

TRENTNI UTJECAJ VJEŽBI STABILIZATORA TRUPA NA STATIČKI BALANS

Štrbac, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:720276>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ FIZIOTERAPIJA

Marko Štrbac

TRENTNI UTJECAJ VJEŽBI STABILIZATORA TRUPA NA STATIČKI BALANS

Završni rad

Rijeka, 2020.

ZAHVALA

Zahvaljujem svom mentoru dr.sc. Hrvoje Vlahović, prof. reh. na pruženoj stručnoj pomoći, podršci i savjetima tijekom izrade završnog rada.

Posebnu zahvalnost imaju i moja obitelj, djevojka i prijatelji koji su me podržavali tijekom studiranja, bodrili me i bili uvijek tu kad sam ih trebao.

Također, zahvalan sam i svim mojim kolegicama i kolegama a naročito onima koji su mi pomogli u testiranjima koji su bili neophodni u izradi završnog rada.

Sadržaj

SAŽETAK.....	1
SUMMARY	2
1. UVOD	3
1.1 PROPRIOCEPCIJA.....	3
1.2. PROPRIOCEPTORI.....	3
1.2.1 GOLGIJEV TETIVNI APARAT	4
1.2.2. MIŠIĆNO VRETENO	5
1.3. BALANS	6
1.4. OSJETNI PUTOVI.....	6
1.4.1. VIDNI PUT.....	6
1.4.2. VESTIBULARNI PUT	7
1.5. UNUTARNJE UHO – AURIS INTERNA	8
1.6. MALI MOZAK – CEREBELLUM.....	9
1.7. ANATOMIJA STABILIZATORA TRUPA	10
1.8. PRIJAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	11
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	13
3. ISPITANICI I METODE	14
3.1. HAIDER BIOSWING – POSTUROMED	14
3.2. VJEŽBE ZAGRIJAVANJA.....	15
3.3. POSTURAL CYBERNETIC TEST	18
3.4. VJEŽBE STABILIZATORA TRUPA	19
4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	21
5. REZULTATI.....	22
5.1. PODJELA ISPITANIKA PREMA SPOLU	22
5.2. PODJELA ISPITANIKA PO GODINAMA	22
5.3. PROSJEČNA TEŽINA ISPITANIKA.....	23

5.4. PROSJEČNA VISINA ISPITANIKA.....	23
5.5. PODJELA ISPITANIKA PREMA DOMINANTNOJ STRANI	24
5.6. PRIKAZ REZULTATA MJERENJA ZA DESNU NOGU	25
5.7. PRIKAZ REZULTATA MJERENJA ZA LIJEVU NOGU	27
6. RASPRAVA.....	30
7. ZAKLJUČAK	33
10. LITERATURA.....	34
11. PRILOZI.....	36
11.1. POPIS SLIKA.....	36
11.2. POPIS GRAFOVA	36
11.3. POPIS TABLICA	37
12. ŽIVOTOPIS	38

SAŽETAK

Propriocepcija je osjet koji nam omogućava percepciju položaja, pokreta i djelovanja cijelog ili dijelova tijela. Balans predstavlja sposobnost tijela da se suprotstavi sili gravitacije za vrijeme kretanja i mirovanja. Uz pomoć balansa održavamo tijelo unutar referentnog sustava u različitim okolnostima i aktivnostima (1,7).

Glavni cilj ovog istraživanja bio je odrediti postoji li trenutna razlika u statičkom balansu mjenom prije i poslije vježbi stabilizatora trupa, te ako postoji ustanoviti kolika je.

Za mjerenje statičke ravnoteže korišten je *Posturo Cybernetics* test koji se provodio na balansnoj platformi „*Posturomed 202*“ tvrtke *Haider Bioswing*. Istraživanju je pristupilo 15 ispitanika koji su mjereni prije samih vježbi, te 1 minutu nakon vježbi. Svi ispitanici su uspješno izveli oba testiranja i trening.

Rezultatima je ustanovljeno da ima razlike u pomacima po X i Y osi te ukupnog pomaka. Razlike između aritmetičkih sredina pomaka po X osi i ukupnog pomaka su statistički značajne, dok kod pomaka po Y osi nisu statistički značajne. Kako bi se pokazala eventualna statistička značajnost za pomake po Y osi potrebno je više ispitanika i/ili drugačiji tip vježbi.

KLJUČNE RIJEČI: balans, *Posturomed*, propriocepcija, *Posturo Cybernetics* test, stabilizatori trupa.

SUMMARY

Proprioception is sensitive that allows us to perceive the position, movement and action of body parts. Balance represents the body's ability to resist the force of gravity during movement and rest. Using balance, we maintained the body within the reference system in different circumstances and activities (1, 7).

The main goal of this research was to determine the current difference in static balance after the exercise of the torso stabilizer, and if there is, how much it is.

The *Posturo Cybernetics* test, which is performed on the balance platform "*Posturomed 202*" by *Haider Bioswing*, was used to measure static balances. The research was attended by 15 respondents who were measured before the lectures, and 1 minute after the lecture. All respondents successfully performed testing and training.

The results showed that there are differences in the displacements in the X and Y axes Y axes and the total displacement. The differences between the arithmetic means of the displacements along the X axis and the total displacement are statistically significant, while for the displacements along the Y axis they are not statistically significant. In order to show possible statistical significance for Y-axis displacements, more subjects and / or a different type of exercise are needed.

KEY WORDS: balance, core stabilizers, *Posturomed*, proprioception, *Posturo Cybernetics* test

1. UVOD

1.1 PROPRIOCEPCIJA

Propriocepcija je osjet koji nam omogućava percepciju položaja, pokreta i djelovanja cijelog ili dijelova tijela. Obuhvaća kompleks osjeta, uključujući percepciju položaja i pokreta zgloba, snage mišića i napora. Ti osjećaji nastaju iz signala osjetnih receptora u mišićima, koži i zglobovima i iz centralnog živčanog sustava. Propriocepcija nam omogućuje prosudbu pokreta i položaja udova, sile, težine, krutosti i viskoznosti. U kombinaciji s drugim osjetilima registrira vanjske objekte u odnosu na tijelo i pridonosi poziciji cijelog tijela u prostoru. Također, propriocepcija je usko vezana za kontrolu pokreta (1).

Propriocepcija obuhvaća tri aspekta poznata kao „ABC propriocepcije“. To su: agilnost, balans i koordinacija. Agilnost je sposobnost za kontrolu smjera cijelog tijela ili dijela tijela tijekom brzih pokreta, dok je balans sposobnost održavanja tijela u položaju u kojem su sve sile koje djeluju na to tijelo neutralizirane. Koordinacija je usklađenost pokreta. Proizlazi iz aktivacije mišića zajedno s odgovarajućim intenzitetom i vremenom (2).

Propriocepcija omogućuje tijelu da kontrolira svoj položaj za optimalno kretanje. Za kontrolu položaja tijela zaslužni su unutarnji senzori (proprioceptori) poput receptora za istezanje mišićnog vretena i Golgijevog tetivnog aparata. Propriocepcija je izuzetno važna u motoričkom učenju i sprječavanju ozljeda. Vestibularni sustav u mozgu je ključna komponenta u propriocepciji i u održavanju statičke, miješane ili dinamičke ravnoteže (3).

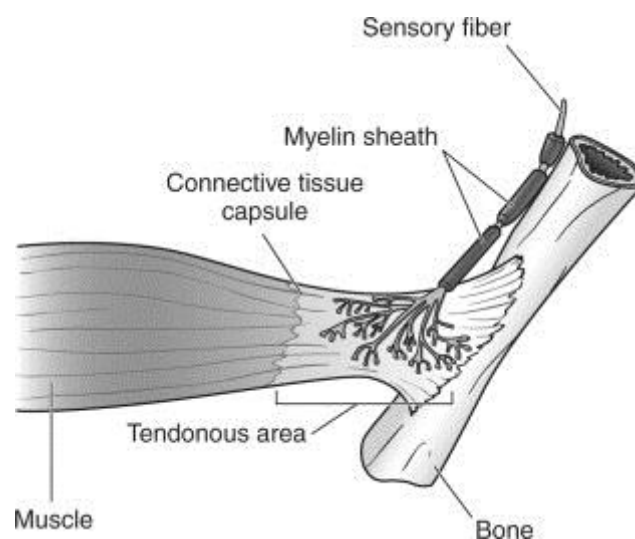
1.2. PROPRIOCEPTORI

Proprioceptori su specifične živčane stanice, živčani završeci koji se nalaze u zglobovima, mišićima, ligamentima i tetivama, koji na podražaj reagiraju slanjem informacije o položaju određenog dijela tijela u mozak, koji potom šalje „naredbu“ mišićnom sustavu da proizvede najučinkovitiji pokret. Proprioceptori su senzori koji daju informaciju o kutu zgloba, dužini i

napetosti mišića, te time i o položaju tog ekstremiteta u prostoru. Golgijev tetivni aparat i mišićno vreteno su dvije vrste proprioceptora koje su izrazito važne za balans (4).

1.2.1 GOLGIJEV TETIVNI APARAT

Golgijev tetivni aparat su receptori koji se aktiviraju istežanjem ili aktivnom kontrakcijom mišića i prenose informacije o napetosti mišića, a nalazi se u tetivama. Aktivacija ovih receptora rezultira refleksnom inhibicijom mišića putem invertnog miotatskog refleksa. U ljudskom tijelu nekih 10-20 mišićnih vlakana povezano je s jednim Golgijevim tetivnim aparatom. Tipični Golgijev tetivni aparat ima duljinu od 0.5 mm (Slika 1.). Svaki Golgijev tetivni aparat sastoji se od tanke kapsule vezivnog tkiva koja zatvara kolagena vlakna. Kolagena vlakna unutar kapsule prodiru u vlakna senzornih neurona, čije se završne grane isprepliću s kolagenim vlaknima. Ovaj aferentni neuron prenosi informacije o napetosti mišića prema leđnoj moždini. Informacija se dalje prenosi prema malom mozgu (5).

