RAZLIKE U RAVNOTEŽI KOD BOKSAČA I JUDAŠA

Rakić, Daniela

Master's thesis / Diplomski 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:528401

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository

zir.nsk.hr

UNIRI DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI

FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA RIJEKA
DIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Daniela Rakić

RAZLIKE U RAVNOTEŽI KOD BOKSAČA I JUDAŠA

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2020.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA RIJEKA
DIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

RAZLIKE U RAVNOTEŽI KOD BOKSAČA I JUDAŠA

DIPLOMSKI RAD

MENTOR:
Dr. sc. Hrvoje Vlahović, prof.reh.

STUDENTICA:
bacc. physioth. Daniela Rakić

Rijeka, 2020.

Mentor rada: Dr. sc. Hrvoje Vlahović, prof.reh.

Diplomski rad obranjen je dana _____ u/na _____, pred povjerenstvom u sastavu:

1. _____
2. _____
3. _____

FZSRI UNIRI

Izvješće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

Sastavnica	
Studij	DIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJA
Vrsta studentskog rada	DIPLOMSKI RAD
Ime i prezime studenta	DANIELA RAKIĆ
JMBAG	0351001395

Podatci o radu studenta:

Naslov rada	
Ime i prezime mentora	Dr.sc. Hrvoje Vlahović, prof.reh.
Datum predaje rada	19.10.2020.
Identifikacijski br. podneska	1419677902
Datum provjere rada	19.10.2020.
Ime datoteke	Daniela-Raki_-diplomski.docx
Veličina datoteke	529.59K
Broj znakova	107093
Broj riječi	17982
Broj stranica	71

Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)
7%

Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	Da
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	–
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Rad je urađen u skladu s naputcima o izradi diplomskog rada na FZSRI i zadovoljava uvjete izvornosti.

Datum

19.10.2020.

Potpis mentora

Vlahović

I Z J A V A

Izjavljujem da sam diplomski rad pod naslovom RAZLIKE U RAVNOTEŽI KOD BOKSAČA I JUDAŠA izradila samostalno pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora dr. sc. Hrvoje Vlahović, prof.reh..

Daniela Rakić

_____

Zahvala

Velika zahvala mentoru dr. sc. Hrvoje Vlahović, prof.reh. za pomoć pri izradi diplomskog rada i provedbi istraživanja. Također, veliku zahvalu dugujem svim sudionicima istraživanja, njihovim trenerima i kontaktima koji su nas povezali bez kojih ništa od ovog ne bi bilo moguće. Veliko hvala mojim roditeljima na svemu što su mi pružili u životu pa tako i mogućnosti studiranja i završetka diplomskog studija. Hvala svim bliskim mi osobama, prijateljima/prijateljicama i kolegama/kolegicama na pruženoj moralnoj i emocionalnoj podršci kroz sve godine studiranja i kroz proces pisanja diplomskog rada. Hvala svim profesorima, docentima, doktorima, predavačima na udijeljenom vremenu i trudu te pruženom znanju. Lijep i zanimljiv period kojeg ću pamtiti po onom lijepim trenucima. Hvala!

SADRŽAJ

1. UVOD I PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 1
1.1. MIŠIĆNO VRETENO 1
1.2. GOLGIJEV TETIVNI APARAT 2
1.3. VESTIBULARNI SUSTAV 3
1.4. RUFFINIJEVI ZAVRŠTECI 4
1.5. MERKELOVE PLOČE 4
1.6. PACINIJEVA TJELEŠCA 4
1.7. SUSTAV NEUROMIŠIĆNE KONTROLE 4
1.8. SUSTAV NEUROMIŠIĆNE KONTROLE NA RAZINI LEĐNE MOŽDINE 5
1.9. SUSTAV NEUROMIŠIĆNE KONTROLE- KORTIKALNA RAZINA 5
1.10. MALI MOZAK 6
2. TESTOVI RAVNOTEŽE 12
2.1. SINGLE LEG BALANCE TEST 13
3. RAVNOTEŽA NA PLATFORMAMA SILA 20
4. RAVNOTEŽA U JUDU 27
5. RAVNOTEŽA U BOKSU 30
6. CILJ ISTRAŽIVANJA 32
7. ISPITANICI I METODE 33
7.1. HAIDER BIOSWING – POSTUROMED 33
7.2. POSTURAL CYBERNETIC TEST 34
8. POSTUPAK I ETIČKI ASPEKTI ISTRAŽIVANJA 36
9. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA 37
10. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 38
10.1. VISINA, TJELESNA MASA I INDEKS TJELESNE MASE (BMI) 38
10.2. KATEGORIJE UHRANJENOSTI 39
10.3. OZLJEDE I VAS SKALA BOLI VESTIBULARNI SUSTAV 40
10.3.1. UČESTALOST OZLJEĐIVANJA 40
10.3.2. MJESTO OZLJEDE 41
10.3.3. OZLIJEĐENA STRANA TIJELA UČESTALOST OZLJEĐIVANJA 41
10.3.4. BROJ OZLIJEĐENIH DIJLOVA TIJELA 42

10.4. VAS SKALA BOLI 43
10.5. STABILNOST 44
10.6. OZLJEDE, SVEUKUPNO PRIJEĐENI PUT I STABILNOST 46
10.7. VAS SKALA BOLI, SVEUKUPNO PRIJEĐENI PUT I STABILNOST ... 47
10.7.1. VAS SKALA BOLI I SVEUKUPNO PRIJEĐENI PUT 47
10.7.2. VAS SKALA BOLI I SVEUKUPNA STABILNOST 48
11. RASPRAVA 49
12. ZAKLJUČAK 52
13. SAŽETAK 53
14. SUMMARY 54
POPIS LITERATURE 55
PRILOZI 60
ŽIVOTOPIS 63

1. UVOD I PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Propriocepcija je svjesni osjećaj položaja segmenta tijela u odnosu na druge dijelove tijela i kretanje tijela. Pet vanjskih osjetila (okus, vid, sluh, miris, dodir) služe da doživimo vanjski svijet. Interoceptivna osjetila služe za opažanje boli i istezanja unutarnjih organa (1). Svijest lokomotornog aparata, izrazito je bitna u prevenciji ozljeda i stvaranju učinkovitog kretanja (2).

Propriocepcija je nešto što omogućuje da se nauči hodati bez gledanja u pod, hodati u mraku bez gubitka ravnoteže ili primjerice voziti automobil. Kako bi se naučila pravilna izvedba sportskih aktivnosti i/ili umjetničkih aktivnosti, potrebno je upoznati se s proprioceptivnim zadacima specifičnim za određeni sport (1,3).

Proprioceptivni sustav je sastavljen od niza osjetilnih neurona koji se nalaze u unutarnjem uhu (orijentacija, gibanje) i u receptorima u mišićima, ligamentima, hrskavici, zglobnim čahurama. Proprioceptori su specifični živčani receptori za propriocepciju. Njihova zadaća je slati informacije o napetosti, pritisku i promjeni istog u mozak (3). Proprioceptori šalju senzorne signale ascedentnim putem u leđnu moždinu. Na temelju tih signala organizam će reagirati na podražaje. Taj odgovor naziva se neuromišićna kontrola (4).

Postoji statička i dinamička propriocepcija. Statička se odnosi na svjesno prepoznavanje položaja tijela te dijelova tijela u prostoru, dok se dinamička naziva i kinestezija te predstavlja svjesni osjet kretanja tijela (2,4).

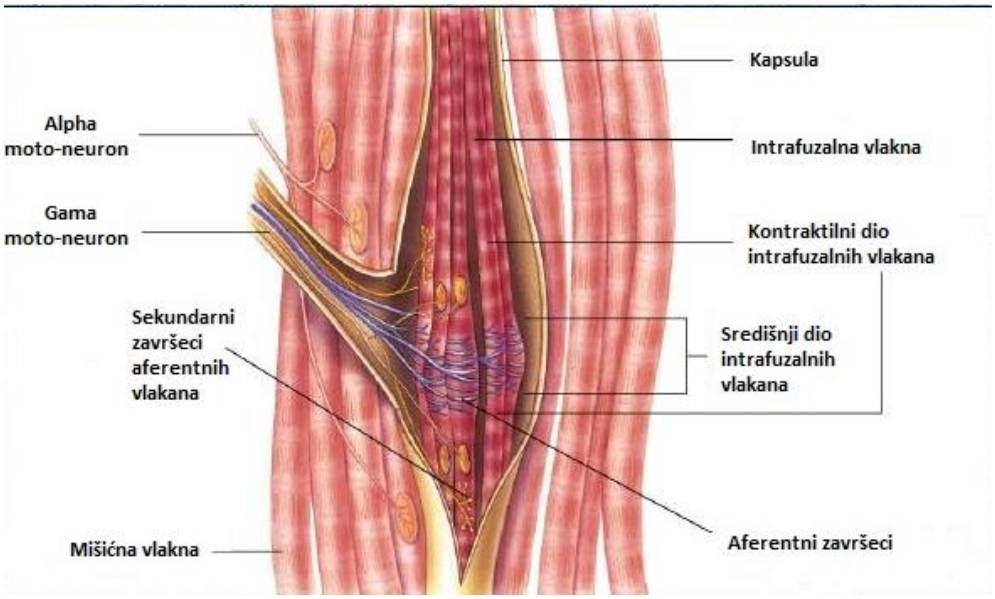
Receptori konstanto šalju informacije u središnji živčani sustav (SŽS) koji sintetizira te informacije stvarajući sliku o trenutnom položaju tijela. Statička i dinamička propriocepcija bitne su za održavanje posture, ravnoteže i slično (2,4).

Prema Mačeku (2011.) receptori se dijele na toničke i fazičke receptore. Tonički receptori konstantno informiraju o položaju tijela, zglobova, i napetosti mišića, odnosno obavještavaju SŽS o stanju tijela u odnosu na okolinu (mišićno vreteno, receptori vestibularnog aparata, receptori za bol, taktilni). Mehanoreceptori su Merkelove ploče i Ruffinijevi završeci. Fazički služe za brze prilagodbe i ne prenose trajne impulse u SŽS (receptori iz vestibularnog aparata i Pacinijeva tjelešca) (5).

1.1. MIŠIĆNO VRETENO

Mišićno vreteno je duboki receptor lokomotornog aparata. Nalaze se u cijelom mišićnom trbuhu između mišićnih vlakana, ali najveći broj ipak se nalazi u središnjem dijelu trbuha mišića. Najviše mišićnih vretena imaju mišići koji sudjeluju u izvođenju finih i preciznih pokreta. Funkcija mišićnih vretena je u potpunosti izvan svijesti jer cijelo vrijeme

šalju informacije u mali mozak i leđnu moždinu neophodno je za kontrolu mišićnog rada. Registriraju svaku promjenu dužine i napetost mišića i te promjene prenose u SŽS. Naziv je dobio po svom vretenastom obliku. Smješteno je usporedno između mišićnih vlakana te se sastoje od intrafuzalnih vlakana. (3,6) Ta vlakna su osjetno i motorno inervirana, jako su tanka te se na njihovom središtu ne nalaze aktin i miozin što rezultira nemogućnošću kontrakcije. Taj središnji dio služi kao osjetni receptor. U receptoskom dijelu nalaze se senzorička živčana vlakna koje podražuje istezanje središnjeg dijela vretena. On se može podražiti izduživanjem cijeloga mišića ili kada duljina mišića ostaje nepromijenjena, kontrakcija krajnjih dijelova intrafuzalnih vlakana vretena također isteže središnji dio vretena i tako podražuje receptore (7).

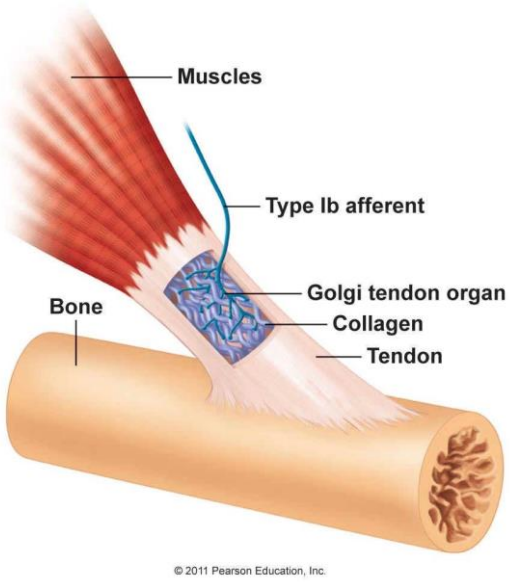


Slika 1. *Mišićno vreteno*

Preuzeto s: http://www.as.wvu.edu/~rbrundage/chapter8b/sld021.htm

1.2. GOLGIJEV TETIVNI APARAT

Golgijev tetivni aparat je proprioceptor smješten u tetivi između prijelaza mišića u tetivu. Građen je od kolagenih vlakana, a inerviran osjetilnim vlaknima. Odgovoran je za informacije o mišićnoj napetosti (7). Ako je napetost mišića prevelika, javlja se zaštitna reakcija za koju je odgovoran Golgijev tetivni aparat. Tetivni aparat šalje veliki broj podražaja aferentnim putem u leđnu moždinu koja preko interneurona dijeluje inhibicijski. Odnosno, nastaje inhibicija za inervaciju mišića u kojem se nalazi golgijevo tijelo i sinergista te se pokret prekida (8,9).



Slika 2. *Golgijev tetivni aparat*

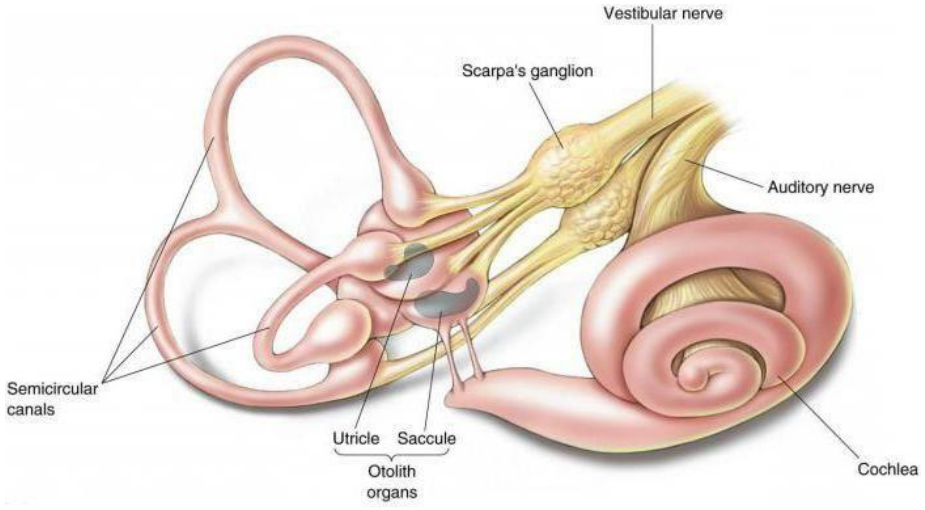
Preuzeto s: https://www.pinterest.com/pin/206673070372908624/

1.3. VESTIBULARNI SUSTAV

Vestibularni sustav služi za sluh, ali je i osjetni organ koji zamjećuje osjet ravnoteže. Parni je organ. Nalazi se u unutarnjem uhu, koštanim kanalima temporalne kosti pod nazivom koštani labirint. U tom labirintu se nalazi membranski labirint. Membranski labirint je funkcionalni dio vestibularnog aparata. Sastoji se od pužnice, triju polukružnih kanala koji se na svom kraju proširuju u ampule, dvije velike komore, urtikula i sakula. Za ravnotežu najveći utjecaj imaju polukružni kanali, urtikul i sakul (10).

