalih ampak pri celotnem lokomotorinem aparatu. O nezadostnem stanju stopala govorimo takrat, ko se poruši razmerje med maso telesa ter mišicami goleni in stopala, in le te ne uspejo več vzdrževati normalne funkcije stopala (Juras & Stanić, 1979; Živković V., 1998).

Burnie (1999) razlaga plosko stopalo kot nogo s premajhnim obokom. Stopalu pravimo plosko stopalo torej takrat, ko se med hojo ali v stoječem položaju dotika tal s celotno površino in je stopalni lok premalo napet oziroma stopalo ni lokasto upognjeno.

Vzroki za nastanek ploskega stopala

Ploska stopala se v otroški dobi pojavljajo pogosteje kot v odrasli dobi. Le petina vseh odraslih ima ploska stopala. V otroški dobi je najpogostejši vzrok za ploska stopala funkcionalna motnja v razvoju in se kaže kot simptom. Pri odraslih pa gre najpogosteje za pravo deformacijo stopala (Popović, bl).

Juras in Stanič (1979), Živkovič (1998) in Kosinac (1995) v svojih knjigah opisujejo dve oziroma tri obdobja v otrokovem razvoju, ki so nevarna za nastanek ploskega stopala.

Prvo obdobje je obdobje dojenčka in malčka, ko se dojenček privaja na stoječi položaj. V tem obdobju je stopalo otrok plosko zaradi nerazvitosti stopalnih lokov ter prisotnosti mastnega tkiva na podplatu in robovih. Osebni biološki razvoj otrok in še posebej razvoj njihovega živčnega in podpornega tkiva, se kaže v pokončni drži otrok. Zaradi razvoja skeletna sistema in mišičnih struktur, dobi dojenček občutek moči in se začne dvigati v stoječi položaj. Ker želi ohraniti stoječi položaj, hodi nekoliko široko, z inverzijo pete ter po prstih. Velikokrat se srečujemo s situacijami, v katerih starši, zaradi prevelike želje po dokazovanju naprednega razvoja otroka okolici, nenamerno skrajšajo fazo plazenja, postavljajo otroka prezgodaj v stoječ položaj in vzdržujejo stoječ položaj s pomočjo različnih pripomočkov. Vse to vodi v oslajenje mišičnih struktur in vezivnega tkiva ter nezmožnost normalne mišične funkcije, ki se lahko kaže v kasnejših življenjskih obdobjih kot popuščanje mišic ter valgus petnice. V celotni populaciji je posledično približno 6 % ljudi s šibkim vezivnim tkivom.

Drugo obdobje je obdobje pubertete oz. mladostništva, kjer poteka razvoj kosti hitreje kot razvoj mišično - vezivnega sistema. Vezivni aparat je pod vplivom hormonskega delovanja, kar povzroča občutljivejša podporna tkiva na vse vrste dražljajev. Vpliv zunanjih dražljajev, kot so prevelika obremenitev zaradi daljšega stoječega položaja, sedenja, hoje po ravni ali trdi podlagi, različnih športnih aktivnosti, lahko povzroči ali pospeši funkcionalno neravnovesje, kar pogosto tudi privede do raznih deformacij in popuščanja stopalnih lokov.

Poseben vzrok za nastanek ploskega stopala lahko predstavljajo tudi nekatere bolezni, ki vplivajo na deformacije stopal (npr rahitis, škrlatinka in difterija). Posledice rahitisa so opazne šele, ko se vezivna tkiva ter kosti zmehčajo in oslabijo, v primeru nalezljivih bolezni, pa se mišice tanjšajo in po zdravljenju slabijo in popuščajo. Vse to lahko privede do nastanka ploskega stopala ter ostalih deformacij nog, hrbtenice in prsnega koša (Juras & Stanič, 1979).

Različne vzroke, ki lahko povzročijo ploska stopala pri odraslih pa podrobneje navajata v svojem članku Drobnič in Antolič (2002). Po njunem zapisu so najpomembnejši vzroki ploskih stopal:

- statične deformacije na kosteh: prirojena navpična skočnica; Z-stopalo; ekvinus petnice;
- deformacije sklepov: prirojene (koalicija nartnih kosti); vnetne (juvenilni revmatoidni artritis); travmatske (skakalčevo stopalo); degenerativne deformacije;
- živčno-mišični vzroki:
 - mišično neravnovesje: paralitično (spastično ali ohlapno); funkcionalno (raztrganje ali degeneracija kite zadnje golenične mišice, ki je najpogostejši vzrok pri odraslih);
 - proprioceptivno neravnovesje (cerebralna paraliza, blaga mentalna zaostalost, prirojena slepota);
 - bolezni kolagena (Marfanov sindrom, Ehlers-Danlosov sindrom).

Podobne vzroke, kot sta jih navedla Drobnič in Antolič (2002), navajata v svoji knjigi tudi Bunta in Popovič (1984). Poleg že zgoraj naštetih vzrokov dodajata ter izpostavita še, da se plosko stopalo lahko pojavi zaradi nepravilne splošne drža človeka, zaradi oksastih kolen, zavite golenice nekoliko navznoter, poševnega skočnega sklepa ter prekratke Ahilove tetive. Burnie (1999) pa v svoji knjigi trdi, da je vzrok za nastanek ploskega stopala največkrat v oslabeledosti nožnega mišično vezivnega sistema, včasih pa je vzrok lahko tudi dedne narave.

Razvrstitev ploskih stopal

O ploskih stopalih pri otrocih in tudi pri odraslih govorimo takrat, ko pride do spuščanja vzdolžnega medialnega stopalnega loka oziroma izgube normalne obokanosti stopala (Pehnec & Kuhta, 2006).

Glede na nastanek, se plosko stopalo lahko pojavi v dveh oblikah in sicer kot:

- prirojeno plosko stopalo in
- pridobljeno plosko stopalo.

Prirojeno plosko stopalo velja za resno deformacijo, pri kateri skočnica popolnoma spremeni svoj osnovni anatomske položaj. Skočnica se postavi vzdolžno z golenično kostjo ter pronira v kvadratno ter čolničasto kost, tako da se sprednji del stopalnic in nartnic dvigne navzgor, zadnji del stopala pa zavzame ekvinusni položaj. Prirojeno plosko stopalo spremljajo otežena hoja, izguba vseh treh stopalnih lokov

ter prisotnost ran na podplatu, ki nastanejo zaradi pritiska in obremenitve (Živković V., 1998).

O pridobljenem ploskem stopalu govorimo takrat, ko se to pojavi zaradi različnih zunanjih dejavnikov tekom življenja. Najpogostejši dejavniki, ki so vzrok za nastanek pridobljenega ploskega stopala so naslednji: prezgodnja obremenitev stopala; prevelika obremenitev (telesna masa) stopalnih lokov; predolga obremenitev stopala v stoječem položaju – stoječi poklic; razni zlomi kosti; neprimerna obutev, ki vodi do zmanjšane gibljivosti stopala (Živković V., 1998).

Ker pa se ploska stopala tekom življenja lahko pojavljajo kot samostojna patologija ali pa spremljajo razna druga obolenja, sta Pehnek in Kuhta (2006) ploska stopala razdelila na štiri oblike ploskih stopal:

- fleksibilna ploska stopala;
- rigidna ploska stopala;
 - prirojena vertikalna skočnica (talus);
 - tarzalna koalicija;
 - peronealno spastično stopalo;
 - popoškodbeno ploska stopala;
- »Z« lomljena stopala;
- ploska stopala v povezavi z drugimi obolenji.

Fleksibilna ploska stopala

O fleksibilnem ploskem stopalu govorimo takrat, ko je medialni stopalni lok v fazi razbremenitve normalen, v času hoje ali stoječem položaju pa znižan z valgusirano petnico. Fleksibilna ploska stopala se delijo v štiri podskupine in sicer najpogosteje se srečujemo s fiziološkimi in asimptomatskimi stopali, nekoliko manj pa z nefiziološkimi in simptomatskimi stopali.

- Fiziološka in asimptomatska fleksibilna stopala ne potrebujejo posebnega zdravljenja, temveč le občasne kontrole. V obdobju rasti se razvijajo fiziološko normalno oblikovana stopala.
- O nefizioloških fleksibilnih stopalih govorimo, ko postanejo deformacije bolj izrazite. Najpogostejši znaki so povečan valgus petnice ter nestabilnost talonavikularnega sklepa.
- Pri simptomatskih fleksibilnih stopalih so prisotne tudi subjektivne težave. Značilnosti simptomatskih fleksibilnih stopal so: spremenjena hoja; izbočenje glave talusa na medialni strani stopala; povečan valgus petnice ter napeta Ahilova tetiva. Naštete znake pogosto spremljajo še bolečine vzdolž stopalnega

loka, v predelu tarzalnega sinusa in pa v kolenskem sklepu ter področju golenice.

Popovič (bl) v svojem članku »Plosko stopalo – Tudi za ploske prava podpora« navaja, da je glavni vzrok za nastanek fleksibilnega ploskega stopala predvsem šibkost vezivnega tkiva ter nezadostno delovanje (insuficienca) venoznega pleteža v predelu spodnjih udov. Prisotnost fleksibilnega ploskega stopala v otroški dobi pripisuje funkcionalni motnji v razvoju otrok. V dobi odraščanja pa to obliko pripisuje predvsem preveliki obremenjenosti stopala zaradi prevelike telesne teže in količinsko premajhne telesne aktivnosti.

Rigidna ploska stopala

Pri tej obliki ploskih stopal je medialni vzdolžni stopalni lok sploščen v obeh položajih, razbremenjenem in obremenjenem. Gibljivost je omejena v sprednjem in zadnjem delu stopala. Rigidna ploska stopala delimo na prirojena in pridobljena ter na simptomatska ter asimptomatska. V večini primerov, so prisotna v povezavi z drugimi obolenji. V to skupino vštevamo štiri podskupine ploskih stopal:

- prirojena vertikalna skočnica - stopalo je čolničasto deformirano. Deformacijo spremljajo sploščen vzdolžni medialni stopalni lok, močno valgusirana petnica, Ahilova tetiva skrajšana, izbočena glavica na medialnem robu stopala in abduciran sprednji del stopala. Vzrok za pojav deformacije je neznan;
- tarzalna koalicija - ta oblika se pojavlja le v 1-2 % populacije. Najpogosteje se pojavi v obdobju adolescence, po večji telesni aktivnosti ali manjši poškodbi. Nastane zaradi prirojene vezi med tarzalnimi kostmi, najpogosteje sta to talokalkanearna in kalkaneonavikularna vez. Deformacijo spremlja močna bolečina, spremenjen način hoje ter rigidnost in sploščenost stopal;
- peronealno spastično stopalo (brez koalicije) - deformacija se pojavi spontano. Spremljajo pa jo močne bolečine in neprožna stopala. Za deformacijo so značilni: rigiden spodnji skočni sklep v zmerni everziji stopala ter spastična napetost peronealnih mišic, tibialne mišice ter ekstenzorjev prstov;
- popoškodbeno ploska stopala - ta oblika rigidnih ploskih stopal se najpogosteje pojavlja zaradi operativnih posegov, nepravilnih mavčenj ter manipulacij v otroštvu. Bolniki začutijo bolečino, slabšo gibljivost stopal, togost stopal ter težave pri hoji (Pehnec & Kuhta, 2006).

»Z« deformirana stopala

Ta oblika ploskega stopala je izredno redka, vendar težka oblika. Prisotni simptomi so skrajšana Ahilova tetiva, valgusirana petnica in sprednji del stopala v addukciji (Pehnec & Kuhta, 2006).

Ploska stopala povezana s spremljajočimi obolenji

Ploska stopala se lahko pojavijo tudi kot eden izmed znakov nekaterih obolenj. Lahko se pojavijo kot fleksibilna ali rigidna ploska stopala. Največkrat ploska stopala spremljajo obolenja veziva, obolenja centralnega živčnega sistema in številna genetska obolenja (Pehnec & Kuhta, 2006).

1.2.1 Stopnje ploskega stopala

Ploska stopala nastajajo v treh stopnjah ali stadijih, ustrezno temu so tudi razvrščena v tri skupine:

- pes valgus / 1. stopnja - plosko stopalo prve stopnje se najpogosteje pojavlja med šolskimi otroci. Znaki se kažejo v konveksnosti Ahilove tetive obrnjene navznoter, stopalni loki so ohranjeni, stopalo je nekoliko v everziji, kar posledično vodi k večji obremenitvi notranjega roba stopala. Po večurni hoji in stoječem položaju se pojavi utrujenost stopal. Upoštevati moramo, da je to le fiziološko stanje stopala, ki se kaže kot posledica neravnovesja statično dinamične funkcije podpornih struktur. Imenujemo ga insuficientno oziroma nezadostno stopalo. Plosko stopalo prve stopnje je ozdravljivo, če pravočasno začnemo z kinezioterapevtskimi vajami, terapijami in pravilno obutvijo;
- pes planovalgus / 2. stopnja - znaki, ki veljajo za drugo stopnjo so: poudarjena konveksnost Ahilove tetive ter valgusni položaj stopala. Mišice in ligamenti začnejo popuščati in so šibki. Največja obremenitev je na notranjem robu stopala, zato se tudi bolečine pojavijo v notranjem vzdolžnem stopalnem loku. Pogoste značilnosti, ki spremljajo drugo stopnjo so: splošna nestabilnost sklepov; hipotrofija mišic; prevelika telesna masa;
- pes planus / 3. stopnja - pri ploskem stopalu v tretji stopnji je notranji vzdolžni stopalni lok popolnoma izginil. Hodi se s celotno površino stopala ter s stopalom v abdukciji. Pogosto prihaja do bolečin in krčev v mišicah podkolenice ter

razširjenih ven. V primerih, ko se mišice hitro utrudijo, se bolečina razširi tudi do spodnjega dela hrbtenice (Kosinac, 1995).

1.2.2 Metode ugotavljanja ploskosti stopal

Dandanes se v svetu in pri nas za ugotavljanje in presojo normalnega ali ploskega stopala uporablja že vrsto različnih metod. Najpogosteje ugotavljajo ploska stopala zdravniki in ortopedi in sicer z uporabo vizualnega pregleda, otipavanja ali palpacije, odtisa stopala v mavcu, rentgenske slike, pedobarografije, plantografije (Juras & Stanić, 1979). Trošt, Ciliga in Pertinovičeva (bl) v svojem delu dodajajo še elektronske diagnostične postopke, ki pripomorejo pri določitvi ploskosti stopal. Ti tehnični pripomočki so F-scan naprave, platforme za merjenje reakcijske sile na podlago, fotostatični snemalniki odtisov stopal, itd.

Za samo oceno stopnje ali stadija ploskih stopal pa se najpogosteje uporabljajo Mayerjeva metoda, Nemška metoda, Ruska metoda, Clarkova metoda, Čižinova metoda in Thomsenova metoda. Manj uporabljene metode pa so metoda, ki sta jo definirala Joseph in Rao, metoda A. Denisa, Valponova metoda in Valentijeva metoda.

Poleg omenjenih metod pa se za kvantitativno opredelitev ploskega stopala uporablja številne indekse stopalnih lokov. Najpogosteje uporabljeni so Chippaux-Smirakov indeks, Irwingov indeks, Cavanaghov indeks ter Stahelijev indeks.