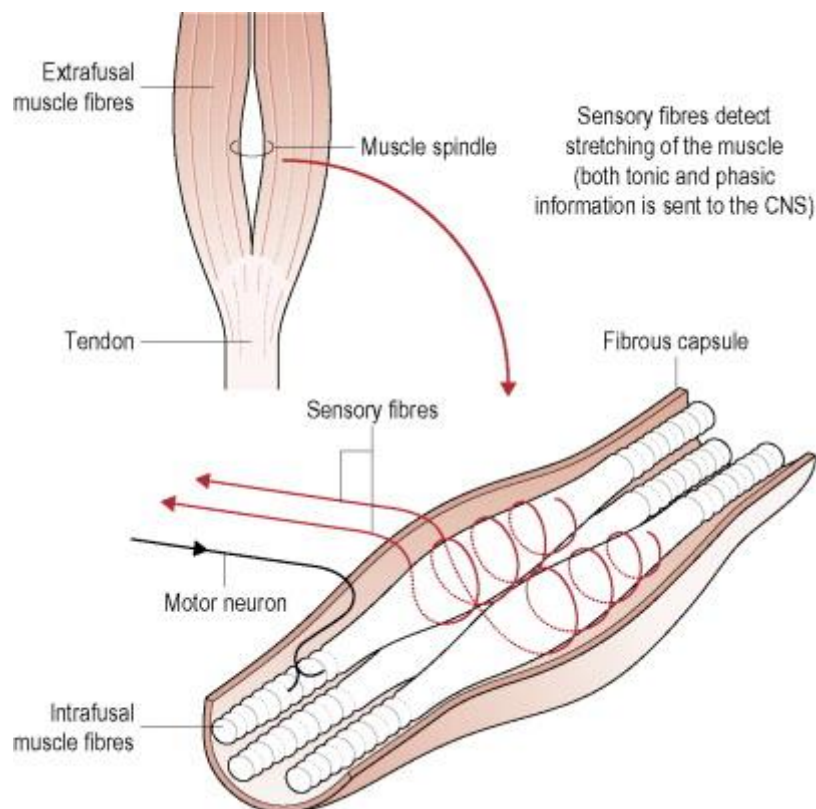


Slika 1. – Golgijev tetivni aparat

Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/golgi-tendon-organ>

1.2.2. MIŠIĆNO VRETENO

Mišićna vretena se mogu definirati kao mali senzorni receptori u obliku vretena smješteni u skeletnom mišićnom tkivu (Slika 2.), koji se pružaju paralelno s glavnim mišićnim vlaknima. Mišićno vreteno sastoji se od nekoliko diferenciranih mišićnih vlakana. Krajevi diferenciranih mišićnih vlakana su kontraktilni, ali središnji dio je nekontraktilan i inerviraju ga posebni neuroni koji se nazivaju gama motorni neuroni. Mišićna vretena su osjetljiva i na fazno istežanje (na brzinu kojom se jedan mišić isteže) i na tonično istežanje (u kojoj je mjeri istežanje mišića). Stimulacija mišićnih vretena izaziva kontrakciju u istegnutom mišiću (miotatski refleks, tj. refleks istežanja) i istovremeno inhibira akcijske potencijale antagonističkim mišićima. Mišićna vretena također sudjeluju i u regulaciji mišićnog tonusa (6).



Slika 2. – Mišićno vreteno

Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/muscle-spindle>

1.3. BALANS

Balans predstavlja sposobnost tijela da se suprotstavi sili gravitacije za vrijeme kretanja i mirovanja. Uz pomoć balansa održavamo tijelo unutar referentnog sustava u različitim okolnostima i aktivnostima. Za dobar balans potrebno je pravilno funkcioniranje živčanog sustava, odnosno malog mozga i senzornog puta (7).

Senzomotorni sustav čine putovi specifičnih osjeta – vidni ili optički put, slušni ili akustični put, te vestibularni ili statički put (7).

Osim senzomotornog sustava bitna je neoštećenost glavnog centra za balans – malog mozga. Mali mozak je dio središnjeg živčanog sustava odgovoran za primanje informacija o mišićnom tonusu, položaju i kretanjama dijelova tijela, odnosno njihovoj koordinaciji, finoj motorici te ravnoteži (8).

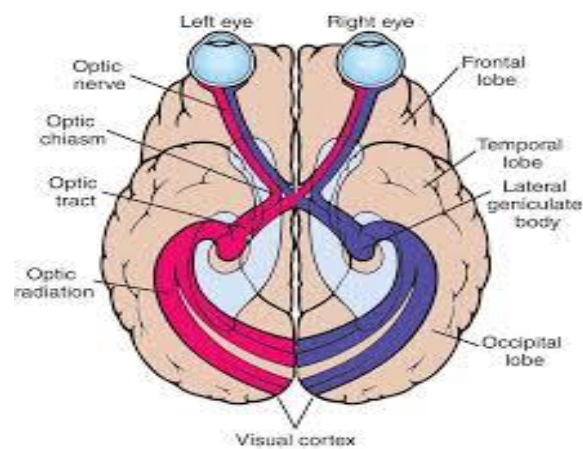
1.4. OSJETNI PUTOVI

Osjetne putove izgrađuje sustav živčanih stanica i živčanih vlakana kojima se podražaj prenosi s periferije u koru velikoga mozga, ili u koru maloga mozga. Sustav neurona znači da se na tom putu podražaj prenosi s jednoga neurona na drugi neuron poput štafete, a mjesto predaje živčanog impulsa jest sinapsa. Razlikujemo nespecifične osjetne putove i specifične osjetne putove. Za balans su nam značajni specifični osjetni putovi, poglavito vidni put i vestibularni put (9).

1.4.1. VIDNI PUT

Vidni put (Slika 3.) provodi vidni podražaj od mrežnice oka do primarnoga vidnoga područja u kori velikoga mozga. U vidnome dijelu mrežnice nalaze se prva tri neurona vidnoga puta. Prvi su neuroni fotoreceptivne stanice koji se nazivaju štapićima i čunjićima. Druge neurone tvore bipolarne stanice. Treći neuron tvore velike multipolarne stanice. Vlakna trećih neurona izlaze iz oka kao *n. opticus*, djelomično se križaju u području bijele pločice te oblikuju dva snopa (*tractus opticus*). Oba snopa završavaju na stanicama četvrtih neurona, koje se nalaze u corpusu genikulatumu laterale. Dio vlakana četvrtih neurona uzlazi do gornjih kolikula mezencefalona, gdje se nalazi refleksno vidno središte koje kontrolira nesvjesne pokrete glave

i vrata na svjetlosni podražaj. Drugi dio vlakana četvrtilih neurona oblikuje snop koji odvodi podražaje u primarno vidno područje u kori zatiljnoga režnja oko sulkusa kalkarinusa. Vidno središte i susjedno asocijativno područje omogućuju vid i razumijevanje onoga što vidimo (9).



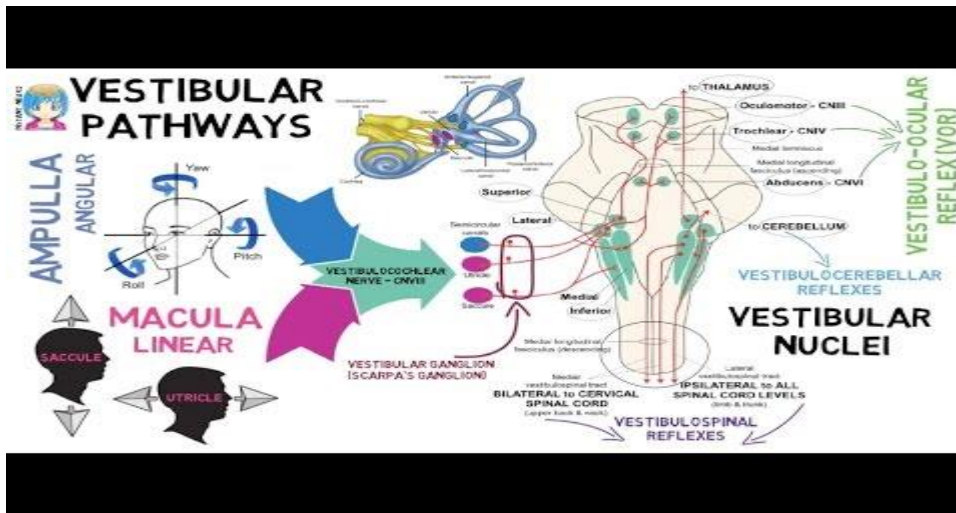
Slika 3. – Vidni put

Preuzeto sa:

<https://repositorij.mefst.unist.hr/islandora/object/mefst%3A454/datastream/PDF/view>

1.4.2. VESTIBULARNI PUT

Vestibularni put prenosi osjet ravnoteže. Stanice prvih neurona bipolarne su, i tvore vestibularni ganglij koji se nalazi na dnu unutrašnjega slušnog hodnika. Aksoni prvih neurona tvore *n.statoacusticus* koji podražaj odvodi do drugi neurona u vestibularnim jezgrama u mostu i produljenoj moždini. Aksoni drugih neurona kroz donji krak maloga mozga ulaze u koru maloga mozga (9).

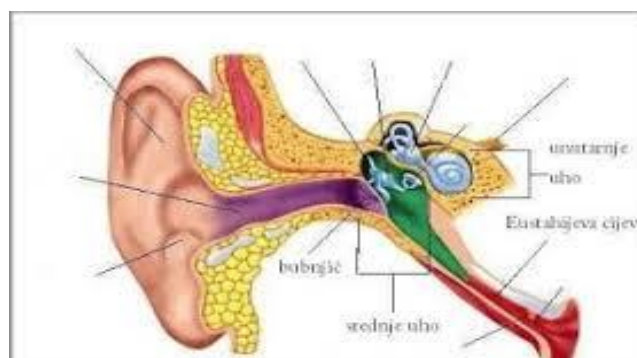


Slika 4. - Vestibularni put

Preuzeto sa: https://www.physio-pedia.com/Vestibular_System

1.5. UNUTARNJE UHO – AURIS INTERNA

U unutrašnjem uhu (Slika 5.) nalaze se osjetilo za sluh i osjetilo za ravnotežu. Unutrašnje uho složeni je sustav šupljina, stoga je i nazvan labirintom. Stijenke unutrašnjeg uha koštane su, a unutar koštanih zidova nalazi se membranozni labirint. Između koštanoga i membranoznoga labirinta nalazi se prostor ispunjen tekućinom koja se naziva perilimfom. Membranozni labirint također je ispunjen tekućinom koja se naziva endolimfom (9).