Makule su osjetni receptori koji bilježe pokrete i položaje glave. One se nalaze na unutarnjoj površini urtikula i sakula. Makula urtikula ima važnu ulogu u određivanju položaja glave u uspravnom položaju, a makula sakula u okomitoj ravnini, tj. kada čovjek leži (10).

Tri polukružna kanala se međusobno zatvaraju te obuhvaćaju sve tri ravnine u prostoru. Zamjećuju okretanje glave i imaju funkciju predviđanja u održavanju ravnoteže čime potiču centre za održavanje ravnoteže da poduzmu prikladne preventivne kretnje (10).



Slika 3. *Vestibularni sustav*

Preuzeto s: https://hr.birmiss.com/vestibularni-kohlearni-zivac-opis-struktura-i-anatomija/

1.4. RUFFINIJEVI ZAVRŠTECI

Ruffinijevi završetci su tonički receptori. Nalaze se duboko u dermisu kože. Služe kao taktilni receptori. Također, može ih se pronaći u ligamentima i tetivama. U zglobnoj čahuri imaju ulogu indiciranja o položaju zgloba (11).

1.5. MERKELOVE PLOČE

Merkelove ploče su mehanoreceptori. Sastoje se od proširenih živčanih završetaka u bazalnom epitelu. Uloga im je informirati o tlaku i dodiru (11).

1.6. PACINIJEVA TJELEŠCA

Pacinijeva tjelešca nalaze se u koži, vezivnom tkivu oko tetiva i mišića te u zglobnim čahurama. Služe za detektiranje početne primjene vibracije ili dubokog pritiska u tkivima te pomažu prilikom praćenja smjera i brzine kretanja tijela. U zglobnim čahurama određuju položaj zglobova (12).

1.7. SUSTAV NEUROMIŠIĆNE KONTROLE

Odgovor organizma na vanjske podražaje uvjetovan je neuromišićnom kontrolom (13). Kako navodi Guyton (2017.), SŽS odbacuje više od 99% osjetnih informacija. SŽS reagira na one bitne informacije koje prima od receptora vestibularnog aparata, vidnog sustava, slušnih podražaja (14).

1.8. SUSTAV NEUROMIŠIĆNE KONTROLE NA RAZINI LEĐNE MOŽDINE

Osjetne informacije iz periferije ulaze u kralježničnu moždinu kroz stražnje korijene. Osjetni signal odlazi u dva središta. Jedna grana završava u sivoj tvari leđne moždine. Ta grana pobuđuje lokalne reflekse. Drugi dio signala putuje aferentno (uzlazno) do viših razina SŽS-a, tj. moždano deblo, mali i veliki mozak. Nakon što više razine daju naredbu za vršenje neke akcije, podražaji putuju silaznim ili eferentnim putem prema nižim strukturama. Odnosno, preko motoneurona prednjih rogova leđne moždine dolaze do odgovarajućih struktura. Iz prednjeg roga leđne moždine izlaze motorička živčana vlakna (motoneuroni) koji idu sve do efektora, tj. mišića koje inerviraju. Ti motoneuroni se dijele na alfa-motoneurone i gama-motoneurone. Alfa-motoneuroni su deblja motorička vlakna koja se višestruko granaju i inerviraju debela, skeletna, mišićna vlakna. Gama-motoneuroni koji se isto protežu od prednjeg roga leđne moždine, su po brojnosti upola manji u odnosu na prije navedene. To su tanja motorička vlakna. Prenose podražaj u posebna tanka mišićna skeletna vlakna koja se nazivaju intrafuzalna vlakna. Ta vlakna tvore mišićno vreteno koje pomaže u nadzoru mišićne kontrakcije. Osim motoneurona izrazito su bitni interneuroni koji se nalaze u sivoj tvari leđne moždine i 30 puta su brojniji od motoneurona te su međusobno povezani brojnim vezama, a i sa motoneuronima (15).

1.9. SUSTAV NEUROMIŠIĆNE KONTROLE- KORTIKALNA RAZINA

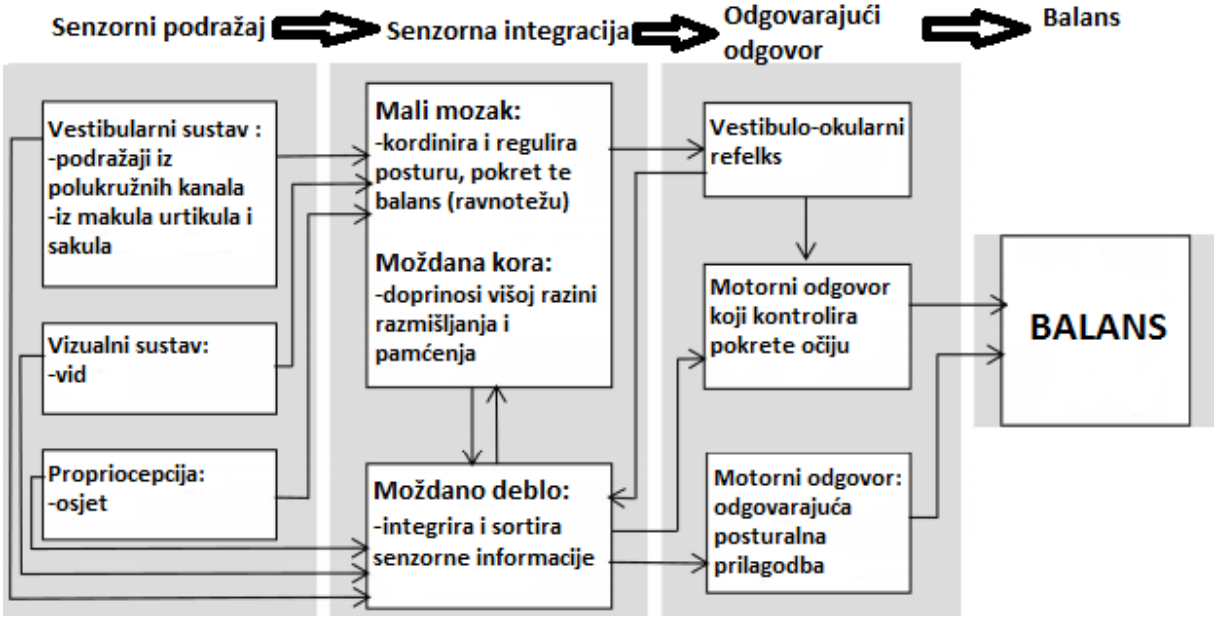
Najviše jedinice hijerarhijske strukture su kortikalne i subkortikalne strukture koje su osnovni preduvjet za vršenje neke radnje. Za tu misao odgovorna je somatosenzorička kora koja odašilje puno signala u motoričku koru. Ti signali su nužni za početak aktivnosti. Motorički signali se prenose iz kore u leđnu moždinu izravno piramidnim (kortikospinalnim) putem, ali na tom putu može sudjelovati niz struktura SŽS-a koji čine ekstrapiramidni put (16).

Piramidni put je veliki skup aksona piramidnih neurona moždane kore koji prolaze kroz bijelu tvar velikog mozga i putem moždanog debla dospijevaju u leđnu moždinu. Aksoni koji polaze iz motoričkih područja moždane kore ulaze u područje bijele tvari. Tada prolaze kroz unutrašnju kapsulu, ulaze u međumozak i protežu se kroz bazalni dio mosta te se u produženoj moždini križaju putovi lijeve i desne hemisfere čineći lateralni kortikospinalni trakt. S obzirom da se na razini produljene moždine ne križaju svi aksoni, preostali aksoni nastavljaju kroz bijelu tvar ventralnog dijela leđne moždine. Taj put se naziva ventralni kortikospinalni put, ali na razini leđne moždine prelazi na drugu stranu prednjeg roga (16).

Ekstrapiramidni motorički put je naziv za one dijelove mozga i moždanog debla koji doprinose kontroli motorike iako nisu dio piramidnog puta. Njemu pripadaju putovi koji idu kroz bazalne ganglije, moždano deblo, vestibularnu jezgre te nukleus ruber (15). Oni utječu na određene motalitete voljnih pokreta (mišićni tonus, ravnoteža). Ostali ekstapiramidni putovi čine retikulospinalni putovi, tegmentospinalni, rubrospinalni i tektospinalni put. Njima se još i pridodaje i fasciculus longitudinalis medialis (17).

1.10.MALI MOZAK

Mali mozak sudjeluje u koordiniranju mišićne aktivnosti, reguliranju mišićnog tonusa i održavanju ravnoteže. Utječe na sve vrste motoričke aktivnosti. Mali mozak omogućuje izvođenje usklađenih, glatkih i svrhovitih pokreta. Pokrete i sam stav tijela nadzire neizravno, modelirajući izlazne signale glavnih silaznih motoričkih sustava mozga. Za vrijeme izvođenja pokreta receptori i proprioceptori šalju informacije o njegovom izvođenju u mali mozak. Mali mozak korigira izvođenje pokreta ukoliko je to potrebno. Mali mozak prima osjetne informacije aferentnim putovima iz brojnih izvora (kože, zglobova, mišića, vestibularnog organa, oka) pri čemu ih on obrađuje i šalje informaciju eferntnim putovima u druga moždana područja. Te informacije od receptora dolaze preko 5 afernetnih putova (vestibulocerebelarni putovi, spinocerebelarni putovi, retikulocerebelarni putovi, kortikopontocerebelarni putovi, olivocerebelarni putovi) (18).



Slika 4. *Prikaz funkcioniranja balansa*

Preuzeto s: http://vestibular.org/understanding-vestibular-disorder/human-balance-system

Ravnoteža je sposobnost održavanja ravnotežnog položaja uz analizu informacija o položaju tijela koje dolaze putem kinestetičkih i vidnih receptora. Postoje brojni treninzi koji utječu na sposobnost održavanja ravnoteže te su neki od njih navedeni i istraženi u nastavku diplomskog rada. Definirana je i kao čin održavanja, postizanja ili vraćanja ravnoteže tijekom bilo kakvih posturalnih poremećaja ili tjelesne aktivnosti. Ravnoteža s otvorenim očima je sposobnost održavanja ravnotežnog položaja korištenjem kinestetičkih i vidnih informacija, a sa zatvorenim očima korištenjem samo kinestetičkih informacija. U velikoj mjeri ona je genetski uvjetovana, a razvija se pomoću vježbi ravnoteže u statičkim i dinamičkim položajima odnosno kretnjama, kontrolom eksitacije i pravovremenog aktiviranja motornih jedinica (17,18).

Ravnoteža može biti statička i dinamička. Statička ravnoteža je sposobnost održavanja dijela tijela ili cijelog tijela iznad točke oslonca u mirovanju, dok je dinamička ravnoteža sposobnost održavanja ravnoteže prilikom različitih aktivnosti. Postoje brojni klinički testovi za procjenu ravnoteže. Kako bi se procijenila neka motorička sposobnost, mjerni instrument mora biti dobrih metrijskih karakteristika. Testovi ravnoteže se provode s otvorenim ili sa zatvorenim očima. Dokazano je da vizualna kontrola značajno utječe na ravnotežu. Neki od testova za procjenu ravnoteže koji se koriste su Romberg test, Tandem Romberg test, Stork balance test, Stick balance test, Y-Balance test, Balance beam test, Posturocybernetic test (19). Razlozi za slabu ravnotežu mogu biti razni, kao što su moždani udar, ozljede glave, poli-traume i traume koje su česte upravo u borilačkim vještinama, periferne neuropatije, vestibularni poremećaji ili primjerice reumatoidni artritis. Narušena ravnoteža je čest problem među osobama koje su oboljele/preboljele neku bolest ili doživjele traumu, ali sve više i kod mlađih osoba. S vremenom, odnosno godinama, osoba gubi ravnotežu te se povećava mogućnost padova i ozbiljnih ozljeda. Međutim poremećaji ravnoteže zabilježeni su i kod zdravih pojedinaca (20). Iz tog razloga veoma je bitno provoditi testove ravnoteže, ali i prevencijske programe treninga ravnoteže koji smanjuju mogućnost padova kako kod sportaša, tako i kod osoba koje se ne bave tjelesnom aktivnošću inače te poboljšavaju njihovu funkcionalnost i ravnotežu (21,22,23).

Dinamička i statička ravnoteža mogu se mjeriti i na raznim aparatima, platformama kao što su primjerice „PosturoMed“, „Tetrax posturography“ i „Nintendo Wii balance board“ (prvotno napravljena za korištenje u videoigrama, kasnije se ispostavilo da je veoma pouzdana i da ima dobre rezultate prilikom ispitivanja ravnoteže). Prednost balansnih platformi je dobivanje numeričkih podataka kojima možemo izmjeriti i najmanje promjene ravnoteže (24,25). S obzirom da većina ljudi ima dominantnu i nedominantnu nogu,

nekolicina istraživanja baziralo se na razlike u rezultatima testova ravnoteže na dominantnoj i nedominantnoj nozi (26,27,28). Rezultati su pokazali da nema statistički značajne razlike između nogu, iako jedno od njih ipak navodi da kod žena ta razlika ipak postoji (28).