V nadaljevanju so podane le najpogosteje uporabljene metode ter Cahippaux-Smirakov indeks, ki je najpogosteje uporabljen v raziskavah.

Mayerova metoda

Na odtisu stopala potegnemo črto iz sredine pete do medialnega roba četrtega prsta. Stopnjo ploskega stopala ocenimo tako, da pogledamo, če širina srednjega dela stopala sega čez črto ali ne. Če širina stopalnega loka presega tako imenovano Mayerjevo črto, ocenjujemo stopalo za plosko (Juras & Stanić, 1979).

Slika 2: Mayerova metoda.



Vir: Trošt, Ciliga, & Pertinović – Zekan, bl

Nemška metoda

Pri tej metodi odtis stopala razdelimo na tri enake dele. Glede na to razdelitev, ocenjujemo ploskost stopala po naslednjih kriterijih:

- normalno stopalo – če je širina odtisa srednjega dela stopala manjša od dveh tretjin stopala;
- plosko stopalo - če širina odtisa srednjega dela stopala seže preko dveh tretjin in sega do treh tretjin (Juras & Stanić, 1979).

Clarkova metoda

Stopalni odtis dopolnimo tako, da narišemo tangento, ki povezuje medialni rob odtisa stopala, torej točko A, ki jo narišemo na najbolj medialnem delu pete ter točko A', ki leži na medialnem robu metatarzalnega dela stopala. Tangenti nato dodamo še sekanto, ki povezuje točko A' ter točko B, ki zavzema najbolj konkaven del stopalnega loka (oz. vrh konkavnega loka) (Sacco, Noguera, & Bacarin, 2009).

Slika 3: Clarkova metoda.



Vir: Sacco, Noguera, & Bacarin, 2009

Dobljeni kot med tangento in sekanto izmerimo s kotomerom. Za klasifikacijo ploskosti stopala bomo uporabili kriterije, ki so jih objavili Videmškova, Klopčič, Štihec in Karpljuk (2006) v svoji raziskavi. Videmškova idr. (2006) se je pri kriterijih v svojem članku sklicevala na raziskavo »Child's foot morphology«, ki sta jo izvedli Priadalova in Riegerova leta 2005. Kriteriji za določitev ploskega stopala so naslednji:

- $>55^\circ$ visoko stopalo;
- 42° - 55° normalno stopalo;
- 32° - 42° mejno stopalo;
- $< 32^\circ$ plosko stopalo (Priadalova & Riegerova, 2005).

Ruska metoda

Stupar (2010) opisuje rusko metodo, kot najlažjo metodo za ocenjevanje stopnje ploskega stopala. Najprej je na odtis stopala potrebno narisati tangetno AB, ki povezuje medialni rob stopala, nato pa še tangetno CD, ki povezuje lateralni rob stopala. Nato dobljeni kot oz. prostor med tangentama razdelimo na pet enakih delov.

Kriterij opredelitve stopala po ruski metodi je:

- normalno stopalo – če stopalni lok oz. kritična točka segata do četrte ali pete petine;
- plosko stopalo 1. stopnje – če stopalni lok sega do tretje petine;
- plosko stopalo 2. stopnje – če stopalni lok sega do druge petine;
- plosko stopalo 3. Stopnje – če stopalni lok sega do prve petine (Stupar, 2010).

Čižinova metoda

Najprej narišemo tangento AB, ki povezuje medialni del stopala. Nato potegnemo črto CD, ki poteka iz sredine pete do sredine drugega prsta. Odtisu stopala dodamo še pravokotnico E, ki razpolavlja črto CD in je pravokotna na tangento AB. Sledi označevanje presečišč in sicer:

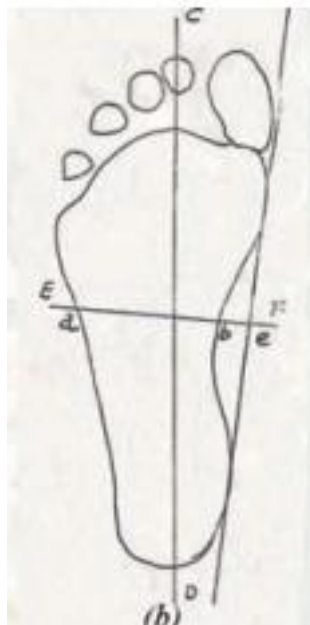
- s črko a označimo presečišče med pravokotnico E in točko na zunanjem robu stopala;
- s črko b označimo presečišče med pravokotnico E in točko na najožjem delu stopalnega loka oz. notranjem robu stopala;
- s črko e pa presečišče med pravokotnico E in točko na tangenti AB.

Stopnjo ploskega stopala izračunamo tako, da dolžino daljice od črke a do b delimo z dolžino daljice od črke b do e oziroma po sledeči enačbi [1]: $I = \frac{ab}{be}$ [1]

Kriterij za določitev stopnje stopala je sledeč:

- indeks od 0 do 1 govori o normalnem stopalu;
- indeks od 1 do 2 je plosko stopalo oz. mejno stopalo;
- indeks preko 2 je zelo plosko stopalo (Stupar, 2010).

Slika 4: Čižinova metoda.



Vir: Stupar, 2010

Thomsonova metoda

Na odtisu stopala narišemo tangento AB, ki povezuje najbolj medialni del petnice del in najbolj medialni del stopalničnega predela. Nato narišemo še Mayerjevo črto, ki poteka od sredine petnice do medialnega roba tretjega prsta. Odtisu dodamo še dve pravokotnici. Prvo pravokotnico potegnemo od Mayerjeve črte do najožjega dela stopalnega odtisa oz. vzdolžnega stopalnega loka. Drugo pravokotnico pa od tangente AB do točke, iz katere izhaja prva pravokotnica. Prvo pravokotnico označimo s črko a, drugo s črko b. Ko izmerimo dolžino obeh pravokotnic, lahko izračunamo indeks ploskega stopala.

Indeks ploskega stopala (%) izračunamo po naslednji enačbi [2]: $I = \frac{a}{b} \times 100$ [2]

Kriterij za določanje ploskosti stopala je naslednji glede na velikost indeksa:

- od 1 % - 30 % - prva stopnja;
- od 30 % - 60 % - druga stopnja;
- od 60 % naprej – tretja stopnja (Trošt, Ciliga, & Pertinović-Zekan, bl).

Chippaux-Smirakov indeks

Za izračun Chippaux-Smirakovega indeks-a stopalnega loka narišemo tangento AA', ki povezuje medialni del odtisa stopala. Iz točke A', ki leži na tangenti potegnemo črto do točke B, ki leži na najbolj lateralnem robu metatarzalnega dela stopala. Daljica A'B oz. črta b povezuje najširši del metatarzalnega dela stopala. Odtisu stopala dodamo še daljico CD oz. črto c, ki je vzporedna daljici A'B in povezuje točki na najožjem delu stopalnega loka.

Slika 5: Chippaux-Smirakov indeks.



Vir: Sacco, Noguera, & Bacarin, 2009

Indeks izmerimo tako, da krajšo črto c delimo z daljšo črto b in pomnožimo s 100 %.

Kriterij za določitev stopnjo stopalnega loka glede na izračunani indeks je:

- 0 % visok stopalni lok;
- 0,1 % - 29,9 % morfološko normalen stopalni lok;
- 30 % - 39,9 % srednji stopalni lok;
- 40 %- 44,9 % nizek stopalni lok;
- ≥ 45 % spuščen stopalni lok (Sacco, Noguera, & Bacarin, 2009).

1.2.3 Zdravljenje ploskih stopal

Dandanes je delež ploskih stopal v otroški dobi, v mladostništvu ter pri odraslih velik, kar posledično privede do večjega zdravstveno-družbenega pomena. Zgodnje otroštvo je tisto, v katerem je potrebno delovati preventivno, tako v sklopu vrtcev, šol ter same družine. Kljub temu, da velja dejstvo, da se vsi rodimo s ploskimi stopali, ki naj bi se nekje do 7. leta starosti oblikovala v normalno stopalo, je še vedno zelo pomembno preventivno delovanje na statično dinamično ravnoesje kostno vezivnega ter mišičnega sistema (Živković V., 1998).

Kremžar-Petelin (1978) poudarja, da je zelo pomembno dovolj hitro odkrivanje ploskega stopala, saj je še posebej v prvem stadiju ploskega stopala možno s krepitvijo mišic preprečiti poslabšanje ter nadaljnje okvare. Potrebna je krepitev stopalnih mišic ter mišic goleni, saj le močne ter tonizirane mišice lahko preprečijo popuščanje stopalnih lokov.

Tako pri preventivnem kot tudi pri kurativnem oziroma operativnem delovanju moramo upoštevati in slediti naslednjim ukrepom:

- higieni stopala;
- primerni obutvi;
- pripomočki za stopala;
- mišični aktivnosti in odmorom;
- fizio – kinezioterapiji;
- operativno zdravljenje (Kosinac, 1995).

Od zgodnjega otroštva dalje je higiena stopal pomembna za ohranjanje normalne funkcionalnosti stopala. V sklopu higiene je potrebno spremljati barvo kože ter njeno elastičnost, toploto stopal, obvezno je umivanje ter sušenje stopal,

izpostavljanje stopal zraku, mazanje stopal s kremami ter izvajanje masaže stopal (Kosinac, 1995; Živković V., 1998).

Primerna obutev je naslednji dejavnik, ki vpliva na samo funkcijo in obliko stopala. Obutev mora biti iz naravnih materialov, z zaobljenim sprednjim delom, trdo peto, ki daje oporo in čvrstost ter mehkim srednjim delom obuvala, ki omogoča normalno gibljivost stopala. Pozorni moramo biti, da peta ni višja od 2 cm, ker posledično lahko povzroči najprej popuščanje prečnega stopalnega loka in nato še medialnega vzdolžnega stopalnega loka. Za otroke, ki imajo ploska stopala nekateri ortopedi priporočajo uporabo ortopedskih čevljev ali čevljev z ortopedskimi vložki. Po tretjem ali četrtem letu starosti, pa tudi uporabo Thomasove pete. To je vložek, ki podpira in oblikuje notranji vzdolžni stopalni lok. Upoštevati pa moramo, da pozitivni učinki uporabe raznih vložkov ter ortopedskih obutev pri tako mladih otrocih niso še dovolj znanstveno dokazani (Kosinac, 1995; Živković V., 1998). Tako nekateri avtorji, kot so Breclj (1998) ter Bunta in Popovič (1984) raje odsvetujejo rabo ortopedskih vložkov oziroma pravijo, da so nepotrebni in raje priporočajo boso hojo po naravnih in neravnih površinah.

Danes je v svetu že veliko pripomočkov, ki pripomorejo k preprečevanju deformacij ter raznih anomalij stopal. Izmed vseh pa velja za najpomembnejša ortopedski vložek »ortotik«, ki krepi posamezne mišice in manj utruja noge in stopala.

Poznamo več vrst ortopedskih vložkov:

- korektivni vložki – vzpostavljajo normalne odnose med kostmi ter sklepi, so najpogosteje uporabljena oblika vložka;
- podporni vložki – uporabljajo se pri odraslih osebah z deformacijo stopala ali po operaciji z namenom ohranjanja oz. vzdrževanja podpore deformiranega stopala;
- nadomestni vložki – uporabljajo se pri osebah, ki brez operativnega zdravljenja ne morejo odpraviti deformacije (Kosinac, 1995).

Kot smo že omenili se stopalni loki, ki igrajo pomembno vlogo pri statično dinamični funkciji začnejo vzpostavljati nekje pri dveh letih in se oblikujejo tja do šestega – sedmega leta starosti. Pri njihovem vzpostavljanju ter celoviti stopalni funkciji imajo pomembno vlogo mišice stopala ter golenice, zato je potrebno, da se otrok veliko giba v naravi po naravnih terenih (Živković V., 1998).

Korekcijska vadba oz. kinezioterapija je najučinkovitejša in najpomembnejša v začetnem stadiju ploskega stopala oziroma takrat, ko so glavni vzrok za nastanek ploskega stopala oslabiljene mišice stopala in goleni. Takrat lahko s pravilno sestavljeno vadbo vplivamo na moč in tonus tistih mišic, ki vzdržujejo stopalne loke ter so pomembne za celotno gibljivost stopala. Namen korekcijske vadbe je, da:

- ponovno vzpostavimo normalno funkcijo stopala;
- povečamo elastičnost vezi;
- okrepimo mišice, ki so glavne za ohranjanje in oblikovanje stopalnih lokov in
- povečamo cirkulacijo, s katero se poveča prekrvavitev v mišicah in drugih tkivih in povzroči hitrejše izločanje odpadnih snovi iz mišic in telesa.

Obstaja veliko različnih oblik aktivnosti, ki pripomorejo k normalni funkcionalnosti stopala. Te aktivnosti so na primer ritmično športna gimnastika, igre v vodi, elementarne igre, plavanje, hoja po naravni podlagi v otroštvu, različne oblike skokov, itd. (Kosinac, 1995; Živković V., 1998).

Korekcijsko vadbo lahko razdelimo na pet oblik in sicer:

- korekcijska vadba glede na način izvedbe:
 - vadba v mirovanju;
 - vadba v gibanju;
 - vadba s pripomočki;
 - vadba brez pripomočkov;
 - vadba na orodjih.
- korekcijska vadba glede na prostor izvedbe:
 - vadba v zaprtih prostorih (soba, učilnica, telovadnica);
 - vadba v odprtih prostorih (travniki, igrišče, obala, terasa);
 - vadba na suhem;
 - vadba v vodi;
 - vadba v blatu;
 - vadba na pesku.
- korekcijska vadba glede na začetni položaj izvedbe:
 - vaje v stoječem položaju;
 - vaje v sedečem položaju;
 - vaje v mešani opori;
 - vaje v ležem položaju na hrbtu, prsih ali boku, z nogami skupaj ali narazen.

- korekcijska vadba glede na funkcionalni učinek:
 - vaje za krepitev;
 - vaje za sprostitve;
 - vaje za iztegnitev.
- korekcijska vadba glede na uporabljeno kontrakcijo:
 - izotonična – dolžina mišic se krajša, volumen pa poveča;
 - izometrična – dolžina mišice je enaka skozi celotno izvedbo (Kosinac, 1995).

Poleg vsega naštetega, delimo korekcijske vaje še na štiri skupine in sicer glede na mišice, ki so pri posamezni vaji aktivirane oz. uporabljene:

- vaje za krepitev kratkih mišic prstov: to so mišice podplata, ki vzdržujejo vzdolžni stopalni lok;
- vaje za krepitev dolgih mišic prstov: Te mišice so m. tibialis anterior in posterior; m. triceps surae; m. flexor digitorum longus in m. flexor hallucis longus. Krepimo jih z oporo na distalni tretjini stopala in krepijo vzdolžni stopalni lok;
- vaje za krepitev supinatorjev stopala: Te mišice, dvigajo notranji rob stopala kar vpliva na vzdrževanje vzdolžnega loka;
- vaje za krepitev pronatorjev stopala: Njihova naloga je dvig zunanje roba stopala in posledično ohranjanje zunanje vzdolžnega loka;
- vaje za krepitev dorzalnih in plantarnih fleksorjev, ki dajejo stabilizacijo stopalu in ne igrajo pomembne vloge pri vzdrževanju stopalnih lokov (Kosinac, 1995; Živković V., 1998).