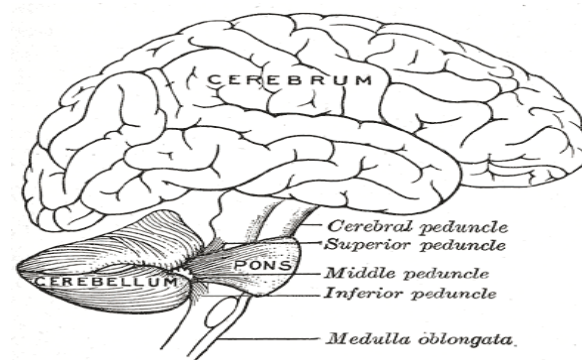


Slika 5. - Unutarnje uho

Preuzeto sa: <http://www.tvornica-znanosti.org/blog/odglavedopeteabecednimredom1dioe-i>

1.6. MALI MOZAK – CEREBELLUM

Cerebellum (Slika 6.) nalazi se u stražnjoj lubanjskoj jami, iza moždanog debla te ispod stražnjeg dijela velikoga mozga. Podijeljen je na dvije simetrične polutke, te na središnji neparni dio. Površinu maloga mozga tvori siva tvar koja se naziva korom maloga moga. Na kori razlikuju se brazde i vijuge koje su uske i usporedne, te preko središnjeg dijela prelaze s jedne hemisfere na drugu hemisferu. U dubini hemisfera nalazi se bijela tvar. Rostralni i kaudalni dijelovi maloga mozga primaju vlakna koja vode statičke i kinetičke podražaje iz leđne moždine koja donose informacije o napetosti mišića, položajima i kretanjima raznih dijelova tijela. Funkcionalno, mali mozak sudjeluje u reguliranju ravnoteže, te usklađuje mišićni tonus i finu motoriku, odnosno koordinira pokrete (9).



Slika 6. – Mali mozak

Preuzeto sa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cerebellum#/media/File:Gray677.png>

1.7. ANATOMIJA STABILIZATORA TRUPA

Mišići stabilizatori trupa (*engl*: CORE) se sastoje od dvije vrste vlakana a to su: sporokontrahirajuća i brzokontrahirajuća vlakna. Sporokontrahirajuća vlakna čine duboki mišićni sloj CORE-a. Ovi mišići su kraće duljine i prikladni su za kontrolu intersegmentalnog kretanja i reagiranje na vanjsko opterećenje i promjene u posturi. Mišići unutar dubokog sloja CORE-a su *m.transversus abdominis*, *mm.multifidi*, *m.internal oblique*, *mm.transverso-spinalis*, i mišići dna zdjelice. Mišići koji se sastoje od brzokontrahirajućih vlakana čine površinski sloj CORE-a. Ti su mišići dugi i imaju velike poluge što im omogućuje stvaranje velike količine okretnog momenta i velikih pokreta. Mišići unutar površinskog sloja CORE-a su *m.erector spinae*, *m.external oblique*, *m.rectus abdominis* i *m.quadratus lumborum*. Veliku ulogu u stabilizaciji zdjelice i kralježnice, a samim time i u balansu cijeloga tijela imaju i mišići kuka od kojih za balans su nam najvažniji *m.psoas major*, *m.gluteus maximus* i *m.gluteus medius*. Ošit ili dijafragma služi kao neka vrsta „krova“ CORE-a, dok mišićno dno zdjelice čini „pod“ CORE-a. Mišići dna zdjelice čine mišićna vlakna *m.levator ani*, *m.coccygeus*, te pripadajućeg vezivnog tkiva. Kontrakcija ošita povećava intra-abdominalni tlak te tako stabilizira kralježnicu, dok se mišićno dno zdjelice koaktivira kontrakcijom *m.transversus abdominis*. Stabilizatori trupa djeluju preko torakolumbalne fascije. Velika većina mišića CORE-a ima hvatište, polazište ili je u nekom kontaktu s torakolumbalnom fascijom. U osnovi torakolumbalna fascija služi kao dio „obruča“ oko trupa koji pruža vezu između donjeg i gornjeg dijela. S kontrakcijom mišića, torakolumbalna fascija također djeluje kao proprioceptor, pružajući povratne informacije o položaju trupa (10).

1.8. PRIJAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Za procjenu balansa postoji veliki broj testova, koji su standardizirani i numerički razvrstani. Svi oni evaluiraju izvođenje nekih zadataka, razlika je samo što neki te zadatke ocjenjuju brojčano, dok drugi pak opisom izvođenja zadatka (11).

Neki od najpoznatiji testova za procjenu balansa su Rombergov test, vestibularni test, test senzorne integracije i ostali. Osim testova senzorne integracije balansa postoje testovi za funkcionalnu procjenu balansa, od kojih su najpoznatiji Step test, Tandem hod, Tinneti test te Timed Up and Go test (11).

Danas najpoznatija skala za mjerenje i procjenu balansa je Bergova skala balansa, osmišljena za ispitivanje balansa starijih osoba s poremećajem ravnoteže, procjenjujući ih kroz određene zadatke. Bergova skala je ujedno i najpoznatija skala za funkcionalnu procjenu balansa. Ona je dokazan instrument koji se koristi za procjenu efikasnosti tretmana te za kvalitativan opis funkcije u kliničkoj praksi. Sastoji se od 14 funkcionalnih zadataka koje ispitanik izvodi u bolničkim uvjetima. Svaki se zadatak ocjenjuje ocjenama od 0 do 4. Time se zaključuje da je maksimalni broj bodova 56, što bi značilo nizak stupanj rizika od pada, odnosno samostalno izvođenje zadataka što rezultira odličnim balansom (12).

Za mjerenje balansa koriste se još neki testovi, poput Postural Cybernetic testa, uz pomoć kojeg je autor M. Budimir u svom istraživanju (2016.) prikazao da vježbe repetitivne snage negativno utječu na održavanje balansa, pri čemu se povećao pomak u anteroposteriornom i laterolateralnom smjeru i došlo je do pada stabilnosti u odnosu na početno mjerenje. U istraživanju je sudjelovalo 16 ispitanika, a njih 10 su uspješno odradili trening i mjerenja. Vježba koja se radila između dvaju mjerenja bili su čučnjevi do otkaza. Odmah nakon vježbanja odradilo se drugo mjerenje (13).

S obzirom na značaj balansa u aktivnostima svakodnevnog života te na hipotezu kako na balans možemo utjecati treningom autori R.Szafraniec, J.Baranska i M.Kuczynski u svom istraživanju (2018.) provodili utjecaje vježbi stabilnosti trupa na kontrolu ravnoteže između 16 nasumično odabranih ispitanika. Ispitanici su mjereni prije i poslije vježbanja koje je trajalo 45 minuta, na balans ploči (Kistler 9286 AA) sa zatvorenim očima. Došli su do zaključka da se vježbanjem stabilizatora trupa može dobiti određeno poboljšanje u ravnoteži (14).

Autori Liu SY, Zhang X, Sun JB i sur. u svom istraživanju (2017.) su proučavali utjecaj jačanja CORE-a u trajanju od 10 mjeseci na ravnotežu. U istraživanju su ispitanici bili muškarci

i to njih 16 nasumično podijeljenih u dvije grupe. Test koji su koristili za mjerenje ispitanika bio je SEBT (*engl*: Star excursion balance test). Trenirali su 50-60 min. dnevno, 4-5 puta tjedno. Došli su do saznanja da vježbe jačanja CORE-a značajno utječu na statički i dinamički balans u smislu sprječavanja pada kod sredovječnih muškaraca(15).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Primarni cilj ovog istraživanja jest ustvrditi je li vježbe za jačanje stabilizatora trupa imaju trenutni utjecaj na statički balans.

Specifični ciljevi: pokazati hoće li ravnoteža biti drugačija 1 minutu nakon treninga u odnosu na mjerenje prije samog treninga.

Hipoteze:

- Trening će utjecati na statički balans u x osi
- Trening će utjecati na statički balans u y osi
- Balans će biti bolji na dominantnoj strani
- Balans će biti bolji 1 minutu nakon treninga umjesto prije treninga

3. ISPITANICI I METODE

U ispitivanju je sudjelovalo 15 ispitanika, 9 žena i 6 muškaraca. Svi su ispitanici studenti u dobi od 20-24 godine, bez ikakvih prethodnih oboljenja vezanih za lokomotorni i središnji živčani sustav. Ispitivanje se provelo u laboratoriju Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci, na Posturomedu 202, uređaju tvrtke Haider Bioswing. Ispitivanje je započelo mjerenjem statičkog balansa u stojećem položaju na jednoj nozi za obje noge. Nakon toga nastavilo se s vježbama zagrijavanja, kojih je bilo 4, svaka u trajanju od 1 minute. Zatim se prionulo na vježbe stabilizatora trupa u trajanju od 40 minuta. Sve ove vježbe su bile identične za svakog ispitanika. Jednu minutu nakon vježbanja mjeren je statički balans u stojećem položaju na jednoj nozi za obje noge.

3.1. HAIDER BIOSWING – POSTUROMED

Tvrtka je osnovana 1948. Posljednja tri desetljeća obiteljska tvrtka Haider radi sa sveučilištima, visokim učilištima, liječnicima i terapeutima za razvoj terapijskih sustava i opremanja za sportske i terapijske djelatnosti visokih performansi. Svi proizvodi tvrtke Haider Bioswing proizvedeni su s najvećom pažnjom i uglavnom su izrađeni ručno u sjedištu tvrtke u Pullenreuthu (16).

Bioswing rehabilitacijski modul koristi se u svim fazama rehabilitacije kako bi se različitim vrstama kontrakcije mišića djelovalo na ozlijeđeni segment. Zbog mogućeg djelomičnog olakšanja donjih ekstremiteta, modul rehabilitacije može se već koristiti u ranoj postoperativnoj rehabilitacijskoj fazi. Dok je pacijent stabilan s jednom nogom stoji na elementu za fiksaciju preko terapijske površine Posturomed 202, dok je druga noga na mobilnom elementu nestabilna. Kako bi optimalno koristili rehabilitacijski modul, potrebna je vizualna povratna informacija o sukladnosti s pravilima kretanja koje je propisao terapeut: ili mehaničkim putem povratnog modula ili elektroničnim putem MicroSwing mjernog sustava (17).