Prilikom zamora mišića ili zamora tijela, osobama je smanjena mogućnost zadržavanja ravnoteže te se povećavaju razlike u istome prema spolu, kod muškaraca je postojala veća razlika u balansu nego kod žena prilikom umora (29). To daje naslutiti i da osobe koje su imale ozljede donjih ekstremiteta imaju smanjenu mogućnost održavanja statičke i dinamičke ravnoteže. Broj ozljeda primjerice lokomotornog sustava i narušena ravnoteža su obrnuto proporcionalni, odnosno što je veći broj ozljeda, ravnoteža je lošija. Kod nekih ozljeda poput kroničnih nestabilnosti zglobova postoji mogućnost da se određeni testovi ravnoteže ne mogu uopće izvesti. Veliku ulogu u održavanju ravnoteže imaju aktivni stabilizatori, odnosno mišići. Prema njihovom trenutnom stanju (snaga, jakost, istegnutost, neuromišićna kontrola...) i narušenoj ravnoteži možemo predvidjeti mogućnost ozljeda. Zadržavanje ravnoteže na jednoj nozi zahtijeva dobro razvijenu snagu, propriocepciju, kontrolu trupa i fleksibilnost (19,30). Ukoliko se provede kvalitetna rehabilitacija posljedice na ravnotežu mogu biti minimalne ili ih uopće ne mora biti (31,32,33). Također, prema nekim autorima vrsta obuće (bez obuće, sportska obuća i planinarska obuća) ne igra ulogu u poboljšanju ravnoteže kod rekreativno aktivne populacije. To se proučavalo jer u posljednjih nekoliko godina trčanje bosih nogu ili s minimalističkom obućom postaje sve popularnije. Proučava se biomehanika i rizik od ozljeda prilikom takvih uvjeta trčanja. Također, u fitnesu, treningu s utezima i slično, postaje popularno vježbanje bez obuće ili s minimalističkom obućom. Propriocepcija gležnja se povećava kada je osoba bez obuće ili nosi obuću lagane težine, fleksibilnu, bez debelih đonova (34).

Stopalo je važan dio tijela koji pruža različite funkcije tijekom stajanja, trčanja ili primjerice skakanja. Svakodnevne životne aktivnosti zahtijevaju sposobnost ravnoteže i kontrolu, a to pruža stabilno stopalo koje doprinosi očuvanju središta mase u granicama oslonca. Ukoliko nema ravnoteže ili je manjkava sposobnost održavanja iste, može doći do padova ili ozljeda (35).

Kod kronično nestabilnih gležnjeva određene studije su pokazale slabost mišića invertora stopala (27,35). Postoji važan odnos između funkcionalne stabilnosti gležnja i sposobnosti kontrole ravnoteže. Loša ravnoteža uzrok je češćih ozljeda gležnja i obrnuto, odnosno češće ozljede gležnja dovode do narušene ravnoteže. Također, postoji veza između poprečnog presjeka mišića stopala i održavanja ravnoteže. Huurnink A. i suradnici (2013.)

dokazali su da se površina poprečnog presjeka razlikuje kod sjedilačke skupine žena i muškaraca (27).

Serkan T. i suradnci (2019.) su u istraživanju koristili „Biodex Balance SD“ (SAD) sustav koji je veoma praktičan za procjenu ravnoteže (35). Zabilježeno je da je ravnoteža lošija kod muškaraca u usporedbi sa ženama iako muškarci imaju veći poprečni presjek mišića stopala od žena. Otkriveno je da je niska razina tjelesne aktivnosti povezana sa smanjenim performansama ravnoteže i niskom mišićnom masom. Individualne razlike u unutarnjim mišićima stopala mogu utjecati na vrijeme reakcije mišića i stabilnost svodova stopala kao i na održavanje ravnoteže (35).

Muehlbauer T. i suradnici (2014.) proveli su istraživanje utječe li dominantnost noge na statički balans na balansnoj platformi „GKS 1000“, IMM, Mittweid, Njemačka. Uočene su razlike između dominantne i ne-dominantne noge prilikom provođenja testa ravnoteže na jednoj nozi na nestabilnoj površini, ali ne i na stabilnoj površini. S porastom težine zadatka (zatvorene oči, pjenasto tlo) statička ravnoteža se narušila, a mišićna aktivnost povećala te se pojavila razlika između dominantne i ne-dominantne noge (26).

Dingenen B. i suradnici (2016.) su pomoću balansne platforme „Bertec Corporation“, Columbus, OH snage 500 Hz koristeći Micro1401 sustav za prikupljanje podataka i Spike2 računalni program („Cambridge Electronic Design Ltd“, Cambridge, Velika Britanija) ispitivali ravnotežu s otvorenim i zatvorenim očima na dominantnoj i ne dominantnoj nozi kod osoba koje su imale ozljedu prednje križne sveze koljena (ACL) i kod kontrolne skupine koja nije imala povijest ozljedi donjih ekstremiteta. Zatvorene oči su narušile ravnotežu sudionicima s ozljedama ACL-a, ali i zdravim osobama. Osobe koje su imale ozljedu ACL-a, imale su lošije rezultate od onih osoba koje nisu imale, u svim mjerenjima. To otkriće podupire tezu da loša ravnoteža nakon ozljede predstavlja, barem djelomično, već postojeću disfunkciju koja bi mogla povećati rizik za nastanak ozljede (36).

Wei-Hsiu L. i suradnici (2009.) mjerili su snagu invertora i evertora stopala i njihov utjecaj na statičku ravnotežu kod dominantne i ne-dominantne noge. Kontrola ravnoteže u istraživanju se testirala na AMTI platformi te je analizirana programskom podrškom „BioAnalysis“. Svi podaci o bilanci su prikupljeni u frekvencijama od 100 Hz. Rezultati su pokazali da postoje razlike u ravnoteži prilikom ozljede gležnja u prvih nekoliko tjedana, no kasnije, nakon adekvatne rehabilitacije razlike nema. Isto vrijedi i za mišićnu snagu i propriocepciju. Slabost invertora se pokazala kao čest razlog ozljeda. Ta slabost dovodi do nemogućnosti suprotstavljanja evertorima i dolazi do nestabilnosti u gležnju što posljedično dovodi do funkcionalne nestabilnosti zgloba i nemogućnosti održavanja ravnoteže. Vježbe

snaženja uvelike doprinose boljitku ravnoteže i smanjenju funkcionalne nestabilnosti gležnja. Ukoliko postoji veliki nesrazmjer između snage evertora i invertora i statičke ravnoteže između dominantne i ne-dominantne noge, može doći do ozljede (24).

U istraživanju provedenom od strane Young Hwan P. i suradnika (2019.) na temu snage mišića invertora na ozlijeđenoj i neozlijeđenoj nozi u kojem su provodili i testove ravnoteže poput su single leg test, podizanje na prste i bočni koraci na „Nintedno Wii Balance Bord“ platformi. Pokazali su da je narušena ravnoteža povezana s manjkom snage invertora stopala. Single leg test je među 6 funkcionalnih testova najbolje pokazao povezanost ravnoteže s nestabilnosti gležnja, posebno proprioceptivnim deficitom, a podizanje na prste najbolje je pokazao manjak snage invertora (30).

Za poboljšanje ravnoteže primjenjuju se različiti oblici tjelesne aktivnosti. Dokazano je da sport i trening može promijeniti kontrolu ravnoteže i razviti specifičnu posturalnu prilagodbu. Na primjer, trening juda pojačava somatosenzorne informacije, dok se trening plesa više bazira na vizualnim informacijama (27).

Za poboljšanje stabilnosti zgloba i održavanje ravnoteže primjenjuje se trening propriocepcije te trening snage. Ta dva oblika treninga su podjednako učinkoviti u postizanju bolje ravnoteže (27,37).

Cilj neuromuskularnog treninga je poboljšanje neuromuskularne kontrole i povećanje funkcionalne stabilnosti zgloba. Takvi programi treninga najčešće se sastoje od vježbi snage, istezanja, pliometrijskih i vježbi ravnoteže. Njihovom primjenom, poboljšava se koaktivacija mišića, povećava se stabilnost zglobova i mogu se izmijeniti biomehanički čimbenici koji bi smanjili rizik od nastanka ozljeda. Još jedna od pozitivnih strana je poboljšana motorna kontrola koja posljedično poboljšava atletske performanse (21).

Kod sportaša često dolazi do ozljeda radi lošije ravnoteže, a ne samo radi deficita u snazi i tehnici. U nedavnoj studiji provedenoj na nogometašima sa i bez prethodnih ozljeda ligamenata nogu nije utvrđen trajni nedostatak ravnoteže. Sugerira se da je loša ravnoteža u predsezoni faktor rizika za nove ligamentarne ozljede tijekom natjecateljske sezone (27).

Ravnoteža kao motorička sposobnost ima izrazito bitnu ulogu u izvođenju tehnika bacanja u judu, a naročito onih izvedenih na jednoj nozi, koje jesu jedne od najčešće primijenjenih u judo borbi, ali i u fazi učenja kod mlađih dobnih uzrasta. Smanjena sposobnost održavanja ravnoteže utječe na efikasnost izvođenja same tehnike bacanja, kao i na nemogućnost sportaševe stopostotne realizacije. Sve jednonožne tehnike bacanja koje imaju „Kuzushi“ naprijed ili naprijed-desno, kao što su „Uchi Mata“ ili „Harai Goshi“, zahtijevaju od „Torija“ snažno izvlačenje „Ukea“ upravo u navedenim smjerovima, što

judašima sa spuštenim medijalnim svodovima stopala može stvarati problem zbog mogućnosti gubitka ravnoteže u stranu (38).

Također, i u boksu je ravnoteža veoma bitna stavka, a s obzirom da mogućnost zadržavanja ravnoteže opada s većim brojem trauma glave vrlo vjerojatno je da kod profesionalnih boksača, umirovljenih boksača i slično ona bitno narušena. Radi prevencije posljedica mnogobrojnih udaraca, cilj je istražiti postoje li naznake gubitka ravnoteže već u mladim danima boksača (39).

Ravnoteža se može procjenjivati i na mnogim drugim platforama poput „Kistler Force“ (AG 9281-B, Winterthur, Švicarska, 600x400 mm), „AMTI R6-1000“ iz Watertown-a, MA, SAD-a, „Model OR6-5“ (AMTI, Newton, MA), zavisno o željenim informacijama/parametrima (23,29,42).

2. TESTOVI RAVNOTEŽE

Ravnoteža je sposobnost održavanja ravnotežnog položaja uz analizu informacija o položaju tijela koje dolaze putem kinestetičkih i vidnih receptora. Ravnoteža s otvorenim očima je sposobnost održavanja ravnotežnog položaja korištenjem kinestetičkih i vidnih informacija, a sa zatvorenim očima korištenjem samo kinestetičkih informacija. U velikoj mjeri ravnoteža je genetski uvjetovana, a razvija se pomoću vježbi ravnoteže u statičkim i dinamičkim aktivnostima. Ravnoteža je uvjetovana kontrolom ekscitacije i pravovremenog aktiviranja motornih jedinica (19,20).

Ravnoteža ili posturalna kontrola definirana je kao sposobnost vraćanja tijela blizu točke ravnoteže kada je izložena perturbaciji. Također je definirana kao čin održavanja, postizanja ili vraćanja ravnoteže tijekom bilo kakvih posturalnih poremećaja ili tjelesne aktivnosti (19,20).

Flamingo balance test za svrhu ima testiranje ravnoteže na jednoj nozi, statička ravnoteža. Potrebna je štoperica i klupica dimenzija cca. 50 cm dužine, 5 cm visine i 3 cm širine. Ispitanik bos stoji na klupici i drži ravnotežu držeći se za ruku osobe koja mjeri vrijeme. Noga koja je slobodna je flektirana te je stopalo blizu gluteusa, u ruci ispitanika. Štoperica se pokreće nakon što ispitanik pusti ruku mjerioca, a zaustavlja se kada ispitanik izgubi ravnotežu (pad, spuštanje noge). Štoperica se ponovno pali kada ispitanik zauzme ravnotežni položaj. Test se izvodi 60 sekundi i broji se broj padova (19,20).

Roda test ravnoteže ima istu svrhu kao i Flamingo test ravnoteže, a oprema koja je potrebna za izvođenje je štoperica i ravna podloga koja nije klizava. Ispitanik je bos. Ruke su položene na bedra/kukove. Slobodna noga je na unutarnjoj stani koljena te se ispitanik podiže na prste noge na kojoj stoji. Cilj ovog testa je zadržati ravnotežu 60 sekundi. Izvodi se tri puta, a rezultat je najbolji pokušaj. Štoperica se zaustavlja ukoliko se ruka/e pomaknu s kukova, slobodna noga se pomakne s koljena, peta noge na kojoj stoji dotakne tlo, ukoliko se zarotira ili se pomakne stojeća noga (19,20).

Testovi koji se još koriste su stajanje na jednoj nozi uzdužno na gredi, stajanje na jednoj nozi poprečno na gredi, stajanje s obje noge uzdužno na gredi i slično. Svi testovi se izvode otvorenih, a zatim zatvorenih očiju (19,20).

Kako bi se procijenila neka motorička sposobnost, mjerni instrument mora biti dobrih metrijskih karakteristika. Dosadašnja istraživanja koja istražuju ravnotežu, definiraju je kroz dvije dimenzije. Najčešće su utvrđivane kao ravnoteža s otvorenim i ravnoteža sa zatvorenim očima. Vizualna kontrola značajno utječe na ravnotežu. U istraživanjima su se koristili dinamički zadaci koji traže od ispitanika isključenje vizualne kontrole. Neki od testova koji se

prilikom toga koriste su *Romberg* test, *Tandem Romberg* test, *Stork balance* test, *Stick balance* test, Y-*Balance* test, *Balance beam* test za procjenu dinamičke ravnoteže. Zadržavanje ravnoteže na jednoj nozi zahtijeva snagu, propriocepciju, dobru kontrolu trupa i fleksibilnost. Testovi koji su korišteni za procjenu motoričke izvedbe, pokazuje funkcionalnu simetriju i identificira moguće rizike od ozljeda pogotovo donjih ekstremiteta. *Bass balance* test se također koristi za mjerenje dinamičke ravnoteže. Jednostavan je za provedbu s jeftinom opremom, ali je dugotrajan ukoliko se izvodi kod velikih grupa. U postupku bodovanja ne postoji stupnjevanje pa se ne može utvrditi raspon sposobnosti. *Balance board* test se koristi prilikom procjene agilnosti i ravnoteže. Dizajniran je posebno za starije populacije. Dio je protokola za Groningen test spremnosti za starije osobe. Prilagođen je test za mjerenje kod starijih osoba kod kojih prilikom narušavanja ravnoteže može doći do pada i ozbiljnih ozljeda. U nekim istraživanjima koristio se *Star excursion balance* test (SEBT). To je test dinamčike ravnoteže koji zahtijeva snagu, fleksibilnost i propriocepciju. Izazovan je za tjelesno aktivne osobe i sportaše. Može se koristiti u više svrha; za procjenu fizičkih performansi; za procjenu deficita posturalne kontrole u dinamičnim uvjetima zbog različitih mišićno-koštanih ozljeda i slično; za identifikaciju rizika od ozljeda donjeg ekstremiteta; tijekom rehabilitacije ortopedskih ozljeda kod zdravih, aktivnih osoba i slično (21).