Kratke mišice upogibalk krepimo z dvigovanjem različnih predmetov s prsti medtem, ko dolge fleksorje z oporo na prednji tretjini stopala. To dosežemo s plezalnimi igrami, lazenjem, plezanjem, dviganjem in spuščanjem ter raznimi poskoki. Supinatorne mišice krepimo, ko hodimo po zunanji polovici stopala (po vrvi, ceveh, itd.) ter z dviganjem in premikanjem različnih predmetov s podplatom stopala. Uporabljamo lahko tudi razne igre, ki vključujejo prenašanje ter premikanje raznih predmetov (kocke, valji, žoge). Plantarne in dorzalne fleksorje stopala pa okrepimo s hojo po petah oz. hojo po prstih ali z različnimi vajami kot so dvig na prste ali pete, poskoki, razna plezanja itd. (Kosinac, 1995).

Glede na starost otrok, stopnjo znanja, stopnjo treniranosti in stopnjo ploskosti stopala določimo izbor vaj, način izvajanja, vrstni red vaj, število ponovitev, število serij ter trajanje vadbe oz. vaje in odmori med izvedbo. Ne glede na vse, pa je za

učinkovito in koristno izvajanje korekcijske vadbe potrebno poskrbeti na zanimivost iger, motiviranost otrok ter primerno zahtevne vsebine.

Poleg vsega naštetega je potrebno upoštevati nekaj osnovnih pravil in sicer:

- korekcijsko vadbo je potrebno izvajati vsak dan in jo ponavljati 1-2 krat;
- izvaja se kratke pavze;
- vadbo izvajamo samo v primerih nezadostnega stopala;
- uporaba ortopedskega vložka;
- po zlomu – ploskega stopala krepimo vse mišice;
 - pomožna sredstva pa so higiena stopala, samomasaža, hoja po travi ali rosi ter vadba na pesku (Kosinac, 1995).

Kosinac (1995) opisuje kinezioterapijo kot vadbo, s katero vzpostavimo in ohranjamo normalno funkcionalno gibljivost stopala v vseh smereh ter krepimo mišice golenice in stopala. S samo kinezioterapijo ne moremo veliko vplivati na ploska stopala in do potankosti izboljšati stanja stopala, zato je potrebno vadbo kombinirati z uporabo ortopedskih vložkov ter različnimi aktivnostmi kot so plavanje ali hoja po neravnih površinah. Če korekcijska vadba ter vložki ne doprinesejo izboljšanja ploskega stopala in se stanje ploskega stopala še naprej slabša in razvija, kar privede do deformacije stopala in omejene gibljivosti, pride v poštev operativno zdravljenje.

Bunta in Popovič (1984) pripisujeta operativno zdravljenje skoraj vsem otrokom, ki se jim do sedmega leta plosko stopalo ni izboljšalo. Posamezna operacija se izvede glede na vzrok deformacije ter na obliko ploskosti stopala. Tako poznamo več načinov operativnega zdravljenja in sicer:

- sprememba položaja petnice in skočnice ter zatrditev sklepa med njima;
- premik kite sprednje golenske mišice nekoliko nazaj, da ta bolj podpre stopalni lok;
- pri prirojeni navpični skočnici se popravi le položaj skočnice;
- pri poševnem skočnem sklepu je operacija zelo redka, saj večinoma deformacija izgine z rastjo;
- pri prekratki Ahilovi tetivi, podaljšamo kito z operacijo;
- pri zaviti golenici navznoter je operativno zdravljenje potrebno le v najhujših primerih.

Pehnec in Kuhta (2006) pripisujeta konzervativno ter operativno zdravljenje glede na obliko ploskega stopala. Fleksibilna ploska stopala tako v prvi fazi zdravimo le s terapijo, ki zajema raztezne ter krepilne vaje za mišice stopala. V primeru izboljšanja stanja ploskosti se nadaljuje s terapijo, v nasprotnem primeru pa lahko pride do operativnega zdravljenja, ki ga delimo v tri skupine in sicer:

- rekonstruktivni posegi;
- izvensklepna zatrditev;
- zatrditve dela stopala.

Pri rigidnem ploskem stopalu se zdravljenje razlikuje od oblike do oblike in od vrste vzroka ter stanja ploskega stopala. Pri prirojeni navpični skočnici je v zgodnjem obdobju najpogosteje uporabljena operacija s popravkom položaja čolnička na skočnico, ki jo spremlja redresijski mavec za obdobje šestih tednov. Tej sledijo še operativni posegi na mehkih tkivih in kosteh. Kljub vsemu stanja velikokrat ne moremo popolnoma pozdraviti. Terapija tarzalne koalicije je sprva le konzervativna. Sestavlja jo imobilizacija, uporaba ortoz ter mirovanje. Ko pa ni znakov izboljšanja, se ortopedi poslužujejo tudi operativnega zdravljenja. V primerih peronealnega spastičnega stopala zdravimo vzrok s konzervativno terapijo. Oseba mora mirovati, lahko potrebuje ortozo, imobilizacijo z mavcem ali blokade. Zelo redko je uporabljena operativna terapija. Pri popoškodbenem ploskem stopalu se priporoča le konzervativno terapijo, ki zajema primerno obutev, fizikalno terapijo, regulacijo telesne mase ter uporabo nesteroidnih antirevmatikov. Operativna terapija se uporabi le pri hudih bolečinah in močno omejeni gibljivosti. Terapija »Z« deformiranega stopala je najpogosteje sestavljena iz redresijskega mavčenja, manipulacije ter vadbe za mišice stopal. Pri najtežjih oblikah, spremljanih z bolečino in težavo pri hoji se poslužujejo tudi operativne terapije ter uporabe ortoz. V primerih, ko je plosko stopalo povezano s spremljajočimi obolenji, je terapija odvisna od samega obolenja, zato je ploska stopala najbolj priporočljivo le spremljati (Pehnec & Kuhta, 2006).

Zdravljenje ploskih stopal se razlikuje od oblike do oblike in pri vseh osebah je najpomembnejše pravočasno odkrivanje ploskih stopal. Ne glede na obliko se je potrebno posvetovati z ortopedi, ki postavijo diagnozo in ugotovijo vzrok. Na podlagi rezultatov se nato določi terapija, ki je lahko konzervativna ali operativna. Pri nekaterih oblikah plosko stopalo le spremljamo, pri drugih uporabljamo le konzervativno terapijo, pri tretjih pa lahko tudi operativne posege (Pehnec & Kuhta, 2006).

Velikokrat tudi vsi zgoraj nanizani postopki ne uspejo popolnoma izboljšati ploskega stopala do normalne oblike, lahko pa pripomorejo k zmanjšanju utrujenosti mišic, togosti ter vzpostavitvi večje elastičnosti mišic ter kože. Najpomembnejše pa je, da skrbimo za svoja stopala, že preventivno in se posvečamo tako higieni, obutvi, kot tudi kinezioterapiji ter naravnim oblikam gibanja po neravnih površinah (Živković V., 1998).

1.3 Pregled obstoječih raziskav

1.3.1 Pogostost ploskih stopal pri otrocih in povezava s starostjo

Videmšek, Klopčič, Štihec in Karpljuk so v letu 2006, v svoji raziskavi ugotavljali prevalenco ploskih stopal med triletnimi otroci. Za določitev ploskosti so uporabili Clarkovo metodo. V raziskavo je bilo vključenih 127 otrok iz 18. Ljubljanskih vrtcev. Od tega je bilo 62 dečkov ter 65 deklic. Ugotovljeno je bilo, da ima le 8 % izmed vseh otrok zdrava, normalna stopala, 20 % jih ima mejna stopala ter kar 72 % vseh otrok ima ploska stopala. Sklep raziskave je bil, da je tako velika prevalenca ploskih stopal prisotna, zaradi še ne oblikovanih stopalnih lokov, pri otrocih v obdobju starosti treh let.

Cilj Pfeifferjeve, Kotzove, Ledlove, Hauserjeve ter Slugove raziskave iz leta 2006, je bil določiti prevalenco ploskega stopala pri populaciji otrok v starostnem intervalu od tri do šest let ter oceniti vpliv starosti, spola in telesne mase na ploska stopala. Raziskava je bila izvedena med 835 otroci (411 deklic, 424 dečkov). Plosko stopalo so določili s pomočjo ocene valgusa petnice in ter slabe strukture stopalnega oboka. Stopala so skenirali s pomočjo laserskega čitalca ter izmerili valgus petnice. Rezultati so pokazali, da je prisotnost ploskega stopala med tri do šest let starimi otroci kar 44 %. Prevalenca ploskosti stopal znatno vpada glede na starost otroka in sicer je bila 54 % pri triletnih otrocih medtem, ko je pri šest letnih otrocih znašala le še 24 %.

Evansova (leto 2011) je v svoji raziskavi, ki je imela cilj dokazati povezavo med ploskim stopalom, telesno maso in antropometričnimi lastnostmi, ugotovila, da ima med testiranimi 140 avstralskimi otroci 31 otrok ali 22,2 % ploska stopala. Otroci, ki so bili zajeti v raziskavo so bili stari od sedem do deset let.

Chen, Chung in Wang (2009) so v svoji študiji raziskovali razširjenost ploskega stopala in dimenzije stopal med osnovnošolskimi otroci v Taiwanu. V študiji je sodelovalo 1.024 otrok (549 dečkov in 475 deklic), starih od pet do trinajst let. Rezultati so pokazali na 28 % razširjenost ploskega stopala ter na to, da se je prevalenca ploskosti stopala zmanjševala s starostjo.

Chang, Wang, Kuo, Shen, Hong in Lin (leto 2009) so v osnovnih šolah na Taiwanu želeli dokazati prisotnost fleksibilnega ploskega stopala in raziskovati povezanost med ploskim stopalom in debelostjo, spolom in starostjo. Za vzorec so vzeli 2083 otrok, starih od sedem do dvanajst let. Otroke so razdelili v šest skupin glede na starost. Ploskost stopala so ugotovili z odtisi stopal, nato pa so uporabili Denisovo metodo, za opredelitev stanja ploskosti. Rezultati so pokazali, da je imelo plosko stopalo kar 1.222 otrok, torej 59 % vseh otrok. Prisotnost ploskega stopala je bila največja med osem let starimi otroki. Večkratne analize kažejo na to, da je verjetnost za pridobitev ploskih stopal pri osem in devet let starih otrocih 1,52 oziroma 0,72 večja kot pri otrocih starih sedem let.

Glavni namen študije, ki so jo v letu 2012 izvedli Chen, Tung, Yeh, Yang, Kuo in Wand je bil raziskati spremembe v pojavu ploskosti stopala v obdobju enega leta, pri otrocih. V študijo je bilo vključenih 580 predšolskih otrok (297 dečkov in 283 deklic). Povprečna starost otrok je bila 53 ± 18 mesecev. Otroke so spremljali longitudinalno v povprečju 11,8 mesecev. Za določitev ploskosti stopal so uporabljali Chippaux-Smirakov indeks (CSI), ki so ga izračunali iz odtisov stopal. Ploska stopala so določili po kriteriju, pri katerem je bil kriterij za določitev ploskega stopala vrednost $CSI > 62,70$ %. Rezultati raziskave so pokazali, da se prisotnost ploskega stopala pri predšolskih otrocih zmanjša s starostjo. Končni rezultati so pokazali za 5,1 % manjše povprečje CSI ter za 14 % manjšo prisotnost ploskega stopala med otroci. Ugotovili so tudi, da se je, v enem letu plosko stopalo izboljšalo do normalnosti kar 37,6 % otrokom, medtem, ko se je v tem času pokazala ploskost stopala 9,9 % otrokom, ki so na začetku imeli normalno stopalo.

Chen, Yeh, Tung, Yang, Yang in Wang (2010) so izvedli študijo z namenom ugotoviti vpliv starosti, spola, debelosti, sklepne ohlapnosti in sedenja med nogama (sedenje na obliko črtke W) na ploska stopala pri predšolskih otrocih. V raziskavi je sodelovalo 1.598 otrok iz Taiwana, 833 dečkov in 765 deklic, starih od tri do šest let. Otroci so bili razdeljeni v tri skupine in sicer v skupino z normalnimi stopali (733), skupino, kjer je bilo plosko le eno stopalo (266) in skupino, v kateri imajo otroci obe stopali ploski (599). Pri otrocih z levim in desnim ploskim stopalom se je prevalenca ploskega stopala zmanjševala z zviševanjem starosti pri otrocih. Ploski

stopali je imelo 54,5 % otrok starih tri leta, medtem ko le 21 % šestletnikov. V skupini otrok z obema ploskima stopaloma se je tveganje oz. prevalenca ploskih stopal zmanjševala z večjo starostjo.

Tabela 1: Odstotek ploskosti stopal v že obstoječih raziskavah.

Avtor, letnica	Število preiskovancev	Prevalenca	Opombe
Videmšek, Klopčič, Štihec, Karpljuk (2006)	127 otrok	8 % normalna stopala 20 % mejna stopala 72 % ploska stopala	Otroci stari 3 leta
Pfeiffer, Kotz, Ledl, Hauser, Sluga (2006)	835 otrok	44 % ploska stopala	Otroci stari od 3 do 6 let
Evans (2011)	140 otrok	22,2 % ploska stopala	Otroci stari od 7 do 10 let
Chen, Chung Wang (2009)	1.024 otrok	28 % ploska stopala	Otroci stari od 5 do 13 let
Chang, Wang, Kuo, Shen, Hong, Lin (2009)	2.083 otrok	59 % ploska stopala	Otroci stari od 7 do 12 let

Tabela 2: Povezanost med ploskimi stopali in starostjo otrok.

Avtor, letnica	Število preiskovancev	Dejstvo	Prevalenca	Opombe
Pfeiffer idr.(2006)	835 otrok	Prevalenca se zmanjšuje skupaj s starostjo	54 % pri 3 letnih otroci, 24 % pri 6 letnih otrocih	Otroci stari od 3 do 6 let
Chen, Chung Wang (2009)	1.024 otrok	Prevalenca se zmanjšuje skupaj s starostjo	/	Otroci stari od 5 do 12 let
Chang, Wang, Kuo idr.(2009)	2.083 otrok	Prevalenca največja pri 8 let starih otrocih	Prevalenca pri 8 in 9 let starih otrocih 1,52 in 0,72 večja kot pri 7 letnikih	Otroci stari od 7 do 12
Chen, Tung, Yeh, Yang, Kuo, Wang (2012)	580 otrok	Prevalenca za 14 % zmanjšana v enem letu. Vrednost CSI za 5,1 % zmanjšana.	/	Otroci v povprečju stari 53 ± 18 mesecev
Chen, Yeh, Tung, Yang, Yang in Wang (2010)	1.598 otrok	Prevalenca se zmanjšuje s starostjo	54,5 % pri 3 letnih, 21 % pri 6 letnih	Otroci stari od 3. do 6. leta starosti

1.3.2 Razlike med spoloma

Videmškova idr.(2006) so v že omenjeni raziskavi ugotavljali tudi o razliki v prevalenci ploskih stopal med spoloma. Rezultati njihove raziskave so pokazali, da ni razlik med prisotnostjo ploskih stopal pri dečkih ali deklicah.

