Razlike u unilateralnoj i bilateralnoj eksplozivnoj jakosti i dinamičkoj ravnoteži dječaka različite morfologije stopala

Chatzilelekas, Evangelos

Doctoral thesis / Disertacija

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:797511

Rights / Prava: Attribution 4.0 International/Imenovanje 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Evangelos Chatzilelekas

RAZLIKE U UNILATERALNOJ I BILATERALNOJ EKSPLOZIVNOJ JAKOSTI I DINAMIČKOJ RAVNOTEŽI DJEČAKA RAZLIČITE MORFOLOGIJE STOPALA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY
UNIVERSITY OF ZAGREB

Evangelos Chatzilelekas

THE DIFFERENCES IN UNILATERALLY AND BILATERALLY EXPLOSIVE STRENGTH AND DYNAMIC BALANCE ON YOUNG BOYS WITH DIFFERENT FOOT MORPHOLOGY

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Evangelos Chatzilelekas

RAZLIKE U UNILATERALNOJ I BILATERALNOJ EKSPLOZIVNOJ JAKOSTI I DINAMIČKOJ RAVNOTEŽI DJEČAKA RAZLIČITE MORFOLOGIJE STOPALA

DOKTORSKI RAD

Mentor: izv.prof.dr.sc. Dubravka Ciliga

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY
UNIVERSITY OF ZAGREB

Evangelos Chatzilelekas

THE DIFFERENCES IN UNILATERALLY AND BILATERALLY EXPLOSIVE STRENGTH AND DYNAMIC BALANCE ON YOUNG BOYS WITH DIFFERENT FOOT MORPHOLOGY

DOCTORAL THESIS

Supervisor: Prof. Dubravka Ciliga, Ph.D.

Zagreb, 2018.

1. ŽIVOTOPIS

BIOGRAFSKI PODACI I OBRAZOVANJE:

Dubravka Ciliga, rođena je 21.07.1960. Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu završila je 1987. godine. 1991. je magistrirala na Prirodoslovno-Matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na smjeru biologija, područje biološka antropologija. Doktorski rad je obranila 2000. godine na Fakultetu za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.

AKADEMSKI STUPANJ:

Dr.sc. Dubravka Ciliga, izabrana je u znanstveno-nastavno zvanje **docenta** u području društvenih znanosti, polje: odgojne znanosti na Kineziološkom fakultetu na vrijeme od 5 godina, 18 svibnja 2007, na predmetu Kineziterapija.
Odlukom Matičnog odbora za područje društvenih znanosti – polje odgojnih znanosti od 19. 12.2011. dr.sc. Dubravka Ciliga, izabrana je u znanstveno zvanje **više znanstvene suradnice** u znanstvenom području društvenih znanosti, polje kineziologija.
Dr.sc. Dubravka Ciliga, izabrana je u znanstveno-nastavno zvanje **izvanredna profesorica** u području društvenih znanosti, polje: odgojne znanosti na Kineziološkom fakultetu na vrijeme od 5 godina, 13 lipnja 2012, na predmetu Kineziterapija.

ZNANSTVENA DJELATNOST:

Dr.sc. Dubravka Ciliga objavila je ukupno 46 znanstvenih radova. Od toga je 22 znanstvenih radova, objavljenih u sekundarno referenciranim časopisima (A1) (9 nakon zadnjeg izbora), i 24 radova u drugim časopisima i in extenso u zbornicima radova s međunarodnih skupova (A2) (5 nakon zadnjeg izbora), te 2 u obliku sažetka u zborniku međunarodnog znanstvenog skupa. Također je objavila zajedno sa suradnicima jedan recenzirani nastavni priručnik, tri poglavlja u knjizi i jednu studiju. Sudjelovala u znanstvenom odboru više međunarodnih i domaćih znanstvenih konferencija. Bila je član znanstvenog odbora redovite 4., 5. i 6. 7. I 8. Međunarodne znanstvene konferencije o Kineziologiji (2005., 2008., 2011., 2014. i 2017. godine). 2014. - 2015. Suradnica na međunarodnom znanstvenom projektu: Scientific Project.

Acute and Overuse Injuries in European Junior Badminton Players. Badminton Word Federation Research Grant 2014./2015. Recenzirala dvije knjige. Također je bila recenzent više radova za časopis Hrvatski športskomedicinski Vjesnik, Kinesiology, Hrvatska revija za rehabilitacijske istraživanja kao i za redovite Međunarodne znanstvene konferencije o Kineziologiji. Član znanstvenog odbora i voditeljica sekcije na međunarodne znanstvene konferencije o Kineziologiji.

NASTAVNA DJELATNOST:

Mentorica dvije doktorske disertacije i (115) diplomskih radova. Na poslijediplomskom doktorskom studiju Kineziologije Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu nositeljica je izbornog modula Kineziterapija te izvodi nastavu na predmetima Dijagnostički postupci u kineziterapiji, Metodologija istraživanja u kineziterapiji i Znanstveni temelji planiranja i programiranja u kineziterapiji. Na Integriranom preddiplomskom i diplomskom sveučilišnom studiju kineziologije nositeljica predmeta Kineziterapija, Metodika i programiranje kineziterapijskih postupaka I, II I III, Prilagođena tjelesna aktivnost, Sport osoba s invaliditetom.

2. OPIS KRETANJA U STRUCI

- Pripravnik za znanstveno usavršavanje i neposredno sudjelovanje u nastavnom procesu, Zavod za opću i primijenjenu kineziologiju, predmet Kineziterapija, Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, od 1987 do 1991.
- Asistent, Zavod za opću i primijenjenu kineziologiju, predmet Kineziterapija, Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, od 1991. do 2002. godine.
- Viši asistent, Zavod za opću i primijenjenu kineziologiju, predmet Kineziterapija, Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, od 2002. godine.
- Trener Košarkaškog kluba STELA od 1987.
- Viši predavač za kolegij *Sport osoba s invaliditetom* na Zdravstvenom veleučilištu Sveučilišta u Zagrebu. Od 1991. godine.
- Od 2004. predaje na izbornom usmjerenju Kineziološka rekreacija gdje vodi nastavu kolegija *Sport osoba s invaliditetom*.

- Predavač na veleučilišnom studiju u Zagrebu. Pristupnica održava teorijska i praktična predavanja iz predmeta Kineziterapija na studijima *fizičke pripreme sportaša*, *rekreacije*, *fitnesa, nogometa, hrvanja, vaterpola, košarke, odbojke* i *streljaštva*.
- Predsjednica Hrvatskog športskog saveza invalida. Od 1995. do 1997. godine.
- Predsjednica Zagrebačkog športskog saveza invalida. Od 1994.
- Izbornik Hrvatske košarkaške reprezentacije (košarka u invalidskim kolicima). Od 2004. godine.
- Koordinator u razmjeni studenata Fakulteta za fizičku kulturu Slovačke, Slovenije, Poljske, Austrije, Češke i Hrvatske u okviru CEEPUS projekta pod nazivom «Prilagođene tjelesne aktivnosti», Ministarstva znanosti obrazovanja i športa.
- 2008. godine uključena je u projekt iz područja socijalne skrbi za financijsku potporu udruga osoba s invaliditetom i obnaša dužnost koordinatora za studente s invaliditetom Sveučilišta u Zagrebu te sudjeluje u radu povjerenstva za dodjelu stipendija Grada Zagreba za učenike i studente s invaliditetom pri gradskom uredu.

Zahvala

Završetkom ove doktorske disertacije želio bih se zahvaliti svima koji su mi pružili svaku vrstu pomoći od prvih koraka, odnosno od znanstveno-istraživačkih ideja i pisanja projekta rada do danas kada je rad priveden kraju.

Time se završava i moj ciklus koji je počeo 1990. godine s dolaskom iz Grčke u Zagreb kao student, kasnije kao student poslijediplomskog studija i sada kao doktorand.

Želio bih se najiskrenije i najljubaznije zahvaliti svim profesorima, asistentima i djelatnicima bivšeg Fakulteta za fizičku kulturu i današnjeg Kineziološkog fakulteta u Zagrebu na znanju, iskustvu, povjerenju, suradnji, ljubaznosti, prijateljstvu i gostoprimstvu. Također se želim zahvaliti mojim kolegama Hrvatima i Grcima iz generacije od 1990./1995. godine na prekrasnim studentskim godinama te na lijepim uspomenama.

Zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Dubravki Ciliga na podršci, savjetima, idejama, uputama, angažiranosti i uloženom vremenu i trudu, a najviše na velikom strpljenju i razumijevanju kako bi se rad okončao. Također se zahvaljujem doc. dr. sc. Tatjani Trošt-Bobić i doc. dr. sc. Lidiji Petrinović na korisnim i stručnim savjetima te na pruženoj prilici i podršci.

Iskreno se zahvaljujem kolegama Morenu Gregoroviću, Matiji Krznaru, Tanji Furmeg i Filipu Huzjaku koji su mi svojom odgovornošću i stručnošću pomogli u mjerenjima provedenim u osnovnim školama, kao i kolegama Lovri Štefanu i Filipu Bolčeviću. Zahvaljujem ravnateljima, profesorima tjelesnog odgoja i učenicima osnovnih škola „Većeslav Holjevac“, „Savski Gaj“ i „ Ivo Andrić“ koji su sudjelovali i pomogli u istraživanju.

Posebno bih se htio zahvaliti dragoj prijateljici mr. sc. Tatjani Budinski, na savjetima i pomoći tijekom svih ovih godina moga doktorskog studija.

Najveće hvala supruzi Sanji na pomoći, idejama, požrtvovanosti, potpori i strpljenju.

HVALA SVIMA

The two most important days in your life are
the day you are born, and
the day you find out why.

Mark Twain

Dva su najvažnija dana u životu čovjeka;
dan kada se rodi i
dan kada otkrije razlog svog rođenja.

Mark Twain

Rad u potpunosti posvećujem supruzi Sanji, kćeri Loreni-Marini i sinu Thanosu-Angelosu

PREGLED SKRAĆENICA

NST – normalno stopalo

SST – spušteno stopalo

ON – odrazna noga

NN – neodrazna noga

10 m – test sprinta na 10 m iz visokog starta

20 m – test sprinta na 20 m iz visokog starta

40 m – test sprinta na 40 m iz visokog starta

BIZ – bilateralna izvedba

UIZ - unilateralna izvedba

SEBT- (engl. Star Excursion Balance Test) – zvjezdoliki Test

BMI – body-mass indeks

ITM - indeks tjelesne mase

RTA – razina tjelesne aktivnosti

UMK – uzastopne maksimalne kontrakcije

UNI – unilateralno

CMJ – (engl. Counter Movement Jump) ekscentrično-koncentrični skok

cm – centimetar (jedinica mjere za dužinu)

CNS – centralni nervni sistem

Dom – dominantna noga

NeDom – nedomintna noga

Fmax – maksimalna sila

g – gravitacijska sila

h – visina

H – visina tijela

kg – kilogram (jedinica mjere za težinu)

M - masa tijela

MAX – maksimalna vrijednost

MIN – minimalna vrijednost

ms – milisekunda (jedinica mjere za vrijeme)

MSM – masa skeletnih mišića

MTM – masa tjelesnih mišića

p – razina statističke značajnosti

VS – prirodni vertikalni skok

R – Pirsonov koeficijent korelacije

s – sekunda (jedinica mjere za vrijeme)

SD – standardna devijacija

SV – srednja vrijednost

T – izmjereno vrijeme

VSČ – vertikalni skok iz polučučnja

VSČ – vertikalni skok iz polučučnja

W – ispoljena snaga (jedinica mjere)

WHO – Svjetska zdravstvena organizacija

ICC – intarklasni koeficijent korelacije

CV – koeficijent varijacije

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike između dvije skupine entiteta u nekim motoričkim sposobnostima na osnovu različite morfologije stopala. Istražile su se i utvrdile razlike između učenika sa normalnim stopalom (NST) i učenika sa spuštenim stopalom (SST) u eksplozivnoj jakosti donjih ekstremiteta, u unilateralnoj izvedbi (UIZ) i u bilateralnoj izvedbi (BIZ), kao i razlike u dinamičkoj ravnoteži u unilateralnoj izvedbi (UIZ) na osnovu njihovih antropoloških obilježja. U istraživanju je sudjelovalo 208 ispitanika, godišnjeg uzrasta 13 – 14 god. (+/- 6 mjeseci) odnosno dječaci sedmog i osmog razreda osnove škole na području grada Zagreba. Ispitanici su bili podijeljeni u dvije skupine: skupinu (1) činilo je 107 ispitanika s normalnim stopalom (NST) i skupinu (2) 101 ispitanik sa spuštenim stopalom (SST). U istraživanje su bili uključeni samo ispitanici s fiziološkom, odnosno fleksibilnom spuštenošću stopala, dok su iz istog bili isključeni ispitanici s fiksiranom, tj. rigidnom spuštenošću stopala, kao i ispitanici s izdignutim stopalom. Istraživana je isključivo medijalna spuštenost stopala.

Svi rezultati, analize, rasprava i zaključci rada bazirani su na rezultatima odrazne (dominantne) noge i na rezultatima neodrazne (nedominantne) noge. Morfologija stopala odnosno medijalna spuštenost stopala bilateralno je procijenjena uz pomoć tehničkog pomagala (podoskopom s polariziranim svijetlom) te je evaluirana pomoću Clark-ove metode. Za procjenu motoričkih sposobnosti eksplozivne jakosti i dinamičke ravnoteže donjih ekstremiteta koristio se veći broj mjernih instrumenata. Za utvrđivanje eksplozivnih svojstava koristile su se varijable za procjenu brzinsko-snažnih svojstava mišića, koncentrično-ekscentrične kontrakcije mišića donjih ekstremiteta, u UIZ i u BIZ vertikalne i horizontalne skočnosti. Za procjenu komponente dinamičke ravnoteže koristio se zvjezdoliki test (*engl. Star Excursion Balance Test - SEBT*) u UIZ odrazne i neodrazne noge. U analizama rezultata dinamičke ravnoteže korištene su samo normalizirane vrijednosti rezultata zvjezdolikog testa - SEBT-a (udaljenost dosega / dužina noge x 100). U istraživanju je procijenjena razina tjelesne aktivnosti (RTA) ispitanika posebnim anketnim upitnikom (PAQ-C; The physical activity questionnaire for older children and adolescents) i indeksom tjelesne mase (*engl. Body Mass Intex BMI = m / h²),* ITM kg / cm^2. Primarno je utvrđeno da između dviju grupa ispitanika ne postoje statistički značajne razlike u ITM kao i u RTA na nivou značajnosti (p >

0.05) i time je potvrđeno da ne postoji inicijalna razlika između grupa. Na osnovi postavljenih hipoteza i koeficijenta p–vrijednosti ($p < 0,05$) utvrdilo se da od ukupno 16 varijabli dinamičke ravnoteže koje se odnose na odrazne i neodrazne noge, u šest varijabli pronađene su statistički značajne razlike među grupama. Na temelju kružne mreže zvjezdolikog testa, od ukupno osam pravaca, varijable u kojima se statistički značajno razlikuju ispitanici sa stajnom odraznom i neodraznom nogom su medijalni (DRONM-DRNNM), posteriorni (DRONP – DRNNP) i lateralni (DRONL- DRNNL) pravac. Ispitanici sa normalnim stopalom NST pokazali su bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa spuštenim stopalom SST. Naime ovaj prostor obuhvaća cijelu stražnju polovicu kružne mreže zvjezdolikog testa. U prednjoj polovici kružne mreže zvjezdolikog testa odnosno u varijablama anteriolateral (DRONAL-DRNNAL), anterior (DRONA-DRNNA), anteriomedial (DRONAM -DRNNAM), iako su ispitanici sa NST pokazali nešto bolje rezultate, nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa.

U eksplozivnoj jakosti tipa vertikalne i horizontalne skočnosti u UIZ ustanovilo se da od ukupno šest varijabli u pet ne postoji statistički značajna razlika, te da su ispitanici obje grupa skoro jednako efikasni. Ipak uočeno je da su ispitanici sa normalnim stopalom postigli statistički značajno bolje rezultate samo u jednoj varijabli horizontalne skočnosti. U eksplozivnoj jakosti bilateralne izvedbe tipa horizontalne skočnosti ustanovilo se da postoje statistički značajne razlike među grupama u jednoj varijabli u kojoj su ispitanici sa NST efikasnije izvodili zadatak od ispitanika sa SST. U eksplozivnoj jakosti bilateralne izvedbe tipa vertikalne skočnosti ustanovilo se da između grupe ispitanika ne postoji statistički značajna razlika. U eksplozivnoj jakosti bilateralne izvedbe tipa sprinta utvrdilo se da postoje statistički značajne razlike među grupama u jednoj varijabli u kojoj su ispitanici sa SST postigli bolje rezultate, odnosno trčali su brže od ispitanika sa NST. Rezultati rada eksplozivne jakosti pokazali su da se grupe ispitanika razlikuju u dvije od pet varijabli horizontalne skočnosti u kojim su ispitanici sa NST postigli znatno bolje rezultate. U svim varijablama vertikalne skočnosti obje grupe ispitanika postigli su iste rezultate i ne postoje statistički značajne razlike između grupa ispitanika.

Ključne riječi: normalno stopalo, spušteno stopalo, odrazna noga, neodrazna noga, dinamička ravnoteža, eksplozivna jakost, unilateralna izvedba, bilateralna izvedba.

SUMMARY

The aim of this study was to determine the differences between two entity groups in some motor skills based on different foot morphology. Differences were studied and determined between students with normal feet (NST), and students with flat feet (SST) in explosive strength of the lower extremities, in unilateral performance (UIZ) and bilateral performance (BIZ), as well as differences in dynamic balance in unilateral performance (UIZ) based on their anthropological features. The study involved 208 respondents, 13 to 14 years of age (+/- 6 months), i.e. the seventh and eighth grade elementary school boys from the city of Zagreb. The respondents were divided into two groups: the group (1) comprised 107 respondents with normal feet (NST) and the group (2) 101 respondents with flat feet (SST). The study included only subjects with physiological, i.e. flexible lowering of the arches, while those with fixed, i.e. rigid lower arches, as well as those with high arches, were excluded from it. Only the median lowering of the arch was studied.

All the results, analyses, discussions and conclusions of the study are based on the results of the dominant leg and the results of the non-dominant leg. Foot morphology, i.e. median lowering of the arch, was assessed bilaterally with the help of technical aids (polarized light podoscope) and was evaluated using the Clark's method. A high number of measuring instruments were used to assess the motor skills of explosive strength and the dynamic balance of the lower extremities. Variables for assessing the velocity-strength muscle properties, concentric-eccentric lower extremity muscle contraction, in UIZ and in BIZ vertical and horizontal jump were used to determine the explosive properties. To evaluate the dynamic balance component, the Star Excursion Balance Test (SEBT) was used in UIZ of the dominant and the non-dominant leg. The analyses of the dynamic balance results only used the normalized values of the star test - SEBT (distance/leg length x 100). The study estimated the physical activity level (RTA) of the respondents with the use of the special questionnaire (PAQ-C; The physical activity questionnaire for older children and adolescents) and Body Mass Index (BMI = m/h^2), ITM kg/cm2. Primarily, it was established that there were no statistically significant differences between ITM and RTA at the level of significance ($p > 0.05$) between the two groups of respondents, confirming that there was no initial difference between the groups. Based on the set hypothesis and p-value coefficient ($p < 0.05$), that out of

a total of 16 dynamic balance variables related to dominant and non-dominant legs statistically significant differences between groups were found in six variables. Based on a circular star test, out of a total of eight directions, variables in which respondents significantly statistically differ with dominant and non-dominant leg are medial (DRONM-DRNNM), posterior (DRONP-DRNNP) and lateral (DRONL-DRNNL) directions. The respondents with normal feet (NST) showed better results compared to those with flat feet (SST). Namely, this area covers the entire back half of the circular network of the star test. In the front half of the circular network of the star test, i.e. in the anterolateral (DRONAL-DRNNAL), anterior (DRONA-DRNNA), anteromedial (DRONAM-DRNNAM) variables, although the NST respondents showed somewhat better results, no statistically significant difference between the groups was determined.

In the explosive strength of the vertical and horizontal jump type in UIZ, it was found that out of the six variables the five have no statistically significant difference, and that the respondents of both groups are almost equally efficient. However, it was determined that the subjects with normal feet achieved statistically significantly better results only in one horizontal jump variable. In the explosive strength of the bilateral performance of horizontal jump type, there were statistically significant differences between the groups in one variable in which the NST respondents performed the task more efficiently than the respondents with SST. In the explosive strength of the bilateral performance of the vertical jump, it was determined that there was no statistically significant difference between the groups of respondents. In the explosive strength of the bilateral performance of the sprint type it was found that there are statistically significant differences between the groups in one variable in which SST respondents achieved better results, that is, they ran faster than the NST respondents. Explosive strengths results showed that the groups of respondents differed in two of the five variables of horizontal jump in which NST respondents achieved significantly better results. In all variables of vertical jump, both groups of respondents achieved the same results and there are no statistically significant differences between the groups of respondents.

Key words: normal foot, flat foot, dominant leg, non-dominant leg, dynamic explosive balance, explosive strength, unilateral performance, bilateral performance.

SADRŽAJ

Životopis mentora

Sažetak

Popis slika

Popis tablica

Popis histograma

1. UVOD 1

1.1. Pregled građe stopala 2

1.2. Svodovi stopala 3

1.3. Funkcija stopala 5

1.4. Uporišne točke - Stabilnost stopala 7

1.5. Pravilno – Normalno stopalo - (Pes rectus) 7

1.6. Spušteno - Ravno stopalo - (Pes planus) 8

1.7. Metode za utvrđivanje deformiteta stopala 9

1.8. Prevalencija spuštenog stopala 10

1.9. Motoričke sposobnosti 11

1.10. Unilateralna izvedba (UIZ) - Bilateralna izvedba (BIZ) 12

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 14

3. CILJ I HIPOTEZE RADA 35

3.1. Cilj rada 35

3.2. Hipoteze rada 36

4. METODE RADA 37

4. 1 Uzorak ispitanika 37

4.2. Eksperimentalni protokol – plan istraživanja 38

4.3. Protokol mjerenja 39

4.3.1. Clark-ova metoda 40

4.3.2. Način mjerenja i dijagnoza spuštenosti stopala 41

4.3.3. Podoskop 42

4.4. Uzorak varijabli 43

4.4.1. Morfološke varijable – Antropometrija 43

4.4.2. Uzorak varijabli motoričkih sposobnosti - Eksplozivna jakost 48

4.4.3. Uzorak varijabli motoričkih sposobnosti - Dinamička ravnoteža 58
4.5. Razina tjelesne aktivnosti ispitanika (RTA) 61
4.6. Indeks tjelesne mase – ITM 63
4.7. Definicija dominantne (odrazne) i nedominantne (neodrazne) noge u UIZ 65
4.8. Metode obrade podataka 66
5. REZULTATI 68
5.1. Rezultati morfoloških obilježja 69
5.1.1 Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika 69
5.1.2. Diskriminativna analiza morfoloških obilježja 79
5.1.3. Anova analiza varijance - Razlike u varijablama u morfološkim obilježjima 80
5.1.4. Korelacijska analiza antropometrije i binarne varijable svoda stopala 82
5.2. Pouzdanost testova 83
5.3 Rezultati dinamičke ravnoteže 85
5.3.1. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže 85
5.3.2 Diskriminativna analiza u dinamičkoj ravnoteži 98
5.3.3. Anova analiza varijance - Razlike u varijablama u dinamičkoj ravnoteži 100
5.3.4. Korelacijska analiza svih testova za dinamičku ravnotežu 103
5.4.2. Diskriminativna analiza u eksplozivnoj jakosti u UIZ 114
5.4.3 Diskriminativna analiza u eksplozivnoj jakosti u BIZ 115
5.4.4. Anova analiza varijance - Razlike u varijablama u eksplozivnoj jakosti 116
5.4.5. Korelacijska analiza svih testova eksplozivne jakosti 118
6. RASPRAVA 120
6.1. Rasprava morfoloških karakteristika ispitanika 121
6.2. Rasprava dinamičke ravnoteže ispitanika 123
6.3. Rasprava eksplozivne jakosti ispitanika 136
7. ZAKLJUČAK 151
8. LITERATURA 158
9. PRILOG 171
9.1. Obavijest učenicima za procjenu razine tjelesne aktivnosti 171
9.2. Upitnik za procjenu tjelesne aktivnosti- PAQ-C 172
10. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA 176

POPIS SLIKA

Slika 1. Anatomija stopala - posljedice spuštenog stopala na zglobne strukture……....6
Slika 2. Elektronska dijagnostika spuštenog stopala 40
Slika 3. Izvorna slika mjerenja spuštenosti stopala podoskopom 41
Slika 4. Izvorna slika mjerenja spuštenosti stopala podoskop 42
Slika 5. Podoskop..... 42
Slika 6. Izvorna slika mjerenja dužine nogu 46
Slika 7. Izvorna slika mjerenja opseg trupe. 46
Slika 8. Izvorna slika mjerenja opseg natkoljenice. 47
Slika 9. Izvorna slika mjerenja dužine stopala. 48
Slika 10. Izvorna slika mjerenja skoka u dalj s mjesta u bilateralnoj izvedbi (BIZ) 51
Slika 11. Izvorna slika mjerenja skoka u dalj s mjesta u unilateralnoj izvedbi (BIZ). 52
Slika 12. https://www.brianmac.co.uk/pictures/tests/sgt-jump-start.jpg..... 53
Slika 13. Troskok u unilateralnoj izvedbi (UIZ)……...55
Slika 14. Troskok u unilateralnoj izvedbi (UIZ)..... 56
Slika 15. Trčanje sprinta..... 57
Slika 16. Trčanje sprinta na10 m, 20m, 40m …….... .. 57
Slika 17. Pravci izvođenja dinamičke ravnoteže odraznom i neodraznom nogom..... 59
Slika 18. Izvorna slika mjerenja dinamičke ravnoteže..... 59
Slika 19. Izvođenje dinamičke ravnoteže..... 61

POPIS TABLICA

Tablica 1. Deformiteti stopala u smislu SST rangirani su po razini spuštenosti 20
Tablica 2. Razlika u eksplozivnoj snazi među ne-sportašima s NST i SST (t-test). 30
Tablica 3. Razlika u eksplozivnoj snazi među sportašima s NST i SST (t-test). 30
Tablica 4. ITM - Indeks tjelesne mase usvojen je od Svjetske zdravstvene organizacije 64
Tablica 5. Analiza varijance između grupe sa normalnim i spuštenim stopalom 68
Tablica 6. Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika svih ispitanika 69
Tablica 7. Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika ispitanika sa NST 72
Tablica 8. Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika ispitanika sa spuštenim stopalom 74
Tablica 9. Diskriminativna analiza morfoloških obilježja 79
Tablica 10. Anova analiza varijance 81
Tablica 11. Korelacijska analiza svih varijabli antropometrije 82
Tablica 12. Pouzdanost testova u dinamičkoj ravnoteži i u eksplozivnoj jakosti 83
Tablica 13. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže svih ispitanika 85
Tablica 14. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika sa NST 87
Tablica 15. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika sa SST 88
Tablica 16. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže svih ispitanika 90
Tablica 17. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika sa NST 93
Tablica 18. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika sa SST 95
Tablica 19. Diskriminativna analiza ispitanika sa spuštenim i ispitanika sa NST u dinamičkoj ravnoteži. 98
Tablica 20. Anova analiza varijance - razlike u varijablama između ispitanika sa normalnim i ispitanika sa SST u dinamičkoj ravnoteži 100
Tablica 21. Korelacijska analiza svih testova za dinamičku ravnotežui binarne varijable svoda stopala između grupe ispitanika sa NST i grupe ispitanika sa SST. 103
Tablica 22. Deskriptivna analiza eksplozivne jakosti svih ispitanika 105
Tablica 23. Deskriptivna analiza eksplozive snage ispitanika s NST devijacijom (SD). 107
Tablica 24. Deskriptivna analiza eksplozivne snage ispitanika sa SST 110
Tablica 25. Diskriminativna analiza ispitanika sa spuštenim i normalnim stopalom u eksplozivnoj jakosti u unilateralnoj izvedbi. 114

Tablica 26. Diskriminativna analiza ispitanika sa spuštenim i NST u eksplozivnoj jakosti u bilateralnoj izvedbi 115
Tablica 27. Anova analiza varijance - razlike u varijablama između ispitanika sa normalnim i ispitanika sa SST u eksplozivnoj jakosti 116
Tablica 28. Korelacijska analiza svih testova eksplozivne jakostii binarne varijable svoda stopala..... 118
Tablica 29. Rezultati pretražene literature - Dinamička ravnoteža 126
Tablica 30. Rezultati pretražene literature - eksplozivna jakost 141

POPIS HISTOGRAMA

Histogram 1. Morfološke karakteristike svih ispitanika (208) (grupa sa NST i sa SST)..... 72
Histogram 2. Morfološke karakteristike ispitanika sa NST 74
Histogram 3. Morfološke karakteristike ispitanika sa spuštenim stopalom..... 76
Histogram 4. Morfološke karakteristike (MT, VT i ITM) ispitanika sa SST i sa NST 77
Histogram 5. Morfološke karakteristike ispitanika sa SST i sa NST..... 78
Histogram 6. Dinamička ravnoteža svih (NST i SST) ispitanika 92
Histogram 7. Dinamička ravnoteža ispitanika sa NST odrazne i neodrazne noge. 94
Histogram 8. Dinamička ravnoteža ispitanika sa SST odrazne i neodrazne noge 96
Histogram 9. Dinamička ravnoteža ispitanika sa NST i sa SST stopalom odrazne i neodrazne noge..... 97
Histogram 10. Eksplozivna jakost svih ispitanika (208) (SST i NST)..... 107
Histogram 11. Eksplozivna jakost tipa skočnosti ispitanika sa NST 109
Histogram 12. Eksplozivna jakost tipa skočnosti ispitanika sa SST..... 111
Histogram 13. Eksplozivna jakost tipa skočnosti ispitanika sa SST i NST 112
Histogram 14. Eksplozivna jakost tipa sprinta ispitanika sa SST i NST. 113

1. UVOD

Činjenica da je čovjek postavio jednu nogu ispred druge, oslonio se na istu te počeo ponavljati ciklus hoda predstavlja bitan dio evolucije čovjeka. Ljudsko biće kroz razvojni proces od nekoliko tisuća do više milijuna godina prešlo je iz četveronožnog u dvonožni stav. Također sposobnost održavanja uspravnog stava prvo je osnovno fizičko i fiziološko stanje dvonošca te predstavlja složenu interakciju između djelovanja okoline, lokomotornog i živčanog sustava. Upravo sposobnost ravnoteže omogućila je kretanje prema naprijed odnosno hod čovjeka. Dvonožni stav čovjeka pridonio je novim uvjetima i nizu promjena na koje bi se središnji živčani sustav trebao prilagoditi na osnovi povišenog težišta tijela, manje površine oslonca i upotrebljavajući ruke za ravnotežu kao i kombinirajuće pokrete gornjih i donjih ekstremiteta na način koji prije nije koristio. Stabilno održavanje ravnoteže u ovom položaju zahtijevalo je mnoge strukturne i funkcionalne promjene u skeletnom i mišićnom sustavu i adaptaciji kostura čovjeka. Promjene su se također pojavile u adaptaciji zdjelice, femuri, kralježnici, lubanji ali i u poziciji glave (Janković, 2005).

Ljudsko tijelo najbolje funkcionira kad su mu dijelovi dobro uravnoteženi u položajima sjedenja, stajanja, hodanja kao i prilikom svih drugih tjelesnih aktivnosti (Paušić, 2007, 2011). Pravilan tjelesni stav i njegova obilježja mogu se uočiti iz dvije ravnine frontalne i sagitalne. Kada se govori o pravilnom tjelesnom stavu i uravnoteženosti segmenata tijela potrebno je znati da gledajući iz frontalne ravnine ne smije postojati asimetrija pojedinih dijelova tijela. Glava mora stajati uspravno, ramena, zdjelica, koljena, nožni zglobovi moraju biti u istoj ravnini. Kod sagitalne ravnine svi segmenti tijela trebaju biti u ravnini s gravitacijskom linijom koja prolazi kroz određene točke na tijelu te na tlo pada pod pravim kutom. Točke kroz koje prolazi gravitacijska linija su: sredina lubanje, sredina ramena, kuka, koljena i nešto ispred lateralnog malleolusa (Welk i sur., 2000).

Jedna od najčešće prisutnih tjelesnih deformacija u rastu i razvoju djece predškolske i školske dobi je deformacija stopala definirana kao spušteno stopalo. U SAD-u s obzirom na raširenost zdravstvenih problema vezano za stopalo stvorena je posebna grana medicine – podologija. Podologija (grč. *pus, podos* – stopalo) je grana medicine koja se bavi proučavanjem stopala odnosno njegove anatomije i patologije, proučavanjem i razvijanjem medicinskih i kirurških

tretmana, kao i njegom stopala. Stopalo je dio sustava za kretanje koje ima vrlo važnu ulogu u kinetičkom lancu i direktno utječe na cjelokupnu lokomociju te predstavlja jedinstven dio s kojim je tijelo u doticaju s tlom. Tijekom evolutivnog razvoja stopalo se stalno mijenjalo s obzirom na uspravan stav. Ljudsko stopalo je i dalje u evolucijskoj preobrazbi jer se mijenja načina života kao što je dugotrajno dnevno sjedenje u obući, neaktivnost, prekomjerna tjelesna težina i dr. Svakodnevno hodanje po ravnom terenu uzrokuje mišićnu atrofiju iz čega proizlazi sve češća pojava spuštenog ili ravnog stopala. U literaturi je pronađeno pod pojmom simptomatsko i asimptomatsko spušteno stopalo. Simptomatsko spušteno stopalo stanje je pojave bola nakon kraćeg ili duljeg opterećenja. Bol se javlja u stopalu, gležnju i potkoljenici. Praćen je zamorom, poremećajem hoda, pojavom žuljeva na stopalima i povećanim trošenjem medijalnog ruba obuće. Simptomi se objašnjavaju preopterećenjem i zamorom aktivnih stabilizatora svodova stopala, tj. mišića, kada popuste pasivni stabilizatori, tj. ligamenti i zglobne čahure zglobova stopala. Asimptomatsko spušteno stopalo stanje je koje se pojavljuje uglavnom bez bola (Rakovac i sur. 2013).

1.1. Pregled građe i obilježja stopala

Ljudsko stopalo izuzetno je kompleksne građe i skladne arhitekture koja pokreće i nosi tijelo. Čini ga 26 kostiju, 33 zglobova, 107 ligamenata i 21 mišića (Moor i Dalley, 1999). Kostur stopala se dijeli na tri dijela: 1) korijen stopala (tarsus), 2) središnji dio, 3) prsti (digiti). Stopalo sadrži 33 zgloba od kojih je 20 pokretno. Samo tri zgloba odgovorna su za najveći dio pokretljivosti stopala. To su gornji gležanjski zglob (articulatio talocruralis), stražnji dio (articulatio subtalaris) i prednji dio (articulatio talocalcaneonavicularis) te transverzalni talarni (articulatio tarsi transversa). U ostalim zglobovima stopala pokreti su zanemarivi. Zglobovi stopala (articulationes pedis) zajedno sa svojim spojem za kosti potkoljenice djeluju kao jedna funkcionalna cjelina čime omogućuju vrlo složenu mehaniku gibanja stopala koju čini produkt sinergije svih zglobova stražnjeg i srednjeg dijela stopala. Zglobove stopala pokreću mišići koji se dijele na ekstrizične i intrizične ovisno o njihovoj anatomskoj lokalizaciji (Šmigovac i sur., 2012; Antičević, 2010). Najvažniju ulogu u održavanju fizioloških lukova stopala imaju mali mišići stopala kao i mišići potkoljenice, koji za razliku od sveza koje djeluju pasivno djeluju aktivno. Važno je spomenuti da se mali mišići stopala mogu suprotstaviti pritisku preko 200 kg osiguravajući lukove stopala (Pećina i sur., 2000). Mišići

potkoljenice zauzimaju prostor između kostiju potkoljenice, ali ih i prekrivaju sa zadnje, vanjske, a djelomično i s prednje strane.

1.2. Svodovi stopala

Svodovi stopala sastoje se od kostiju i zglobova gdje ligamenti pasivno podupiru konstrukciju, a mišići čine njihovu aktivnu potporu. Takva konstrukcija omogućava amortizaciju udaraca prilikom kretnji, prilagođavajući se svakoj podlozi (Antičević, 2000). Svod stopala omogućava fleksibilan prijenos tjelesne mase te nosi cjelokupnu masu tijela, a oblikuje se samo aktiviranjem stopalnih mišića (Brecelj, 2001). Stopalo je tvorevina više transverzalnih i longitudinalnih lukova. Longitudinalni svod čini unutarnji - medijalni i vanjski - lateralni luk. Transverzalni svod tvore prednji i stražnji transverzalni luk. Ova dva fiziološka svoda od kojih zavisi statika i dinamika značajna su za funkcioniranje stopala. Longitudinalni medijalni svod čine calcaneus, talus, os navicularis, I. klinasta kost i I. metatarsalna kost. On osigurava pravilnu raspodjelu sile prema oba kraja stopala, prstima i petama prilikom stajanja. Na unutarnjem luku se razlikuje uzlazni i silazni dio tako da najviša točka ovog luka odgovara plantarnoj strani talonavicularnog zgloba, a udaljena je od podloge 15-18mm. Lukovi stopala također oslobađaju prostor u kojem su smještan brojna mekana tkiva koja sudjeluju u apsorpciji sile te intrizični mišići koji osiguravaju stabilnost stopala (Ciliga i sur., 2011; Ciliga i sur., 2014; Šmigovac i sur. 2012). Longitudinalni lateralni svod čine calcaneus, cuboidna kost i V. metatarzalna kost. Prednji transverzalni luk tvore glavica I. – V. metatarzalne kosti, a stražnji transverzalni luk tri klinaste kosti i cuboidna kost. Najviša točka vanjskog luka odgovara plantarnoj strani spoja talusa i cuboidne kosti, a udaljena je od podloge 3-5mm.

Tijekom ciklusa hoda dinamika opterećenja na tijelo se mijenja. Hutton i sur. (2009), proučavajući kretnje i pomicanje točke maksimalnog opterećenja longitudinalnog svoda stopala došli su do zaključka da se početno maksimalno opterećenje nalazi na području pete prema sredini i s brzim pokretnom longitudinalnog svoda stopala doseže do prednjeg dijela stopala. Najveće opterećenje na prednjem dijelu stopala dostiže 80% u fazi oslonca na nogu i nalazi se na glavici druge metatarzalne kosti. U fazi podizanja stopala točka najvećeg opterećenja nalazi se ispod velikog prsta noge (Nordin & Frankel 2001). Prednji transverzalni

svod obuhvaća plantarne strane svih pet metatarzalnih kostiju i praktično se nalazi u okviru niskohodnog dijela longitudinalnog svoda stopala, a ograničavaju ga proksimalni i distalni luk. Proksimalni luk transverzalnog svoda obuhvaća plantarne strane baza metatarzalnih kostiju i on odgovara plantarnoj strani Lisfrancove zglobne linije. Distalni luk transverzalnog svoda obuhvaća plantarne strane glavica svih pet metatarzalnih kostiju pri neopterećenom stopalu. Kad je stopalo opterećeno pri stajanju ili hodu, ovaj luk iščezava. Isti svod povezuje prednje uporišne točke stopala odnosno glavice prve i pete metatarzalne kosti. Najviša točka transverzalnog svoda je glavica druge metatarzalne kosti kod odraslih, a kod djece zbog inverzije najviša je glavica prve metatarzalne kosti. Stražnji transverzalni svod nalazi se u području triju klinastih i cuboidne kosti (Šmigovac, i sur. 2012). Na pravilnu statiku i održavanje normalnog izgleda i zategnutosti svodova stopala utječu oblik kostura stopala kao i jačina ligamenata i mišića. Mali i kratki mišići stopala plantarne strane osiguravaju longitudinalni svod, a u tome im pomaže plantarna aponeuroza koja se proteže od tuber calcaneusa do bazalnih zglobova kostiju. Dugački mišići potkoljenice omogućuju plantarnu/dorzalnu fleksiju, everziju-pronaciju, inverziju-supinaciju, abdukciju i adukciju. Tako plantarnu fleksiju zajedno izvodi 8 mišića stražnje lateralne strane potkoljenice, a dorzalnu fleksiju 3 mišića prednje strane potkoljenice. Pravi plantarni fleksori su m. gastrocnemius i m. soleus, peronealni mišići su pronatori i abduktori, a dugački fleksori prstiju su supinatori i aduktori te obje skupine plantarnih fleksora spadaju u sinergiste. Oni se opiru sili pritiska koja se prenosi s potkoljenice i teži izravnavanju stopala. Pasivne tenzore svoda stopala predstavljaju ligamenti, a aktivne tenzore mišići. Pasivni tenzori longitudinalnog svoda su lig. plantare longum, lig. calcaneonaviculare plantare i aponeurosis plantaris. Najvažniji aktivni tenzori longitudinalnog svoda stopala su m. fleksor hallucis longus, m. fleksor hallucis brevis i m. abductor hallucis čije tetive zatežu unutrašnji luk longitudinalnog svoda. U održavanju zategnutosti transverzalnog svoda stopala kao pasivni tenzor sudjeluje lig. metatarseum transversum profundum, a kao aktivni tenzori najvažniji su m. peroneus longus i m. adductor hallucis.

1.3. Funkcija stopala

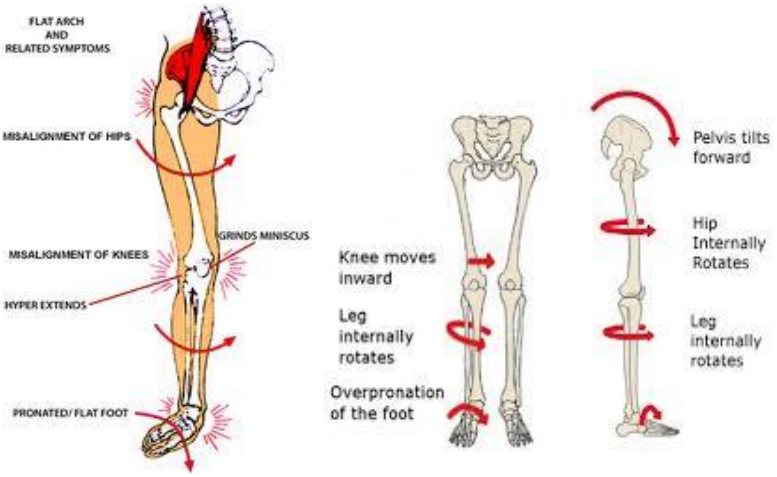
S evolucijskog gledišta stopalo se razvija kao dinamički mehanizam i stoga nije posve prilagođeno za stajanje u jednom položaju, jer uzrokuje umor i bol. Biološki je predodređeno za kretanje što ne odgovara današnjem načinu života s puno sjedenja i stajanja. Prelazak iz četveronožnog u dvonožni oblik kretanja i karakteristična jednonožna potporna faza prilikom hodanja i trčanja, zahtijevala je razvoj stopala koji će omogućiti veliku apsorpciju i naknadno ispoljavanje sile kao i veliku mobilnost uz stabilnost osobito prilikom kretanja na neravnom terenu (Šmigovac, i sur. 2012). Funkcijski najvažniji dijelovi stopala su gornji i donji gležanjski zglob koji zajedno tvore model kuglastog zgloba gdje su moguće kretnje u svim smjerovima. Gornji gležanjski zglob je kutni zglob koji prenosi veće opterećenje od svih ostalih zglobova u tijelu i zato je vrlo stabilan te omogućava izvođenje samo dviju kretnji, plantarnu i dorzalnu fleksiju. Ostale kretnje stopala vrše se u donjem gležanjskom zglobu koji je obrtni zglob i omogućava izvođenje rotacijskih kretnji. Za pokrete stopala još su važni transverzalni tarzalni zglob koji sudjeluje u trodimenzionalnim pokretima pronacije i supinacije i kompenzira neravnine na podlozi te intertarzalni i tarzometatarzalni zglobovi koji poboljšavaju funkciju transverzalnog tarzalnog zgloba i reguliraju položaj prednjeg dijela stopala na podlozi (Kranjčec, 2011).

Stopalo ima:

- *Statičku ulogu* koja se ogleda u preuzimanju cijele težine tijela i njenom raspoređivanju na osnovne uporišne točke. Stopalo je podložno različitim promjenama u odnosu na normalni status i funkcija mu je raznolika (Đurković, 2014). Pri stajanju prima težinu tijela i prenosi je na podlogu, a pri hodu odbija tijelo od tla, služi kao elastični regulator hoda. Zbog višebrojnosti kostiju i zglobova, stopalo se dobro prilagođava neravnom terenu. U statičkoj ulozi stopala sudjeluju aktivni tenzori mišići potkoljenice i stopala i pasivni tenzori koje čine brojne sveze i kosti. Kontakt s podlogom stopalo ostvaruje preko tri osnovne točke oslonca: kvržice petne kosti i glavice prve i pete metatarzalne kosti te one čine uporišne točke stopala. Pri pokretu na neravnoj podlozi sudjeluju glavice svih metatarzalnih kostiju ili samo neke od njih. Omjer opterećenja stopala iznosi: tuber calcaneusa 50%, glavice I. 16% i 34 % glavica

V. metatarzalne kosti. Zbog tog velikog opterećenja, calcaneusa se izrazito razvio i to osobito kod čovjeka.

- *Dinamičku funkciju* koja se odnosi se na prilagođavanje stopala podlozi, ublažavanju udarca o podlogu te omogućuje stajanje i kretanje. Odvija se u oba zgloba, odnosno u gornjem i donjem gležanjskom zglobu. Gornji, talokruralni nožni zglob i donji, subtalarni nožni zglob sa stopalom čine jedinstvenu funkcionalnu cjelinu čija je temeljna zadaća omogućiti stabilnost oslonca tijekom stajanja i kretanja kroz prostor. Gornji nožni zglob podnosi veće opterećenje od bilo kojeg drugog zgloba u tijelu i zato mora biti vrlo stabilan. Stoga su u ovom zglobu moguće samo kretnje dorzalne i plantarne fleksije, a stabiliziran je postraničnim ligamentima. Pri hodu tlo dotiče prvo peta nakon toga vanjski rub stopala zatim njegov prednji kraj. Prsti ne nose težinu tijela od tla. Uloga stopala, pored hoda, omogućuje izvođenje dviju osnovnih funkcija: a) funkcija pasivno-statičkog opterećenja pri stajanju, nošenje tereta tijela i b) aktivno-elastično-dinamičku funkciju pri kretanju, pomicanju tijela u prostoru. Bitno je znati da svi zglobovi gležnja i stopala djeluju udruženo (Slika 1). Kretnje u pojedinim zglobovima ograničava oblik i raspored zglobnih površina te snažne sveze. Istodobno tetive i mišići koji pokreću te zglobove se ukrižuju, a neki se hvataju i za više kostiju stopala. Iz tog razloga mehaniku stopala je uvijek potrebno promatrati cjelovito (Kranjčec, 2011).



Slika 1.

Anatomija stopala - posljedice spuštenog stopala na zglobne strukture (http://www.forwardarch.com/common-foot-problems.html.)

Sile koje prolaze preko stopala na zglob gležanj, koljeno i kuk drugačije su kod normalnog i kod spuštenog stopala. Posljedice spuštenog stopala reflektiraju se na više zglobne strukture kao što su gležanj, koljeno, kuk, zdjelica, lumbalni dio kralježnice. Kod spuštenog stopala dolazi do blage rotacije potkoljenice kao i koljena što dovodi koljeno u valgus poziciju čime se potencira nastanak „X nogu“ (genu varum). Zdjelica ulazi u prednju rotaciju i posljedično pojačava lumbalnu lordozu i stvara pritisak na diskove i koštane strukture (Berisha, 2015).

1.4. Uporišne točke - Stabilnost stopala

Proučavajući otisak stopala primjećuje se da uporišne točke stopala koje se nalaze na tuberu calcaneusu i glavicama I.-V. metatarzalne kosti formiraju geometrijski lik trokut (Nordin & Frankel 2001). Stopalo funkcionira na osnovi tri uporišne točke, koje omeđuju svodovi stopala. Težina tijela raspoređena je između prednjeg dijela stopala i pete. Podizanjem pete 2 mm od podloge jednako će se rasporediti težinu tijela na sve tri uporišne točke. Povećanje težine tijela uzrokovat će i povećanje pritiska na zglobove donjih ekstremiteta što rezultira većim mogućnostima nastanka ozljede ili funkcionalnog problema.

1.5. Pravilno – Normalno stopalo - (Pes rectus)

Normalni oblik i funkcija stopala rezultat su pravilne građe i odnosa njegovih kostiju, mišića i ligamenata. Normalno stopalo odnosno pravilno razvijeno stopalo oslanja se na podlogu petom, glavicama I. i V. metatarzalne kosti te vanjskim rubom gdje medijalna strana stopala ne dodiruje podlogu (Antičević, 2000; Rakovac i sur., 2013). Otisak sadrži svih pet prstiju, prednji dio povezan je sa stražnjim dijelom stopala, a opterećenje je usmjereno na calcaneus i glavicu I. metatarzalne kosti. Izgled normalnog stopala karakterizira peta kruškolikog oblika, spojnica između pete i prednjeg dijela prstiju s jasno ocrtanim kutom (Čolakhodžić i sur. 2012).

1.6. Spušteno - Ravno stopalo - (Pes planus)

Spušteno ili ravno stopalo (*eng. flatfoot*) predstavlja najčešće poremećaj posturalnog statusa kod djece mlađeg školskog uzrasta (Harris i sur., 2004; Rose, 2007). Pojam spušteni svod stopala podrazumijeva poremećaj ili deformaciju posturalnog statusa i biomehanike donjih ekstremiteta prvenstveno samog stopala i njegove statičke i dinamičke funkcije. Deformacije spuštenih stopala razvijaju se kroz tri faze: (I) stupanj odnosno mišićna faza razvoja deformacije karakteristična je po izuzetno velikom istezanju mišića pod opterećenjem što dovodi do postepenog popuštanja svoda stopala. Kod (II) stupnja odnosno vezivne faze deformacije dolazi do popuštanja i istezanja ligamenata i do većeg spuštanja svoda da bi u (III) stupnju koštane faze, uz mišiće i ligamente i koštani sustav popustio te djelovao cijelom površinom na podlogu. Prisutnost ove deformacije narušava stabilnost i statiku cijelog tijela, a pored toga javljaju se ozbiljne fiziološke i psihičke smetnje, otežan hod kao i obavljanje svakodnevnih motoričkih aktivnosti (Antičević, 2000; Ciliga i sur., 2011; Ciliga i sur., 2014; Harris i sur., 2004; Čolakhodžić i sur. 2012; Medojević & Jakšić, 2007). Prema dosadašnjim istraživanjima postotak ravnog stopala kod školske djece iznosi oko 64%. Benigne forme spuštenih stopala koje se odnose na pes planus i planovalgus razlikuju se kao: a) fiziološki spuštena stopala; b) fleksibilno spuštena stopala i c) rigidno spuštena stopala.

Fiziološki spuštena stopala najčešći su oblik spuštenih stopala. Kod djece postoji fiziološki pojačana anteverzija vrata bedrene kosti koja uzrokuje asimetričan hod sa stopalima prema unutra. Nastaje pronacija talusa koji se postavlja medijalno spram calcaneusa. Da bi dijete izbjeglo udaranje prednjih dijelova stopala te pad, refleksno iskreće stopalo u vanjsku rotaciju te postavlja petu u valgus položaj, prednji dio stopala u hiperpronaciju koja uzrokuje spuštanje medijalnog svoda (Antičević, 2000).

Fleksibilno spuštena stopala *(eng. flexible flatfoot)* predstavljaju blažu formu poremećaja. Reverzibilno je stanje stopala kada se kod opterećenja smanjuje svod stopala, a stopalo dolazi u položaj pronacije uz valgus pete. U tom položaju everzije stopala glava talusa nije više poduprta prednjim dijelom calcaneusa i dolazi do spuštanja longitudinalnog svoda stopala. Kada se sa stopala ukloni aksijalno opterećenje ili dijete stane na prste, stopala imaju pravilan oblik i svi lukovi se jasno vide. Stajanjem na prstim aktivno djeluje Ahilova tetiva pa calcaneus dolazi u varus položaj, a njegov prednji dio podupire glavu talusa i medijalni

uzdužni svod se ponovno oblikuje. Tek pri osloncu dolazi do spuštanja svodova (Antičević, 2000). Također uzrok ovoga može biti skraćenje peronealnih mišića, istegnutost stražnjih tibijalnih mišića ili strukturalnih problema poput premještanja talusa, calcaneusa i navicularne kosti te istegnutosti plantarnog calcaneonavicularnog ligamenta. Vrlo važnu ulogu ima i vrsta hoda te pravilno raspoređivanje težine tijela s noge na nogu preko zgloba kuka (Kosinac, 2014).

1.7. Metode za utvrđivanje deformiteta stopala

Metode koje se uglavnom koriste za utvrđivanje spuštenog stopala su inspekcija, palpacija, rendgenografija, podometrija, pedobarografija te ostali uređaji za mjerenje sile reakcije podloge kao i fotostanični registratori otiska (Ciliga i sur., 2011). Očito je da postoje različite metode za utvrđivanje statusa stopala koje se vrše na dva načina:

1. Kliničkim pregledom se vrši analiza izgleda stopala u cjelini i parcijalno prema ustaljenim postupcima i kriterijima: utvrđivanje konstitucije stopala, pregled sa svih strana te u mjestu i kretanju gdje se posebna pažnja pridaje obliku i pravcu Ahilove tetive.

2. Tehničkim pomagalima koje čine posebni uređaji za direktno i indirektno promatranje otisaka stopala. Čovječje stopalo prilikom kontakta s podlogom po kojoj se tijelo giba uzrokuje silu reakcije podloge te je moguće mjeriti sile i pritiske koje se javljaju između kontaktnih površina stopala i platforme ili senzora u obući. Najraširenija metoda za elektronsko mjerenje opterećenja stopala u statičkim i dinamičkim uvjetima je pedobarografija (Trošt, Ciliga.& Petrinović-Zekan, 2011). Baropodometrijske platforme tipa Podiascan pogodne su za egzaktnu kompjutersku analizu stopala i posture. Također služe za projektiranje individualnih uložaka po mjeri. Jedan od takvih sustava je i *F-Scan* čiji se izuzetno tanki senzori u obliku uloška stavljaju u obuću. Oni su fleksibilni, dobro prijanjaju uz stopalo, a jedan uložak ima i do 960 mikrosenzora. Podaci se mogu snimati dok pacijent stoji, hoda, trči ili skače. Zbog svoje velike preciznosti predstavlja kvalitetno dijagnostičko sredstvo kod utvrđivanja zona pojačanog pritiska i anomalija hoda kao posljedica deformiteta ili ozljede

(Peharec i sur., 2000; Ciliga i sur., 2011). Statička korekcija opterećenja deformiranog stopala korektivnim ulošcima uz anatomsku obuću osnovna je mjera liječenja. Katkad će biti potrebno učiniti i dodatne slikovne pretrage stopala kao što su rendgen, ultrazvuk ili magnetska rezonancija. U kliničkim centrima postoje specijalizirane klinike za utvrđivanje statusa stopala kao i za izradu specijalnih ortopedskih uložaka. Dijagnostika se provodi po visokim znanstvenim standardima i stalnim nadzorom stručnjaka. Temeljem izmjerenog otiska izrađuje se individualni ortopedski uložak od prirodnih materijala, efikasnog korektivnog učinka i prilagođen obući. U školskoj praksi za uzimanje otiska stopala najčešće se služi metodom plantografije. Elektronski postupci omogućavaju lakše uočavanje spuštenosti transverzalnog svoda te varus položaja metatarzusa koji se dosadašnjim metodama rijetko uočavao, bolje postavljanje preporuke za izradu korektivnih uložaka i objektivno utvrđivanje patoloških promjena i načina opterećenja stopala prije pojave tegobe.