2.1. SINGLE LEG BALANCE TEST

Single leg balance test je jednostavan test koji se koristi pri procjeni statičke ravnoteže osoba. Ne zahtijeva dodatnu opremu, osim štoperice. Test se provodi na 2 načina. Prvi način je s otvorenim očima. Ispitanik stane na jednu nogu, druga je flektirana u kuku i koljenu tako da se stopalo te noge nalazi u razini s koljenom druge noge (noge na kojoj je oslonac). Ruke su položene na struk, a pogled je usmjeren u jednu točku nekoliko metara udaljenu od ispitanika u razini njegovih očiju. Cilj je zadržati ravnotežu 60 sekundi. Ukoliko je osoba navela da je u bližoj prošlosti imala ozlijede gležnja, cilj je zadržati ravnotežu 36 sekundi. Test se izvodi 3 puta. Drugi način izvođenja testa je isti kao prethodni samo sa zatvorenim očima. Vremenski period zadržavanja ravnoteže je kraći, odnosno 27 sekundi za neozlijeđene i 6 sekundi za ozlijeđene ispitanike. Također se izvođenje testa ponavlja 3 puta. Sva ispitivanja se zaustavljaju ako se noge dodiruju, ako se stopalo s nogom kreće na podu, ako stopalo neopterećene noge dotiče pod ili ako su ruke odmaknute od struka. Kao relevantan rezultat uzima se najbolje vrijeme održavanja navedenog položaja (21,43).

Mišićna snaga na kontralateralnim ekstremitetima se klinički koristi kao indeks za prevenciju ozljeda i rehabilitaciju. Omjeri snage su klinički relevantni podaci koji se koriste

pri procjeni ravnoteže, pogotovo dinamičke stabilnosti zglobova. Testovi na jednoj nozi su često uvršteni u protokole procjene rizika od pada, prevencije sportskih ozljeda obuci i rehabilitaciji (29).

Stopalo je važna tjelesna komponenta koja pruža različite funkcije tijekom stajanja, trčanja, skakanja. Svakodnevne životne aktivnosti zahtijevaju sposobnost ravnoteže i kontrolu, a to pruža stabilno stopalo koje doprinosi očuvanju središta mase u granicama oslonca. Ukoliko nema ravnoteže ili je manjkava sposobnost održavanja iste, može doći do ozljeda, padova i slično (37). Kod kronično nestabilnih gležnjeva studije, primjer jedne je od autora Wei-Hsiu L. i suradnika (2009.), su pokazale slabost mišića invertora. Postoji važan odnos između funkcionalne stabilnosti gležnja i sposobnosti kontrole ravnoteže. Loša ravnoteža, češće ozljede/uganuća gležnja i obrnuto, češće ozljede gležnja narušena ravnoteža, iako to nije nužno pravilo. Ukoliko je kvalitetno sanirana ozljeda te se provela adekvatna rehabilitacija posljedice na ravnotežu ne bi trebale postojati (29). Postoji veza između debljine presjeka mišića stopala i izvedbe zadataka ravnoteže. Taj presjek je različit u različitim populacijama poput sjedilačke skupine žena ili muškaraca. Taş S. i suradnici (2019.) zabilježili su da je ravnoteža lošija kod muškaraca u usporedbi sa ženama iako muškarci imaju veće unutarnje mišiće stopala od žena. Otkriveno je da je niska razina tjelesne aktivnosti povezana sa smanjenim performansama ravnoteže i niskom mišićnom masom. Individualne razlike u unutarnjim mišićima stopala mogu utjecati na vrijeme reakcije mišića i stabilnost luka stopala kao i na izvedbu ravnotežnih zadataka (37).

Prije provođenja testova ravnoteže potrebno je utvrditi radi li se o dominantnoj ili ne-dominantnoj nozi (29). Nakon rupture ACL-a neophodno je utvrditi o kojoj se nozi radi zbog vraćanja neuromišićne funkcije tijekom rehabilitacije. Kvaliteta rehabilitacije se često ocjenjuje usporedbom ravnoteže ozlijeđenog i neozlijeđenog uda. Uočene su razlike između dominantne i ne-dominantne noge prilikom provođenja *single leg* testa na nestabilnoj površini, ali ne i na stabilnoj površini. U istraživanju Muehlbauer T. i suradnika (2014.) ispitivala se razlika u performansama statičke ravnoteže i mišićne aktivnosti tijekom *single leg* testa na dominantnoj i ne-dominantnoj nozi. Mjere izvedbe statičke ravnoteže i aktivnosti mišića nisu bile statistički značajno različite između stajanja na dominantnoj i stajanja na ne-dominantnoj nozi. S povećanjem poteškoća osjetilnim zadacima poput zatvorenih očiju, pjenastog tla, statička ravnoteža se narušila kao i mišićna aktivnost te se pojavila razlika između dominantne i ne-dominantne noge (28).

Studija Wei-Hsiu Lin i suradnika (2009.) proučavala je snagu mišića evertora i invertora stopala kod dominantne i ne-dominantne noge te kontrolu statičke ravnoteže između dominantnog i ne-dominantnog uda. Također, ispitivala je povezanost između everzije i inverzije, kontrole statičke ravnoteže te dominacije nogu. Rezultati su pokazali da nema statistički značajne razlike između evertora i invertora nogu dominantne i ne-dominantne noge te da dominacija nogu ne igra ulogu kod održavanja statičke ravnoteže. Korisno je što se može zaključiti da ukoliko postoji razlike snage evertora i invertora stopala ili u utjecaja istih na ravnotežu, povećana je mogućnost ozljede (29). E. Holme i suradnici (1999.) su provodili rehabilitacijski protokol kod ozlijeđenih osoba (ozljede gležnja) te su mjerili opseg pokreta u gležnju i ravnotežu te su zaključili da su se snaga i opseg pokreta smanjili, no da se nakon rehabilitacije smanjio broj recidiva ozljeda (44). Prema rezultatima D. Madras i suradnika (2003.), pokazalo se da postoje razlike u ravnoteži prilikom ozljede gležnja u prvih nekoliko tjedana, no kasnije, nakon adekvatne rehabilitacije razlike nema. Isto vrijedi i za mišićnu snagu i propriocepciju. Slabost invertora se pokazala kao čest razlog ozljeda. Njihova slabost dovodi do nemogućnosti suprotstavljanja evertorima i dolazi do nestabilnosti u gležnju što posljedično dovodi do funkcionalne nestabilnosti zgloba i nemogućnosti održavanja ravnoteže. Vježbe snaženja uvelike doprinose boljitku ravnoteže i smanjenju funkcionalne nestabilnosti gležnja. Statička ravnoteža bila je gora kada se provodio *single leg* test zatvorenih očiju (45). Brojne studije ukazuju na smanjenje posturalne stabilnosti kada se ukloni vizualni unos. Ukoliko postoji veliki nesrazmjer između everzije, inverzije i statičke ravnoteže između dominantne i ne-dominantne noge, znači da se radi o akutnoj ili kroničnoj ozljedi/bolesti (29,32,44,45). Nadalje, slično istraživanje proveli su Park Y. H. i suradnici (2019.), istraživali su snagu mišića invertora na ozlijeđenoj i neozlijeđenoj nozi. Također, provodili su i testove ravnoteže kao što su *single leg* test, podizanje na prste, bočni koraci. Pokazalo se da su značajno povezani s manjkom inverzijske snage. *Single leg* test je među 6 funkcionalnih testova najbolje pokazao povezanost ravnoteže s nestabilnosti gležnja, posebno proprioceptivnim deficitom, a podizanje na prste najbolje je pokazao manjak snage invertora. Osobe s manjom izokinetičkom snagom mišića invertora pokazuju lošije rezultate prilikom provođenja funkcionalnih testova ravnoteže. Autori preporučuju ovakvu vrstu testova kao koristan alat za procjenu funkcionalnosti performansi u gležnju (32).

Za poboljšanje stabilnosti zgloba i održavanju ravnoteže primjenjuje se trening propriocepcije te trening snage. Ta dva oblika treninga su podjednako učinkoviti u postizanju bolje ravnoteže (29). Trening ravnoteže ima veoma povoljan učinak na motoričke

performanse i sprječavanje nastanka ozljeda. Trening ravnoteže poboljšava rezultate testova ravnoteže kako statičke tako i dinamičke. Trening ravnoteže u kombinaciji s pliometrijskim vježbama, vježbama jačanja, vježbama specifičnim za sport, vježbama istezanja učinkovit je u sprječavanju ozljeda donjih ekstremiteta pogotovo kod mladih (12-24 godine) sportaša/ica (košarkaša/ica, rukometaša/ica, nogometaša/ica, odbojkaša/ica, hokejaša/ica i slično). Značajan podatak je da je takav tip treninga najučinkovitiji i najkorisnijih kod elitnih sportaša/ica. Širok raspon modaliteta kao što su razdoblje treninga, učestalost, volumen i slično doprinose poboljšanju mjera statičke i dinamičke ravnoteže. Učinkovit trening balansa karakterizira razdoblje od 11 do 12 tjedana, učestalosti 3 do 6 puta tjedno, najmanje 16-19 sesija treninga u trajanju 11-15 minuta, četiri vježbe po treningu, 2 seta po treningu, 21-40 sekundi za jednu vježbu. Preporučuje se prilagođeni napredak vježbanja (39).

Cilj neuromuskularnog treninga je poboljšanje neuromuskularne kontrole, povećanje funkcionalne stabilnosti zgloba. To može imati zaštitnički učinak u sprječavanju nastanka ozljeda. Takvi programi treninga najčešće se sastoje od vježbi snage, istezanja, pliometrijskih i vježbi ravnoteže. Primjenom takvih programa, poboljšava se koaktivacija mišića, povećava se stabilnost zglobova i mogu se izmijeniti biomehanički čimbenici koji bi smanjili rizik od nastanka ozljeda. Još jedna od pozitivnih strana je poboljšana kontrola motorike koja posljedično poboljšava atletske performanse. Istraživanje je kao hipotezu postavilo da mišićno-koštani rast tijekom adolescencije bez jednakog živčano-mišićnog razvoja može rezultirati neuromuskularnom neravnotežom koja pojedinca čini podložnijim ozljedama. Provodio se *Balance Error Scoring System* (BESS) koji se sastoji od 6 zasebnih testova ravnoteže od 20 sekundi. Mjeri se ravnoteža u različitim stavovima (dvonožno, tandemski, na jednoj nozi), između ostalog provodio se i *single leg* test. Testovi su se provodili otvorenim i zatvorenim očima, na stabilnoj i na nestabilnoj površini rukama položenim na bokove. BESS se pokazao kao mjerodavan i pouzdan test čiji su rezultati sukladni onima mjerenim na platformama. Traje otprilike 6 minuta po osobi, a svi rezultati se bilježe. Test se provodio prije i nakon nekoliko tjedana sudjelovanja u neuromuskularnom treningu te su rezultati pokazali poboljšanja sposobnosti održavanja statičke i dinamičke ravnoteže kod srednjoškolskih sportašica. BESS je osjetljiv test te može otkriti balansni deficit nakon ozljeda ili funkcionalnih nestabilnosti gležnja. Otkriveno je da je trening ravnoteže djelotvoran u postizanju mišićne snage i smanjenju neravnoteže mišića (23).

Kod sportaša često dolazi do ozljeda radi deficita u ravnoteži, a ne samo snazi i tehnici. U nedavnoj studiji provedenoj na nogometašima sa i bez prethodnih ozljeda ligamenata nogu

nije utvrđen trajni nedostatak ravnoteže. Sugerira se da je niska ravnoteža u predsezoni faktor rizika za nove ligamentarne ozljede tijekom natjecateljske sezone (29).

Dokazano je da sport i trening može promijeniti kontrolu ravnoteže i razviti specifičnu posturalnu prilagodbu. Na primjer, trening juda pojačava somatosenzorne informacije, dok se trening plesa više bazira na vizualnim informacijama (29).

Povezanost ravnoteže i lateralno otvorenog kuta kojeg oblikuju natkoljenica i potkoljenica od 174°(Q kuta, ukoliko je *genu valgum* kut je manji, ukoliko je *genu varum*, kut je veći) istraživana je u radu Denızoglu Kulli i suradnika (2019.). Pronađena je slaba veza između Q kuta i dinamičke ravnoteže kod mladih odraslih osoba korištenjem *Star Excursion Balance Test* (SEBT) testa. Osobe s velikim Q kutom imaju lošiju ravnotežu. Q kut nije bio povezan sa izvršavanjem *single leg balance* testa. Q kut se često koristi među kliničarima, odnosno usklađenost donjih ekstremiteta kako bi se smanjio rizik od ozljeda, poboljšale performanse i slično. Q kut (poravnanje u frontalnoj ravnini) pruža informacije o cijelom donjem ekstremitetu. Q kut može utjecati na rezultirajuću silu m. *quadriceps femoris* na patelu. Te biomehaničke promjene mogu rezultirati manjkom posturalne kontrole. Kod starijih žena Q kut igra ulogu u ravnoteži. Ukoliko je veliki Q kut žena će biti nestabilnija. Osobe s *genu valgus* su prilikom testa ravnoteže pokazale bolju ravnotežu u usporedbi s osobama koje imaju *genu varus* (46).

Osteoartritis kuka, koljena ili gležnja progresivna je kronična bolest koju često prati pridružena jaka bol sa smanjenom ravnotežom, kretanjem i aktiviranjem mišića. Kod osoba s osteoartritisom u krajnjem stadiju dolazi do gubitka hrskavice i mehanoreceptora, laksavosti zglobova i upale zglobova što rezultira smanjenjem povratnih informacija o propriocepciji i posturalnoj ravnoteži. Prilikom mnogih svakodnevnih životnih aktivnosti poput hodanja, penjanja, oblačenja i slično potrebno je zadržati ravnotežu pri prelasku s bilateralnog na unilateralno stanje. Analiza hoda i procjena ravnoteže se provode kod pacijenata s osteoartritisom kako bi se utvrdili rizici od pada i ozljeda. U istraživanju Butler, R. J. i suradnika (2015.) se nakon godinu dana od kirurškog liječenja gore navedenog provodio *single leg* test u trajanju od 10 sekundi na operiranoj i neoperiranoj nozi, bosonogi ispitanici i s otvorenim očima na čvrstoj podlozi. Dopušteno im je bilo pomicanje gornjih ekstremiteta radi ravnoteže, a procjena se zaustavljala kada bi noga na kojoj nije težina dotakla pod, noga na kojoj je težina/oslonac pomicala po podlozi ili je bila potrebna pomoć. Test se ponavljao 3 puta. Osobe s totalnom endoprotezom kuka ili koljena pokazale su bolju ravnotežu s malom

razlikom između operirane i neoperirane noge u odnosu na osobe s totalnom endoprotezom gležnja. *M. triceps surae* igra važnu ulogu u ravnoteži i propriocepciji. Osobe s ugrađenom endoprotezom gležnja pokazali su smanjenu ravnotežu čak godinu dana nakon operacije. Taj podatak potencijalno ukazuje na važnost gležnja u održavanju ravnoteže i može imati važnu funkciju prilikom postoperativne normalizacije. S obzirom na dob ispitivane skupine 60+/- 10 godina prosjek održavanja ravnoteže bi trebao biti 25 sekundi, no s obzirom na operacije smanjio se prosjek. Iako je prosjek bio smanjen 30% ispitanika nije uspjelo postići cilj od 10 sekundi ravnoteže na jednoj nozi (33).