V okvir svojega dela pa so Videmškova idr (2006) vključili še dve dodatni raziskavi, ki kažeta na to, da je prevalenca ploskih stopal višja pri dečkih kot pri deklicah. V raziskavi, ki sta ju opravili Priadalova in Riegerova (2005), je bila ugotovljena večja prevalenca ploskih stopal pri triletnih dečkih (48,3 %) kot pri deklicah (23 %). Podobni so rezultati druge raziskave, v kateri pa je prevalenca ploskih stopal pri triletnih dečkih 53,3 %, pri deklicah pa samo 36,4 % (Štastna, 2002).

Pfeiffer idr. (2006), ki so v svoji raziskavi ugotavljali predvsem prevalenco ploskega stopala pri otrocih starih od tri do šest let so v raziskavi tudi pokazali, da so dečki

bolj podvrženi ploskim stopalom kot deklice, saj je bila prisotnost ploskih stopal pri dečkih 52 %, pri deklicah pa 36 %.

Tudi Chen, Chung in Wang (2009) so v svoji raziskavi ob ugotovitvah o razširjenosti ploskosti stopal ugotovili, da je prevalenca ploskega stopala pri dečkih znatno večja kot pri deklicah in sicer pri dečkih 35 %, pri deklicah 20 %.

Prav tako je tudi druga kitajska raziskovalna skupina Chang, Wang, Kuo idr. (2009) raziskovala razliko v ploskih stopalih glede na spol. Izmed vseh otrok s ploskim stopalom je v njihovi izbrani populaciji imelo kar 67 % dečkov ploska stopala, 49 % delež pa je bil zaznan pri deklicah.

Tabela 3: Razlike v prevalenci ploskega stopala in spolom otrok.

Avtor, letnica	Število preiskovancev	Dejstvo	Prevalenca ploskih stopal	Opombe
Videmšek idr.(2006)	127 otrok	Ni razlik	/	Otroci stari 3 leta
Priadalova in Riegerova (2005)	Ni podatka	Dečki bolj podvrženi ploskim stopalom kot deklice	Dečki:48,3 % Deklice: 23 %	Otroci stari 3 leta
Štasna (2002)	Ni podatka	Dečki bolj podvrženi ploskim stopalom kot deklice	Dečki:53,3 % Deklice:36,4 %	Otroci stari 3 leta
Pfeiffer idr.(2006)	835 otrok		Dečki:52 % Deklice:36 %	Otroci stari od 3 do 6 let
Chen, Chung Wang (2009)	1.024 otrok	Dečki bolj podvrženi ploskim stopalom kot deklice	Dečki:35 % Deklice:20 %	Otroci stari od 5 do 12 let
Chang, Wang, Kuo idr.(2009)	2.083 otrok	Dečki bolj podvrženi ploskim stopalom kot deklice	Dečki:67 % Deklice:49 %	Otroci stari od 7 do 12 let

1.3.3 Povezava med ploskimi stopali in telesno maso

V raziskavi poimenovani Mauch, Grau, Krauss, Maiwald, Horstmann (2008) je bil temeljni cilj ugotoviti povezanost med telesno maso ter razvojem stopal, glede na tip oz. obliko stopala. V raziskavo je bilo vključenih 2.887 preiskovancev. Od tega je bilo 1.450 dečkov ter 1.437 deklic starih od dva do štirinajst let. V tej raziskavi so, za nemene ugotavljanja vpliva telesne mase na ploska stopala, uporabljali tridimenzionalni čitalec (Pedus, Human Solutions Inc., Germany). Identificirali so 5 različnih tipov stopal in sicer: ploska stopala; vitka stopala; robustna stopala; dolga stopala in kratka stopala. Stopala otrok z normalno telesno maso so bila po strukturnem deležu pri vseh tipih stopala enaka. Otroci s prekomerno telesno maso so imeli višjo prevalenco ploskih ter robustnih stopal. Medtem, ko so imeli otroci s prenizko telesno maso bolj vitka ter dolga stopala.

Tudi Chen. Chung in Wang (2009) so v svoji raziskavi zaznali povezanost med debelostjo in ploskimi stopali. Izmed vseh 1.024 otrok je bilo kar 20 % debelih otrok ter otrok s prekomerno telesno maso. Ugotavljali so tudi razlike v prevalenci ploskih stopal med otroci z normalno telesno maso (27 %), debelimi (31 %) in predebelimi (56 %) otroci. Vpliv debelosti se je odražal tudi pri dimenzijah stopal. Debeli otroci imajo višjo prevalenco ploskih stopal, večje dimenzije stopala in manjše spremembe v širini stopala od otrok z normalno telesno maso. Povezava med prevalenco ploskih stopal in telesno maso pa je očitna tudi pri višini stopala. Otroci s ploskim stopalom imajo nižjo višino stopala in večjo spremembo dolžine nog, v primerjavi z otroci z normalnim stopalom.

Z raziskavo, ki so jo izvajali Chang, Wang, Kuo idr. (2009) so ugotovili, da je izmed vseh otrok, ki imajo ploska stopala bilo kar 75 % predebelih, 65 % debelih, 57 % z normalno telesno maso in 48 % s premajhno telesno maso. Otroci, ki so debeli in predebeli so 2,66 in 1,39 krat bolj podvrženi ploskim stopalom kot tisti z normalno telesno maso. Rezultati kažejo tudi na to, da je prevalenca ploskega stopala večja med dečki, ki so debeli ali predebeli in stari med sedem in osem let.

Pfeiffer idr. (2006) so v svoji raziskavi 13 % izmed vseh otrok opredelil kot debele otroke in kar 51 % otrok kot otroke s prekomerno telesno maso. Med temi je kar 62 % otrok imelo ploska stopala, pri otrocih z normalno telesno maso pa so zaznali 42 % prevalenco ploskih stopal.

Cilj že omenjene študije, ki so jo opravili Chen, Yeh, Tung, Yang, Yang in Wang (2010) je bil ugotoviti vpliv starosti, spola, debelosti, sklepne ohlapnosti in sedenja

na W (sedenje med nogama) na plosko stopalo v predšolskih otrocih. V raziskavi, kjer je sodelovalo 1.598 otrok so dokazali, da se je v skupini z ploskima stopaloma obeh nog tveganje oz. prevalenca ploskih stopal povečevala s povečano telesno maso in bila večja pri dečkih kot pri deklicah. V skupini otrok, ki so imeli plosko le eno stopalo, starost in prekomerna telesna masa nista neposredno vplivala na plosko stopalo. Otroci z večjo sklepno ohlapnostjo in navado na sedenje z nogami na W so podvrženi večjim tveganjem za plosko stopalo v obeh skupinah.

Raddifort-Harland, Steel in Baur (2010) so si v svoji raziskavi zadali cilj razložiti vpliv debelosti na razvoj otrokovega stopala ter podrobneje določiti kaj vpliva na plosko strukturo stopala debelih predšolskih otrok - ali je to posledica povečanega maščobnega tkiva ali pa sploščenost vzdolžnega loka. V raziskavi je sodelovalo 75 debelih otrok ($8,3 \pm 1,1$ leta, 26 dečkov, $ITM 25,2 \pm 3,6 \text{ kg m}^{-2}$) ter 75 otrok z normalno telesno maso ($8,3 \pm 0,9$ leta, $ITM 15,9 \pm 1,4 \text{ kg m}^{-2}$), ki so se po starosti in spolu ujemali z izbranimi debelejšimi otroci. Maščobna debelina srednjega dela stopala ter notranja višina stopalnega loka je bila izmerjena z ultrazvočnim aparatom. Ugotovili so, da imajo debelejši otroci znatno debelejša ter ploskejša stopala, v primerjavi z otroci z normalno telesno maso.

V popolnem nasprotju z zgoraj navedenimi raziskavami je Evansova (2011) raziskava, ki je ugotavljala povezavo med ploskim stopalom, telesno maso ter antropometričnimi lastnostmi na 140 avstralskih otrocih starih od sedem do deset let. Od tega je 31 otrok imelo ploska stopala. Za ugotovitev ploskega stopala so uporabili FPI-6 metodo. Rezultati in dokazi so povsem v nasprotju z ostalimi že narejenimi raziskavami. Študija ni pokazala povezave med povečano telesno maso ter ploskim stopalom, pač pa da imajo debelejši otroci manj ploska stopala, kar je ravno nasprotno od pričakovanega in potrjenega v že obravnavanih raziskavah. Razlage zakaj, je do tega prišlo niso našli, sklepajo pa, da je do takšnih odstopanj oz. rezultatov prišlo zaradi uporabe drugačnega merilnega instrumenta.

Tabela 4: Povezanost med ploskimi stopali in debelostjo.

Avtor, letnice	Število otrok	Dejstva	Odstotek debelih otrok	Prevalenca ploskih stopal pri otrocih glede na telesno maso	Starost otrok
Mauch idr.(2008)	2.887	Predebeli otroci imeli v večjem odstotku ploska in debela stopala	/	/	od 2 do 14 let
Chen, Cung, Wang (2009)	1.024	/	20 % predebelih otrok	normalna telesna masa: 27 % debeli otroci: 31 % prekomerna telesna masa: 56 %	od 5 do 12 let
Chang, Wang, Kuo idr. (2009)	2.083	Odstotek ploskih stopal pri debelih in predebelih je 2,66 in 1,39 krat večji kot pri normalnih otrocih.	75 % predebelih 65 % debelih 57 % normalnih 48 % podhranjenih	/	od 7 do 12 let
Pfeiffer idr.(2006)	835	/	13 % debelih otrok	normalna telesna masa: 42 % debeli otroci: 62 % prekomerna telesna masa: 51 %	Otroci stari od 3 do 6 let
Raddifort, Steel, Baur (2010)	150	Debelejši otroci imajo znatno ploskejša stopala	50 % debelih	/	Otroci stari 8 let
Evans (2009)	140	Ni povezave med telesno maso in ploskimi stopali	/	/	Otroci stari od 7 do 10 let

1.4 Cilji in hipoteze

V diplomsko nalogo sta vključeni dve študiji in sicer presečna študija ter longitudinalna študija. Glavni cilj presečne študije je ugotoviti povezanost med izbranimi antropometričnimi lastnostmi štiriletnih otrok in ploskim stopalom. V longitudinalni študiji pa smo ugotavljali vpliv izbranih korekcijskih vaj na izboljšanje ploskega stopala otrok ter vpliv starosti na ploska stopala.

Glede na zgoraj postavljene cilje smo opredelili *hipoteze* obeh raziskav:

- H1.1 obstajajo razlike med spoloma v Clarkovem kotu;
- H1.2 mišična masa ni povezana s Clarkovim kotom;
- H1.3 maščobna masa je povezana s Clarkovim kotom;
- H1.4 na osnovi prediktorjev iz vrst antropometričnih mer in telesne drža lahko razložimo 50% variance Clarkovega kota;
- H2.1 starost je povezana s Clarkovim kotom in Chippaux-Smirakovem indeksom;
- H2.2 z izbranimi korekcijskimi vajami lahko vplivamo na povečanje Clarkovega kota in zmanjšanje Chippaux – Smirakovega indeksa.

2 METODE

2.1 Presečna študija

Presečna študija je bila izvedena na štiriletnih otrocih iz koprške regije. Meritve so bile opravljene v okviru temeljnega nacionalnega projekta »J5–2397 Analiza elementarnih gibalnih vzorcev in adaptacija skeletni mišičnega sistema na nekatere dejavnike sodobnega življenjskega sloga otrok med 4. in 7. letom starosti«, ki ga je izvajal Inštitut za kineziološke raziskave Znanstveno raziskovalnega središča Univerze na Primorskem, v letih 2009-2012.

2.1.1 Vzorec preiskovancev

V presečni študiji je sodelovalo 107 otrok iz koprške regije. Otroci so bili stari štiri leta. Izmed vseh preiskovancev, je bilo v študijo vključenih 52 dečkov in 55 deklic. Glede na odstotek vseh sodelujočih je bilo deklic 51,4 % in dečkov 48,6 %. Starši otrok so podali pisno soglasje svojih otrok za pristop k raziskavi. Študija je bila odobrena s strani Komisije Republike Slovenije za medicinsko etiko.

Tabela 5: Število in odstotek otrok glede na spol.

Spol	Število	Odstotek
Deklice	55	51,4 %
Dečki	52	48,6 %
Skupaj	107	100 %

2.1.2 Organizacija meritev

Meritve smo izvedli v obdobju od 1.11.2009 do 1.2.2010 v prostorih Inštituta za kineziološke raziskave v Ortopedski bolnišnici Valdoltra. Meritve ploskega stopala smo izvedli takoj po merjenju osnovnih telesnih dimenzij. Vsak otrok je stopil na elektronski laserski čitalec (Texscan, ZDA) in na njem stal mirno približno 30 sekund. Med tem časom smo mu skenirali stopali obeh nog. V kolikor se je otrok

vidno premaknil smo meritev ponovili. Parametre smo izračunali iz posnetkov obeh nog in vzeli povprečno vrednost za nadaljnjo obdelavo.

2.1.3 Merjenje ploskosti stopal

Meritev smo izvedli na laserskem čitalcu, na katerega smo namestili otroka z naravno postavljenimi nogami. Po nekajsekundni mirni stoji smo zajeli odčitek obeh stopal. Iz zajetega odčitka smo izračunali Clarkov kot obeh stopal. Po končani meritvi smo fotografiral tudi zadnji del spodnjega dela noge in izračunali kot supinacije oziroma pronacije gležnja.

2.2 Longitudinalna študija

Raziskavo smo izvedli na otrocih iz Kotalkarskega kluba Renče. Potekala je v času od 6.4.2013 do 7.7.2013 in je bila sestavljena iz začetnega testiranja ter longitudinalne študije, ki je zajemala tri mesečno korekcijsko vadbo in končno testiranje. Starši otrok so podali pisno soglasje svojih otrok za pristop k raziskavi. Ob predpostavki intenzivne korekcijske vadbe in neznatne spremenljivosti ploskega stopala v obdobju trajanja korekcijske vadbe, v raziskavo nismo vključili kontrolne skupine.

2.2.1 Vzorec preiskovancev

V študijo je bilo vključenih 30 otrok. Staršem otrok sem najprej obrazložila namen raziskave ter njen predviden potek in postopke, ki bodo potekali v okviru raziskave. Pred pričetkom so vsi starši podpisali soglasje za sodelovanje njihovih otrok v raziskavi. Otroci so bili stari od četrtega do šestnajstega leta, v povprečju 11 ± 4 let.

Tabela 6: Število in odstotek otrok glede na leto rojstva.

Leto rojstva	Število	Odstotek (%)
2009	2	6,6 %
2008	2	6,6 %
2007	3	10 %
2006	2	6,6 %
2005	1	3,3 %
2004	3	10 %
2002	4	13,3 %
2001	1	3,3 %
2000	3	10 %
1999	4	13,3 %
1998	1	3,3 %
1997	4	13,3 %

Iz tabele 6 je razvidno koliko otrok je v raziskavi sodelovalo glede na leto rojstva. Izmed vseh sodelujočih je bilo v študijo vključenih 6 dečkov ter 24 deklic. Deklic je torej bilo veliko več kot dečkov in sicer 80 %, dečkov pa 20 % celotne populacije.

Tabela 7: Število in odstotek otrok glede na spol.

Spol	Število	Odstotek (%)
Dečki	6	20 %
Deklice	24	80 %
Skupaj	30	100 %

V nadaljnjih korakih longitudinalne študije, ki je zajemala trimesečno korekcijsko vadbo ter končno testiranje pa so bili vključeni le tisti otroci, pri katerih je bilo na začetnem testiranju skladno s kriteriji ugotovljeno, da imajo ploska stopala. Le teh je bilo 56,6 % ali skupaj 17 otrok, od tega je bilo 13 deklic ter 4 dečki. V povprečju so bili otroci stari 9 ± 4 let.