1.8. Prevalencija spuštenog stopala

Rezultati pokazuju da se većina ljudi rađa sa zdravim stopalima no unatoč tome ipak je vrlo visok postotak spuštenih stopala kod djece i mladih (WHO, 2004). Spušteno stopalo u ranom djetinjstvu smatra se normalnim (Volpon, 1994; Brooks, 1991) te je zastupljeno kod 97% jednogodišnjaka, a zatim kako dijete raste i sazrijeva, razvija se i stopalo. Kod trogodišnjaka statistika je nešto bolja te iznosi samo 54%, dok kod šestogodišnjaka postoji samo kod 24% djece (Pfeiffer i sur. 2006; Vanstory i sur., 2010). Smatra se da se formiranje normalnih fizioloških lukova završava u sedmoj godini tako da kod desetogodišnjaka samo oko 5% djece ima spuštena stopala (Vukašinović i sur., 2009). Formiranje svodova češće izostaje kod djece koja imaju hipermobilnost zglobova kao i onih prekomjerne tjelesne mase (Rose i sur. 1985, Rose 2007; Staheli, 1999; Dowling i sur., 2001). U zajednicama, gdje ljudi rijetko nose obuću, većina ima formirane svodove stopala što je navelo na zaključak kako hod bez obuće i po neravnom terenu pomaže u formiranju istih (Kubat & Antičević, 2013; Antičević, 2000).

1.9. Motoričke sposobnosti

Eksplozivna jakost *(eng. eksplosive strenght)* predstavlja sposobnost mišića za izbacivanje što veće sile u što kraćem vremenu protiv značajnog vanjskog opterećenja u jednom pokretu (Fleishman, Thomas & Munroe, 1961; Marković, 2007; Newton i Kreamer, 1994). Isto predstavlja jedan od presudnih faktora uspješnosti u svim aktivnostima koje zahtijevaju uključivanje maksimalne mišićne sile u što kraćem vremenu i najčešće je definirana kao sposobnost ulaganja maksimalne energije u jednom pokretu za što kraće vrijeme (Milanović, Šalaj & Gregov, 2011). Eksplozivnost je prisutna u brzim pokretima kojima se savladava otpor veći od 50%, ali manji od 85% maksimalne sile koju aktualni mišići mogu ostvariti. Postoje različiti modaliteti eksplozivne jakosti: a) tip bacanja; b) tip skočnosti; c) tip dizanja i udaraca te d) tip sprinta (Milanović, Šalaj & Gregov, 2011). Neki od parametara kojima se procjenjuje razina eksplozivne jakosti su maksimalni dinamički gradijent sile, maksimalna mehanička snaga generirana tijekom koncentrične i ekstentrične faze pokreta, prosječna mehanička snaga generirana tijekom koncentrične i ekstentrične faze pokreta, visina skoka i sl. (Čanaki i sur., 2006; De Ruiter i sur., 2006). Za procjenu eksplozivne jakosti definirani su i brojni motorički testovi koji proizlaze iz istih skupina aktivnosti poput vertikalnih i horizonatlnih skokova, sprintova i bacanja. U njima se mehanički izlaz zadatka izražen u numeričkim vrijednostima (metrima, sekundama, wattima i metrima u sekundi) koristi za procjenu eksplozivne jakosti pojedinca (Marković i Mikulić, 2010). Mišićne akcije podržavaju brojni fiziološki i biomehanički mehanizmi. S fiziološkog aspekta eksplozivna jakost ovisi o broju aktiviranih motoričkih jedinica u vremenu, reaktivnosti, fiziološkom presjeku, dužini te biokemijskim procesima mišića kao i tehnički pravilnom izvođenju vježbe i prilagodbi treninga s obzirom na dob, spol, biološki razvoj, konstituciju i sportski staž (Milanović, Šalaj & Gregov, 2011). Veličina eksplozivne jakosti određena je a) mogućnošću sumarnog naprezanja velikog broja mišića, b) uvjetima inter/intramuskularne koordinacije i c) najpovoljnijeg odnosa brzine i snage (Mirkov i sur., 2004).

Ravnoteža *(engl. balance ili equilibrium)* je sposobnost pojedinca koja se očituje u zadržavanju centra mase tijela unutar oslonačne površine i na taj način uspješnom suprostavljanju silama koje narušavaju ravnotežu. Istu sposobnost moguće je još definirati kao: a) sposobnost održavanja pozicije; b) sposobnost voljnog kretanja i c) sposobnost tijela da reagira na promjene (Berg, i sur. 1989 prema Goldenbergu i Twistu, 2016, Milanović,

2009). U literaturi se koriste još i termini posturalna ravnoteža (*engl. postural equilibrium*), posturalna kontrola *(engl. postural control)* i posturalna stabilizacija *(engl. postural stabilization).* Različiti načini izražavanja ravnoteže svode se na dvije osnovne podjele i to kao: a) ravnoteža otvorenih očiju koja se smatra sposobnošću održavanja ravnotežnog položaja pojedinca korištenjem kinestetičkih i vidnih informacija i b) ravnoteža zatvorenih očiju koja se odnosi na sposobnosti održavanja ravnotežnog položaja korištenjem isključivo kinestetičkih informacija. S obzirom na kretanje, postoji statička ravnoteža koja podrazumijeva zadržavanje tijela u ravnotežnom položaju bez pomicanja jedne ili obje noge i dinamička ravnoteža koja podrazumijeva zadržavanje ravnotežnog položaja u kretanju prilikom kojeg nužno dolazi do poremećaja ravnoteže. Postoje dva izvora informacija koji nam omogućuju izvršavanje opisanih radnji, prvi izvor informacija je iz osjetnih receptora na stopala koji osiguravaju informacije o rasporedu težine tijela. Drugi izvor informacija je iz posebnih osjetila u glavi koja govore o položaju i pokretima glave, a zovu se vestibularni i vizualni sustav (Kosinac, 2009). Reakcije ravnoteže različite su ovisno o raznim funkcionalnim poremećajima, patološkim stanjima i nepravilnim tjelesnim držanjem. Sposobnost uspostavljanja i održavanja ravnoteže ovisi o većem broju živčano-mišićnih čimbenika i pretpostavlja središnju integraciju informacija koje dolaze iz vestibularnog i vidnog sustava te različitih osjetnih stanica na periferiji (Trošt – Bobić, 2012). Uz sve ove informacije za održavanje ravnotežnog položaja tijela veliku važnost ima i jakost donjih ekstremiteta. Kako bi se ravnotežni položaj što brže uspostavio i zadržao važno je da mišići opružači nogu brzo proizvode silu (Thorpe & Ebersole, 2008). Stopalo je posljednji dio donjeg kinetičkog lanca koji djeluje na vanjsku površinu, pružajući potporu i ravnotežu tijekom stajanja te stabilnost tijekom hodanja.

1.10. Unilateralna izvedba (UIZ) - Bilateralna izvedba (BIZ)

Unilateralna izvedba (UIZ) odnosno jednonožna, je sposobnost izvođenja određenog motoričkog zadatka s pojedinim donjim ekstremitetom odnosno desnom ili lijevom nogom. UIZ koristi se kako bi se definirala asimetrija odrazne i neodrazne noge. Zahtjevi između donjih ekstremiteta, odnosno između desne i lijeve noge drugačiji s obzirom na ulogu noge u različitim zadacima, kao mobilnost, odraznost i stabilnost. Jedna se noga može koristiti za manipulaciju predmeta, dok druga noga ima važnu ulogu posturalne kontrole i stabilnosti.

Jedna se noga može koristiti kao odrazna kod skokova dok druga neodrazna noga služi kao zamašna ili kao stabilizacijska noga.

Bilateralna izvedba (BIZ) odnosno dvonožna, je sposobnost izvođenja određenog motoričkog zadatka sunožno. BIZ moguće je klasificirati u još dvije podgrupe koje se odnose na položaj stopala na podlozi. Skokovi mogu biti bilateralno simetrični (stopala paralelna) ili bilateralno asimetrični (jedno stopalo ispred drugog).

Cilj ovog istraživanja je utvrditi postoje li razlike u UIZ, u eksplozivnoj jakosti nogu tipa skočnosti i u dinamičkoj ravnoteži dječaka u odnosu na status uzdužnog medijalnog svoda stopala na uzorku grupe ispitanika s NST i SST, odnosno postoje li razlike između ispitanika s NST i SST u odraznoj i neodraznoj nozi, te utvrditi postoje li razlike u eksplozivnoj jakosti između ispitanika s NST i SST u BIZ u izvođenju simetričnih zadataka tipa skočnosti i u izvođenju asimetričnih zadataka tipa trčanja (sprint).

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Tijekom hodanja težina tijela prvenstveno djeluje na stopala i na skočni zglob Morris, 1977, Nordin & Frankel, (2001). Tijekom intenzivnih dnevnih aktivnosti, stopala su podvrgnuta stalnim i često prekomjernim opterećenjima, tako da ligamenti i mišići stopala djeluju na način da zaštite plantarnu strukturu te da održe ravnotežu stopala i tijela Poulmentis, (2007). Stopalo je jedan od najvažnijih dijelova ljudskog tijela, s mnogo značajnih funkcija, kao što je oslonac i prijenos tjelesne težine te nagle promjene tijela prilikom pomicanja. Prema Aydog i sur. (2005) struktura stopala se s vremenom mijenja. Također je posljednji dio kinetičkog lanca koji djeluje na vanjsku površinu, pružajući potporu i ravnotežu tijekom stajanja te stabilnost tijela tijekom hodanja. Forriol, Campos i sur. (1990) ispitivali su morfološki razvoj stopala između 3. i 17. godine te metodom plantografije ustanovili da postoji tendencija spuštenosti uzdužnog medijalnog svoda stopala kod djece oba spola, sve do uzrasta od 5-6 godina.

García-Rodríguez i sur. (1999) ispitivali su preko 1000 ispitanika (4 do 13 godina) i ustanovili da postotak spuštenih stopala (SST) opada sa uzrastom, te da su SST zastupljenija kod dječaka nego kod djevojčica (u svim uzrasnim grupama). Zastupljenost SST kod djevojčica i dječaka iz vojvođanskih vrtića, značajno se razlikuje Đorđić, (2007). Kod uzorka ispitanika (618 dječaka i 574 djevojčica), uočeno je da oko 62% djevojčica imaju spušteno stopalo, dok je postotak kod dječaka nešto niži i iznosi 52%. U svim uzorcima (4-5 god., 5-6 god., 6-7 god.), dječaci također imaju nešto niži postotak spuštenosti stopala nego djevojčice. Istraživanje Pfeiffer i sur., (2006) na uzorku od 835 djece dobi od 3-6 godina, dokazalo je da su SST posljedica fleksibilnosti stopala koji se ispravlja s godinama. 54% djece starosne dobi od 3 godine imala su SST, dok je taj postotak kod djece od 6 godina pao na čak 24%. U vrijeme istraživanja >90% djece nije trebalo biti podvrgnuto nikakvom tretmanu što govori da je to normalna razvojna karakteristika. Kosinac (2014) tvrdi da je najčešći oblik SST spuštanje medijalne linije stopala pri čemu je Ahilova tetiva u valgus poziciji. Tenenbaum i sur. (2013) u svom radu istraživali su rasprostranjenost SST-a te njegovu povezanost s indeksom tjelesne mase (ITM), visinom i spolom među zdravim adolescentima. Podaci za ovu studiju izvedeni su iz medicinske baze podataka koja sadrži zapise 17-godišnjih mladića i djevojaka prije njihovog služenja obveznog vojnog roka. Korišteni su modeli logističke

regresije kako bi se procijenila povezanosti između ITM, visine i spola s raznim stupnjevima SST. Studija je uključila 825.964 adolescenata (467.412 muških i 358.552 ženskih). Rasprostranjenost je bila 12,4% za blagi SST i 3,8% za ozbiljni SST među muškima, a 9,3% i 2,4%, za žene. Postoji veća rasprostranjenost fleksibilnih SST među muškima nego ženskima u općenito zdravoj adolescentnoj dobnoj skupini. SST je povezan s povećanim ITM i nižom visinom za cjelokupni uzorak. Woźniacka i sur. (2013) istraživali su odnos između tjelesne težine i medijalnog uzdužnog svoda stopala te su ispitivali da li SST i podignuto stopalo (PST) predstavlja skriveni problem. Ova je studija imala dva cilja. Prvo, odrediti rasprostranjenost PST i SST među djecom osnovnoškolskog uzrasta. Drugo, procijeniti odnos između tipa medijalnog uzdužnog luka (određuje se Clark-ovom metodom) i stupnja debljine. Analiziran je uzorak od 1115 djece (564 dječaka i 551 djevojčice) u dobi između 3 i 13 godina. Uočilo se je izrazito povećanje u broju djece sa stopalima s visokim lukom u dobi 7-8 godina. U svim spolnim i težinskim skupinama spušteno je stopalo bilo uobičajenije kod dječaka nego kod djevojčica. Autori rada zaključili su da je PST najuobičajeniji defekt stopala među djecom u dobi 3-13 godina, bez obzira na spol. SST se često primjećuje među djecom u dobi 3-13 godina. Mauch i sur. (2008) istraživali su morfologiju stopala kod normalne, pothranjene i pretile djece. Stoga je svrha studije bila istražiti utjecaj tjelesne mase na razvoj dječjeg stopala, bazirano na klasifikaciji tipa stopala. Stopala 1450 dječaka i 1437 djevojčica u dobi 2–14 godina mjerena su pomoću trodimenzionalnog (3D) skenera stopala (Pedus, Human Solutions Inc., Njemačka) u dvonožnom uspravnom položaju. Zabilježeno je dvanaest relevantnih 3D mjera stopala, kao i dob, spol, visina i težina djece. Na osnovi dobivenih rezultata identificirano je pet tipova stopala: ravna, robusna, vitka, kratka i duga. Postojale su značajne razlike između tipova stopala s obzirom na ITM. Djeca normalne težine imala su gotovo jednaku distribuciju svih tipova stopala kroz cijelo djetinjstvo. Ravna i robusna stopala bila su uobičajenija kod pretile djece, a pothranjena su djeca imala više vitka i duga stopala. Autori su zaključili da se utjecaj prevelike i premale mase može potvrditi za opsežnu morfologiju stopala, temeljenu na klasifikaciji tipa stopala. Usprkos tome, još postoji manjak informacija oko ovih poveznica, koje se još trebaju utvrditi.

Đorđić i Popović (2009) ispitivali su motorički status predškolske djece s NST i SST. Uzorak ispitanika činila su djeca predškolskog uzrasta (4 do 7 godina). Ukupno je obuhvaćeno 1298 ispitanika (627 djevojčica, 671 dječak). Procjena statusa stopala obavljena je u sklopu somatoskopske metode za procjenu posturalnog statusa Volanskog (Ulić, 1999). Svod stopala ispitivan je pri stajanju djeteta na jednoj nozi.

Normalno očuvan unutarnji svod stopala (NST) ocjenjivan je *ocjenom 0,* dok je (SST) nedovoljno visok svod stopala, koji pokazuje tendenciju spuštanja – *ocjenjivan ocjenom 1* i (SST) stajne noge – *ocjenom 2.*

S obzirom da se radi o subjektivnoj procjeni ispitivača, zasnovanoj na pregledu stopala u sagitalnoj ravni, autori formiraju samo dvije kategorije nakon obrade podataka:

a) NST (ocjene 0) i b) SST (ocjene 1 i 2).
   Rezultati testiranja značajnosti razlika u motoričkom statusu djevojčica s NST i SST pokazuju da između ispitanica sa NST i ispitanica sa SST: a) u najmlađoj uzrasnoj grupi (4-5 godina) nisu utvrđene statistički značajne razlike u promatranom motoričkom prostoru (F=.59 , p=.77),

b) u uzrasnoj grupi 5-6 godina utvrđene su statistički značajne razlike u motoričkom prostoru između djevojčica sa očuvanim NST i grupe djevojčica sa SST (F=2.30; p=.03), c) u pripremno-predškolskoj grupi (6-7 godina) nisu pronađene i utvrđene statistički značajne razlike u cjelokupnom prostoru motorike (F=1.03, p=.41). Rezultati testiranja značajnosti razlika u motoričkom statusu dječaka s NST i SST pokazuju da između ispitanika sa NST i SST: d) u najmlađoj uzrasnoj grupi (4-5 godina) nisu utvrđene statistički značajne razlike u promatranom motoričkom prostoru (F=.59, p=.76), e) u uzrasnoj grupi 5-6 god, utvrđeno je da nema statistički značajnih razlika (F=0.65, p=.72), f) u najstarijem uzrastu (6-7 godina) dječaci se statistički značajno ne razlikuju u cjelokupnom prostoru motorike (F=1.22, p=.29).

Od ukupno 6 parova grupa (NST i SST) statistički značajne razlike u cjelokupnom prostoru motorike utvrđene su samo u jednom slučaju, kod djevojčica uzrasta 5-6 godina. Imajući u vidu cjelinu dobivenih rezultata može se zaključiti da na promatranom uzorku predškolske djece nema značajnih razlika u prostoru motorike između djece s NST i SST. Mnoge su studije otkrile pozitivnu vezu između povećane tjelesne mase i ravnih stopala kod djece Pfeiffer i sur., (2006), Chen i sur. (2009), Chen i sur. (2011), Staheli i sur., (1987); Wenger, (1987), Evans (2011), Chang i sur. (2010), Evans & Rome, (2011). Prevelika tjelesna masa i pretilost su prepoznati kao zdravstveni problemi, te su međunarodno standardizirani za djecu. Prethodna su istraživanja otkrila da su prevelika masa i pretilost povezane sa SST kod 835

djece u dobi od tri do šest godina s tim da su SST pronađena kod 51% preteške djece, 62% pretile djece i 42% djece normalne tjelesne težine. Slična studija od Chen i sur. (2009, 2011) pokazala je među 1024 Tajvanske djece u dobi od 5 do 13 godina da postoji značajna razlika u rasprostranjenosti SST među djecom normalne težine (27%), preteške (31%), i pretile (56%) djece. SST se u osamnaestom mjesecu bilježi kod 97%, a u desetoj godini kod samo 5% djece, od kojih samo mali broj ima tegobe. Prevaga SST uočena je kod osmogodišnjaka, pri čemu je za dječake dvostruko vjerojatnije da će imati SST. Djeca koja su pretila ili preteška imati će 2.66 i 1.39 puta veću vjerojatnost spuštenosti stopala nego djeca prosječne težine (Staheli i sur., 1987; Wenger, 1987).

Sung, (2016) je u svom znanstvenom radu ispitivao pragove sila reakcije podloge (GRF) za otkrivanje stabilnosti držanja kod ispitanika sa i bez SST. Svrha ove studije bila je istražiti prag koji pravi najbolju razliku između ispitanika s NST i sa SST. Indeks kinetičke stabilnosti razvijen je na temelju trodimenzionalnih podataka od GRF tijekom stoja na jednoj nozi. Ukupno su 34 kontrolna i 30 eksperimentalna ispitanika sa SST stajali na jednoj nozi 25s, sa suprotnim poprečnim kukom i koljenom pod kutom od otprilike 90°. Razni pragovi (3, 7, 15, 30, 50 i 200 N) analizirani su po indeksu kinetičke stabilnosti. Vrijeme stajanja nije se značajno razlikovalo među grupama ($t=1.07$, $p=0.28$); ipak, postojale su značajne razlike na razini praga ($F=369.23$, $p=0.001$) kao i kod grupnih interakcija s pragom ($F=6.72$, $p=0.01$).

Eksperiment autora Lin i sur. (2001) proveden je na 377 djece predškolske dobi (201 dječaka, 176 djevojčica) u rasponu 2-6 godina starosti kako bi se odredilo postoji li razlika u razini aktivnosti kod djece sa i bez SST. Djeca su podijeljena u četiri skupine, prema utjecaju njihovog uzdužnog luka na nošenje težine (normalna, blaga SST, umjerena SST i jaka SST). Rezultati zadataka bazirani su na promatranju istih kroz interval od 30 sekundi. Rasprostranjenost SST značajno je korelirala s dobnim skupinama, s tim da je bilo rasprostranjenije kod mlađe djece. Također su otkrili da prisutnost ravnih stopala korelira s nižim rezultatima kod određenih zadataka. Rezultati zadataka i analiza hoda su također bili pod jakim utjecajem SST. Još jedan značajni nalaz bio je da ozbiljniji slučajevi SST koreliraju s većim indeksom labavosti ligamenata. Kad se istražio odnos između performansi mišića i pojavnosti SST, autori su otkrili da djeca sa SST ostvaruju slabije rezultate nego djeca bez SST. Kod analize hoda djeca s umjerenim i jakim SST hodaju sporije i stopala su im okrenuta lagano prema van. Autori su naglasili važnost promatranja SST kao dinamičke funkcionalne abnormalnosti donjih udova, a ne samo kao problem statičkog poravnanja. Jedan od bitnih

zaključaka do kojeg su došli je razmatranje uloge snage mišića kod fleksibilnog SST. Moguće je da bi rana intervencija s kombinacijom ortopedije, obuće i vježbanja mogla izliječiti bar dio deformiteta SST. Povezanost fleksibilnog pedijatrijskog SST sa slabijim fizičkim rezultatima do koje je došla ova studija je nešto što se mora imati na umu kod pregleda tih pacijenata. Bacarin i sur. (2006) ispitivali su plantarne razlike u raspodjeli pritiska između SST i NST kod zdravih ispitanika. Cilj ovog istraživanja bio je usporediti relativna opterećenja, maksimalni pritisak i uporišne točke tijekom bosonogog hoda između zdravih ispitanika sa SST i ispitanika sa NST. Dinamički pritisak stopala mjeren je kod 13 ispitanika sa SST i kod 10 ispitanika s NST klasificiranom metodom indeks po Cavanagh, Rodgers & Liboshi, (1987). Sustav Pedar s frekvencijom uzorka od 50 Hz korišten je za mjerenje relativnih opterećenja, maksimalnog pritiska i uporišnih točki u poprečnom dijelu svoda stopala (F), u stražnjem dijelu svoda stopala (R) i u medijalnom dijelu stopala (M). Korektivni ulošci bili su pričvršćeni na stopalo, a ispitanici su hodali u tankim neklizavim čarapama duž ravne 10 m duge staze u kojoj su registrirali približno 10 koraka pri stalnoj brzini hodanja. Rezultati pokazuju da su uporišne točke pritiska stopala bile statistički značajno drukčije između ispitanika s NST i ispitanika sa SST. Maksimalni pritisak i relativno opterećenje ispod svoda stopala kod ispitanika sa SST bili su statistički značajno veći nego kod ispitanika s NST. Autori su zaključili da veći maksimalni pritisak i povišeno relativno opterećenje ispod svoda stopala imaju ispitanici sa SST, a te varijable mogu poslužiti kao prediktorske varijable za procjenu preopterećenja stopala**.**

Milenković i sur. (2011) istraživali su učestalost SST kod učenika srednjoškolskog uzrasta odnosno adolescenata, kao posljedicu različitih faktora, kao što su hipokinezija, prekomjerna tjelesna težina i nasljedni faktor. Glavni cilj istraživanja bio je utvrditi učestalost SST kod učenika srednjoškolskog uzrasta. Uzorak ispitanika činilo je 228 učenika srednje škole, muškog i ženskog spola, starosti 16,64±0,88 godina. Upotrebom suvremenog kompjuterskog podoskopa "Pedic" sa pripadajućim softverom, analizirane su sljedeće varijable stopala: 1) PesNoL, 2) PesNoR (normalno lijevo i desno stopalo, respektivno) i (3) PesPlL, 4) PesPlR (stupanj deformiteta lijevog i desnog stopala, respektivno). Analizom otisaka stopala kod 228 ispitanika, postojanje SST utvrđeno je kod 111 ispitanika (48.7%) u odnosu na 117 ispitanika (51.3%) sa NST, tj. bez deformacije. Značajnost z-testa pokazala je da ne postoje statistički značajne razlike u postotcima ispitanika s NST i SST.

Chang i sur. (2010) istraživali su učestalost fleksibilnih SST u osnovnoj školi u Tajvanu i procjenu odnosa SST i pretilosti, spola i dobi. Istraživanje je provedeno na uzorku od 2.083 djece, između 7 i 12 godina starosti. Analizirane su škole na sjeveru Tajvana. Djeca su bila podijeljena u skupine prema dobi: 7, 8, 9, 10, 11 ili 12 godina. Dobivene su demografske informacije, i prisutnost SST ocjenjivanjem prema metodi određivanja Denisovih studija SST. Ukupno 1.222 (59%) djece je imalo SST. Postotci incidencije SST bili su: 67% muškaraca, 49% žena i 75% pretilih, 65% s prekomjernom tjelesnom težinom, 57% normalne tjelesne težine i 48% pothranjene djece. Istraživanjem je uočena prevaga 8-godišnjaka sa SST. Multivarijantne analize pokazuju da su 8 i 9-godišnjaci imali 1.52 i 0.72 puta veće šanse da imaju SST nego 7-godišnjaci. Također, dokazano je da je kod ispitanika muškog spola dvaput vjerojatnije da imaju SST nego kod ispitanika ženskog spola. Djeca koja su bila prekomjerne težine imala su 2.66 i 1.39 puta vjerojatnije mogućnost imati SST od onih s prosječnom težinom. Istraživanje je pokazalo da je učestalost fleksibilnih SST najviša među ispitanicima muškog spola koji su pretili i s prekomjernom tjelesnom težinom, posebno u dobi od 7 do 8 godina.

Nikšić & Rašidagić (2014) u svom radu istraživali su učestalost i veličinu deformiteta stopala kod učenika razredne nastave u zavisnosti od doba. Istraživanje je provedeno na uzorku od 1105 učenika, a od toga je bilo 563 dječaka i 542 djevojčice, u starosnoj dobi od 5-12 godina. Procjena deformiteta stopala realizirana je metodom plantografije, a veličina (indeks svodova stopala) određen je primjenom Thomsenove metode. Došlo se do podataka gdje je u inicijalnom mjerenju 434 učenika ili 39% imalo dobro formirano stopalo, odnosno da je gazna površina stopala samo na 1/3 poprečne linije, a 671 učenik ili 61 % imalo je neznatno ili izrazito odstupanje, od čega je 344 učenika ili 51% imalo SST I i II stupnja, a podignuto stopalo I i II stupnja svega 327 učenika ili 49%. U finalnom mjerenju 666 učenika ili 60 % imalo je dobro formirano stopalo, dok je 439 učenika ili 40 % imalo neznatno ili izrazito odstupanje, od čega je 232 učenika ili 53% imalo ravno stopalo I i II stupnja, a podignuto stopalo I i II stupnja svega 207 učenika ili 47%.

Stefan, Simov i sur. (2011) proveli su istraživanje na 968 djece predškolskog uzrasta, te se pokazalo da 350 ili 36,16% djece nema niti jednu posturalnu deformaciju na tijelu. Veliki broj djece (528 ili 54,54 %) ima jednu posturalnu deformaciju. S dva i više posturalnih deformiteta je 90 ili 9,30 % djece. Deformacije stopala u smislu SST rangirani su po razini spuštenosti od I-IV stupnja (Tablica 1.). Rezultati ukazuju da najveći broj, 171 ili 17,66 % pripada I stupnju

spuštenosti stopala. Broj i postotak spuštenosti stopala opada od prvog do IV stupnja. Tako, drugom stupnju spuštenosti svoda pripada 81 dijete ili 8,37%; trećem stupnju pripada 38 ili 3,92%, a četvrti stupanj ima 8 ili 0,83 posto od ukupnog broja pregledane djece.

Tablica 1. Deformacije stopala u smislu SST rangirani su po razini spuštenosti od I-IV stupnja

Deformitet stopala	Broj	%	968 djece (%)
Deformitet stopala I stupanj	171	57,38	17,66
Deformitet stopala II stupanj	81	27,19	8,37
Deformitet stopala III stupanj	38	12,76	3,92
Deformitet stopala IV stupanj	8	2,68	0,83
Ukupno	298	100,00	30,78

Izvor: Forriol, F. Campos, i sur. (1990). Foot morphology development with age

Cilj istraživanja Puzović i sur. (2010) bio je procjena prevalencije SST između djece mlađeg školskog uzrasta kao i pronalaženje razlike u sprječavanju ovog poremećaja između djece različitog spola, uzrasta i uhranjenosti. Na uzorku od 232 ispitanika, metodom inspekcije, dva liječnika specijalista ortopedije procijenila su rasprostranjenost SST među djecom osnovnih škola. Rezultati su pokazali da 78,9% ispitanika ima SST, ali da spol, uzrast i uhranjenost ne utječu značajno na sprječavanje ovog deformiteta. Od ukupno 232 ispitanika 49 (21,2%) je ispitanika bez deformiteta, dok je sa deformitetom stopala 183 (78,9%). Vrsta i stupanj deformiteta stopala: Valgus: 48 (20,7%), Planovalgus I: 88 (38%), Planovalgus II: 42 (18,1%), Planovalgus III: 5 (2,2%).

Prema Volponu (1994) intenzivni razvoj uzdužnog svoda stopala odvija se između 2. i 6. godine života. Stavlas i sur. (2005) na uzorku od 5.866 djece starosti 6-17 godina registrirali su otiske oba stopala. Interpretacija otiska izvršena je pomoću klasifikacije sustava od 6 tipova otiska stopala. U ovoj klasifikaciji otisak stopala I i II tip predstavljaju uobičajeni prvi i drugi stupanj pes cavus. Tipovi III i IV predstavljaju normalno stopalo varijanti, dok tip V predstavlja spušteno stopalo te se zadnji tip VI odnosi na ozbiljne patološke oblike spuštenog stopala. Autori su ustanovili da zastupljenost spuštenog i izdubljenog stopala (pes cavus) opada s uzrastom kod oba spola. Također su zaključili da se značajne promjene u

konfiguraciji stopala odvijaju ne samo tijekom predškolskog doba, već i tijekom školskog doba sve do kasne adolescencije. Također su ustanovili da postoji statistički značajna razlika ($p < 0.05$) na osnovi otiska stopala kod tipa i kod frekvencije između dječaka i djevojčica uzrasta 7, 9, 11, 14 i 15 godina, što vjerojatno ukazuje na razliku u potencijalu rasta noge između spolova. Pfeiffer i sur. (2006) su ustanovili da je razvoj medijalnog svoda stopala kod predškolske djece pod utjecajem tri faktora: uzrast, spol i tjelesna težina. Uzrast je glavni prediktor SST, a zastupljenost SST kod predškolske djece (obuhvaćeno 835 djece) značajno opada s uzrastom. Kod djece uzrasta 3 godine utvrđeno je 54% SST, a kod djece stare 6 godina 24%. Također, dječaci pokazuju veću sklonost ka SST nego djevojčice: dječaci – 52%, djevojčice – 36%. Zapažene su značajne razlike u zastupljenosti SST i između djece različite ishranjenosti, najviše SST zapaženo je kod izrazito gojazne djece. Najveći rizik za pojavu SST postoji kod gojaznih dječaka. Autori zaključuju da se kod dječaka može utvrditi kasniji (odloženi) razvoj unutarnjeg svoda stopala. Riddiford-Harland i sur. (2000) ispitivali su relacije između pretilosti i strukture stopala kod djece. Provedeno je terensko istraživanje, gdje su prikupljeni eksperimentalni podaci o BMI i strukturi stopala kod 124 ispitanika, prosječne starosti 8,5 ± 0.5 godina. Na osnovi otiska stopala izračunati su kutovi otiska stopala (FA) i Chippaux-Smirak Index (CSI) kao reprezentativne mjere površine stopala koja je u kontaktu sa podlogom. Pretila djeca su u prosjeku imala intermedijalni svod i intermedijalni indeks stopala (FA=35-41.9˚ i CSI između 30-39,9%), dok su normalno uhranjena djeca u prosjeku imala normalan svod i indeks stopala (FA>42° i CSI između 0.1 i 29.9%). Autori zaključuju da pretjerana tjelesna masa ima značajni utjecaj na strukturu stopala kod djece, jer pretila mala djeca pokazuju strukturalne karakteristike stopala koje se mogu razviti u problematične simptome ako nastave s ekscesivnim dobivanjem težine. Đokić i sur. (2011) istraživali su spuštenost stopala na uzorku od 810 učenika, 406 učenika i 404 učenica, trećeg i šestog razreda osnovne škole. Ustanovljen je morfološki i posturalni status, te je SST (pes planus**)** prvi deformitet po zastupljenosti. Populacija dječaka više je ugrožena u odnosu na populaciju djevojčica. Najveća zastupljenost kod dječaka je u šestom razredu (43.4%). U trećem razredu spuštena stopala zastupljena su kod 35.7% populacije. Kod djevojčica, najveća zastupljenost je u šestom razredu (29.9%) dok je u trećem razredu, zastupljenost na približno istom nivou (24.4%). Dječaci, s većom tjelesnom visinom i većom tjelesnom masom, kao i djevojčice s istim karakteristikama, više su izloženi riziku od deformiteta spuštenog stopala u odnosu na druge.

Prva motorička sposobnost koja je ispitivana u ovom radu je dinamička ravnoteža. Svrha provedenog istraživanja je utvrditi razlike u manifestaciji dinamičke ravnoteže nogu u unilateralnoj izvedbi odrazne i neodrazne noge u odnosu na status uzdužnog medijalnog svoda stopala na uzorku grupa ispitanika s NST i SST. Ispoljavanje motoričke sposobnosti dinamičke ravnoteže u odnosu na postojanje deformiteta stopala dalo je različite ishode u istraživanjima. U literaturi postoje kontradiktorne tvrdnje i na tome se zasniva problematika ovog istraživanja. Autori Dabholkar, Shah & Yardi (2012), Ali i sur. (2011), Lin i sur. (2001), Tahmasebi i sur. (2015) utvrdili su i zaključili da postoje statističke značajne razlike u ispoljavanju motoričkih sposobnosti dinamičke ravnoteže kod ispitanika sa NST i SST. Autori Gribble i Hertel (2003), Tudor i sur. (2009), Nakhostin – Roohi i sur. (2013), Kim i sur. (2015), Kašček i sur. (2012), Hyong & Kang (2016) Olmsted i sur. (2002) i dr. tvrde da spušteni uzdužni medijalni svod stopala ne utječe na motoričke sposobnosti dinamičke ravnoteže. Dabholkar, Shah & Yardi (2012). proveli su istraživanje s ciljem koji je bio usporediti dinamičku ravnotežu između pojedinaca sa SST i NST korištenjem Star Excursion Balance Testa (SEBT). Uzorak ispitanika bio je 30 ispitanika ženskog spola s bilateralnim fleksibilnim SST procijenjenima testom sjedenje-ustajanje, i 30 ispitanika ženskog spola s NST, obje u dobnoj skupini 18-25 godina. Grupa 1 sastojala se od djevojaka sa SST (Eksperimentalna grupa) odnosno 60 SST. Grupa 2 sastojala se od djevojaka sa NST (Kontrolna grupa), odnosno 60 NST. Ova studija provedena je kako bi se utvrdilo imaju li ispitanici sa SST imaju problema s ravnotežom korištenjem SEBTa koji je dizajniran kako bi mjerio dinamičku ravnotežu. Mjereni instrumenti su bili testovi: sjedenje-ustajanje, kut calcaneuma, širina stopala, stupanj kretanja nožnog palca i SEBT. Na osnovi analiza podataka primijenjen je pojedinačni 't' test korištenjem programskog sustava Graph Pad Instat. Dobiveni rezultati pokazali su iznimno važne razlike srednje vrijednosti testa sjedenje-ustajanje, kuta calcaneuma, širine stopala, stupnja kretanja nožnog palca i SEBT-a kod pojedinaca sa SST. Također, uzdužni doseg bio je najmanji rezultat kod pojedinaca sa SST ($p<0.0001$). Autori su zaključili da do utjecaja na ravnotežu dolazi kod pojedinaca sa SST. Kod istih kut je povećan, što pokazuje da je stopalo pronirano. Khramtsov & Kurganskiĭ (2009) ispitivali su funkcionalnu stabilnost vertikalnog položaja kod djece koja ovisi o stanju svoda stopala. Funkcionalna stabilnost vertikalnog držanja procijenjena je kod 112 djece u dobi 7-10 godina, s NST, blago SST i jako SST. Kod svakog djeteta mjereni su sljedeći parametri, uz pomoć kompjuteriziranog stabilografa mjerene su varijable: prosječna frekvencija promjene centra pritiska, središnja disperzija (R), period oscilacije te područje elipse (S). Djeca sa SST stopala imala su nižu stabilnost vertikalnog držanja (procijenjeno iz

trajektorija migracija centra pritiska na stopalo, R i S) nego ona s NST i blago SST. Djeca iz druge skupine pokazala su najveću stabilnost i minimalan period oscilacije. Ali Mohamed Mohamed Ibrahim i Mohamed Salah Eldien (2011) istraživali su dinamičku ravnotežu kod osoba s NST i sa SST. Cilj je bio istražiti imaju li pacijenti s SST slabiju dinamičku ravnotežu u odnosu na osobe s NST. Ali Sanjari, Mohamed i sur. (2016) su u istraživanju proučavali utjecaj i efekt umora na linearni centar pritiska mjeren tijekom hoda kod ljudi sa SST. Spušteno stopalo, kao jedan od učestalijih deformiteta stopala, može utjecati na biomehaniku hoda te na rizik ozljede donjih ekstremiteta. Umor, kao ishod visokog opterećenja također može promijeniti biomehaničke karakteristike kretanja. Proučavanje pojedinaca s NST i SST tijekom zadataka visokog opterećenja kao što je umor može lakše razjasniti njihove razlike. Primarni cilj bio je proučavati promjene na centru pritiska (CoP) kod pojedinaca s NST i SST nakon umora. CoP je jedno od najvažnijih varijabli tijekom mjerenja hoda te može prikazati razna biomehanička ponašanja različitih tipova stopala. Sedamnaest (17) ispitanika s NST i 17 sa SST hodali su preko dvije ploče na pritisak prije i poslije funkcionalnog protokola umora. Analizirana je standardna devijacija (SD) CoP-a u mediolateralnom smjeru (SD od CoPx) i u anteroposteriornom smjeru (SD od CoPy), ukupna središnja vrijednost brzine CoP-a i duljina linije konstrukcije CoP-a kod obje skupine. Vrijednosti SD od CoPy i duljina linije konstrukcije CoP-a normalizirane su na individualne duljine stopala prije statističkih analiza. Dobiveni rezultati pokazali su da nije bilo značajnih učinaka i razlika između ispitanika za sve CoP mjere. Jedino značajno otkriće bilo je unutar-subjektni učinak za SD od CoPy ($P = 0.008$) s velikim učinkom (djelomična eta na kvadrat = 0.21). Umor je doveo do nižeg SD-a od CoPy kod obje grupe. Zaključili su da niži SD od CoPy indikator je manje migracije CoPy-a i vjerojatno manje migracije centra pritiska, što bi moglo smanjiti rizik od ozljede. Nadalje, slični odgovor na umor kod obje skupine pojedinaca s NST i SST ukazuje na slično biomehaničko ponašanje usprkos razlikama u visini medijalnog svoda stopala. Nakhostin - Roohi, i sur. (2013) proučavali su utjecaj fleksibilnog SST na odabrane faktore tjelesne aktivnosti kod učenica u dobi od 14 do 17 godina. Svrha ove studije bila je procijeniti utjecaj fleksibilnog SST na nekoliko faktora tjelesne pripremljenosti i motoričkih sposobnosti koje su neophodne za sportske rezultate. Autori su kao glavni kriterij za uključivanje u rad postavili sljedeće varijable: dob između 14-17 godina, ITM između 17-25, bez ostalih invalidnosti i bolesti osim SST, nesportašice i teška SST. Nasumično je odabrano pedeset (50) učenica iz svake skupine SST (n=50) i NST (n=50). Kao faktori tjelesne pripremljenosti odabrani su testovi statičke i dinamičke ravnoteže (Test unilateralne izvedbe i Modificirani Bas test), brzine (Test sprinta na 45 metara) i agilnosti (T-Test). Sve su korelacije bile ekstremno niske,

što nije ukazivalo na nikakve posebne odnose između indeksa visina medijalnog svoda (ispravljeno za utjecaj starosti) i 17 rezultata testova motorike, uključujući brzinu, eksplozivnosnu jakost, vrijeme reakcije, ravnotežu i repetitivne pokrete donjih dijelova nogu koji su mjereni standardiziranim testovima za testiranje sportaša. Značajne su razlike bile u agilnosti i statičkoj ravnoteži ($P < 0.05$), a nebitne razlike u brzini i dinamičkoj ravnoteži između grupa s NST i SST, ($P > 0.05$). Cote i sur. (2005) istraživali su efekte SST-proniranih i SST-supiniranih položaja stopala na statičku i dinamičku stabilnost tijela. U svojoj studiji, Cote i sur. (2005) željeli su odrediti utječu li SST-supinirani i SST-pronirani tipovi stopala na mjerenja statičke i dinamičke ravnoteže. Uzorak ispitanika su dodijeljeni 1 od 3 grupe, ovisno o tipu stopala, koji je definiran mjerenjem u testu spuštanja čunja: SST-pronirani (≥10 mm), NST-normalni odnosno neutralni (5–9 mm), ili SST-supinirani (≤4 mm). Mjerenja statičke i dinamičke ravnoteže pribavljena su za svakog pojedinca i uspoređena po grupama. Šesnaest pojedinaca s SST-proniranim (spušteni čunj = 13.0 ± 3.7 mm), NST-neutralnim-normalnim (navicular drop = 6.2 ± 1.1 mm), i SST-supiniranim (spušteni čunj = 2.2 ± 1.7 mm) položajima stopala sudjelovali su u studiji. Korišten je Chattecx Balance System kako bi se mjerilo centar pritiska, indeks stabilnosti i njihanja istoga prilikom stoja na jednoj nozi sa zatvorenim i otvorenim očima. Centar pritiska definiran je kao točka na stopalu na kojoj je težina tijela jednako raspoređena između medijalno-lateralnog i prednjeg-stražnjeg kvadranta, te se mjerila u centimetrima. Indeks stabilnosti definiran je kao središnja devijacija njihanja oko središta ravnoteže. Njihanje u stavu izraženo je kao maksimalna zabilježena udaljenost njihanja (cm) u medijalno-lateralnom i prednje-stražnjem smjeru. SEBT je korišten za mjerenje dinamičke ravnoteže koja se definirala kao udaljenost dosega (cm) prema svakom od 8 testiranih smjerova. Prosjek od tri mjerenja je izračunat i normaliziran za visinu ispitanika. Dobiveni rezultati pokazali su da ne postoji razlika u njihanju kao funkcija među tipovima stopala. Indeks stabilnosti bio je veći kod pronatora nego kod supinatora, ali niti jedna grupa nije bila različita od one s normalnim tipovima stopala. Dinamički doseg razlikovao se među grupama, ali samo u nekim smjerovima. Pronatori su dosezali dalje u prednji i prednje-medijalni smjer, a supinatori su dosezali dalje u stražnji i stražnje-lateralni smjer. U lateralnom smjeru supinatori su dosezali dalje od pronatora, ali ne dalje od neutralnih odnosno normalnih. Stabilnost i držanje ravnotežnog položaja je pod utjecajem tipa stopala, u statičkim i dinamičkim uvjetima. Štoviše, Cote i sur. objasnili su gore navedene rezultate idejom da SST-supinirano stopalo ima veći pritisak na bočnu stranu stopala, te time ograničava stabilnost, dok medicinski odstupajuće pronirano stopalo povećava mobilnost, te samim time i sposobnost dinamičke ravnoteže, posebno u prednjem smjeru. Gribble & Hertel (2003)

proučavajući dinamičku ravnotežu proveli su istraživanje razmatranja za normaliziranje mjera SEBTa. Ova studija dizajnirana je da provjeri ulogu tipa stopala, visine, duljine nogu i opsega kretanja (OP) na udaljenosti dosega prilikom obavljanja SEBT, koji je test za procjenu dinamičke ravnoteže. Tridesetoro (12 muškaraca, 18 žena) aktivnih sudionika dobrovoljno se javilo za ovu studiju. Sudionici su izveli 3 pokusa SEBT-a u svakom od 8 smjerova, dok su unilateralnom izvedbom balansirali na lijevoj i desnoj nozi. Bilateralno su se mjerili tip stopala, duljina noge, unutarnji i vanjski OP kuka i dorzifleksija stopala kod svih ispitanika, od strane istog istraživača. Stopala sudionika klasificirana su u jednu od tri kategorije stopala, prema postupcima koje su opisali Root, Orien, Weed & Hughes (1971), što je rezultiralo s 22 pes planus (spuštena stopala), 26 pes rectus (normalna stopala), i 12 pes cavus (podignuta) stopala. Visina je mjerena standardnom skalom visine. Duljina noge mjerena je na svakom ekstemitetu dok su ispitanici ležali licem prema gore. Dobiveni rezultati ovog istraživanja pokazali su da zavisni t-testovi nisu otkrili značenje razlike između udaljenosti dosega između lijevog i desnog ekstremiteta; stoga, podaci su kombinirani za oba ekstremiteta, zbog daljnjih analiza. Značajna korelacija ($r2 = .77$, $p < .05$) pronađena je između visine i udaljenosti dosega, te duljine noge i udaljenosti dosega u šest od osam smjerova: prednjem, prednje-medijalnim, medijalnim, stražnje-medijalnim, stražnjim i prednje-lateralnim. Nije bilo značajnih razlika između tipova stopala u bilo kojem od osam smjerova za čiste udaljenosti dosega ili normalizirane udaljenosti dosega ($p > .05$) ili OP mjere i udaljenosti dosega i duljine nogu i udaljenosti dosega sa SEBT-om. Korištenjem čistih mjera dosega, otkriveno je da muškarci imaju značajno veće duljine dosega nego žene; ipak, nakon normaliziranja udaljenosti dosega na duljinu noge, nije bilo značajnijih razlika ovisno o spolu. Kod korištenja SEBT-a u eksperimentalne ili kliničke svrhe, kao alat procjene, udaljenosti dosega pacijenata trebale bi se normalizirati na duljinu noge, kako bi se dobila točnija usporedba performansi među sudionicima. To uključuje ili normaliziranje podataka dosega na duljinu noge ili spajanje parova sudionika za duljinu noge. Tsai i sur. (2006) su u svom radu usporedili različite strukturalne tipove stopala za mjerenje statičke ravnoteže. Proveli su komparaciju podudarnih grupa od 3 grupe ispitanika s 3 različite strukture stopala na pedobarografskoj platformi uz klinička mjerenja statičke ravnoteže. Kako bi se odlučilo hoće li ispitanici s različitim strukturama stopala pokazati razlike u statičkoj ravnoteži u stajaćem položaju. Kontrola držanja statičke ravnoteže u stavu na jednoj nozi sa zatvorenim očima procijenjena je na pedobarografskoj platformi i vremenom stajanja na jednoj nozi na podu i podlošku za balansiranje. Rezultati pokazuju da ispitanici sa SST-proniranom strukturom stopala i ispitanici sa SST-supiniranom strukturom stopala pokazuju slabiju statičku kontrolu

držanja ravnoteže u stavu na jednoj nozi (unilateralna izvedba) nego ispitanici s NST' neutralnom odnosno normalnom strukutrom stopala. Kim i sur. (2015) istraživali su razlike u statičkoj i dinamičkoj ravnoteži kod ispitanika koji su imali fleksibilna SST i onih s NST. U istraživanju je sudjelovalo 28 ispitanika (po 14 u svakoj skupini) koji su izvršili tri zadatka (prvi zadatak bio je stajati na jednoj nozi s otvorenim očima, drugi zadatak stajanje na jednoj nozi sa zatvorenim očima i treći zadatak bio je Y-test ravnoteže). Kvantificirao se centar pritiska i Y ravnotežni testni rezultat (Y rezultat) unutar zadataka. Migracija centra pritiska bila je znatno veća u skupini s fleksibilnim SST nego u drugoj skupini s NST. Također i zadaci s otvorenim i zatvorenim očima i smjerovima (antero-posteriorno i medio-lateralno). Rezultati Y-testa ravnoteže pokazali su da između dvije grupe nisu postojale statistički značajne razlike. Nije bilo značajnih odnosa između migracija centra pritiska i Y vrijednosti u bilo kojoj skupini. Ovi rezultati pokazuju da pojedinci s fleksibilnim SST imaju različite mehanizme statičke stabilnosti, ali ne i dinamičke stabilnosti u usporedbi s ispitanicima iz druge skupine. Kašček i sur. (2012) proveli su istraživanje na uzorku od 122 studenta na Fakultetu za sport u Ljubljani. Cilj istraživanja bio je utvrditi utječu li morfološke karakteristike stopala (duljina, širina, spuštenost stopala) na održavanje ravnotežnog položaja kod sportaša. Spuštenost stopala definirana je prema Clark-ovoj metodi (Pridalova & Riegerova, 2005). Ravnoteža je izmjerena pomoću sustava Biodex (Biodex Medical Systems Inc, Shirley, NY) uz 3 ponavljanja po 20 sekundi održavanja ravnoteže. Potvrđena je korelacija između varijabli, ali uz iznimku spuštenog stopala gdje nema korelacije između varijabli. U radu je bila fokusiranost na korelaciji između varijabli ravnoteže i morfoloških karakteristika stopala, gdje je umjerena korelacija. Zanimljivo je da je veća korelacija otkrivena na desnoj nozi nego na lijevoj nozi. Čak su i neparametrijski testovi (Kendell‘s tau b i Spearman‘s rho) pružili slične rezultate. Održavanje pozicije ravnoteže kod sportaša (indeks stabilnosti) je također testirana u ovisnosti na morfološke karakteristike stopala (duljina, širina, spuštenost stopala) koristeći regresijsku analizu. Spušteno stopalo nema utjecaja nad indeksom stabilnosti. Također, primijećene su razlike između lijevog i desnog stopala. Desno stopalo ima jaču korelaciju između indeksa stabilnosti i širine/duljine stopala nego lijevo stopalo. Korelacija između spuštenog stopala i indeksa stabilnosti nije značajna. Spušteno stopalo nema utjecaja nad indeksom stabilnosti. Tahmasebi i sur. (2015) proveli su istraživanje kod dvije grupe ispitanika. Prva grupa imala je NST, a druga SST. Za mjerenje ukupne sile reakcije podloge korištena je Kistlerova platforma. Ravnoteža je određena računanjem distribucije centra pritiska, duljinom otiska i brzinom u medio-lateralnom i antero-posteriornom području. Upotrijebljen je t-test za određivanje razlike u ravnoteži u

svakoj skupini. Značajna P vrijednost je postavljena na p ≤.05. Istraživanje je pokazalo značajne razlike u ravnoteži između grupa s NST i sa SST. Osim toga, nije bilo izravne korelacije između SST i neravnoteže tijekom stajanja. Međutim, srednja vrijednost centra pritiska tijekom stajanja sa i bez uloška bila je značajno različita (P <.001). Ova studija sugerira da su osobe sa SST tijekom stajanja, više nestabilne u usporedbi s pojedincima koji imaju normalna stopala.

Također cilj provedenog rada je utvrditi razlike u manifestaciji eksplozivne jakosti nogu tipa skočnosti u UNI i u BI i tipa sprinta u odnosu na status uzdužnog medijalnog svoda stopala na uzorku ispitanika s NST i SST.

Brojni autori u svojim istraživanjima: Lizis i sur. (2010), Radisavljević & Stefanović (1992), Perić (2008), Tudor i sur. (2009), Mihajlović i sur. (2012), Kerr i sur. (2015), Arévalo-Mora i sur. (2016), Bubanj i sur. (2012), Aleksandrović & Kottaras (2015) zaključili su da u ispoljavanju motoričkih sposobnosti eksplozivne jakosti ne postoji statistički značajna razlika. Drugi autori su u svojim znanstvenim radovima utvrdili i zaključili da postoje statističke značajne razlike u ispoljavanju motoričkih sposobnosti eksplozivne jakosti kod ispitanika s NST i SST: Protić - Gava i sur. (2016), Popović (1997), Lin i sur. (2001), Živković i sur. (2014).

Hugo E., (2011) u svom su se radu bavili biomehaničkom analizom kontakta stopala kod juniorskih sprintera. Različiti tipovi stopala od desetero juniorskih sprintera i deset nesprintera određeni su hodom po platformi za pritisak (RSscan International's Footscan). Svrha ove studije bila je određivanje utjecaja različitih tipova stopala (NST, SST i PST), a s obzirom na brzinu i silu udaraca reakcije podloge, te time odrediti je li određeni tip stopala dominantan među sprinterima. Efekti sile i vršnih pritiska tijekom sprintanja određivani su zasebno za lijevo i desno stopalo. Mjereni su početni kontakt, završni kontakt, vrijeme do vršnog pritiska te trajanje kontakta na različitim poručjima stopala. Autor je zaključio da kontrolna skupina (nesprinteri) dominantno posjeduje tip PST na obje noge. U grupi sprintera gotovo su jednako zastupljeni svi tipovi stopala za desnu nogu, a lijeve su noge dominantno tipa NST, a sljedeći je tip PST te zatim dolaze tipovi SST. Postojala je značajna razlika ($p < 0.05$) tijekom faze spuštenosti stopala (FSS) između sprinterske i kontrolne grupe. To pokazuje da je vrijeme FSS značajno kraće za sprintersku grupu nego za kontrolnu grupu. Kontrolna je grupa provela veći postotak vremena na stražnjem dijelu stopala nego sprinterska. Vršni pritisci kontrolne

grupe bili su najviše na podpodručjima pete dok su vršni pritisci sprinterske grupe na podpodručjima sredine stopala, što bi značilo da sprinteri većinom dosežu vršni pritisak na kontaktu prednjeg dijela stopala, a nesprinteri na kontaktu s petom. Kerr i sur. (2015) u svom radu ispitivali su statične razlike između NST i SST kod djece sa i bez simptoma koristeći višedijelni Oxford Foot Model. Autori su zaključili da je everzija stražnjeg dijela stopala bila značajno povećana kod djece s asimptomatskim i u većem stupnju, simptomatskim ravnim stopalima. Prednji dio stopala bio je značajno više pomaknut kod simptomatskih nego asimptomatskih grupa te kod SST više nego kod NST grupe. Prednji dio stopala bio je više supiniran u odnosu na stražnji dio stopala kod skupine s ravnim stopalima. Everzija stražnjeg dijela stopala i pomicanje prednjeg dijela stopala bili su puno veći u simptomatskoj populaciji. Korelaciju eksplozivne jakosti i brzine na osnovi pozicije svodova stopala istraživali su Živković i sur. (2014). Autori su proveli studiju čiji se uzorak ispitanika sastojao od 114 djece osnovnoškolskog uzrasta, muškog spola, u dobi od 11 i 12 godina, koji su podijeljeni u dva poduzorka. Prvi poduzorak (E1) sastojao se od 57 djece osnovnoškolskog uzrasta koja su imala razne deformacije stopala, dok se drugi uzorak sastojao od 57 djece s NST. Svrha ove studije bila je usporedba ishoda testova eksplozivne snage i brzog trčanja odabranih prema Kureliću i sur. (1975), s raznim središnjim visinama uzdužnog svoda. Kako bi se procijenio status njihovih stopala, korištene su sljedeće metode: Thompsonova metoda za evaluaciju SST, širinu stopala i duljinu stopala.