Prema istraživanju Springer B. A. i suradnika (2007.) postoji povezanost između dobi i njihanja sa slabijom ravnotežom. S godinama ravnoteža slabi te su rezultati testova sve gori. Loši rezultati u *single leg* testu povezani su s različitim stanjima kao što su periferna neuropatija, povremena klaudikacija i slično. Koristi se kao *screening* ili kao mjera/test u rehabilitaciji. Budući da se test provodi i sa zatvorenim očima, osobe koje imaju neko medicinsko stanje koje narušava ravnotežu, uvelike se oslanjaju na vid kako bi održali ravnotežu. Takve osobe imaju smanjene rezultate prilikom izvođenja testa sa zatvorenim očima. Samim tim povećava se rizik od pada u uvjetima kad je vizualni unos netočan i/ili eliminiran kao što je to slučaj kod noćne ambulacije. *Unipedal stance test* (UPST) se u kombinaciji testova hoda i slično može koristiti za identificiranje predkliničkih invaliditeta. Dokazano je da osobe koje ne uspiju postići ravnotežu u roku od 5 sekundi imaju povećani rizik od pada. Razlika u UPST testu nije spolno specifična međutim, lošiji rezultati UPST s otvorenim i zatvorenim očima kod starijih osoba mogu biti prediktor češćeg ozljeđivanja. Ocjene ravnoteže s UPST-om je logički i funkcionalni pristup, budući da je prolazno balansiranje na jednoj nozi važno za normalan hod i ključan je za svakodnevne aktivnosti poput okretanja, penjanja, oblačenja itd. Ispitanici u trećem i četvrtom desetljeću su u prosjeku održavali stav na jednoj nozi kroz 28 do 29 sekundi s otvorenim i zatvorenim očima. Međutim osobe u dobi od 40-60 godina pokazale su pad u rezultatima s zatvorenim očima, a veliki pad se odvija i prilikom provođenja testa sa zatvorenim očima kod ljudi iznad 60 godina (kraći je period održavanja ravnoteže i sa otvorenim očima). Identificirane su dvije različite posturalne faze koje su neophodne za izvođenje stava na jednoj nozi. Prva faza je dinamička. U toj fazi dolazi do brzog smanjena sile amplituda varijabilnosti dok ispitanici vrše posturalnu prilagodbu da vrati stojeću ravnotežu nakon prebacivanja težine na jednu nogu. Promjene amplitude se odigravaju u prvih 5 sekundi testiranja. Druga faza je statička. Tijekom druge faze potrebno je održati ravnotežu na jednoj nozi s minimalnim

varijabilnostima u silama. Starije osobe imaju problema s uspostavljanjem ravnotežnog položaja u prvih 5 sekundi (dinamičkoj fazi) te posljedično ne mogu dugo održati statičku fazu nakon tih 5 sekundi. Još neki od razloga loših rezultata su i to što se s godinama smanjuje mišićna snaga i izdržljivost (22).

3. RAVNOTEŽA NA PLATFORMAMA SILA

Tijekom 1990-ih za procjenu ravnoteže pojedinaca u kliničkom okruženju, istražitelji se najčešće koriste platformama sile. Takvi podaci statičke ravnoteže mogu otkriti sposobnost pojedinca da održi ravnotežu dok stoji na jednom mjestu (47).

Statička kontrola ravnoteže u stavu na jednoj nozi u istraživanju Wei-Hsiu Lina i suradnika (2009.) se testirala na AMTI platformi te je analizirana softverskim paketom „BioAnalysis“. Svi podaci o bilanci su prikupljeni u frekvencijama 100 Hz. Prilikom *single leg* testa ispitanici su bili bosonogi te se provodio test s otvorenim zatim zatvorenim očima. Viseća noga bila je flektirana u zglobu kuka i koljena po 90°, a ruke su bile opuštene uz tijelo. Pogled je bio usmjeren ravno na točku na zidu udaljenom 65 cm. Istraživala se povezanost jačine evertora i invertora dominantne i ne-dominantne noge s ravnotežom kod mladih, zdravih ispitanika. Nije pronađena statistički značajna razlika (29).

Za mjerenje ravnoteže koristi se i „Biodex Balance SD“ sustav, SAD. Veoma je praktičan za procjenu ravnoteže bilo to statičke, bilo dinamičke. Sadrži kružnu platformu koja se brzo kreće i omogućava istovremeno kretanje (do 20° nagiba platforme u svim smjerovima) anteroposteriono (APSI) i mediolateralno (MLSI). Ima nekoliko razina težine. Najteže je održati ravnotežu kada platforma pruža najmanji otpor. Tijekom testova dinamičke ravnoteže, mjeri se nagib oko svoje osi te softver izračunava indeks stabilnosti APSI i MLSI te ukupni indeks stabilnosti (OSI). Ta tri indeksa predstavljaju varijacije oko „nulte točke“ utvrđene prije testiranja kada je platforma bila u stabilnom položaju. Uz indekse „Biodex Balance SD“ sustav izračunava postotak vremena koje pojedinac provede uravnoteženo u odstupanju od 5° kružne zone i kvadratu oko testiranog stopala. Sve ove mjere pomažu kliničarima da postave dijagnozu, utvrde problem ili stanje pacijenta te dalje upute na rehabilitaciju kod koje su te mjere dobrodošle kao pokazatelji stanja, napretka, poboljšanja ili nazadovanja osoba, ali i osmišljavanja rehabilitacijskog postupka (47). Serkan Taş i suradnici (2020.) su u istraživanju provodili *single leg* test na navedenoj platformi na dominantnoj i ne-dominantnoj nozi. Utvrđivanje koja je noga dominantna provodilo se na način da su osobe pitane da šutnu loptu te kojom nogom su šutnuli loptu, ta se smatrala dominantnom. Mjerenjem se ustanovilo da nema statistički značajne razlike između ispitivanih nogu prilikom izvođenja *single leg* testa kod žena (37).

„Biodex Balance SD“ sustav se često koristi kod atletske populacije za procjenu utjecaja ravnoteže na smanjenje incidencije ozljeda donjih ekstremiteta i bolje atletske

performanse. Ravnoteža na jednoj nozi najpreciznije replicira sportske pokrete i bolje obuhvaća sportaševe potencijale održavanja ravnoteže. Bočno kretanje, skakanje, šutiranje, sprintanje su česti pokreti koje izvode igrači ragbija. Ti pokreti zahtijevaju jedinstven posturalni položaj (stav s jednom nogom). Igrač u tim trenucima tumači složene informacije o koordinaciji putem vizualnih, vestibularnih i somatosenzornih informacija, a zatim prilagođava svoju posturu zadatku/situaciji. Ukoliko ne uspije prilagoditi tijelo zadatku, dolazi do lošeg izvođenja ili neizvođenja zadatka ili može doći do ozljede. Visoko uspješni ragbi igrači su ispitivani u istraživanju Scott R. Brown-a i suradnika (2018.). Provodilo se nekoliko testova između kojih i *single leg balance* test. Rezultati su otkrili da *back* igrači imaju bolje rezultate na dominantnoj nozi u odnosnu na ne-dominantnu no umjereno bolje. Prednji igrači su imali lošije rezultate od *back* igrača u svim mjerenjima. *Back* igrači imaju superiorniju ravnotežu na jednoj nozi u odnosu na prednje igrače te se savjetuje uvođenje treninga prevencija ozljede, ravnoteža i slično (47).

Balansna platforma „GKS 1000“, IMM, iz Mittweida, Njemačke koristila u istraživanju Muehlbauer T. i suradnika (2014). Mjerila se statička i dinamička ravnoteža ravnim testovima među kojima se provodio i *single leg balance* test. Sva ispitivanja provodila su se 3 puta, otvorenim i zatvorenim očima, čvrstoj i nestabilnoj podlozi. Ruke su bile smještene na bokove, a pogled je bio usmjeren ravno na križiću smještenom u blizini zida. Podaci su prikupljeni za 30 sekundi pri frekvenciji 40 Hz. Pri daljnjoj analizi koristila se aritmetička sredina dobivenih podataka za svaki test. Računali su se i mediolateralni pomaci, anteroposteriorni (CoP, centar pritiska u mm) i ukupni pomaci. Četvrto polje koje se računalo bila je elipsa u kojoj se nalazilo 90% dobivenih rezultata (CoP u mm2). Testovi i mjerenja su se pokazala pouzdanima za mlade zdrave osobe (28).

„Wii Balance Board“ (WBB, Nintendo, Japan) se može koristiti za posturalnu kontrolu, iako je prvotno napravljen za korištenje u videoigrama. Ima veoma dobre rezultate i pouzdan je prilikom ispitivanja ravnoteže. Valjana je metoda ispitivanja, odnosno instrument ispitivanja. Mora biti postavljen na tvrdu podlogu te se mora kalibrirati postavljanjem utega na različita mjesta poznate težine. Može se povezati s računalom putem „Bluetooth“ veze te pomoću prilagođenih različitih softvera (u istraživanju se koristio softver LabVIEW 8.5 National Instruments, Austin, Texas, SAD). Za pružanje podataka o pokretima koristi se akcelerometar, najčešće Wii Remote (Nintendo). Čim se podaci zaprime, oni se prikažu, a vrijeme potrebno za prikaz informacija je 20 ms. U istraživanju Howells B. E. i suradnika (2012.) je postojalo nekoliko zadataka. Prvi zadatak je bio test statiške ravnoteže na jednoj

nozi. Sudionici su stajali na jednoj nozi bosonogi na WBB-u 30 sekundi. Koljeno noge oslonca bila je blago flektirana (cca. 20°), a koljeno suprotne noge 90°. Ruke su položili na bokove. Pogled je bio usmjeren na bijelu točku prikazanu na monitoru u visini očiju 1,4 m od platforme. Drugi zadatak bio je stajanje na jednoj nozi uz dodatni zadatak. Sudionici su držali akcelerometar u ruci i abducirali ju te aducirali s ispruženim laktom, cilj je bio zadržati ravnotežu 30 sekundi. Tri puta su se testovi ponavljali. Učinci umora su se smanjivali pauzom između mjerenja u trajanju od 30 sekundi. Ukoliko je osoba operirala ACL uočile su se razlike u anteroposteriornom smjeru. Moguće objašnjenje je to da se mišići potkoljenice i m. quadriceps nalaze u toj ravnini, a oni su najviše zahvaćeni posljedicama ozljede ACL-a i naknadnim operacijama. Mišići stopala su ključni mišići za kontrolu ravnoteže. Loša proprioceptivna i mehanička svojstva potkoljenica nakon ozljede ACL-a i rekonstrukcije istog, mogu doprinijeti smanjenju posturalne kontrole u ravnini AP. Smanjena aktivnost receptora istezanja u zglobu rezultira smanjenim refleksima γ-motorne aktivnosti i posljedično izaziva lošu posturalnu kontrolu u kontralateralnom udu (34).

Ozljede ACL-a mogu dovesti do oštećenja somatosenzornih povratnih informacija u vezi s pokretom i položajem koljena i deficita posturalne kontrole. Iako je ACL rekonstrukcija povezana s izvrsnim funkcionalnim ishodima, postoperativnom posturalnom kontrolom, često se izvještava o nedostacima u funkcionalnim zadacima, rasponu od onih veoma zahtjevnih poput skoka i doskoka do jednostavnijih poput održavanja ravnoteže u stavu na jednoj nozi. Postoji mnoštvo informacija o spolnim razlikama prilikom održavanja ravnoteže i kako se to odnosi na mehanizme ozljede ACL-a te oporavak nakon rekonstrukcije ACL-a. Žene u prosjeku imaju bolje antropometrijske atribute koji mogu utjecati na ravnotežu, uključujući niže središte gravitacije, veću širinu zdjelice i samim tim povećano bočno rastojanje od središta mase osnovnog potpornja i manji omjer čvrstoće i mase. Procjena statičke ravnoteže u istraživanju Clark R. A. i suradnika (2017.) se provodila single leg testom u trajanju od 30 sekundi. Ispitanici su bili bosonogi na platformi „Nintendo Wii Balance Bord“ (WBB). Procjenjivali su se parametri ravnoteže kroz raspon anteroposteriorne (AP), mediolateralne (ML) osi kretanja, ukupno središte tlaka, duljina „staze“ što predstavlja zbroj svih kretanja CoP-a tijekom pokusa. Duljina osi je podijeljena u dvije frekvencijske osi koje su povezane s relativno visokim brzim proprioceptivnim reakcijama i onim sporim. To se mjerilo pomoću 9-level Symlet-8 valvut analizom s većom razlučivosti za postizanje odgovarajućih frekvencijskih opsega. Rezultati su porekli postojanje statistički značajnih razlika u stavu na jednoj nozi kod žena i muškaraca, niti nakon rekonstrukcije ACL-a. Odnosno postoji razlika u

rezultatima prema spolu, žene su imale manje amplitude njihanja, no s obzirom da su se sudionicima mjerile visina i težina, nakon uzimanja u obzir visine i težine, razlike su bile manje. Može biti koristan alat za predviđanje uspješnog vraćanja u sport ili opasnosti od ponovnog ozljeđivanja (30).