Posturomed 202 je uređaj koji služi za senzomotornu prevenciju, terapiju i dijagnozu, a njezin je glavni dio nestabilna platforma. Dimenzija ovog uređaja je 60x60 cm te je prilagođena za stacionarnu upotrebu. Posturomed 202 se smatra klasom 1 medicinskih proizvoda. Osim platforme, uređaj ima i ostale dijelove, kao što su trosmjerna ograda, transportni valjci, zatezni nastavci i 12 vijaka. Uređaj ima mogućnost promjene osjetljivosti platforme, te ona mora biti prilagođena neuromuskularnoj spremnosti ispitanika. Na donjoj se strani platforme nalazi

senzor koji očitava sva njena pomicanja. Na gornjoj strani se nalaze krugovi koji obilježavaju centar na koji mi se trebalo zagaziti tijekom testiranja. Osim krugova, na platformi se nalaze strelice koje obilježavaju x i y os, odnosno moguća pomicanja ploče, ovisno o spretnosti ispitanika (18,19).

3.2. VJEŽBE ZAGRIJAVANJA

Sve vježbe zagrijavanja izvodit će se u trajanju od 1 minute.



Slika 7. – Preskakanje užeta

Preuzeto sa: <https://m.24sata.hr/lifestyle/preskakanje-uzeta-u-20-min-do-jaceg-srca-i-vitkijeg-tijela-456346>



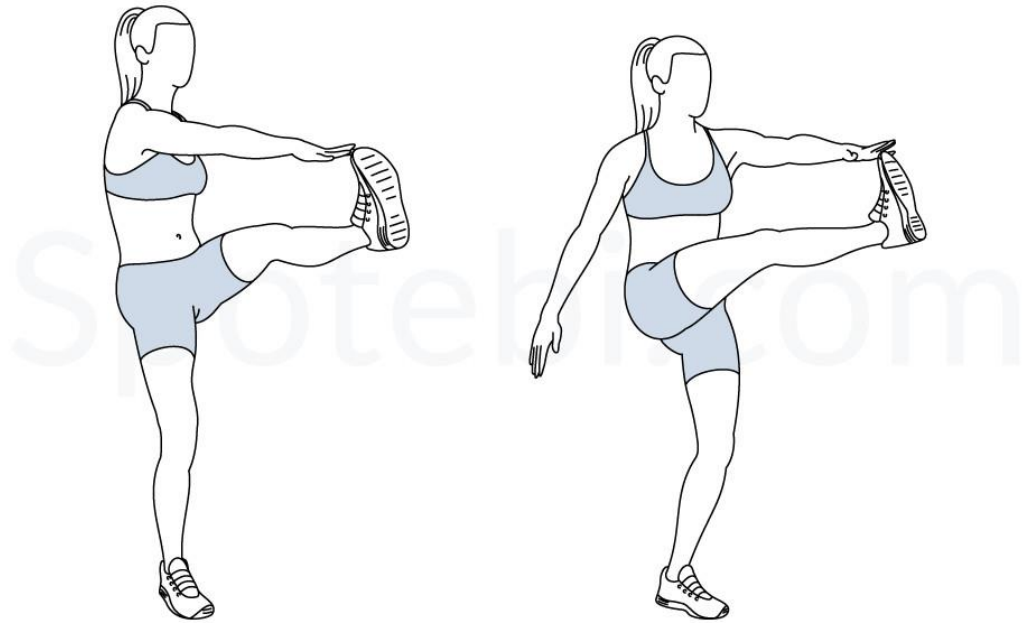
Slika 8. – Jumping Jacks

Preuzeto sa: <https://www.shutterstock.com/search/jumping+jack+exercise>



Slika 9. – Ali shuffle

Preuzeto sa: https://www.popsugar.co.uk/fitness/Printable-20-Minute-Tabata-Workout-44950905?utm_medium=redirect&utm_campaign=:HR&utm_source=www.google.com



Slika 10. – Kick crunch

Preuzeto sa: <https://www.spotebi.com/exercise-guide/kick-crunch/>

3.3. POSTURAL CYBERNETIC TEST

Test koji koristimo u ovom istraživanju jest Postural Cybernetic test. Prije svega ispitanicima je objašnjen način na koji će se provoditi mjerenje. Ispitanici će se testirati tako da zakorače najprije s desnom nogom a potom i lijevom nogom bez obuće na platformu. Položaj na platformi izgleda tako da ispitanik stoji na jednoj nozi, dok je druga noga u fleksiji u kuku i koljenu. Medijalni maleol viseće noge je u razini koljena stajanje noge i ne smiju se dodirivati. Ruke su cijelo vrijeme uz tijelo. Takav položaj ispitanici zadržavaju 10 sekundi bez dodirivanja ograde. Ispitanici nisu smjeli tijekom testiranja razgovarati, morali su pravilno disati, te im je glava bila usmjerena prema naprijed. Ako se bilo koji kriterij ne poštuje dulje od 5 sekundi taj test nije pravilan, stoga se mora ponoviti. Uređaj je povezan s računalom i pomoću softwera Mycroswing omogućuje istraživačima praćenje rezultata tijekom mjerenja. Tijekom balansiranja, mjerenja se odmah izračunavaju u postocima. Uređaj prati pomicanje lijeve i desne noge po x i y osima. Prije samog testiranja ispitanici su upoznati s pravilnim izvođenjem testa, te mu se demonstrira izvođenje testa. Također ukazuje mu se na pravila kojih se mora pridržavati, jer u protivnom test će biti poništen. Neka od tih pravila su da se osoba ne smije rukama pridržavati za ogradu, ako održava nepravilan položaj dulje od 5 sekundi ili ako razgovara tijekom testa. Sami postupak počinje tako da osoba s pravilne duljine iskorači na platformu i to u njenu sredinu što preciznije. Najbolje bi bilo kada bi sredina stopala nalazi u samom središtu. Ispitanik zakorači na platformu onog trena kada čuje signal s kompjutera.

3.4. VJEŽBE STABILIZATORA TRUPA

Nakon uvodnog testiranja slijedile su vježbe za stabilizatore trupa. Primarno je bilo što pravilnije naučiti ispitanike kako izvoditi vježbe, te naglasit im važnost održavanja neutralne pozicije same lumbalne kralježnice i zdjelice. Trening traje 40 minuta. Iz razloga što ne postoji vježba u kojoj se aktiviraju svi mišići stabilizatora trupa, preporuča se kombinacija od više vježbi.

Primjenjivali smo 15 vježbi za stabilizatore trupa sljedećim redoslijedom:

1. Ležeći supinirani položaj, stopala na podlozi: uvlačenje trbuha, zadržimo položaj 10 sekundi – 20 ponavljanja.

2. Ležeći supinirani položaj, stopala na podlozi: uvlačenje trbuha uz istovremeno primicanje koljena prsima, zadržavanje pozicije 3 sekunde, i zatim povratak u početni položaj – 10 ponavljanja na svaku nogu.

3. Ležeći supinirani položaj, stopala na podlozi: podizanje zdjelice, zadržavanje položaja 10 sekundi – 10 ponavljanja.

4. Ležeći supinirani položaj, stopala na podlozi: noge su podignute do razine od 90° u kukovima i koljenima, ruke su položene na bedra, istovremeno guramo rukama bedra i obrnuto, zadržimo položaj 10 sekundi – 10 ponavljanja.

5. Sjedimo s koljenima u fleksiji i stopalima na podlozi: izvodimo rotaciju u trupu sve dok rukama ne dotaknemo podlogu sa strane – 10 ponavljanja na svaku stranu.

6. Sjedimo s koljenima u fleksiji i stopalima na podlozi, ruke su iza trupa na podlozi: privlačimo koljena na prsa uz istovremenu fleksiju u laktu, i zatim vratimo u početni položaj – 10 ponavljanja.

7. Ležeći pronirani položaj, ruke ispružene ispred glave na podlozi: uvlačenje trbuha 10 sekundi – 10 ponavljanja.

8. Ležeći pronirani položaj, ruke ispružene ispred glave na podlozi: istovremeno podizanje desne ruke i lijeve noge, pa lijeve ruke i desne noge i povratak u početni položaj, zadržavanje položaja 5 sekundi – 10 ponavljanja.

9. Četveronožni položaj: uvlačenje trbuha 10 sekundi – 10 ponavljanja.

10. Četveronožni položaj: podizanje desne ruke iznad glave, zatim addukcija desne ruke do razine da bude okomita na ostatak tijela, te povratak u početni položaj – 10 ponavljanja na svaku stranu.

11. Četveronožni položaj: podizanje desne ruke i lijeve noge tako da budu u produžetku trupa, pa lijeve ruke i desne noge i povratak u početni položaj, zadržavanje pozicije 3 sekunde – 10 ponavljanja na svaku stranu.

12. Plank s podlakticama i koljenima na podlozi, zadržavanje položaja 10 sekundi – 10 ponavljanja.

13. Plank s strane sa podlakticama i koljenima na podlozi, zadržavanje položaja 10 sekundi – 5 ponavljanja na svaku stranu.

14. Plank s podlakticama na podlozi i sa ispruženim nogama, zadržavanje položaja 10 sekundi – 10 ponavljanja.

15. Plank s podlakticama na podlozi i s ispruženim nogama, zatim podizanje kukova dok ne oblikujemo slovo „V“ i povratak na početni položaj – 15 ponavljanja (14).

Sve ove nabrojane vježbe intenzivno aktiviraju abdominalne mišiće (*m. transversus abdominis*, *mm. obliquus internus et externus*, *m. rectus abdominis*), *m. erector spinae*, *m. quadratus lumborum*, i *mm. gluteus maximus, medius et minimus*. Svi ovi nabrojani mišići su primarni stabilizatori kralježnice, i samim time su odgovorni za kontrolu i stabilnost trupa i zdjelice (14).

Nakon završetka samih vježbi ispitanici su pristupili ponovnom mjerenju ravnoteže odnosno balansa. Postupak je bio isti kao kod prvog mjerenja. Ispitanici su mjereni 1 minutu nakon treninga.