Kako bi se provjerila eksplozivna jakost donjih udova korišteni su sljedeći testovi: stojeći dubinski skok, trostruki stojeći skok, vertikalni skok, visoki skok s trkačim startom, udaranje lopte nogom. Kako bi se procijenila brzina, korišteni su: trčanje na 20 m s visokim startom, trčanje na 40 m s visokim startom, trčanje na 60 m s visokim startom, štafeta 4x15m, te trčanje u poligonu. Sudionici s NST bili su statistički značajno uspješniji u primijenjenim testovima motorike za određivanje eksplozivne jakosti od sudionika sa SST. Bez obzira na to, sudionici u E1 poduzorku (SST) imali su bolje rezultate kad su se nadmetali u motoričkim testovima brzine, u usporedbi sa sudionicima iz poduzorka E2, a koji su imali NST (razlika je bila statistički značajna u četiri od ukupno pet varijabli). U ostale dvije varijable koje su definirale uzdužnu i poprečnu dimenzionalnost stopala dobiveni rezultati nisu pokazivali statistički značajne razlike između ispitanika. Rezultati testova motorike za procjenu eksplozivnosti potvrdili su važnost mišića uzdužnog luka, te tako potvrdili slabosti eksplozivnosti sudionika koji imaju ovaj tip deformiteta.

Kada se analizira brzina kao ciklička motorička aktivnost, statistički značajnije bolje rezultate postižu djeca sa SST, a to je autore potaklo da razmotre stupanj važnosti mišića stopala, te njihov utjecaj na aktivnosti poput trčanja, u odnosu na značaj i važnost mišića m. quadriceps femoris, m. biceps femoris, m. triceps sure ili fleksors te ekstenzora gornjeg dijela noge. Arévalo-Mora i sur. (2016) proveli su studiju s ciljem utvrđivanja utjecaja tipa stopala djece na njihove motoričke sposobnosti. Ova studija treba odgovoriti na pitanje je li NST, SST ili PST povezano s boljim performansama u određenim motoričkim testovima kod djece. Uzorak ispitanika su 187 djece (AS ± SD dob, 11.15 ± 1.24 godina) regrutirano je i podijeljeno u tri grupe: 96 s NST, 54 s PST te 37 sa SST. Odabrano je devet motoričkih testova kako bi se procijenile motoričke sposobnosti: skok u dalj iz mjesta, trostruki skok sa svake noge iz mjesta, vertikalni skok iz mjesta, trčanje između dvije paralelne linije 10 × 5 m, sprint od 20 m iz stojećeg stava, statičko balansiranje, dinamičko balansiranje na gredi naopako okrenute klupe te poligon za testiranje okretnosti.

Dobiveni rezultati pokazali su da nije bilo statistički značajne razlike u rezultatima testova između grupa, iako je grupa s PST imala bolje rezultate u osam od devet testova. Dječaci su bili bolji od djevojaka u svim testovima, osim u ravnoteži. Rezultati pokazuju kako djeca s određenim tipom stopala nisu postigla bolje ili lošije motoričke rezultate kroz devet testova. Bubanj i sur. (2012) proveli su istraživanje sa svrhom utvrđivanja razlika u eksplozivnoj jakosti između sportaša i nesportaša s NST i SST. Primarni cilj ove studije bio je odrediti postoje li razlike u manifestiranoj eksplozivnoj jakosti donjih udova, određeno implementacijom skoka s polučučnjem, među sportašima i nesportašima srednjoškolske populacije s NST i SST. Uzorak ispitanika sastojao se od 240 srednjoškolaca, 16,67±4,21 godina (AS±SD), te je podijeljen u dva poduzorka: a) nesportaša (N=120) i b) sportaša (N=119). Među nesportašima bile su 43 muške osobe i 77 ženskih osoba, dok je među sportašima bilo 75 muških i 44 ženskih osoba. Eksplozivna jakost donjih udova određena je testiranjem bežičnom napravom Myo (Sion, Švicarska), sigurno pričvršćenom na remen subjekata kako bi se dobile informacije o visini vertikalnog skoka. Svi su ispitanici izveli pet CMJ (skokova s pripremom) bez zamaha ruku. Status stopala određen je modernim kompjutorskim podoskopom Podiart (Mađarska) i odgovarajućim softverom.

Na temelju dobivenih rezultata t-testa može se zaključiti da se ispitanici s NST i ispitanici sa SST značajno ne razlikuju u prosječnim vrijednostima parametara eksplozivne jakosti niti u poduzorku nesportaša kao ni u poduzorku sportaša (Tablica 2 i Tablica 3).

Tablica 2. Razlika u eksplozivnoj snazi među nesportašima s NST i SST (t-test).

Nesportaši	PESPL	N	Srednja vrijednost	Stan. devijacija	p
Visina u cm	PESNOR	71	23,76	5,90	,885
	PESPL	49	23,92	5,98	
Snaga u W/kg	PESNOR	71	41,81	8,33	,451
	PESPL	49	42,98	8,31	
Sila u N/kg	PESNOR	71	29,33	3,43	,157
	PESPL	49	36,35	41,37	
Brzina u cm/s	PESNOR	71	215,13	26,45	,935
	PESPL	49	214,73	24,38	

Izvor: Bubanj, S., i sur. (2012). The incidence of sagittal postural deformities among high school students

Tablica 3. Razlika u eksplozivnoj snazi među sportašima s NST i SST (t-test).

Sportaši	PESPL	N	Srednja vrijednost	Stan. devijacija	p
Visina u cm	PESNOR	69	30,41	22,44	,456
	PESPL	50	27,97	6,51	
Snaga u W/kg	PESNOR	69	46,61	7,89	,611
	PESPL	50	47,41	9,17	
Sila u N/kg	PESNOR	69	30,58	3,61	,809
	PESPL	50	30,41	4,01	
Brzina u cm/s	PESNOR	69	231,30	26,75	,815
	PESPL	50	232,50	28,28	

Izvor: Bubanj, S., i sur. (2012). The incidence of sagittal postural deformities among high school students

Lizis i sur. (2010) u svom radu pokušali su uočiti i ustanoviti koji je odnos i povezanost između eksplozivne jakosti mišića i medijalnog uzdužnog svoda stopala. Postojala je povezanost između mišića i tipa svoda stopala. Točna uzročno-posljedična veza morala se tek utvrditi. Svrha ove studije bila je usporediti ishode od odabranih testova eksplozivne snage s različitim visinama medijalnog uzdužnog svoda stopala. Medijalni uzdužni svod (MLA) izmjeren je korištenjem metode Clark-ovog kuta. U ovoj studiji sudjelovalo je 574 ispitanika

(n = 574),te su podijeljeni u tri skupine, po visini luka i tri skupine po snazi mišića. Kako bi se procijenila povezanosti između uzdužnog svoda stopala s eksplozivnom jakosti mišića donjih udova, korišten je Chi-square (χ^2) test. Visine svodova nisu bile statistički značajno povezane s eksplozivnom jakosti mišića. Mjerenje svoda bilo je neučinkovito u određivanju promatrane varijabilnosti u eksplozivnoj jakosti kod mladih osoba. Ovi podaci mogu biti korisni kod procjenjivanja pacijenata s ravnim stopalima.

Rezultati nezavisnog t-testa nisu pokazali nikakvu značajnu razliku između bilo kojeg od odabranih testova između dvije grupe. Ove deformacije ne mogu prikazati superiornost ili slabost igrača tijekom izvođenja aktivnosti i ostalih faktora. Nije postojala značajna razlika između grupe s NST i SST tijekom izvođenja testova skoka u dalj i trčanja na 45 metara. S obzirom na rezultate ove studije, može se reći da deformitet SST nije bitan i učinkovit faktor u izvođenju aktivnosti nogometaša.

Tudor i sur. (2009) proveli su istraživanje na uzorku od 218 djece u dobi od 11 do 15 godina, od petog do osmog razreda osnovne škole. Cilj istraživanja bio je utvrditi postoji li povezanost između stupnja SST i nekoliko motoričkih sposobnosti koje su potrebne za sportske aktivnosti. Djeca su, uz prethodni pristanak roditelja, prošla postupak mjerenja spuštenosti svoda stopala, morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti (brzina, eksplozivna jakost, vrijeme reakcije, statička i dinamička ravnoteža). Kompjuterizirani otisak pohranjen je u svrhu određivanja vrijednosti indeksa luka odnosno spuštenost i pozicije svoda stopala, prema metodi koju je opisao Staheli i sur. (1987) gdje se na skeniranim otiscima mjeri širina stopala u najužem području luka i širina pete te nakon toga računa vrijednost srednjeg indeksa luka oba stopala. Korelacijska analiza pokazuje da je vrijednost indeksa luka ovisna o dobi, ukazujući na veći broj djece sa SST među mlađim ispitanicima. U slučaju da se analiza podataka nastavila, rezultati bi bili snažno pod utjecajem dobne skupine. Zbog toga je bila potrebna procedura pri kojoj je bilo potrebno usporediti motoričke sposobnosti djece sa visokim i niskim svodom stopala. Vrijednost indeksa svoda stopala morao je biti oslobođen utjecaja dobne skupine. U tu svrhu koristila se regresijska analiza između dobne skupine i indeksa svoda stopala te se pristupilo preostalim analizama. Testovi motoričkih sposobnosti odabrani su u skupini testova koje se uobičajeno koriste za testiranje mladih sportaša u Sportsko-dijagnostičkom centru, Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Djeca su testirana na ekscentrično-koncentričnoj kontrakciji mišića i skakanje na dinamometrijskoj platformi Kistler-a, (skok s pripremom), poligonom za procjenu brzine i koordinacije

(Newtestov sustav), ravnoteže (3 testiranja) i fleksijom nožnih prstiju, vrškom stopala i repetativnom snagom i pokretima nogu. Ukupno je izmjereno 17 motoričkih odnosno atletskih izvedbi. Nije pronađena značajna korelacija između visine svoda i 17 motoričkih izvedba, tj. nisu utvrđeni nikakvi nedostaci u sportskoj izvedbi kod djece sa SST. Djeca sa SST i djeca s NST bila su jednako uspješna u svim motoričkim testovima. Prema rezultatima istraživanja, nije potvrđeno da SST utječu na sportsku aktivnost.

Mihajlović i sur. (2012) istraživali su razlike u manifestaciji eksplozivne snage nogu u odnosu na status uzdužnog medijalnog svoda stopala mladih atletičara. Istraživanje je provedeno na uzorku od 75 ispitanika muškog spola između 11 i 12 godina, polaznika atletske škole. Proučavana je izvedba u dvije varijable: a) skok udalj iz mjesta i b) trčanje na 20 m iz visokog starta. Status svoda stopala izmjeren je kompjuteriziranom digitalnom podografijom tipa, Pedikom System“. Ispitanici su u odnosu na status uzdužnog svoda stopala bili podijeljeni u dvije grupe: grupa 1 (n=54) koja se sastojala od ispitanika s NST i oni sa SST prvog stupnja, odnosno oni bez poremećaja, kao i oni s funkcionalnim poremećajem kod kojih je svod stopala očuvan, ali je nešto niži od normalnog (Mihajlović i sur., 2010) i grupu 2, (n=21) koja se sastojala od ispitanika sa SST koji imaju drugi, treći i četvrti stupanj spuštenosti uzdužnog svoda stopala (teži oblici poremećaja). Primjenom univarijatne analize varijance uočilo se da niti u pojedinačnim varijablama nije uočena statistički značajna razlika između te dvije grupe ispitanika u odnosu na eksplozivnu jakost nogu i brzinu trčanja kod primijenjenih varijabli: skok u dalj iz mjesta (f=1.464, p=.230) i trčanje na 20 m iz visokog starta (f=.090, p=.765). Rezultati diskriminativne analize pokazali su da u izvođenju motoričkih sposobnosti nije utvrđena statistički značajna razlika između djece s i bez deformiteta stopala. Iz navedenog se može zaključiti da SST nisu remeteći faktor u manifestaciji eksplozivne jakosti i brzine kod treniranog uzorka te također nisu prepreka za postizanje sportskih dostignuća. Cilj istraživanja Petrović i sur. (2013) bio je utvrditi razlike u eksplozivnoj jakosti koje su vezane uz vrstu stopala (NST i SST) na tri različite starosne grupe. Eksplozivna snaga nogu mjerena je Kistler platformom na primjeru skoka iz čučnja, skoka u vis iz mirovanja i skoka ispruženih nogu. Status longitudinalnog luka odnosno svodovi stopala mjeren je Pedikom System aparatom. Odredila su se 4 stupnja spuštenosti stopala. Stupanj 0: - NST, stupanj 1:- slabo SST, stupanj 2: – srednje SST, stupanj 3: – značajno SST (jako) te stupanj 4: - vrlo jako SST. Grupu ispitanika bez deformiteta činili su ispitanici čiji je stupanj spuštenosti stopala bio 0 i 1, dok su grupu ispitanika s deformitetom činili ispitanici sa stupnjem spuštenosti 2 i 3. Ispitanici čiji je stupanj spuštenosti bio 4 nisu sudjelovali u istraživanju. Pretpostavljalo se da tip stopala

može utjecati na efikasnost kinetičkog lanca pa tako i na eksplozivnu jakost. Testirane su različite grupe ispitanika, 80 sportaša (starosti 10±1), 60 sportaša adolescenata (starosti 15±1) i 164 studenata Kineziološkog fakulteta (starosti 20±1). Sve tri starosne grupe podijeljene su u podgrupe na osnovu izmjerenog statusa longitudinalnog svoda (grupu A su činili ispitanici sa SST, dok su grupu B činili ispitanici s NST). Dobiveni rezultati su pokazali da između grupe sa SST i grupe s NST u eksplozivnoj jakosti nije utvrđena razlika. Može se činiti da su rezultati ovog istraživanja kontraverzni što se tiče funkcije spuštenosti stopala te značajnosti morfologije stopala iz razloga što se rezultati ne slažu s rezultatima drugih autora koji su istraživali isto područje.

Aleksandrović, M., & Kottaras, S. (2015) uočavaju kao rezultat suvremenog načina života sve veću pojavu deformiteta i posturalnih poremećaja, naročito kod djece. Cilj njihovog istraživanja bio je utvrditi imaju li djeca sa SST slabiju eksplozivnu jakost nogu na osnovu morfološkog statusa ispitanika. Uzorak ispitanika je činilo 55 učenika starosti 14 godina ± 6 mjeseci, podijeljenih u tri poduzorka: učenici sa NST (n=30), učenici sa slabim SST (n=15) i učenici sa jakim SST (n=10). Varijable za procjenu morfološkog statusa ispitanika bile su sljedeće: masa tijela, opseg natkoljenice, opseg potkoljenice i dužina stopala. U ovom istraživanju su korištena dva mjerna instrumenta za procjenu eksplozivne jakost nogu uz pomoć vertikalnog skoka: 1) skok iz čučnja (squat jump) i 2) skok s pripremom (countermovement jump). Varijabla za procjenu statusa stopala dobivena je na osnovu spuštenosti svoda stopala. Za utvrđivanje stupnja deformiteta i ocjenu spuštenosti stopala, korištena je Chzionova metoda plantografije. U ovom istraživanju nisu utvrđene statistički značajne razlike u pokazateljima eksplozivne jakosti nogu u odnosu na stanje svoda stopala kod ispitivanih poduzoraka djece koji imaju poremećaj SST i onih bez poremećaja. Twomey (2006**)** sa fakulteta u južnom Walesu je na uzorku od 54 ispitanika (27 kontrolna grupa, 27 eksperimentalna grupa) uzrasta 9 do 12 godina, višestrukim tehnikama mjerenja, utvrdila da postoje značajne razlike u pojedinim biomehaničkim pokazateljima hoda između ispitanika s NST i SST. Djeca sa SST ostvarila su značajno bolje rezultate u vertikalnom skoku i u snazi plantarne fleksije, odnosno skočili su 15% više u vis od djece sa normalnim svodom stopala, dok su ispitanici s NST bili uspješniji u bočnim poskocima u unilateranoj izvedbi odnosno na jednoj nozi. Autorica zaključuje da djeca s asimptomatskim SST nemaju velikih nedostataka u izvedbi zadataka motorike u odnosu na ispitanike s NST. Protić-Gava i sur. (2016) za cilj istraživanja postavljaju utvrđivanje razlika eksplozivne jakosti nogu u odnosu na stupanj spuštenosti svoda stopala i spolni dimorfizam. Istraživanjem je obuhvaćeno 90 ispitanika (45

muškog i 45 ženskog spola), uzrasta 15 ± 0.5 godina. Status svoda stopala utvrđen je kliničkom metodom, odnosno vizualnom procjenom u sagitalnoj ravnini gdje su ispitanici s NST ocijenjeni nulom (0), s laganim SST jedinicom (1) i izrazito lošim statusom SST dvojkom (2). Eksplozivna jakost mjerena je motoričkim testovima a) skok udalj sa mjesta i b) troskok sa mjesta. Na osnovi dobivenih rezultata može se zaključiti da postoje statistički značajne razlike u motoričkoj efikasnosti između ispitanika koji imaju NST i ispitanika koji imaju slabo SST ili izrazito lošim SST. Ove razlike su prisutne u oba motorička testa, međutim ne postoje statistički značajne razlike u motoričkoj efikasnosti između ispitanika u grupi 1 i u grupi 2. Statistički značajne razlike utvrđene su između ispitanika s dobrim i izrazito lošim statusom SST ($p \leq 0.00$) i ispitanika s lošim i izrazito lošim statusom stopala ($p \leq 0.000$). Utvrđene su statistički značajne razlike u odnosu na spolnu pripadnost u statusu svoda stopala i oba motorička testa ($\chi 2 = 9.867$; $p \leq 0.007$). Rezultat t- testa za nezavisne uzorke pokazali su da postoje statistički značajne razlike između spolova u oba motorička testa ($p \leq 0.00$) u korist ispitanika muškog spola. U uzorku ispitanika muškog spola, najveća je zastupljenost NST (55,6%), prvi stupanj SST ima 26,7% ispitanika, dok je zastupljenost drugog stupnja SST svega 17,8%. Kod ispitanika ženskog spola najveći je postotak onih s drugim (46,7%) i prvim stupnjem SST (44,4%), a najmanja je zastupljenost ispitanika sa SST (8,9%). Oba motorička testa izvode se sunožnim odrazom s mjesta gdje su pri odskoku angažirani fleksori stopala. Kod osoba sa SST, ovi mišići pokazuju znakove insuficijencije, što se odražava na efikasnost skoka. Analizom razlika među spolovima, utvrđeno je da grupa ispitanika, ocjenu jedan (1) ima 62,5%, a grupa ispitanika ocjenu dva (2), 72,4% ispitanika ženskog spola, dok je grupa ispitanika, ocjena nula (0) češća kod ispitanika muškog spola (86,2%). Rezultati istraživanja pokazali su da ispitanici muškog spola bolje obavljaju motoričke testove u odnosu na ženski spol. Efikasniji su bili ispitanici s NST. Može se zaključiti da je posturalni status kompleksan, te da se ne može promatrati izolirano od antropometrijskog i motoričkog statusa.

3. CILJ I HIPOTEZE RADA

Sukladno dosadašnjim spoznajama iz područja motoričkih sposobnosti i povezanosti s deformacijama donjih ekstremiteta cilj ovoga istraživanja je utvrditi utjecaj spuštenosti stopala na neke motoričke sposobnosti koje direktno utječu na ravnotežu i održavanje posturalne stabilnosti, na uspravan stav kao i na pokrete ljudskog tijela koji počinju od stopala. Niz autora znanstvenih radova opisuju spušteno stopalo kao ograničavajući faktor koji je negativno povezan sa sportskom aktivnošću i nekim motoričkim sposobnostima kao što su eksplozivna snaga i dinamička ravnoteža (Živkovic i sur. 2014; Lin i sur. 2001; Hugo 2011; Kerr i sur. 2015 i dr.), dok drugi autori tvrde da spušteno stopalo ne predstavlja faktor ograničenja za bavljenje sportom i ne utječe negativno na navedene motoričke sposobnosti (Lizis i sur., 2010; Tudor i sur., 2009; Nigg, Cole, & Nachbauer, 1993; Espinosa 2010 i dr.). Nije poznato koja je povezanost između eksplozivne jakosti i dinamičke ravnoteže u odnosu na spuštenost stopala u BIZ, ali i u UIZ odrazne i neodrazne noge. UIZ je primarni čimbenik u ovom radu na osnovi kojeg se utvrdilo utjecaj i razlike u dostignućima kod dviju grupa ispitanika (sa SST i s NST) kao i unutar svake grupe pojedinačno.

3.1. Cilj rada

Temeljni je cilj ovog rada istražiti i utvrditi razlike između učenika sa SST i učenika NST u eksplozivnoj jakosti mjerenoj testovima u BIZ i UIZ te u dinamičkoj ravnoteži mjerenoj instrumentima UIZ. Unilateralnom izvedbom želi se uočiti ima li odraz jednom nogom drugačiji efekt na eksplozivnu jakost u odnosu na bilateralnu izvedbu učenika sa NST i sa SST.

3.2. Hipoteze rada

Postavljene su sljedeće hipoteze u alternativnom obliku:

H1: Postoji statistički značajna razlika u dinamičkoj ravnoteži u unilateralnoj izvedbi (UIZ) između učenika s normalnim stopalom (NST) i učenika sa spuštenim (SST)

H2: Postoji statistički značajna razlika u eksplozivnoj jakosti u unilateralnoj izvedbi (UIZ) između učenika s normalnim stopalom (NST) i učenika sa spuštenim (SST)

H3: Ne postoji statistički značajna razlika u eksplozivnoj jakosti u bilateralnoj izvedbi (BIZ) između učenika s normalnim stopalom (NST) i učenika sa spuštenim (SST) stopalom.

4. METODE RADA

4.1. Uzorak ispitanika

Za potrebe ovoga istraživanja korišten je uzorak od 208 učenika muškog spola u dobi od 13 do 14 (± 0,6) godina odnosno učenika sedmog i osmog razreda osnovne škole. Ispitanici su na početku grupirani po obliku stopala i raspoređeni u dvije grupe:

a) grupa 1 (n=107) čine učenici s NST (> 42 stupnja).
b) grupa 2 (n=101) čine učenici sa SST (< 42 stupnja).

Mjerenje je izvršeno u osnovnim školama na području grada Zagreba u Republici Hrvatskoj. Kriteriji za uključivanje u istraživanje bili su tjelesno aktivni i zdravi učenici koji redovito pohađaju nastavu tjelesno zdravstvene kulture u osnovnoj školi, a bez izrazite deformacije lokomotornog sustava. S preciznošću su prikazani stupnjevi spuštenosti svodova za pojedinačnog ispitanika, posebno za lijevo i posebno za desno stopalo, odnosno za odraznu i neodraznu nogu. Ispitanici nisu bili upoznati s ciljevima istraživanja, a svoje sudjelovanje u istraživanju potvrdili su pisanim pristankom roditelja.

U istraživanje su bili uključeni samo ispitanici s fiziološkom, odnosno fleksibilnom spuštenošću stopala, dok su iz istog bili isključeni ispitanici s fiksiranom, tj. rigidnom spuštenošću stopala, kao i ispitanici s izdignutim stopalom. S obzirom da se radi o maloljetnim učenicima poštivala su se etička pravila te se prije početka mjerenja tražila i dobila suglasnost njihovih roditelja. Istraživanje je provedeno u skladu s etičkim kodeksom Vijeća za djecu kao savjetodavnim tijelom Vlade Republike Hrvatske i uz odobrenje Povjerenstva za znanstveni rad i etiku Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Isto Povjerenstvo potvrdilo je i eksperimentalni protokol.

4.2. Eksperimentalni protokol – plan istraživanja

Istraživanje je provedeno u razdoblju od 11.01.2016. do 30.02.2016. godine. Prilikom prvog dolaska mjeritelja u školu, učenicima su podijeljeni dopisi za roditelje u kojima im je detaljno opisana svrha i ciljevi istraživanja te sam protokol mjerenja. Također su im podijeljeni obrasci o suglasnosti, čijim su ispunjavanjem i potpisivanjem roditelji/skrbnici potvrdili da dijete može biti uključeno u istraživanje. Nakon dobivanja suglasnosti počela je procedura mjerenja.

Tijekom mjerenja svi su ispitanici bili zdravi i uključeni u redovnu nastavu tjelesne i zdravstvene kulture. Mjerenja su provođena u jutarnjim satima, tijekom sata tjelesne i zdravstvene kulture u sportskim dvoranama, po razredima. Protokol mjerenja u svim školama bio je isti, a mjerenja je provodila ista grupa kineziologa. Svaki kineziolog (mjerilac) je u svim školama provodio istu vrstu mjerenja. Prije početka mjerenja ispitanici su prošli standardizirani protokol zagrijavanja koji se sastojao od desetominutnog trčanja sa zadacima te vježbi istezanja mišića donjih ekstremiteta. Kako bi se dobio što detaljniji uvid funkcije stopala odrazne i neodrazne noge, bilo je potrebno koristiti veći broj zadataka za procjenu različitih motoričkih sposobnosti i povezanih svojstava na osnovi antropometrijskih mjera.

U ovom istraživanju bilateralno i unilateralno izmjereno je sljedeće:

- spuštenost stopala Clark-ovom metodom (pomoću podoskopa sa specifičnom, adekvatnom kamerom za snimanje stopala i povezanim software programom)
- antropometrijske mjere tijela, a osobito donjih ekstremiteta.

Protokol mjerenja sastojao se od više zadataka za procjenu motoričkih sposobnosti dinamičke ravnoteže i eksplozivne jakosti donjih ekstremiteta:

- sposobnost održavanja položaja dinamičke ravnoteže u UIZ odrazne i neodrazne noge,
- eksplozivna jakost tipa horizontalne i vertikalne skočnosti u BIZ i u UIZ odrazne i neodrazne noge,
- eksplozivna jakost tipa sprinta, odnosno horizontalna jakost određene distance od 10 m, 20 m, 40 m.

Anketnim upitnikom ispitalo se i razinu tjelesne aktivnosti učenika (PAQ-C upitnikom Crocker i sur., 1997 - 2004).

Ispitanicima su dane upute te im je bilo posebno naglašeno da svi zadatci budu odrađeni s maksimalnim, odnosno 100%-tnim naporom.

Primarni zadatak istraživanja bio je:

1. Utvrditi da se inicijalno grupe međusobno ne razlikuju, a što je potvrđeno inicijalnim provjeravanjem analizom varijance, te se utvrdilo da između dviju grupa ispitanika ne postoje statistički značajne razlike u tjelesnoj masi, u visini, odnosno u indeksu tjelesne mase (ITM) kao i u razini tjelesne aktivnosti (RTA) na razini značajnosti $p > 0.05$.
2. Primjenjujući određene mjerne instrumente i metode definirala se odrazna noga kod svakog ispitanika koja je osnova za daljnja mjerenja, analize i diskusije rezultata .

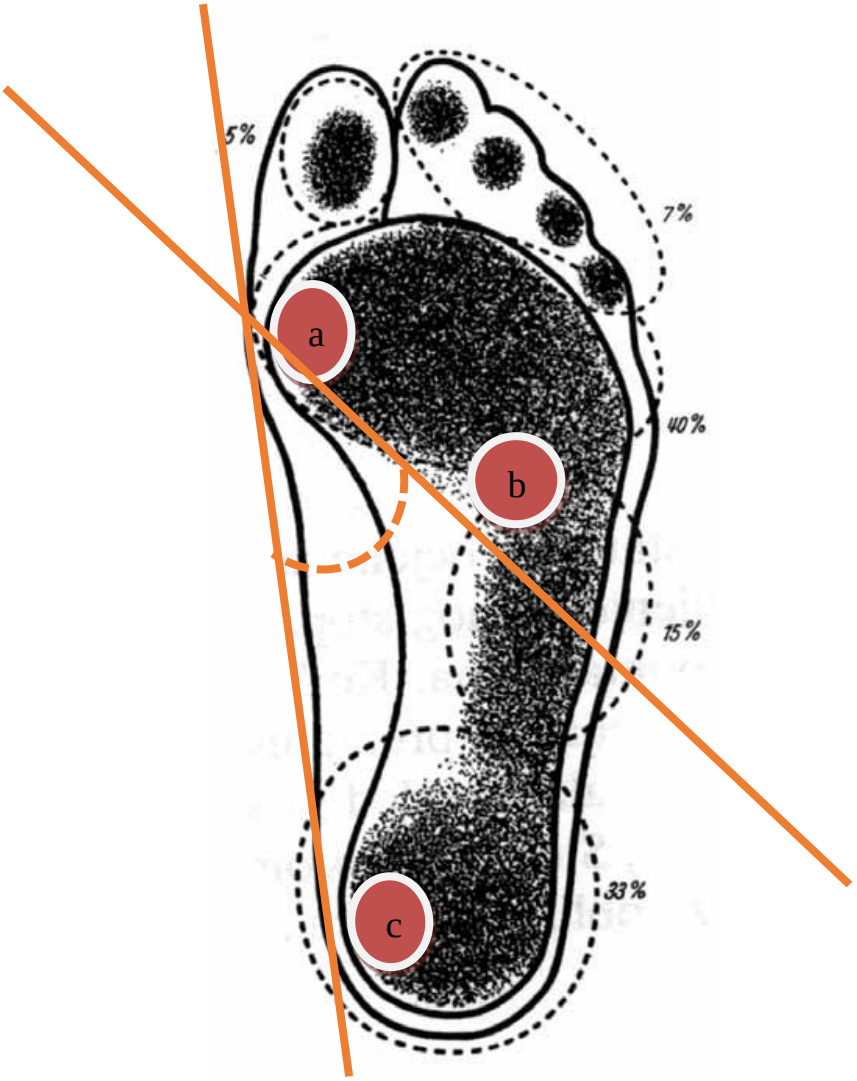
Odrazna noga utvrđena je na osnovi 3 standardna testa prema prema Cornelis i sur. (2010), te na osnovi „testa odraza“ prema Čular, Miletić & Miletić (2010).

4.3. Protokol mjerenja

Kako bi ovaj rad mogao biti objektivan, opravdan te komparabilan s rezultatima drugih istraživanja, kao kod autora Velotta, J. i sur. (2011) koji tvrde da odrazna i neodrazna noga ovise i o vrsti akcije i zadatka, na isti su način i rezultati ovoga istraživanja bazirani na odraznoj i neodraznoj nozi, a ne na osnovi lijevog i desnog ekstremiteta. Kod svih ispitanika definirana je odrazna i neodrazna noga, naročito kod vertikalnog i horizontalnog skoka u mjerenju eksplozivne snage tipa skočnosti kao i kod mjerenja dinamičke ravnoteže.

4.3.1. Clark-ova metoda

Dijagnoza funkcije stopala bila je evaluirana putem podoskopa u statičkom pregledu. Mjerenje je izvršeno na osnovi odrazne i neodrazne noge. Spuštenost stopala dobivena podoskopom s polariziranim svijetlom bila je evaluirana pomoću Clark-ove metode u kojoj spojnica AB (Slika 2.) povezuje točke na medijalnoj strani pete i prednjem dijelu stopala. Točka A se zatim povezuje s točkom C koja se određuje na najvišem rubu uzdužnog svoda. Time se dobiva kut između točaka C-A-B koji se mjeri goniometrom, a rezultat se iskazuje u stupnjevima. Na temelju Clark-ove metode definicija i kriteriji za spuštenost stopala su sljedeći: Normalno formirano stopalo daje karakterističan otisak na podlozi, a opterećenje je koncentrirano na petu, prednji i lateralni dio stopala i njihov je kut između točke c-a-b = > 42° . (Slika 2).



Slika 2. preuzeta od autora Trošt, Ciliga i Petrinović u radu Klasična i elektronska dijagnostika spuštenog stopala 14. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske 2005

Kod spuštenog stopala, numeričke vrijednosti udaljenosti svodova od podloge se smanjuju. Visina svodova, posebice medijalnog, vrlo je varijabilna, a granice normalnih vrijednosti su široke, kut između točke c-a-b = < 42°. (Slika 2.).

Kao granični slučaj spuštenih stopala smatra se kut između točke c-a-b = 32°- 42°
U ovom radu normalno stopalo se smatra onim kod kojeg su mjere svodova više od 42 stupnja (> 42°), dok se spuštenim smatra ono čije su mjere svodova manje od 42 stupnja (< 42°). Istraživana je isključivo spuštenost longitudinalnog medijalnog svoda.

4.3.2. Način mjerenja i dijagnoza spuštenosti stopala

Ispitanici su bili upoznati s metodom rada te su nakon kratkog upoznavanja s istom, stali bosi s obje noge na podoskop. Učenici su stajali mirno na staklenoj, prozirnoj i ravnoj podlozi podoskopa s težinom raspoređenom jednako na obje noge. Ramena su relaksirana, noge lagano razmaknute u širini kukova, pete lagano paralelno razmaknute, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale što znači da je zamišljena linija koja spaja donji rub lijeve orbite i tragus heliksa lijevog uha u vodoravnom položaju (Slika 3, Slika 4). Podoskop je bio povezan s kamerom koja je bila uključena i povezana s laptopom, te se na taj način vršilo snimanje oba stopala i arhiviralo u poseban program software-a (Video Pack – videograpfy). U tom programu precizno je u stupnjevima izmjerena medijalna strana svoda za svako stopalo posebno (desno i lijevo, odnosno odrazno i neodrazno).

Slika 3. Izvorna slika mjerenja spuštenosti stopala podoskopom

Slika 4. Izvorna slika mjerenja spuštenosti stopala (podoskop)

4.3.3. Podoskop

Podoskop je dijagnostički elektronski aparat s polariziranim svjetlom. Omogućeno je mjerenje dimenzija stopala u statičkom položaju, veličina kontaktne površine, pritisak na pojedine dijelove stopala te medijalna i lateralna spuštenost svodova (Slika 5 i Slika 6.).

Slika 5. Podoskop

http://koordinacja.com.pl/wpconten/uploads/2015/08/PodoskopDiagnostycznyKomputerowy.jpg

Slika 6. Otisak stopala na podoskopu

http:// koordinacja.com.pl/wpconten/uploads/2015/08/PodoskopDiagnostycznyKomputerowy.jpg

4.4. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli čine:

a) skup antropometrijskih varijabli koje čini 9 morfoloških mjera
b) skup od 11 varijabli za procjenu eksplozivne jakosti donjih ekstremiteta
c) skup od 8 varijabli (pravaca) za procjenu sposobnost održavanja položaja dinamičke ravnoteže
d) varijable na temelju PAQ-C upitnika za procjenu razine tjelesne aktivnosti.

4.4.1. Morfološke varijable – Antropometrija

Za procjenu antropometrijskih mjera koristila se metoda standardiziranog postupka mjerenja koji je opisan u međunarodnom biološkom programu (IBP–engl. International biological programme). Varijable koje su odabrane za potrebe ovog istraživanja, kao i tehnike mjerenja sukladne su međunarodnom biološkom programu (Mišigoj-Duraković, 2008). Skup

morfoloških varijabli koji se koristio u ovom istraživanju formiran je u skladu s ciljevima istraživanja. Sastoji se od 8 morfoloških mjera na temelju kojih je izračunan indeks tjelesne mase kao pokazatelj statusa uhranjenosti djece.

Sve dimenzije donjih ekstremiteta bile su bilateralno i unilateralno izmjerene.

Izbor i popis morfoloških varijabli:

A. Longitudinalne dimenzionalnosti skeleta:
   a) visina tijela
   b) dužina noge
   c) dužina stopala.

B. Volumen i masa tijela:
   a) težina tijela
   b) opseg potkoljenice
   c) opseg natkoljenice
   d) opseg trupa.

C. Transverzalne dimenzionalnosti skeleta:
   a) širina stopala (dijametar stopala).

Prije samog početka mjerenja izvršena je provjera točnosti mjernog instrumenta.

Uvjeti mjerenja morfoloških obilježja bili su standardni u svim školama i mjereni su na sljedeći način:

1. Antropometrijska mjerenja provedena su uvijek u jutarnjim satima nastave.
2. Mjerni instrumenti bili su isti u svim školama, standardne izrade i baždareni prije mjerenja.
3. Prostor u kojem se provodilo mjerenje – dvorana, bila je dovoljno velika, osvijetljena i temperirana da su se učenici u sportskoj odjeći osjećali ugodno.
4. Ispitanici koji su sudjelovali u istraživanju bili su izolirani od ostalih učenika koji nisu sudjelovali.

5. Sve varijable morfoloških obilježja, odnosno tjelesna masa, tjelesna visina, opseg natkoljenice, opseg potkoljenice, opseg trbuha, dužina i širina stopala mjereni su jednokratno.
6. Mjerenje su provodili kineziolozi koji su za to educirani, pri čemu je uvijek isti ispitivač mjerio iste varijable u svim školama.

Opis varijable za procjenu morfoloških obilježja učenika:

1. Visina tijela – (VT)

Visina tijela (VT) je mjera tzv. longitudinalne dimenzionalnosti skeleta koja je odgovorna za rast kostiju u dužinu. Testirana je antropometrom po Martinu (GPM, Švicarska) s točnošću od 0,5 cm. Rezultat je upisivan u milimetrima (mm), npr. /1/7/5/5/ što je 175,5 cm. Ispitanik je stajao na ravnoj podlozi, s težinom raspoređenom jednako na obje noge. Ramena su relaksirana, pete skupljene, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena glave (točka verteks) tako da prijanja čvrsto, ali bez pritiska.

2. Masa tijela – (MT)

Masa tijela (MT) spada u mjere tzv. volumena i mase tijela, a mjerena je digitalnom vagom. Ispitanik je bos, odjeven za sat tjelesnog odgoja (kratke hlače i majica kratkih rukava) stajao mirno u spretnom stavu do potpunog smirenja. Vaga je stajala na vodoravnoj podlozi. Nakon svakog desetog mjerenja vaga je bila kontrolirana tako da pokazuje 0 kg. Rezultat se očitao u zaokruženom broju desetih dijelova kg s najmanjom točnošću od 0.5 kg i tada se očitao rezultat koji je odgovarao bližem razdjeljku, a isti se upisao, npr. masa tijela od 67 ,5 kg upisana je kao /6/7/5/.

3. Indeks tjelesne mase – (ITM)

Indeks tjelesne mase (ITM) prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) utvrđen je omjerom vrijednosti tjelesne mase (MT) osobe izražene u kilogramima (kg) podijeljen s kvadratom vrijednosti tjelesne visine (VT) u centimetrima (cm^2): ITM = kg/ cm^2 , tj. (BMI) = m / h^2.

4. Dužina odrazne noge – (DON). Dužina neodrazne noge – (DNN)

Dužina nogu testirana je antropometrom po Martinu (GPM, Švicarska) s točnošću od 0,5 cm. Ispitanik je stajao na ravnoj podlozi s nešto razmaknutim paralelnim stopalima. Težina je bila jednako raspoređena na obje noge. Mjerila se udaljenost od baze do točke iliospinale (spina iliaca anterior superior) na koju se postavlja vrh pomičnog kraka antropometra (Slika 7). Rezultat se očitavao s točnošću od 0.1 cm. Rezultat je upisivan u milimetrima.

Slika 6. Izvorna slika mjerenja dužine nogu

5. Opseg trbuha – (OT)

Opseg trbuha mjeren je centimetarskom vrpcom. Ispitanik je stajao u paralelnom stavu, opruženih ruku, relaksiran. Centimetarskom vrpcom obuhvatilo se područje trbuha na najužem mjestu iznad umbilikusa (obično 2-3 prsta iznad umbilikusa) u vodoravnoj liniji (Slika 8). Vrijednosti su iskazane u 0,1 cm.

Slika 7. Izvorna slika mjerenja opsega trupa

6. Opseg natkoljenice odrazne noge - (ONON). Opseg natkoljenice neodrazne noge - (ONNN)

Mjerio se centimetarskom vrpcom. Ispitanik je stajao težinom ravnomjerno raspoređenoj na obje noge. Stopala su bila nešto razmaknuta i paralelno postavljena. Vrpca se postavljala vodoravno ispod glutealne brazde. Vrijednosti su iskazane u 0,1 cm (Slika 9).

Slika 8. Izvorna slika mjerenja opsega natkoljenice

7. Opseg potkoljenice odrazne noge – (OPON). Opseg potkoljenice neodrazne noge - (OPNN)

Mjerio se centimetarskom vrpcom. Ispitanik je sjedio tako da su mu noge slobodno visjele. Vrpca je bila položena vodoravno na najširem mjestu u gornjoj trećini potkoljenice. Vrijednosti su iskazane u 0,1 cm.

8. Dužina stopala odrazne noge – (DSON). Dužina stopala neodrazne noge – (DSNN)

Dužina stopala mjerna je skraćenim antropometrom po Martinu (GPM, Švicarska) s točnošću od 0,1 cm. Ispitanik je stajao u uspravnom položaju sa stopalom položenim na vodoravnu podlogu. Krakovi antropometra su bez pritiskanja postavljeni na petu i na vrh najdužeg prsta (Slika 10). Rezultat je upisivan u milimetrima.

Slika 9. Izvorna slika mjerenja dužine stopala

9. Širina stopala odrazne noge – (ŠSON). Širina stopala odrazne noge – (ŠSON)

Mjerilo se kliznim šestarom. Ispitanik je stajao, noge su bile lako razmaknute i jednako opterećene. Mjerenje se izvodilo s gornje strane stopala. Krakovi kliznog šestara postavljani su postranično na prvu i petu metakarpalnu kost (točka metatarsale tibiale i metarasale fibulare). Rezultat je očitan s točnošću od 0.1 cm i upisan u milimetrima.

4.4.2. Uzorak varijabli motoričkih sposobnosti - Eksplozivna jakost

Prostor motorike pokriven je setom varijabli iz područja eksplozivne jakosti i dinamičke ravnoteže. Za utvrđivanje eksplozivnih svojstava korištene su varijable za procjenu brzinsko-snažnih svojstava mišića, vertikalne i horizontalne skočnosti.

Za procjenu vertikalne komponente eksplozivne snage korišten je ekscentrično-koncentrični skok u vis s pripremom (engl. *countermovement jump*), bez aktivnog angažmana gornjih ekstremiteta u bilateralnoj i u unilateralnoj izvedbi s odraznom i neodraznom nogom.

Za procjenu horizontalne komponente eksplozivne jakosti korišten je ekscentrično-koncentrični skok u dalj s mjesta s pripremom (*engl. double-limb-broad jump*), bez aktivnog angažmana gornjih ekstremiteta u bilateralnoj i u unilateralnoj izvedbi s odraznom i neodraznom nogom.

Za procjenu horizontalne komponente eksplozivne jakosti korišten je ekscentrično-koncentrični skok „troskok" (*eng. crossover hop for distance*) u unilateralnoj izvedbi s odraznom i neodraznom nogom.

Za procjenu horizontalne eksplozivne jakosti tipa trčanja, korišteni su testovi sprinta na deset metara (10 m), dvadeset metara (20 m) i četrdeset metara (40 m). Za procjenu komponente dinamičke ravnoteže korišten je zvjezdoliki test (*engl. Star Excursion Balance Test- SEBT*).

Izbor i popis varijabli eksplozivne jakosti:

a) Tip skočnosti:

1. Skok u dalj s mjesta (sunožno – horizontalna jakost - BIZ)
2. Skok u dalj s mjesta odraznom nogom (jednonožni-horizontalna jakost - UIZ)
3. Skok u dalj s mjesta neodraznom nogom (jednonožni-horizontalna jakost - UIZ)
4. Skok u vis s mjesta (sunožno – vertikalna jakost - BIZ)
5. Skok u vis s mjesta odraznom nogom (jednonožni-vertikalna jakost - UIZ)
6. Skok u vis s mjesta neodraznom nogom (jednonožni - vertikalna jakost - UIZ)
7. Troskok odraznom nogom (jednonožni - horizontalna jakost - UIZ)
8. Troskok neodraznom nogom (jednonožni - horizontalna jakost - UIZ).

b) Tip trčanja (sprinta):

1. Sprint iz visokog starta na 10 m (horizontalno određena distanca)
2. Sprint iz visokog starta na 20 m (horizontalno određena distanca)
3. Sprint iz visokog starta na 40 m (horizontalno određena distanca).

Opis varijable za procjenu eksplozivne jakosti ispitanika tipa vertikalne i horizontalne skočnosti u UIZ i BIZ odraznoj i neodraznoj nozi:

Sva mjerenja izvodila su se u zatvorenom prostoru (sportskim dvoranama). Ispitanicima je dano do znanja da pri provođenju testa budu maksimalno koncentrirani te da izvrše maksimalni skok. Prije realizacije testa ispitanici su bili podvrgnuti standardnom zagrijavanju u trajanju od 5 do 7 minuta.

1. *Skok u dalj s mjesta u bilateralnoj izvedbi (BIZ), horizontalne skočnosti (Myer i sur. 2011) – (SDB)*

Za procjenu motoričke sposobnosti eksplozivne jakosti korišteni su testovi koji su opisani prema Myeru i sur. (2011). Mjerenje je bilo izvršeno bilateralno i unilateralno. Test koji je korišten procjenjuje ekscentrično-koncentričnu komponentu eksplozivnosti skoka (dužina skoka izmjerena u centimetrima), transfer elastične energije i koordinaciju ekstremiteta u izvođenju skoka. Na podu je bila označena početna (odskočna) linija. Od početne linije na udaljenosti od 2 metra pa sve do 3,3 metra na svakih 5 cm označene su paralelne linije duge 30 cm. Ispitanik je stajao bos, dodirujući nožnim prstima sam rub početne linije. Ruke su bile fiksirane na kukovima (zbog maksimalne izolacije prilikom skoka). Ispitanik je nekoliko sekundi stajao u uspravnom položaju iz kojeg se spustio u poziciju polučučnja (noge su flektirane u koljenima pod kutom od 90º) i bez zamaha i bez zaustavljanja u točki promjene smjera kretanja izveo maksimalni sunožni odraz prema naprijed. Nakon doskoka s obje noge, ispitanik je ostao najmanje 2 sekunde u uspravnom položaju kako bi ispitivač uspio registrirati rezultat. Tijekom izvođenja testa sve faze skoka su bile povezane, tj. nije bilo pauze u trenutku promjene smjera kretanja. Zadatak je ponavljan 3 puta u razmaku od 30 sekundi. Nakon uspješnog skoka ispitivač je centimetarskom vrpcom izmjerio rezultat i registrirao ga. Mjerila se dužina skoka od početne linije do najbližeg mjesta odraza, odnosno položaja pete (Slika 11). Neuspješnim skokom smatrao se skok u kojem su ruke bile odmaknute od kukova, u kojem se rukama zamahivalo, kada nije bio izveden sunožni odraz, ako je ispitanik prestupio početnu liniju, ako je prije skoka prethodio dokorak, u slučaju dvostrukog odraza (poskoka) u mjestu prije skoka te ako je ispitanik pri doskoku sjeo ili pao. Zadatak je demonstriran i objašnjeno je da doskok mora biti na dvije noge, a u slučaju neispravnog skoka zadatak se ponavlja. Rezultat je izražen u centimetrima i registrirala su se sva 3 rezultata koja su dalje obrađivanja. Ispitanik je imao jedan probni pokušaj.

Slika 10. Izvorna slika mjerenja skoka u dalj s mjesta u bilateralnoj izvedbi (BIZ)

2. *Skok u dalj s mjesta u unilateralnoj izvedbi (UIZ) odrazne noge, horizontalne skočnosti. (Myer i sur. 2011) - (SDUON)*

Na podu je bila označena početna (odskočna) linija. Od početne linije na udaljenosti od 2 metra pa sve do 3,3 metra na svakih 5 cm označene su paralelne linije dužine 30 cm. Ispitanik je stajao bos s jednom nogom (odraznom) dodirujući nožnim prstom rub početne linije, dok je druga noga bila u polu savijenom položaju. Ruke su bile fiksirane na kukovima (zbog maksimalne izolacije prilikom skoka). Ispitanik je stajao u uspravnom položaju nekoliko sekundi iz kojeg se neodraznom, odnosno stajnom nogom spustio u poziciju polučučnja (stajna noga mu je bila flektirana u koljenu pod kutom od 90^0) i bez zamaha i zaustavljanja u točki promjene smjera kretanja izveo maksimalni jednonožni (unilateralni) odraz prema naprijed što je dalje mogao. Tijekom izvođenja testa sve faze skoka su bile povezane, tj. nije bilo pauze u trenutku promjene smjera kretanja. Nakon doskoka na istu nogu ispitanik je ostajao najmanje 2 sekunde u uspravnom položaju kako bi ispitivač uspio registrirati rezultat. Izmjerena je dužina skoka od početne linije do najbližeg mjesta odraza, odnosno položaja pete. Zadatak je ponavljan 3 puta u razmaku od 30 sekundi. Zadatak je demonstriran i objašnjen. Doskok je bio na jednoj nozi. U slučaju neispravnog skoka zadatak je ponavljan. Rezultat je izražen u centimetrima i registrirana su sva 3 rezultata koja su išla na daljnju obradu (Slika 12) Neuspješnim skokom smatrao se skok u kojem su ruke bile odmaknute od kukova, u kojem se rukama zamahivalo, u slučaju jednonožnog odraza (poskoka) u mjestu prije skoka, ako je ispitanik prestupio početnu liniju, ako je skoku

prethodio dokorak , skok nakon kojeg je ispitanik pri doskoku sjeo, pao, izgubio ravnotežu ili stao na drugu nogu. Svaki ispitanik je imao jedan probni pokušaj.

Slika 11. Izvorna slika mjerenja skoka u dalj s mjesta u unilateralnoj izvedbi (BIZ)

3. *Skok u dalj s mjesta u unilateralnoj izvedbi (UIZ) neodrazne noge, horizontalne skočnosti. (Myer i sur. 2011) - (SDUNN)*

Kod ove izvedbe proveden je potpuno isti postupak mjerenja, s razlikom da je ispitanik stajao na neodrzanoj nozi.

4. *Skok u vis s mjesta (Counter Movement Jump – CMJ) u bilateralnoj izvedbi (BIZ), vertikalne skočnosti - Sargent test – (SVB)*

Test procjenjuje ekscentrično-koncentričnu komponentu eksplozivne snage poput vertikalnih i horizontalnih skokova, transfer energije i koordinaciju donjih ekstremiteta u izvođenju skoka. Pouzdanost mjernog instrumenta izražena je intraklasnim koeficijentom korelacije (ICC), koji iznosi 0.98, i koeficijentom varijacije (CV), koji iznosi 2.8% (Marković i sur. 2004). Visina skoka izmjerena je u centimetrima. Za mjerenje ovog testa korištena je daska veličine 150 x 30 x 1,5 cm crno obojena, s paralelno povećanom linijom bijele boje u razmacima od 1 cm. Kod svake desete linije napisani su brojevi od 210 do 350. Daska je obješena na zid tako da je donji rub bio 200 cm od tla. Ispitanik je stajao bos te ramenom i kukom postavljen do zida (s

one strane tijela na kojoj je jača ruka). Stopala su bila razmaknuta u širini kukova. Ispitanik je uzručio rukom koja je bila bliža zidu i opružene prste prislonio uz ploču. Ruka je bila maksimalno istegnuta u ramenom zglobu. Mjerilac je zabilježio visinu i označio točku (M1). Prije izvođenja testa ispitanik je stavio vrh prstiju u magnezij. Test se provodio tako da je svaki ispitanik stajao u uspravnom položaju nekoliko sekundi iz kojeg se spustio u poziciju polučučnja (ekscentrična faza, noge su flektirane u koljenima pod kutom od 90º) i bez zaustavljanja u točki promjene smjera kretanja izveo maksimalni vertikalni skok (koncentričana faza) i prstima dodirnuo najvišu točku na ploči (M2). Slijedio je meki doskok s laganom fleksijom u koljenima te ponovno zauzimanje početnog položaja. Tijekom izvođenja testa sve faze skoka su bile povezane, tj. nije bilo pauze u trenutku promjene smjera kretanja. Ruke ispitanika bile su fiksirane na kukovima (zbog maksimalne izolacije prilikom skoka). Mjerilac upisuje razliku u centimetrima između visine dohvata u mirovanju (M1) i najviše točke pri skoku (M2). Test procjenjuje ekscentrično-koncentričnu eksplozivnu jakost donjih ekstremiteta. Zadatak je izveden 3 puta u razmaku od 30 sekundi (Slika 13) . Neuspješnim skokom smatrao se skok u kojem su ruke bile odmaknute od trupa, u kojem se rukama zamahivalo, skok nakon dvostrukog odraza (poskoka) u mjestu prije skoka, također ako skok koji nije bio izveden sunožnim odrazom, skok kojem je prethodio dokorak, te ako ispitanik nije uspio rukom ostaviti trag na ploči. Test je ispitanicima bio objašnjen i demonstriran te je svaki ispitanik imao jedan probni pokušaj.