„Wii Balance Board“ (WBB) u usporedbi s FP-om ima nizak uzorak brzina, nedostupne su horizontalne sile, ima veću količinu smetnji, povremene propuste u podacima, a proizvođač je savjetovao maksimalno opterećenje do 1962 N. S napretkom tehnologije u nazad nekoliko godina, vjerojatno su se ove mane smanjile na minimum. WBB i FB (Kistlerov model 9218B) su postavljeni u laboratorij. WBB ima četiri senzora za mjerenje opterećenja i može mjeriti samo okomite sile. WBB je bežično povezan s prijenosnim računalom putem „Bluetooth-a“. Podaci WBB temeljeni su na 35 uzoraka s prilagođenim softverom (Labview 8.5 National Instruments, Austin, TX, SAD). Podaci o FP uzorkovani su na 1000 uzoraka. Valjanost statičkog mjerenja CoP provjerena je s opterećenjem od 10 kg za dvanaest poznatih položaja (25 mm između) i s teretom od 60 kg za devet položaji (50 mm između). To je rezultiralo razlikom srednje vrijednosti korijena (RMS) između dvaju sustava u x i y smjerovima od 0,59 mm i 0,67 mm za opterećenje od 10 kg i 0,73 mm i 0,58 mm za teret od 60 kg. U istraživanju Huurnink A. i suradnika (2013.) ispitanici su izvodili *single leg* test s otvorenim i zatvorenim očima, test bočnog skoka na jednoj nozi. Izveli su 10 serija za 3 ravnotežna zadatka po 10 sekundi u jednoj sesiji. Ruke su bile na bokovima, a pogled usmjeren ravno na točku koja se nalazila 2 metra ispred platformi. Pronađeno je dobro podudaranje rezultata s WBB platforme s rezultatima prikupljenim na FB platformi. WBB platforma se koristi i prilikom telerehabilicije radi svoje pristupačne cijene i jednostavnosti (27).

Dingenen B. i suradnici (2016.) su u istraživanju sile reakcije podloge i momente sila izmjerili pomoću ploče („Bertec Corporation“, Columbus, OH) snage 500 Hz koristeći Micro1401 sustav za prikupljanje podataka i Spike2 softver („Cambridge Electronic Design Ltd“, Cambridge, Velika Britanija). Sudionici su bili bosi, ruke su bile abducirane. Sudionici su s dvonožnog stava, prebacivali težinu na jednu nogu, duga je bila flektirana otprilike 60° te se zadržavali ravnotežu. Prebacivanje je trajalo otprilike jednu sekundu. Ispitivanje se provodilo 3 puta s otvorenim i zatvorenim očima kao i većina prethodnih istraživanja. Zatvorene oči su narušile ravnotežu sudionicima s ozljedama ACL-a, ali i zdravim osobama. Ispitivala se ravnoteža na dominantnoj i ne-dominantnoj nozi. Zadatak se smatrao uspješno obavljenim ukoliko je ispitanik uspio zadržati ravnotežu na jednoj nozi 13 sekundi. Bio je

omogućen odmor kako bi se izbjegao umor. Radi povećanog centra pritiska, osobe koje su imale ozljede donjih ekstremiteta, imale su smanjenu posturalnu kontrolu prilikom stava na jednoj nozi tijekom prve 3 sekunde od mijenjanja stava s dvonožnog na jednonožni. Osobe koje su imale ozljedu donjeg ekstremiteta imale su lošije rezultate od onih koje nisu imale prilikom svih mjerenja. To otkriće podupire tezu da bilateralni posturalni deficit stabilnosti nakon ozljede predstavlja, barem djelomično, već postojeću disfunkciju koja bi mogla povećati rizik za nastanak ozljede (38).

Posljednjih nekoliko godina trčanje bosih nogu ili s minimalističkom obućom postaje sve popularnije. Iz tog razloga proučava se biomehanika i rizik od ozljeda prilikom takvih uvjeta trčanja. Također, u fitnesu, treningu s utezima i slično, postaje popularno vježbanje bez obuće ili s minimalističkom obućom. Posturalna kontrola je važna sastavnica motornih vještina. Potrebna je za uspješno izvršavanje složenih i brzih motoričkih zadataka. Specifični modaliteti treninga poboljšavaju ravnotežu i performanse poboljšanjem kontrole centra pritiska (CoP). Propriocepcija gležnja se povećava kada je osoba bez obuće ili nosi obuću lagane težine, fleksibilnu, bez debelih đonova. U istraživanju Paquette M. R. i suradnika (2017.) koristio se računalni alat „NeuroComw VSRw SPORT“ koji pruža pouzdane mjere posturalne stabilnosti. Mladi odrasli ljudi su sudjelovali u ispitivanju. Prethodno nisu imali iskustvo s bosonogim ili treningom u minimalističkoj obući. Sudionici su podijeljeni u 3 grupe; bosonogi, minimalna obuća (lakša, tanji đon, mekanija) i obuća za treniranje (tvrđa, deblji đon, teža). 6 tjedana su sudjelovali u treninzima u toj obući. Nekoliko testova se provodilo među kojima i *single leg* test. Treninzi su izvođeni pomoću „The QuickBoard“ računalnog alata za trening agilnosti. Gumena prostirka se koristila koja je u sebi sadržavala 5 ciljnih senzora spojenih na upravljačku jedinicu koja pruža vizualan prikaz. Trening se sastojao od 30 do 45 minuta nadziranih sesija, tri puta tjedno, tri grupe obuće. Nakon 2 tjedna su pronađena poboljšanja u testovima ravnoteže bez obzira na obuću, kao i nakon 6 tjedana sudjelovanja u treningu (36).

Ravnoteža se može procjenjivati i na platformi „Kistler Force“ (AG 9281-B, Winterthur, Švicarska, 600x400 mm) koju su u svom istraživanju koristili Ponce-Gonzalez J. G. i suradnici (2014.) Platforma je bila povezana s računalom, uključujući računalni program (BioWare, tip 2812A1-3, verzija: 3.2.6.104) koji je izračunao središta tlaka stopala (CP) u odnosu na koordinate platforme. Uzorak CP je određen pomoću virtualnog centra reakcijskih sila tla u dvodimenzionalnoj poprečnoj ravnini. Procjena položaja i pomaka CP je zabilježena za 30 sekundi na 200 Hz. Sudionici su izvodili stav na jednoj nozi za test statičke stabilnosti, a

zatim je na njega nadograđivano nekoliko zadataka (6 uvjeta). Ispitivanja su ponovljena 2 puta tijekom istog dana s odmakom od 30 minuta između sesija. Unutar svake sesije svaki test ponavljao se 3 puta. Isti protokol ponovio se još jedan dan u tom tjednu i dva dana u drugom tjednu. Sudionici su bili bosi, noga s osloncem na sredini platforme, pogled usmjeren ravno, viseća noga je flektirana 90° u kuku, peta položena do vrha patele noge na kojoj je oslonac, ruke na bokovima. Položaji su se zadržavali 30 sekundi. Testovi su se izvodili s otvorenim i sa zatvorenim očima. Rezultati su pokazali da je *single leg* test pouzdana metoda za ocjenu ravnoteže. Test otvorenim očima imao je manju disperziju u rezultatima u usporedbi s testom zatvorenih očiju i dinamičkim testovima. Za poboljšanje pouzdanosti koristili su se najbolji rezultati, a ne aritmetička sredina. Dominacija nogu nije utjecala na ravnotežu (42).

Prilikom ispitivanja ravnoteže može se koristiti platforma sile „AMTI R6-1000“ iz Watertown-a, MA, SAD-a. Meta je „Wxed meta“ u obliku kruga 10 cm2 koji se nalazi 2,5 metara od platforme na visini 1,65 metra. Ispitanici su u studiji Jakobsena M. D. i suradnika (2011.) na njoj zadržavali ravnotežu na jednoj nozi minimalno 30 sekundi. Noga je morala biti podignuta od podloge barem 5 cm, a ruke su bile položene na boku. Mjerila se vertikalna sila reakcije tla, anterioposterioroni (AP) i mediolateralni (ML) trenuci upotrebom prilagođenijeg softvera za prikupljanje podataka „Matlaba“ (Mathworks) pri frekvenciji 100 Hz. Određivao se i centar pritiska. Provodila su se 2 ispitivanja, prvo je bilo prije rekreacijskog treninga nogometa koji se odvijao na otvorenom 3 puta tjedno tijekom 12 tjedana, a drugi nakon tog perioda. Sudionici su bili zdravi muškarci u dobi od 21 do 45 godina koji se ne bave tjelesnim aktivnostima. Provodila se nekolicina testova. Broj padova unutar jedne minute se koristio kao mjera posturalne ravnoteže. Srednja vrijednost se koristila u daljnjoj statističkoj analizi. Svi ispitanici su pokazali poboljšanje posturalne kontrole, statičke ravnoteže. Smanjila se dužina njihanja, broj padova i slično. Posturalna ravnoteža tijekom uspravnog držanja utječe na funkcije vestibularnog, somatosenzornog i vizualno senzornih sustava. Dugoročno dinamičan oblik treninga može imati pozitivne utjecaje na kvalitetu ravnoteže i svakodnevnog života osoba radi podraživanja mehanoreceptora, pružanja senzornih informacija iz zglobova i kože, proprioceptora, pružanja informacija o položaju tijela i pokretima u zglobovima koji posljedično dovode do adaptivnih svojstava u somatosenzornom sustavu (25).

Nadalje, i fiziološko stanje mišića nogu može imati utjecaj na održavanje ravnoteže, kako statičke tako i dinamičke. Na ovu temu Springer B. K. i suradnici (2009.) su napravili istraživanje u kojem su ispitanicima prije testiranja dali mogućnost uvježbavanja zadržavanja

ravnoteže na jednoj nozi. Također, ispitanici su sami odabrali nogu na kojoj će se izvršiti testiranje po vlastitom osjećaju ugode, spremnosti. Ruke su prilikom testiranja bile prekrižene na prsima, a pogled je bio fiksiran na točku postavljenu na zidu 4 metra ispred platforme. Od metodologije korištena je platforma „Model OR6-5“ (AMTI, Newton, MA) i prilagođeni softver „Balance Trak“ („Motion Analysis Inc.“, Santa Rosa, Kalifornija). Frekvencija 20 Hz, središte centra pritiska (CoP), anterioposteriorna ravnina i mediolateralna. Podaci su stavljani u korelaciju s visinom i otkrila se linearan odnos između visine i mjerenja. Umor mišića ili umor cijelog tijela itekako su utjecali na ravnotežu prilikom izvođenja *single leg* testa, ali i ostalih testova, a s obzirom da su žene izvodile dulji period vježbe od muškaraca i imale lošije rezultate (ne statistički značajno) može se reći da trajanje vježbi također ima utjecaj na ravnotežu. To ukazuje da dugotrajno vježbanje može imati utjecaj na neuromuskularnu kontrolu donjih ekstremiteta (31).

„Tetrax“ posturalografija („Sunlight Medical Ltd.“, Ramat Gan, Izrael) također se koristi za testiranje ravnoteže *single leg* testom i *star excursion balance* (SEBT) testom. Sastoji se od ploče s 4 pločice sile. Indeks stabilnosti mjeri se na osnovi položaja nogu. Ovu platformu koristili su Im Yi T. i suradnici (2014.). Njihovi ispitanici izvodili su test *single leg,* pa zatim SEBT. Bila je negativna povezanost između indeksa stabilnosti „Tetrax“ posturografije i normalizirane udaljenosti SEBT-a. Ovi rezultati sugeriraju da je „Tetrax“ posturografija koristan i pouzdan alat za procjenu ravnoteže na jednoj nozi. Također SEBT test se pokazao kao pouzdan test (26).

Testovi na jednoj nozi se najbolje proučavaju primjenom platformi sila koje kvantificiraju posturalnu stabilnost. Tijekom stajanja na jednoj nozi, kontrola održavanja ravnoteže vrši se korektivnim pokretima i refleksnim kontrakcijama mišića gležnja. Postoje dokazi koji ukazuju da smanjenje tjelesne mase utječe na ravnotežu na jednoj nozi kod nogometaša. Oslabljena dinamička jednostrana ravnoteža kritičnija je od statičke ravnoteže u sportu. U istraživanju Nihan Ozunlu i suradnika (2010.) sudjelovali su adolescenti noseći ruksak na leđima s opterećenjem 20% od mase ispitanika. Ispitivanja na jednoj nozi provodila su se s otvorenim i zatvorenim očima. Mjerila se ravnoteža na dominantnoj nozi, a ravnoteža se trebala zadržati što je duže moguće (do 3 minute). Rezultati su pokazali da nošenje ruksaka s 20% mase ispitanika ne utječe na dinamičku ravnotežu, ali utječe na statičku ravnotežu i povećava mogućnost ozljeda gležnja. Svakodnevno nošenje takvih torbi može dovesti do mišićno-koštanih problema kod adolescenata s obzirom da su oni još u razvoju. Trebaju se uvesti preventivne mjere kako bi se očuvalo zdravlje adolescenata (48).

4. RAVNOTEŽA U JUDU

Ravnoteža, posebno dinamična, jedna je od najvažnijih motoričkih sposobnosti. Statička ravnoteža odnosi se na sposobnost stacionarnog objekta da se uravnoteži. To se događa kada je težište objekta na osi rotacije. Dinamička ravnoteža, s druge strane, sposobnost je objekta da se uravnoteži dok je u pokretu. Poboljšanje dinamičke ravnoteže može poboljšati ukupni tjelesni učinak u većini sportova kao što su judo, gimnastika, skijanje, košarka, dizanje utega itd. Hammond (2005.) je objavio rezultate svojih studija s neurofeedbackom u poboljšanju dinamičke ravnoteže. Do značajnih poboljšanja došlo je u svim slučajevima nakon 8-10 sesija motoričkih zadataka (49).

Hammondov protokol uz izmjenu (15 sesija) korišten je u istraživanju A. Maszczyk i suradnika (2018.). Glavni cilj ove studije bio je istražiti i utvrditi utjecaj neurofeedback treninga na dinamičku ravnotežu kod judoka. Senzori pričvršćeni na vlasište primaju trenutne moždane valove i prenose ih na EEG koji su pojačani i predstavljeni u obliku npr. video igre. Istraživanje je pokazalo da su moždani valovi drugačije putovali prije i nakon neurofeedback treninga te da su ti rezultati pozitivno utjecali na ravnotežu kod osoba koje treniraju judo (50).

Ključni čimbenici u judu su ravnoteža, vrijeme reakcije i snaga. Nekoć su se ispitivale potencijalne promjene snage izazvane gubitkom težine prije natjecanja, ali su zanemarivane promjene u ravnoteži i vremenu reakcije iz tog razloga su J. Morales i suradnici (2018.) proveli istraživanje u kojem su ispitivali učinke brzog i progresivnog mršavljenja (RWL i PWL) na ravnotežu, vrijeme reakcije i snagu u skupini elitnih judo sportaša. Sudjelovalo je 38 ispitanika podijeljenih u 3 skupine. 1 kontrolna skupina koja je održavala redovne treninge i prehrambene navike, 1 eksperimentalnu skupinu koja se bavila PWL-om (<3% smanjenja tjelesne mase) i drugu eksperimentalnu skupinu koja je koristila RWL tehnike (> 3% smanjenja u tjelesnoj masi). RWL skupina je pokazala značajno smanjenje ($P < .05$) performansi ravnoteže i reakcija vrijeme bez promjene snage u „pred“ testu naprema „post“ testiranju. Sportaši u PWL i kontrolnim skupinama održavali su učinak u svim varijablama (51).