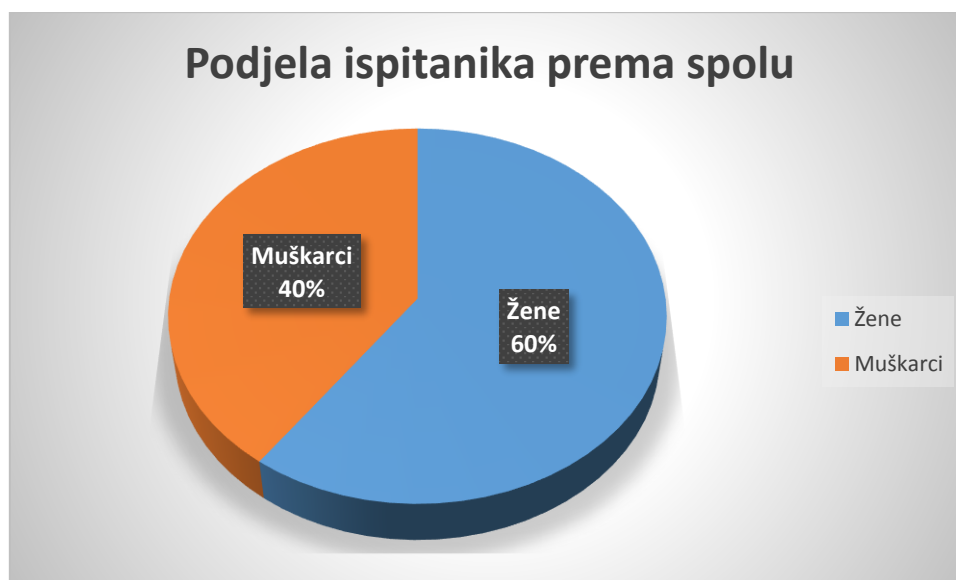
4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Sve rezultate ovog istraživanja bilo je potrebno statistički obraditi u računalnom programu Microsoft Excel 2010. Rezultati su obrađeni deskriptivnom statistikom, odnosno t- testom za male zavisne uzorke u programu Statistica 13 Na temelju izračunatih rezultata određeno je postoji li statistički značajna razlika u mjerenjima. Rezultat će se smatrati statistički značajnima ako je vrijednost $p < 0,05$.