Slika 12. https://www.brianmac.co.uk/pictures/tests/sgt-jump-start.jpg

5. *Skok u vis s mjesta u unilateralnoj izvedbi (UIZ), odrazne noge, vertikalne skočnosti (Counter Movement Jump-CMJ) – Sargent test– (SVUON)*

Test procjenjuje ekscentrično-koncentričnu komponentu eksplozivnosti skoka, transfer elastične energije i koordinaciju ekstremiteta u izvođenju skoka. Visina skoka izmjerena je u centimetrima. Rekvizit za mjerenje bila je daska veličine 150 x 30 x 1,5 crno obojena s poprečno povećanom linijom bijele boje u razmacima od 1 cm. Kod svake desete linije napisani su brojevi od 210 do 350. Na zidu je obješena daska tako da je donji rub bio 200 cm od tla. Ispitanik je stajao bos te se ramenom i kukom postavio do zida (s one strane tijela na kojoj je jača ruka). Stopala su bila razmaknuta u širini kukova. Ispitanik je uzručio rukom koja je bliža zidu i opružene prste prislonio uz ploču. Ruka je bila maksimalno istegnuta u ramenom zglobu. Mjerilac je zabilježio visinu i označio točku (M1). Prije izvođenja testa ispitanik je stavio vrh prstiju u magnezij. Ispitanik je stajao na odraznoj nozi dok mu je druga noga bila u polusavijenom položaju. Jedna ruka bila je maksimalno ispružena na zidu, dok je druga ruka bila fiksirana na kuku. Ispitanik je nekoliko sekundi stajao u uspravnom položaju iz kojeg se spustio u poziciju polučučnja, tj.ekscentrične faze (noga je flektirana u koljenu pod kutom od 90º) i bez zaustavljanja u točki promjene smjera kretanja izveo maksimalni vertikalni skok (koncentričana faza) odraznom nogom i prstima dodirnuo najvišu točku na ploči (M2). Slijedio je meki doskok na istu nogu i lagana fleksija u koljenu te ponovno zauzimanje početnog položaja. Ispitivač je upisao razliku u centimetrima između visine dohvata u mirovanju (M1) i najviše točke pri skoku (M2). Zadatak je ponovljen 3 puta u razmaku od 30 sekundi. Neuspješnim skokom smatrao se skok u kojem su ruke bile odmaknute od kuka, u kojem se rukama zamahivalo , skok nakon dvostrukog odraza (poskoka) u mjestu prije skoka, također skok koji nije bio izveden unilateralno, skok kojem je prethodio dokorak te ako ispitanik nije uspio rukom ostaviti trag na ploči. Test je ispitanicima istovremeno objašnjen i demonstriran te je svaki ispitanik imao jedan probni pokušaj.

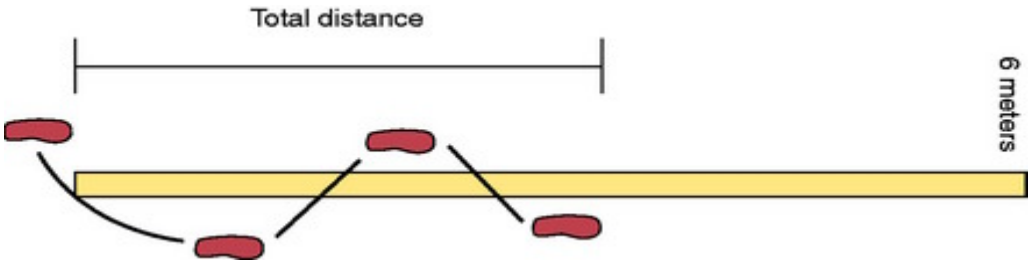
6. *Skok u vis s mjesta u unilateralnoj izvedbi (UIZ), neodrazne noge, vertikalne skočnosti (Counter Movement Jump-CMJ) – Sargent test – (SVUNN)*

I kod ove izvedbe provodio se potpuno isti postupak mjerenja, s razlikom da je ispitanik stajao na neodraznoj nozi.

7. *Troskok s mjesta u unilateralnoj izvedbi (UIZ) odrazne noge, horizontalne skočnosti. (Myer i sur. 2011) – (TUON)*

Test procjenjuje ekscentrično-koncentričnu komponentu eksplozivnosti skoka, transfer energije i koordinaciju ekstremiteta u izvođenju skoka. Dužina skoka izmjerena je u centimetrima. Prije realizacije testa ispitanici su bili podvrgnuti standardnom zagrijavanju u trajanju od 5 do 7 minuta. U dvorani je postavljena traka dužine 6 metara i širine 15 cm. Ispitanik je stajao bos, odraznom nogom na rubu početne linije s jedne strane trake, dok mu je druga noga bila u polu savijenom položaju. Ruke su bile fiksirane na kukovima (zbog maksimalne izolacije prilikom skoka) i bez zamaha je izveo tri maksimalna skoka istom nogom. Prvi skok se izvodio s medijalne strane odrazne noge iznad trake na suprotno polje, slijedio je drugi skok s lateralne strane odrazne noge iznad trake na drugo polje i završio trećim skokom s medijalne strane odrazne noge. Mjerenje se smatralo ispravnim kada je ispitanik nakon trećeg doskoka ostao stajati u uspravnom položaju najmanje 2 sekunde te je ispitivač registrirao rezultat (Slika 14 i Slika 15). Centimetarskom vrpcom mjerila se maksimalna udaljenost od početne točke do najbližeg odraza (pete) najudaljenije točke. Zadatak je ponavljan 3 puta u razmaku od 30 sekundi. Mjerilac je stajao uz rub početne linije i provjeravao da nožni prst ispitanika ne prelazi samu liniju. Rezultat je izražen u centimetrima te su registrirana sva 3 rezultata koja su išla na daljnju obradu.

Slika 13. Troskok u unilateralnoj izvedbi (UIZ), http://lizrutledge.com/parsons/category/fall-2010/major-studio/instruction-set-forstrangers



Slika 14. Troskok u unilateralnoj izvedbi (UIZ), http://lizrutledge.com/parsons/category/fall-2010/major-studio/instruction-set-forstrangers

Neuspješnim troskokom smatrao se troskok u kojem su ruke bile odmaknute od kukova, u kojem se rukama zamahivalo, troskok nakon jednonožnog odraza (poskoka) u mjestu prije skoka, ako je ispitanik prestupio početnu liniju, u slučaju stajanja na traci, troskok kojem je prethodio dokorak , ako je ispitaniku pri doskoku druga noga dotakla tlo prilikom skakanja te ako je ispitanik pri doskoku sjeo, pao ili izgubio ravnotežu. Svaki ispitanik imao je jedan probni pokušaj.

8. *Troskok s mjesta u unilateralnoj izvedbi (UIZ) neodrazne noge, horizontalne skočnosti. (Myer i sur. 2011) – (TUNN)*

I kod ove izvedbe provodio se potpuno isti postupak mjerenja, s razlikom da je ispitanik stajao na neodraznoj nozi.

Procjena eksplozivne jakosti ispitanika, horizontalne skočnosti, tipa sprinta:

9. *Trčanje - Sprint na 10 m, 20 m i 40 m. iz visokog starta - (Myer i sur. 2011)*

Svrha ovog ispitivanja bila je odrediti ubrzanje, maksimalnu brzinu trčanja i izdržljivost ovisno o duljini staze. Test se izvodio u dvorani na tvrdoj i ravnoj podlozi. Na 10 m, 20 m i 40 m od startne linije postavljena je linija cilja. Obje linije međusobno su bile paralelne i dužine 1,5 m. 10 m, 20 m i 40 m mjereno je tako da je širina startne linije ulazila u mjeru od 10, 20 i 40 metara, a širina linije cilja ne. Ispitanik je stajao u položaju visokog starta iza startne linije. Vrijeme je mjereno štopericom. Zadatak je ponavljan 3 puta, s pauzom između svakog trčanja. Zadatak je završen kada je ispitanik grudima prešao ravninu cilja. Mjerilo se vrijeme u desetinkama sekunde od udarca daščicama do momenta kada je ispitanik grudima

došao do cilja. Trčanje se smatralo neispravnim kada je ispitanik istrčao prije udarca daščicama ili prestupio startnu liniju (Slika 16 i Slika 17). Mjerilac je demonstrirao početni stav za visoki start i ujedno dao upute. Ispitanici su trčali bosi. Svaki ispitanik imao je jedan probni pokušaj.

Slika 15. Trčanje sprinta

Slika 16. Trčanje sprinta na10 m, 20m, 40m

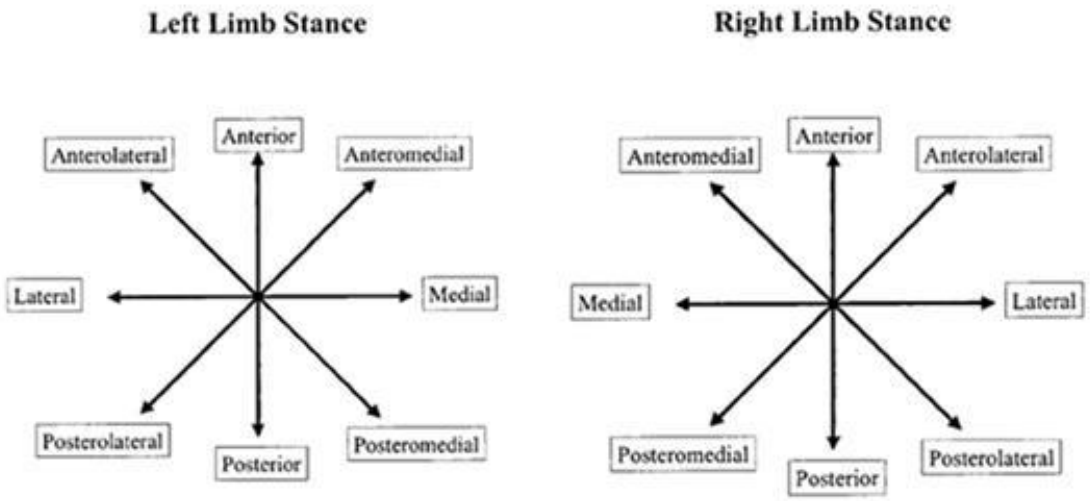
http://www.google.gr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=3h61W1FaPFdMM&tbnid=tZ5iXtrR37rTqM:&ved=0CAUQjRw&url.

4.4.3. Uzorak varijabli motoričkih sposobnosti - Dinamička ravnoteža

Procjena dinamičke ravnoteže ispitanika u UIZ odraznoj i neodraznoj nozi. Zvjezdoliki test – SEBT.

Mjerni instrument kojim se mjerila i procijenila dinamička ravnoteža je zvjezdoliki test (*engl. Star Excursion Balance Test - SEBT*). Ispitanik je stojeći na jednoj nozi na sjecištu osam pravaca pokušavao dotaknuti što dalju točku na svim pravcima (Slika 19). U svakom su se pravcu mjerile tri čestice. Mjera dinamičke ravnoteže bila je prosječna dužina na svakoj od te tri čestice izmjerena u centimetrima. (Olmsted i sur., 2002). U dvorani su postavljene 2 testne mreže, za desnu i za lijevu nogu, a koje su se sastojale od 8 linija, odnosno pravaca postavljenih pod 45^{o} u različitim smjerovima: anterolateralni (AL), anteriorni (A), anteromedialni (AM), medialni (M), postero-medialni (PM), posteriorni (P), posterolateralni (PL) i lateralni (L). Ispitanik je stajao bos na jednoj nozi u središtu testne mreže, ruke su bile fiksirane na bokovima, te je zadržavajući ravnotežu, drugom nogom pokušao laganim dodirom maksimalno dosegnuti najudaljeniju točku svake linije, odnosno pravca, bez da se oslanja na nju. Polazna (startna) točka ispitanika je bisekcija lateralnog maleolusa koji se nalazi na sredini stopala. Zadatak se ponavljao 3 puta po istoj liniji, vraćajući nogu u početnu poziciju (središte testne mreže). Mjerenje se smatralo gotovim kada je ispitanik uspješno dotaknuo zadnju liniju (pravac) koja se nalazila iza noge na kojoj stoji (lateralni pravac). Mjerilac je svaki postignuti pokušaj označio te je nakon uspješno obavljenog testa u svim pravcima, centimetarskom vrpcom izmjerio udaljenost od središta do točke koju je ispitanik dosegnuo te registrirao rezultate koji su išli u daljnju obradu. Rezultati koji su izraženi u centimetrima normalizirani su na osnovi dužine noge (Olmsted i sur., 2002). Test se smatrao neuspješnim ako se noga na kojoj je ispitanik stajao pomaknula, ako ruke nisu bile fiksirane na bokovima, ako se ispitanik oslonio na nogu kojom je izvodio doseg, ako se ispitanik nakon dosega nije vratio u početnu poziciju (središte testne mreže), te u slučaju da je ispitanik nakon dosega pao, sjeo ili izgubio ravnotežu. Mjerilac je demonstrirao i objasnio zadatak ispitanicima. Prije mjerenja svaki je ispitanik imao jedan probni pokušaj u svim smjerovima s obje noge kako bi se minimalizirale pogreške pri izvođenju samog testa. Izvedba testa započela je korištenjem odrazne noge kod svih ispitanika. Nakon svih uspješnih pokušaja odrazne noge, ispitanici su se odmarali 5 minuta te se mjerenje nastavilo istim postupkom, koristeći neodrazne nogu. Kod mjerenja neodrazne noge postupak izvedbe testa je isti (koristi

se 8 pravaca), osim što je smjer pravaca suprotan (pojam 'ogledalo') od smjera kod odrazne noge (Slika 18 i 19).



Slika 17. Pravci izvođenja dinamičke ravnoteže odraznom i neodraznom nogom

Slika 18. Izvorna slika mjerenja dinamičke ravnoteže

Opis varijabli dinamičke ravnoteže – pravci kretanja – SEBT

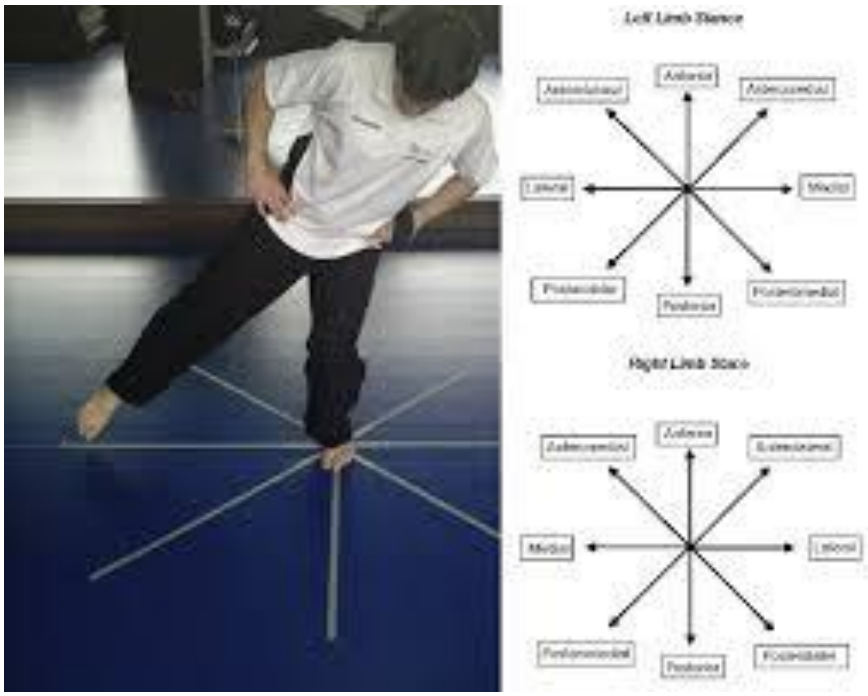
Anterior (A) – prednji. Anteriomedial (AM) – prednji-unutarnji. Medial (M) – unutarnji. Posteriomedial (PM) – stražnji-unutarnji. Posterior (P) – stražnji. Posteriolateral (PL) – stražnji-vanjski. Anteriolateral (AL) – prednji-vanjski. Lateral (L) – vanjski.

Opis varijabli dinamičke ravnoteže odrazne noge:

1. Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriolateral (DRONAL)
2. Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)
3. Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRONAM)
4. Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM
5. Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRONPM)
6. Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)
7. Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRONPL)
8. Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)
9. Dinamička ravnoteža odrazna noga prosjek kroz 8 pravaca (DRONP8P)

Opis varijabli dinamičke ravnoteže neodrazne noge:

1. Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriolateral (DRNNAL)
2. Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRNNA)
3. Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRNNAM)
4. Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRNNM
5. Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRNNPM)
6. Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRNNP)
7. Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRNNPL)
8. Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRNNL)
9. Dinamička ravnoteža odrazna noga prosjek kroz 8 pravaca (DRNNP8P)



Slika 19. Izvođenje dinamičke ravnoteže; https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSFbyQ1duSY0o0wnNmdbtAKQkL63PfSNVHsg5EOARUBnR2FKPkA

4.5. Razina tjelesne aktivnosti ispitanika (RTA)

RTA ispitanika procijenjena je posebnim anketnim upitnikom (PAQ-C) modificiranim po (Crocker i Donen, 2004) koji obuhvaća pitanja vezana za vrstu aktivnosti te učestalost.

Svjetska zdravstvena organizacija (World Health Organization - WHO) definirala je tjelesnu aktivnost kao sve tjelesne pokrete tj. kretanje u svakodnevnom životu, uključujući posao ili školu, transport, rekreaciju i sportske aktivnosti u slobodno vrijeme, kućanske poslove i sportski trening, a kategorizirana je prema razini intenziteta, od niskog preko umjerenog, do snažnog, tj. visokog intenziteta (Pan American Health Organisation, 2002). Pojedini autori (Powell i sur. 1985; Caspersen i sur. 1985) definiraju tjelesnu aktivnost kao svaki pokret tijela koji je izveden aktivacijom skeletnih mišića, a rezultira potrošnjom energije.

Postoje četiri kategorije tjelesne aktivnosti:

a) tjelesna aktivnost na radnom mjestu ili u školi (occupational physical activity)
b) tjelesna aktivnost vezana uz prijevoz, tj. putovanje s mjesta na mjesto (transportation physical activity)
c) tjelesna aktivnost u kući i oko kuće (housework, house maintenance)
d) tjelesna aktivnost u slobodno vrijeme (leisure-time physical activity).

S aspekta kineziološke rekreacije, tjelesna aktivnost odnosi se na provođenje aktivnosti u slobodno vrijeme i odnosi se na sve oblike individualnog ili grupnog vježbanja te bavljenja rekreacijskim sportom. Znanstvena istraživanja dokazala su da aktivnosti u slobodno vrijeme nisu jedini parametar koji je prihvaćen kako bi se mjerila tjelesna aktivnost iz razloga jer je dokazano da postoji povezanost RTA u slobodno vrijeme i RTA u ostalim kategorijama, a koje obuhvaćaju tjelesnu aktivnost na radnom mjestu, u školi, u/oko kuće, u prijevozu i sl. (Schnaider i Becker, 2005).

Metode mjerenja (RTA):

Kako bi se utvrdila RTA pojedine osobe ili pojedine populacije, razvijene su različite metode, odnosno mjerni instrumenti koji bi se mogli podijeliti u tri osnovne grupe: laboratorijske metode, metode zasnovane na korištenju elektronskih sprava i instrumenata te anketne metode zasnovane na samoprocjeni tjelesne aktivnosti samog ispitanika. Zbog velikog broja metoda za mjerenje, tj. procjenu tjelesne aktivnosti javila se potreba za standardiziranjem mjerenja kako bi rezultati nezavisnih studija bili međusobno komparabilni. Iako svaka od spomenutih metoda ima svoje prednosti i primjenjivost, jedna od direktnih metoda koja je ujedno i najpraktičnija metoda ispitivanja tjelesne aktivnosti kada se radi na velikom uzorku ispitanika, je upitnik ili anketa o tjelesnoj aktivnosti koji ispunjava ispitanik ili anketar. S ciljem procjene RTA primjenjuje se veliki broj upitnika koji se razlikuju po primjeni različitih tehnika kako bi se ispitaniku pomoglo u odgovoru s obzirom na vrijeme trajanja, intenzitet i tip aktivnosti u koji je uključen, kao i po broju i podrobnosti pitanja (Mišigoj-Duraković i sur. 1999). S obzirom da postoji razlika u upitnicima po valjanosti i ponovljivosti, provedene su brojne studije s ciljem vrednovanja i utvrđivanja pouzdanosti upitnika. Od 1970. godine do danas je konstruirano preko 30 upitnika za procjenu tjelesne aktivnosti. Jedan od najčešće korištenih i ujedno vrlo pouzdan upitnik je PAQ-C upitnik (Crocker i sur. 2004) visoko cijenjen od stručnjaka u brojnim istraživačkim radovima. PAQ-C upitnik primijenjen je u istraživanjima

mnogih autora i institucija (Bates, 2006, Janz i sur., 2008; Martínez-Gómez i sur., 2009; Biddle & Asare, (2011), te na različitim uzorcima ispitanika, u kojima je uspoređivan s akcelerometrom te je pokazao dobru valjanost i pouzdanost. Upitnik je primjenjivan u nizu zemalja i preveden je na brojne jezike. Pokazao je dobre metrijske karakteristike. PAQ-C upitnik preveden je i na hrvatski jezik (Samaržija i Mišigoj-Duraković, 2013) te je također pokazao dobre metrijske karakteristike: koeficijent pouzdanosti, Cronbachov alpha koeficijent iznosio je 0,7613, što ukazuje na visoku pouzdanost ove metode. Standardizirana alpha iznosila je 0,78, a prosječna korelacija između čestica je r=0,17. Rezultati istraživanja potvrdili su daljnju primjenu upitnika u budućim istraživanjima.

Upitnik za procjenu RTA ispunjavali su učenici za vrijeme sata u učionici. Nakon što su im podijeljeni upitnici, svako pitanje je detaljno objašnjeno. Za vrijeme ispunjavanja upitnika učenici su se mogli obratiti za pomoć zbog mogućih nejasnoća. Učenicima je bilo posebno naglašeno da se radi o istraživanju, da se ne ocjenjuje te se od njih zatražila iskrenost odgovora po pitanju vrste aktivnosti, tjedne učestalosti i vremenskog trajanja svake aktivnosti. RTA procijenjena je PAQ-C upitnikom koji je konstruiran za djecu mlađe školske dobi (od 8 do 14 godina) s ciljem da procijeni ukupnu RTA. Sastoji se od ukupno 9 pitanja (prilog), a ukupni rezultat tjelesne aktivnosti obrađuju se na temelju aritmetičke sredine danih odgovora posebno vrednovanih na ljestvici od 1 do 5, gdje 1 označava nisku razinu tjelesne aktivnosti, a 5 označava visoku razinu tjelesne aktivnosti (Kowalski i sur., 2004.).

4.6. Indeks tjelesne mase – ITM

ITM - Indeks tjelesne mase (*engl. Body Mass Index - BMI*) usvojen je od Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) kao mjera procjene pretilosti i njenih stupnjeva i kao jedan od načina procjene statusa uhranjenosti. U kliničkom i epidemiološkom pristupu ITM smatra se pouzdanim pokazateljem stanja tjelesne mase za većinu djece i mladeži. ITM ne mjeri tjelesnu masnu masu izravno, odnosno ne može definirati postotak masnog tkiva u odnosu na mišićnu ili koštanu masu – što su osnovni kriteriji za procjenu je li određena osoba pretila ili mršava. Više i/ili mišićavije osobe općenito će imati viši ITM, premda će udio masnog tkiva biti relativno nizak. Takve osobe s velikom tjelesnom masom i visokim ITM ne mogu se

automatski kategorizirati kao pretili. Stoga, ITM ne može biti jedino mjerilo za procjenu pretilosti, ali se koristi kao dobra statistička mjera uhranjenosti (Mei i sur., 2002).

ITM utvrđen je omjerom vrijednosti tjelesne mase (TM) osobe izražene u kilogramima (kg) podijeljen s kvadratom vrijednosti tjelesne visine (TV) u centimetrima (cm^2): ITM = kg/ cm^2 . Međutim, istraživanja su pokazala da je od svih poznatih indeksa, ITM najuže povezan s količinom prekomjernog masnog tkiva u ljudskom tijelu. Vrijednosti preporučenog ITM kod odraslih, bez obzira na dob i spol, iznosi od 20 do 25 kg/m^2 prema klasifikaciji Svjetske zdravstvene organizacije za europsko stanovništvo. Prekomjerna tjelesna masa (ITM>25) i pretilost (ITM>30) definirana fiksnim vrijednostima ITM kod djece i adolescenata mijenja se sa dobi i tjelesnim razvojem. Iako je Svjetska zdravstvena organizacija preporučila vrijednosti ITM za europsko stanovništvo, one se mogu razlikovati od države do države, ovisno od tipske građe tijela. Vrijednosti ITM u djece tumače se na drugačiji način od tumačenja kod odraslih. Whitaker i sur. (1997) utvrdili su da se raspored tjelesne masnoće kod djece mijenja s godinama i različit je kod dječaka i kod djevojčica i iz tog razloga dobivene vrijednosti ITM-a i interpretacija rezultata kod djece tumače se na drukčiji način nego kod odraslih. Na osnovi rasporeda tjelesne masnoće kod djece, Colle i sur. (2000) izradili su međunarodnu klasifikaciju ITM-a za djecu i adolescente. Način izračunavanja je identičan kao kod odraslih osoba (ITM = kg/ cm^2), samo što se dobivena vrijednost ITM uspoređuje s tabličnim vrijednostima te se očituje u koju grupaciju izmjerena osoba pripada, s obzirom na spol i kronološku dob. U ovom radu kronološka dob ispitanika bila je između 13 i 14, 5 godina (7. i 8. razred osnovne škole), te je prema Colle i sur., (2000) mjeren ITM koji je prikazan i u sljedećoj tablici (Tablica 4).

Tablica 4. ITM - Indeks tjelesne mase usvojen je od Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) za djecu i adolescente

Age (years)	Males	Females	Males	Females
13	21.9	22.6	26.8	27.8
13.5	22.3	23.0	27.2	28.2
14	22.6	23.3	27.6	28.6
14.5	23.0	23.7	28.0	28.9

Vrijednosti ITM-a pokazuju normalnu tjelesnu masu, prekomjernu tjelesnu masu i visoku razinu pretilosti kod djece i adolescenata.

4.7. Definicija dominantne (odrazne) i nedominantne (neodrazne) noge u UIZ

Jedan od primarnih i temeljnih zadataka ovog rada bio je eksplicitno definirati i utvrditi odraznu i neodraznu nogu kod svakog ispitanika koristeći adekvatne metode, kao i mjerne instrumente u unilateralnoj izvedbi. Bilo je bitno definirati dominantnu nogu u odnosu na vrstu aktivnosti. Gotovo svi motorički testovi koje su ispitanici izvodili za procjenu eksplozivne jakosti su vertikalni i horizontalni skokovi. Za procjenu dinamičke ravnoteže ispitanici su morali držati ravnotežu stojeći stabilno jednom nogom u središtu mrežne zvijezde, dok su drugu pokušavali pružiti što dalje. Iz toga se može zaključiti da je bitan čimbenik bio definirati dominantnu nogu za odraz vertikalnog i horizontalnog skoka, kao i za procjenu stabilnosti, primjenjujući test dinamičke ravnoteže stojeći na jednoj nozi. Pojam odrazna noga temelji se na činjenici da dvije polutke mozga funkcioniraju različito i da postoji neko preferirano korištenje ekstremiteta za aktivnosti koje kontrolira voljni živčani sustav. Međutim, donji dominantni ekstremitet (noga) može biti povezan s vrstom zadatka koji bi trebalo izvesti (Velotta i sur., 2011). Kod dominantnog donjeg ekstremiteta (noge) drugačiji su zahtjevi i promatra se s obzirom na ulogu noge u različitim zadacima, kao mobilnost, odraznost i stabilnost. Jedna se noga može koristiti za manipulaciju predmeta, poput nogometne lopte, dok druga noga ima važnu ulogu posturalne kontrole i stabilnosti. Peters (1988) je utvrdio da je donji ekstremitet (noga) korišten kao dominantni ili nedominantni ovisno o zadatku koji je morao izvesti (manipulacija objekta ili odraz). Veliki broj autora pretpostavlja i uvažava da je odrazna noga također i preferirani ud i neodrazna noga nepreferirani ekstremitet. Ova pretpostavka može biti točna za zadatke koji zahtijevaju mobilnost, ali za više jednonožnih zadataka ili zadataka koji zahtijevaju ravnotežu i/ili stabilnost i odraznost, kao npr. jednonožno skakanje ili čak jednonožno stajanje u ravnoteži mogla bi biti upitna. Nekoliko studija (Gentry & Gabbard, 1995; Whittington i Richards, 1987, Chow & Tillman, 2005) potvrdilo je da ljudi uglavnom koriste desnu nogu za mobilizaciju zadataka, a lijevu za zadatke koji zahtijevaju posturalnu stabilizaciju. Također i Spry i sur. (1993) potvrdili su da odrazna noga (desna ili lijeva) ovisi o drugim zahtjevima kao što je težina zadataka pri izvođenju testova i vrste aktivnosti. Odrazna noga definirana je na osnovi 3 standardna testa prema Cornelis i sur., (2010):

a) šutiranje lopte (ball kick). Ispitanici su pitani kojom bi nogom šutirali - udarili loptu. U tom slučaju noga kojom su šutirali – udarili loptu, smatrala se dominantnom. Na ovaj način dominantnost noge utvrđena je i u drugim studijama (Weir i sur., 1997),
b) iskorak (step up). Ispitanici su iskoračili na platformu (40 cm). Nogom kojom su spontano (automatski) iskoračili smatrala se dominantnom i
c) skok – doskok (*eng. jump – landing*). Ispitanici su stajali na platformi s obje noge i bili su između ramena odostraga gurnuti prema naprijed. Noga kojom su iskoračili prije pada smatrala se dominantnom.

Odrazna noga bila je definirana kao noga koja je bila odrazna u barem dva od tri testa. Prema Čular, Miletić & Miletić, (2010) odrazna noga svih ispitanika određena je na osnovi testa odraza. Test odraza je metoda određivanja dominantne noge temeljem izvođenja zadatka jednonožnog odraza ispitanika (odrazna noga je ujedno i dominantna noga). Ispitanik je bez objašnjenja dobio zadatak da napravi maksimalan odraz u vis na osnovi čega se definirala dominantna–odrazna noga kojom je automatski i spontano skočio. Zadatak je ponovio 3 puta. Dominantnom - odraznom nogom smatrala se ona kojom je ispitanik skočio barem 2 od 3 pokušaja. Kako bi se definirala odrazna noga korištene su obje metode. Na osnovi vrijednosti koeficijenata korelacije između prve metode (Cornelis i sur., 2010) i metode „Test odraza" (r = 0,97) pokazala se visoka pouzdanost testa i kod gotovo svih ispitanika dominira ista noga.

4.8. Metode obrade podataka

Rezultati su obrađeni računalnim statističkim programom Statistika 12.0. Za sve kvantitativne varijable izračunati su deskriptivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), koeficijent asimetrije (SKEW) i koeficijent zakrivljenosti (KURT). Normalnost distribucije testirana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Za utvrđivanje značajnih razlika između grupa sa SST i NST, koristila se univarijantna analiza varijance (ANOVA). Za utvrđivanje varijabli koje najbolje diskriminiraju, odnosno razlikuju grupe ispitanika, koristila se diskriminativna analiza unutar koje su izračunati sljedeći parametri: Wilksova lambda, Chi kvadrat test, stupnjevi slobode, te p vrijednost. Povezanost varijabli s normalnim/spuštenim stopalom dobio se uz pomoć Pearsonovog koeficijenta korelacije. Vrijednosti ispod 0,30 smatraju se slabom, od 0,3 – 0,5 srednjom, od 0,5 – 0,80

jakom i iznad 0,8 vrlo jakom povezanošću. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0,05$. Za izračunavanje pouzdanosti testova korištena je Cronbachova alfa te prosječna korelacija između aritmetičkih sredina svakog mjerenja. Vrijednosti iznad 0,7 u društvenim se znanostima smatraju zadovoljavajućima.

5. REZULTATI

U deskriptivnoj statistici koristilo se grafičko i tablično prikazivanje podataka i izračunavanje mjera centralne tendencije i varijabiliteta. Deskriptivni rezultati morfoloških varijabli i vrijednosti indeksa tjelesne mase (ITM) prikazani su u sljedećem Tablicama. Izračunati su: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimalna i maksimalna vrijednost varijable (Min i Max), koeficijent asimetrije (skew) i koeficijent zakrivljenosti (kurt), Kolmogorov-Smirnovljev test (K-S/maxD), kao i nivo značajnosti (p).

Inicijalno stanje grupa ispitanika s NST i SST

Tablica 5. Analiza varijance između grupe sa normalnim i spuštenim stopalom

Varijable	Normalo Stopalo	Spušteno Stopalo	p-vrijednost
	AS±SD	AS±SD	
Indeks tjelesne mase (ITM)	20.79±3.78 kg/m²	21.76±4.22 kg/m²	0.08
Razina tjelesne aktivnosti (RTA)	3.20±1.28 bodova	3.03±1.20 bodova	0.30

$p<0.05$

U Tablici 5. prikazana je analiza varijance koja je utvrdila da ne postoje razlike između dvije grupe entiteta, odnosno ne postoje statistički značajne diskriminacije između grupa sa NST i grupa sa SST u varijablama ITM; $p = 0.08$ i RTA; $p = 0.30$. Iz rezultata također je vidljivo kako je ITM u grupi sa SST viši (21.76) nego kod grupe s NST (20.79), međutim te razlike nisu statistički značajne ($p > 0.05$). RTA je viša kod grupe s NST (3.20 bodova), nego kod grupe sa SST (3.03 bodova). Kategorizacija ITM napravljena je prema Cole i sur. (2000), dok je RTA procijenjena PAQ-C upitnikom prema Crocker i sur. (1997) koji je konstruiran za djecu mlađe školske dobi (od 8 do 14 godina). Upitnik se sastoji od 9 pitanja, a ukupni rezultat tjelesne aktivnosti predviđa se na temelju aritmetičke sredine danih odgovora posebno vrednovanih na ljestvici od 1 do 5, gdje 1 označava nisku RTA, a 5 označava visoku RTA (Kowalski i sur., 2004)

5.1. Rezultati morfoloških obilježja

5.1.1 Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika

Dobiveni rezultati morfoloških karakteristika ispitanika prikazani su tablično i grafički (Tablica 6).

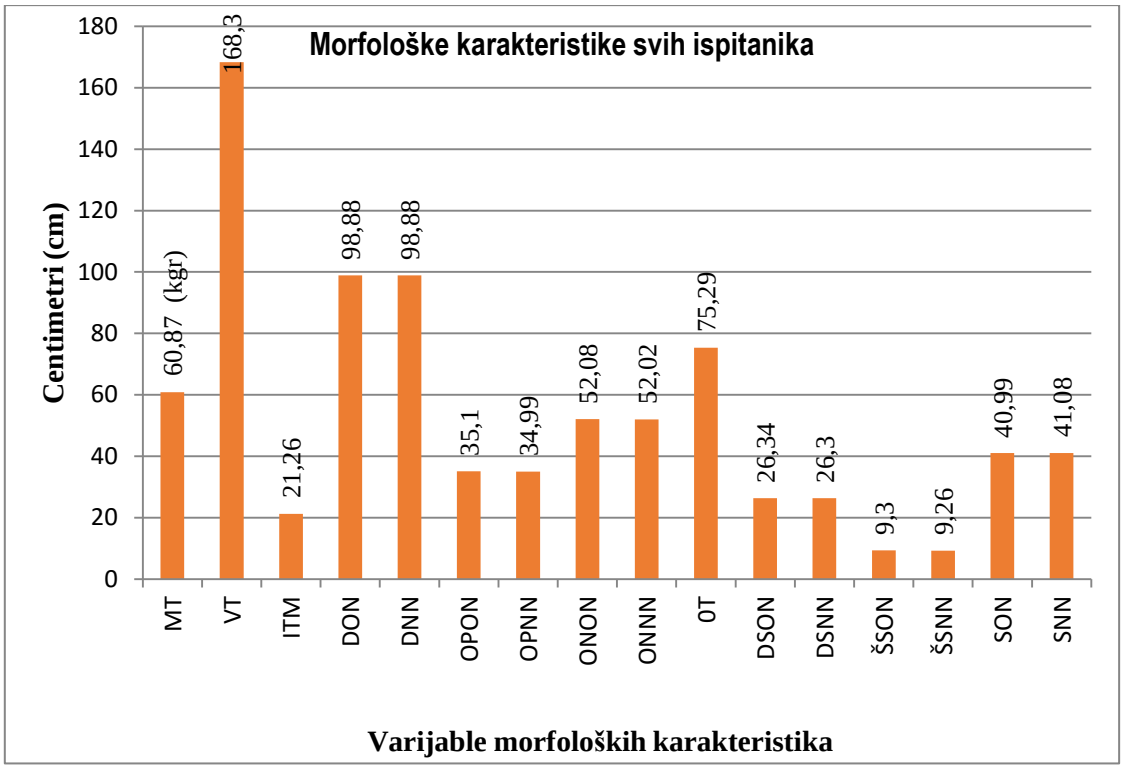
Tablica 6. Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika svih ispitanika: broj ispitanika (N), srednja vrijednost varijable (AS), minimalna i maksimalna vrijednost varijable (MIN i MAX), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skew), zakrivljenost (Kurt), K-S test (maxD), nivo značajnosti (p).

	N	**AS**	**MIN**	**MAX**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**	**p**
Masa tijela (MT)	208	60,87	35,6	119	15,12	0,96	1,25	0,08	<,20
Visina tijela (VT)	208	168,3	147	197	9,32	0,05	-0,22	0,05	>,20
Indeks tjelesne mase (ITM)	208	21,26	14,62	35,35	4,02	1,24	1,6	0,12	<0,01
Dužina odrazne noge (DON)	208	98,88	82	118	6,36	-0,05	0,02	0,05	>,20
Dužina neodrazne noge (DNN)	208	98,88	82	118	6,36	-0,05	0,02	0,05	>,20
Opseg potkoljenice odrazne noge (OPON)	208	35,1	25,5	50,5	4,08	0,67	0,71	0,08	<,15

Opseg potkoljenice neodrazne noge (OPNN)	208	34,99	25,5	50,5	4,07	0,71	0,81	0,08	<,15
Opseg natkoljenice odrazne noge (ONON)	208	52,08	31,2	75	7,03	0,37	0,39	0,07	>,20
Opseg natkoljenice neodrazne noge(ONNN)	208	52,02	31	74,4	7,01	0,36	0,38	0,06	>,20
Opseg trbuha (OT)	208	75,29	46	118	11,01	1,17	1,8	0,14	<,01
Dužina stopala odrazne noge (DSON)	208	26,34	21,2	29,5	1,47	-0,34	-0,16	0,08	<,15
Dužina stopala neodrazne noge (DSNN)	208	26,3	22	29,6	1,47	-0,22	-0,38	0,06	>,20
Širina stopala odrazne noge (ŠSON)	208	9,3	7,5	11,2	0,72	-0,17	-0,15	0,07	>,20
Širina stopala neodrazne noge (ŠSNN)	208	9,26	7,3	11	0,72	-0,23	-0,2	0,06	>,20

Svodovi odrazne noge (SON)	208	40,99	7	57	9,83	-1,01	0,88	0,13	<,01
Svodovi neodrazne noge (SNN)	208	41,08	8	58	9,72	-0,99	0,87	0,13	<,01

U Tablici 6. prikazane su karakteristike morfoloških obilježja svih ispitanika (N= 208). Prosječna MT ispitanika iznosi 61 kg, te vrijednost ITM = 21,26 kg/m² na osnovu kojih se procjenjuje status uhranjenosti ispitanika. Svi ispitanici su normalno uhranjeni unutar kriterija normalne tjelesne mase (Cole i sur., 2000). Aritmetičke sredine morfoloških varijabli odgovaraju i referentnim vrijednostima s obzirom na dob i spol (Jureša i sur., 2012). Prosječna VT ispitanika smatra se normalnom (168,83 cm) za učenike tog uzrasta. Ne postoje razlike između DON i DNN, međutim OPON je nešto veći s obzirom na OPNN (odrazna noga = 35,10 cm, neodrazna noga = 34,99 cm). Također, nema značajnih odstupanja između opsega odrazne (52.08 cm) i neodrazne noge (52.02 cm) u varijabli opsega natkoljenice, dužine stopala (odrazna noga = 26.34 cm, neodrazna noga = 26.30 cm), te širine (odrazna noga = 9.30 cm, neodrazna noge = 9.26 cm) i svodova odrazne (40.99 cm) i neodrazne noge (41.08) (Histogram 1). S obzirom na koeficijent asimetrije i zakrivljenosti, iz tablice 6. se može uočiti kako varijabla ITM (skew = 1.24; kurt = 1.59), MT (skew = 0.96; kurt = 1.25) i OT (skew = 1.17; kurt = 1.803) nemaju normalno distribuirane podatke.



Histogram 1. Morfološke karakteristike svih ispitanika (208) (grupa sa NST i sa SST)

K-S testom dobiven je normalitet distribucije odnosno asimetričnost i zakrivljenost podataka. Rezultati su pokazali da su sve varijable normalno distribuirane (p< 20).

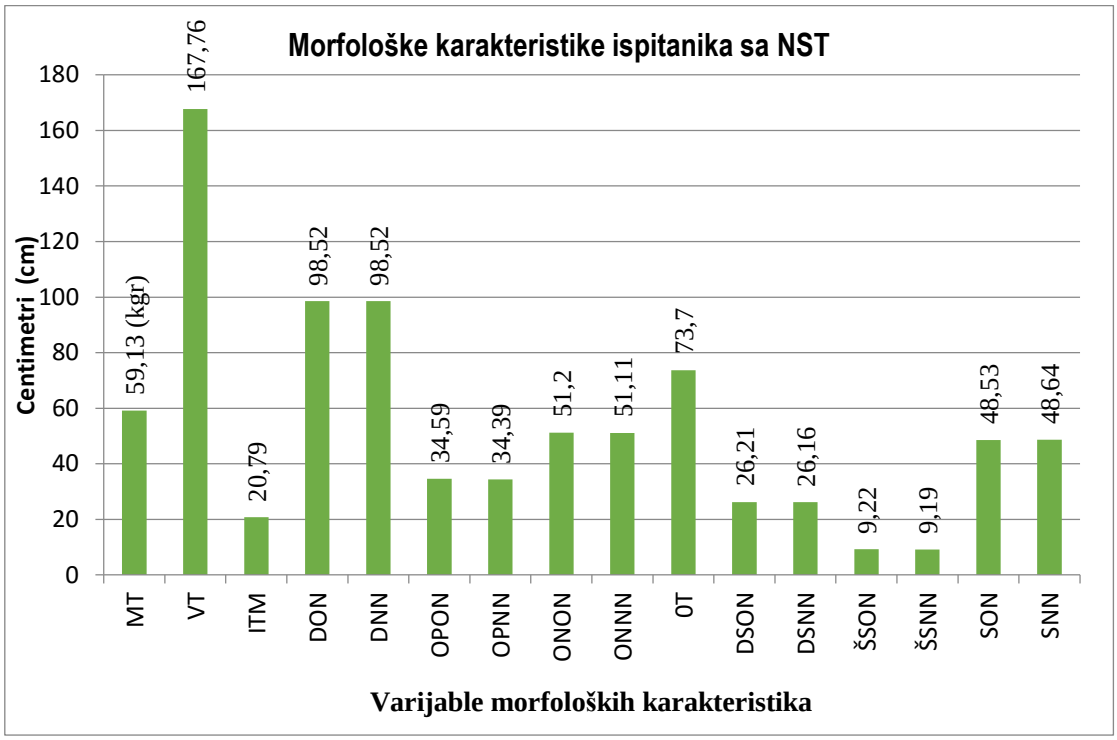
Tablica 7. Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika ispitanika sa NST; broj ispitanika (N), srednja vrijednost varijable (AS), minimalna i maksimalna vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis), K-S test (maxD), nivo značajnosti (p)

	N	AS	MIN	MAX	SD	Skew	Kurt
Masa tijela (MT)	107	59,13	35,60	107,70	14,4	0,69	0,45
Visina tijela (VT)	107	167,76	149,0	189,0	9,08	-0,03	-0,81
Indeks tjelesne mase (ITM)	107	20,79	14,62	33,43	3,78	1,17	1,56
Dužina odrazne noge (DON)	107	98,52	83,50	114,0	6,20	-0,04	-0,13
Dužina neodrazne noge (DNN)	107	98,52	83,50	114,0	6,20	-0,04	-0,13

Opseg potkoljenice odrazne noge (OPON)	107	34,59	27,00	45,70	3,88	0,49	0,07
Opseg potkoljenice neodrazne noge (OPNN)	107	34,39	27,00	45,50	3,82	0,47	0,12
Opseg natkoljenice odrazne noge (ONON)	107	51,20	31,20	75,00	6,87	0,40	0,94
Opseg natkoljenice neodrazne noge (ONNN)	107	51,11	31,00	74,40	6,82	0,36	0,93
Opseg trbuha (OT)	107	73,70	46,00	107,0	9,85	0,93	2,00
Dužina stopala odrazne noge (DSON)	107	26,21	22,90	29,50	1,50	-0,09	-0,80
Dužina stopala neodrazne noge (DSNN)	107	26,16	22,70	29,60	1,53	-0,05	-0,65
Širina stopala odrazne noge (ŠSON)	107	9,22	7,50	11,20	0,76	-0,14	-0,23
Širina stopala neodrazne noge (ŠSNN)	107	9,19	7,30	11,00	0,75	-0,22	-0,28
Svodovi odrazne noge (SON)	107	48,53	43,00	57,00	3,25	0,47	-0,31
Svodovi neodrazne noge (SNN)	107	48,64	43,00	58,00	3,15	0,51	-0,12

U tablici 7 prikazane su karakteristike morfoloških obilježja ispitanika s NST. Iz rezultata dobivenih analizom uočljivo je da je MT ispitanika 59 kg, te ITM prikazuje kako su ispitanici normalne uhranjenosti (20.78 kg/m²). Prosječna VT ispitanika sa NST iznosi 167.76 cm što se smatra normalnom visinom tog uzrasta. Između DON i DNN ne postoje razlike. ONON je nešto veći u odnosu na ONNN (odrazna noga = 51,20 cm, neodrazna noga = 51,11 cm). Također su i dužina i širina stopala odrazne noge nešto veće od dužine i širine stopala neodrazne noge (dužina stopala odrazne noge =26,20 cm, dužina stopala neodrazne noga = 26,16 cm; širina stopala odrazne noge=9,21 cm, širina stopala neodrazne noge = 9,18 cm). OPON je za 0.21 cm veći od OPNN (odrazna noga = 34.59 cm, neodrazna noga = 34.39 cm). U varijablama SON i SNN ne postoje značajna odstupanja (Histogram 2). Rezultati dobiveni koeficijentom asimetrije (skew) i koeficijentom zakrivljenosti (kurt), pokazuju da varijable

ITM (skew = 1.167, kurt = 1.56) te OT (skew = 0.932, kurt = 2.004) nemaju normalno distribuirane podatke.



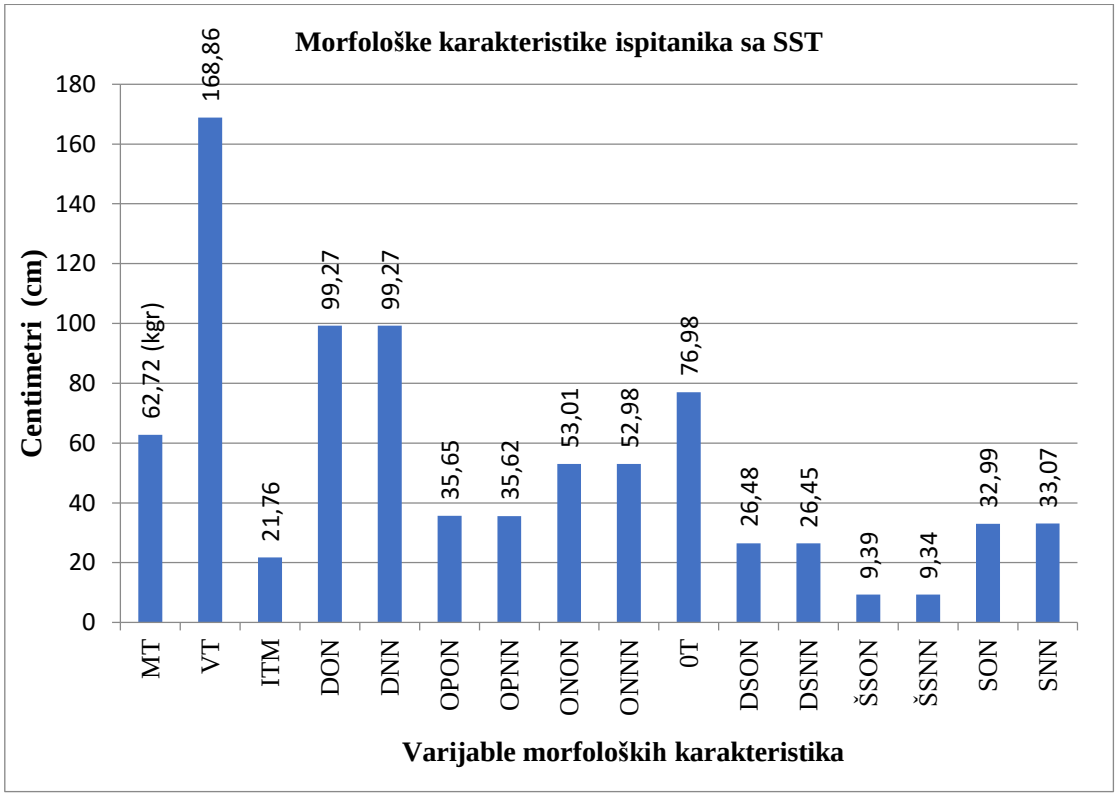
Histogram 2. Morfološke karakteristike ispitanika sa NST

Tablica 8. Deskriptivna analiza morfoloških karakteristika ispitanika sa spuštenim stopalom; broj ispitanika (N), srednja vrijednost varijable (AS), minimalna i maksimalna vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skew), zakrivljenost (Kurt), K-S test (maxD), nivo značajnosti (p)

	N	**AS**	**MIN**	**MAX**	**SD**	**Skew**	**Kurt**
Masa tijela (MT)	101	62,72	38,00	119,00	15,69	1,17	1,66
Visina tijela (VT)	101	168,86	147,00	197,00	9,57	0,11	0,28
Indeks tjelesne mase (ITM)	101	21,76	15,92	35,35	4,22	1,27	1,51
Dužina odrazne noge (DON)	101	99,27	82,00	118,00	6,52	-0,08	0,21
Dužina neodrazne noge (DNN)	101	99,27	82,00	118,00	6,52	-0,08	0,21
Opseg potkoljenice odrazne noge (OPON)	101	35,65	25,50	50,50	4,22	0,81	1,06

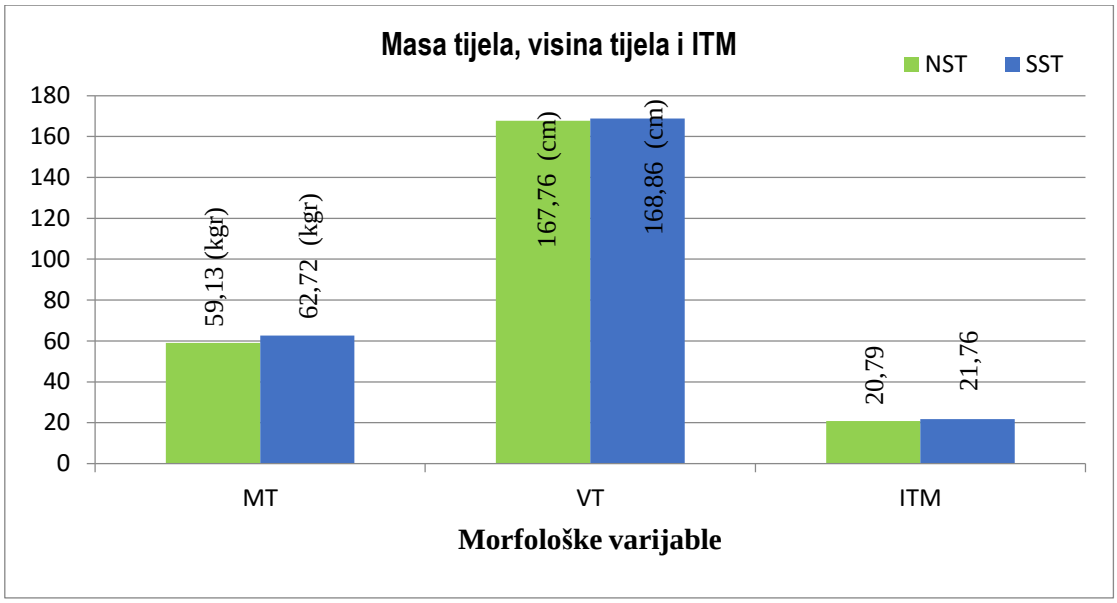
Opseg potkoljenice neodrazne noge (OPNN)	101	35,62	25,50	50,50	4,24	0,85	1,04
Opseg natkoljenice odrazne noge (ONON)	101	53,01	33,50	72,00	7,12	0,33	-0,01
Opseg natkoljenice neodrazne noge (ONNN)	101	52,98	33,50	71,00	7,11	0,35	-0,05
Opseg trbuha (OT)	101	76,98	61,00	118,00	11,93	1,22	1,27
Dužina stopala odrazne noge (DSON)	101	26,48	21,20	29,50	1,43	-0,64	0,93
Dužina stopala neodrazne noge (DSNN)	101	26,45	22,00	29,60	1,39	-0,40	0,16
Širina stopala odrazne noge (ŠSON)	101	9,39	7,50	10,60	0,67	-0,11	-0,13
Širina stopala neodrazne noge (ŠSNN)	101	9,34	7,50	10,80	0,68	-0,19	-0,15
Svodovi odrazne noge (SON)	101	32,99	7,00	41,00	7,95	-1,35	1,09
Svodovi neodrazne noge (SNN)	101	33,07	8,00	40,00	7,70	-1,44	1,40

U tablici 8. prikazane su karakteristike morfoloških obilježja ispitanika sa SST. Prosječna MT ispitanika iznosi 62 kg te ITM pokazuje da su ispitanici normalne uhranjenosti (21.76 kg/m²). Prosječna VT iznosi 168.68 cm što se smatra normalnom visinom ispitanika tog uzrasta. Između DON i DNN ne postoje razlike. OPON je nešto veći od OPNN (odrazna noga=35,65 cm, neodrazna noga = 35,62 cm). DSON je nešto veća s obzirom na DSNN (stopalo odrazne noge = 26,48 cm, stopalo neodrazne noge = 26,45 cm), dok SON imaju nešto manju vrijednost od SNN (odrazna noga = 32,99 cm, neodrazna noga = 33,07 cm). ŠSON je za 0.05 cm šira od ŠSNN (odrazna noga = 9.39 cm, neodrazna noga = 9.34 cm). Značajna odstupanja ne postoje u varijablama ONON i ONNN (Histogram 3). Rezultati koeficijenta asimetrije (skew) i koeficijenta zakrivljenosti (kurt) (Tablica 8) MT (skew = 1.17; kurt = 1.66), ITM (skew = 1.27; kurt = 1,51), OT (skew = 1.22; kurt = 1.23) i SON (skew = -1.348; kurt = 1.10) i SNN (skew = -1.44; kurt = 1.40) nemaju normalno distribuirane podatke.