Tabela 8: Število in odstotek ploskih in normalnih stopal.

	Ploska stopala + mejna stopala	Normalna stopala	SKUPAJ
N	17	13	30
Odstotek	56,6 %	44,4 %	100 %

Zaradi različnih razlogov, predvsem pa zaradi časovnih stisk staršev in nezmožnosti prevoza k uram korekcijske vadbe je bilo v vadbeno skupino, ki je sodelovala v longitudinalni študiji v končni fazi vključenih 13 otrok s ploskimi stopali in sicer 10 deklic ter trije dečki.

Tabela 9: Število deklic in dečkov, ki so sodelovali v longitudinalni študiji

	Spol				
	Dečki		Deklice		Skupaj
	Število	Odstotek	Število	Odstotek	
Longitudinalna študija	3	23,1 %	10	76,9 %	13 (100 %)

2.2.2 Organizacija meritev

Za pridobitev potrebnih podatkov sem morala izvesti dve testiranja. Testiranja smo izvedli v prostorih Kotalkarskega kluba Renče in sicer začetno testiranje dne 6.4. 2013, končno pa dne 7.7.2013. Tako otrokom kot njihovim staršem smo natančno predstavili namen in potek testiranja, nato pa smo pričeli z merjenjem ploskosti stopal.

2.2.3 Merjenje ploskosti stopal

Odtise stopal smo pridobili s pomočjo naprave »Uniform Ortopedi«, ki je namenjena izključno za uporabo pri plantografiji stopala. Sestavljena je iz dveh plastičnih pokrovov ter gumijaste mehke podlage, ki se nahaja med pokrovoma. Naprava je popolnoma čista in praktična, saj se pri merjenju nič ne umažemo in za izvedbo plantograma porabimo malo časa.

Preden smo fizično začeli s testiranjem, smo otrokom napravo natančno predstavili in postopek tudi demonstrirali. Pri najmanjših smo, zaradi strahu in sramežljivosti najprej izvedli poskusno testiranje in le zatem pristopili k začetnemu testiranju. Vsak izmed otrok je z eno nogo stopil na mehko podlago, ki je bila na spodnji strani predhodno namazana s črnilom, z drugo pa stopil naprej. Pod mehko podlago smo položili bel list, z ustreznim imenom otroka ter datumom testiranja. Po opravljenem koraku, je na belem listu ostal odtis stopala. Ker smo imeli na voljo le eno napravo, je vsak izmed otrok moral postopek izvesti dvakrat in sicer najprej z desno in nato še z levo nogo.

Postopek končnega testiranja je bil povsem enak kot pri začetnem testiranju. Razlikoval se je le v številu testiranih otrok, saj smo na končnem testiranju pridobili odtise stopal, le tistih otrok, ki so bili izbrani v vadbeno skupino, saj so imeli ob prvem testiranju mejna ali ploska stopala.

2.2.4 Korekcijska vadba

Korekcijsko vadbo smo izvajali od 6.4.2013, ko smo izvedli začetno testiranje in vse do 7.7.2013, ko smo študijo zaključili s končnim testiranjem. Korekcijsko vadbo smo izvajali s tistimi otroci, ki so na začetnem testiranju pokazali znake mejnega ali ploskega stopala glede na postavljene kriterije. Korekcijsko vadbo bi morale najprej izvajati 17 otrok, a nato se je zaradi različnih razlogov za vadbo odločilo le 14 otrok. Po nekaj tednih je, zaradi pomanjkanja časa in težav s prevozom, iz študije odstopila še ena deklica, tako da je na koncu v longitudinalni študiji oz. pri korekcijski vadbi sodelovalo 13 otrok.

Korekcijsko vadbo smo redno izvajali tri mesece. Vadba je potekala v treh skupinah, večinoma ob četrtnih in sicer v prostorih Kotalkarskega kluba Renče. Prvo skupino je sestavljajo 7 otrok, drugo in tretjo pa po 3 otroci. Z vsemi tremi skupinami smo izvajali enake vaje, enako število serij ter ponovitev posameznih vaj. Korekcijska vadba je običajno trajala 30 - 45 min in bila sestavljena iz osmih vaj. Izvajali smo po 2 seriji enega sklopa vaj. Število ponovitev pa se je razlikovalo glede na vsebino in postopek posamične vaje.

Vaje in število ponovitev, ki smo jih izvajali so bile naslednje:

- Vlečenje krpe s prsti - 20x
Sedimo na tleh, noge so rahlo pokrčene. Stopala položimo na krpo ali papir. S prsti obeh stopal skušamo prijeto krpo in jo nato spustiti. Vajo lahko izvajamo z obema stopala hkrati, najprej z enim stopalom nato z drugim ali pa izmenično.
- Dviganje palčke s prsti - 5x leva noga , 5x desna noga
Vajo lahko izvajamo v sedečem ali stoječem položaju. S prsti stopala skušamo prijeto palčko ali svinčnik ter ga dvigniti od tal. Po prijemu izvedemo dorzalno fleksijo stopala in nato palčko spustimo.

- Hoja po prstih - 25m
Stopimo visoko na prste in hodimo po prstih. Roke se lahko v bokih, prosto ob telesu ali pa iztegnjene nad glavo.
- Hoja po gredi po prstih - 3x
Z obema nogama stopimo na gred, se dvignemo na prste ter hodimo po prstih do konca gredi. Roke se lahko v bokih, prosto ob telesu, iztegnjene nad glavo ali pa odročene.
- Hoja bočno po klopi - 4x
Stopimo bočno na klop in s prekrižanimi bočnimi koraki hodimo po klopi. Pri hoji se morajo prsti stopala oprijeti klopi. Roke so v poljubnem položaju.
- Obračanje stopal navznoter sede - 20x
Smo v sedečem položaju, noge rahlo pokrčene. Stopala obračamo navznoter in s prsti zgornjega stopala skušamo prijeti spodnje stopalo in obratno.
- Hoja po vrvi (s palcem in peto) - 3x
Hodimo s stopali po vrvi. Pazimo, da sta palec in peta ter notranji rob stopala na vrvi, medtem ko je zunanji rob stopala na tleh. Roke so v poljubnem položaju.
- Metanje žoge s stopali - 8x
Sedimo na tleh, roke so za telesom in nam dajejo oporo. S stopali oziroma podplati stopal primemo žogo in jo poskušamo vreči čim dlje. Pri metu žoge moramo napeti trup (Kremžar-Petelin, 1978; Koturović & Jerević, 1970).

2.3 Vzorec spremenljivk

V presečni študiji smo upoštevali naslednje spremenljivke:

- starost;
- spol;
- mišično maso (kg) (bioimpedanca);
- mišično maso (%) (bioimpedanca);
- maščobno maso (%) (bioimpedanca);
- Clarkov kot desnega stopala (L)(skener);
- Clarkov kot levega stopala (D) (skener);

- Clarkov kot obeh stopal (skener);
- supinacija/pronacija gležnja (video slika).

V longitudinalni študiji pa smo upoštevali:

- starost;
- spol;
- Clarkov kot levega stopala (L) – začetno testiranje (odtis stopala);
- Clarkov kot desnega stopala (D) – začetno testiranje (odtis stopala);
- Clarkov kot obeh stopal – začetno testiranje;
- Clarkov kot levega stopala (L)– končno testiranje (odtis stopala);
- Clarkov kot desnega stopala (D)– končno testiranje (odtis stopala);
- Clarkov kot obeh stopal – končno testiranje;
- Chippaux Smirakov indeks levega stopala (L)– začetno testiranje (odtis stopala);
- Chippaux Smirakov indeks desnega stopala (D)– začetno testiranje (odtis stopala);
- Chippaux Smirakov indeks obeh stopal – začetno testiranje;
- Chippaux Smirakov indeks levega stopala – končno testiranje (odtis stopala);
- Chippaux Smirakov indeks desnega stopala – končno testiranje (odtis stopala);
- Chippaux Smirakov indeks obeh stopal – končno testiranje.

2.4 Obdelava podatkov

Obdelava podatkov pri presečni študiji

Maščobna in mišična masa sta bili izračunani na osnovi bioimpedančne meritve (Maltron BioScan 916s, UK). Meritev smo izvedli na otroku, ki je ležal na hrbtu, bil umirjen in sproščen. Po vnosu vhodnih podatkov v napravo (spol, starost, telesna višina in masa) nam je naprava vrnila odstotek maščobne in mišične mase otroka.

Pri presečni študiji smo stopalne odtise, pridobljene s pomočjo skener naprave obdelali s Clarkovo metodo z uporabo računalniškega programa J-view. Obdelava je potekala v računalniškem programu tako, da smo na skeniran stopalni odtis narisali tangento, ki povezuje najbolj medialni rob stopala. Narisani tangenti smo dodali še sekanto, ki poteka iz točke A', ki leži na najbolj medialnem delu metatarzalnega dela stopala ter točko b, ki zavzema najbolj konkaven del stopalnega loka. Dobljeni

kot smo izmerili s pomočjo računalniškega programa (Sacco, Noguera, & Bacarin, 2009).

Za klasifikacijo ploskosti stopala smo uporabili kriterije, ki so jih objavili Videmškova, Klopčič, Štihec in Karpljuk (2006) v svoji raziskavi. Videmškova idr. (2006) se je pri kriterijih v svojem članku sklicevala na raziskavo »Child's foot morphology«, ki sta jo izvedli Priadalova in Riegerova leta 2005. Za določitev ploskega stopala, smo torej uporabljali sledeče kriterije:

- $55^\circ <$ visoko stopalo;
- $42^\circ - 55^\circ$ normalno stopalo;
- $32^\circ - 42^\circ$ mejno stopalo;
- $< 32^\circ$ plosko stopalo (Priadalova & Riegerova, 2005).

Obdelava podatkov pri longitudinalni študiji

Pri longitudinalni študiji oziroma pri začetnem in končnem testiranju otrok smo podatke obdelali s pomočjo dveh metod ter pridobljenih stopalnih odtisov obeh nog.

Na podlagi pridobljenih odtisov leve in desne noge ter začetnega in končnega testiranja smo s pomočjo Clarkove metode ter Chippaux-Smirakovega indeksa določili stopnjo ploskosti stopal, za vsakega otroka posebej.

Po Clarkovi metodi smo pridobljeni stopalni odtis dopolnili tako, da smo narisali tangento, ki povezuje medialni rob stopala, torej točko A, na najbolj medialnem delu pete ter točko A', ki leži na najbolj medialnem robu metatarzalnega dela stopala. Narisani tangenti smo dodali še sekanto, ki povezuje točko A' ter točko B, ki pa zavzema najbolj konkaven del stopalnega loka (oziroma vrh konkavnega loka). Dobljeni kot smo nato izmerili s kotomerom (Sacco, Noguera, & Bacarin, 2009).

Merila, ki smo jih uporabili za določitev ploskega stopala po Clarkovi metodi so enaka kot pri presečni študiji in sicer:

- $55^\circ <$ visoko stopalo;
- $42^\circ - 55^\circ$ normalno stopalo;
- $32^\circ - 42^\circ$ mejno stopalo;
- $< 32^\circ$ plosko stopalo (Priadalova & Riegerova, 2005).

Za izračun Chippaux-Smirakovega indeksa (CSI) stopalnega loka smo morali na enak način kot za izračun Clarkovega kota narisati tangento AA'. Ker smo tangento

narisali že prvotno je ponovno nismo več risali. Iz točke A' smo nato potegnili črto do točke B, ki je ležala na najbolj lateralnem robu metatarzalnega dela stopala. Daljica A'B, ki smo jo označili s črko b, je povezala najširši del metatarzalnega dela stopala. Odtisu stopala smo dodali še daljico CD in jo označili s črko c. Daljica CD je vzporedna daljici A'B in povezuje točko na najožjem delu stopalnega loka. Stopalni indeks smo izmerili tako, da smo dolžino krajše črte c delili z daljšo črto b. Upoštevali smo vrednosti Chippaux-Smirakovega indeksa, ki so razvrščene v pet kategorij glede na stopnjo stopalnih lokov in sicer:

- 0 % visok stopalni lok;
- 0,1 % - 29,9 % morfološko normalen stopalni lok;
- 30 % - 39,9 % srednji stopalni lok;
- 40 % - 44,9 % nizek stopalni lok;
- ≥ 45 % spuščen stopalni lok (Sacco, Noguera, & Bacarin, 2009).

2.5 Statistične metode

Za obdelavo podatkov obeh raziskav smo pri svojem delu uporabili različne statistične metode. Najprej smo vse podatke razvrstili v preglednice ter jih v programu Excel tudi obdelali. Za vse pridobljene podatke smo nato izračunali še aritmetične sredine ter standardne deviacije.

V sklopu posamezne raziskave smo postavili hipoteze, za katere smo predvideli, da jih bomo sprejeli pod 5 % tveganjem. Za potrditev teh hipotez smo uporabili različne statistične metode.

Pri presečni študiji smo postavili štiri hipoteze in sicer:

- H1.1 obstajajo razlike med spoloma v Clarkovem kotu;
- H1.2 mišična masa ni povezana s Clarkovim kotom;
- H1.3 maščobna masa je povezana s Clarkovim kotom;
- H1.4 na osnovi prediktorjev iz vrst antropometričnih mer in telesne drže lahko razložimo 50% variance Clarkovega kota.

Pri longitudinalni študiji pa smo postavili dve hipotezi:

- H2.1 starost je povezana s Clarkovim kotom in Chippaux-Smirakovem indeksom;

- H2.2 z izbranimi korekcijskimi vajami lahko vplivamo na povečanje Clarkovega kota in zmanjšanje Chippaux-Smirakovega indeksa.

Za hipotezo H1.1, ki pravi, da obstajajo razlike med spoloma, smo uporabili t-test neodvisnih vzorcev. Pri hipotezah H1.2 in H1.3 smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient ter pri hipotezi H1.4 večkratno linearno regresijo. Podatke prvih treh hipotez smo analizirali s pomočjo programa Excel, podatke zadnje hipoteze pa s programom Statistical Product and Service Solutions (SPSS). Hipotezo H2.1 smo preverili s Pearsonovim korelacijskim koeficientom, hipotezo H2.2 pa s t-testom odvisnih vzorcev. Vse analize smo opravili v programu Microsoft Excel.

3 REZULTATI

3.1 Presečna študija

V presečni študiji je sodelovalo 107 otrok, vendar se iz različnih razlogov 18 otrok ni uspelo udeležiti vseh potrebnih meritev za naše analize, zato smo v rezultate presečne študije vključili le 89 štiriletnih otrok. V spodnji tabeli (tabela 10) so prikazani rezultati deleža otrok s ploskimi stopali iz presečne študije.

Tabela 10: Število in delež otrok s ploskimi stopali presečne študije.

	4 LETNI OTROCI	
	Število otrok	Odstotek
Ploska stopala + mejna stopala	25	28 %
Normalna stopala	64	72 %
Skupaj	89	100 %

Rezultati so pokazali, da ima 25 (28 %) otrok ploska stopala in 64 (72 %) pa normalna stopala.