5. REZULTATI

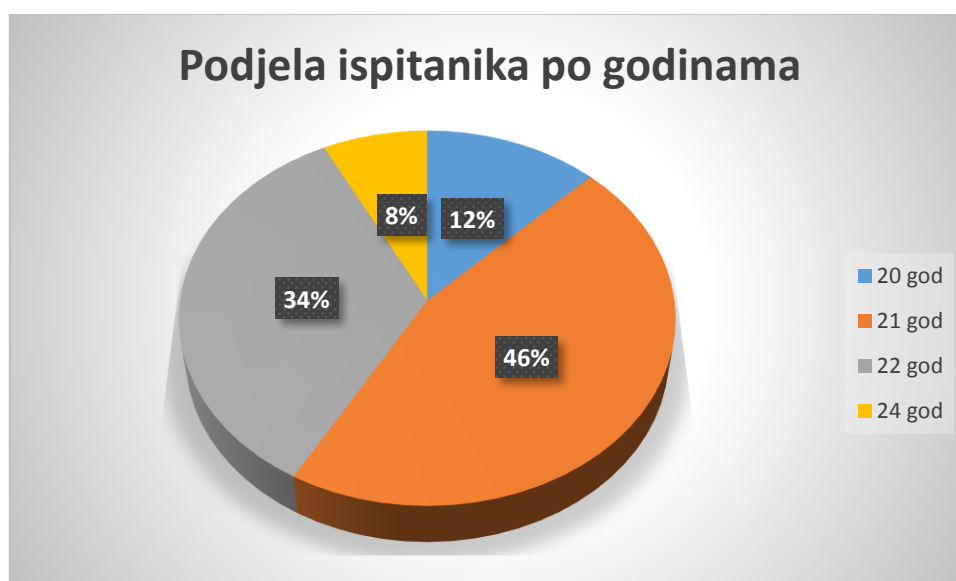
5.1. PODJELA ISPITANIKA PREMA SPOLU

Graf 1. - Prikaz ispitanika prema spolu



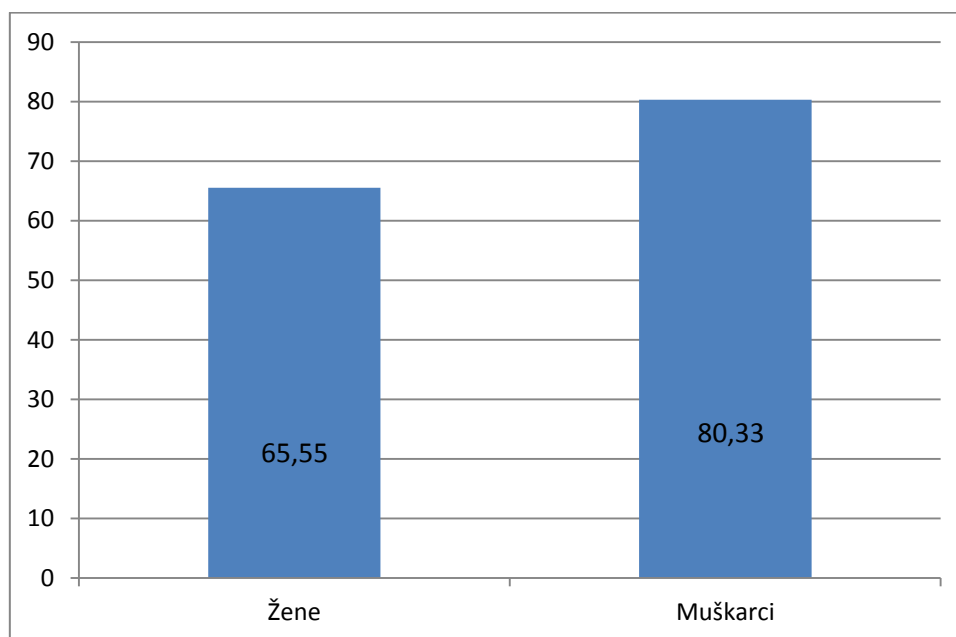
5.2. PODJELA ISPITANIKA PO GODINAMA

Graf 2. - Prikaz ispitanika po godina



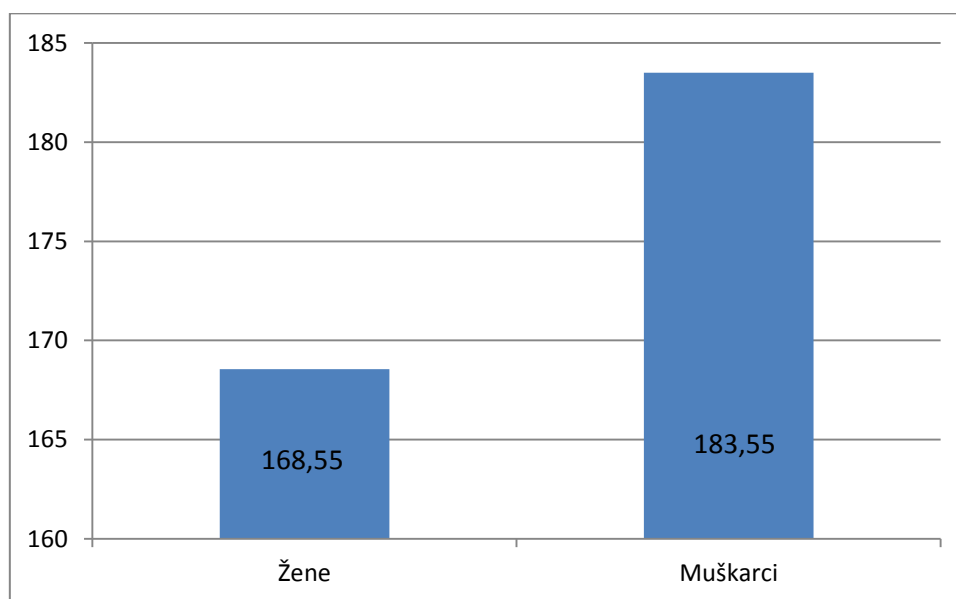
5.3. PROSJEČNA TEŽINA ISPITANIKA

Graf 3. - Prikaz prosječne mase u kilogramima



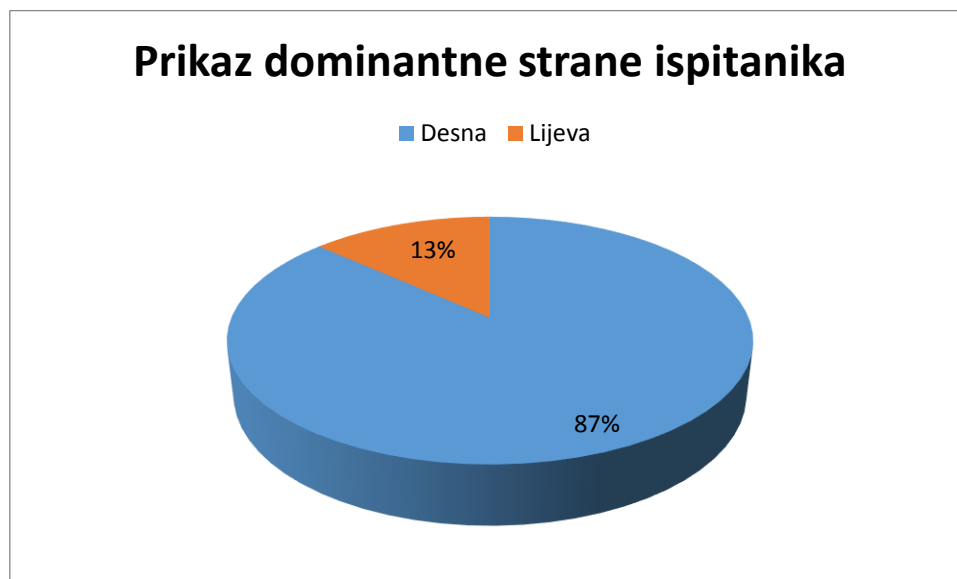
5.4. PROSJEČNA VISINA ISPITANIKA

Graf 4. - Prikaz prosječne visine u centimetrima



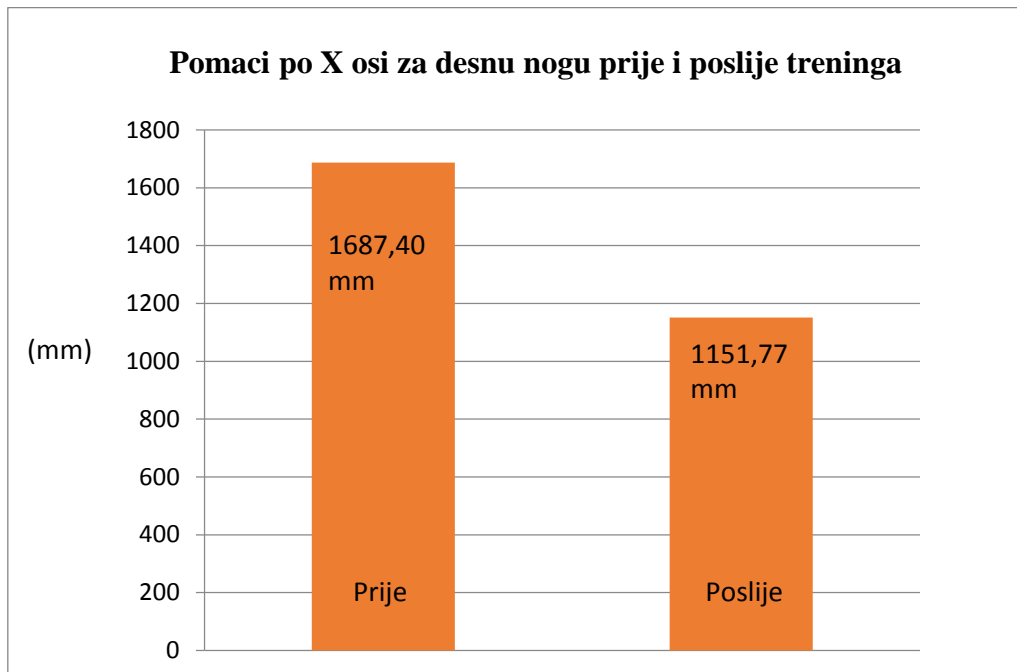
5.5. PODJELA ISPITANIKA PREMA DOMINANTNOJ STRANI

Graf 5. - Prikaz dominantne strane ispitanika

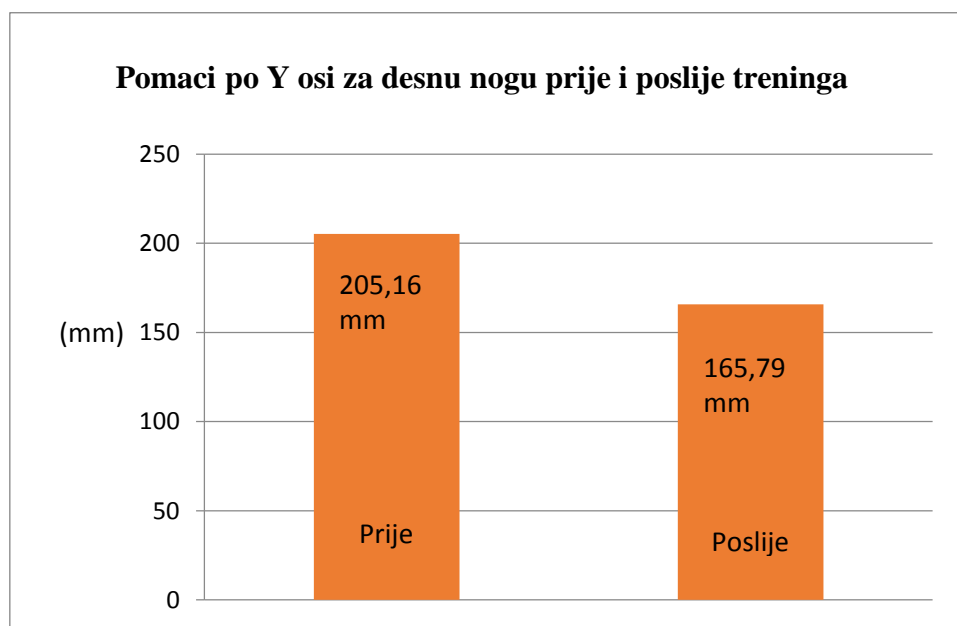


5.6. PRIKAZ REZULTATA MJERENJA ZA DESNU NOGU

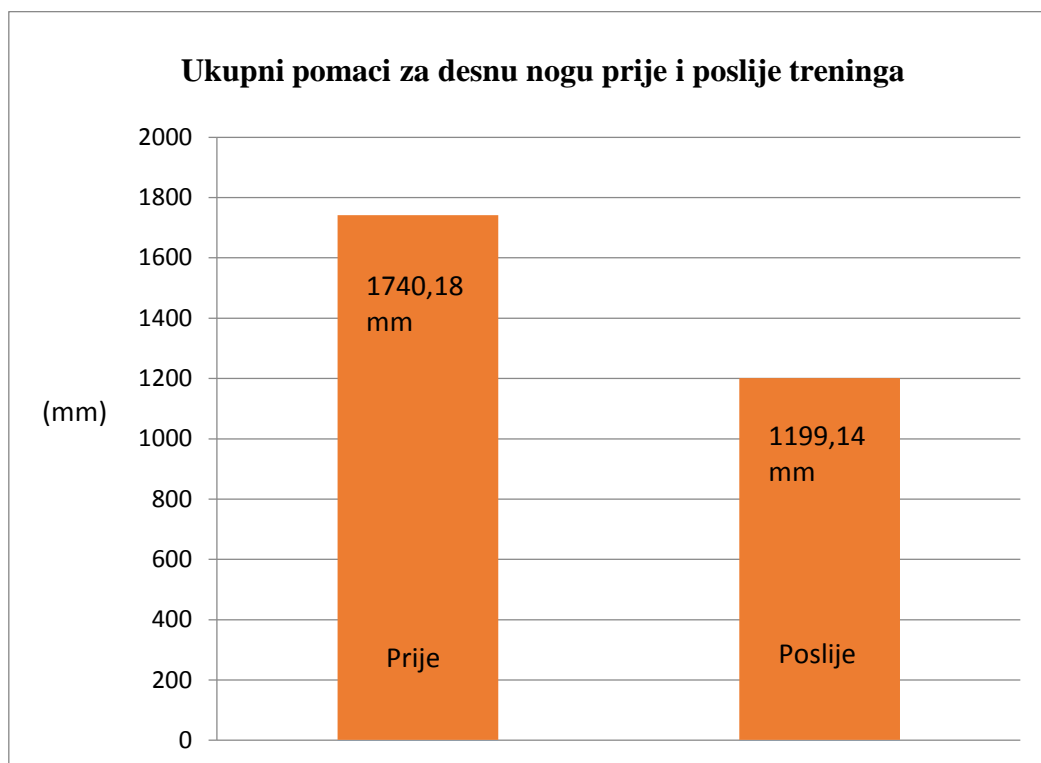
Graf 6. - Prikaz pomaka po X osi za desnu nogu prije i poslije treninga