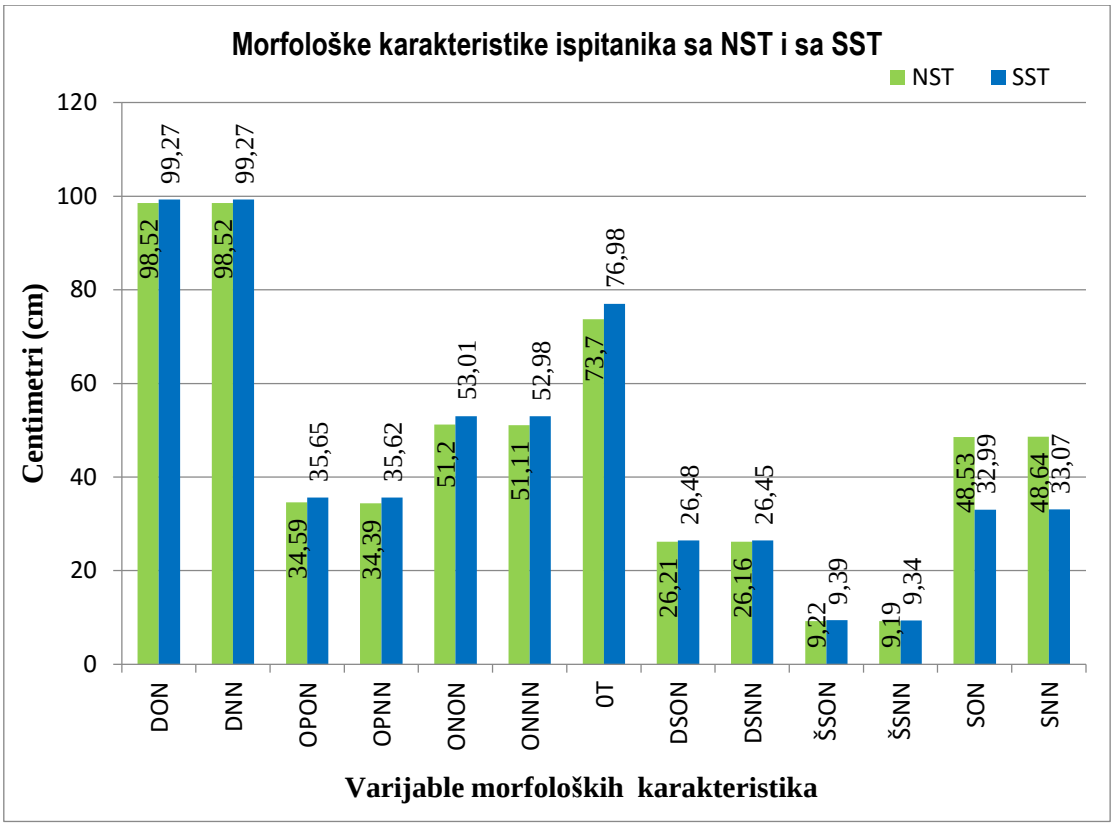
Histogram 3. Morfološke karakteristike ispitanika sa spuštenim stopalom

Analizom dobivenih rezultata deskriptivne statistike morfoloških obilježja ispitanika s NST i sa SST (tablice 7 i 8) uočene su razlike između dviju grupa u sljedećim varijablama: u prvoj varijabli koja se odnosi na MT uočeno je da grupa ispitanika sa SST ima veću MT, tj. prosječnu masu (62.71 kg) od ispitanika s NST čija je prosječna MT 59.12 kg. Znači da su ispitanici sa SST u prosjeku za 3,6 kg teži od druge grupe ispitanika. Kod varijable VT vidi se da je grupa ispitanika sa SST (168.86 cm) u prosjeku za 1,1 cm viša od grupe s NST (167.76 cm). Ti rezultati su vezani uz treću varijablu koja je ITM, gdje se vidi da je ITM kod grupe sa SST (21.76 kg/m²) za gotovo 1 jedinicu (0.98) veći od grupe s NST (20.78 kg/m²) (Histogram 4). Razlika između dvije grupe je uočena i u varijabli OT, gdje se vidi da ispitanici sa SST (76.97 cm) imaju veći opseg za 3.27 cm od ispitanika sa NST (73.70 cm).



Histogram 4. Morfološke karakteristike (MT, VT i ITM) ispitanika sa SST i s NST

Navedene varijable pokazuju da je grupa ispitanika sa SST viša, teža i sa većim OT. To potvrđuje i varijabla ITM čija je jedinica veća kod ispitanika SST. Kod longitudinalnih dimenzija tijela varijabla koja razlikuje dvije grupe je DON koja je kod ispitanika sa SST (99.27 cm) za gotovo 1 cm (0.78 cm) viša od dužine noge ispitanika s NST (98.52 cm). Također i dužina stopala kod ispitanika sa SST (26.68 cm) je nešto veća (0,27 cm) od druge grupe (26.20 cm). Varijable OPON i ONON pokazuju da su rezultati u obje varijable kod grupe sa SST viši nego kod grupe s NST (Histogram 5). Opseg potkoljenice je za 1.10 cm veći, dok je razlika u opsegu natkoljenice 1.81 cm. I u zadnjoj varijabli koja se odnosi na ŠSON vidi se da ponovno grupa ispitanika sa SST ima veće rezultate tj. šire stopalo za 0.17 cm (tablice 7 i 8). Slični rezultati dobiveni su i u istim varijablama neodrazne noge između dvije grupa ispitanika iz čega je jasno da ispitanici sa SST imaju duže noge za gotovo 1 cm (SST = 99.27 cm, NST = 98.51 cm) i duže stopalo za 0.28 cm (SST = 26.445 cm, NST = 26.164 cm), veći opseg potkoljenice za 1.23 cm (SST = 35.61 cm, NST = 34.38 cm) i natkoljenice za 1.88 cm (SST = 52.99 cm, NST = 51.11 cm) kao i širinu stopala za 0.15 cm (SST = 9.33 cm, NST= 9.18 cm) u odnosu na grupu ispitanika sa NST (Histogram 5).



Histogram 5. Morfološke karakteristike ispitanika sa SST i sa NST

Na osnovu rezultata deskriptivne analize koji su prikazani u tablici 7. i 8. uočljivo je da ispitanici iz grupe sa SST u odraznoj i u neodraznoj nozi imaju veće rezultate u longitudinalnim dimenzijama kao i u svim varijablama opsega tijela u odnosu na grupu s NST.

5.1.2. Diskriminativna analiza morfoloških obilježja

Tablica 9. Diskriminativna analiza morfoloških obilježja između grupe sa normalnim i grupe sa SST. Koeficijent W. Lambda (Wilks Lambda), vrijednost x2 testa (Chi-Sqr), stupnjevi slobode (df) i nivo značajnosti (p-level)

	Test of function	**Wilks Lambda**	**Chi-square**	**df**	**p**
	1	0,91	17,71	13	0,169
	Strukturna matrica	Standardizirani kanoničko-diskriminacijski koeficijenti funkcije			
Masa tijela (MT)	0,393	-1,728			
Visina tijela (VT)	0,194	-,554			
Indeks tjelesne mase (ITM)	0,402	-,002			
Dužina odrazne noge (DON)	0,196	,865			
Dužina neodrazne noge (DNN)	0,196	-5,769			
Opseg potkoljenice odrazne noge (OPON)	0,194	-5,658			
Opseg potkoljenice neodrazne noge (OPNN)	0,428	6,286			
Opseg natkoljenice odrazne noge (ONON)	0,503	-1,105			
Opseg natkoljenice neodrazne noge (ONNN)	0,426	1,950			
Opseg trbuha (OT)	0,442	,799			
Dužina stopala odrazne noge (DSON)	0,496	-,049			

Dužina stopala neodrazne noge (DSNN)	0,309	,425			
Širina stopala odrazne noge (ŠSON)	0,317	,510			
Širina stopala neodrazne noge (ŠSNN)	0,392	-,524			

Rezultati u tablici 9. prikazuju diskriminativnu analizu između grupe s normalnim i grupe sa SST. Dobiveni koeficijent Wilks lambda (λ) = 0,91, chi-square (x^2) = 17,71, stupnjevi slobode (df) = 13. Na temelju razine značajnosti od $p < 0,05$, (p - vrijednosti p = 0,169 odnosno $p > 0,05$), vidi se kako se grupe značajno ne razlikuju s obzirom na morfološke karakteristike. Nema varijabli koje značajno diskriminiraju dvije skupine ispitanika. Varijable koje najviše diskriminiraju odnosno razlikuju grupe su ONON (0,50), DSON (0,50) i OT (0,44). To se može potvrditi s rezultatima deskriptivne analize u kojoj se vidi da je ONON kod ispitanika sa SST (Tablica 8.) 53,00 cm, dok je kod ispitanika s NST (Tablica 7.) 51,20 cm. OT ispitanika sa SST iznosi 76,98 cm, a kod ispitanika s NST je 73,70 cm. DSON kod ispitanika sa SST iznosi 26,48 cm i kod ispitanika s NST iznosi 26,26 cm. Varijable koje visoko diskriminiraju dvije grupe su ONNN, OPNN, ITM, ŠSNN, ŠSON i MT. Dok varijable VT, DON, DNN i OPON na osnovu koeficijenta strukturne matrice diskriminacijske funkcije imaju najmanju vrijednost.

5.1.3. Anova analiza varijance - Razlike u varijablama u morfološkim obilježjima

Rezultati u tablici 10 prikazuju značajne razlike između grupe ispitanika s NST i sa SST na razini značajnosti $p < 0.05$. Rezultati su pokazali kako postoje značajne razlike u varijabli OPNN ($F=1.235$, $p =0.029$) što se vidi iz tablice 7. i tablice 8**,** u deskriptivnoj analizi rezultata. Gdje je vrijednost aritmetičke sredine OPNN kod grupe ispitanika sa SST (35.62) (Tablica 8) i kod grupe s NST (34.39) (Tablica 7) kao i kod varijable OT ($F = 1.468$, $p = 0.03$) gdje je vrijednost aritmetičke sredine OT kod grupe ispitanika sa SST (76.98) i kod grupe ispitanika s NST (73.70). Na granici razine značajnosti od $p < 0.05$ nalaze se i razlike između grupa u varijablama ONNN ($F = 1.086$, $p = 0.055$) i varijabla ONON ($F = 1.072$, $p = 0.06$). U tablicama 7 i 8 vrijednost aritmetičke sredine ONNN kod grupe ispitanika s NST je 51.11, a

kod ispitanika sa SST (53.00), dok je aritmetička sredina ONON ispitanika s NST (51.21), a sa SST (53.01). Varijable u kojima također postoji razlika između dviju grupa su ITM (F = 1.247, p = 0.080), ŠSON (F = 1.291, p = 0.088), te MT (F = 1.184, p = 0.087). Aritmetička sredina ITM kod ispitanika s NST iznosi (20.79), (Tablica 7) dok je kod ispitanika sa SST (21.76), srednja vrijednost ŠSON kod grupe s NST iznosi (9.22) a kod grupe sa SST (9.34) kao i MT kod grupe s NST (59.16) i sa SST (62.72).

Tablica 10. Anova analiza varijance - Razlike u varijablama između ispitanika sa normalnim i spuštenim stopalom u morfološkim obilježjima.

	F	**p**
Masa tijela (MT)	1,184	0,087
Visina tijela (VT)	1,111	0,396
Indeks tjelesne mase (ITM)	1,247	0,080
Dužina odrazne noge (DON)	1,105	0,391
Dužina neodrazne noge (DNN)	1,105	0,391
Opseg potkoljenice odrazne noge (OPON)	1,180	0,062
Opseg potkoljenice neodrazne noge (OPNN)	1,235	0,029
Opseg natkoljenice odrazne noge (ONON)	1,072	0,064
Opseg natkoljenice neodrazne noge (ONNN)	1,086	0,055
Opseg trbuha (OT)	1,468	0,031
Dužina stopala odrazne noge (DSON)	1,101	0,178
Dužina stopala neodrazne noge (DSNN)	1,209	0,167
Širina stopala odrazne noge (ŠSON)	1,291	0,088
Širina stopala neodrazne noge (ŠSNN)	1,217	0,133

5.1.4. Korelacijska analiza antropometrije i binarne varijable svoda stopala

Dobiveni rezultati (Tablica 11.) pokazuju povezanost između antropometrijskih varijabli i binarne varijable svoda stopala kod obje grupe ispitanika s NST i sa SST. Povezanost se označuje malim slovom r. Postoji pozitivna povezanost između OPNN i OT i binarne varijable svoda stopala. Što je koeficient OPNN (r = 0,15) i OT (r = 0.15) veći to je vjerojatnije da će veće vrijednosti imati ispitanici sa SST. Varijabla ITM (r = 0.12) pokazuje slabu korelaciju koja nije statistički značajna, ali je pozitivno (proporcionalno) povezana s ispitanicima sa SST. Također ispitanici sa SST će imati veće vrijednosti što je veći ONNN (r = 0.13) i ONON (r = 0.13). Gledajući vrijednosti varijabli DSON (r = 0.09) i DSNN (r = 0.10) kao i ŠSON (r = 0.12) i ŠSNN (r = 0.10) iako nije na značajnoj razini ($p<0.05$) ide više u korist ispitanicima sa SST.

Tablica 11. Korelacijska analiza svih varijabli antropometrije i binarne varijable svoda stopala između grupe ispitanika sa NST i grupe ispitanika sa SST

	Normalno 1/spušteno 2
Masa tijela (MT)	0,059145
Visina tijela (VT)	0,118988
Indeks tjelesne mase (ITM)	0,121679
Dužina odrazne noge (DON)	0,059766
Dužina neodrazne noge (DNN)	0,059766
Opseg potkoljenice odrazne noge (OPON)	0,129455
Opseg potkoljenice neodrazne noge (OPNN)	0,151567
Opseg natkoljenice odrazne noge (ONON)	0,128583
Opseg natkoljenice neodrazne noge (ONNN)	0,133469
Opseg trbuha (OT)	0,149348
Dužina stopala odrazne noge (DSON)	0,093674
Dužina stopala neodrazne noge (DSNN)	0,096089
Širina stopala odrazne noge (ŠSON)	0,118668
Širina stopala neodrazne noge (ŠSNN)	0,104562

Uspoređujući rezultate deskriptivne analize morfoloških obilježja ispitanika s NST i SST (Tablica 7. i 8.) vidljivo je da ispitanici sa SST imaju veće vrijednosti u varijablama OT (SST = 76.98 cm, NST = 73,70 cm) i OPNN (SST = 35.62 cm, NST = 34.39 cm). Također i u drugim varijablama (ITM, ONON, DSON, DSNN, ŠSON i ŠSNN) ispitanici sa SST imaju veće vrijednosti od ispitanika s NST.

5.2. Pouzdanost testova

Tablica 12. Pouzdanost testova u dinamičkoj ravnoteži i u eksplozivnoj jakosti

	Cronbach alfa	Standardizirana alfa	Prosječna unutarnja korelacija
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriolateral (DRONAL)	0.99	0.99	0.96
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)	0.99	0.99	0.96
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRONAM)	0.99	0.99	0.96
Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM)	0.99	0.99	0.96
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRONPM)	0.99	0.99	0.96
Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)	0.98	0.98	0.96
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRONPL)	0.99	0.99	0.97
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriolateral (DRNNAL)	0.98	0.98	0.96
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterior (DRNNA)	0.98	0.98	0.96
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriomedial (DRNNAM)	0.98	0.98	0.95
Dinamička ravnoteža neodrazna noga medial (DRNNM)	0.99	0.99	0.96
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriomedial (DRNNPM)	0.99	0.99	0.96

Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterior (DRNNP)	0.99	0.99	0.96
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriolateral (DRNNPL)	0.98	0.98	0.96
Dinamička ravnoteža neodrazna noga lateral (DRNNL)	0.98	0.98	0.96
Skok u vis bilateralno (SVB)	0.98	0.98	0.96
Skok u vis unilateralno odrazna noga (SVUON)	0.97	0.97	0.93
Skok u vis unilateralno neodrazna noga (SVUNN)	0.98	0.98	0.93
Skok u dalj bilateralno (SDB)	0.99	0.99	0.96
Skok u dalj unilateralno odrazna noga (SDUON)	0.99	0.99	0.97
Skok u dalj unilateralno neodrazna noga (SDUNN)	0.99	0.99	0.97
Troskok odrazna noga (TON)	0.99	0.99	0.99
Troskok neodrazna noga (TNN)	0.99	0.99	0.99
Sprint 10 m (S10M)	0.92	0.92	0.80
Sprint 20 m (S20M)	0.94	0.94	0.85
Sprint 40 m (S40M)	0.98	0.98	0.93
Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)	0.99	0.99	0.97

Tablica 12. prikazuje rezultate korelacija (povezanosti) između tri mjerenja unutar svake varijable. Rezultati su pokazali kako je Crobachova alfa u intervalu od 0.92-0.99, što znači da je pouzdanost testova na jako visokoj razini u ponovljenim mjerenjima. Prosječna korelacija unutar varijabli je od 0.80-0.99. U varijabli S10M Crobachova alfa = 0.92 i prosječna korelacija = 0.82 i u varijabli S20M Crobachova alfa = 0.94 s prosječnom korelacijom = 0.85.

Iako imaju jako visoku pouzdanost testa imaju nešto manji koeficijent vrijednosti od ostalih testova.

5.3. Rezultati dinamičke ravnoteže

5.3.1. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže

Rezultati dinamičke ravnoteže svih ispitanika dobiveni su normalizacijom koja je izračunata na osnovi dužine noge (udaljenost/dužina noge x 100). U tablici 13. prikazana je deskriptivna analiza za procjenu komponente dinamičke ravnoteže odrazne noge kod svih ispitanika. Najveće vrijednosti svih ispitanika u svih 8 pravaca se uočavaju u varijablama DRONPM (0,87 cm), DRONP (0,86 cm), te u varijabli medial (M) (0,85 cm), dok su se najmanje vrijednosti uočile u varijabli DRONL (0,68 cm) i u varijabli DRONAM (0,73 cm). Svi su ispitanici postigli najveće rezultate u pravcu od AM, M, P, te u manjoj mjeri u pravcu od A, AL i PL. Najniža vrijednost uočena je u pravcu L. Koeficijent asimetrije (skew) i koeficijent zakrivljenosti (kurt), pokazali su da sve varijable imaju normalno distribuirane podatke. Varijabla odrazna noga prosjek kroz 8 pravaca svih ispitanika (DRONP8P) prikazuje koeficijent prosječne vrijednosti zbroja svih 8 pravaca i iznosi 0.80 cm. To pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost svih ispitanika stajne odrazne noge. K-S testom dobiven je normalitet distribucije odnosno asimetričnost i zakrivljenost podataka. Rezultati (maxD) su pokazali da su sve varijable normalno distribuirane ($p < 20$).

Tablica 13. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže svih ispitanika - odrazna noga; broj ispitanika (N), srednja vrijednost (cm) varijable (AS), minimalna (cm) i maksimalna (cm) vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis), Kolmogorov-Smirnovljev test (maxD), nivo značajnosti (p)

	N	AS (cm)	MIN (cm)	MAX (cm)	SD	Skew	Kurt	maxD	p
Dinamička ravnoteža odraznanoga anteriolateral (DRONAL)	208	0,73	0,5	0,96	0,08	0,2	0,24	0,054	>,20

Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)	208	0,81	0,59	1,07	0,08	0,27	0,72	0,038	>,20
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRONAM)	208	0,83	0,61	1,16	0,09	0,52	1,42	0,057	>,20
Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM)	208	0,85	0,59	1,24	0,11	0,34	0,74	0,043	>,20
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRONPM)	208	0,87	0,53	1,17	0,11	0	0,19	0,043	>,20
Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)	208	0,86	0,49	1,12	0,12	-0,43	0,21	0,063	>,20
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRONPL)	208	0,78	0,43	1,12	0,12	-0,25	0,22	0,052	>,20
Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)	208	0,68	0,34	0,96	0,12	-0,18	-0,37	0,038	>,20
Dinamička ravnoteža odrazna noga prosjek kroz 8 pravaca (DRONP8P)	208	0,8	0,58	1,08	0,08	-0,1	0,31	0,042	>,20

U tablici 14. prikazana je deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže odrazne noge kod ispitanika s NST. Najveće vrijednosti uočene su u varijablama (DRONPM = 0,89 cm), (DRONP = 0,88 cm), te u varijabli (DRONM = 0,87 cm), dok su najmanje vrijednosti u varijablama (DRONL = 0,70 cm) i u (DRONAL= 0,73 cm). Rezultati su pokazali da su i u ovoj grupi ispitanici postigli najbolje rezultate u pravcima anteriomedial preko medijalnog do posteriornog smjera. Nešto niže vrijednosti nalaze se u pravcima anterior, anteriolateral i posteriolateral, dok je najniža vrijednost uočena u smjeru lateral. Varijabla odrazna noga prosjek kroz 8 pravaca ispitanika s NST (DRONP8P) prikazuje koeficijent prosječne vrijednosti zbroja svih 8 pravaca i iznosi 0.82 cm. To pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost ispitanika s NST odrazne noge. Koeficijent asimetrije (skew) i koeficijent zakrivljenosti (kurt), prikazuju normalnu distribuciju svih varijabli.

Tablica 14. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika s NST - odrazna noga; broj ispitanika (N), srednja vrijednost (cm) varijable (AS), minimalna (cm) i maksimalna (cm) vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis)

	N	AS (cm)	MIN (cm)	MAX (cm)	SD	Skew	Kurt
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriolateral (DRONAL)	107	0,73	0,57	0,96	0,08	0,43	-0,01
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)	107	0,81	0,66	1,07	0,08	0,68	0,95
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRONAM)	107	0,84	0,61	1,16	0,08	0,68	2,22
Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM)	107	0,87	0,59	1,24	0,10	0,37	1,39
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRONPM)	107	0,89	0,62	1,17	0,10	0,18	0,35
Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)	107	0,88	0,62	1,12	0,11	-0,26	-0,05
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRONPL)	107	0,80	0,48	1,12	0,12	-0,09	0,13

Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)	107	0,70	0,41	0,96	0,12	-0,26	-0,35
Dinamička ravnoteža odrazna noga prosjek kroz 8 pravaca (DRONP8P)	107	0,82	0,61	1,08	0,08	0,13	0,87

U tablici 15. prikazana je analiza dinamičke ravnoteže odrazne noge kod ispitanika sa SST. Najveće vrijednosti su kod varijabli (DRONPM = 0,85 cm), (DRONM = 0,84 cm), te u (DRONP = 0,83 cm). Najmanje vrijednosti uočene su u varijablama (DRONL = 0,65 cm) i (DRONAL = 0,72 cm). Ispitanici sa SST postigli su najbolje rezultate u pravcima anteriormedial preko medialnog do posteriornog smjera što znači da stojeći na odraznoj nozi pokrivaju veću površinu u prednjoj, uglavnom medijalnom i stražnjom stranom stopala medijalnog svoda.

Tablica 15. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika sa SST- odrazna noga; broj ispitanika (N), srednja vrijednost (cm) varijable (AS), minimalna (cm) i maksimalna (cm) vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis)

	N	AS cm	Min cm	Max cm	S.D.	Skew	Kurt
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriolateral (DRONAL)	101	0,72	0,50	0,95	0,09	0,11	0,29
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)	101	0,80	0,59	1,03	0,09	-0,02	0,44
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRONAM)	101	0,82	0,63	1,13	0,09	0,44	0,86
Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM)	101	0,84	0,60	1,19	0,11	0,42	0,42
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRONPM)	101	0,85	0,53	1,10	0,11	-0,09	-0,06
Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)	101	0,83	0,49	1,10	0,12	-0,46	0,12
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRONPL)	101	0,75	0,43	1,09	0,12	-0,42	0,12

Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)	101	0,65	0,34	0,93	0,12	-0,14	-0,30
Dinamička ravnoteža odrazna noga prosjek kroz 8 pravaca (DRONP8P)	101	0,78	0,58	0,99	0,09	-0,19	-0,27

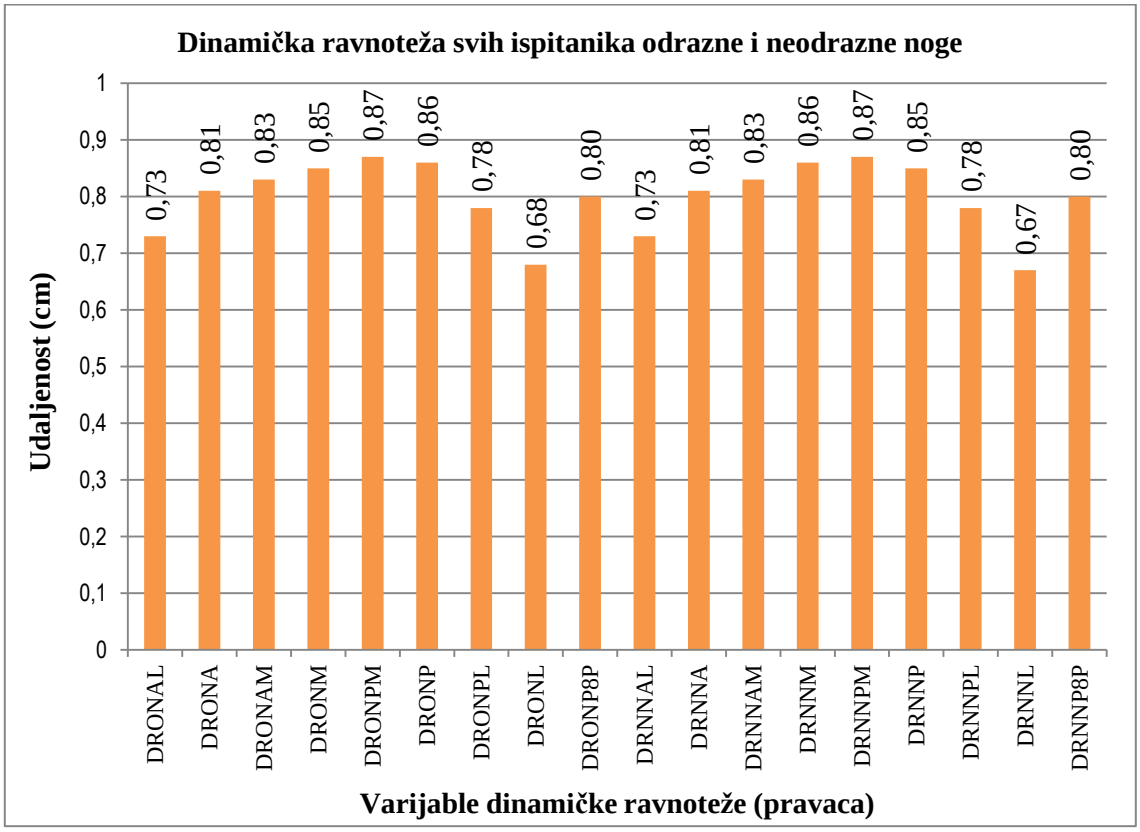
Vrijednosti koje su nešto niže, uočljive su u pravcima (A), (AL) i (PL), dok se najniža vrijednost nalazi u lateral pravcu. S obzirom na asimetričnost i zakrivljenost podataka očito je da su sve varijable iz tablice 14 i 15. normalno distribuirane. Varijabla (DRONP8P) kod ispitanika sa SST prikazuje koeficijent prosječne vrijednosti svih 8 pravaca i iznosi 0.78 cm. To pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost ispitanika sa SST odrazne noge. Analizom rezultata iz tablice 14. i 15. uočeno je da u svim varijablama postoji razlika između grupe s NST i grupe sa SST odrazne noge u dinamičkoj ravnoteži. Grupa ispitanika s NST postigla je bolje rezultate. Najveće razlike između te dvije grupe postignute su u varijablama DRONPL = 0.05 cm (NST= 0.80 cm, SST= 0.75 cm), DRONL = 0.05 cm (NST = 0.70 cm, SST = 0.65 cm) i DRONP = 0.05 cm (NST = 0.88 cm, SST = 0.83 cm), dok je najmanja razlika uočena u varijablama DRONA = 0.01 cm (normalno = 0.81 cm, spušteno = 0.80 cm) i DRONAL = 0.01 cm (NST = 0.73 cm, SST = 0.72 cm). Uspoređujući rezultate varijable (DRONP8P) koja pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost kroz 8 pravaca ispitanika s NST (0.82 cm) i sa SST (0.78 cm) odrazne noge može se uočiti da su ispitanici s NST postigli bolje rezultate za 0.40 cm.

Tablica 16. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže svih ispitanika- neodrazna noga; broj ispitanika (N), srednja vrijednost (cm) varijable (AS), minimalna (cm) i maksimalna (cm) vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skew), zakrivljenost (Kurtosis), K-S test (maxD), nivo značajnosti (p).

	N	**AS cm**	**MIN cm**	**MAX cm**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**	**p**
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriolateral (DRNNAL)	208	0,73	0,53	1,05	0,08	0,33	1,17	0,05	>,20
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterior (DRNNA)	208	0,81	0,6	1,11	0,08	0,33	1,33	0,08	<,15
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriomedial (DRNNAM)	208	0,83	0,55	1,22	0,09	0,73	3,12	0,07	<,20
Dinamička ravnoteža neodrazna noga medial (DRNNM)	208	0,86	0,49	1,32	0,11	0,22	2,73	0,07	>,20

Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriomedial (DRNNPM)	208	0,87	0,59	1,31	0,11	0,08	0,8	0,05	>,20
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterior (DRNNP)	208	0,85	0,53	1,27	0,12	-0,33	0,15	0,09	<,10
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriolateral (DRNNPL)	208	0,78	0,46	1,04	0,11	-0,32	0,11	0,06	>,20
Dinamička ravnoteža neodrazna noga lateral (DRNNL)	208	0,67	0,3	0,95	0,12	-0,39	0,28	0,05	>,20
Dinamička ravnoteža neodrazna noga prosjek / 8 pravaca (DRNNP8P)	208	0,8	0,56	1,09	0,08	-0,08	0,67	0,05	>,20

U tablici 16. prikazana je analiza dinamičke ravnoteže neodrazne noge kod svih ispitanika. Rezultati dobiveni ovom analizom pokazuju da se najveće vrijednosti nalaze u varijablama (DRNNPM = 0,87 cm), (DRNNM = 0,86 cm) i (DRNNP = 0,85 cm), što je također utvrđeno i kod odrazne noge svih ispitanika (Tablica 13.) Najmanje vrijednosti uočene su u varijablama (DRNNL = 0,67 cm) i (DRNNAL = 0,73 cm). Ispitanici s neodraznom nogom postigli su najbolje rezultate u pravcima anteriomedial preko medialnog do posteriornog smjera što znači da stojeći na neodraznoj nozi pokrivaju veću površinu u prednjoj, uglavnom medijalnom i stražnjom stranom stopala medijalnog svoda. Niže vrijednosti ispitanici su postigli u pravcima (A), (AL) i (PL), a najniža vrijednost u pravcu (L) (Histogram 6). Prema asimetričnosti i zakrivljenosti sve varijable su normalno distribuirane.



Histogram 6. Dinamička ravnoteža svih (NST i SST) ispitanika (208) odrazne i neodrazne noge

Uspoređujući rezultate iz tablice 13. u kojoj je prikazana dinamička ravnoteža svih ispitanika odrazne noge s rezultatima iz tablice 16 u kojoj je prikazana dinamička ravnoteža svih ispitanika neodrazne noge vidljivo je da ne postoje razlike koje bi se mogle registrirati, što znači da su svi ispitanici napravili gotovo iste rezultate neovisno jesu li stajali na odraznoj ili

na neodraznoj nozi. Uspoređujući rezultate varijabli **(**DRONP8P) koje pokazuju prosječnu ukupnu vrijednost kroz 8 pravaca svih ispitanika odrazne noge (0.80 cm) i svih ispitanika neodrazne noge (0.80 cm) može se uočiti da su ispitanici postigli iste rezultate. Varijabla stajna neodrazna noga prosjek kroz 8 pravaca svih ispitanika (DRNNP8P) prikazuje koeficijent prosječne vrijednosti zbroja svih 8 pravaca i iznosi 0.80 cm. To pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost svih ispitanika neodrazne noge (Histogram 6).

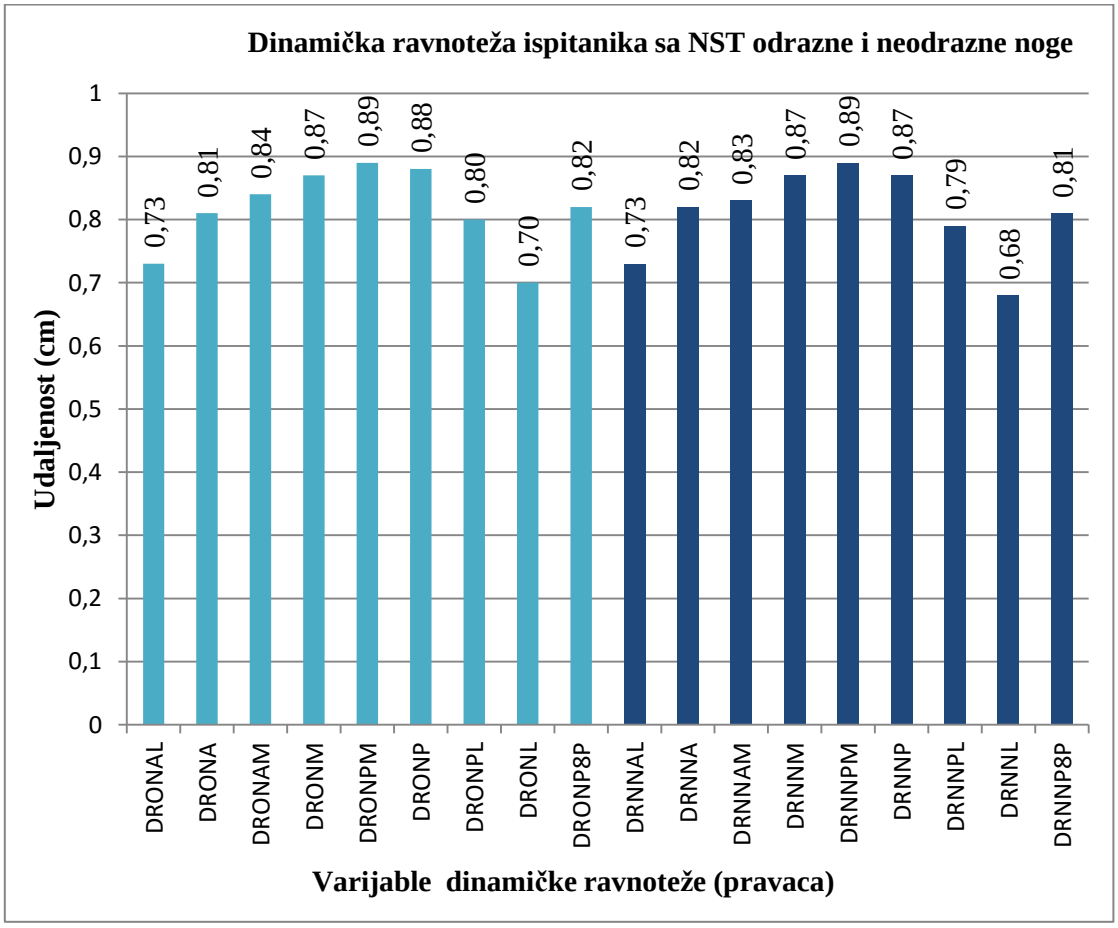
K-S testom dobiven je normalitet distribucije odnosno asimetričnost i zakrivljenost podataka. Rezultati (maxD) su pokazali da su sve varijable normalno distribuirane (p< 20).

Tablica 17. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika s NST- neodrazna noga; broj ispitanika (N), srednja vrijednost (cm) varijable (AS), minimalna (cm) i maksimalna (cm) vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis).

	N	AS cm	Min cm	Max cm	S.D.	Skew	Kurt
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriolateral (DRNNAL)	107	0,73	0,55	0,91	0,07	0,00	-0,19
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterior (DRNNA)	107	0,82	0,63	1,03	0,08	0,18	0,24
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriomedial (DRNNAM)	107	0,83	0,62	1,09	0,08	0,25	0,68
Dinamička ravnoteža neodrazna noga medial (DRNNM)	107	0,87	0,52	1,19	0,10	0,20	2,44
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriomedial (DRNNPM)	107	0,89	0,60	1,11	0,10	-0,29	0,14
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterior (DRNNP)	107	0,87	0,58	1,07	0,11	-0,66	0,02

Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriolateral (DRNNPL)	107	0,79	0,50	1,03	0,11	-0,28	-0,06
Dinamička ravnoteža neodrazna noga lateral (DRNNL)	107	0,68	0,35	0,95	0,12	-0,35	0,56
Dinamička ravnoteža neodrazna noga prosjek kroz 8 pravaca (DRNNP8P)	107	0,81	0,63	0,99	0,07	-0,08	0,05

U tablici 17. prikazana je analiza dinamičke ravnoteže neodrazne noge kod ispitanika s NST. Rezultati su pokazali kako se najveće vrijednosti nalaze u varijablama (DRNNPM = 0,890 cm), (DRNNP = 0,874 cm) i u varijabli (DRNNM = 0,867 cm). Najmanje vrijednosti uočene su u varijablama (DRNNL = 0,683 cm) i (DRNNAL = 0,733 cm). Prema rezultatima asimetričnosti i zakrivljenosti pokazuje se da su sve varijable normalno distribuirane.



Histogram 7. Dinamička ravnoteža ispitanika s NST odrazne i neodrazne noge

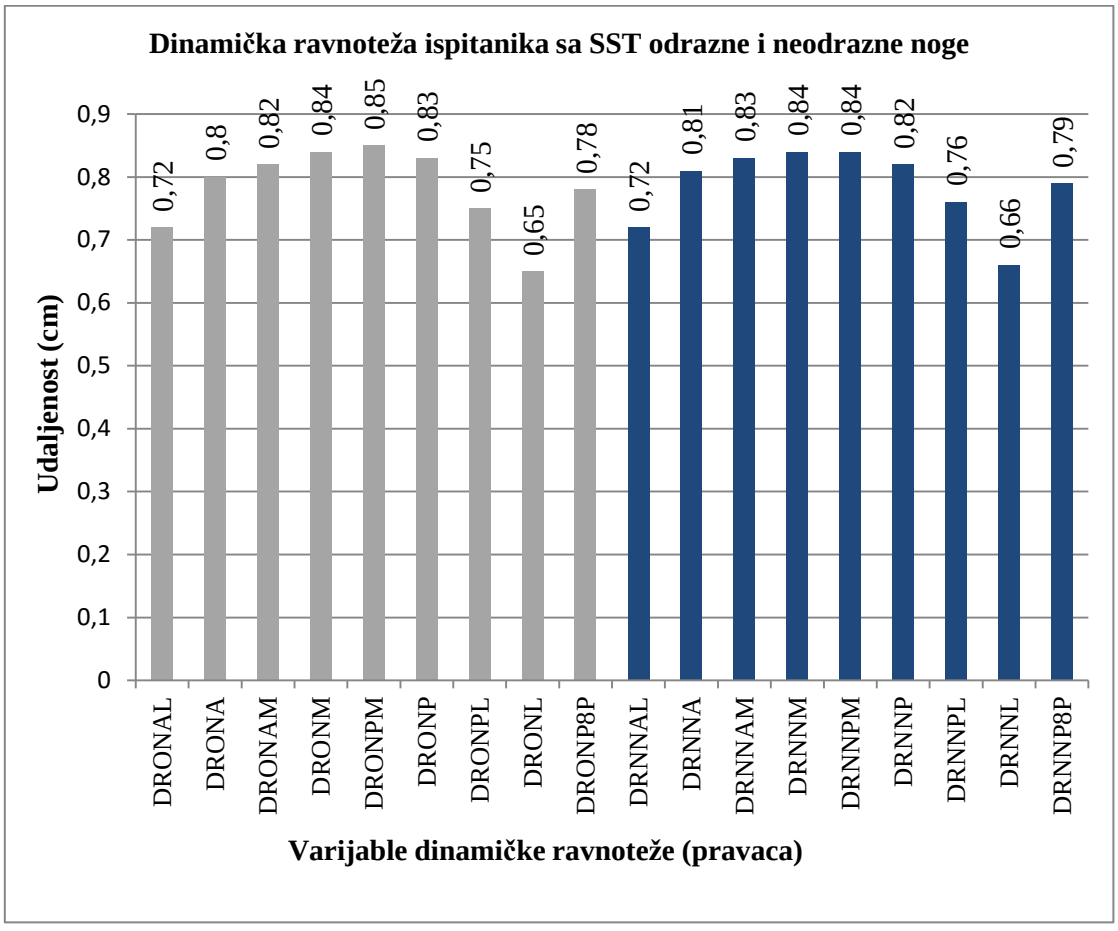
Pravci u kojima su zabilježene najveće vrijednosti ispitanika ove grupe su isti kao i kod druge grupe i to su AM, M i PM. Niže vrijednosti su uočene u smjerovima A, AL i PL i najniža vrijednost u pravcu lateral L. Varijabla neodrazna noga prosjek kroz 8 pravaca ispitanika s NST (DRNNP8P) prikazuje koeficijent prosječne vrijednosti zbroja svih 8 pravaca i iznosi 0.81 cm. To pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost ispitanika s NST neodrazne noge. Uspoređujući rezultate varijable (DRONP8P) koja pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost kroz 8 pravaca ispitanika sa normalnom (0.81 cm) i sa SST (0.79 cm) odrazne noge može se uočiti da su ispitanici sa NST postigli bolje rezultate za 0.2 cm

Tablica 18. Deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika sa SST- neodrazna noga: broj ispitanika (N), srednja vrijednost (cm) varijable (AS), minimalna i maksimalna (cm) vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis).

	N	AS cm	Min cm	Max cm	S.D	Skew	Kurt
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriolateral (DRNNAL)	101	0,72	0,53	1,05	0,09	0,60	1,80
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterior (DRNNA)	101	0,81	0,60	1,11	0,09	0,49	2,23
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriomedial (DRNNAM)	101	0,83	0,55	1,22	0,10	0,96	3,72
Dinamička ravnoteža neodrazna noga medial (DRNNM)	101	0,84	0,49	1,32	0,12	0,33	2,93
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriomedial (DRNNPM)	101	0,84	0,59	1,31	0,12	0,50	1,85
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterior (DRNNP)	101	0,82	0,53	1,27	0,13	0,03	0,52
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriolateral (DRNNPL)	101	0,76	0,46	1,04	0,12	-0,29	0,15
Dinamička ravnoteža neodrazna noga lateral (DRNNL)	101	0,66	0,30	0,91	0,12	-0,44	0,05
Dinamička ravnoteža neodrazna noga prosjek kroz 8 pravaca (DRNNP8P)	101	0,79	0,56	1,09	0,09	0,09	0,87

Tablica 18. pokazuje deskriptivnu analizu dinamičke ravnoteže neodrazne noge kod ispitanika sa SST. Najveće vrijednosti nalaze u varijablama (DRNNM = 0,84 cm), (DRNNPM = 0,84 cm), (DRNNAM = 0,83 cm), te u varijabli (DRNNP = 0,82 cm). Najmanje vrijednosti su uočene u varijablama (DRNNL = 0,66 cm) i (DRNNAM = 0,72 cm). S obzirom na rezultate asimetričnosti i zakrivljenosti sve varijable iz tablice 19. imaju normalno distribuirane podatke.

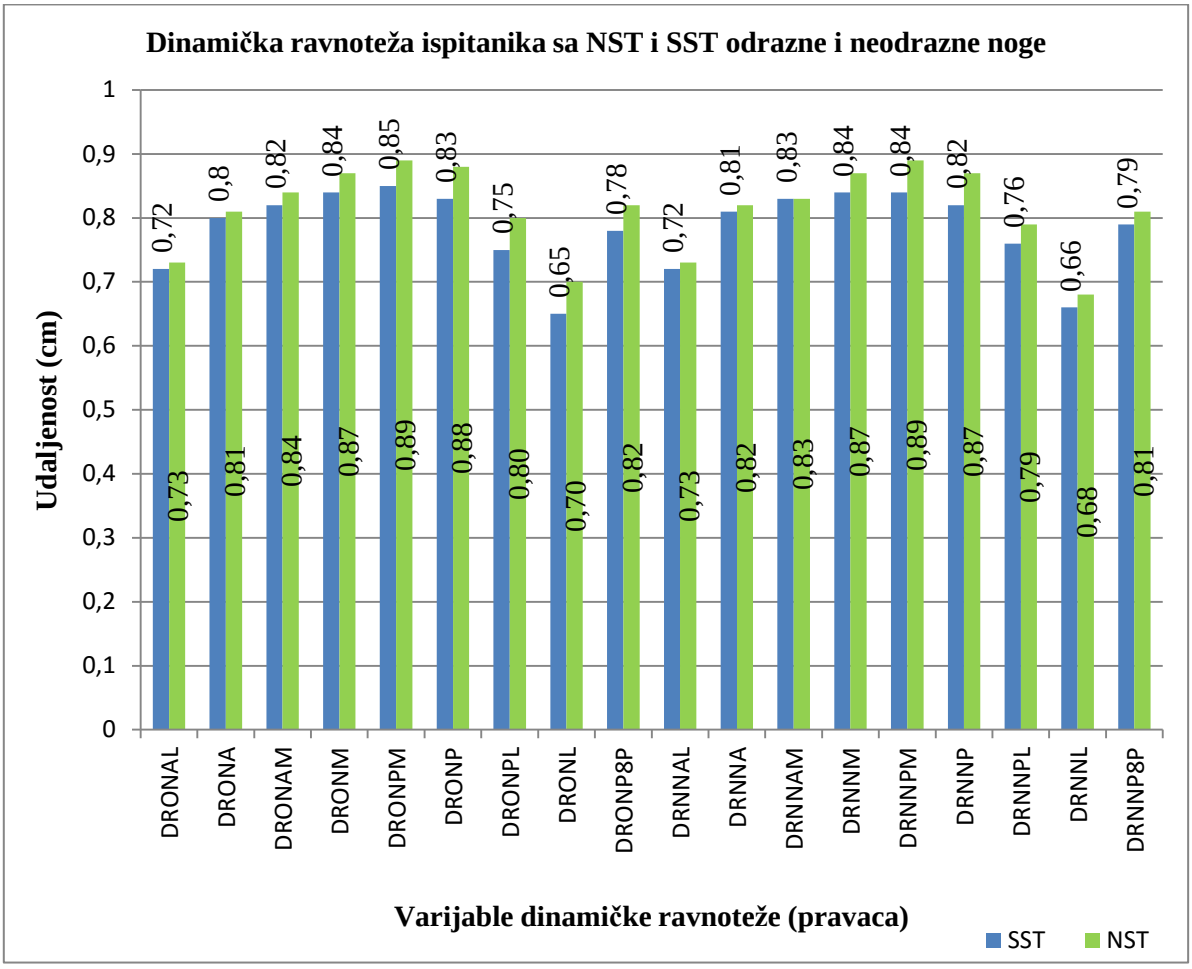
Najveće vrijednosti imaju ispitanici u pravcima od anteriomedial preko medialne do posteriorne strane. Manje vrijednosti uočene su u pravcima A, AL i PL, dok je u pravcu L uočena najmanja vrijednost. Varijabla neodrazna noga prosjek kroz 8 pravaca ispitanika s SST (DRNNP8P) prikazuje koeficijent prosječne vrijednosti zbroja svih 8 pravaca i iznosi 0.79 cm. To pokazuje prosječnu ukupnu vrijednost ispitanika sa SST neodrazne noge.



Histogram 8. Dinamička ravnoteža ispitanika sa SST odrazne i neodrazne noge

Na osnovi rezultata iz tablice 17. i 18. vidi se da u dinamičkoj ravnoteži postoje razlike između ispitanika s NST neodrazne noge i ispitanika sa SST neodrazne noge u svim varijablama odnosno u svih 8 pravaca**.** (Histogram 9). Grupa s NST pokazala je bolje

rezultate. Najveće razlike uočene su u varijablama DRNNP = 0.05 cm (NST = 0.87 cm, SST = 0.82 cm) i DRNNPM = 0.05 cm (NST = 0.89 cm, SST = 0.84 cm). Srednje vrijednosti vidljive su u varijablama DRNNPL = 0.03 cm (NST = 0.79, SST = 0.76 cm), DRNNM = 0.03 cm (NST = 0.87 cm, SST = 0.84 cm) i DRNNL = 0.02 cm (NST = 0.68 cm, SST = 0.66 cm), dok se najniža vrijednost nalazi u pravcu DRNNA = 0.01 cm (NST = 0.82 cm, SST = 0.81 cm) (Histogram 9).



Histogram 9. Dinamička ravnoteža ispitanika s NST i sa SST stopalom odrazne i neodrazne noge

Uspoređujući rezultate iz tablice 15. u kojoj je prikazana deskriptivna analiza dinamičke ravnoteže ispitanika sa SST odrazne noge s tablicom 18. u kojoj su analizirani ispitanici sa SST neodrazne noge uočljivo je da ne postoje razlike između odrazne i neodrazne noge ispitanika sa SST, što znači da su ispitanici postigli gotovo (+/- 0.05 cm) iste rezultate u svih 8 pravaca dinamičke ravnoteže i s odraznom i s neodraznom nogom. Isti rezultati dobiveni su u tablici 14. i u tablici 17. uspoređujući grupu ispitanika s NST sa odraznom nogom i neodraznom nogom u dinamičkoj ravnoteži. S obje noge postignuti su gotovo isti rezultati

(+/-0.05 cm) u svim smjerovima dinamičke ravnoteže (8 pravaca) (Histogram 7 i Histogram 9).

5.3.2 Diskriminativna analiza u dinamičkoj ravnoteži

Tablica 19. Diskriminativna analiza ispitanika sa spuštenim i ispitanika s NST u dinamičkoj ravnoteži.Koeficijent W. Lambda (Wilks Lambda), vrijednost x^2 testa (Chi-Sqr), stupnjevi slobode (df) i nivo značajnosti (p)

	Test of function	Wilks Lambda	Chi-square	df	p
	1	0.62	94.56	16	0.00
	Strukturna matrica	Standardizirani kanoničko-diskriminacijski koeficijenti funkcije			
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterio-lateral (DRONAL)	-0,398782	-0,425778			
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)	-0,330771	-0,620266			
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterio-medial (DRONAM)	-0,199720	-0,044920			
Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM)	-0,261983	-0,419639			
Dinamička ravnoteža odrazna noga posterio-medial (DRONPM)	-0,311706	-0,213889			
Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)	-0,305893	0,004005			

Dinamička ravnoteža odrazna noga posterio-lateral (DRONPL)	-0,345393	-0,653402			
Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)	-0,338935	0,094214			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterio-lateral (DRNNAL)	0,248745	0,699650			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterior (DRNNA)	0,115167	0,372839			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterio-medial (DRNNAM)	0,035096	0,123886			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga medial (DRNNM)	-0,013671	0,118487			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterio-medial (DRNNPM)	0,027753	0,769823			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterior (DRNNP)	-0,133646	0,060241			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterio-lateral (DRNNPL)	-0,184153	-0,069195			
Dinamička ravnoteža neodrazna noga lateral (DRNNL)	-0,204028	-0,005788			

U tablici 19. prikazana je diskriminativna analiza između grupe ispitanika s NST i grupe ispitanika sa SST u dinamičkoj ravnoteži. Na temelju razine značajnosti od $p < 0,05$, postoji

statistički značajnost diskriminacije između dvije grupe ispitanika (Wilks lambda = 0.06, chi square = 94.56, df = 16, p = 0.00). U primijenjenim varijablama koje opisuju diskriminativni prostor ispitanici se razlikuju. Niska vrijednost Wilksove lambde upućuje da su te razlike između ispitanika male. S obzirom na parcijalne rezultate strukturne matrice diskriminativne funkcije, varijable koje najbolje diskriminiraju odnosno razlikuju ispitanike su: DRONAL (- 0.40), DRONPL (- 0.35), DRONL (- 0.34), DRONA (- 0.33), dok se srednje vrijednosti mogu uočiti u varijablama DRONPM (- 0.31), DRONP (- 0.30), DRNNAL (0.25), DRNNL (- 0.21), DRONAM (- 0.20), DRNNPL (- 0.18). Varijable koje najslabije diskriminiraju ispitanike su DRNNM (- 0.01), DRNNPM (0.03), DRNNAM (0.04), DRNNA (0.12) i DRNNP (- 0.13). Uspoređujući varijable koje najviše diskriminaraju grupe u tablici 19 sa rezultatima srednje vrijednosti deskriptivne analize kod ispitanika s NST (Tablica 14) i sa SST (Tablica 15) odrazne noge vidi se da postoji najveća razlika između ispitanika odrazne noge s NST i ispitanika sa SST u istim varijablama DRONAL (NST = 0.73 m, SST 0.72 m = 0.02 cm), DRONPL (NST 0.81 m, SST 0.75 m = 0.06 m), DRONL (NST 0.70 m, SST 0.65 m = 0.05 m), DRONA (NST 0.81 m, SST 0.80 m = 0.01 m). Kod ispitanika s NST i sa SST neodrazne noge uočljive su srednje i male vrijednosti.

5.3.3. Anova analiza varijance - Razlike u varijablama u dinamičkoj ravnoteži

Tablica 20. Anova analiza varijance - razlike u varijablama između ispitanika s normalnim i ispitanika sa SST u dinamičkoj ravnoteži

	F	p
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriolateral (DRONAL)	1,326	0,178
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)	1,187	0,322
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRONAM)	1,156	0,129
Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM)	1,296	0,082
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRONPM)	1,134	0,007

Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)	1,289	0,002
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRONPL)	1,051	0,002
Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)	1,033	0,002
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriolateral (DRNNAL)	1,559	0,204
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterior (DRNNA)	1,233	0,351
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriomedial (DRNNAM)	1,682	0,797
Dinamička ravnoteža neodrazna noga medial (DRNNM)	1,440	0,113
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriomedial (DRNNPM)	1,359	0,002
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterior (DRNNP)	1,402	0,002
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriolateral (DRNNPL)	1,263	0,072
Dinamička ravnoteža neodrazna noga lateral (DRNNL)	1,065	0,163

Tablica 20. prikazuje razlike između dvije grupe ispitanika u varijablama dinamičke ravnoteže dobivenih analizom varijance. Dinamička ravnoteža je procijenjena u 8 manifestnih varijabli koje se odnose na 8 različitih smjerova odnosno pravaca, kružne mreže zvjezdolikog testa. Rezultati su normalizirani na temelju dužine noge (udaljenost / dužina noge x 100) za svaki pravac pojedinačno. Dinamička ravnoteža je procijenjena posebno za odraznu i posebno za neodraznu nogu.