Ker smo v presečni študiji hoteli ugotoviti pogostost pojava ploskih stopal glede na spol in dokazati, da obstajajo razlike med spoloma, smo v spodnjih dveh tabelah (tabeli 11) prikazali število in odstotek dečkov in deklic s ploskimi stopalo iz presečne študije.

Tabela 11: Število in delež otrok s ploskimi stopali glede na spol - presečna študija.

	Spol				Skupaj
	Dečki		Deklice		
	Število	Odstotek	Število	Odstotek	
Ploska stopala+mejna stopala	17	38,6 %	8	17,8 %	25
Normalna stopala	27	61,4 %	37	82,2 %	64
Skupaj	44	100 %	45	100 %	

V skupini 89 testiranih otrok je v raziskavi sodelovalo 44 dečkov ter 45 deklic. Rezultati v tabeli št. 11 kažejo na to, da je prisotnost ploskih stopal pri dečkih 2 krat večja kot pri deklicah, saj znaša prevalenca dečkov s ploskimi stopali 38,6 % medtem, ko je prevalenca pri deklicah 17,8 %. Prevalenca dečkov, ki ima normalna stopala je 61,4 %, deklic z normalnimi stopali pa 82,2 %.

V tabeli 12 pa so prikazani podrobnejši rezultati izbranih antropometričnih lastnosti iz presečne študije glede na spol. Iz spodnje tabele lahko razberemo povprečja in standardne odklone za izbrane spremenljivke dečkov in deklic ter rezultate t-testa neodvisnih vzorcev Clarkovega kota levega stopala, Clarkovega kota desnega stopala ter Clarkovega kota obeh stopal.

Tabela 12: Povprečje in SD izbranih spremenljivk glede na spol – presečna študija.

	Dečki	Deklice	P
Telesna masa(kg)	19 ± 3 kg	18 ± 3 kg	
Telesna višina (cm)	108 ± 5 cm	108 ± 4 cm	
Maščobna masa (%)	15,2 ± 2,7 %	16,5 ± 2,7 %	
Mišična masa (kg)	5,8 ± 0,8 kg	5,1 ± 0,8 kg	
Mišična masa (%)	31,3 ± 0,8 %	27,8 ± 0,9 %	
Clarkov kot L stopala	41 ± 11°	45 ± 10°	0,103
Clarkov kot D stopala	45 ± 10°	48 ± 10°	0,127
Clarkov kot obeh	43 ± 10°	46 ± 10°	0,100

L – leva stran telesa; D - desna stran telesa.

Pri raziskovanju razlik med spoloma v ploskosti stopal smo s pomočjo t-testa nadaljnje ugotavljali ali so razlike med spoloma v Clarkovem kotu levega, desnega in obeh stopal statistično značilne ali ne. Na podlagi rezultatov, ki so prikazani v tabeli 12 lahko rečemo, da imajo deklice nekoliko višje vrednosti Clarkovega kota, vendar razlik pri tveganju 5 % nismo mogli statistično potrditi.

Tako hipoteze H1.1, ki pravi, da obstajajo razlike med spoloma nismo mogli potrditi pri stopnji tveganja 5 %.

Poleg razlik med spoloma v ploskosti stopal nas je v presečni študiji zanimala tudi povezanost med mišično ter maščobno maso in Clarkovim kotom. Tabela 13 prikazuje povezanost oz. rezultate Pearsonove korelacije med Clarkovim kotom ter mišično maso (kg), mišično maso (%) ter maščobno maso (%).

Tabela 13: Pearsonova povezanost med Clarkovim kotom in izbranimi spremenljivkami.

	Clarkov kot obeh stopal
Mišična masa (kg)	-0,089
Mišična masa (%)	-0,158
Maščobna masa (%)	0,036

Pri 5% stopnji tveganja so značilne korelacije višje od $\pm 0,19$. Naši rezultati kažejo, da mišična masa in tudi maščobna masa nista povezana s Clarkovim kotom. **Tako hipotezi H1.2 ter H1.3, pri stopnji tveganja 5 %, nismo mogli statistično potrditi.**

V nadaljevanju nas je zanimala multivariatna povezanost med izbranimi prediktorji in Clarkovim kotom. Spodnja tabela prikazuje multivariatno povezanost med telesno maso, telesno višino, maščobno maso, pusto maso in pronacijo gležnja ter Clarkovim kotom.

Tabela 14: Večkratna linearna regresija.

Večkratna linearna regresija			
Model	R	R ²	P
	0,414	0,172	0,007

Vrednost večkratne linearne regresije kaže na značilno multivariatno povezanost med izbranimi prediktorji ter Clarkovim kotom ($P = 0,007$). Rezultat R^2 pa nam pove, da na osnovi izbranih prediktorjev razložimo 17,2 % variance Clarkovega kota. **Sledi, da moramo kljub značilni multivariatni povezanosti ovreči hipotezo H1.4**, ki pravi, da na osnovi izbranih prediktorjev razložimo 50 % variance Clarkovega kota, saj je naš model predikcije slabši od predvidene predikcije.

Tabela 15: Prikaz izbranih prediktorjev.

Prediktorji	B	β	P	VIF
Konstanta	109,890		0,85	
Telesna masa	-1,940	-0,537	0,008	3,906
Telesna višina	1,240	0,549	0,003	3,255
Maščobna masa	-1,010	-0,329	0,052	2,787
Pusta masa	-1,720	-0,482	0,006	2,980
Pronacija gležnja	-0,556	-0,125	0,221	1,022

VIF - kriterij medodvisnosti prediktorjev (variance inflation factor); B - koeficient vpliva prediktorja; β - standardiziran koeficient vpliva prediktorja.

S pomočjo podatkov v tabeli 15 ter spodnje enačbe [3] lahko izračunamo Clarkov kot iz izbranih prediktorjev.

$$\text{Clarkov kot} = \text{konstanta} + B_{TM} \times TM + B_{TV} \times TV + B_{FM} \times FM + B_{PM} \times PM + B_{PG} \times PG \quad [3]$$

kjer je telesna masa (TM), telesna višina (TV), maščobna masa (MM), pusta masa (PM) in pronacija gležnja (PG).

Spodnji izračun [4] prikazuje standardno napako predikcije, ki nam pove za koliko prava vrednost odstopa od izračunane. V našem primeru znaša vrednost standardne napake 9,038°.

$$SEE = SD_{CK} \times \sqrt{1 - R^2} = 9,94267^\circ \times \sqrt{1 - 0,172} = 9,94267^\circ \times 0,909 = 9,038^\circ \quad [4]$$

kjer je Clarkov kot (CK).

Z intervalom zaupanja pa smo ugotovili s kakšno verjetnostjo tveganja se parameter lahko nahaja v intervalu. Spodnji enačbi [5] in [6] prikazujeta 68 % ter 98 % interval zaupanja, kar pomeni 0,02 ter 0,32 veliko verjetnost tveganja

$$68 \% CI = M \pm 1 \times SEE = 44,6629^\circ \pm 1 \times 9,038 = [35,6249^\circ; 53,7009^\circ] \quad [5]$$

$$95 \% CI = M \pm 1,96 \times SEE = 44,6629^\circ \pm 1,96 \times 9,038 = [26,94842^\circ; 62,37738^\circ] \quad [6]$$

kjer je izmerjena vrednost (M), interval zaupanja (CI) in standardna napaka izračuna (SEE).

Primer: Če ima nek otrok izračunan Clarkov kot 34° iz vseh upoštevanih prediktorjev, je 95 % interval zaupanja prave vrednosti Clarkovega kota na intervalu med 16, 29° in 51,71°.

Kot vidimo iz zgornjega primera, je izračun prave vrednosti iz izbranih prediktorjev manj smiseln, saj je 95 % interval zaupanja sorazmerno širok.

3.2 Longitudinalna študija

Rezultati longitudinalne študije, tako začetnega testiranja kot tudi končnega testiranja, so prikazani v spodnjih tabelah (tabela 16, 17, 18, 19 in 20). Rezultati so razdeljeni na dva dela in sicer je prvi del namenjen prikazu rezultatov začetnega testiranja, drugi pa prikazuje rezultate končnega testiranja.

Tabela 16 prikazuje rezultate začetnega testiranja in sicer število otrok zajetih v testiranje ter delež ploskih in normalnih stopal, vrednosti Clarkovih kotov levega, desnega stopala ter povprečje obeh stopal. Prav tako so prikazane tudi vrednosti CSI levega in desnega stopala ter povprečje obeh stopal.

Tabela 16: Rezultati začetnega testiranja glede na ploskost stopal.

	Ploska stopala + mejna stopala	Normalna stopala	SKUPAJ
N	17	13	30
Odstotek	56,6 %	44,4 %	100 %
Clarkov kot L stopala	$29 \pm 10^\circ$	$51 \pm 5^\circ$	$39 \pm 13^\circ$
Clarkov kot D stopala	$31 \pm 10^\circ$	$49 \pm 4^\circ$	$39 \pm 12^\circ$
Clarkov kot obeh stopal	$30 \pm 9^\circ$	$50 \pm 4^\circ$	$39 \pm 12^\circ$
CSI L stopala	$43 \pm 11 \%$	$25 \pm 9 \%$	$35 \pm 14 \%$
CSI D stopala	$43 \pm 10 \%$	$26 \pm 6 \%$	$36 \pm 12 \%$
CSI obeh stopal	$43 \pm 10 \%$	$26 \pm 7 \%$	$36 \pm 12 \%$

CSI - Chippaux-Smirakov indeks; L - leva stran telesa; D - desna stran telesa.

Rezultati začetnega testiranja kažejo, da je bila kar pri 17 otrocih ugotovljena prisotnost ploskih stopal, kar predstavlja 56,6 % delež vseh testiranih otrok. Pri otrocih s ploskimi stopali rezultati kažejo, da je povprečje Clarkovega kota obeh stopal enako $30 \pm 9^\circ$, kar pomeni mejno ploskost stopal. Vrednost CSI pa je bil enak $43 \pm 10 \%$, kar kaže ravno tako mejni indeks za ploskost stopal. Pri otrocih z normalnimi stopali, pa so vrednosti Clarkovega kota obeh stopal enake $50 \pm 4^\circ$, vrednosti CSI obeh stopal pa $26 \pm 7 \%$.

Tabela 17 prikazuje rezultate začetnega testiranja, vendar glede na spol. Tako kot v zgornji tabeli je tudi v tej prikazano število otrok, odstotek, Clarkov kot L stopala, Clarkov kot D stopala, Clarkov kot obeh stopal, CSI L stopala, CSI D stopala ter CSI obeh stopal.

Tabela 17: Rezultati začetnega testiranja glede na spol.

	Dečki	Deklice
N	6	24
Odstotek po spolu	20 %	80 %
Clarkov kot L stopala	$33 \pm 19^\circ$	$40 \pm 12^\circ$
Clarkov kot D stopala	$38 \pm 15^\circ$	$39 \pm 11^\circ$
Clarkov kot obeh stopal	$36 \pm 16^\circ$	$40 \pm 11^\circ$
CSI L stopala	$38 \pm 16 \%$	$34 \pm 13 \%$
CSI D stopala	$38 \pm 13 \%$	$35 \pm 12 \%$
CSI obeh stopal	$38 \pm 14 \%$	$35 \pm 12 \%$

CSI - Chippaux-Smirakov indeks; L - leva stran telesa; D - desna stran telesa.

Rezultate iz tabele 17 smo v tabeli 18 prikazali nekoliko podrobneje in sicer tako glede na spol otrok kot na ploskost stopal.

Tabela 18: Rezultati začetnega testiranja glede na ploskost stopal ter spol.

	Dečki		Deklice	
	Ploska stopala	Normalna stopala	Ploska stopala	Normalna stopala
N	4	2	13	11
Odstotek	66,7 %	33,3 %	54,2 %	45,8 %
Clarkov kot L stopala	$23 \pm 13^\circ$	$54 \pm 6^\circ$	$31 \pm 8^\circ$	$50 \pm 5^\circ$
Clarkov kot D stopala	$31 \pm 11^\circ$	$53 \pm 7^\circ$	$32 \pm 9^\circ$	$48 \pm 3^\circ$
Clarkov kot obeh stopal	$27 \pm 9^\circ$	$53 \pm 7^\circ$	$31 \pm 9^\circ$	$49 \pm 4^\circ$
CSI L stopala	$45 \pm 13 \%$	$25 \pm 13 \%$	$43 \pm 10 \%$	$25 \pm 9 \%$
CSI D stopala	$46 \pm 6 \%$	$23 \pm 11 \%$	$42 \pm 11 \%$	$27 \pm 6 \%$
CSI obeh stopal	$45 \pm 9 \%$	$24 \pm 12 \%$	$42 \pm 10 \%$	$26 \pm 7 \%$

CSI - Chippaux-Smirakov indeks; L - leva stran telesa; D - desna stran telesa.

Iz tabele 18 je razvidno, da se je začetnega testiranja udeležilo 13 deklic s ploskimi stopali (54,2 %), 11 deklic z normalnimi stopali (45,8 %) ter 4. dečki s ploskimi stopali (66,7 %) in 2 dečka z normalnimi stopali (33,3 %). Najnižjo povprečno vrednost Clarkovega kota obeh stopal so imeli dečki s ploskimi stopali ($27 \pm 9^\circ$), deklice s ploskimi stopali pa so imele za 4° boljšo povprečno vrednost Clarkovega kota. Drugačna je bila slika pri otrocih z normalnimi stopali, dečki so imeli boljšo povprečno vrednost ($53 \pm 7^\circ$) kot deklice ($49 \pm 4^\circ$). Enaki rezultati veljajo za CSI obeh stopal, saj imajo dečki s ploskimi stopali za 3 % slabše povprečne vrednosti CSI kot deklice, deklice z normalnimi stopali pa imajo za 2 % slabše povprečne vrednosti kot dečki z normalnimi stopali.

Ker smo v sklopu začetnega testiranja ugotavljali tudi bivariatno povezanost starosti in Clarkovega kota ter CSI, smo v tabeli 19 in slikah 6 ter 7 prikazali Pearsonovo korelacijo med obema spremenljivkama ploskega stopala (Clarkov kot in CSI) ter starostjo.

Tabela 19: Pearsonova povezanost med starostjo in Clarkovim kotom in CSI.

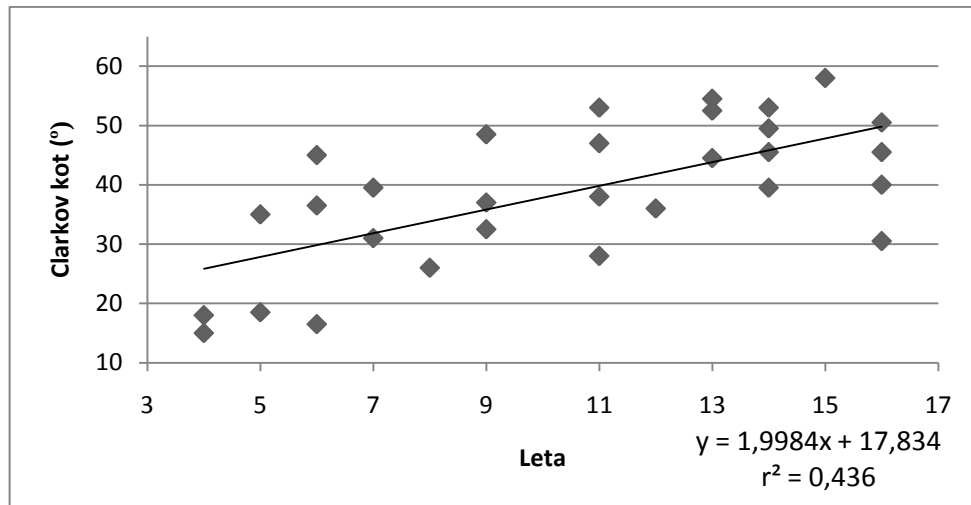
	Clarkov kot obeh stopal	CSI obeh stopal
Starost	0,849*	-0,725*

CSI - Chippaux-Smirakov indeks.