Graf 7. - Prikaz pomaka po Y osi za desnu nogu prije i poslije treninga

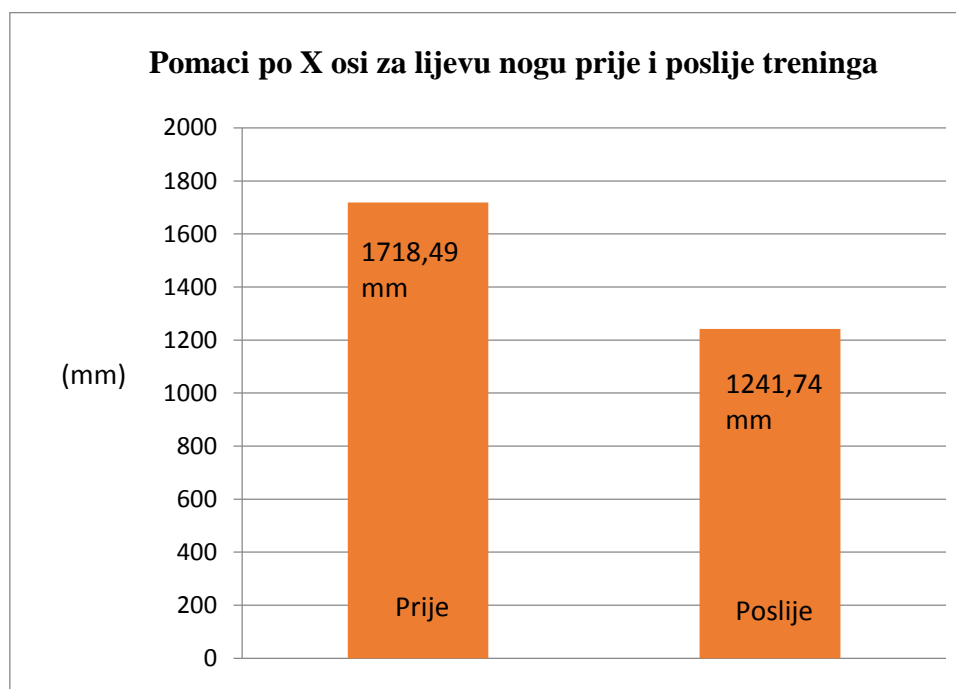


Graf 8. - Prikaz ukupnog pomaka za desnu nogu prije i poslije treninga

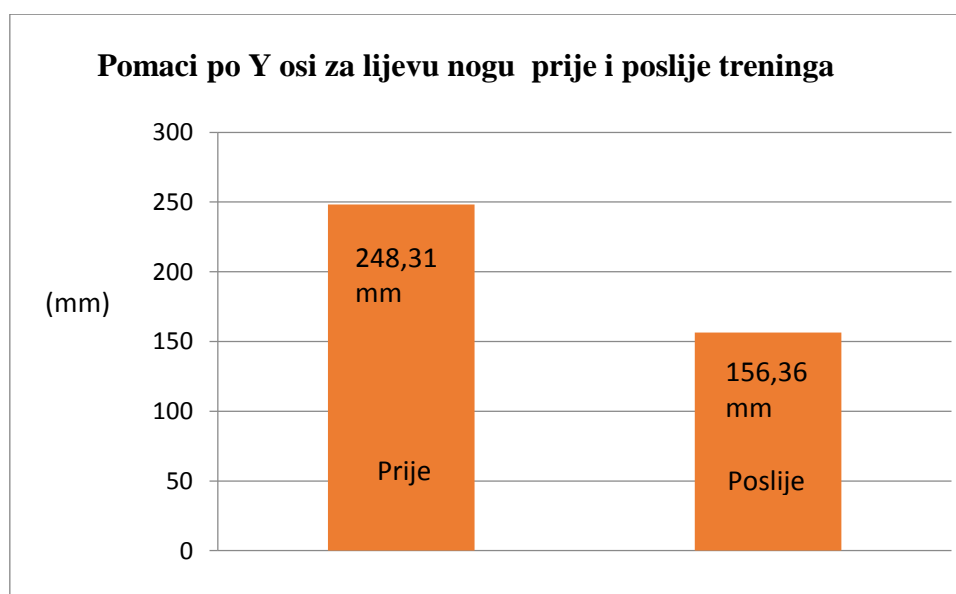


5.7. PRIKAZ REZULTATA MJERENJA ZA LIJEVU NOGU

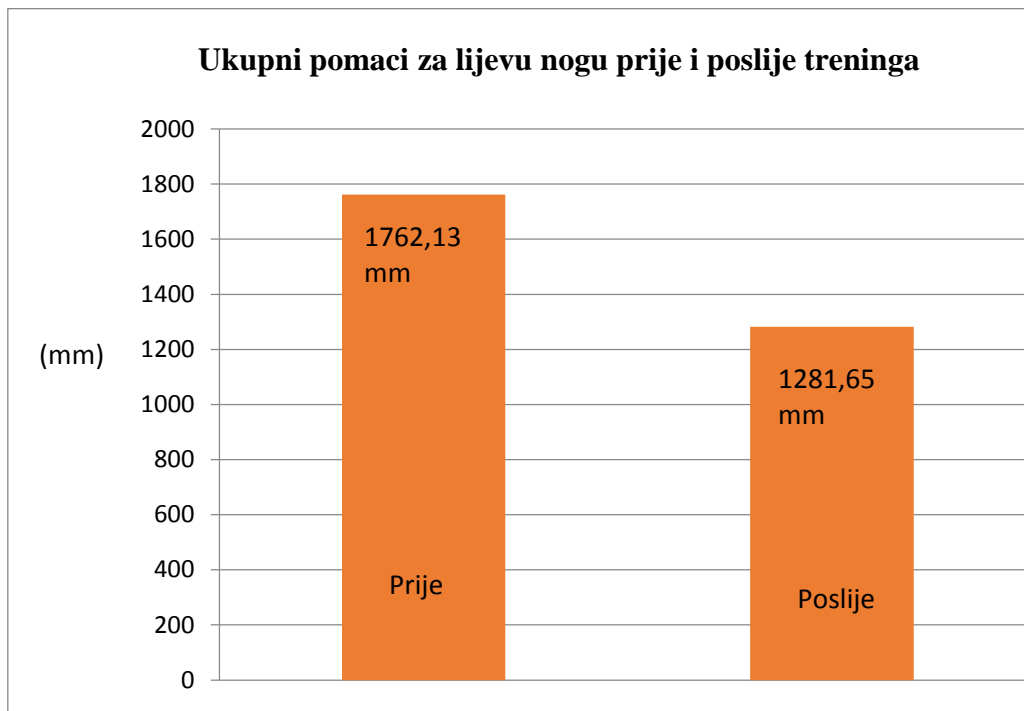
Graf 9. - Prikaz pomaka po X osi za lijevu nogu prije i poslije treninga



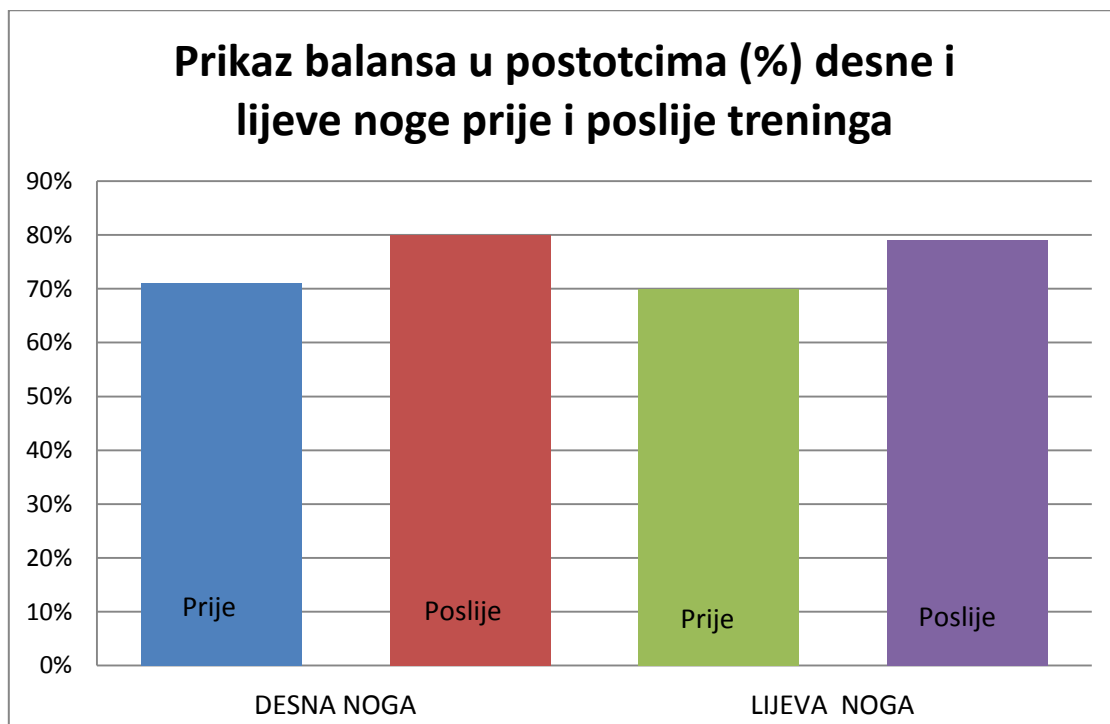
Graf 10. - Prikaz pomaka po Y osi za lijevu nogu prije i poslije treninga



Graf 11. - Prikaz ukupnog pomaka za lijevu nogu prije i poslije treninga



Graf 12. - Balans u postotcima (%) za desnu i lijevu nogu prije i poslije treninga



Tablica 1. - Prikaz rezultata za desnu nogu

	POMACIJ PRIJE TRENINGA (mm)	POMACI POSLIJE TRENINGA (mm)	P vrijednost
OS	DESNA NOGA	DESNA NOGA	
X	1687,4	1151,77	0,00392
Y	205,16	165,79	0,14408
UKUPNO	1740,18	1199,14	0,00445

Tablica 2. - Prikaz rezultata za lijevu nogu

	POMACIJ PRIJE TRENINGA (mm)	POMACI POSLIJE TRENINGA (mm)	P vrijednost
OS	LIJEVA NOGA	LIJEVA NOGA	
X	1718,49	1241,74	0,00587
Y	248,13	156,36	0,15794
UKUPNO	1762,13	1281,65	0,00620

6. RASPRAVA

U istraživanju Trenutnog utjecaja vježbi stabilizatora trupa na statički balans sudjelovalo je 15 osoba, od toga 9 ženskog spola i 6 muškog spola. Ispitanicima je raspon godina bio od 20 do 24 godine. Prosječna masa ispitanika ženskog spola je bila 65,5 kilograma, dok je kod ispitanika muškog spola ta brojka iznosila 80,3 kilograma. Prosječna visina ispitanika ženskog spola iznosila je 168,5 centimetara, dok je kod ispitanika muškog spola iznosila 183,5 centimetara. Dakle, svi ispitanici imaju prosječnu težinu i visinu za svoju životnu dob. Dominantna strana kod 13 ispitanika je bila desna, dok kod 2 ispitanika je bila lijeva. Svaki ispitanik je testiran dva puta, jednom prije treninga i jednom poslije treninga. Očekivalo se da će vježbe stabilizatora povoljno utjecati na statički balans, što se i pokazalo. Također, smatralo se da će pozitivna promjena biti statistički značajna.

Poslije provedenog mjerenja na *Posturomedu 202* tvrtke *Bioswing* dobiveni su rezultati. Završnim izračunima dobili smo rezultate u vidu pomaka ispitanika na platformi po X i Y osi. Rezultati su prikazivani 2D grafovima u kojima je prikazan pomak za desnu i lijevu nogu, po X i Y osi, te ukupni pomak. Svaki od grafova sadrži i numerički prikazanu aritmetičku sredinu. Ako promatramo grafove, možemo zaključiti da je aritmetička sredina u svim mjerenjima prije treninga veća u odnosu na mjerenja poslije treninga.

Kada promatramo i uspoređujemo X i Y osi, vidljivo je da su veći pomaci u X osi. To je tako jer prilikom testa ispitanici zakorače samo s jednom nogom, pa je za očekivati da će pomaci biti veći u frontalnoj nego u sagitalnoj ravnini. Također, anatomska građa stopala utječe isto na veličinu pomaka. Stopalo je duže u odnosu na širinu, a pošto se Y os pruža usporedno sa stopalom, za očekivati je da će tijelo biti stabilnije u anteroposteriornom smjeru.

Aritmetička sredina za desnu nogu po X osi prije treninga je iznosila 1684,7 milimetara, dok je poslije treninga iznosila 1151,77 milimetara. Nadalje, za desnu nogu po Y osi prije treninga iznosila je 205,16 milimetara, dok je poslije treninga iznosila 165,79 milimetara. Ukupni pomak za desnu nogu prije treninga je iznosio 1740,18 milimetara, dok je poslije treninga iznosio 1199,14 milimetara. P vrijednost za desnu nogu po X osi iznosila je 0,00392, po Y osi 0,14408 i za ukupni pomak 0,00445.

Aritmetička sredina za lijevu nogu po X osi prije treninga iznosila je 1718,49 milimetara, dok je poslije treninga iznosila 1241,74 milimetara. Zatim, za lijevu nogu po Y osi prije treninga iznosila je 248,31 milimetar, dok je poslije treninga iznosila 156,36 milimetara. Ukupni pomak

za lijevu nogu prije treninga iznosio je 1762,13 milimetara, dok je poslije treninga iznosio 1281,65 milimetara. P vrijednost za lijevu nogu po X osi iznosila je 0,00587, po Y osi 0,15794 i za ukupni pomak 0,00620.