Prema istraživanju E. Margnes i T. Paillard (2011.) judaši imaju mogućnost pretpostavke na koju će stranu pasti protivnik ili oni sami s obzirom na njihov stav. Iako bi bilo logično da će ukoliko je oslonac na naprijed osoba pasti prema naprijed, autori su pronašli da upravo tad osoba pada na natrag. Suprotno vrijedi za ukoliko je oslonac prema natrag. Održavanje pravilne posture igra važnu ulogu u borbi u judu. Judaš se mora naučiti samoregulirati i biti svjestan reakcija u prsima, rukama i nogama, odnosno cijelom tijelu, koje

su u skladu s određenim napadom. Također, mora precizno naučiti iskorištavati povratne informacije od svog partnera ili trenera (52).

Ključ međuovisne ravnoteže u judu je uloga „kumi-kata“. U judu su dva protivnika uravnotežena pomoću njihovog hvata („kumi-kata“). Ovaj hvat može biti takav da se povremeno projicirano središte u kojem je smještena gravitacija jednog ili čak oba borca izvan vlastitog poligona potpore. „Kumi-kata“ judoka pruža somatoestetske informacije o vlastitim kretanjima i položajima također kao one njegova protivnika (npr. protivnikov pokret i položaj), ali omogućuje i kontroliranje, napadanje, obranu te kontrolu vlastite posturalne ravnoteže. Rezultati postupaka judoka, osim od vizualnih i vestibularnih informacija, proizlaze i od proprioceptivne i kožne informacije sa stopala te osjetnih receptora prva tri vratna kralješka koji prenose proprioceptivne informacije (52).

Vježbanje juda prije svega razvija miostatsku propriocepciju i vestibularnu te kožnu/plantarnu osjetljivost. Preporučljivo je izbjegavati rizik od pretjerane mišićne i posturalne asimetrije. One često budu dugoročne i uzrokuju brojne probleme i komplikacije. Stoga, ljevaci vježbaju judo tehniku s desnom stranom tijela. Osim rada i jačanja ne dominatne strane tijela treba raditi na razvijanju tehnika bacanja i padanja. Trening uvijek mora uključivati specijalizirane vježbe za motoriku unatoč judaševoj „tokui waza“ (omiljenoj tehnici). Svaki judaš im dvije ili tri omiljene tehnike bacana i kompenzacijskih snaga, no daje se prostora i potiče se judaše na razvijanje i usavršavanje novih tehnika (52).

Iako se smatra da je funkcija mišića trupa presudna za judo izvedbu, njihov doprinos visokim performansama u ovom sportu je slabo proučavan. Nekoliko testova je korišteno u istraživanju Barbado D. i suradnika (2016.) za procjenu razlika u funkciji mišića trupa između 11 judaša na međunarodnoj razini i 14 judaša na nacionalnoj razini. Snaga i izdržljivost trupa procijenjeni su pomoću izokinetičkih testova, a stabilnost trupa procijenjena je pomoću dva protokola: 1) naglo opterećenje, kako bi se procijenili odgovori trupa na neočekivane vanjske perturbacije; 2) stabilno i nestabilno sjedenje, kako bi se procijenila sposobnost sudionika da kontroliraju ravnotežu trupa. Nisu pronađene razlike među skupinama za izokinetičku snagu fleksora trupa, reakcije trupa na bočno i stražnje opterećenje i kontrolu trupa dok ispitanik sjedi. Međutim, judaši na međunarodnoj razini pokazali su znatno veću izokinetičku snagu ekstenzora trupa ($p < 0,05$) i niži kutni pomak trupa nakon opterećenja prednjeg dijela trupa ($p < 0,05$) od judaša na nacionalnoj razini. Pronađena je mala ($r < 0,512$) korelacija između parametara snage, izdržljivosti i stabilnosti, što sugerira da snaga i izdržljivost trupa nisu ograničavajući čimbenici stabilnosti trupa kod judaša koji se natječu. Ovi rezultati podržavaju

važnost snage ekstenzora trupa i stabilnosti trupa protiv perturbacija prema naprijed u elitnim judo izvedbama (53).

H. S. Martins i suradnici (2019.) su istraživali utjecaj provođenja programa treninga za jačanje trupa na ravnotežu kod mladih sportaša juda. Istraživanje je pokazalo pozitivne učinke provođenja intervencijskog programa, no s obzirom da je mali broj ispitanika, savjetuje se provedba istog na većem uzorku (54).

Nadalje, J. Pion i suradnici (2014.) proveli su istraživanje koje je uspoređivalo mlade (U13 11,5+/-0,5) osobe koje treniraju karate, judo i taekwondo sa starijima (U18 16+/-0,8) koji se bave istim sportovima. Provodilo se 5 antropometrijskih testova, 6 fizičkih performansi i 3 testa za motoričku koordinaciju. U18 su pokazali veće multivarijantne razlike između triju borilačkih vještina, tj. za antropometrijskim mjerama, karakteristikama fizičkih performansi i motoričkoj koordinaciji u usporedbi s njihovim mlađim kolegama. Judo sportaši imali su najviše bodova za „sjedi i dosegni“, stisak ruke, skok i promjena smjera i ravnotežu. Dok su sportaši u taekwondou imali najviše rezultata za „sjedni-ustani“, sprint 5 metara i 30 metara i skokovi u stranu. Razlike između profila borilačkih vještina izraženije su kod starije grupe, a talent i karakteristike sportaša pomažu pri selekciji sporta (u ovom slučaju borilačke vještine) (55).

5. RAVNOTEŽA U BOKSU

Boks je sport koji pripada kategoriji polistrukturalnih acikličkih sportova. Nosi epitet plemenitog sporta. Plemeniti je jer u boksu nije dozvoljeno protivniku zadavati udarce dok je na podu, a postoje i stroga pravila u koji dio tijela se mogu zadavati udarci i na koji način. Boksački meč uglavnom prati više sudaca među kojima je jedan u ringu te on osigurava poštivanje pravila. U amaterskom boksu meč traje četiri runde, a u profesionalnome pet do 12 rundi (56).

Boksački treninzi su jedni od najzahtjevnijih treninga. Iz tog razloga brojni sportovi koriste se nekim oblicima boksačkih treninga kako bi poboljšali svoju fizičku kondiciju. Boks spada u visokorizične sportove. Veliki je broj ozljeda cijelog tijela, često glave i mozga. Posljedice ovog sporta su brojne počevši od podljeva, hematoma, unutarnjih krvarenja, lomova, istegnuća, uganuća, potresa mozga, sljepoće, poremećaja ravnoteže, do smrtnih slučajeva. S porastom godina sportaša, posljedice su vidljivije (57).

Kod boksača veoma bitnu ulogu igraju neke osobine poput hrabrosti, discipline, skromnosti i samokontrole. Od davnina se ljudi bave boksom, pogotovo u Grčkoj gdje su na svim igrama bili prisutni boksačke borbe koje su svi s oduševljenjem promatrali. Grci su smatrali da boksači moraju imati „savršena“ tijela pa je vježbanje i fizička aktivnost, fizički rad kod njih bio popularan. Isto tako shvaćali su da je tijelo ranjivo i da ga treba paziti. Često su uzdizali sportaše, boksače, oslikavali ih, radili skulpture. U njihovu čast radili su i slike, skulpture ozlijeđenih sportaša s jednakim divljenjem. Često su ih erotizirali (58).

Od Grka su boks preuzeli Rimljani koji su kreirali „smrtonosne“ rukavice jer su na sebi imale željezo, staklo i slično (58).

1700.-ih godina boks je zainteresirao Britaniju kada se pokrenuo i ženski boks te sve češće su bili organizirani kako muški, tako i ženski turniri i borbe za novce (58).

Boksači predstavljaju populaciju s povećanim rizikom traumatske ozljede mozga (TOM). U boksu, akutna TOM može biti minimalna (bez gubitka svijesti, Glasgowska ljestvica kome (GCS) od 15), blaga (povijest gubitka svijesti, GCS 14–15) ili umjerena / teška TBI (povezan s npr. subduralnim hematomom i intra-cerebralnom krvarenjem). TBI može biti povezana s nokautom i gubitkom svijesti, ali može biti i uzrokovan kumulativnim učinkom udaraca u glavu. Ove vrste sila mogu rezultirati oštećenjem korteksa i difuznom aksonskom ozljedom (DAI). Postoje studije koje pokazuju da minimalna i blaga TBI dovode do sporijeg oporavka nakon novog TBI događaja, što ukazuje na povećanu neuronsku ranjivost. Mlađi mozak je osjetljiviji na TBI i treba mu duže vrijeme oporavka. Nadalje, sve je više dokaza da

opetovane ozljede glave dovode do kronične TBI. Sve to uvelike utječe na funkcionalnost osobe i njegovu/njezinu ravnotežu u svakodnevnom životu (59).

Gubitak svijesti uzrokuje pogoršanje posturalne kontrole te povećava rizik od ozljeda. Neusklađenost mnoštva osjetilnih impulsa (vizualni, taktilni, drugi) s impulsima iz vestibularnog aparat konvergira prema orijentacijskim središtima te u mozgu izaziva dezorijentaciju, a zatim i neadekvatne motoričke reakcije (61).

Vježbe koje se koriste u boksu kako bi se poboljšala njihova izvedba i ravnoteža su vježbe metodike tračanja u kombinaciji sa šado boksom, odnosno hodanje na petama, na unutarnjem i vanjskom rubu stopala, na prstima, jednonožni i sunožni poskoci. Sve vježbe se izvode istovremeno boksajući protiv zamišljenog protivnika (šado boks). Vježbe u paru su odlične za narušavanje ravnoteže i razvijanje iste. Ruke su u gardu, kretnje su jednonožnim poskocima. Cilj *sparinga* je izbaciti partnera iz ravnoteže, gurajući ga ramenom ili iznenadnim izmicanjem protivnikovom napadu guranja. Simulacija nokauta izvodi se dugotrajnim kolutovima ili sličnim metodama okretanja i valjanja. Nakon toga se izvode boksačke tehnike udaraca u kombinaciji s kretnjama. Provodi se i proprioceptivni trening na neravnim površinama. Prilikom rada na fokuserima treneri često zadaju niz naizmjeničnih udaraca. Odjednom, neplanirano izmiče fokuser boksaču, on promašuje udarac i ispada iz ravnotežnog položaja. Cilj je u što kraćem vremenskom razdoblju se vratiti u ravnotežni položaj. Ukoliko su već napredni sportaši provodi se trening na balans pločama boksajući protiv izmišljenog protivnika (60).

6. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je ustanoviti postoje li razlike u ravnoteži među mlađim osobama koje se aktivno bave boksom i mlađih osoba koje se aktivno bave judom.

Specifični ciljevi istraživanja su: izmjeriti postoji li razlika prilikom zadržavanja ravnoteže na dominantnoj i nedominantnoj nozi u obje skupine te ima li utjecaja povijest ozljede/ozljeda donjih ekstremiteta na ravnotežu kod obje skupine ispitanika.

Hipoteze:

1. Ravnoteža je bolja kod osoba koje treniraju judo u odnosu na osobe koje treniraju boks.
2. Ravnoteža je bolja na dominantnoj nozi kod obje skupine ispitanika.
3. Lošiju ravnotežu imat će osobe u obje skupine ispitanika koje su imaju povijest ozlijede/ ozljeda donjih ekstremiteta.

7. ISPITANICI I METODE

Istraživanje razlika u ravnoteži provodilo se na 30 osoba/ispitanika. Jedna skupina sastoji se od 15 osoba koje se aktivno bave i treniraju boks, a druga skupina obuhvaća 15 osoba koje se aktivno bave i treniraju judo. Svi ispitanici su muške osobe u dobi između 18 i 33 godine.

Istraživanje se provodilo u laboratoriju Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci. Mjerenje ravnoteže za svakog ispitanika provodilo se jednom, u trajanju od 15 minuta. Istraživanje se sastoji od dva dijela. U prvom dijelu su se prikupljali osobni podaci o ispitaniku (dob, visina, masa) te povijest ozlijede/a ukoliko ona/e postoji/e. Drugi dio je praktični dio u kojem su ispitanici morali nekoliko puta, po uputama ispitivača i računala, zakoračiti na „Posturomed 2000“ tvrtke „Bioswing“ iz Njemačke, dimenzija 60x60 cm s pripadajućom programskom podrškom „Microswing 6“ te zadržati ravnotežu na jednoj nozi 10 sekundi. Postupak se radi objektivizacije provodio 10 puta na svakoj nozi, nasumičnim odabirom nogu iskoraka i zadržavanja ravnoteže. Slijed odabire računalo kako se ispitanik ne bi naviknuo na testiranje i/ili imao kakav utjecaj na isto. Na početku ispitivanja provode se 2 probna testiranja (svake noge), no ispitanik ne zna da su probna testiranja. Razina osjetljivosti platforme je na srednjoj razini (3 razine, na 2. razini se provodi istraživanje).

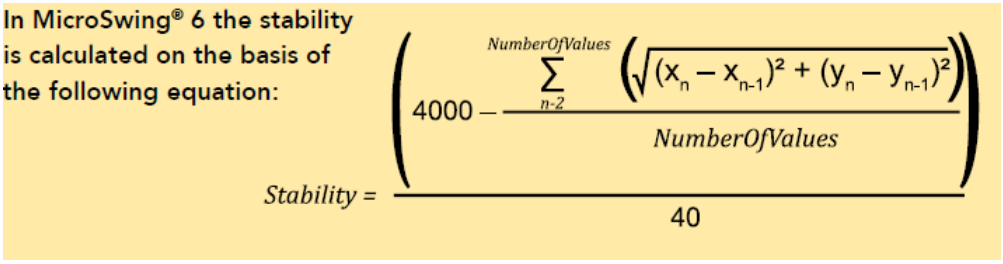
7.1. HAIDER BIOSWING - POSTUROMED

Obiteljska tvrtka Haider je osnovana 1948. Sjedište tvrtke je u Pullenreuthu. Posljednja tri desetljeća posluju sa sveučilištima, visokim učilištima, terapeutima, liječnicima kako bi razvili što bolje terapijske sustave i opremu za sport i terapijske djelatnosti visokih performansi. Svi proizvodi navedene tvrtke se većinom izrađuju ručno s puno pažnje i posvećenosti (61).