Iz tablice 20. se vidi da se kod odrazne noge ispitanici statistički značajno razlikuju na razini statističke značajnosti $p < 0,05$, u 4 varijable koje su DRONP ($F = 1.29$, $p = 0.002$), DRONPL ($F = 1.05$, $p = 0.002$), DRONL ($F = 1.03$, $p = 0.002$) i DRONPM ($F = 1.13$, $p =$

0.007). U tablici 15. i 16. može se vidjeti da je srednja vrijednost DRONP kod ispitanika sa SST (0.83 m), a kod ispitanika s NST (0.88 m) što znači da je razlika 0.05 m. U varijabli DRONPL razlika između dvije grupe iznosi 0.05 m (NST = 0.81 m ; SST = 0.75 m), u DRONPM iznosi 0.04 m (NST = 0.89 m; SST = 0.85 m), dok je u varijabli DRONL razlika 0.05 m (NST = 0.70 m; SST = 0.65 m). Na granici razine značajnosti nalazi se varijabla DRONM (F = 1.30, p = 0.08) što znači da i ona u visokoj mjeri diskriminira dvije grupe ispitanika. Razlika, na osnovi srednje vrijednosti, između dviju grupa u varijabli DRONM je 0,03 m (NST = 0.87 m; SST = 0.84 m). Varijabla koja najmanje diskriminira dvije grupe ispitanika je DRONA (F = 1.19, p = 0.32), što se vidi i u tablicama 14. i 15. gdje razlika u srednjim vrijednostima između dviju grupa ispitanika iznosi 0.01 m i čini najmanju razliku (NST = 0.81 m; SST = 0.80 m). U varijablama neodrazne noge statistički značajne razlike između dvije grupe ispitanika postoje u sljedećim varijablama: DRNNPM (F = 1.36, p = 0.02) i DRNNP (F = 1.40, p = 0.02). Slični rezultati uočljivi su u tablici 17. i 18. gdje su prikazani deskriptivni parametri. Srednja vrijednost ispitanika s NST u varijabli DRNNPM iznosi (0.89 m), a kod grupe sa SST (0.84 m), što znači da je razlika između te dvije grupe 0.05 m. U varijabli DRNNP razlika između ispitanika je 0.05 m (NST = 0.87 m; SST = 0.82 m). Varijabla DRNNPL diskriminira grupe (F = 1.26, p = 0.07), što se može vidjeti i u tablicama deskriptivne analize (Tablica 17. i Tablica 18.) gdje razlika srednje vrijednosti između dvije grupe ispitanika iznosi 0.03 m (NST = 0.79 m; SST = 0.76 m). Najmanja razlika između grupe ispitanika postoji u varijabli DRNNAM (F = 1.68, p = 0.80). Srednje vrijednosti deskriptivne analize u tablicama 17. i 18. pokazale su da je razlika između dviju grupa ispitanika u istoj varijabli 0.03 m što čini i najmanju razliku (NST = 0.83 m; SST = 0.83 m).

Grupe se u manjoj mjeri razlikuju u varijablama koje pokrivaju prednju polovicu kružne mreže zvjezdolikog testa (anterior), a u najvećoj mjeri u varijablama koje pokrivaju stražnju polovicu kružne mreže (posterior) zvjezdolikog testa.

5.3.4. Korelacijska analiza svih testova za dinamičku ravnotežu

Tablica 21. Korelacijska analiza svih testova za dinamičku ravnotežu binarne varijable svoda stopala između grupe ispitanika s NST i grupe ispitanika sa SST

	Normalno/spušteno r
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriolateral (DRONAL)	-0,093657
Dinamička ravnoteža odrazna noga anterior (DRONA)	-0,068997
Dinamička ravnoteža odrazna noga anteriomedial (DRONAM)	-0,105692
Dinamička ravnoteža odrazna noga medial (DRONM)	-0,120916
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriomedial (DRONPM)	-0,187337
Dinamička ravnoteža odrazna noga posterior (DRONP)	-0,213344
Dinamička ravnoteža odrazna noga posteriolateral (DRONPL)	-0,215796
Dinamička ravnoteža odrazna noga lateral (DRONL)	-0,218222
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriolateral (DRNNAL)	-0,088506
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anterior (DRNNA)	-0,065048
Dinamička ravnoteža neodrazna noga anteriomedial (DRNNAM)	-0,017957
Dinamička ravnoteža neodrazna noga medial (DRNNM)	-0,110360
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriomedial (DRNNPM)	-0,216288
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posterior (DRNNP)	-0,210985
Dinamička ravnoteža neodrazna noga posteriolateral (DRNNPL)	-0,125212
Dinamička ravnoteža neodrazna noga lateral (DRNNL)	-0,096991

U tablici 21. prikazana je korelacijska analiza svih testova u dinamičkoj ravnoteži i binarne varijable svoda stopala kod ispitanika s NST i kod ispitanika sa SST. Rezultati su pokazali da u svih 16 pravaca odnosno u 8 pravaca odraznom nogom i u 8 pravaca neodraznom nogom bolje rezultate su ostvarili ispitanici s NST što se vidi sa predznakom minus (-), koji predstavlja grupu ispitanika s NST. Pozitivnom predznakom predstavlja grupu ispitanika sa SST. Iako slaba, ali statistički značajna korelacija vidljiva je u varijablama DRONP (r = - 0.21), DRONPL (r = - 0.22), DRONL (r = - 0.22), DRONPM (r = - 0.19), DRNNPM (r = - 0.22) i DRNNP (r = - 0.21). Također u varijablama DRONM (r = - 0.12), DRNNPL (r = - 0.13) i DRNNM (r = - 0.11) uočljiva je niska vrijednost korelacije koja nije značajna. U svim ostalim varijablama, iako postoji tendencija u korist ispitanika s NST povezanost odnosno korelacija je gotovo nulta, što znači da se u tim varijablama grupe ispitanika međusobno ne razlikuju. Rezultati deskriptivne analize dinamičke ravnoteže ispitanika s NST i sa SST odrazne noge (Tablica 14. i 15.) pokazali su da su u varijablama: DRONPM (NST = 0.89 m, SST = 0.85 m), DRONP (NST = 0.88 m, SST=0.83 m), DRONPL (NST = 0.80 m, SST = 0.75 m) i DRONL (NST = 0.70 m, SST = 0.65 m) ispitanici s NST postigli bolje rezultate (oko 5 cm u svakom pravcu). Kod neodrazne noge ispitanika sa SST i s NST (Tablica 17. i 18.) u varijablama DRNNPM (NST = 0.89 cm, SST = 0.84 cm) i DRNNP (NST = 0.87 m, SST = 0.82 m) ispitanici s NST postigli su u prosjeku za 5 cm bolje rezultate. Rezultati su pokazali da se varijable koje statistički značajno koreliraju i kod odrazne i neodrazne noge nalaze u prostoru od medijalnog na posterior prema lateralnom pravcu odnosno stražnja polovica kružne mreže.

5.4. Eksplozivna jakost

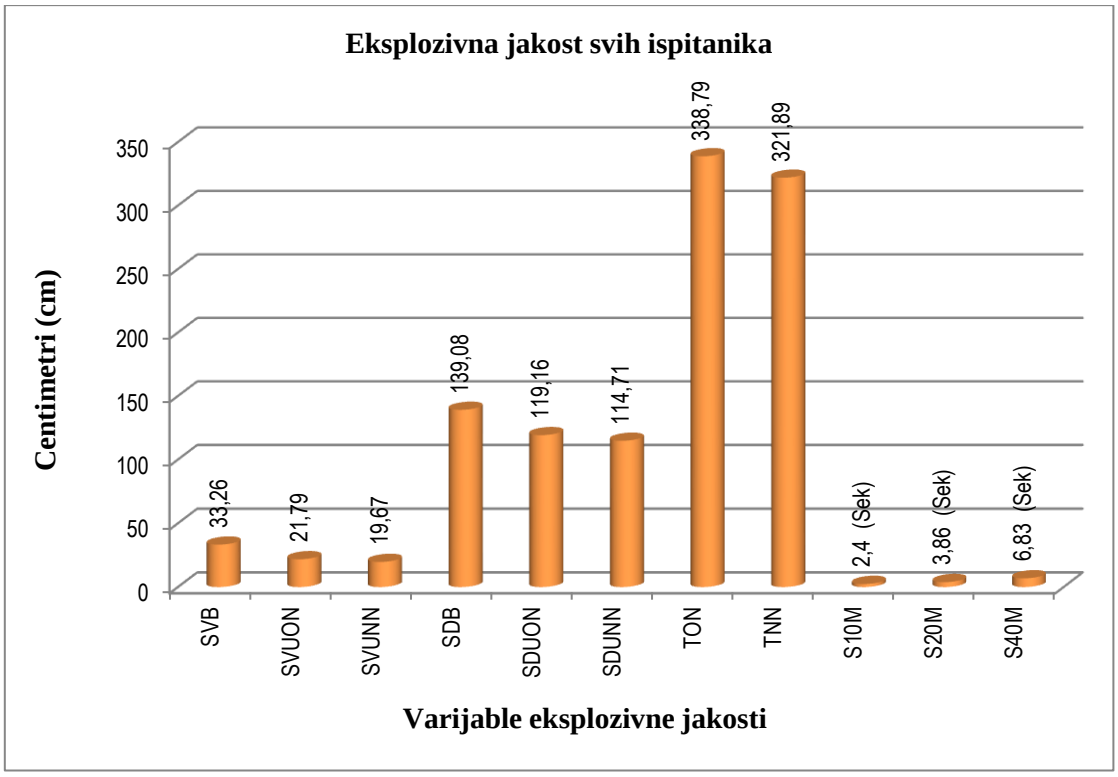
5.4.1. Deskriptivna analiza eksplozivne jakosti

Tablica 22. Deskriptivna analiza eksplozivne jakosti svih ispitanika; broj ispitanika (N), srednja vrijednost varijable (AS), minimalna i maksimalna vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skew), zakrivljenost (Kurt), K-S test (maxD), nivo značajnosti (p)

	N	AS	MIN	MAX	SD	Skew	Kurt	maxD	p
Skok u vis bilateralno (SVB)	208	33,26	17,57	52,33	7,07	0,21	-0,33	0,047	>,20
Skok u vis unilateralno odrazna noga (SVUON)	208	21,79	8,50	43,30	6,16	0,34	-0,03	0,068	>,20
Skok u vis unilateralno neodrazna noga (SVUNN)	208	19,67	6,57	39,67	5,77	0,34	-0,17	0,050	>,20
Skok u dalj bilateralno (SDB)	208	139,08	61,67	204,00	23,83	-0,12	0,47	0,030	>,20
Skok u dalj unilateralno odrazna noga (SDUON)	208	119,16	26,67	186,67	26,32	-0,15	0,19	0,053	>,20
Skok u dalj unilateralno neodrazna noga (SDUNN)	208	114,71	27,00	177,00	26,46	-0,16	-0,27	0,059	>,20
Troskok odrazna noga (TON)	208	338,79	122,33	513,67	71,23	-0,04	-0,07	0,041	>,20
Troskok neodrazna noga (TNN)	208	321,89	71,00	501,33	72,59	-0,08	0,00	0,032	>,20

Sprint 10 m (S10M)	208	2,40	1,96	3,67	0,22	1,60	5,77	0,111	<,05
Sprint 20 m (S20M)	208	3,86	3,19	6,03	0,38	1,93	7,10	0,111	<,05
Sprint 40 m (S40M)	208	6,83	5,59	11,79	0,78	2,04	8,63	0,111	<,05

U tablici 22 prikazana je deskriptivna statistika varijabli za procjenu eksplozivnih svojstava odnosno brzinsko-snažnih svojstava mišića, vertikalne i horizontalne jakosti kod svih ispitanika. Iz tablice je uočljivo kako je rezultat SVUON (21.78 cm) veći za 2.12 cm od rezultata SVUNN (19.67 cm). Rezultati pokazuju kako je vrijednost SDUON (119.16 cm) za 4,5 cm veći od rezultata SDUNN (114.71 cm). Najveća razlika uočena je u varijabli troskok gdje je vrijednost za 17 cm veća kod odrazne noge (338.79 cm) nego kod neodrazne noge (31.89 cm). Rezultati koeficijenta asimetrije (skew) i koeficijenta zakrivljenosti (kurt), su pokazali kako varijable S10M, S20M i S40M nemaju normalnu distribuciju (Histogram 10). K-S testom dobiven je normalitet distribucije odnosno asimetričnost i zakrivljenost podataka. Rezultati (maxD) su pokazali da su varijable eksplozivne jakosti tipa skočnosti (skok udalj i skok u vis u bilateralnoj i unilateralnoj izvedbi) normalno distribuirane, dok varijable eksplozivne snage tipa trčanja (S10M, S20M i S40M) nemaju normalnu distribuciju na razini značajnosti $p<0.05$.



Histogram 10. Eksplozivna jakost svih ispitanika (208) (SST i NST)

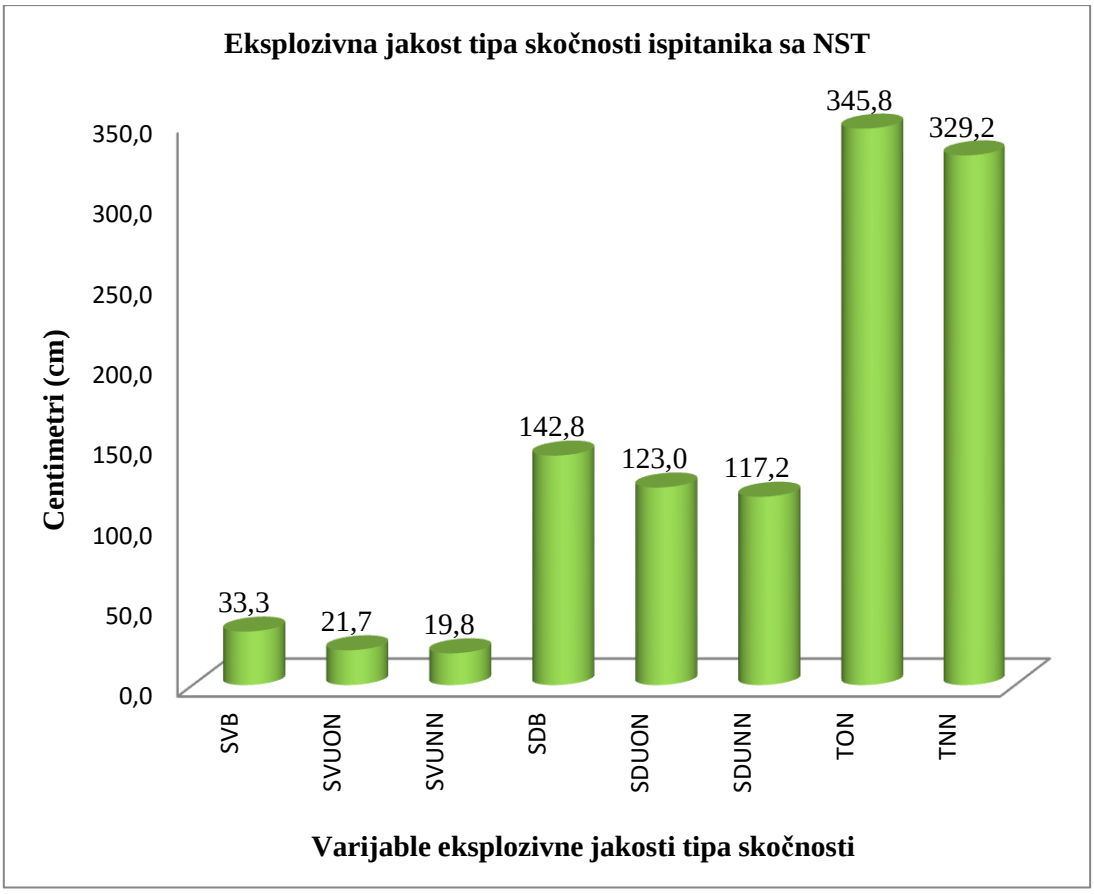
Navedene varijable eksplozivne jakosti pokazuju da su u svim varijablama koje se odnose na unilateralnu izvedbu skoka u vis, skoka u dalj i troskoka između, odrazne i neodrazne noge, ispitanici postigli bolje rezultate u odraznoj nozi što je i apsolutno očekivano.

Tablica 23. Deskriptivna analiza eksplozive snage ispitanika s NST; broj ispitanika (N), srednja vrijednost varijable (AS), minimalna i maksimalna vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis).

	N	AS	MIN	MAX	SD	Skew	Kurt
Skok u vis bilateralno (SVB)	107	33,32	17,57	48,57	6,14	-0,04	-0,07
Skok u vis unilateralno odrazna noga (SVUON)	107	21,67	10,27	35,03	5,42	0,26	-0,20
Skok u vis unilateralno neodrazna noga (SVUNN)	107	19,78	7,87	29,60	5,00	-0,03	-0,49

Skok u dalj bilateralno (SDB)	107	142,80	61,67	200,00	22,40	-0,35	1,00
Skok u dalj unilateralno odrazna noga (SDUON)	107	122,97	26,67	186,00	24,37	-0,45	1,60
Skok u dalj unilateralno neodrazna noga (SDUNN)	107	117,24	27,00	168,00	24,48	-0,53	0,73
Troskok odrazna noga (TON)	107	345,83	130,33	513,67	63,12	-0,30	0,35
Troskok neodrazna noga (TNN)	107	329,21	166,67	501,33	66,58	-0,05	-0,18
Sprint 10 m (S10M)	107	2,39	2,03	3,67	0,20	2,40	13,46
Sprint 20 m (S20M)	107	3,82	3,36	6,03	0,35	2,55	13,37
Sprint 40 m (S40M)	107	6,72	5,62	11,79	0,73	3,34	21,42

U tablici 23. prikazana je deskriptivna statistika varijabli za procjenu eksplozivnih svojstava odnosno brzinsko-snažnih svojstava mišića, vertikalne i horizontalne jakosti ispitanika s NST. Iz tablice je uočljivo da su ispitanici kod SVUON (21.67 cm) skočili za 1.89 cm više od SVUNN (19.78 cm). Isti rezultat je vidljiv i kod varijable SDUON (122.97 cm) koji je za 5,75 cm veći od SDUNN (117.24 cm). Međutim najveća razlika postoji kod varijable TON koja je za 16,62 cm veća od varijable TNN (odrazna noga = 345,83, neodrazna noga = 329,21) (Histogram 11). Prema koeficijentu asimetrije (skew) i koeficijentu zakrivljenosti (kurt), varijable S10M, S20M i S40M nemaju normalnu distribuciju.



Histogram 11. Eksplozivna jakost tipa skočnosti ispitanika s NST

Navedene varijable eksplozivne jakosti kod ispitanika s NST pokazuju da su u svim varijablama koje se odnose na unilateralnu izvedbu skoka u vis, skoka u dalj i u troskoku odrazne i neodrazne noge, ispitanici postigli bolje rezultate u odraznoj nozi.

Rezultati u tablici 24. prikazuju deskriptivnu statistiku varijabli za procjenu eksplozivnih svojstava, odnosno brzinsko-snažnih svojstava mišića, vertikalne i horizontalne jakosti kod ispitanika sa SST. Rezultat SVUON (21.92 cm) je veći od rezultata SVUNN (19.55 cm) za 2,36 cm, dok je SDUON (115.13 cm) veći za 3,10 cm od SDUNN (112.03 cm). Najveća razlika je uočena u TON u odnosu na TNN za čak 17,20 cm (odrazne noge = 331,33, neodrazne noge = 314,12). Rezultati asimetrije i zakrivljenosti pokazuju da varijable S10M, S20M i na S40M nisu normalno distribuirane.

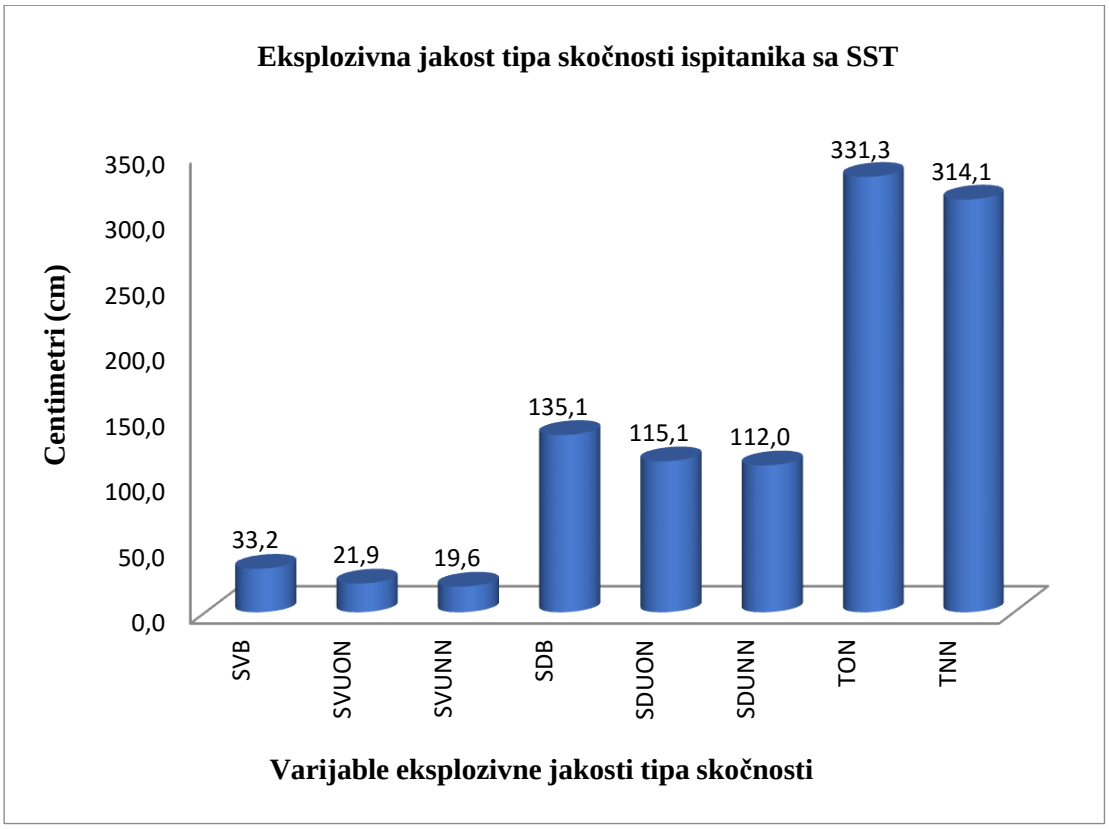
Tablica 24. Deskriptivna analiza eksplozivne snage ispitanika sa SST; broj ispitanika (N), srednja vrijednost varijable (AS), minimalna i maksimalna vrijednost varijable (Min i Max), standardna devijacija (SD), asimetričnost (Skewness), zakrivljenost (Kurtosis)

	N	AS	MIN	MAX	SD	Skew	Kurt
Skok u vis bilateralno (SVB)	101	33,18	17,60	52,33	7,97	0,33	-0,62
Skok u vis unilateralno odraznanoga (SVUON)	101	21,91	8,50	43,30	6,89	0,35	-0,16
Skok u vis unilateralno neodraznanoga (SVUNN)	101	19,55	6,57	39,67	6,52	0,53	-0,23
Skok u dalj bilateralno (SDB)	101	135,14	62,33	204,00	24,76	0,14	0,41
Skok u dalj unilateralno odraznanoga (SDUON)	101	115,13	42,33	186,67	27,80	0,17	-0,43
Skok u dalj unilateralno neodrazna noga (SDUNN)	101	112,03	43,33	177,00	28,27	0,17	-0,73
Troskok odrazna noga (TON)	101	331,33	122,3	511,33	78,55	0,20	-0,28
Troskok neodrazna noga (TNN)	101	314,12	71,00	493,00	78,04	-0,03	0,03
Sprint 10 m (S10M)	101	2,42	1,96	3,39	0,24	1,04	1,80
Sprint 20 m (S20M)	101	3,19	5,76	0,40	1,47	3,63	3,90
Sprint 40 m (S40M)	101	5,59	10,22	0,83	1,13	1,89	6,94

Navedene varijable eksplozivne jakosti kod ispitanika sa SST pokazuju da se u svim varijablama koje se odnose na unilateralnu izvedbu skoka u vis, skoka u dalj i u troskoku između odrazne i neodrazne noge, ispitanici postigli bolje rezultate u odraznoj nozi.

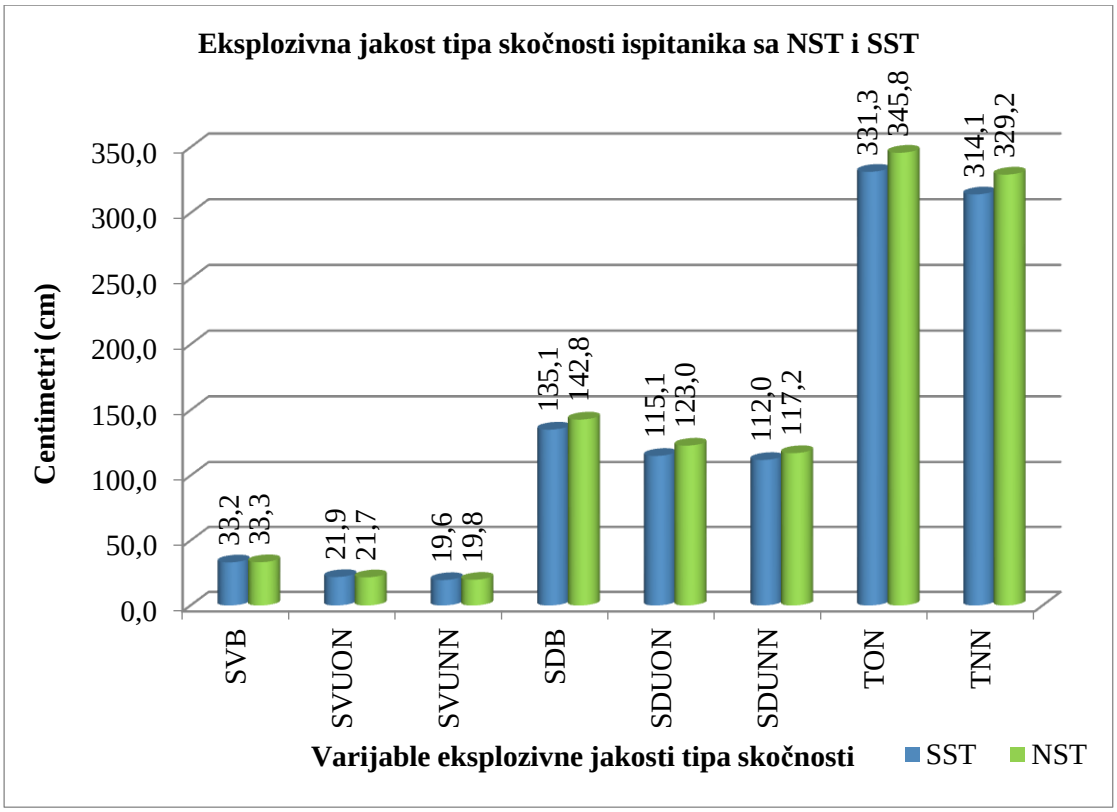
Uspoređujući postignute rezultate deskriptivne analize u eksplozivnoj jakosti koji su prikazani u tablici 23 i 24. između grupe ispitanika s NST i sa SST očito je da postoje razlike između istih u većini varijabli. U varijabli eksplozivne jakosti tipa vertikalne skočnosti (SVB),

ispitanici sa NST postigli su veće rezultate (33.32 cm) u odnosu na ispitanike sa SST (33.18 cm) za 0.14 cm. Kod SVUON nešto bolje rezultate postigli su ispitanici sa SST (0.25 cm), dok su kod SVUNN ispitanici s NST skakali više za 0.24 cm. U svim varijablama vidi se da su razlike minimalne i kreću se u rasponu od 0.1 do 0.25 cm (Histogram 12).



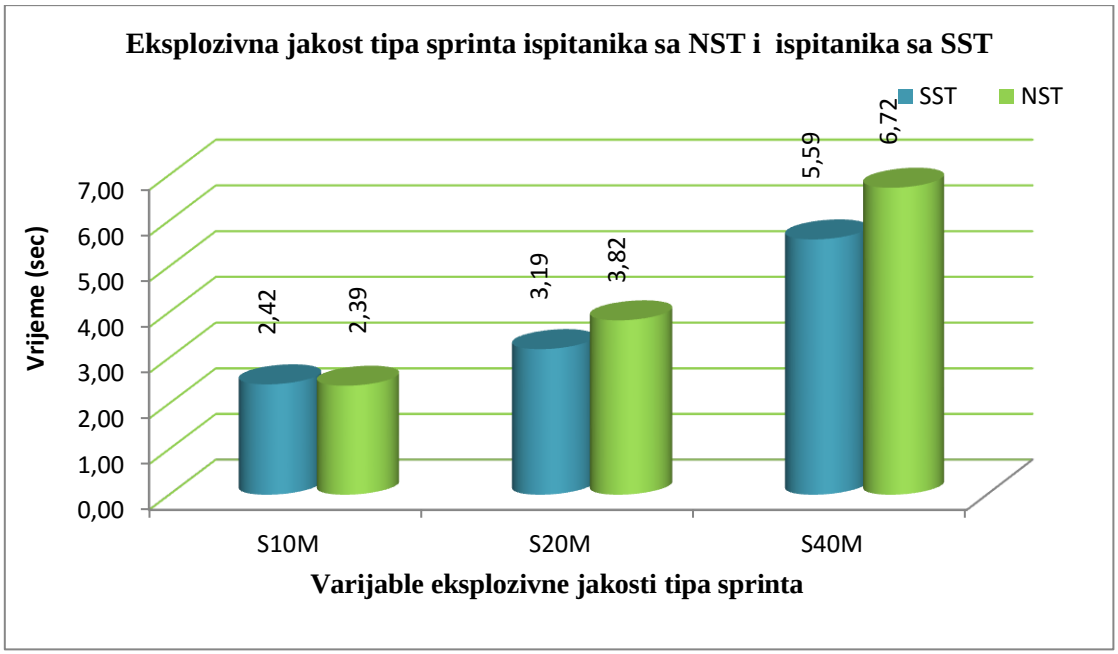
Histogram 12. Eksplozivna jakost tipa skočnosti ispitanika sa SST

Kod varijable eksplozivne jakosti tipa horizontalne skočnosti SDB ispitanici s NST postigli su bolje rezultate od druge grupe ispitanika. Ispitanici s NST skočili su u prosjeku 142.80 cm dok su ispitanici sa SST skočili 7.66 cm manje (135.14 cm). U drugoj varijabli SDUON ispitanici sa SST (115.13 cm) skočili su dalje za 2.17 cm od ispitanika s NST (112.97 cm), dok su u varijabli SDUNN bolje rezultate postigli ispitanici s NST (NST = 117.24 cm, SST = 112.03 cm) za 5.21 cm (Histogram 12). Na osnovi rezultata deskriptivne analize iz tablice 7. i 8. koji se odnose na morfološka obilježja ispitanika s NST i sa SST uočilo se da su u varijablama longitudinalne dimenzije tijela ispitanici sa SST bili viši, s dužom nogom i dužim stopalom što je pozitivno utjecalo na postignute rezultate kod skoka u dalj u bilateralnoj izvedbi.



Histogram 13. Eksplozivna jakost tipa skočnosti ispitanika sa SST i NST

Analizirajući varijablu eksplozivne jakosti tipa horizontalne skočnosti TON nogom vidi se da su ispitanici s NST (345.83 cm) imali bolje rezultate (14.50 cm) od grupe ispitanika sa SST (331.33 cm). Kod varijable TNN uočeni su isti rezultati tj. grupa ispitanika s NST (329.21 cm) skočila je za 15.08 cm više od grupe ispitanika sa SST (314.12 cm**)** (Histogram 13). U sljedeće tri varijable koje se odnose na eksplozivnu jakost tipa trčanja – sprint u varijabli S10M uočeno je da su ispitanici s NST (2.39 sec) postigli bolje rezultate odnosno trčali brže za 0.03 sec od druge grupe ispitanika (2.42 sec), međutim ta razlika je gotovo neznačajna (Histogram 14).



Histogram 14. Eksplozivna jakost tipa sprinta ispitanika sa SST i NST

U varijabli S20M nešto bolje rezultate su postigli ispitanici sa SST (3.19 sec). U prosjeku su trčali 0.63 sec brže od ispitanika s NST (3.82 sec). Isto tako i u varijabli S40M brži su bili ispitanici sa SST (5.59 sec) za 1.13 sec od grupe s NST (6.72 sec) (Histogram 14).

5.4.2. *Diskriminativna analiza u eksplozivnoj jakosti u UIZ*

Tablica 25. Diskriminativna analiza ispitanika sa spuštenim i normalnim stopalom u eksplozivnoj jakosti u unilateralnoj izvedbi. Standardizirani kanoničko diskriminacijski koeficijenti funkcije, Strukturna matrica i nivo značajnosti (p-level).

VARIJABLE	Standardizirani kanoničko-diskriminacijski koeficijenti funkcije	Strukturna matrica	p-vrijednost
Skok u vis unilateralno odrazna noga (SVUON)	-0.96	0.09	0.77
Skok u vis unilateralno neodrazna noga (SVUNN)	0.39	-0.09	0.77
Skok u dalj unilateralno odrazna noga (SDUON)	2.08	0.65	0.03
Skok u dalj unilateralno neodrazna noga (SDUNN)	-1.39	0.43	0.16
Troskok odrazna noga (TON)	-0.02	0.44	0.14
Troskok neodrazna noga (TNN)	0.29	0.45	0.13

Tablica 25. prikazuje diskriminativnu analizu između grupe ispitanika s NST i sa SST u eksplozivnoj jakosti u UIZ gdje su prikazani standardizirani kanoničko-diskriminacijski koeficijenti funkcije, koeficijenti strukturne matrice i koeficijenti na razini statističke značajnosti (p-vrijednosti). Rezultati su pokazali da se u primijenjenim varijablama koje opisuju diskriminativni prostor eksplozivne jakosti u unilateralnoj izvedbi ispitanici statistički značajno razlikuju na razini značajnosti $p<0,05$ samo u jednoj varijabli koja je SDUON ($p= 0.032$) s koeficijentom strukturne matrice (0.652). Sve ostale varijable u unilateralnoj izvedbi nisu statistički značajne. Ipak najveće razlike na osnovi koeficijenta strukturne matrice, uočljive su u rezultatima kod varijablama TNN **(**0.453), TON (0.443) i SDUNN (0.429).

Najmanje vrijednosti koeficijenti razlike u strukturnoj matrici uočljive su u varijablama SVUON (0.088) i SVUNN (0.088). Uspoređujući rezultate deskriptivne analize najveće razlike na osnovi srednje vrijednosti dobivene su u istim varijablama (Tablica 23 i 24.) Najveća razlika uočena je u varijabli, SDUON između ispitanika sa NST (122,97 cm) i ispitanika sa SST (115,13 cm) koja iznosi 7.67 cm. Nakon nje slijedi varijabla, TNN u kojoj su ispitanici s NST (329,21 cm) skočili za 15,09 cm dalje od ispitanika sa SST (314,12 cm). U varijabli TON ispitanici s NST imali su bolje rezultati (345,83 cm), od ispitanika sa SST (331, 33 cm), također i kod SDUNN ispitanici s NST imali su bolje rezultati (117,24 cm), od ispitanika sa SST (112, 03 cm).

5.4.3 Diskriminativna analiza u eksplozivnoj jakosti u BIZ

Tablica 26. Diskriminativna analiza ispitanika sa spuštenim i NST u eksplozivnoj jakosti u bilateralnoj izvedbi. Standardizirani kanoničko-diskriminacijski koeficijenti funkcije, Strukturna matrica i nivo značajnosti (p-level)

VARIJABLE	Standardizirani kanoničko-diskriminacijski koeficijenti funkcije	Strukturna matrica	p-vrijednost
Skok u vis bilateralno (SVB)	0.84	-0.04	0.90
Skok u dalj bilateralno (SDB)	-0.90	-0.68	0.02
Sprint 10 m (S10M)	-0.47	0.31	0.28
Sprint 20 m (S20M)	-0.38	0.45	0.13
Sprint 40 m (S30M)	1.25	0.59	0.04

Tablica 26. prikazuje diskriminativnu analizu između grupe s NST i grupe sa SST u eksplozivnoj jakosti u BIZ. U tablici su prikazani standardizirani kanoničko-diskriminacijski koeficijenti funkcije, koeficijenti strukturne matrice i koeficijenti na razini statističke

značajnosti (p-vrijednosti). Rezultati pokazuju da se u primijenjenim varijablama koje opisuju diskriminativni prostor eksplozivne jakosti u BIZ ispitanici razlikuju u dvije varijable. Na temelju razine statističke značajnosti $p < 0,05$ (p-vrijednosti), prva varijabla u kojoj se grupe statistički značajno razlikuju je SDB ($p = 0,02$) s koeficijentom strukturne matrice (-0.678), dok je druga varijabla S40M ($p = 0.04$)**,** s koeficijentom strukturne matrice (0.588)**.** U ostalim varijablama ne postoji statistička značajnost, međutim, iako nisu statistički značajne, najveće razlike uočljive su u varijablama S20M s koeficijentom strukturne matrice (0.446) i S10M, s koeficijentom strukturne matrice (0.313). Najmanja vrijednost koeficijenta razlike u strukturnoj matrici uočljiva je u varijabli SVB (0.038). Najveća razlika uočena je u varijabli SDB, između ispitanika s NST (142, 80 cm) i ispitanika sa SST (135,14 cm) koja iznosi 7.66 cm, nakon nje slijedi varijabla, S40M u kojem su ispitanici s NST trčali 0,73 sec sporije (6,72 sec) od ispitanika sa SST (5,59 sec).

U varijabli S20M također su ispitanici sa SST postigli bolje rezultate, konkretnije trčali su 0,63 sec brže od ispitanika s NST (SST = 3,19 sec, NST = 3,82 sec), dok su u varijabli S10M bolje rezultate postigli ispitanici s NST za 0,03 sec (NST = 2,39 sec, SST = 2,42 sec).

5.4.4. Anova analiza varijance - Razlike u varijablama u eksplozivnoj jakosti

Tablica 27. Anova analiza varijance - razlike u varijablama između ispitanika s normalnim i ispitanika sa SST u eksplozivnoj jakosti

	F	p
Skok u vis bilateralno (SVB)	1,682	0,886
Skok u vis unilateralno odrazna noga (SVUON)	1,616	0,773
Skok u vis unilateralno neodrazna noga (SVUNN)	1,698	0,770
Skok u dalj bilateralno (SDB)	1,222	0,020
Skok u dalj unilateralno odrazna noga (SDUON)	1,301	0,032
Skok u dalj unilateralno neodrazna noga (SDUNN)	1,334	0,156

Troskok odrazna noga (TON)	1,549	0,143
Troskok neodrazna noga (TNN)	1,374	0,134
Sprint 10 m (S10M)	1,423	0,281
Sprint 20 m (S20M)	1,314	0,124
Sprint 40 m (S40M)	1,303	0,044

Analizom varijance prikazani rezultati iz tablice 27. pokazuju statistički značajne razlike na razini značajnosti $p < 0.05$ između dviju grupa u nekim motoričkim testovima eksplozivne jakosti. Iz dobivenih rezultata uočljivo je da statistički značajne razlike postoje u varijabli SDB ($F = 1.22$, $p = 0.02$) što se može potvrditi i u tablicama 23. i 24. u deskriptivnoj analizi. Gdje je aritmetička sredina SDB kod ispitanika s NST (142.80) cm, (Tablica 23.) a kod ispitanika sa SST (135.14 cm) (Tablica 24.). Razlika između tih dviju grupa iznosi 7.66 cm. Također varijabla SDUON ($F = 1.30$, $p = 0.03$) je statistički značajna na razini značajnosti $p > 0.05$. Tablica 23. pokazuje kako je srednja vrijednost rezultata kod ispitanika s NST (122.97 cm), a kod grupe sa SST (115.13 cm), gdje se vidi da je razlika između grupa 7.84 cm. Ovi rezultati pokazuju da se u ekplozivnoj jakosti tipa horizontalne skočnosti grupe u nekim varijablama međusobno razlikuju, dok u nekim drugim varijablama horizontalne skočnosti kao što su SDUNN te TON i TNN varijable nisu statistički značajne. Kod varijable S40M ($F = 1.30$, $p = 0.04$) postoji značajna razlika, što se vidi iz dobivenih rezultata u tablici 24**.** gdje je srednja vrijednost grupe ispitanika sa SST (5.59 sec)., a kod ispitanika iz tablice 24. s NST (6.72 sec). Znači da ispitanici sa SST postižu bolje rezultate za 1.13 sec. Ostale dvije varijable horizontalne eksplozivne jakosti tipa trčanja (S10M i S20M) nisu statistički značajne na razini značajnosti $p > 0.05$. Uočljivo je da se varijable koje se odnose na eksplozivnu jakost tipa vertikalne skočnosti međusobno ne razlikuju. Prikazani rezultati iz tablice 27 pokazuju da u varijablama SVB ($F = 1.68$, $p = 0.89$) SVUON ($F = 1.62$, $p = 0.77$) i SVUNN ($F = 1.70$, $p = 0.77$) ne postoji razlika između grupe sa SST i grupe sa NST.

5.4.5. Korelacijska analiza svih testova eksplozivne jakosti

Tablica 28. Korelacijska analiza svih testova eksplozivne jakosti binarne varijable svoda stopala između grupe ispitanika s NST i grupe ispitanika sa SST

	Normalno/spušteno
Skok u vis bilateralno (SVB)	-0,009977
Skok u vis unilateralno odrazna noga (SVUON)	0,020153
Skok u vis unilateralno neodrazna noga (SVUNN)	-0,020406
Skok u dalj bilateralno (SDB)	-0,160974
Skok u dalj unilateralno odrazna noga (SDUON)	-0,149160
Skok u dalj unilateralno neodrazna noga (SDUNN)	-0,098724
Troskok odrazna noga (TON)	-0,102033
Troskok neodrazna noga (TNN)	-0,104145
Sprint 10 m (S10M)	0,075037
Sprint 20 m (S20M)	0,107079
Sprint 40 m (S40M)	0,139868

Tablica 28. prikazuje povezanost između testova eksplozivne jakosti i binarne varijable različite morfologije svoda stopala grupe ispitanika s NST i sa SST. Varijable SDB (r = - 0.16) i SDUON (r = - 0.15) su povezani s rezultatima ispitanika s NST. Korelacija je slaba, ali statistički značajna. Naime, bolje rezultate postižu ispitanici sa predznakom minus (-), koji predstavljaju grupu ispitanika s NST. Pozitivnom predznakom čini grupa ispitanika sa SST. Iako neznačajno u ostalim varijablama kao što su TNN (r = - 0.10), TON (r = - 0.10), SVUN (r = - 0.02) i SVB (r = - 0.02) ispitanici s NST postižu bolje rezultate. Gledajući rezultate deskriptivne analize eksplozivne jakosti ispitanika s NST i SST iz tablice 23 i 24. uočljivo je da su ispitanici s NST postigli bolje rezultate u varijablama SDB (NST = 142.80 cm, SST = 135.14 cm) SDUON (NST = 122.97 cm, SST = 115.13 cm). Kod varijable S40M (r = 0.14) postoji statistički značajna korelacija i bolje rezultate postižu ispitanici sa SST. U varijablama

S20M (r = 0.11) i S10M (r = 0.08) iako neznačajno bolje vrijednosti imaju ispitanici sa SST. Rezultati deskriptivne analize iz tablice 23. i 24. pokazali su da su u S40M bolje rezultate postigli ispitanici sa SST od ispitanika s NST (NST = 06.72 sec i SST = 05.59 sec).

6. RASPRAVA

Cilj rada bio je utvrditi razliku u unilateralnoj (UIZ) i bilateralnoj (BIZ) izvedbi eksplozivne jakosti kao i UIZ dinamičke ravnoteže između ispitanika različite morfologije stopala. Istraživalo se postoji li razlika u navedenim motoričkim sposobnostima između populacije sa SST i populacije s NST. Populaciju entiteta činili su učenici sedmog i osmog razreda osnovne škole u Republici Hrvatskoj na području grada Zagreba, a uzorak čini 208 učenika muškog spola između 13 i 14 godina života (+/- 6 mjeseci). Naročito bitno je napomenuti da se u ovom radu pod pojmom SST (pes planus) smatra fiziološka, fleksibilna spuštenost stopala medijalnog svoda. Ispitanici s pes valgus, pes excavatus, rigidnim stopalom i dr. kao i spuštenost lateralnog i poprečnog svoda isključeni su iz istraživanja.

Bilo da je riječ o aktivnom ili pasivnom korištenju donjih ekstremiteta u testiranju aktivnosti skokova UIZ se definira na osnovu dominantne noge koja služi kao odrazna noga kod skokova, dok nedominantna odnosno neodrazna noga služi kao zamašna noga ili kao stabilizacijska kod svakog ispitanika. Na osnovi toga svi rezultati, analize, rasprava i zaključci rada odnose se na odraznu i neodraznu nogu. Sekundarni cilj ovog istraživanja je utvrditi razlike i odnos između UIZ i BIZ odrazne i neodrazne noge u eksplozivnoj jakosti, kao i u UIZ kod dinamičke ravnoteže između dviju grupa.

Prvi i osnovni zadatak nakon testiranja entiteta i prije analize i rasprave rezultata bio je izvršiti inicijalno provjeravanje grupa te utvrditi razlikuju li se grupe međusobno. Na temelju rezultata iz tablice 5. i 9. utvrdilo se da ne postoje inicijalne razlike između grupa sa SST i s NST te da se može nastaviti s analizama.

Analizirajući pouzdanost testova u eksplozivnoj jakost i dinamičkoj ravnoteži rezultati su pokazali kako je Crobachova alfa u intervalu od 0.92 do 0.99, što znači da je ista na jako visokoj razini u ponovljenim mjerenjima. Prosječna unutarnja korelacija unutar varijabli je od 0.80-0.99.

Rezultati iz tablice 5. pokazali su da u varijablama indeks tjelesne mase (ITM) i razina tjelesne aktivnosti (RTA) između grupa s NST i SST ne postoje statistički značajne razlike.

Ispitanici sa SST u prosjeku imaju veći koeficijent ITM što znači da su isti viši i teži od ispitanika s NST, međutim te razlike nisu statistički značajne ($p>0.05$). Isto se može potvrditi i na temelju rezultata morfoloških karakteristika ispitanika deskriptivne analize.
Za procjenu razine tjelesne aktivnosti korišten je PAQ-C upitnik prema Crocker i sur. (1997) koji je modificiran za djecu školske dobi od 8 do 14 godina (Kowalski i sur., 2004). RTA (Tablica 5.) pokazuje da ispitanici s NST imaju nešto veći koeficijent prosječne vrijednosti RTA što znači da su isti neznatno aktivniji od ispitanika sa SST. Razlike nisu statistički značajne što znači da svi ispitanici imaju istu RTA.

6.1. Rasprava morfoloških karakteristika ispitanika

Na temelju srednje vrijednosti rezultata u tablici 6., 7. i 8. dobivenih preko deskriptivne analize osnovnih statističkih parametara koji prikazuju opisne karakteristike morfoloških obilježja svih ispitanika (208) kao i svake pojedinačne grupe (grupa s NST = 108) i (grupa sa SST = 101) vidi se da su prosječna masa tijela kao i prosječna visina tijela ispitanika normalna za učenike tog uzrasta. Koeficijent prosječne vrijednosti indeksa tjelesne mase (ITM = 21,26 kg/m²) prikazuje kako su svi ispitanici normalno uhranjeni unutar kriterija normalne tjelesne mase (Cole i sur., 2000). U tablicama (6., 7. i 8) vidi se da u varijablama opseg potkoljenice i natkoljenice kao i u varijabli širina i duljina stopala postoji razlika između odrazne i neodrazne noge.

Svi ispitanici ukupno i u svakoj grupi pojedinačno u navedenim varijablama (opseg potkoljenice i natkoljenice kao i u varijabli širina i duljina stopala) imaju veći opseg donjih ekstremiteta u odraznoj nozi u odnosu na neodraznu nogu što je i očekivano iz razloga što odrazna noga predstavlja ujedno i dominantnu s izrazito većom mišićnom masom. Dominantna strana tijela tako i odrazni donji ekstremiteti više se opterećuju u svakodnevnom životu i u svim motoričkim akcijama te se zbog toga i više razvijaju u odnosu na neodraznu - nedominantnu stranu.

Medijalni svodovi odrazne noge imaju nešto niži stupanj spuštenosti od svodova neodrazne noge u obje grupe ispitanika. To se smatra očekivanim jer je odrazna noga opterećenija i aktivnija u statičkoj i u dinamičkoj funkciji u odnosu na neodraznu nogu koja je manje

aktivna, manje opterećena i prema tome i ‘'slabije" razvijena. Također se vidi da ispitanici grupe s NST u prosjeku imaju šire stopalo u odraznoj nozi za 0.03 cm i za 0.05 cm duže, dok ispitanici grupe sa SST u prosjeku imaju za 0.05 cm šire stopalo odrazne noge te za 0.03 cm duže iz istih gore navedenih razloga.

Uspoređujući rezultate iz tablica 7. i 8. odnosno ispitanika s NST i SST, uočeno je da ispitanici sa SST imaju dužu odraznu (0.75 cm) i neodraznu nogu (0.75 cm) te prosječno veći opseg natkoljenice (1.90 cm) i potkoljenice (1.03 cm) u odraznoj kao i veći opseg natkoljenice (1.87 cm) i potkoljenice (1.23 cm) u neodraznoj nozi (Tablica 8.) u odnosu na ispitanike s NST (Tablica 7). Ista grupa ispitanika ima u odraznoj nozi duže (0.27 cm) i šire (0.17 cm) stopalo te također u neodraznoj nozi duže (0.29 cm) i šire (0.15 cm) stopalo u odnosu na drugu grupu ispitanika. Visina medijalnog svoda u odraznoj i neodraznoj nozi ispitanika sa SST manja je (tj. veća spuštenost) u odnosu na medijani svod kod odrazne i neodrazne noge ispitanika s NST. To se na neki način i podrazumijeva jer su se i grupe na osnovi stupnjeva i visine medijalnog svoda definirale. Što je manji koeficijent svoda stopala u stupnjevima to je veća spuštenost medijalnog svoda (prema metodi Clark NST > 43^0 i SST < 43^0).

Rezultati diskriminativne analize (Tablica 9.) između grupe ispitanika sa NST i sa SST na temelju koeficijenta značajnosti p = 0,169 na razini značajnosti p < 0,05 pokazuju ne postojanje statistički značajne razlike u morfološkim karakteristikama. U pojedinačnim varijablama postoje razlike između ispitanika grupa koje nisu statistički značajne. Varijable u kojima se uočava relativno veći koeficijent strukturalne matrice diskriminacijske funkcije ne pokazuju značajne razlike između grupa i one su: „Opseg natkoljenice odrazne noge“ (ONON), „Dužina stopala odrazne noge“ (DSON), „Indeks tjelesne mase“ (ITM), „Opseg potkoljenice neodrazne noge“ (OPNN), „Opseg natkoljenice neodrazne noge“ (ONNN) i „Opseg trbuha“ (OT). Vidi se da postoje razlike u varijablama „Masa tijela“ (MT), „Dužina stopala neodrazne noge“ (DSNN), „Širina stopala odrazne noge“ (ŠSON) i „Širina stopala neodrazne noge“ (ŠSNN). Sve varijable koje se odnose na dimenzije opsega donjih ekstremiteta i trupa su povezane s masom tijela i ITM što je i očekivano iz razloga jer ispitanici s većom masom tijela imaju i veće opsege donjih ekstremiteta i trbuha. Međutim, rezultati deskriptivne analize u tablicama 6., 7. i 8. u kojima su analizirane antropološke karakteristike i obilježja ispitanika pokazali su da veću masu i visinu tijela, veći ITM, veći opseg donjih ekstremiteta kao i veće longitudinalne dimenzije stopala imaju ispitanici sa SST.

Dobiveni rezultati analizom varijance (Tablica 10.) u kojima se prikazuje značajnost razlike između grupe ispitanika s NST i sa SST na nivou značajnosti $p < 0.05$ u svakoj pojedinačnoj varijabli, pokazali su da postoje statističke značajne razlike u varijabli „Opseg potkoljenice neodrazne noge“ (OPNN) kao i kod varijable „Opseg trbuha“ (OT). Razlike koje su na granici razine statističke značajnosti od $p < 0.05$ između grupa ispitanika uočene se u varijablama “Opseg natkoljenice neodrazne noge“ (ONNN) i „Opseg natkoljenice odrazne noge“(ONON)

Korelacijskom analizom (Tablica 11) utvrđena je povezanost između morfoloških varijabli i grupe ispitanika s različitom morfologijom svoda stopala, odnosno povezanost između antropometrijskih varijabli i grupe ispitanika s NST i SST. Dobiveni rezultati pokazali su da postoji pozitivna poveznost između OPNN i OT i binarne varijable svoda stopala. Što je veći OPNN i OT to je i veća korelacija s ispitanicima sa SST. Također rezultati u varijablama ONNO i ONON pokazuju da postoji slaba povezanost s ispitanicima sa SST. U svim varijablama morfoloških karakteristika kod obje grupe ispitanika (NST i SST) ne postoje veliki koeficijenti korelacije što znači da se u prostoru morfoloških obilježja ispitanici uglavnom ne razlikuju.

6.2. Rasprava dinamičke ravnoteže ispitanika

Rezultati prikazani u Tablicama 14., 15. i 16. u kojoj je prikazana deskriptivna analiza u dinamičkoj ravnoteži (izražena u cm) pokazali su sljedeće:

- Kod ukupno svih ispitanika (Tablica 14.) kao i unutar svake grupe pojedinačno, odnosno kod ispitanika s NST (Tablica 15.) i sa SST (Tablica 16) između stajne odrazne i stajne neodrazne noge ne postoji velika razlika u motoričkim dostignućima odnosno u efikasnosti izvođenja zadataka dinamičke ravnoteže.
- Ispitanici s NST i ispitanici sa SST u svim varijablama dinamičke ravnoteže tj. u svim pravcima kružne mreže zvijezdolikog testa (SEBT) prosječno su postigli vrlo slične rezultate sa stajnom odraznom i stajnom neodraznom nogom.
- Kod ukupno svih ispitanika kao i kod svake grupe ispitanika pojedinačno (NST i SST) u stajnoj odraznoj i stajnoj neodraznoj nozi najbolje rezultate u efikasnosti izvođenja

zadataka dinamičke ravnoteže, ispitanici su postigli na medijalnoj strani SEBT-a, odnosno u pravcima A, AM, M, PM i P. Rezultati se smanjuju u lateralnoj polovici SEBT-a odnosno u pravcima PL, L i AL.