Uspoređujući dobivene rezultate na grafovima, vidljivo je da je razlika aritmetičkih sredina pomaka po X osi i ukupnog pomaka za obje noge statistički značajna, dok kod Y osi za obje noge ta razlika nije statistički značajna. Uočeno je da vježbe stabilizatora trupa koje su odrađivane poslije prvog mjerenja imale utjecaj na statički balans. Trening nije bio naporan i samim time nije izazvao veći umor kod ispitanika, stoga umor nije mogao negativno utjecati na statički balans. Trening je za cilj imao izazvati aktivaciju mišića stabilizatora trupa koji preko zdjelice i kukova pa sve do stopala djeluju na samu ravnotežu. Također, za poboljšanje rezultata utjecala je i navika ispitanika na samu podlogu. Naime, pri prvom mjerenju ispitanici se nisu susreli s takvom vrstom podloge i trebalo je neko vrijeme da se priviknu. Isto tako uređaj *Posturomed 202* tvrtke *Bioswing* po svojim protokolima zahtjeva da ako osoba izgubi ravnotežu i pritom dotakne ogradu ili padne, da se takvo mjerenje mora ponoviti umjesto da se bilježi s 0. Iz tog razloga ispitanici se također lakše prilagođavaju samom mjerenju i naposljetku ostvaruju bolje rezultate.

Gledamo li pojedinačno ispitanike kod njih 13 je zabilježeno poboljšanje, dok je kod 1 ispitanika ravnoteža ostala nepromijenjena, a kod 1 se i pogoršala. Razlog tome može biti umor, jer su se ti ispitanici s treningom više umorili nego ostali ispitanici, no to nismo dokazali. Promatramo li razlike u stabilnosti dominantne i nedominantne strane uočavamo veće poboljšanje kod dominantne strane nego kod nedominantne, i ono je statistički značajno. Također, jedan od ispitanika je pretrpio ozljedu prednjeg križnog ligamenta prije šest mjeseci. Ispitanik redovno izvodi vježbe balansa od same ozljede, pa stoga nismo mogli zamijetiti neke drugačije rezultate u odnosu na druge. Ispitanik se kao i ostala velika većina poboljšao u drugom mjerenju nakon vježbi stabilizatora trupa.

Statističkim izračunom koristeći T-test za male zavisne uzorke postavljena je hipoteza da nema statistički značajne razlike u mjerenju prije i poslije treninga. Vidljivo je iz tablice da je p vrijednost manja od 0,05 kod pomaka po X osi, te u ukupnom pomaku, što rezultira odbacivanjem hipoteze i statistički značajnom razlikom. Međutim, uočavamo da p vrijednost kod pomaka po Y osi je veća od 0,05 čime zaključujemo da prihvaćamo hipotezu, što se tiče Y osi. Kod Y osi razlika nije statistički značajna. Promjena u aritmetičkim sredinama za Y os

postoji, te je za očekivati da ukoliko bi se povećao broj ispitanika da bi se došlo do statistički značajne razlike u mjerenju prije i poslije treninga.

Ovim istraživanjem općenito gledajući smo dokazali da vježbe stabilizatora trupa djeluju na statički balans. Razlika u pomacima po X osi i ukupni pomak su statistički značajni, dok kod pomaka po Y osi nema statistički značajne razlike. Potvrdili smo hipoteze da je balans bolji na dominantnoj strani, da će se statistički značajno poboljšati na X osi i hipotezu da će 1 minutu nakon treninga balans biti bolji nego prije treninga. Na kraju, možemo zaključiti da je razlika u aritmetičkim sredinama kod pomaka po X osi i ukupnog pomaka za obje noge statistički značajna, dok kod pomaka po Y osi za obje noge ta razlika aritmetičkih sredina nije statistički značajna.

7. ZAKLJUČAK

Statistički značajna razlika u balansu prije i poslije vježbi stabilizatora trupa se pokazala kod pomaka po X osi i ukupnog pomaka, dok kod pomaka po Y osi ta razlika nije statistički značajna. Time se može zaključiti da same vježbe djelomično utječu na statički balans. Sa ovim radom se prikazuje važnost balansa u svakodnevnom životu, te koliko izvođenje pravilnih vježbi može utjecati na njega. Velik je broj istraživanja koja dokazuju povezanost stabilizatora trupa sa statičkim balansom i ovo istraživanje je to djelomično dokazalo. Zanimljivo bi bilo kada bi sudjelovao veći broj osoba u ispitivanju, jer na taj način vrlo vjerojatno bi se pokazala statistička značajnost i kod pomaka po Y osi.

10. LITERATURA

1. J.L. Taylor (2009.) Encyclopedia of Neuroscience, 1143.-1149.
2. C. M. Norris (2011.) Managing Sports Injuries (Fourth Edition), 84.-110.
3. Z. Radak (2018.) The Physiology of Physical Training, 55.-80.
4. D. Perica (2015.) Propriocepcija, Rehabilitacija Nova,
Dostupno na: <http://reha.hr/cms/propriocepcija/>
5. D.L. Smith, S.A. Plowman (2007.) Sports-Specific Rehabilitation 15.-38.
6. A. Jelveus (2011.) Integrated Sports Massage Therapy 75.-95.
7. M. Pau, F. Arippa, B. Leban, F. Corona, G. Ibba, F. Todde, M. Scorcu (2015.) Relationship between static and dynamic balance abilities in Italian professional and youth league soccer players; Physical Therapy in Sport Volume 16, Issue 3, Pages 236.-241.
8. Prof. Dr. Zdenko Križan (1989.) Kompendij anatomije čovjeka II. Dio, Pregled građe glave, vrata i leđa: 132.; 166.-169.; 251.-261.
9. Bajek, Bobinac, Jerković, Malnar, Marić (Rijeka 2007.) Sustavna anatomija čovjeka, 195.; 207.-209.; 228.
10. Akuthota, Venu i sur; (2008.) Core Stability Exercise Principles
Dostupno na: https://journals.lww.com/acsm-csmr/fulltext/2008/01000/Core_Stability_Exercise_Principles.14.aspx
11. Frances E. Huber, Chris L. wells (2006.) Thearapeutic Eercise Treatment Planing for Progresion; Elsevier Science Health Science Division.
12. Stanković M. Bergova skala Balansa, Fizioterapija Internet portal o fizioterapiji i obrazovanju fizioterapeuta,
Dostupno na: <http://www.fizioterapija.rs/wp-content/uploads/2011/01/Bergova-Skala-Balansa.pdf>
13. Zbornik sažetaka (Vukovar, 2016.) 2. Međunarodni znanstveno-stručni skup „Fizioterapija u sportu, rekreaciji i wellnessu“; Veleučilište „Lavoslav Ružička“ u Vukovaru.

14. R. Szafraniec, J. Baranska, M. Kuczynski (2018.) Acute effects of core stability exercises on balance control

Dostupno na: <http://www.actabio.pwr.wroc.pl/Vol20No3/58.pdf>

15. SY. Liu, X. Zhang i sur; (2017.) Effects of 10-week core strength training on the body balance in middle-aged men

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29926644>

16. Haider Bioswing;

Dostupno na: <http://www.haider-bioswing.com/company>

17. Haider Bioswing;

Dostupno na: <http://www.haider-bioswing.com/therapiesysteme/bioswing-posturomed/posturomed-zubehoer>

18. C. Otte; HAIDER BIOSWING; BIOSWING Posturomed; 2014. HAIDER BIOSWING GmbH

19. C. Otte; BIOSWING MicroSwing 6, User Manual; 2014. HAIDER BIOSWING GmbH

11. PRILOZI

11.1. POPIS SLIKA

SLIKA 1. – GOLGIJEV TETIVNI APARAT	4
SLIKA 2. – MIŠIĆNO VRETENO.....	5
SLIKA 3. – VIDNI PUT	7
SLIKA 4. - VESTIBULARNI PUT	8
SLIKA 5. - UNUTARNJE UHO.....	8
SLIKA 6. – MALI MOZAK	9
SLIKA 7. – PRESKAKANJE UŽETA	15
SLIKA 8. – JUMPING JACKS.....	16
SLIKA 9. – ALI SHUFFLE	16
SLIKA 10. – KICK CRUNCH.....	17

11.2. POPIS GRAFOVA

GRAF 1. - PRIKAZ ISPITANIKA PREMA SPOLU.....	22
GRAF 2. - PRIKAZ ISPITANIKA PO GODINA	22
GRAF 3. - PRIKAZ PROSJEČNE TEŽINE U KILOGRAMIMA	23
GRAF 4. - PRIKAZ PROSJEČNE VISINE U CENTIMETRIMA.....	23
GRAF 5. - PRIKAZ DOMINANTNE STRANE ISPITANIKA	24
GRAF 6. - PRIKAZ POMAKA PO X OSI ZA DESNU NOGU PRIJE I POSLIJE TRENINGA	25
GRAF 7. - PRIKAZ POMAKA PO Y OSI ZA DESNU NOGU PRIJE I POSLIJE TRENINGA	25
GRAF 8. - PRIKAZ UKUPNOG POMAKA ZA DESNU NOGU PRIJE I POSLIJE TRENINGA	26
GRAF 9. - PRIKAZ POMAKA PO X OSI ZA LIJEVU NOGU PRIJE I POSLIJE TRENINGA	27
GRAF 10. - PRIKAZ POMAKA PO Y OSI ZA LIJEVU NOGU PRIJE I POSLIJE TRENINGA	27
GRAF 11. - PRIKAZ UKUPNOG POMAKA ZA LIJEVU NOGU PRIJE I POSLIJE TRENINGA	28
GRAF 12. - BALANS U POSTOTCIMA (%) ZA DESNU I LIJEVU NOGU PRIJE I POSLIJE TRENINGA	28

11.3. POPIS TABLICA

TABLICA 1. - PRIKAZ REZULTATA ZA DESNU NOGU.....	29
TABLICA 2. - PRIKAZ REZULTATA ZA LIJEVU NOGU	29

12. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 28.02.1997. godine u Zadru, Hrvatska, treće dijete Ilije i Mirele Štrbac.

Svoje sam školovanje započeo u Osnovnoj školi „Stanovi“ pohađajući je 6 godina, sve dok se nisam preselio u Osnovnu školu „Zadarski Otoci“.

Zatim upisujem Srednju Medicinsku školu „Ante Kuzmanića“ u Zadru, smjer Medicinski tehničar opće zdravstvene njege u trajanju od 5 godina.

U jesen 2017. Godine upisao sam prvu godinu Fakulteta zdravstvenih studija, Preddiplomskog stručnog studija Fizioterapija pri Sveučilištu u Rijeci.