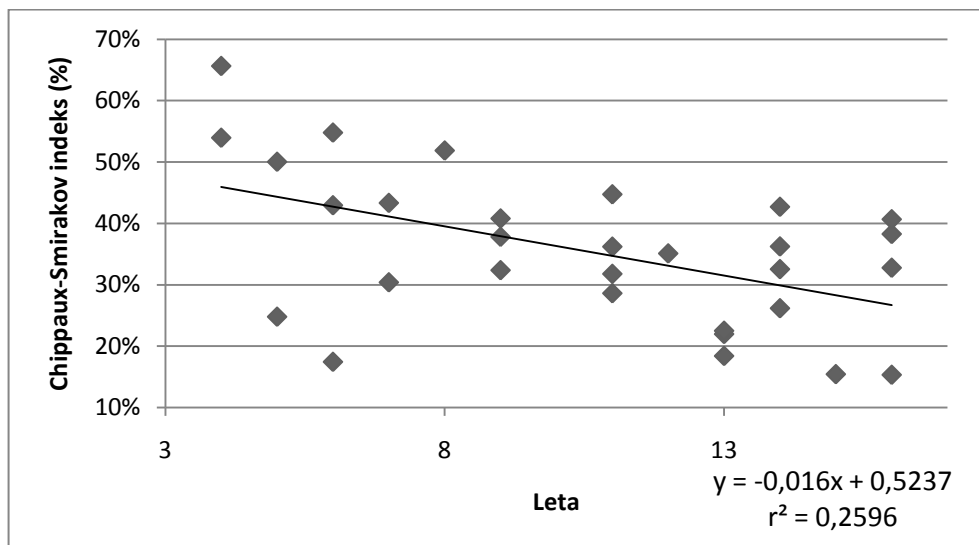
V tabeli 19 smo ugotovili, da je povezanost statistično značilna pri $P < 0.050$ pri obeh analizah. In sicer je Clarkov kot pozitivno povezan s starostjo ter CSI

negativno. V nadaljevanju smo na slikah 6 in 7 še grafično prikazali povezanost obeh spremenljivk ploskega stopala s starostjo.

Slika 6: Bivariatna povezanost med starostjo in Clarkovim kotom (Graf).



Slika 7: Bivariatna povezanost med starostjo in CSI (Graf).



Rezultati v tabeli 19 ter na slikah 6 in 7 nam omogočajo potrditev statistične hipoteze H2.1, ki pravi da je starost povezana s Clarkovim kotom ter Chippaux Smirakovem indeksom.

V nadaljevanju bomo predstavili rezultate celotne longitudinalne študije. V tabeli 20 so prikazani rezultati končnega testiranja glede na spol.

Tabela 20: Rezultati končnega testiranja glede na spol.

	Dečki	Deklice
N	3	10
Odstotek	23,1 %	76,9 %
Clarkov kot L stopala	$19 \pm 11^\circ$	$34 \pm 9^\circ$
Clarkov kot D stopala	$28 \pm 11^\circ$	$32 \pm 10^\circ$
Clarkov kot obeh stopal	$24 \pm 8^\circ$	$33 \pm 9^\circ$
CSI L stopala	$50 \pm 12 \%$	$42 \pm 8 \%$
CSI D stopala	$49 \pm 5 \%$	$45 \pm 9 \%$
CSI obeh stopal	$50 \pm 8 \%$	$43 \pm 8 \%$

CSI - Chippaux-Smirakov indeks; L – leva stran telesa; D – desna stran telesa

Izmed vseh 13 otrok s ploskimi stopali je bilo 10 deklic (76,9 %) ter 3 dečki (23,1 %). Iz rezultatov končnega testiranja je razvidno, da imajo dečki, glede na postavljene kriterije, v povprečju ploska stopala, saj meri povprečna vrednost Clarkovega kota obeh stopal $24 \pm 8^\circ$. Povprečna vrednost Clarkovega kota obeh stopal pri deklicah pa je enaka $33 \pm 9^\circ$, kar uvršča stopala deklic med mejna stopala. Vrednosti CSI obeh stopal so pokazale podobne rezultate in sicer, da imajo dečki v povprečju sploščen stopalni lok, saj je povprečna vrednost CSI obeh stopal enaka $50 \pm 8 \%$, medtem ko vrednosti deklic kažejo le na nizek stopalni lok s povprečno vrednostjo CSI obeh stopal $42 \pm 8 \%$.

Tabela 21 prikazuje vrednosti Clarkovega kota in CSI pred ter po korekcijski vadbi. Ker smo ugotavljali vpliv korekcijskih vaj na ploska stopala ter postavili hipotezo, da bodo korekcijske vaje vplivale na Clarkov kot in CSI, so v tabeli prikazani tudi rezultati t-testa odvisnih vzorcev.

Tabela 21: Vrednosti ploskih stopal pred in po vadbi ter rezultati t-testa.

	Pred vadbo	Po vadbi	P
Clarkov kot L stopala	$28 \pm 11^\circ$	$30 \pm 11^\circ$	0,010*
Clarkov kot D stopala	$27 \pm 11^\circ$	$30 \pm 11^\circ$	0,031*
Clarkov kot obeh stopal	$29 \pm 10^\circ$	$31 \pm 10^\circ$	0,003*
CSI L stopala	$46 \pm 10 \%$	$44 \pm 9 \%$	0,036*
CSI D stopala	$46 \pm 9 \%$	$46 \pm 8 \%$	0,373
CSI obeh stopal	$46 \pm 9 \%$	$45 \pm 8 \%$	0,076

CSI - Chippaux-Smirakov indeks; L – leva stran telesa; D – stran telesa.

Na podlagi podatkov v tabeli 21, lahko rečemo da so povprečne vrednosti tako Clarkovega kota levega, desnega, obeh stopal kot tudi povprečne vrednosti CSI levega, desnega, obeh stopal boljše po vadbi kot pa vrednosti pred vadbo. Najmanjše razlike se pokažejo pri CSI desnega ter obeh stopal. Zadnji stolpec prikazuje vrednosti t-testa, ki kažejo na statistično značilne razlike v Clarkovem

kotu levega, desnega ter obeh stopal in CSI levega stopala. Na drugi strani pa ne moremo potrditi statistično pomembnih razlik pri CSI desnega ter obeh stopal.

Z izračunom t-testa smo tako dokazali, da so statistično značilne razlike v vrednostih Clarkovega kota leve, desne in povprečja obeh stopal ter CSI levega stopala pred in po vadbi. V primeru teh spremenljivk lahko statistično potrdimo hipotezo H2.2. Te iste hipoteze pa ne moremo potrditi za ostale spremenljivke.

Če povzamemo postavljene hipoteze in vse rezultate presečne in longitudinalne študije smo ugotovili naslednje:

- obstajajo razlike med spoloma v Clarkovem kotu - ni statistično pomembnih razlik, zato *ovržemo hipotezo H1.1*;
- mišična masa ni povezana s Clarkovim kotom - ni značilne bivariate povezanosti, zato *ovržemo hipotezo H1.2*;
- maščobna masa je povezana s Clarkovim kotom - ni značilne bivariatne povezanosti, zato *ovržemo hipotezo H1.3*;
- na osnovi telesne višine, telesne mase, maščobne mase, prazne mase, pronacije stopal lahko razložimo 50% variance Clarkovega kota - značilna multivariatna povezanost, vendar lahko z izbranimi prediktorji razložimo le 17,2% variance clarkovega kota, zato moramo *ovreči hipotezo H1.4*;
- starost je povezana s Clarkovim kotom in CSI - značilna bivariatna povezanost tako za Clarkov kot, kot tudi za CSI, zato *potrdimo hipotezo H2.1*;
- z izbranimi korekcijskimi vajami vplivamo na povečanje Clarkovega kota in zmanjšanje CSI - značilne statistične razlike v Clarkovem kotu L, D, obeh stopal ter CSI levega stopala. *Za te spremenljivke hipotezo H2.2 lahko potrdimo*, vendar je ne moremo potrditi za ostale dve spremenljivki, saj razlike niso bile statistično pomembne. Tako smo hipotezo *H2.2*, za *spremenljivki CSI desnega stopala in obeh stopal morali ovreči*.

4 DISKUSIJA

V empiričnem delu diplomske naloge smo obravnavali dve študiji v okviru katerih smo si zastavili več hipotez. Na podlagi izvedenih testiranj otrok obeh spolov ter različnih starostnih skupin smo pridobili rezultate, ki so nam omogočili odgovoriti na zastavljene hipoteze.

Iz uvodnega dela, kjer navajamo teoretična izhodišča, lahko zanesljivo potrdimo, da obstajajo razlike med spoloma, kjer imajo dečki manjšo prevalenco ploskega stopala kot deklice. To so potrdili številni avtorji različnih raziskav. Videmškova idr. (2006) so v svojo raziskavo vključili še raziskavi Priadalove in Riegerove (2005) ter Štasne (2002), ki dokazujejo večjo prevalenco ploskih stopal pri triletnih dečkih (48,3 %) kot pri deklicah (23 %) oziroma 53,3 % ploskih stopal pri dečkih ter 36,4 % pri deklicah. Pfeiffer idr. (2006), so v raziskavi dokazali, da je prevalenca ploskih stopal dečkov enaka 52 %, deklic pa le 36 %. Tudi Chen, Chung in Wang (2009) so potrdili razlike med spoloma in sicer 35 % prevalenco ploskih stopal pri dečkih ter 20 % pri deklicah. Do enakih ugotovitev so prišli tudi Chang, Wang, Kuo idr. (2009), ki navajajo 67 % prevalence ploskih stopal pri dečkih ter 49 % pri deklicah. Mi smo morali to isto hipotezo (H1.1) ovreči pri stopnji tveganja 5 % in $N = 89$, bi pa jo lahko sprejeli pri nekoliko višji stopnji tveganja (od $P = 0,100$ do $P = 0,127$). Vzroke lahko iščemo v manjšem številu preiskovancev naše raziskave in pa tudi v načinu podajanja ploskosti stopala. Mi ga podajamo s kvantitativno mero, medtem ko drugi s frekvencami – prevalenco. Zato obe meri ne gre direktno primerjati.

Obenem smo po pregledu rezultatov presečne študije ovrgli tudi bivariatno povezanost mišične in maščobne mase s Clarkovim kotom. Tako smo morali hipotezo H1.2 ovreči ($r = -0,089$; $P < 0,050$). Dobljeni rezultati so v popolnem neskladju z avtorji Burnie (199), Kosinac (1995), Juras in Stanić (1979) ter Živkovičem (1998), saj ti v svojih delih trdijo, da igra moč in tonus golenskih in stopalnih mišic glavno vlogo pri vzdrževanju stopalnih lokov. Predvidevamo torej, da so naši rezultati v nasprotju z napisanimi dejstvi predvsem zaradi starosti otrok, saj štiriletni otroci komaj osvajajo osnovne elemente različnih športnih zvrsti in so tako njihov mišično vezivni sistem kot stopalni loki v fazi razvoja. Poleg tega pa menimo, da je do razlik prišlo tudi zaradi različno velikega vzorca ter različnega merjenja in obdelave podatkov.

Po pregledu literature in obstoječih raziskav lahko trdimo, da je maščobna masa povezana s Clarkovim kotom. Hipoteza H1.3 je bila postavljena na podlagi drugih

raziskav, ki so jih izvedli že Mauch idr. (2008), Chen idr. (2009), Chang idr. (2009), Pfeiffer idr. (2006) ter Riddiford (2010). Ti avtorji so raziskovali bivariatno povezanost med debelostjo in ploskimi stopali ter vsi potrdili, da imajo debelejši otroci večjo prevalenco ploskega stopala kot otroci z normalno telesno maso. Naši rezultati pa nakazujejo, da ni povezave med maščobno maso in ploskostjo stopal, in smo hipotezo H1.3 zato ovrgli ($r = 0,036$; $P < 0,050$). Menimo, da bi za raziskavo morali vzeti pomembno večji vzorec otrok ter prav tako širši starostni interval otrok. Poleg tega pa na rezultat študije vplivajo tudi izbrane merilne metode Clarkovega kota ter maščobne mase otrok, saj je večino avtorjev zanimala le prevalenca ploskih stopal.

Pri presečni študiji smo poleg zgoraj naštetih ugotovitev, še dodatno ugotovili, da na osnovi telesne višine, telesne mase, maščobne mase, puste mase in pronacije stopala lahko razložimo le 17,2 % variance Clarkovega kota ($P = 0,007$). To pomeni, da obstaja še 82,8 % drugih dejavnikov, ki vplivajo na pojavnost ploskega stopala. Kljub značilni multivariatni povezanosti smo zaradi previsoke predlagane vrednosti povezanosti, morali hipotezo H1.4 ovreči. Dokaz značilne multivariatne povezanosti med izbranimi prediktorji in Clarkovim kotom nam omogoča, da ob zavedanju vrednosti izbranih prediktorjev lahko z zmanjšanjem ali povečanjem le teh vplivamo na izboljšanje ali poslabšanje Clarkovega kota. Ne smemo pa pozabiti, da je delež prediktorjev majhen in da obstaja še ogromno drugih faktorjev, ki pripomorejo k nastanku ploskega stopala in jih v naši študiji nismo predvideli in zanje dokazovali multivariatno povezanost. Ker raziskav v zvezi z multivariatno povezanostjo med prediktorji in Clarkovim kotom ali ploskimi stopali ni, menimo, da bi bilo potrebno v prihodnje izvesti raziskave tudi na tem področju. To bi nam ob zavedanju vplivajočih dejavnikov, omogočilo zmanjšanje pojava ploskega stopala tako pri otrocih kot tudi pri odraslih.

Pfeiffer idr. (2006); Chen, Chung, Wng (2009), Chen, Tung idr. (2012) ter Chen, Yeh idr. (2010) so v opravljenih raziskavah ugotavljali povezavo med starostjo in ploskimi stopali. Glede na rezultate njihovih raziskav lahko potrdimo povezanost med ploskimi stopali in starostjo. Pfeiffer idr. (2006) so v svoji raziskavi na primer potrdili, da prevalenca ploskosti stopal znatno upada glede na starost otroka in sicer je bila 54 % pri triletnih otrocih, medtem ko je pri šestletnih otrocih znašala le še 24 %. Tudi glavni namen študije, ki so jo v letu 2012 izvedli Chen, Tung, idr. (2012) je bil raziskati spremembe v pojavu ploskosti stopala v obdobju enega leta. Njihovi rezultati so pokazali, da se je v enem letu plosko stopalo izboljšalo do normalnosti za kar 37,6 % otrokom starih v povprečju 53 ± 18 mesecev. Raziskave zgoraj naštetih avtorjev, se v primerjavi z našo raziskavo, razlikujejo v številu

vključenih merjencev, uporabljenih metodah in statistični obdelavi podatkov. Kljub temu, pa lahko iz rezultatov longitudinalne študije potrdimo hipotezo H2.1, saj je bivariatna povezanost med starostjo in Clarkovim kotom enaka $r = 0,849$, med starostjo in CSI pa $r = -0,725$. Hipotezo smo potrdili kot statistično značilno pri tveganju $P < 0,050$.