- Svi ispitanici (208) su s odraznom i neodraznom nogom prosječno postigli visoke rezultate u pravcima A (pritisak na prednji dio stopala) i AM (pritisak na prednji–unutarnji dio stopala), dok su najviše i maksimalne rezultate ostvarili u pravcima M (pritisak na unutarnji uzdužni dio stopala), PM (pritisak na stražnji – unutarnji dio stopala) i P (pritisak na stražnji dio stopala). U PL (pritisak na stražnji – vanjski dio stopala), L (pritisak na vanjski uzdužni dio stopala) i na AL (pritisak na prednji i vanjski dio stopala) pravcu ispitanici su postigli najniže rezultate. Pokazalo se da ukupno svi ispitanici (208) imaju veliku stabilnost u stajnoj nozi (odrazna i neodrazna) kada se težina tijela prebaci na poprečni svod (anteriorna strana) odnosno prednji dio stopala i prednje uporišne točke na prste te na glavice metatarzalnih kostiju. Najveća se vrijednost ravnoteže postiže kada se težina tijela prebaci na unutarnji uzdužni svod (medijalna strana), na unutarnje-stražnji dio stopala (posteriomedialni pravac) te na stražnji dio stopala (posteriorna strana) u kojem se najviše optereti stražnji svod pete odnosno stražnja uporišna točka stopala.
- Dobiveni rezultati pokazali su da su kod svih (208), odnosno kod obje grupe ispitanika, odrazna i neodrazna noga gotovo jednako sposobne u dinamičkoj ravnoteži.
- Uspoređujući rezultate između grupe ispitanika s NST i sa SST uočilo se da u stajnoj odraznoj nozi, u svih 8 pravaca (SEBT-a) postoje male razlike između grupa. Ispitanici s NST postigli su nešto bolje rezultate u gotovo svim pravcima dinamičke ravnoteže s odraznom nogom. Najveće razlike (do 5 cm) uočene se u pravcima PM, P, PL i L. Uočilo se da su u stajnoj neodraznoj nozi u svim pravcima SEBT-a bolje rezultate postigli ispitanici s NST, ali sa nešto nižim vrijednostima. Najveće razlike između ispitanika uočene su u pravcima PM, P i PL (do 5 cm).

Rezultati diskriminativne analize iz tablice 20. pokazali su da postoji statistička značajna razlika između grupe ispitanika s NST i grupe ispitanika sa SST u dinamičkoj ravnoteži UIZ.

Rezultati strukturne matrice u diskriminacijskoj funkciji, parcijalni koeficijenti prikazanih razlika među grupama u svim pojedinačnim varijablama dinamičke ravnoteže u UIZ pokazali su da su između grupa ispitanika bolje rezultate u dinamičkoj ravnoteži postigli ispitanici s NST. Koeficijenti strukturne matrice koji pokazuju veće vrijednosti odnose se na ispitanike s

NST, što znači da su isti od ukupno 16 varijabli odnosno pravaca SEBT-a sa stajnom odraznom i neodraznom nogom u većoj ili manjoj mjeri postigli bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa SST. U strukturnoj matrici diskriminativne analize, najveći koeficijenti razlike između dviju grupa ispitanika uočeni su u stajnoj odraznoj nozi i u svim pravcima SEBT-a, dok su kod stajne neodrazne noge razlike među grupama vrlo male u gotovo svim pravcima SEBT-a.

Na temelju rezultata diskriminativne analize potvrđuje se i prihvaća prva hipoteza u kojoj se pretpostavljalo da između ispitanika s NST i ispitanika sa SST postoji statistički značajna diskriminacija u UIZ dinamičke ravnoteže procjenjena SEBT-om na razini značajnosti $p < 0.05$.

Iz tablice 21. u kojoj su prikazani rezultati analize varijance uočene su razlike u varijablama odnosno u pravcima u UIZ između ispitanika s NST i ispitanika sa SST u dinamičkoj ravnoteži (normalizirane vrijednosti). Na temelju koeficijenta $p < 0,05$ odnosno razine statističke značajnosti vidi se da od ukupno 16 varijabli dinamičke ravnoteže, šest su statistički značajne. Četiri varijable kod stajne odrazne noge (DRONPM, DRONP, DRONPL, DRONL) u kojima postoji statistički značajna razlika između grupa, pokazale su da su ispitanici s NST postigli značajno bolje rezultate. Dvije varijable stajne neodrazne noge (DRNNPM i DRNNP) u kojima postoji razlika između grupa koja je statistički značajna pokazale se da su ispitanici s NST postigli bolje rezultate.

U varijabli DRONM kod stajne odrazne noge te u varijabli DRNNPL kod stajne neodrazne noge koje su na granici razine značajnosti, uočeno je da između grupa postoji velika diskriminacija iako statistički neznačajna. Koeficijenti p - vrijednosti u varijablama DRONAL, DRONA, DRONAM kod stajne odrazne noge, te u varijablama DRNNAL, DRNNA, DRNNAM, DRNNM i DRNNL kod stajne neodrazne noge pokazuju da ne postoji statistička diskriminacija među grupama.

Kod izvođenja SEBT-a u osam pravaca vidi se da su ispitanici sa NST u odraznoj i u neodraznoj nozi postigli statistički značajno bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa SST u pravcima u kojima je najviše opterećen medijalni (M), posteriorni (P) i lateralni (L) dio stopala odnosno medijalni, stražnji i lateralni svod stopala. To obuhvaća cijelu stražnju

polovicu kružne mreže zvijezde, i događa se kada se težina tijela prebaci na unutarnji uzdužni svod, unazad na stražnji svod odnosno na petnu uporišnu točku i na vanjski svod stopala.
U prednjoj polovici kružne mreže zvjezdolikog testa odnosno u pravcima AL, A, AM iako su ispitanici sa NST pokazali nešto bolje rezultati ne vidi se da postoji značajna razlika između grupama.

Na temelju rezultata korelacijske analize svih testova u dinamičkoj ravnoteži kod ispitanika s NST i kod ispitanika sa SST (Tablica 22.) uočilo se da su u svih 16 pravaca odnosno u 8 pravaca stajne odrazne noge i u 8 pravaca stajne neodrazne noge bolje rezultate postigli ispitanici sa NST. Veće vrijednosti koeficijenata korelacija su uočene kod ispitanika s NST u varijablama stajne odrazne noge u odnosu na varijable stajne neodrazne noge. Također i veći broj značajnih varijabli koje razlikuju grupe uočljive su u stajnoj odraznoj nozi u odnosu na stajnu neodraznu.

Značajne razlike ispitanika uglavnom se nalaze u prostoru od medijalnog na posteriorni prema lateralnom pravcu odnosno od unutarnjeg uzdužnog svoda, na stražnji prema vanjskom svodu stopala, što u prostoru obuhvaća stražnju polovicu kružne mreže zvjezdolikog testa.

U tablici 29**.** prikazani su rezultati pretražene literature u kojima su autori u svojim znanstvenim radovima, primjenjujući razne metode i protokole, došli do kontradiktornih tvrdnji na pitanje da li spušteno stopalo utječe na motoričke sposobnosti dinamičke ravnoteže.

Tablica 29. Rezultati pretražene literature - Dinamička ravnoteža

UZORAK	**GRUPE**	**TEST ZA PROCJENU**	**DIZAJN PROTOKOL**	**REZULTATI**
Khramtsov, P. I., & Kurganskiĭ, A. M. (2009)				
N=112 djece u dobi 7-10 godina	Tri grupe: 1. NST 2. blago SST 3. jako SST	Uz pomoć kompju-teriziranog stabilo-grafa Stabilan 01, izmjereni su sljedeći parametri: 1.stabilogram, prosječna vrijednost	Ispitivala se funkcionalna stabilnost vertikalnog položaja kod djece koja ovisi o stanju svoda stopala.	Djeca sa SST imala su nižu stabilnost vertikalnog držanja od djece s NST i blago SST (procijenjeno iz amplitude

		2.migracija centra pritiska 3.središnja disper. R 4.period oscilacije, 5.područje elipse S		karakteristika migracije centra pritiska na stopalo, R i S). Djeca iz skupine NST i blago SST pokazala su najveću stabilnost i minimalan period oscilacije.
Ali Ibrahim i Salah Eldien (2011)				
N= 20 muških osoba	Dvije grupe: A. n=10 SST muških osoba u dobi 20.25 (±0.86) godina B. n=10 NST muških osoba u dobi 20.30 (±0.94) godina,	Ispitanici su testirani 'otvorenih očiju' uz pomoć sustava Biodex Stability System, anteropo-sterior, mediolateral. Općenito, indikatori stabilnosti izračunati su UIZ na platformi s razinom stabilnosti 4. Općenito, indeks stabilnosti izračunat je za test rizika pada na platformi stabilnosti razina 6 do 1.	U ovoj je studiji cilj je bio istražiti imaju li pacijenti s SST slabiju dinamičku ravnotežu u UIZ u odnosu na osobe s NST.	Rezultati su pokazali da postoje značajne razlike između grupa, u korist grupe s NST u: -indeksu opće stabilnosti. I Indeksu anteriorposterior indeks medialateral stabilnosti pojedinačne noge sportaša. indeksu opće stabilnosti, testa rizika od pada. Također postoje značajne razlike između obje skupine, u svim mjerenim varijablama UIZ

				kod testa rizika od pada.
Ali Sanjari i sur. (2016)				
N=34 ispitanika	Dvije grupe: a. N=17 ispitanika s NST. b. N=17 ispitanika s SST.	Analizirana je standardna devijacija (SD), centra pritiska (CoP) u mediolateralnom smjeru (SD od CoPx) i u anteroposteriornom smjeru (SD od CoPy), ukupna središnja vrijednost brzine CoP-a i duljina linije konstrukcije CoP-a kod obje skupine.	Primarni cilj u ovoj studiji bio je proučiti promjene na CoP kod pojedinaca s NST i sa SST tijekom zadataka visokog opterećenja umora. Ispitanici su hodali preko 2 ploče na pritisak prije i poslije funkcionalnog protokola umora.	Rezultati su pokazali da nije bilo značajnih učinaka i razlika između ispitanika s NST i SST za sve CoP mjere. Zaključili su da niži SD od CoPy indikator je manje fluktuacije CoPy-a, i vjerojatno manjeg središta kretanja mase, što bi moglo smanjiti rizik od ozljede.
Cote i sur. (2005)				
N=16 s proniranim (spušteni čunj = 13.0 ± 3.7 mm), neutralnim-normalnim (navicular drop = 6.2 ± 1.1 mm), i supiniranim (spušteni	Tri grupe: a. pronirani (≥10 mm), b. normalni (5–9 mm) c. supinirani (≤4 mm)	SEBT korišten za mjerenje dinamičke ravnoteže, koja se definirala kao udaljenost dosega (cm) prema svakom od 8 testiranih smjerova. Njihanje u stavu izraženo je kao maksimalna zabilježena udaljenost njihanja (cm) u	Istraživali su se efekti proniranih SST i supiniranih SST položaja stopala na statičku i dinamičku stabilnost tijela u UIZ. Korišten je Chattecx Balance System kako bi se mjerilo središte ravnoteže, indeks stabilnosti i	Rezultati su pokazali da ne postoji značajna razlika u njihanju kao funkciji među tipovima stopala. Također u indeksu stabilnosti. Dinamička ravnoteža i doseg razlikovao se među grupama, ali samo u nekim smjerovima.

čunj = 2.2 ± 1.7 mm)		medijalnolateralnom i anterioposterionom smjeru.	njihanje prilikom stoja na jednoj nozi sa zatvorenim i otvorenim očima	Zaključilo se da je stabilnost i držanje ravnotežnog položaja pod utjecajem tipa stopala, u statičkim i dinamičkim uvjetima.
Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003)				
N=30. (12 muškaraca, 18 žena) rekreativno aktivnih sportaša	Tri grupe: a. 22 pes planus - SST b. 26 pes rectus - NST i c. 12 pes cavus - PST	Stopala sudionika klasificirana su u jednu od tri kategorije stopala, prema postupcima koje su opisali Root i sur. (1971)	Ova studija napravljena je kako bi provjerila ulogu tipa stopala, visine, duljine nogu i opsega kretanja na udaljenosti dosega prilikom obavljanja SEBT za procjenu dinamičke ravnoteže u UIZ	Utvrđeno je sljedeće: a. ne postoje značenje razlike između udaljenosti dosega lijevog i desnog uda; b. značajna je korelacija između visine i udaljenosti dosega, te duljine noge i udaljenosti dosega u šest od osam smjerova: prednjem, prednje-medijalnom, medijalnom, stražnje-medijalnom, stražnjem i prednje-lateralnom. c. nije bilo značajnih razlika između tipova stopala u UIZ

				i niti jednom od osam smjerova za čiste udaljenosti ili normalizirane udaljenosti dosega.
Olmsted i sur. (2002)				
N=40 ispitanika	Dvije grupe: a. bez oštećenja skočnog zgloba n=20, dob = 20.2 +/- 1.4 god. b. onih sa kroničnom nestabilnosti skočnog zgloba n=20, dob = 19.8 +/- 1.4 god	Za procjenu dinamičke ravnoteže korišten je SEBT za UIZ	Istraživala se sposobnost dinamičke ravnoteže kod pojedinaca koji nisu imali oštećenja skočnog zgloba, i onih koji su imali kroničnu nestabilnost skočnog zgloba u UIZ	Izvijestili su: a. pojedinci s SST-proniranim ili SST-supiniranim stopalima imaju povećanu sposobnost dinamičke ravnoteže u UIZ i u posebnim smjerova, uspoređeno s NST i normalnim osobama koje nemaju nestabilnost zglobova. b. da su sposobnosti dinamičke ravnoteže pojedinaca s nestabilnim zglobovima reducirane u svih osam smjerova. c. da oblik stopala utječe na opseg pokreta zglobova kroz aktivnost neuromuskularnog

				sustava
Kim i sur. (2015)				
N=28 ispitanika	Dvije grupe: a. NST n=14 ispitanika b. SST n=14 ispitanika	Izmjerena su tri zadatka u UIZ: - prvi, stajanje na jednoj nozi s otvorenim očima, - drugi, stajanje na jednoj nozi sa zatvorenim očima, i - treći Y-test ravnoteže. Kvantificiralo se središte pritiska i Y ravnotežnog testnog rezultata (Y rezultat) unutar zadataka	Istraživale su se razlike u statičkoj i dinamičkoj stabilnosti kod ispitanika koji su imali fleksibilnu SST i onih s NST.	Migracija centra pritiska bila je znatno veća u skupini sa fleksibilnim SST nego u drugoj skupini s NST. Također i zadati s otvorenim i zatvorenim očima i smjerovima (AP i ML) Rezultati Y- testa ravnoteže pokazali su da između dvije grupe ne postoje statistički značajne razlike. Ispitanici sa SST imaju različitu statičke stabilnosti, ali ne i dinamičke stabilnosti, u usporedbi s ispitanicima s NST.
Kašček i sur. (2012)				
N=122 studenta	Dvije grupe: a. NST b. SST	SST je definirana prema Clark metodi. Ravnoteža je bila mjerena pomoću sustava stabilnosti Biodex pod	Primarni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utječu li morfološke karakteristike stopala (duljina,	Potvrdili su da postoji značajna korelacija između varijabli i indeksa ravnoteže. Korelacija između

		uvjetima: tvrdoća suportivne podloge 4 uz 3 ponavljanja i 20 sek održavanja ravnoteže.	širina, spuštenost stopala) na održavanje ravnotežnog položaja kod sportaša u UIZ	SST i indeksa stabilnosti nije značajna. Otkrilo se da veće korelacije postoje između indeksa stabilnosti i širine/duljine stopala na desnoj nego na lijevoj nozi.
Tahmasebi i sur.(2015)				
N=42	Dvije grupe: a. NST b. SST	Za mjerenje ukupne sile na podlogu korištena je Kistler-ova platforma. Stabilnost je određena računanjem distribucije pritiska, duljinom otiska i brzinom u mediolateralnom i anteroposterior području.	Svrha ovog rada je određivanje razlike između stabilnosti u svakoj skupini sa i bez uloška	Istraživanje je pokazalo značajne razlike u stabilnosti između grupa s NST i sa SST. Ova studija pokazala je da su osobe s SST tijekom stajanja više nestabilne u usporedbi s pojedincima s NST. Također srednja vrijednost središta pritiska tijekom stajanja sa i bez uloška bila je značajno različita.
Hyong, I. H., & Kang, J. H. (2016)				
N=162 zdravih sveučilišnih studenata	Tri grupe: a. 14 ispitanika za SST pronacijom	Za mjerenje sposobnosti dinamičke ravnoteže, za svaku grupu proveden je	Uspoređivala se sposobnost dinamičke ravnoteže prema obliku nogu (na	Nije pronađena značajna razlika između ispitanika s NST i SST u sposobnosti

	stopala, b.14 supinacijom stopala i c. 14 s NST,	SEBT test.	osnovi visine medijalnog svoda)	dinamičke ravnoteže u UIZ
Bacarin i sur. (2006)				
N=23 zdravih ispitanika	2 grupe: - NST n=10 - SST n=13	Dinamički pritisak stopala mjeren je klasificiranom metodom indeksa Cavanagh-Rodgers (1987). Sustav Pedar s frekvencijom uzorka od 50 Hz korišten je za mjerenje relativnog opterećenja, maks. pritiska i uporišnih točki u poprečnom dijelu svoda stopala (F), u stražnjem dijelu svoda stopala (R) i u medijalnom dijelu stopala (M).	Ispitivala se distribucija pritiska stopala na određenim točkama na podlogu kako bi usporedili: - relativno opterećenje, - maksimalni pritisak - uporišne točke tijekom bosonogog hoda između ispitanika sa SST i NST.	Ustanovilo se da postoji značajna razlika među grupama (NST i SST) u sve tri određene točke pritiska (prednjem, stražnjem i srednjem dijelu). Također su utvrdili i izračunali da je pritisak stopala na srednjem dijelu stopala kod grupe ispitanika sa SST bio 18% dok je kod grupe ispitanika s NST bio 15%.
Tsai Liang-Ching i sur. (2006)				
N=45 ispitanika	Tri grupe: a. normalna n=15 b. pronirana n=15 c. supinirana	Korištena je pedobarografja i kliničko mjerenje statičke ravnoteže. Mjere s pedobarografske plat-forme bile su	Hoće li ispitanici sa različitim strukturama stopala pokazati razlike u statičkoj ravnoteži u stojećem položaju.	- Pojedinci sa SST imali su značajno veću SD i maksimalno premještanje u prednje-stražnjem smjeru.

	n=15	normalizirane u odnosu na: a. prosječnu brzinu i centar pritiska, b. standardnu devijaciju i c. maksimalno premještanje u prednje-stražnjim i medijalno-lateralnim smjerovima.	Komparacija 3 grupe ispitanika s 3 različite strukture stopala u UIZ	- koristili su više pokušaja kako bi završili testiranje na platformi - imali kraće trajanje stajanja na jednoj nozi nego s NST - Ispitanici sa SST i ispitanici sa supiniranim stopalom pokazuju slabiju statičku kontrolu držanja ravnoteže u stavu na jednoj nozi nego ispitanici s NST

Khramtsov & Kurganskiĭ, (2009) su ustanovili da su djeca sa SST pokazala manju vertikalnu stabilnost u odnosu na grupu djece s NST, što se kosi rezultatima provedenog istraživanja (Tablica 29.). Nalazi znanstvenog rada Bacarin i sur. (2016), u kojima su utvrđene značajne razlike između grupe ispitanika s NST i sa SST u nekim određenim točkama pritiska, (stražnjem i srednjem dijelu) i u pravcima kretanja koji su odgovorni za dinamičku ravnotežu ispitanika te u vanjskom dijelu stopala (lateralni) s odraznom i sa neodraznom nogom, djelomično su sukladni rezultatima ovog rada. Između dva rada ne postoji sukladnost u varijablama koje su odgovorne za dinamičku ravnotežu ispitanika u prednjem dijelu stopala (anteriorni).

Uspoređujući rezultate Ali, Mohamed i sur. (2011) s rezultatima ovog rada pokazala se sukladnost u nalazima, s time da se u oba rada, grupe ispitanika s NST i SST međusobno razlikuju u varijablama DRONM i DRNNM koje su odgovorne za stabilnost srednjeg dijela stopala, odnosno medijalnog svoda, u varijablama DRONP i DRNNP koje se odnose na stražnji dio stopala, te u varijablama DRONL i DRNNL koje čine vanjski uzdužni svod stopala (Tablica 29.). U svim ostalim varijablama odnosno pravcima (A, AM i AL) u

odraznoj i neodraznoj nozi u oba rada, grupe ispitanika s NST i SST međusobno nemaju značajne razlike

Sukladnost u rezultatima postoji u istraživanju Tahmasebi-a i sur. (2015), Abdoli-a i sur. (2011) koji utvrđuju da su osobe sa SST, tijekom stajanja nestabilnije u usporedbi s osobama koje imaju NST. Nije bilo izravne korelacije između stupnja spuštenosti stopala i nestabilnosti tijekom stajanja.

Uspoređujući rezultate provedenog rada s rezultatima znanstvenog rada Tudora i sur. (2009) u prostoru ravnoteže i stabilnosti može se utvrditi da između ta dva rada postoji djelomična sukladnost. Na temelju diskriminativne analize u ovom radu, rezultati su pokazali da se grupe ispitanika s NST i sa SST međusobno razlikuju u dinamičkoj ravnoteži. To se kosi s rezultatima Tudora i sur. koji su u svom radu utvrdili da ne postoje razlike između grupa ispitanika s NST i sa SST u istoj. Između oba rada postoje bitne različitosti i u metodama procjene dinamičke ravnoteže. Tudor i sur. koristili su 3 testa (Lateral Tilts, Front-Back Tilts, One-Leg Balance sa zatvorenim očima) od kojih su se dva izvodila u BIZ i jedan u UIZ sa zatvorenim očima, dok se u ovom istraživanju koristio jedan test u više smjerova u kojima je testirana medijalna i lateralna strana stopala kao i anteriorni i posteriorni dio stopala. Autori su zaključili da ne postoje razlike između ispitanika s NST i sa SST u motoričkim sposobnostima ravnoteže tijela (Tablica 29.).

Od svih 16 varijabli ispitanici sa NST i SST se međusobno razlikuju u 6 varijabli dok se u ostalih 10 ispitanici međusobno ne razlikuju. Djelomična sukladnost između ta dva rada postoje iz razloga što kod provedenog istraživanja postoji mali broj varijabli koje statistički značajno razlikuju grupe i u većini varijabli ne postoji razlika među grupama, što su potvrdili i Tudor i sur.

Gribble & Hertel, (2003) ustanovili su da ne postoje značajne razlike u udaljenosti dosega (cm) između lijevog i desnog ekstremiteta što je sukladno nalazima ovog istraživačkog rada u kojem je utvrđeno da ne postoji razlika u rezultatima između odrazne i neodrazne noge u obje grupe ispitanika u UIZ. U diskriminaciji između grupa, u radu autora Gribble & Hertel, (2003) pokazalo se da nije bilo značajnih razlika između ispitanika s NST i SST u svih osam smjerova (SEBT) originalne udaljenosti dosega (cm) ili normalizirane udaljenosti dosega (cm) i s desnim i s lijevim ekstremitetom u SEBT-u. Njihovi rezultati i tvrdnje djelomično su

sukladni rezultatima ovog rada (Tablica 29). Slične rezultate dobili su Hyong & Kang, (2016) koji su ustanovili su da ne postoji statistička značajna razlika u sposobnosti dinamičke ravnoteže između ispitanika s NST i sa SST. Rezultati su djelomično sukladni nalazima ovog istraživanja i odnose se na određene smjerove zvjezdolikog testa.

Cote i sur. (2005) ustanovili su da postoji razlika u rezultatima i u efikasnosti dinamičkog dosega (cm) ispitanika između grupa s NST i sa SST, ali samo u nekim smjerovima. Njihovi rezultati kose se s rezultatima ovog rada u kojem se utvrdilo da ne postoje razlike među grupama sa stajnom odraznom i neodraznom nogom u A, AM i AL smjeru SEBT-a. U rezultatima ovog rada uočeno je da su ispitanici s NST postigli veću udaljenost u odnosu na ispitanike sa SST u pravcima P, PM, i PL, odnosno u stražnjem dijelu stopala prema tome u suprotnim od njih smjerovima. Također, Kim i sur. (2015) su ustanovili da rezultati Y- testa u dinamičkoj ravnoteži nisu značajno razlikovali grupe. Rezultati anteriornog smjera kretanja gore navedenih autora slažu se s rezultatima ovog istraživanja u kojem se utvrdilo da ne postoji razlika između grupe ispitanika s NST i sa SST s odraznom i neodraznom nogu.

Budući da se kod SST medijalni longitudinalni svod stopala čini izravnan, to uzrokuje okretanje stopala prema unutra kako bi dobio kontakt s podlogom i podržavao težinu tijela što je glavna klinička značajka pronacije. Medicinski odstupajuće pronirano stopalo vjerojatno ne povećava mobilnost, te time i sposobnost dinamičke ravnoteže, posebno u prednjem smjeru. Suprotno s time normalno stopalo ima ravnomjerni pritisak na uporišne točke kod svih svodova stopala odnosno medijalni, lateralni i transverzalni svod, te tako povećava mobilnost i ne ograničava stabilnost.

6.3. Rasprava eksplozivne jakosti ispitanika

Rezultati deskriptivne statistike iz tablice 23., 24. i 25**.** odnose se na eksplozivnu jakost ispitanika te su kod svih ispitanika i kod ispitanika svake pojedine grupe pokazali sljedeće:

- u svim varijablama eksplozivne jakosti vertikalnog (skok u vis) i horizontalnog tipa skočnosti (skok u dalj, i troskok) svi ispitanici postigli su bolje rezultate u odraznoj nozi u odnosu na neodraznu;

- rezultati eksplozivne snage tipa sprinta na 10 m, 20 m i 40 m pokazali su da su svi ispitanici trčali u prosječnom vremenu (sekundama) koje je sukladno tom uzrastu i koji imaju istu razinu tjelesne aktivnosti.

Uspoređujući grupe ispitanika međusobno u vertikalnoj i horizontalnoj skočnosti odnosno rezultati iz tablice 23. i tablice 24. u deskriptivnoj statistici i tablice 25. i 26. u diskriminativnoj analizi pokazali su sljedeće:

Unilateralna izvedba (UIZ) eksplozivne jakosti sastoji se od šest varijabli:

Tri varijable vezane uz odraznu nogu (SVUON, SDUON i TON) i tri varijable vezane uz neodraznu nogu (SVUNN, SDUNN i TNN).

Na temelju cilja rada i druge hipoteze u kojoj se pretpostavljalo da u eksplozivnoj jakosti postoji statistička značajna razlika između ispitanika s NST i ispitanika sa SST u unilateralnoj izvedbi dobiveni rezultati pokazali su da je druga hipoteza djelomično prihvaćena.

Od ukupno 6 varijabli (Tablica 25.) samo je jedna varijabla, SDUON ($p = 0,03$) statistički značajna, odnosno u ovoj su varijabli ispitanici s NST postigli značajno bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa SST. U svim ostalim varijablama s odraznom nogom (SVUON, $p = 0.770$ i TON $p = 0.142$) i s neodraznom nogom (SVUNN, $p = 0.769$, SDUNN, $p = 0.156$ i TNN, $p = 0.134$) ne postoji statistički značajna razlika, iako je na osnovi dobivenih rezultata deskriptivne i diskriminativne analize uočljivo da postoji tendencija kod ispitanika s NST postizanjem nešto boljih rezultata u odnosu na ispitanike sa SST.

U tri različito provedena testa (skok u vis, skok u dalj, troskok) u UIZ za procjenu eksplozivne jakosti tipa vertikalne i horizontalne skočnosti utemeljenim na koncentrično – ekstrentičnoj kontrakciji mišića donjih ekstremiteta i kod odrazne i neodrazne noge rezultati su pokazali da su ispitanici sa SST i ispitanici s NST – osim varijable (SDUON) - podjednako efikasni i da ne postoje razlike pri izvođenju vertikalnog i horizontalnog odraza u UIZ.
Na osnovi rezultata deskriptivne statistike u originalnim vrijednostima (cm) (Tablica 23. i 24.) i uspoređujući grupe ispitanika međusobno u srednjim vrijednostima pokazalo se da su ispitanici s NST postigli nešto bolje rezultate u svim primijenjenim varijablama eksplozivne

jakosti s odraznom i s neodraznom nogom. Navedene razlike između grupa nisu dovoljno velike kako bi bile statistički značajne.

Iako se u drugoj hipotezi pretpostavljalo da se u UIZ grupe međusobno razlikuju, dobiveni rezultati (Tablica 25.) su pokazali da ne postoje razlike u koncentrično-ekstentričnoj kontrakciji mišića u vertikalnoj i horizontalnoj skočnosti osim jedne varijable (SDUON), što znači da je druga hipoteza djelomično prihvaćena.

Unilateralna izvedba – vertikalna skočnost. Rezultati za procjenu eksplozivne jakosti tipa vertikalne skočnosti u UIZ varijable SVUON i SVUNN pokazali su da su ispitanici s NST skočili neznatno više od ispitanika sa SSP, što znači da ne postoji statistički značajna razlika među grupama.

Unilateralna izvedba – horizontalna skočnost. Rezultati varijabli za procjenu eksplozivne jakosti tipa horizontalne skočnosti u UIZ (SDUON, SDUNN, TON i TNN) pokazali su da su ispitanici s NST skočili neznatno više od ispitanika sa SST. Potvrdilo se da se grupe djelomično diskriminiraju. Od četiri varijable samo kod jedne (SDUON) postoji statistički značajna razlika među grupama, dok se u ostalima grupe međusobno značajno ne razlikuju.

Eksplozivna jakost bilateralne izvedbe sastoji se od pet varijabli: jedna varijabla eksplozivne jakosti tipa vertikalne skočnosti SVB, jedna varijabla eksplozivne jakosti tipa horizontalne skočnosti SDB, i tri varijable horizontalne eksplozivne jakosti tipa trčanja S10M, S20M i S40M.

Na temelju cilja rada i treće hipoteze u kojoj se pretpostavljalo da u eksplozivnoj jakosti ne postoji statistički značajna razlika između ispitanika s NST i ispitanika sa SST u BIZ, dobiveni rezultati pokazali su da je i treća hipoteza djelomično prihvaćena. Grupe ispitanika značajno se razlikuju u dvije od pet primijenjenih varijabli eksplozivne jakosti u BIZ. Na temelju dobivenih rezultata diskriminativne analize prikazanih u tablici 26. uočljivo je da varijabla SDB, $p = 0.02$ i varijabla S40M, $p = 0.04$ statistički značajno diskriminiraju grupe na razini značajnosti $p<0.05$.

Dobiveni rezultati pokazali su da su ispitanici s NST efikasnije izvodili sunožni skok u dalj od ispitanika sa SST. Isti rezultati potvrđuju se i u deskriptivnoj statistici u kojoj su rezultati prikazani i izraženi u originalnim vrijednostima (cm).

U drugoj varijabli BIZ koja se odnosi na sunožni skok u vis (SVB) uočeno je da između grupe ispitanika ne postoje razlike (SVB p = 0.896), što znači da su ispitanici s NST i sa SST podjednako efikasni pri izvođenju vertikalnog sunožnog skoka u vis. To pokazuje da u vertikalnoj skočnosti koncentrično–ekscentrična kontrakcija mišića donjih ekstremiteta ne ovisi od medijalno uzdužne spuštenosti stopala.

U varijabli S40M u kojoj postoji statistički značajna razlika među grupama, rezultati su pokazali da su ispitanici s SST postigli bolje rezultate, odnosno trčali su brže na stazi od 40 m od ispitanika s NST. Jedan od razloga koji to može opravdati odnosi se na morfološke karakteristike ispitanika. Rezultati deskriptivne analize pokazali su da ispitanici s SST imaju veće longitudinalne dimenzije donjih ekstremiteta, odnosno viši su s dužim donjim ekstremitetima, što omogućuje veću amplitudu pokreta pri trčanju od ispitanika s NST. Također ispitanici sa SST imaju veći opseg i nogu potkoljenice i natkoljenice, kao i širinu i dužinu stopala kod odrazne i neodrazne noge koji utječe na silu i na brzinu pokreta donjih udova. Te su činjenice vjerojatno utjecale na postizanje veće brzine kao i na veće ubrzanje u sprintu na 40 m kod ispitanika sa SST. Naročito je bitno razmotriti stupanj važnosti mišića stopala, te njihov utjecaj na aktivnosti poput trčanja, u odnosu na značaj i važnost mišića m. quadriceps femoris, m. biceps femoris, m. triceps sure i dr. Očigledno je da gore navedeni mišići imaju bitnu funkciju kod trčanja, tako da je njihova funkcija u cikličkim pokretima nižih ekstremiteta značajnija nego aktivnost mišića stopala. Također se pretpostavlja da spušteni medijalni uzdužni svod „leži“ na podlozi, te da je time ukupna površina stopala koja dolazi u kontakt sa podlogom veća. Ta činjenica povećava pritisak i neposrednu reakciju podloge, što najvjerojatnije pozitivno utječe na ispoljavanje maksimalne sile, na eksplozivnost i na brzinu pokreta donjih udova kod eksplozivne jakosti tipa sprinta.

U ostale dvije varijable eksplozivne jakosti tipa trčanja, varijabla S10M p = 0.281 i varijabla S20M p = 0.125, ne postoji statistička značajna razlika među grupama. Rezultati deskriptivne statistike pokazali su da ispitanici sa SST kod sprinta na 20 m postižu nešto bolje rezultate od ispitanika s NST, ali nisu statistički značajni. Suprotno tome, kod sprinta na 10 m, iako bez statistički značajne razlike nešto bolje rezultate postigli su ispitanici s NST.

Bilateralna izvedba – vertikalna skočnost: Rezultati za procjenu eksplozivne jakosti tipa vertikalne skočnosti u BIZ varijabli (SVB) pokazali su da su ispitanici s NST postigli minimalno bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa SST. Ne postoje statistički značajne razlike između grupa u bilateralnoj izvedbi eksplozivne jakosti tipa vertikalne skočnosti.

Bilateralna izvedba –horizontalna skočnost: Rezultati za procjenu eksplozivne jakosti tipa horizontalne skočnosti u BIZ varijabli (SDB) pokazali su da su ispitanici s NST postigli znatno bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa SST, te postoji statistički značajna razlika među grupama.

Na temelju dobivenih rezultata u tablici 28., u kojoj je prikazana korelacijska analiza odnosno analiza u kojoj se ispituje povezanost između 11 pojedinačnih varijabli eksplozivne jakosti s grupom ispitanika s SST i grupom ispitanika s NST, uočeno je da u samo tri varijable (SDB, SDUON i S40M) postoji statistički značajna povezanost iako je korelacija slaba. Na temelju koeficijenta korelacije rezultati koje se odnose na varijable SDB i SDUON povezani su s grupom ispitanika NST, dok je varijabla S40M povezana s grupom ispitanika sa SST. Ostale varijable eksplozivne jakosti tipa skočnosti u UIZ i u BIZ sadrže gotovo neznačajne koeficijente korelacije. Kod varijabli S10M i S20M, iako ne postoji statistički značajnost, ipak postoji slaba povezanost u varijabli S20M s grupom sa SST, dok u varijabli S10M postoji slaba korelacija s grupom ispitanika sa NST.

Na osnovi strukturalne raznovrsnosti skokova uočeno je da postoje dva bitna faktora koja direktno utječu na efikasnost izvođenja skokova i koja se odnose na različite načine kontakta stopala s podlogom kao i na trajanje tog kontakta. Stopalo ostvaruje stabilnost i elastičnost zahvaljujući svodovima, transverzalnim i longitudinalnim (medijalnim i lateralnim) lukom, koji su određeni ne samo oblikom kostiju već i otpornošću ligamenata. Čovjek može izvoditi skokove na način da je prilikom kontakta s podlogom isključivo na prednjem dijelu stopala ili da je odraz izveden tako što je prvi kontakt s podlogom prvo preko stražnjeg dijela (pete) pa tek onda završetak odraza preko prednjeg dijela. Treći način kontakta stopala s podlogom prilikom odraza je da se kontakt s podlogom na početku ostvaruje cijelom površinom stopala, a u kasnijoj fazi odraza preko prednjeg dijela. Medijalni longitudinalni svod stopala je najviši i ima najznačajniju ulogu za optimalnu mehaniku stopala (Wilken, 2006), dok je lateralni longitudinalni svod niži i ima tendenciju slabljenja pod tjelesnom težinom (Kendall i sur., 1993). Trajanje odraza, odnosno kontakta stopala s podlogom kreće se od oko 0,080 s do

preko 1 s. Kod svih skokova (skok u vis, skok udalj i troskok s mjesta) prisutan je tzv. ekscentrično-koncentrični mišićni režim rada (ciklus istezanja i skraćivanja ili *engl. "stretch-shortening cycle'' – SSC*). Koncentrični mišićni režim rada je takav da se mišić skraćuje i tako uzrokuje pokret. S druge strane, kod odraza u skoku udalj i u vis, UIZ i BIZ kao i u troskoku, u prvoj fazi dolazi do produljenja m. quadricepsa (ekscentrična faza - fleksija koljena), nakon kojeg slijedi koncentrična faza u kojoj se mišić skraćuje (ekstenzija koljena).

U tablici 30**.** prikazani su rezultati pretražene literature u kojima su autori u svojim znanstvenim radovima, primjenjujući razne metode i protokole, došli do kontradiktornih tvrdnji na pitanje utječe li spušteno stopalo na motoričke sposobnosti eksplozivne jakosti.

Tablica 30. Rezultati pretražene literature – eksplozivna jakost

UZORAK	GRUPE	TEST ZA PROCJENU	DIZAJN PROTOKOL	REZULTATI
Hugo i Elmie. (2011)				
N=20 (N=10 juniorskih sprintera N=10 juniorskih nesprintera)	3 grupe: a. NST b. SST c. PST	Ispitanici su bosi trčali najvećom brzinom preko 20m, prelazeći, platformu za pritisak RSscan International's Footscan® koja je postavljena na posljednja 2 m te udaljenosti od 20 m	Određivanje utjecaja različitih tipova stopala s obzirom na brzinu, i sile udarca - početni kontakt. -završni kontakt. - vrijeme do vrhunca pritiska. - trajanje kontakta na različitim podpodručjima stopala	Postoje statistički značajne razlike među grupama odnosno između tipa stopala u BIZ (sprint).
Lin i sur. (2001)				
Uzorak: N=377 djece	4 grupe: djeca su	Zadaci za procjenu	Autori su prikupili sljedeće	a.) rasprostranjenost

predškolske dobi (201 dječaka, 176 djevojčica) u rasponu dobi 2-6 godina starosti	podijeljen prema utjecaju njihovog medijalnog uzdužnog svoda 1.normalna2.blaga SST, 3.umjerena SST i 4. jaka SST.	motoričkih sposobnosti su uključivali: čučanj i stoj, stoj na prstima, hod na prstima, hod na peti, stoj na jednoj nozi i skakanje na jednoj nozi.	podatke: a. visinu, težinu, b. labavost zglobova, c. izvođenje aktivnosti (šest standardiziranih zadataka) i d. analiza hoda. Rezultati zadataka bazirani su na promatranju istih kroz interval od 30 sekundi. SST vizualnim putem	SST značajno je korelirala s dobnim skupinama. b.) prisutnost SST korelira s nižim rezultatima kod određenih motoričkih zadataka c.) djeca s umjerenim i jakim SST hodaju sporije i stopala su im okrenuta lagano prema van d) djeca sa SST u UIZ i BIZ ostvaruju slabiji rezultate nego djeca bez SST.
Mihajlović i sur. (2010)				
N=75 mladih atletičara između 11 i 12 godina starosti.	Dvije grupe: 1. (n=54) - NST - SST prvog stupnja. 2. **(**n=21) - drugi - treći - četvrti stupanj	Eksplozivna jakost: 1. skok udalj s mjesta 2. trčanje na 20 m iz visokog starta. - Status svoda stopala izmjeren je kompjuterizira nom	Istraživali su razlike u manifestaciji eksplozivne snage nogu u odnosu na status uzdužnog medijalnog svoda stopala mladih atletičara. .	Pokazalo se da u izvođenju motoričkih sposobnosti nije utvrđena statistički značajna razlika između djece sa NST i djece sa SST u manifestaciji eksplozivne snage i brzine u BIZ

	SST	digitalnom podografijom.		
Aleksandrović, M., & Kottaras, S. (2015)				
N=55 učenici od 14 godine starosti (±6 mjeseci)	Tri grupe: a. učenici s NST (n=30). b. učenici sa SST (n=15). c. učenici sa jako SST (n=10)	Za procjenu eksplozivne snage nogu vertikalnog skoka 1. skok iz čučnja - squat jump (SJ) 2. skok s pripremom - counter movement jump (CMJ).	Imaju li djeca sa SST slabiju eksplozivnu snagu nogu. Za utvrđivanje stupnja deformiteteta i ocjenu spuštenosti stopala, korištena je metoda plantografije - Chzinova metoda.	Nisu utvrđene statistički značajne razlike u pokazateljima eksplozivne snage nogu u BIZ u odnosu na stanje svoda stopala kod ispitivanih poduzoraka djece koja imaju slabi i jaki poremećaj SST i one s NST bez tog poremećaja.
Tudor i sur. (2009)				
N=218 djece u dobi od 11 do 15 godina starosti	Dvije grupe ispitanika: 1. NST 2. SST	Djeca kod koje je testirana: - eksplozivna jakost ekscentrično-koncentrične kontrakcije mišića i skakanje na dinamometrijskoj platformi Kistler-a,	Istraživala se povezanost između stupnja SST i nekoliko motoričkih sposobnosti koje su potrebne za sportske aktivnosti. Izmjerena je: - spuštenost svoda stopala	Nije pronađena značajna korelacija između visine svoda i 17 motoričkih izvedbi. Nisu utvrđeni nikakvi nedostaci u sportskoj izvedbi kod djece sa SST. Djeca sa SST i djeca s NST bila su jednako uspješna u

		- poligonom za procjenu brzine i koordinacije (Newtestov sustav), - ravnoteže (3 testiranja), - fleksijom nožnih prstiju vrškom stopala - repetativnom snagom - pokretima nogu.	- morfološke karakteristike - motoričke sposobnosti (brzina, snaga, vrijeme, reakcije, balans). Scan otiska u svrhu određivanja vrijednosti indeksa luka prema metodi koju je opisao Staheli (1987)	svim motoričkim testovima UIZ i BIZ.
Živković i sur. (2014)				
N=114 djece muškog spola od 11 do 12 godine starosti.	2 grupe: A. 57 djeca s SST B. 57 djece s NST	Za eksplozivnu jakost donjih udova, korišteni su sljedeći testovi: - stojeći dubinski skok. - trostruki stojeći skok -vertikalni skok - visoki skok s trkačkim startom. -udaranje lopte nogom.	Svrha studije bila je usporedba ishoda testova eksplozivne jakost i brzog trčanja odabranih prema Kureliću i sur. (1975), s raznim središnjim visinama uzdužnog svoda. Za procjenu statusa njihovih stopala, korištene su: Thompsonova metoda za	1. Postoji statistički značajna razlika između sudionika s NST i SST. Sudionici s NST bili su uspješniji u primijenjenim testovima eksplozivne jakosti BIZ od sudionika sa SST. 2. Sudionici sa SST imali su značajno bolje rezultate u motoričkim testovima brzine.

		-Sprint 20, 40, 60 m s visokim startom	evaluaciju SST, širinu stopala i duljinu stopala.	
Bubanj i sur. (2012)				
N=240 srednjoškolaca od 16 do 17 god.	2 grupe: 1. NST 2. SST Nesportaša N=120 (43 M i 77 Ž) Sportaša N=119 (75 M i 44 Ž)	Eksplozivna snaga donjih udova testirana je bežičnom napravom Myo (Sion, Švicarska) Svi su ispitanici izveli pet skokova s polučučnjem (CMJ-ova).	Utvrđivanje razlika u eksplozivnoj jakost između sportaša i ne-sportaša s SST i NST. Status stopala određen je modernim kompjutorskim podoskopom i odgovarajućim softverom.	Ne postoje statistički značajne razlike između ispitanika s NST i ispitanika sa SST u eksplozivnoj jakosti bilateralne izvedbe. Također se ne razlikuju niti u poduzorku nesportaša, niti u poduzorku sportaša.
Mozafaripour i sur. (2014)				
N=40 nogometaši Asia vision League.	Dvije grupe: 1. NST 2. SST	Za procjenu eksplozivne jakosti svaka je grupa izvela dva motorička testa. 1. skok u dalj s mjesta 2. trčanje na 45 m.	Svrha ove studije bila je procijeniti učinak spuštenog stopala na efikasnost izvođenja nekih zadataka eksplozivne jakosti kod nogometaša. Svod njihovog stopala kvantitativno je procijenjen Staheli indeksom (SI). Odabrani su	Nema značajne razlike između grupe s NST i grupe sa SST u niti jednom od odabranih testova eksplozivne jakosti BIZ. Na taj način se pokazalo da deformiteti SST ne mogu samostalno utjecati na efikasnost izvođenja aktivnosti snage

			ljudi s SI>0.85 indeksom kao SST, i ljudi s 0.84>SI >0.40 kao osobe s NST	kod nogometaša
Protić-Gava i sur. (2016)				
Uzorak: N=90 ispitanika (45 muškog, 45 ženskog spola) uzrasta 15 ± 0.5 godina	Tri grupe: 0. NST 1. SST 2. Izrazito SST	Eksplozivna snaga mjerena je motoričkim testovima – skok u dalj s mjesta sunožnim odrazom - troskok s mjesta sunožnim odrazom.	Utvrđivanje razlika u izbacivanju eksplozivne snage nogu i zdjeličnog pojasa u odnosu na stupanj spuštenosti svoda stopala i spolni dimorfizam. Status svoda stopala utvrđen je somatoskopskom metodom vizualnom procjenom u sagitalnoj ravnini.	Zaključilo se da postoje statistički značajne razlike u motoričkoj efikasnosti između ispitanika s NST i s SST i između ispitanika s NST i izrazito SST u oba motorička testa. Ne postoje statistički značajne razlike u motoričkoj efikasnosti između ispitanika s SST i u grupi s izrazito SST u BIZ
Petrović i sur. (2013)				
N = 304 ispitanika: 1. Sportaša n = 80 (starosti 10±1 god.), 2. Sportaša omladinaca n = 60 (starosti	Grupa a. 0. Stupanj NST 1. stupanj sa slabo SST Grupa b.	Eksplozivna snaga nogu mjerena je Kistler platformom na primjeru: - skoka iz čučnja, - skoka u vis iz	Cilj ove studije bio je utvrditi razlike u eksplozivnoj snazi koje su vezane uz vrstu stopala (NST ili SST) na tri različite starosne	Utvrđeno je da: a. između grupe sa SST i grupe s NST, ne postoje statistički značajne razlike u izvođenju motoričkih, aktivnosti eksplozivne snage

15±1 god.) 3.Studenata Kineziološkog fakulteta n = 164 (starosti 20±1 god.).	2.stupanj sa srednje SST 3. stupanj značajno SST 4. stupanj sa vrlo jako SST.	mirovanja i - skoka ispruženih nogu.	grupe. Odredilo se 4 stupnja spuštenosti stopala. Status longitudinalnog luka odnosno svodovi stopala mjeren je Pedikom System aparatom.	u BIZ. b. SST može dovesti do drugih posturalnih deformiteta.
Arévalo-Mora i sur. (2016)				
N=180 djece od 11 do12 godina	3 grupe: N= 96 - NST N= 54 - PST N= 37 - SST	Procjena motorike: - skok u dalj i - trostruki skok u UIZ -vertikalni skok. -trčanje između linije 10 × 5 m. - sprint od 20m. - statičko-dinamičko balansiranje - poligon test - okret	Utvrđivanje utjecaja tipa stopala djece na njihove fizičko-motoričke sposobnosti.	Nema statistički značajne razlike u rezultatima eksplozivne jakosti UIZ i BIZ između grupa.

Rezultati znanstvenog rada Tudora i sur. (2009) utvrdili su da u sportskoj efikasnosti i u motoričkim sposobnostima ne postoje razlike između djece s NST i sa SST (Tablica 30). Rezultati ovog rada djelomično se slažu sa rezultatima Tudora i sur., dok se u nekim parametrima eksplozivne snage rezultati podudaraju. U eksplozivnoj jakosti tipa vertikalne skočnosti BIZ, u varijabli SVB rezultati su pokazali da u oba znanstvena rada ne postoje statistički značajne razlike između grupe ispitanika s NST i SST u BIZ vertikalne skočnosti. Također rezultati ovog istraživanja sukladni su rezultatima Tudora i sur. u kojem su autori utvrdili da ne postoji statistički značajna korelacija u ispoljavanju eksplozivne snage nogu tipa vertikalne skočnosti u UIZ kod varijable SVUON i SVUNN.

U eksplozivnoj jakosti tipa horizontalne skočnosti, Tudor i sur. utvrdili su da ne postoji statistički značajna korelacija u ispoljavanju eksplozivne snage nogu u odnosu na status svoda stopala između ispitanika s NST i SST, u UIZ i u BIZ. Ovi rezultati Tudora i sur. kose se s nalazima ovog istraživanja u kojima je utvrđena statistički značajna korelacija u UIZ u varijabli (SDUON) i u BIZ u varijabli (SDV).

Uspoređujući istraživanje Lizisa i sur. (2010) i provedenog rada uočilo se da postoje kontradiktorni nalazi u rezultatima u UIZ (Tablica 30.). U ovom radu u varijabli SDUON utvrđena je značajna razlika između grupa ispitanika s NST i SST što se kosi Lizisov-om nalazu, dok u drugoj varijabli SDUNN u UIZ ne postoji značajna razlika među grupama što je sukladno rezultatima Lizis-a.

Lizisovi rezultati sukladni su rezultatima ovog istraživanja u kojem je utvrđeno da ne postoje statistički značajne razlike, kod svih primijenjenih varijabli eksplozivne snage tipa vertikalne skočnosti u UIZ između grupe s NST i sa SST u odraznoj i u neodraznoj nozi. U varijablama koje opisuju antropometrijske karakteristike ispitanika Lizis i sur. su zaključili da ne postoji statistička značajna korelacija između grupe s različitom morfologijom stopala u varijablama ITM, VT i MT i u opsegu donjih ekstremiteta. Isti nalazi su utvrđeni i u ovom radu.

Rezultati Mihajlovića (2012) kose se s rezultatima ovog rada gdje u varijabli SDB postoje značajne razlike između grupa s NST i SST (Tablica 30.). U varijabli S20M rezultati su sukladni u oba rada i pokazuju da ne postoje razlike među grupama.

Rezultati istraživanja Aleksandrović & Kottaras, (2015). sukladni su rezultatima ovog istraživanja u eksplozivnoj jakosti tipa vertikalne skočnosti.

Slične znanstvene nalaze dobili su Petrović i sur. (2013) čiji su rezultati sukladni rezultatima ovog istraživanja u kojem su na osnovi baterije primijenjenih varijabli ustanovili da ne postoje značajne razlike između grupe ispitanika s NST i sa SST u eksplozivnoj jakosti nogu BIZ tipa vertikalne skočnosti (Tablica 30.). Slične su rezultate autori dobili i u varijablama koje se odnose na antropometrijske dimenzije tijela odnosno na pretilost ispitanika.

Mozafaripour i sur. (2014) utvrdili su da ne postoji statistička značajna razlika u varijablama SDB i S40M između nogometaša s NST i sa SST. Njihovi nalazi su suprotni nalazima ovog istraživanja u kojem se utvrdilo da u istim varijablama SDB i S40M postoje razlike između učenika s NST i sa SST (Tablica 30). Nesukladnost rezultata može biti uvjetovana činjenicom da je njihov uzorak ispitanika specifičan, odnosno da se radi o aktivnim sportašima koji sudjeluju u utakmicama na lokalnoj i državnoj razini.

Nalazi gore navedenih autora djelomično su sukladni nalazima ovog rada u području eksplozivne jakosti u UIZ i BIZ u kojem je tvrđeno da između ispitanika s NST i ispitanika sa SST ne postoje statistički značajne razlike u eksplozivnoj jakosti u većini varijabli.

Protić – Gava i sur. (2016) zaključili su da u oba motorička testa (sunožni skok u dalj s mjesta i sunožni troskok sa mjesta) postoje statistički značajne razlike, te da su ispitanici s NST postigli bolje rezultate (Tablica 30.). Ovi rezultati u navedenim varijablama djelomično se slažu s rezultatima ovog rada u kojem je u samo jednoj varijabli "sunožni skok u dalj" dobivena statistički značajna razlika između dvije grupe ispitanika, dok rezultati druge varijable "sunožni troskok" nisu sukladni rezultatima istraživačkog rada Protić - Gava i sur. (2016).

Rezultati Živković i sur. (2014.) parcijalno se slažu s rezultatima ovog rada (Tablica 30). U varijabli SDB u BIZ za procjenu eksplozivne jakosti tipa horizontalne skočnosti u oba rada su utvrđeni isti rezultati, odnosno ispitanici s NST postigli su bolje rezultate. U varijabli "troskok u dalj" autori su ispitivali efikasnost ispitanika u UIZ i u BIZ. Njihovi rezultati pokazali su da u UIZ i u BIZ postoje statistički značajne razlike među grupama u korist ispitanika s NST. To se djelomično kosi i ne slaže s rezultatima ovog rada u kojem je utvrđeno da između obje

grupe ispitanika (NST i SST) postoje razlike koje nisu statistički značajne u UIZ odrazne i neodrazne noge. Na osnovi rezultata u trećoj varijabli SVB dobiveni rezultati nisu sukladni nalazima ovog rada. Rezultati navedenih autora Živković i sur. pokazali su da u istoj varijabli postoje statistički značajne razlike između dvije grupe ispitanika, ispitanici s NST postigli su bolje rezultate. Uspoređujući rezultate brzine između ta dva rada u varijabli eksplozivne jakosti tipa sprinta vidi se da su rezultati sukladni. U oba rada rezultati su pokazali da su ispitanici sa SST trčali brže odnosno postigli bolje rezultate od ispitanika s NST. U varijablama S20M i na S40M ispitanici sa SST su trčali brže, iako je samo varijabla S40M statistički značajna, dok su rezultati gore navedenih autora Živković i sur. pokazali da sve tri varijable (S20M, S40M i S60M) statistički značajne te da su ispitanici sa SST bili brži od ispitanika s NST.

Na temelju postojećih kontradiktornih tvrdnji u prostoru efikasnosti izvođenja motoričkih zadataka koji su povezani s motoričkim sposobnostima između osoba s različitom morfologijom stopala autor ovog rada je ustanovio kontradiktornost i na osnovi rezultata djelomično je potvrdio i jednu i drugu stranu kontraverzije.

7. ZAKLJUČAK

Temeljni cilj ovog istraživanja bio je istražiti i utvrditi razlike između dvije skupine entiteta u nekim motoričkim sposobnostima na osnovi različite morfologije stopala, odnosno učenika s NST i učenika sa SST. Uzorak je činilo ukupno 208 ispitanika, 107 ispitanika s NST i 101 ispitanik sa SST, godišnjeg uzrasta 13 – 14 god. (+/- 6 mjeseci) odnosno dječaci sedmog i osmog razreda osnove škole na području grada Zagreba. Istraživale su se razlike između dvije grupe ispitanika u eksplozivnoj jakosti, koncentrično-ekstentričnoj kontrakciji mišića donjih ekstremiteta u UIZ i u BIZ, kao i razlike u dinamičkoj ravnoteži u UIZ na temelju antropometrije, odnosno morfoloških karakteristika.