Sklepamo, da je izboljšanje Clarkovega kota ter CSI skupaj s starostjo nekaj povsem običajnega, saj se od rojstva naprej človeško stopalo šele razvija in tako tudi stopalni loki, ki so glavni dejavnik pri nastajanju ploskega stopala. Vsi se rodimo s ploskimi stopali, saj se stopalni loki začnejo vzpostavljati komaj v času od tretjega do petega leta starosti, ko se otroci začnejo postavljati na noge in delati prve korake, s posledično zmanjšanjem mastnega tkiva na notranjem robu stopala. Stopalni loki se povsem vzpostavijo nekje do desetega leta starosti (Šestan, bl). Nekoliko drugače dokazujejo raziskave, ki jih navaja Breclj (1998) v svojem delu in pravi, da se vzdolžni stopalni lok vzpostavi nekoliko prej in sicer do šestega leta starosti.

Večina avtorjev, med njimi tudi Burnie (1999), navajajo oslabelost mišično vezivnega tkiva kot enega izmed vzrokov, ki pripomore k nastanku ploskega stopala. Ploska stopala se pojavijo pri predšolskih otrocih zaradi še ne razvitega in okrepljenega mišičnega tkiva, v dobi osnovno šolskih in srednje šolskih otrok pa se oslabiljenost mišic goleni in stopala pojavlja zaradi različnih vzrokov, kot so prekomerna telesna teža, premajhna telesna aktivnost ali pa so ti vzroki dedne narave. Prav zaradi tega, večina avtorjev opisuje kinezioterapijo kot najučinkovitejše sredstvo za izboljšanje ploskega stopala in ponovno vzpostavitev stopalnih lokov. To smo deloma potrdili tudi mi z rezultati naše longitudinalne študije, kjer smo ugotovili, da je korekcijska vadba, ki smo jo izvajali tri mesece enkrat tedensko vplivala na izboljšanje ploskih stopal. Tako smo hipotezo H2.2 deloma ovrgli in deloma sprejeli. Del hipoteze H2.2, ki pravi da se z izvajanjem korekcijskih vaj poveča Clarkov kot smo potrdili, saj so se razlike kazale pri tveganju $P = 0,003$ do $P = 0,036$, odvisno glede na Clarkov kot levega, desnega ali povprečja obeh stopal ter CSI levega stopala. Na drugi strani pa smo morali ovreči drugi del hipoteze H2.2, ki pravi, da se CSI zmanjšuje z izvajanjem korekcijskih vaj ($P = 0,373$ za desno stopalo in $P = 0,076$ za povprečje obeh stopal).

Kosinac (1995) in Živković (1998), pripisujeta izvajanje vaj za krepitev kratkih mišic prstov, dolgih mišic prstov, supinatorjev in pronatorjev stopala, ki pomembno vplivajo na vzdrževanje stopalnih lokov. Dodajata pa še vaje za krepitev dorzalnih in plantarnih fleksorjev, ki stabilizirajo stopalo. Naša kinezioterapevtska vadba je

zajemala vaje za krepitev kratkih mišic prstov, dolgih mišic prstov, supinatorjev ter plantarnih fleksorjev stopala. Menimo, da bi bilo potrebno za doseg boljših rezultatov izvajati korekcijsko vadbo pogostejše oz. večkrat tedensko (na primer vsak dan) ter tudi več časa, saj je naše izbrano trimesečno obdobje dokaj kratek čas za izrazito spremembo oziroma okrepitev mišic. Poleg tega, pa smo pri izvajanju vaj imeli nekaj težav z dvema najmlajšima, ki sta vaje izvajala nekoliko površno in je bilo težko ohranjati njuno motiviranost na dovolj visokem nivoju za kvalitetno izvedbo vaj.

S pomočjo rezultatov longitudinalne študije smo si kljub vsemu potrdili dejstvo, da ima korekcijska vadba v otroški dobi pomembno vlogo pri razvoju otroka in ji je zato potrebno posvetiti čim več pozornosti. Vsak otrok mora izvajati dnevno dovolj različnih gibalnih aktivnosti, ki so pomembne za krepitev stopalnih lokov, saj so človeška stopala del lokomotorne sistema na katerega pomembno vpliva razvoj motorike (Videmšek, Klopčič, Štihec, & Karpljuk, 2006).

Zaključimo lahko, da rezultati, ki smo jih pridobili z našo raziskavo v povprečju ne odstopajo pomembno od rezultatov ostalih raziskav. V primerih odstopanj pa razmišljamo o tem, da na različne izide v podobnih raziskavah vplivajo različni faktorji in menimo, da je med njimi eden najpomembnejših velikost testiranih skupin, starost skupin ter uporabljene merske metode. Rezultati pridobljeni na večjih vzorčnih testnih skupinah so zagotovo bolj reprezentativni kot pri manjših testnih skupinah in realneje odražajo dejansko stanje.

5 VIRI IN LITERATURA

- Antolič, V., Vengust, R., & Drobnič, M. (1998). Kinematika stopala. V *Bolezni in deformacije stopala pri otroku in odraslem* (str. 15-22). Ljubljana: Klinični center, Ortopedska klinika.
- Brecelj, J. (1998). Fleksibilno plosko stopalo - zakaj zdravljenje ni potrebno. V *Bolezni in deformacije stopala pri otroku in odraslem* (str. 41-48). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.
- Bunta, S., & Popovič, J. (1984). *Zdrave in obolele noge*. ČZP Kmečki Glas: Ljubljana.
- Burnie, D. (1999). *Leksikon človeškega telesa*. Ljubljana: Založba mladinska knjiga.
- Chang, J., Wang, S., Kuo, C., Shen, H., Hong, Y., & Lin, L. (9. september 2009). *Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age*. Prevezeto 9. julij 2013 iz National center for biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19756732>
- Chen, J., Chung, M., & Wang, M. (26. marec 2009). *Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan*. Prevezeto 8. maj 2013 iz National center for biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19356357>
- Chen, K., Tung, L., Yeh, C., Yang, J., Kuo, J., & Wang, C. (7. November 2012). *Change in flatfoot of preschool-aged children: a 1-year follow-up study*. Prevezeto 20. maj 2013 iz National center for biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23132641>
- Chen, K., Yeh, C., Tung, L., Yang, J., Yang, S., & Wang, C. (22. December 2010). *Relevant factors influencing flatfoot in preschool-aged children*. Prevezeto 7. julij 2013 iz National center for biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21174119>
- Drobnič, M., & Antolič, V. (2002). *Kita zadnje golenične mišice pri nastanku pridobljenega ploskega stopala pri odraslih*. Prevezeto 2. Julij 2013 iz http://www.medrazgl.si/e107_files/public/datoteke/mr02_4_07.pdf
- Evans, A. M. (22. April 2011). *The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7 - 10 years*. Prevezeto 7. julij 2013 iz National center for biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3102032/>
- Juras, V., & Stanić, Ž. (1979). *Tjelesni odgoj učenika oštećena zdravlja*. Zagreb: Školska knjiga - Zagreb.
- Keros, P., & Pečina, M. (1971). Funkcionalna anatomija stopala. V *Zbornik o bolestima stopala - simpozij održan u Dobrini 25. do 27. 9. 1969* (str. 11-24). Zagreb: Reumatizem.
- Kobe, V., Dekleva, A., Lenart, I. F., Širca, A., & Velepčič, M. (1988). *Anatomija 1.del*. Ljubljana: Medicinska fakulteta Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

- Kosinac, Z. (1995). *Spušteno stopalo=pes planovalgus: mjere i postupci u tretmanu spuštenog stopala*. Split: Udžbenici Sveučilišta u Splitu= Manualia Universitatis stadiorum Spalatensis.
- Koturović, L., & Jerević, D. (1970). *Korektivna gimnastika*. Beograd: Sportska knjiga.
- Kremžar-Petelin, B. (1978). *Telesna vzgoja gibalno motenih otrok*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Mauch, M., Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., & Horstmann, T. (15. April 2008). *Foot morphology of normal, underweight and overweight children*. Prevezeto 8. Julij 2013 iz National center for biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18414422>
- Ortopedski studio*. (2013). Prevezeto 5. julij 2013 iz Funkcija stopal: <http://www.ortopedski-studio.si/klasicni-vlozki/>
- Pehnek, A., & Kuhta, M. (2006). Ploska stopala - diagnostika in terapija. V *III. Mariborsko srečanje - Gleženj in stopalo v ortopediji* (str. 91-98). Maribor: Splošna bolnišnica Maribor.
- Pfeiffer, M., Kotz, R., Ledl, T., Hauser, G., & Sluga, M. (2006). Prevalence of Flat Foot in Preschool-Aged Children. *Pediatrics Vol118* , 633-640.
- Popović, J. (bl). *Plosko stopalo-Tudi za ploske prava podpora*. Prevezeto 11. Julij 2013 iz http://najobutev.eu/uploads/obutev/public/_custom/lanek_viva.pdf
- Priadalova, M., & Riegerova, J. (2005). Child's foot morphology. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica 35* , 75-86.
- Riddiford-Harland, D., Steele, J., & Baur, L. (22. junij 2010). *Are the feet of obese children fat or flat? Revisiting the debate*. Prevezeto 8. julij 2013 iz National center for biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20567243>
- Sacco, I. C., Noguera, G. C., & Bacarin, T. A. (2009). Medial longitudinal arch change in diabetic peripheral neuropathy. *Acta ortop bras* , 13-16.
- Stupar, B. (Marec 2010). *Ekstrakcija vrednosti atributa entiteta digitalizovane slike na primeru određivanja stepena spuštenosti stopala*. Prevezeto 9. Julij 2013 iz <http://www.zbornik.ftn.uns.ac.rs/2010/zbornik253.pdf>
- Šestan, B. (bl). *Dječje stopalo*. Prevezeto 28. Avgust 2013 iz <http://www.medri.hr/katedre/Ortopedija%20i%20fizikalna/assets/DJECJE%20STOPALO,%20nastavni%20tekst.doc>
- Tomažič, T., & Brodnik, T. (2006). Funkcionalna anatomija in klinični pregled gležnja in stopala. V *2. Mariborsko ortopedsko srečanje: Gleženj in stopalo v ortopediji-Zbornik predavanj* (str. 9-34). Maribor: Splošna bolnišnica Maribor.
- Travnik, L. (1998). Funkcionalna anatomija stopala. V *Bolezni in deformacije stopala pri otroku in odraslem* (str. 7-13). Ljubljana: Klinični center, Ortopedska klinika.

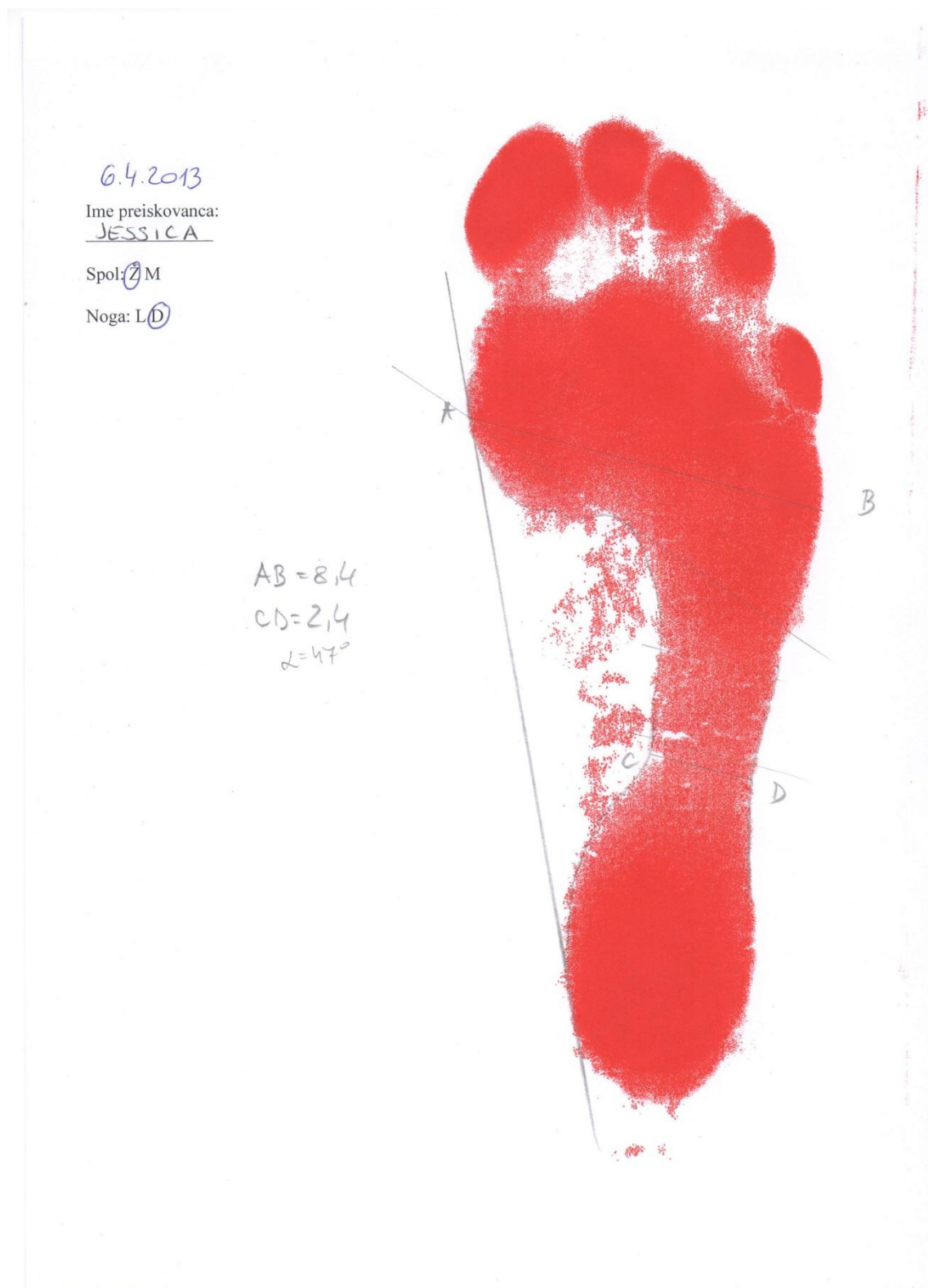
Trošt, T., Ciliga, D., & Pertinović-Zekan, L. (bl). *Klasična i elektronska dijagnostika spuštenog stopala*. Prezeto 9. Julij 2013 iz
http://www.hrks.hr/skole/14_ljetna_skola/249-255.pdf

Videmšek, M., Klopčič, P., Štihec, J., & Karpljuk, D. (2006). The analysis of the arch of the foot in three year old children - a case of Ljubljana. *Kinesiology* 38 , 78-85.

Živković V., D. (1998). *Teorija i metodika korektivne gimnastike*. Niš: Filozofskog fakulteta; Univerziteta u Nišu.

PRILOGE

Priloga 1: Primer odtisa desnega stopala.



Priloga 2: Primer odtisa levega stopala.