Prilikom provođenja mjerenja poštivana su sva etička pravila kao i uvjeti i protokol kod mjerenja te se pridržavalo svih neophodnih metoda pri istraživanju.

Kriteriji za uključivanje u istraživanje su tjelesno aktivne i zdrave osobe koje su podvrgnute standardnom programu tjelesnog odgoja u osnovnoj školi bez izrazite deformacije lokomotornog sustava.

U istraživanje su bili uključeni ispitanici s fiziološkom, odnosno fleksibilnom spuštenošću stopala, dok su iz istog bili isključeni ispitanici s fiksiranom, tj. rigidnom spuštenošću stopala, kao i ispitanici s pes cavus-om, tj. izdignutim stopalom. Istraživana je isključivo medijalna spuštenost stopala, odnosno spuštenost unutarnje strane uzdužnog svoda stopala. Za procjenu motoričkih sposobnosti koristio se veći broj zadataka i povezanih svojstava na osnovi antropometrijskih mjera. Protokol mjerenja u svim školama bio je isti, a mjerenja je provodila ista grupa kineziologa. Svaki kineziolog (mjerilac) je u svim školama provodio istu vrstu mjerenja.

Morfologija stopala odnosno stupanj medijalne spuštenosti svodova stopala bilateralno je procijenjena podoskopom s polariziranim svijetlom, te je evaluirana pomoću Clark-ove metode. Na osnovi rezultata Clark-ove metode definirale su se grupe ispitanika ovisno od stupnjeva spuštenosti medijalnog svoda, odnosno granične vrijednosti od 42^{o}. U radu se pod NST podrazumijevalo stopalo koje ima > 42°, a kod spuštenog stopala stupnjevi spuštenosti

su iznosili < 42°. Protokol mjerenja sastojao se od više zadataka za procjenu motoričkih sposobnosti eksplozivne jakosti i dinamičke ravnoteže donjih ekstremiteta. Za utvrđivanje eksplozivnih svojstava koristile su se varijable za procjenu brzinsko-snažnih svojstava mišića, vertikalne i horizontalne jakosti u UIZ i u BIZ. Za procjenu komponente dinamičke ravnoteže koristio se zvjezdoliki test - SEBT (*engl. Star Excursion Balance Test)* u UIZ odrazne i neodrazne noge. Mjera dinamičke ravnoteže bila je prosječna dužina (udaljenost) na svakoj od te tri čestice izmjerena u centimetrima (Olmsted, i sur., 2002).

Svi rezultati, analize, rasprava i zaključci rada bazirali su se su na odraznoj (dominantnoj) i neodraznoj (nedominantnoj) nozi, a ne na osnovi desne i lijeve noge.

U analizama i u raspravi rezultata vezanih za dinamičku ravnotežu korištene su normalizirane vrijednosti SEBT-a (udaljenost / dužina noge x 100). Razina tjelesne aktivnosti ispitanika (RTA) procjenjivala se posebnim anketnim upitnikom (PAQ-C) modificiranim po Crocker i sur. (2004), koji obuhvaća pitanja vezana za vrstu aktivnosti te učestalost. Indeks tjelesne mase (ITM) prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (World Health Organization) utvrđen je omjerom vrijednosti mase tijela (MT) osobe izražene u kilogramima (kg) podijeljen s kvadratom vrijednosti visine tijela (VT) u centimetrima (cm^2): ITM = kg/ cm^2 (*eng. BMI = m / h²)*. Analizom varijance, utvrdilo se da između dviju grupa ispitanika ne postoje statistički značajne razlike u ITM kao i u RTA na razini značajnosti $p > 0.05$. S time se potvrdilo da ne postoji inicijalna razlika između grupa.

Cilj ovog rada je utvrditi razlike u funkciji NST i SST primjenom određenih mjernih instrumenata eksplozivne jakosti i dinamičke ravnoteže i ispitati efikasnost odrazne i neodrazne noge u UIZ i u BIZ. Niz znanstvenih radova (Protić - Gava i sur. 2016; Lin i sur., 2001; Twomey, 2006; Živković, i sur. 2000, Hugo E., (2011) i dr.) opisuju spušteno stopalo kao ograničavajući faktor koji je negativno povezan sa sportskom aktivnošću i nekim motoričkim sposobnostima kao što su eksplozivna jakost, statička i dinamička ravnoteža.

Autori (Lizis i sur., 2010; Tudor, i sur. 2009; Nigg, Colle, & Nachbauer, 1993; Espinosa 2010, Aleksandrović & Kottaras, (2015)., Mihajlović i sur. 2012; Bubanj i sur. (2012) i dr.) tvrde da spušteno stopalo ne utječe negativno na motoričku efikasnost u nekim motoričkim sposobnostima kao što su eksplozivna jakost, statička i dinamička ravnoteža. Stoga su dokazali da ne predstavlja faktor ograničenja za bavljenje sportom. Čak i u nekim

znanstvenim radovima (Živković i sur. (2014).), rezultati i nalazi istraživanja pokazali su da spušteno stopalo može imati prednost, odnosno postići i bolje rezultate u odnosu na osobe s NST. Djelomično je to dokazano i u ovom radu. Vidjelo se da su ispitanici sa SST bili brži u trčanju, na udaljenosti od 20 i 40 metara.

U literaturi su pronađeni znanstveni radovi koji se bave, s kliničkog aspekta, analizom hoda i posture te opisuju različite kinematičke i kinetičke parametre spuštenosti stopala. S kineziološkog aspekta postoje istraživanja koja procjenjuju funkcionalnost spuštenog stopala u odnosu na motoričke sposobnosti koje predstavljaju osnovu za uspješnu sportsku izvedbu. Pokušavaju odgovoriti na pitanje kako spušteno stopalo utječe na motoričku izvedbu i ako je spuštenost stopala povezana s funkcijom potkoljenice, te da li postoji opasnost od sportske ozljede.

Dobiveni rezultati diskriminativne analize u morfološkim karakteristikama između grupe ispitanika s NST i grupe ispitanika sa SST pokazali su da ne postoje statistički značajne razlike. Rezultati analize varijance kao i korelacijska analiza svih antropometrijskih testova ispitanika pokazali su da postoje statističke značajne razlike i pozitivna poveznost s binarnom varijablom svoda stopala u varijabli opseg potkoljenice neodrazne noge kao i kod varijable opseg trbuha. U varijablama opsega kao što su opseg potkoljenice i natkoljenice odrazne i neodrazne noge i opseg trbuha ispitanici sa SST imaju veće vrijednosti (cm) u rezultatima.

Na temelju rezultata diskriminativne analize potvrđuje se i prihvaća prva postavljena hipoteza ovog rada koja potvrđuje da između ispitanika s NST i ispitanika sa SST postoji statistički značajna razlika u UIZ dinamičke ravnoteže procijenjena zvjezdolikim testom – SEBT. Na osnovi rezultata deskriptivne analize i strukturne matrice u diskriminacijskoj funkciji ustanovilo se da su između dvije grupe ispitanika bolje rezultate u dinamičkoj ravnoteži postigli ispitanici s NST. Konkretnije, na temelju koeficijenta razine statističke značajnosti $p < 0,05$ utvrdilo se da od ukupno 16 varijabli dinamičke ravnoteže, šest su statistički značajne. U četiri varijable kod stajne odrazne noge (DRONPM, DRONP, DRONPL i DRONL) i dvije varijable stajne neodrazne noge (DRNNPM i DRNNP) kao i u varijablama DRONM i DRNNPL koje su na granici nivoa značajnosti ustanovilo se da su ispitanici s NST postigli značajno bolje rezultate. U varijablama DRONAL, DRONAM, te u varijablama DRNNAL, DRNNA, DRNNAM, DRNNM i DRNNL iako postoji diskriminacijska tendencija u kojoj se uočilo da su ispitanici s NST pokazali bolje rezultate, ne postoji statistička značajna

diskriminacija među grupama. Na temelju kružne mreže SEBT-a od osam pravaca, utvrdilo se da su pravci u kojima se najviše razlikuju ispitanici M, P i L, odnosno obuhvaćaju uzdužno medijalni, stražnji i uzdužno lateralni svod stopala u stajnoj odraznoj i neodraznoj nozi. Ispitanici sa SST pokazali su slabije rezultate u odnosu na ispitanike s NST. Ovaj prostor obuhvaća cijelu stražnju polovicu kružne mreže SEBT-a. U prednjoj polovici kružne mreže SEBT-a odnosno u prvacima AL, A, AM iako su ispitanici s NST pokazali nešto bolje rezultate nije uočena značajna razlika između grupa.

Sekundarni nalazi u dinamičkoj ravnoteži na temelju deskriptivne i diskriminativne analize pokazali su kako su najveći koeficijenti razlike među grupama uočeni u stajnoj odraznoj nozi i u svim pravcima SEBT-a dok su kod stajne neodrazne noge koeficijenti razlike među grupama vrlo mali u gotovo svim pravcima istoga. Veći broj značajnih varijabli koje razlikuju grupe uočljive su u stajnoj odraznoj nozi u odnosu na stajnu neodraznu.

Unutar svake pojedinačne grupe ispitanika odnosno grupe ispitanika s NST i grupe ispitanika sa SST, utvrdilo se da kod prosječnih normaliziranih vrijednosti rezultata između stajne odrazne i stajne neodrazne noge postoji vrlo male razlika u efikasnosti izvođenja zadataka. Svi ispitanici u obje grupe i u svim varijablama dinamičke ravnoteže tj. u svim pravcima kružne mreže SEBT-a prosječno su postigli skoro identične rezultate sa stajnom odraznom i stajnom neodraznom nogom.

Najbolje rezultate ispitanici s NST i sa SST u odraznoj i neodraznoj nozi postigli su u pravcima M, PM i P. Također utvrđeno je da su najslabije rezultate kod obje grupe ispitanika s odraznom i s neodraznom nogom postigli u pravcima L i AL.

Morfologija stopala kod osoba muškog spola od 13–14 godina života, sa spuštenim uzdužnim medijalnim svodom stopala, u UIZ stajne odrazne i neodrazne noge, razlikuje se od morfologije stopala kod osoba istog spola i godišnjeg uzrasta s normalnim medijalnim uzdužnim svodom stopala u dinamičkoj ravnoteži, čime je potvrđena prva hipoteza. Različita morfologija stopala utječe na dinamičku ravnotežu i na cjelokupnu posturu tijela narušavajući kinetički lanac pokreta.

Na temelju cilja rada i druge hipoteze u kojoj se pretpostavljalo da u eksplozivnoj jakosti postoji statistička značajna razlika između ispitanika s NST i ispitanika sa SST u UIZ dobiveni rezultati pokazali su da je druga hipoteza djelomično prihvaćena.

Djelomično iz razloga što su u eksplozivnoj jakosti tipa vertikalne i horizontalne skočnosti u UIZ kod odrazne i kod neodrazne noge rezultati istraživanja pokazali da su ispitanici s NST i ispitanici sa SST od ukupno šest varijabli, u pet njih jednako efikasni i sposobni te da ne postoje statistički značajne razlike pri izvođenju vertikalnog i horizontalnog odraza u UIZ. Samo u jednoj varijabli, "SDUON'' rezultati su pokazali da postoji statistički značajna razlika, što znači da su ispitanici s NST postigli bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa SST.

Između grupe ispitanika u UIZ eksplozivne jakosti tipa vertikalne skočnosti ne postoji statistički značajna razlika u varijablama.

Što se tiče eksplozivne jakosti tipa horizontalne skočnosti u UIZ zaključuje se da se ispitanici obje grupe statistički značajno razlikuju samo u jednoj od četiri varijable. Na temelju pretpostavke da se ispitanici s medijalno uzdužnim spuštenim svodom stopala razlikuju od ispitanika istog uzrasta s normalnim uzdužnim svodom stopala u eksplozivnoj jakosti UIZ utvrdilo se da efikasnost izvođenja eksplozivnih zadataka tipa skočnosti uglavnom ne ovisi od uzdužne medijalne spuštenosti svodova stopala.

Pretpostavlja se da kod horizontalnog odraza medijalna spuštenost ima negativan utjecaj naročito kod odrazne noge kod ispitanika sa SST. Bitno je napomenuti da su podaci deskriptivne statistike pokazali da postoji tendencija da grupa ispitanika s NST postižu malo bolje rezultate u odnosu na ispitanike sa SST u svim varijablama skočnosti iako nisu statistički značajne.

Na temelju treće hipoteze u kojoj se pretpostavljalo da u eksplozivnoj jakosti ne postoji statistički značajna razlika između ispitanika s NST i ispitanika sa SST u BIZ dobiveni rezultati pokazali su da je i ista također djelomično prihvaćena. Djelomično je prihvaćena iz razloga što su rezultati diskriminativne analize u eksplozivnoj jakosti u BIZ pokazali da postoji statistički značajna razlika između grupa samo u nekim varijablama dok se kod nekih drugih uočilo da su razlike statistički neznačajne. Utvrdilo se kako se grupe ispitanika značajno diskriminiraju u dvije od pet primijenjenih varijabli ekspozivne jakosti u BIZ.

U varijabli eksplozivne jakosti tipa vertikalne skočnosti koja se odnosi na SVB, zaključuje se da između grupe ispitanika ne postoji statistički značajna razlika što znači da su ispitanici s NST i sa SST podjednako efikasni pri izvođenju navedenog tipa motoričkih zadataka. U BIZ tipa vertikalne skočnosti, koncentrično-ekscentrična kontrakcija mišića donjih ekstremiteta ne ovisi od morfologije stopala koja se odnosi na medijalno uzdužni svod stopala.

U BIZ tipa horizontalne skočnosti, grupe ispitanika se statistički značajno razlikuju. Ispitanici s NST efikasnije su izvodili zadatak SDB od ispitanika sa SST.

Također u horizontalnoj eksplozivnoj jakosti tipa sprinta u BIZ uočilo se da su ispitanici sa SST u dvije od ukupno tri varijable postigli bolje rezultate, odnosno trčali brže na stazi od 40 m i 20 m u odnosu na ispitanike s NST. Međutim samo je varijabla S40M pokazala statistički značajnu razliku među grupama. Ispitanici sa SST trčali su brže od ispitanika s NST. U eksplozivnoj jakosti BIZ odnosno u brzinsko-snažnim svojstvima mišića tipa sprinta uočilo se je da morfologija stopala koja se odnosi na medijalno uzdužni svod stopala pozitivno utječe na brzinsko-snažnu efikasnost ispitanika sa SST.

Sekundarni rezultati istraživanja na temelju deskriptivne analize i na osnovi srednjih vrijednosti rezultata u eksplozivnoj jakosti pokazali su da su u obje grupe ispitanika, u UIZ, bolje rezultate postigli ispitanici s odraznom nogom i kod vertikalnog i kod horizontalnog tipa skočnosti.

U istraživanju se ustanovilo se da između grupe ispitanika s NST i sa SST ne postoje statistički značajne razlike u antropometrijskim karakteristikama ispitanika.

Ograničavajući faktor se odnosi na relativno veliki broj skokova koji su mogli izazvati umor kod ispitanika. Pri izvedbi nekih skokova i SEBT-a ispitanici su imali poteškoća s ponavljanjem istoga radi nepažnje, iako im je zadatak prije procedure mjerenja bio objašnjen i demonstriran. Kod zadnjih pravaca zvjezdolikog testa kod većine je došlo do umora radi stajanja na jednoj nozi. Što se tiče mjernih instrumenta koji su korišteni za procjenu eksplozivne jakosti i dinamičke ravnoteže bili su pouzdani i valjani, no međutim manje precizni od instrumenata kao što je dinamometrijska platforma, pedobarograf i kinematička analiza s elektromiografijom koji bi dodatno doprinijeli razumijevanju razlika u opterećenju između vrsta skokova i između grupe ispitanika.

Rezultati ovoga istraživanja doprinijeli su realnijoj i objektivnijoj percepciji koja se odnosi na važnost funkcije stopala u cjelokupnoj kinetici te spoznaji o utjecaju živčano-mišićnog i mišićno-koštanog sustava na funkciju stopala, a time i na cjelokupni razvoj ostalih dijelova kinetičkog lanca.

Veliki broj istraživanja ukazuje na pojavu spuštenog stopala kod djece mlađe od 18 godina, naročito kod djece osnovnoškolskog uzrasta. Neophodna je rana intervencija koja počinje od ranog otkrivanja posturalnog poremećaja. Uz pomoć ovih rezultata moguće je doći do spoznaje o relacijama između BIZ i UIZ učenika s NST i sa SST. Ovo istraživanje značajno proširuje spoznaje u području upravo zbog toga što obuhvaća više vrsta skokova u eksplozivnoj jakosti (vertikalna i horizontalna) kao i više pravaca u dinamičkoj ravnoteži odrazne i neodrazne noge. Na temelju rezultata istraživanja i uspoređivanjem s prethodnim istraživanjima može se zaključiti kako je posturalni status povezan s motoričkim statusom. Shodno tome ukazalo se da sve dosadašnje spoznaje koje su direktno i indirektno povezane s ciljem ovog istraživanja nisu dovoljno „jake'' da bi prihvatili jednu ili drugu kontradiktornu verziju. U daljnjim istraživanja neophodno je uključiti što više pokazatelja rasta i razvoja ispitanika, antropometrijska obilježja i preciznije mjerne instrumente. Također, potrebno je uključiti u analizu i kinematičke varijable koje opisuju smjer kretanja tijela, tehniku izvedbe, pozicije segmenata tijela i korištenje zamaha rukama. Naročito bitnim treba uvažavati stupanj i vrstu spuštenosti stopala, režim mišićnog rada kao i vrijednosti vršne sile reakcije podloge, vršnog gradijenta sile i impulsa sile.

8. LITERATURA

1) Abdoli, B.,Teymoori, M.,Zamani, S. S. H.,Zeraatkar, M.& Hovanloo, F. (2011). Relationship between plantar longitudinal arches with some selected motor parameters in children 11 to 14 years. *Journal of research in rehabilitation sciences*;7(3);381-390.
2) Aleksandrović, M., & Kottaras, S. (2015). Does the Precondition for Drooping Arch of the Feet Diminish Explosive Leg Strength: a Pilot study. Facta universitatis-series: Physical Education and Sport, 13(2), 303-309.
3) Ali Sanjari, M. Boozari, S., Jamshidi, A. A., & Nikmaram, M. R. (2016). Fatigue effect on linear center of pressure measures during gait in people with flat feet. Asian journal of sports medicine, 7(4).
4) Ali, M. M. I., & Mohamed, M. S. E. (2011). Dynamic postural balance in subjects with and without flat foot. Bulletin of Faculty of Physical Therapy, 16(1).
5) Antičević, D. (2000). Three the most common causes of the hip joint disorders in iuvenile and adolescent children. *Paediatria Croatica. Supplement*, *44*(S1), 183-188.
6) Antičević, D. (2010). Scoliosis and Adolescence. *Medicus*, *19* (1 Adolescencija 2), 51-60.
7) Arévalo-Mora, J. F., Reina-Bueno, M., & Munuera, P. V. (2016). Influence of Children's Foot Type on Their Physical Motor Performance. Journal of the American Podiatric Medical Association, 106(1), 15-21.
8) Aydog, S. T., Özçakar, L., Tetik, O., Demirel, H. A., Hascelik, Z., & Doral, M. N. (2005). Relation between foot arch index and ankle strength in elite gymnasts: a preliminary study. British Journal of Sports Medicine, 39(3), e13-e13.
9) Bacarin, T. A., Canettieri, M. G., Akashi, P. M. H., & Sacco, I. C. N. (2006). Plantar pressure distribution differences between flat and normal feet in healthy subjects. Journal of Biomechanics, 39, S111.
10) Bates, H. (2006). *Daily Physical Activity for Children and Youth: A Review and Synthesis of the Literature*.
11) Berg, K., Wood-Dauphine, S., Williams, J. I., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. Physiotherapy Canada, 41(6), 304-311.

12) Berisha, M. (2015). Posturalne smetnje djece predpubertetske dobi uzrokovane nepravilnim držanjem i nedostatkom tjelesne aktivnosti - Doktorska Disertacija, Sveučilište u Zagrebu. Kineziološki fakultet
13) Biddle, S. J., & Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. British journal of sports medicine, bjsports90185.
14) Brecelj, J (2001). Plosko stopalo pri otroku**.** V C. Krzisnik, T. Battelino, et al. *Izbrana poglavja iz pediatrije XIV* (str. 90-99). Ljubljana: Medicinska fakulteta, Katedra za pedijatrio.
15) Brooks, MH.(1991). *Flatfeet in children. BMJ 1991;302:237*
16) Bubanj, S., Živković, M., Živković, D., Milenković, S., Bubanj, R., Stanković, R.,& Obradović, B. (2012). The incidence of sagittal postural deformities among high school students: preliminary study. Acta Kinesiologica, 6(2), 27-30.
17) Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, *100*(2), 126.
18) Cavanagh, P. R., Rodgers, M. M., & Liboshi, A. (1987). Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. Foot & ankle, 7(5), 262-278.
19) Chang, J. H., Wang, S. H., Kuo, C. L., Shen, H. C., Hong, Y. W., & Lin, L. C. (2010). Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *European journal of pediatrics*, *169*(4), 447-452.
20) Chen, J. P., Chung, M. J., & Wang, M. J. (2009). Flatfoot Prevalence and Foot Dimensions of 5–to 13-Year-Old Children in Taiwan. *Foot & ankle international*, *30*(4), 326-332.
21) Chen, K. C., Yeh, C. J., Kuo, J. F., Hsieh, C. L., Yang, S. F., & Wang, C. H. (2011). Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *European journal of pediatrics*, *170*(5), 611-617.
22) Chow, J.W., & Tillman, M.D. (2005). Bilateral strength and activation characteristics of quadriceps in experienced soccer players: implications on return to play criteria, 23 International Symposium on Biomechanics in Sports, Beijing China
23) Ciliga, D., Trošt-Bobić, T. T., & Filipović, B. (2014). Effect of fatigue on dynamic balance in different directions. *In 7th International Scientific Conference on Kinesiology (p. 27).*
24) Ciliga, D., Bobić, T. & Petrinović-Zekan, L. (2011). Dijagnostika u kineziterapiji. U: V. Findak (Ur.) Zbornik radova, 20, 21-25.

25) Colle, TJ., Bellizzi, MC., Flegal, KM., Dietz, WH. (2000): Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ, 320:1-6.

26) Cornelis Jo, de Ruiter., et al. (2010). "Leg dominancy in relation to fast isometric torque production and squat jump height." *European journal of applied physiology* 108.2: 247.

27) Cote, KP., Brunet, ME., Gansneder, BM., et al. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*, 40(1), 41.

28) Crocker, P. R., & Donen, R. M. (2004). The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual. *College of Kinesiology, University of Saskatchewan*, *87*(1), 1-38.

29) Crocker, P. R., Bailey, D. A., Faulkner, R. A., Kowalski, K. C., & McGRATH, R. O. B. E. R. T. (1997). Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. Medicine and science in sports and exercise, 29(10), 1344-1349.

30) Čanaki, M., Šoš, K., & Vučetić, V. (2006). Dijagnostika eksplozivne snage tipa vertikalne skočnosti na platformi za mjerenje sile Quattro jump. *Kondicijski trening*, *4*(1), 19-25.

31) Čolakhodžić, E., Rađo, I., Talović, M., & Lačić, O. (2012). Identifying homogenous groups regarding situational-motor abilities of young football players. Scientific journal of sport and physical education, 33.

32) Čular, D., Miletić, Đ., & Miletić, A. (2010). Influence of dominant and non-dominant body side on specific performance in taekwondo. *Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology*, *42*(2), 184-193.

33) Dabholkar, A., Shah, A., & Yardi, S. (2012). Comparison of dynamic balance between flat feet and normal individuals using star excursion balance test. Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy, 6(3), 33-37.

34) De Ruiter, C. J., Leeuwen, D., Heijblom, A., Bobbert, M. F., & Haan, A. D. (2006). Fast unilateral isometric knee extension torque development and bilateral jump height.

35) Dowling, A. M., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2001). Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children?. *International journal of obesity*, *25*(6), 845.

36) Đokić, Z., Međedović, B., & Smiljanić, J. (2011). Stanje uhranjenosti, posturalni status i kvalitet sprovođenja nastave fizičkog vaspitanja u osnovnim školama. *TIMS Acta-Journal of sport sciences, tourism and wellness*, *5*(1), 10-19.

37) Đorđić, V. (2007). Posturalni status predškolske dece (Postural status of preschool children). *Anthropological characteristics and abilities of preschool children, Book of Proceedings*, 153-202.

38) Đorđić, V., & Popović, B. (2009). Motorički status predškolske dece sa normalnim i spuštenim svodom stopala.

39) Đurković Tamara (2014). Komparativna analiza statusa stopala i određenih motoričkih sposobnosti kod odbojkašica i rukometašica. Master rad. Beograd, 2014

40) Enoka, R.M. (1997). Neural adaptions with chronic physical activity. *Journal of Biomehanics*, 30(5), 447-455.

41) Evans, A, Rome, K., (2011). A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *European Journal of Physical Rehabilitation Medicine*, 47:69-89.

42) Evans, A. M. (2011). The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7 - 10 years. School of Health Science, Division of Health Science, University of South Australia, City East Campus, North Terrace, Adelaide 5000, South Australia. *Journal of Foot and Ankle Research* 2011, 4:12 doi:10.1186/1757-1146-4-12.

43) Fleishman, E. A., Thomas, P., & Munroe, P. (1961). The dimensions of physical fitness. A factor analysis of speed, flexibility, balance, and coordination tests (no. Tr-3). Yale univ new haven ct.

44) Forriol, F. Campos, Maiques, J. P., Dankloff, C., & Gomez, L. P. (1990). Foot morphology development with age. *Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch*, *136*(6), 669-676.

45) Garcıa-Rodrıguez, A., Martın-Jiménez, F., Carnero-Varo, M., Gómez-Gracia, E., Gómez-Aracena, J., & Fernández-Crehuet, J. (1999). Flexible flat feet in children: a real problem?. *Pediatrics*, *103*(6), e84-e84.

46) Gentry, V., & Gabbard, C. (1995). Foot-preference behavior: a developmental perspective. *The Journal of General Psychology*, *122*(1), 37-45.

47) Goldenberg, L., & Twist, P. (2016). *Strength Ball Training, 3E*. Human Kinetics.

48) Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in physical education and exercise science*, *7*(2), 89-100.

49) Harris, E. J., Vanore, J. V., Thomas, J. L., Kravitz, S. R., Mendelson, S. A., Mendicino, R. W., ... & Gassen, S. C. (2004). Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *The Journal of foot and ankle surgery*, *43*(6), 341-373.

50) Hugo, E. (2011). *Biomechanical analysis of foot contact in junior sprinters* (Doctoral dissertation, University of the Free State).

51) Hutton, L., Frame, R., Maggo, H., Shirakawa, H., Mulligan, H., Waters, D., & Hale, L. (2009). ML Roberts Prize Winner-The perceptions of physical activity in an elderly population at risk of falling: A focus group study. *New Zealand Journal of Physiotherapy, 37(2), 85.*

52) Hyong, I. H., & Kang, J. H. (2016). Comparison of dynamic balance ability in healthy university students according to foot shape. *Journal of physical therapy science, 28(2), 661-664.*

53) Janković, I. (2005). R. Leakey-R. Lewin, Origins reconsidered. In search of what makes us human. *Obavijesti Hrvatskog Arheološkog Društva, 37(3), 159-164.*

54) Janković, I. (2005). Small feet, large steps; the development of bipedal locomotion as the first stage in human evolution. *Vjesnik Arheološkog Muzeja u Zagrebu, 38, 93-110*.

55) Janković, I. (2005). Walk like a man: bipedalism in human evolution. *Priroda*, *95*(4), 16-18.

56) Janz, K. F., Lutuchy, E. M., Wenthe, P., & Levy, S. M. (2008). Measuring activity in children and adolescents using self-report: PAQ-C and PAQ-A. *Medicine and science in sports and exercise*, *40*(4), 767-772.

57) Jureša, V., Musil, V., & Kujundžić Tiljak, M. (2012). Growth charts for Croatian school children and secular trends in past twenty years. *Collegium antropologicum*, *36*(1), 47-57.

58) Kašček, A., Čuk, I., Pustivšek, S., Hadžić, V., & Bučar Pajek, M. (2012). The impact of length, width and flat foot on balance. *In 3rd international scientific congress slovenian gymnastics federation (p. 81).*

59) Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (1993). *Muscles: Testing and Function*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.

60) Kerr, C. M., Stebbins, J., Theologis, T., & Zavatsky, A. B. (2015). Static postural differences between neutral and flat feet in children with and without symptoms. *Clinical Biomechanics, 30(3), 314-317.*

61) Khramtsov, P. I., & Kurganskiĭ, A. M. (2009). Functional stability of the vertical posture in children depending on foot arch condition. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk, (5), 41-44.*

62) Kim, J. A., Lim, O. B., & Yi, C. H. (2015). Difference in static and dynamic stability between flexible flatfeet and neutral feet. *Gait & posture, 41(2), 546-550.*

63) Kosinac, Z. (2009). Igra u funkciji poticaja uspravnog stava i ravnoteže u djece razvojne dobi. *Život i Škola, (22).*

64) Kosinac, Z. (2014). Posturalni problemi djece razvojne dobi. Gopal. Zagreb

65) Kowalski, K. C., Crocker, P. R., & Donen, R. M. (2004). The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual. *College of Kinesiology, University of Saskatchewan, 87*(1), 1-38.

66) Kranjčec, M. (2011). Physiotherapy interventions after ankle ligament injury (Doctoral dissertation, Veleučilište Lavoslav Ružička u Vukovaru, Dislocirani studij fizioterapije u Pregradi, Veleučilište Lavoslav Ružička u Vukovaru).

67) Kubat, O., & Antičević, D. (2013). Ortopedsko liječenje djece s rijetkim bolestima–koštanim displazijama. *Paediatria Croatica, 57*(1).

68) Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ., & Viskić-Štalec, N. (1975). Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine. *Institut za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje Univerziteta.*

69) Lin, C. J., Lai, K. A., Kuan, T. S., & Chou, Y. L. (2001). Correlating factors and clinical significance of flexible flat foot in preschool children. *Journal of Pediatric Orthopedics, 21(3), 378-382.*

70) Lizis, P., Posadzki, P., & Smith, T. (2010). Relationship Between Explosive Muscle Strength and Medial Longitudinal Arch of the Foot. *Foot & Ankle International, 31(9), 815-822.*

71) Marković, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British journal of sports medicine, 41*(6), 349-355.

72) Marković, G. i Mikulić, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations

73) Marković, G., Dizdar, D., Jukić, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 18*(3), 551-555.

74) Martínez-Gómez, D., Welk, G. J., Calle, M. E., Marcos, A., Veiga, O. L., & AFINOS Study Group. (2009). Preliminary evidence of physical activity levels measured by accelerometer in Spanish adolescents; The AFINOS Study. *Nutricion hospitalaria, 24*(2).

75) Mauch, M., Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., & Horstmann, T. (2008). Foot morphology of normal, underweight and overweight children. *International journal of obesity*, *32*(7), 1068.

76) Medojević, S., & Jakšić, D. (2007). Razlike u posturalnim poremećajima između djevojčica i dječaka od 7-15 godina na teritoriji Vojvodine. *Antropološki status i fizička aktivnost dece, omladine i odraslih. Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.(pp: 49-54).*

77) Mei, Z., Grummer-Strawn, L. M., Pietrobelli, A., Goulding, A., Goran, M. I., & Dietz, W. H. (2002). Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *The American journal of clinical nutrition*, *75*(6), 978-985.

78) Mihajlovic, I., Petrović, M. & Šolaja, M. (2012). Differences in manifestation of explosive power of legs regarding to longitudinal foot arch in young athletes. *Sport Mont*, (34, 35, 36), 47-52.

79) Mihajlović, I., Smajić, M., Sente, J. (2010). Frequency of foot deformity in preschool girls. *Vojnosanitetski pregled* : 67: 11: 928-932

80) Milanović, D. (2009) Teorija i metodika treninga. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

81) Milanović, D., Šalaj, S., & Gregov, C. (2011). Nove tehnologije u dijagnostici pripremljenosti sportaša. *Zbornik radova 20. Ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske „Dijagnostika u područjima edukacije, sportа, sportfiske rekreacije i kineziterapije*, 38-45.

82) Milenković, S., Bubanj, S., Živković, D., Bubanj, R., Purenović, T., Obradović, B., Dimić, A. & Bubanj M. (2011). Incidence Of Flat Foot In High School Students. *Facta Universitatis, 9, pp. 275-281.*

83) Mirkov, D. M., Nedeljković, A., Milanović, S., & Jarić, S. (2004). Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *European journal of applied physiology, 91(2-3), 147-154.*

84) Mišigoj- Duraković, Duraković, Z., & M. Čorović, N., (2006). Dispersion of the corrected QT and JT interval in the electrocardiogram of alcoholic patients. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 30*(1), 150-154.

85) Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinanthropometry*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u zagrebu.

86) Mišigoj-Duraković, M. i sur. (1999). *Tjelesno vježbanje i zdravlje.* Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.

87) Moore KL, Dalley AF. (1999) Clinically Oriented Anatomy. 5th edition. Lippincott Williams and Wilkins books. 2006; 591-619.

88) Morris, J. M. (1977). Biomechanics of the Foot and Ankle. *Clinical orthopaedics and related research*, (122), 10-17.

89) Mosca, V. S. (2010). Flexible flatfoot in children and adolescents. *Journal of children's orthopaedics*, *4*(2), 107-121.

90) Mozafaripour, E., Javdaneh, N., Javdaneh, N., & Pourmahmodyan, P. (2014). Comparing Isometric Strength of Selected Lower Extremity Muscles in Hyperpronated Foot With Healthy Male Athletes. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*, *4*(2), 90-95.

91) Myer, G. D., Schmitt, L. C., Brent, J. L., Ford, K. R., Barber Foss, K. D., Scherer, B. J. & Hewett, T. E. (2011). Utilization of modified NFL combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 41(6), 377-387.*

92) Nakhostin Roohi, B., Hedayati, S., & Aghayari, A. (2013). The effect of flexible flat-footedness on selected physical fitness factors in female students aged 14 to 17 years. *Journal of Human Sport and Exercise, 8(3).*

93) Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. *Strength & Conditioning Journal*, *16*(5), 20-31.

94) Nigg, B. M., Cole, G. K., & Nachbauer, W. (1993). Effects of arch height of the foot on angular motion of the lower extremities in running. *Journal of biomechanics*, *26*(8), 909-916.

95) Nikšić, E., Rašidagić, F., (2014). Učestalost deformiteta stopala kod učenika razredne nastave u odnosu na uzrast (The incidence of foot deformities at the primary school students in relation to age). *Book of Proceedings of Scientific Papers with 7 International Symposium for Sport and Health, 132-137.*

96) Nordin, M., & Frankel, V. H. (Eds.). (2001). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system.* Lippincott Williams & Wilkins.

97) Espinosa, N., Brodsky, J. W., & Maceira, E. (2010). Metatarsalgia. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *18*(8), 474-485.

98) Olmsted, L. C., Carcia, C. R., Hertel, J., & Shultz, S. J. (2002). Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*, *37*(4), 501.

99) Orien, W. P., Root, M. L., Weed, J. H., & Hughes, R. J. (1971). Biomechanical evaluation of the foot. *Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation*.

100) Paušić, J. (2007). Konstrukcija i vrednovanje mjernih postupaka za procjenu tjelesnog držanja u dječaka dobi od 10 do 13 godina. *Doktorska disertacija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*.

101) Paušić, J., & Dizdar, D. (2011). Types of body posture and their characteristics in boys 10 to 13 years of age. *Collegium antropologicum*, *35*(3), 747-754.

102) Pećina M.. Burić M, Antičević D. (2000). Nožni zglob i stopalo. *Ortopedija. Zagreb, Naklada Ljevak, 2000: 289-315*

103) Peharec, S., Rosanda, D., & Cifrek, M. (2000). Biomehanička analiza dinamičke stabilnosti koljena u dijagnostičke i rehabilitacijske svrhe.

104) Perić, D. (2008). Status stopala mladih fudbalera pre i posle specifiĉnog trenaţnog opterećenja. (Foot status in young football players prior to and following specific training load.) *Zbornik radova letnje škole pedagoga fizičke kulture. (205-212). Beograd.*

105) Peters, M. (1988). Footedness: asymmetries in foot preference and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychological Bulletin*, *103*(2), 179.

106) Petrović, M. (2010). Differences in indicators of explosive leg strength depending on foot status. Master thesis: Novi Sad: 2010

107) Petrović, M., Obradović, B., Golik-Perić, D., & Bubanj, S. (2013). Jumping abilities are not related to foot shape. Facta Universitatis, *Series: Physical Education and Sport. 11(10), 299-305.*

108) Pfeiffer, M., Kotz, R., Ledl, T., Hauser, G., & Sluga, M. (2006). Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics, 118(2), 634-639.*

109) Popović, S. (1997). Secondary school first grade pupils' running technique: The influence of feet. *Fizička kultura, 51(4), 584-590.*

110) Poulmentis, (2007). Biološka mihanička agronomija, Atena: *Kapopoulo* (Πουλμέντης, Π. (2007). Βιολογική μηχανική εργονομία, Αθήνα: Εκδόσεις Καπόπουλο)

111) Powell, K. E., & Christenson, G. M., Caspersen, C. J. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, *100*(2), 126.

112) Přidalová, M., & Riegerová, J. (2005). Child's foot morphology. *Universitatis palackianae olomucensis gymnica, 35*(2), 75.

113) Protić-Gava, B., Šćepanović, T., & Kojić, M. (2016). Odnos posturalnog statusa stopala i eksplozivne snage nogu adolescenata/Relation Between the Postural Feet Status and Explosive Strength of Lower Extremities in Adolescents. СПОРТСКЕ НАУКЕ И ЗДРАВЉЕ, 11(1)

114) Puzović, V., Đorđević, D., Karaleić, S., Obrenović, M., Medić, V., & Jakovljević, V. (2010). Prevalenca ravnog stopala kod dece od 7-11 godina. *PONS Medical Journal, 7(3), 98-102.*

115) Radisavljević, M., & Stefanović, M. S. (1992). *Korektivna gimnastika sa osnovama kineziterapije*. Univerzitet, Fakultet fizičke kulture.

116) Rakovac, M., Pedišić, Z., Pranić, S., Greblo, Z., & Hodak, D. (2013). Sociodemographic and lifestyle correlates of health-related quality of life in Croatian university students. *Applied Research in Quality of Life, 8*(4), 493-509.

117) Riddiford-Harland, D. L., Steele, J. R., & Storlien, L. H. (2000). Does obesity influence foot structure in prepubescent children?. *International journal of obesity, 24(5), 541.*

118) Root, M.L., Orien, W.P., Weed, J.H., Hughes, R.J**.** (1971). Biomechanical examination of the foot**.** *Clinical Biomechanics Corporation, Los Angles, CA; 1971*

119) Rose, C.R.E. (2007). Flat feet in children: When should they be treated? *The Internet Journal of Orthopedic Surgery*, 6, 1

120) Rose, G. K., Welton, E. A., & Marshall, T. (1985). The diagnosis of flat foot in the child. *Bone & Joint Journal*, *67*(1), 71-78.

121) Samaržija, D. V., & Mišigoj-Duraković, M. (2013). Pouzdanost hrvatske verzije upitnika za procjenu ukupne razine tjelesne aktivnosti djece mlađe školske dobi. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, *28*(1), 24-32.

122) Schneider, S., & Becker, S. (2005). Prevalence of physical activity among the working population and correlation with work-related factors: results from the first German National Health Survey. *Journal of occupational health*, *47*(5), 414-423.

123) Spry S, Zebas C, Visser M (1993). What is leg dominance? In: Hamill J, editor. Biomechanics in Sport XI. *Proceedings of the XI Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports. MA: Amherst.*

124) Staheli, L. T. (1999). Planovalgus foot deformity. Current status. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *89*(2), 94-99.

125) Staheli, L. T., Chew, D. E., & Corbett, M. A. R. I. L. Y. N. (1987). The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, *69*(3), 426-428.

126) Stavlas, P., Grivas, T. B., Michas, C., Vasiliadis, E., & Polyzois, V. (2005). The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population. *The Journal of foot and ankle surgery*, *44*(6), 424-428.

127) Stefan B. Simov, Minić, S. M., & Stojanović, D. O. (2011). Učestalost pojave lošeg držanja tela i ravnih stopala kod dece predškolskog uzrasta. *Apollinem medicum et aesculapium*, *9*(2), 5-8.

128) Sung, P. S. (2016). The ground reaction force thresholds for detecting postural stability in participants with and without flat foot. Journal of biomechanics, 49(1), 60-65.

129) Šmigovac, I., Đapić, T. & Antičević, D. (2012). Problematika dječjeg i adolescentnog stopala. Zagreb: Medicinski fakultet.

130) Šmigovec, I., Madjarević, M., Bićanić, G., & Mirković, M. (2012). Promjene koštane pregradnje metatarzalnih kostiju uzrokavnih biomehaničkim promjenama prednjeg dijela stopala. In *Kongres hrvatskog udruženja ortopeda i traumatologa*.

131) Tahmasebi, R., Karimi, M. T., Satvati, B., & Fatoye, F. (2015). Evaluation of standing stability in individuals with flatfeet. *Foot & ankle specialist, 8(3), 168-174.*

132) Tenenbaum, S., Hershkovich, O., Gordon, B., Bruck, N., Thein, R., Derazne, E., & Afek, A. (2013). Flexible pes planus in adolescents: body mass index, body height, and gender—an epidemiological study. *Foot & ankle international, 34(6), 811-817.*

133) Thorpe, J. L., & Ebersole, K. T. (2008). Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(5), 1429-1433.

134) Trošt – Bobić, T. (2012). Ipsilateralni i kontralateralni učinci treninga jakosti i ravnoteže na živčano-mišičnu funkciju i motoričku kontrolu tjelesno aktivnih osoba. Doktorski rad, Zagreb: Kineziološki fakultet.

135) Trošt, T., Ciliga, D. & Petrinović-Zekan, L. (2011). Dijagnostika u kineziterapiji. *U: V. Findak (Ur.) Zbornik radova, 20*, 21-25.

136) Tsai, L. C., Yu, B., Mercer, V. S., & Gross, M. T. (2006). Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 36(12), 942-953.*

137) Tudor, A., Ružić, L., Sestan, B., Sirola, L., Prpić, T. (2009). Flat-Footedness Is Not a Disadvantage for Athletic Performance in Children Aged 11 to 15 Years. *Journal Pediatrics*. Clinic for Orthopaedic Surgery-Lovran, School of Medicine, University of Rijeka, Croatia & Department of Sport and Exercise Medicine, School of Kinesiology, University of Zagreb, Zagreb, Croatia.

138) Twomey, D. (2006). Performance differences between normal and low arched feet in 9-12 years old children. *Doctoral thesis. University of New South Wales.*

139) Ulić, D. (1999). Osnove kineziterapije. Novi Sad: *Samostalno autorsko izdanje.*

140) Vanstory, M., Chambliss, M. L., & Mackler, L. (2010). How should you treat a child with flat feet?. *Clinical Inquiries, 2010 (MU)*

141) Velotta, J., Weyer, J., Ramirez, A., Winstead, J., & Bahamonde, R. (2011). Relationship between leg dominance tests and type of task. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* (Vol. 1, No. 1).

142) Volpon, J. B. (1994). Footprint analysis during the growth period. *Journal of pediatric orthopedics*, *14*(1), 83-85.

143) Vukašinović, Z., Živković, Z., & Vučetić, Č. (2009). Ravna stopala kod dece. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, *137*(5-6), 320-322.

144) Weir, J.P., Housh, D.J., Housh, T.J., Weir, L.L. (1997). The effect of unilateral concentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 25(4), 264-270.*

145) Welk, G. J., & Blair, S. N. (2000). Physical Activity Protects against the Health Risks of Obesity. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*.

146) Welk, G. J., Corbin, C. B., & Dale, D. (2000). Measurement issues in the assessment of physical activity in children. *Research quarterly for exercise and sport*, *71*(sup2), 59-73.

147) Wenger, D. R. (1987). The effect of corrective shoes and insert on flexible flat foot. *Foot Ankle, 7, 314-7.*

148) Whitaker, R. C., Wright, J. A., Pepe, M. S., Seidel, K. D., & Dietz, W. H. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *New England Journal of Medicine*, *337*(13), 869-873.

149) Whittington, J. E., & Richards, P. N. (1987). The stability of children's laterality prevalences and their relationship to measures of performance. *British Journal of Educational Psychology*, *57*(1), 45-55.

150) Wilken, J. M. (2006). *The effect of arch height on tri-planar foot kinemetics during gait.* Doctoral thesis: University of Iowa, Iowa Research

151) World Health Organization. (2003). Health and development through physical activity and sport.

152) Woźniacka, R., Bac, A., Matusik, S., Szczygieł, E., & Ciszek, E. (2013). Body weight and the medial longitudinal foot arch: high-arched foot, a hidden problem?. *European journal of pediatrics, 172(5), 683-691.*

153) Živković M., Živković, D., Bubanj, S., Milenković, S., Karaleić, S., & Bogdanović, Z. (2014). The dependence of explosive strength and speed on feet posture. *Health MED*, 235, 246-252.

154) Živković, D. (2000). *Teorija i metodika korektivne gimnastike*. Niš: SAI.

9. PRILOG

9.1. Obavijest učenicima za procjenu razine tjelesne aktivnosti

Dragi učenici,

Dajem Vam upitnik na osnovi kojeg bih pokušao procijeniti vašu razinu tjelesne aktivnosti u proteklih 7 dana (prošli tjedan).

Pod tjelesnim aktivnostima mislim isključivo na sportske ili plesne aktivnosti koje rezultiraju znojenjem ili pojavom umora. Također mislim na igre poput hvatanja (lovice) tijekom kojih ste se uspuhali, a koje obuhvaćaju kretnje kao što su puzanje, provlačenje, preskakanje, trčanje, penjanje te ostale oblike kretanja.

Dajem Vam do znanja da:

1. To nije test, što znači da nema točnih i netočnih odgovora.
2. Vrlo je bitno da Vaši odgovori budu točni i iskreni.

9.2. Upitnik za procjenu tjelesne aktivnosti – PAQ - C

Razina tjelesne aktivnosti procijenjena je PAQ-C upitnikom (Crocker i sur. 1997 - 2004) koji je konstruiran za djecu mlađe školske dobi (od 8 do 14 godina) s ciljem da procijeni ukupnu razinu tjelesne aktivnosti i sastoji se od 9 pitanja.

1. Tjelesna aktivnost u slobodno vrijeme: Da li si se bavio kojom od sljedećih aktivnosti u proteklih 7 dana (prošli tjedan)? Ako da, koliko puta tjedno? (Označi samo jedno polje po retku)

Aktivnost	**N**	**1-2**	**3-4**	**5-6**	**7 I VIŠE**
Aerobic					
Badminton					
Biciklizam					
Borilački sportovi (karate, taekwondo, judo, boks i sl.)					
Hodanje					
Košarka					
Gimnastika					
Nogomet					
Odbojka					
Ples					
Plivanje					
Preskakanje vijače					
Rolanje					
Stolni tenis					
Tenis					
Trčanje					
Ulični hokej					
Vaterpolo					
Veslanje					
Vožnja skejtborda					
Ritmika ili balet					
Ostalo:					

2. U posljednjih 7 dana, tijekom sata tjelesne i zdravstvene kulture, koliko često si bio vrlo aktivan (igrao se, trčao, skakao, bacao)? (Označite samo jedan odgovor sa x)

Ne radim tjelesni	
Vrlo malo	
Malo	
Često	
Svaki put	

3. U posljednjih 7 dana, što si uglavnom radio za vrijeme malog odmora? (Označi samo jedan odgovor.) (x)

Sjedio (pričao, čitao, pisao domaću zadaću)	
Stajao i šetao	
Malo trčao ili se igrao	
Dosta trčao i uglavnom se igrao	
Većinu vremena puno trčao i igrao se	

4. U posljednjih 7 dana, što si uglavnom radio za vrijeme velikog odmora (osim jeo užinu)? (Označi samo jedan odgovor.) (x)

Sjedio (pričao, čitao, pisao domaću zadaću)	
Stajao i šetao	
Malo trčao ili se igrao	
Dosta trčao i uglavnom se igrao	
Većinu vremena puno trčao i igrao se	

5. Koliko si se često u proteklih sedam dana, odmah nakon škole, bavio nekim sportom, plesao ili se igrao nekim igrama u kojima si bio vrlo aktivan? (Označi samo jedan odgovor.) (x)

Nijednom	
1 put prošli tjedan	
2 ili 3 puta prošli tjedan	
4 puta prošli tjedan	
5 puta prošli tjedan	

6. Koliko si se često u proteklih sedam dana, u večernjim satima bavio nekim sportom, plesao ili se igrao nekom igrom u kojoj si bio vrlo aktivan? (Označi samo jedan odgovor.) (x)

Nijednom	
1 put prošli tjedan	
2 ili 3 puta prošli tjedan	
4 ili 5 puta prošli tjedan	
6 ili 7 puta prošli tjedan	

7. Koliko si se puta prošlog vikenda bavio nekim sportom, plesom ili se igrao nekom igrom u kojoj si bio vrlo aktivan? (Označi samo jedan odgovor.) (x)

Nijedan	
1 put	
2 – 3	
4 - 5 puta	
6 ili više puta	

8. Koja te od sljedećih tvrdnji najbolje opisuje za proteklih 7 dana? Molim te pročitaj svih pet izjava prije nego se odlučiš za jedan odgovor koji te opisuje. (x)
    a. Cijelo vrijeme ili većinu svog slobodnog vremena proveo sam radeći stvari koje ne zahtijevaju gotovo nikakav fizički napor ☐
    b. Ponekad sam(1 - 2 puta prošli tjedan) tijekom slobodnog vremena radio nešto što zahtijeva fizički napor (npr. bavio se nekim sportom, aerobicom, trčao, plivao, vozio bicikl ☐
    c. Često sam (3 - 4 puta prošli tjedan) tijekom slobodnog vremena radio nešto što zahtijeva fizički napor ☐
    d. Prilično često sam (5 - 6 puta prošli tjedan) tijekom slobodnog vremena radio nešto što zahtijeva fizički napor ☐
    e. Vrlo često sam (7 ili više puta prošli tjedan) tijekom slobodnog vremena radio nešto što zahtijeva fizički napor ☐

9. Označi koliko često si se bavio nekom fizičkom aktivnošću (npr. sportom, igrama, plesom ili bilo kojom drugom fizičkom aktivnošću) svaki dan prošlog tjedna. (x)

	Ništa	Malo	Osrednje	Često	Vrlo često
Ponedjeljak					
Utorak					
Srijeda					
Četvrtak					
Petak					
Subota					
Nedjelja					

10. Jesi li bio bolestan prošli tjedan ili si zbog nekog drugog razloga bio spriječen raditi svoje normalne fizičke aktivnosti? (Označi jedan odgovor.) (x)

Da	
Ne	

Ako da, što te je spriječilo?.....

10. ŽIVOTOPIS I POPIS OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA

Evangelos Chatzilelekas rođen je 25.06.1969. godine u Zurichu u Švicarskoj. Osnovnu i srednju školu završio je u Grčkoj. Profesionalno se bavio sportom te je bio član Grčke kadetske i juniorske hrvačke nacionalne reprezentacije u Ateni od 1987. do 1990. godine. Istovremeno je služio vojni rok u kojem je hrvao i s vojnom reprezentacijom. Godine 1990. počeo je studirati u bivšoj SRFJ. Zvanje profesora fizičke kulture stekao je na (tadašnjem) Fakultetu za fizičku kulturu u Zagrebu 1995. godine sa sportskim usmjerenjem na predmetu hrvanje. Na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu 1999. god. završio je poslijediplomski studij te je stekao naziv magistar specijalist. Na istom fakultetu 2000. godine završio je poslijediplomski studij – društvene znanosti te stekao naziv magistar znanosti. Tijekom studija radio je kao demonstrator na predmetu hrvanje.

Godine 1998. na (tadašnjem) Fakultetu za fizičku kulturu završio je višu školu teniskih trenera. 2000. godine završio je seminar u Grčkoj, u Centru za profesionalnu edukaciju (K.E.K. Županija Larise) u trajanju od 300 sati s temom: "Sportski management - Treniranost". Na Rodosu u Grčkoj, na Sveučilištu "Aigaiou" 2010. g. završio je seminar u trajanju od 600 sati s temom: " Edukacija i odgoj osoba s invaliditetom (tjelesni i mentalni invaliditet)".

Od 2006. do 2010. godine radi kao profesor tjelesnog odgoja u osnovnoj i srednjoj školi, kao i trener juda u judo klubu. Od 2010. god. radi s osobama s invaliditetom, a od 2014. god. i u plivačkom klubu kao instruktor plivanja.

Tijekom studija i nakon završetka studija napisao je sljedeće istraživačke radove:

1. Chatzilelekas, E., Filipović, B., & Petrinović, L. (2015). Differences in quality of life according to the level of physical activity between two groups of basketball players in the wheelchairs. *SportLogia, 11*(1), 11-7.
2. Chatzilelekas, E., Šerović, A. (2001). "Motivational orientation in exercise". 10th World Congress of Sport Psyhology, Skiathos May 28 - June 2, 2001. Democritus university of Thrace, Hellas.

3. Kuleš, B., Chatzilelekas, E. (2001). “Effects of agility training of young basketball players”. 9th International Congres on Physical Education and Sport. Democritus university of Thrace. Komotini 18.-20. May 2001., Hellas.
4. Marić, J., Cvetković, Č. i Chatzilelekas, E. (2001). ”The influence of repetitive strength for competitive effectiveness in the classical wrestling style”. 9th International Congress on Physical Education and Sport. Democritus university of Thrace. Komotini 18.-20. May 2001.,Hellas.
5. Marić, J., Kuleš, B. i Chatzilelekas, E. (2001). “Predictive value of some coordination tests for the successfulness of performing the technique “overthrow by one leg grip” in free style wrestling”. 9th International Congress on Physical Education and Sport. Democritus university of Thrace. Komotini 18.-20. May 2001., Hellas.
6. Chatzilelekas, E. (1999). “Morfološke različitosti hrvača i karatista”. 2o Međunarodna znanstvena konferencija – kineziologije. Dubrovnik 22-26.09. 1999. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
7. Chatzilelekas, E. (1999). “Situacijska efikasnost hrvača na olimpijskim igrama u Atlanti1996. godine’’. Magistarski rad. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
8. 8. Chatzilelekas, E. i Kurijaković, K. (1999). “Utvrđivanje efikasnosti hrvača u borbi na osnovi nekih pokazatelja situacijske efikasnosti”. 2. međunarodna znanstvena konferencija – Kineziologije. Dubrovnik 22. - 26.09. 1999. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.