BIOSWING je rehabilitacijski modul koji različitim vrstama kontrakcije djeluje na određeni segment te se koristi u svim fazama rehabilitacije. Optimalno korištenje rehabilitacijskog modula zahtijeva vizualnu povratnu informaciju o sukladnosti s pravilima kretanja koje je propisao terapeut i/ili mehaničku informaciju putem povratnog modula i/ili elektroničkim putem MicroSwing mjernog sustava (64,65).

Balansna platforma „Posturomed“ gore navedene tvrtke je dimenzija 60x60 cm. Koristi se u prevencijske, dijagnostičke i terapijske svrhe senzomotornog sustava. Platforma omogućuje mjerenje oscilacija kroz dvije osi: X i Y, odnosno medio-lateralnom i antero-posteriornom smjeru. Postoje tri moguće frekvencije. Određuju se povisivanjem i spuštanjem

vijaka koji određuju nivo oscilacija. Kod prvog nivoa (2,0-4,2 Hz), oba vijka su na najnižoj razini, kod najvišeg nivoa (1,0-2,2 Hz), oba vijka su na najvišoj razini, a srednji nivo oscilacija varira između visoke i niske frekvencije te je jedan vijak podignut na višoj razini. (20) Platforma može biti priključena na osobno računalo te ukoliko je priključena, ona omogućava praćenje rezultata tijekom mjerenja. Za praćenje rezultata koristi se software „MicroSwing“ iste tvrtke. Program sam računa stabilnost, ravnotežu pomoću formule (Slika 5.)



Slika 2. *Formula stabilnosti*

Preuzeto s: Uputstva za programske podršku „Microswing“ tvrtke „Bioswing“

Osim izračuna stabilnosti, program daje podatke u „Microsoft Office Exel-u“ što pruža mogućnost daljnje obrade podataka i računanjem primjerice akceleracije, prijeđeni put, promjenu brzine i slično. U ovom istraživanju mjerio se prijeđeni put (64,65,66).

7.2. POSTURAL CYBERNETIC TEST

Postural cybernetic test se koristio u ovom istraživanju. Prije testiranja, ispitanika se treba upoznati s izvođenjem testa po pravilima, demonstrira mu se pravilan položaj kojeg treba zauzeti na platformi i slično. Svaka noga se testira 10 puta. Prva dva mjerenja za obje noge su probna, no ispitanici to ne znaju te se ta mjerenja ne uzimaju u daljnju obradu. U ovom testu ispitanici kreću sa staze koja je podijeljena na odjeljke koji označavaju visinu. Ispitanici stanu na određenu oznaku vlastite visine i moraju bosonogi što prirodnije zakoračiti s jednom nogom (po uputi računala) na platformu, dok drugu postavljaju „u zrak“ tako da je peta u visini koljena noge na kojoj je oslonac te se noge ne dodiruju. Cilj je da se središte ispitanikova stopala postavi što bliže označenom središtu platforme. Ruke su položene uz tijelo, pogled usmjeren prema naprijed te se takav položaj zadržava 10 sekundi, odnosno dok računalo ne označi kraj. Računalo određuje kojom nogom će ispitanik zakoračiti u idućem pokušaju. Odabir noge je spontan, nasumičan. Disanje je normalno za vrijeme mjerenja, bez razgovora i bez žvakanja. Ukoliko neki od navedenih kriterija nije bio zadovoljen, mjerenje se poništavalo i ponavljalo. Također mjerenje se ponavlja ukoliko se osoba uhvati za ogradu,

promijeni položaj noge na kojoj se testira i/ili spušta centar gravitacije, ukoliko održavanje nepravilnog položaja traje dulje od 3 sekunde i ukoliko osoba slobodnom nogom dotakne platformu ili tlo.

8. POSTUPAK I ETIČKI ASPEKTI ISTRAŽIVANJA

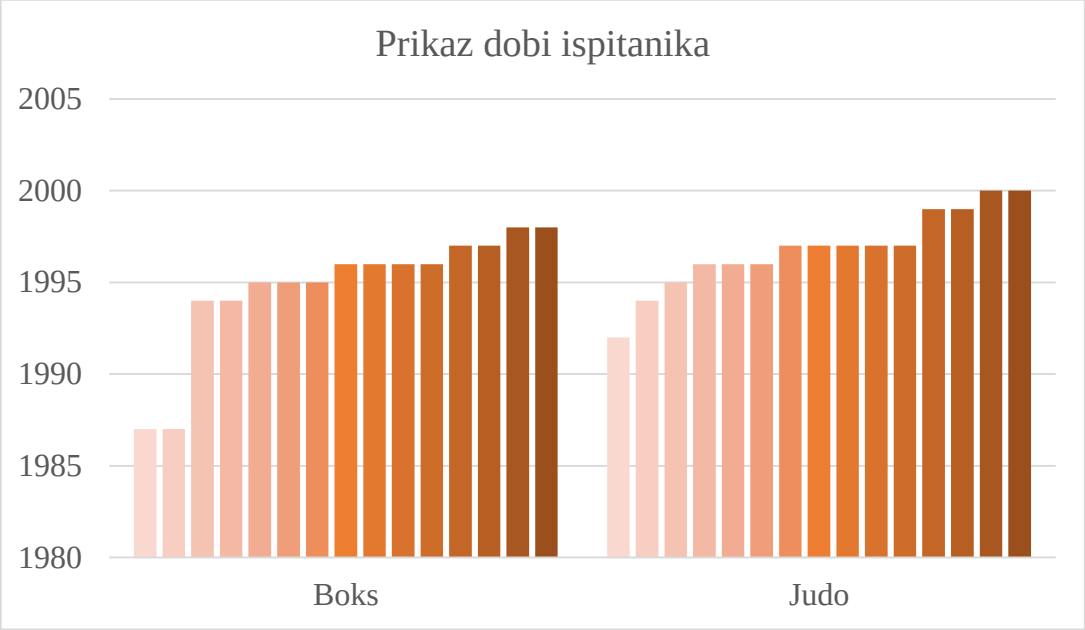
Svim ispitanicima u obje skupine se objasnio cilj i svrha provođenja mjerenja, kao i postupak funkcionalnog mjerenja ravnoteže, odnosno izvođenje testa na platformi. Svi ispitanici dobili su obavijest i obrazac o suglasnosti za sudjelovanje koje su temeljito pročitali. Ukoliko je ispitanik bio voljan sudjelovati u istraživanju, potvrdio je obrazac o suglasnosti vlastoručnim potpisom. Ukoliko je obrazac bio potvrđen, a osoba je željela odustati od sudjelovanja, bilo im je omogućeno bez ikakvih posljedica u bilo kojoj fazi istraživanja. Ukoliko ispitanik nije želio uopće sudjelovati u istraživanju, nije potpisao obrazac o suglasnosti. Sam postupak mjerenja je potpuno neinvazivan i nije mogao naštetiti zdravlju ispitanika. Prikupljanje podataka bilo je anonimno te se ni u jednom dijelu istraživanja ne navodi njihov identitet.

9. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Statistička analiza podataka provedena je pomoću programa Statistica (Version 13.5.0.17, 1984-2018 TIBCO Software Inc) i Microsoft Office Excel 2016. Podatci su obrađeni deskriptivnom statistikom i prikazani u obliku tablica i grafikona. Za testiranje normalne raspodjele rezultata korišten je Kolmogorov-Smirnovljev test. Razine statističke značajnosti dobivene su pomoću neparametrijskih testova, Mann-Whitney U testa, Kruskal Wallis testa i Wilcoxon Matched Pairs testa na razini od 0,05 (5%), ako je $p > 0,05$ razlika je slučajna, ako je $p \leq 0,05$ razlika je statistički značajna.

10. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U istraživanju sudjelovalo je 30 ispitanika, od kojih 50% (n=15) trenira boks, a 50% (n=15) judo. Svi ispitanici su muškog spola, najmlađi ispitanik rođen je 2000. godine, a najstariji 1987. Ispitanici koji treniraju boks prosječno su stariji od ispitanika koji treniraju judo. Ispitanici koji treniraju boks rođeni su između 1987. i 1998. godine, medijan dobi iznosi 1996. Ispitanici koji treniraju judo rođeni su između 1992. i 2000. godine, medijan dobi iznosi 1997. Unatoč tome nije pronađena statistički značajna razlika u dobi ispitanika (p=0,061) (Slika 6).



Slika 6. *Prikaz dobi ispitanika*

10.1. VISINA, TJELESNA MASA I INDEKS TJELESNE MASE (BMI)

Ispitanici su prosječno visoki 180,7 cm. Najniži ispitanik visok je 168 cm, a najviši 193 cm. Prosječna tjelesna masa ispitanika iznosila je 85,07 kg. Najmanja zabilježena tjelesna masa iznosila je 64 kg, a najveća 101 kg. Prosječan BMI iznosio je 26,26 kg/m^2, minimalno 21,48, a maksimalno 32,87 kg/m^2 (Tablica 1).

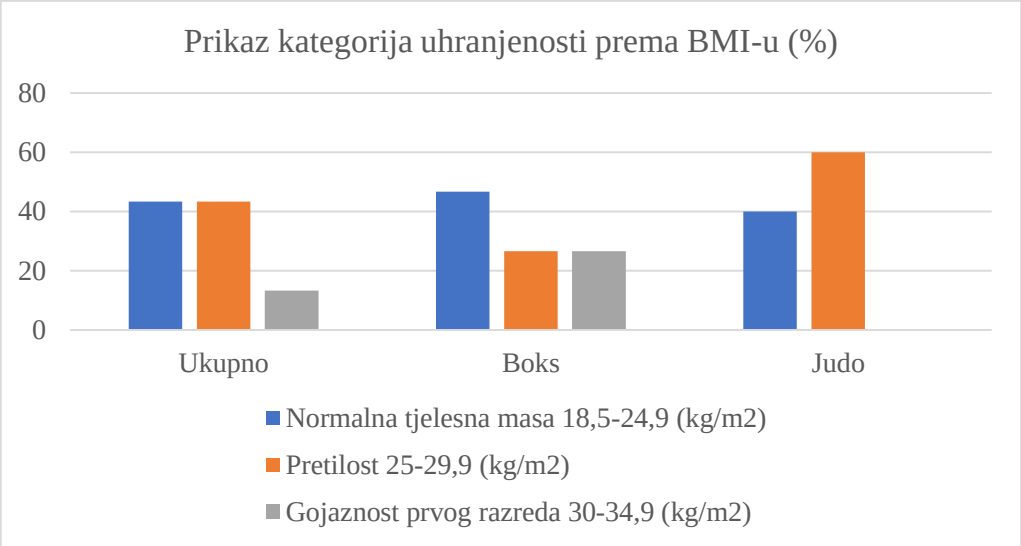
Ispitanici koji treniraju boks prosječno su niži, a imaju veću tjelesnu masu od ispitanika koji treniraju judo. Unatoč tome nije pronađena statistički značajna razlika u visini (p=0,267), tjelesnoj masi (p=0,967) ni u BMI-u (p=0,806) (Tablica 1).

Tablica 1 – *prikaz visine, tjelesne mase i Indeksa tjelesne mase*

	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Medijan	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	p
Visina (cm)	**180,07**	**7,74**	**179,50**	**168**	**193**	
Boks	178,40	7,34	178	169	192	**0,267**
Judo	181,73	8,01	184	168	193	
Tjelesna masa (kg)	**85,07**	**9,91**	**84**	**64**	**101**	
Boks	85,27	11,18	84	69	101	**0,967**
Judo	84,87	8,85	84	64	100	
BMI (kg/m^2)	**26,26**	**2,92**	**25,45**	**21,48**	**32,87**	
Boks	26,79	3,26	25,35	22,84	32,87	**0,806**
Judo	25,73	2,55	25,50	21,48	28,73	

10.2. KATEGORIJE UHRANJENOSTI

Prema kategorijama uhranjenosti 43,33% (n=13) ispitanika ima normalnu tjelesnu masu, a 56,67% (n=17) ispitanika ima prekomjernu tjelesnu masu. Kod ispitanika s prekomjernom tjelesnom masom više je onih pretilih (n=13), nego gojaznih (n=4). Ispitanici koji treniraju boks imaju normalnu tjelesnu masu u 46,67% (n=7) slučajeva, a oni koji treniraju judo u 40,00% (n=6) (Slika 7).

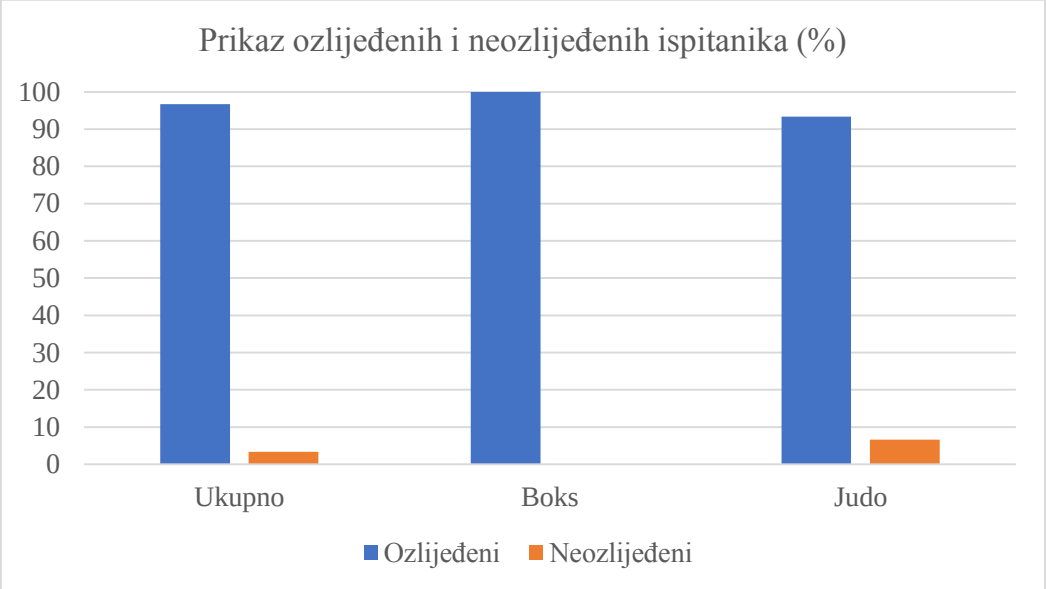


Slika 7. *Prikaz kategorija uhranjenosti prema BMI-u (%)*

10.3. OZLJEDE I VAS SKALA BOLI

10.3.1. UČESTALOST OZLJEĐIVANJA

Od sveukupnog broja ispitanika 96,67% (n=29) ispitanika doživjelo je bar jednu ozljedu. Kod ispitanika koji treniraju boks nije bilo onih neozlijeđenih dok je kod ispitanika koji treniraju judo samo jedan neozlijeđeni ispitanik (Slika 3).

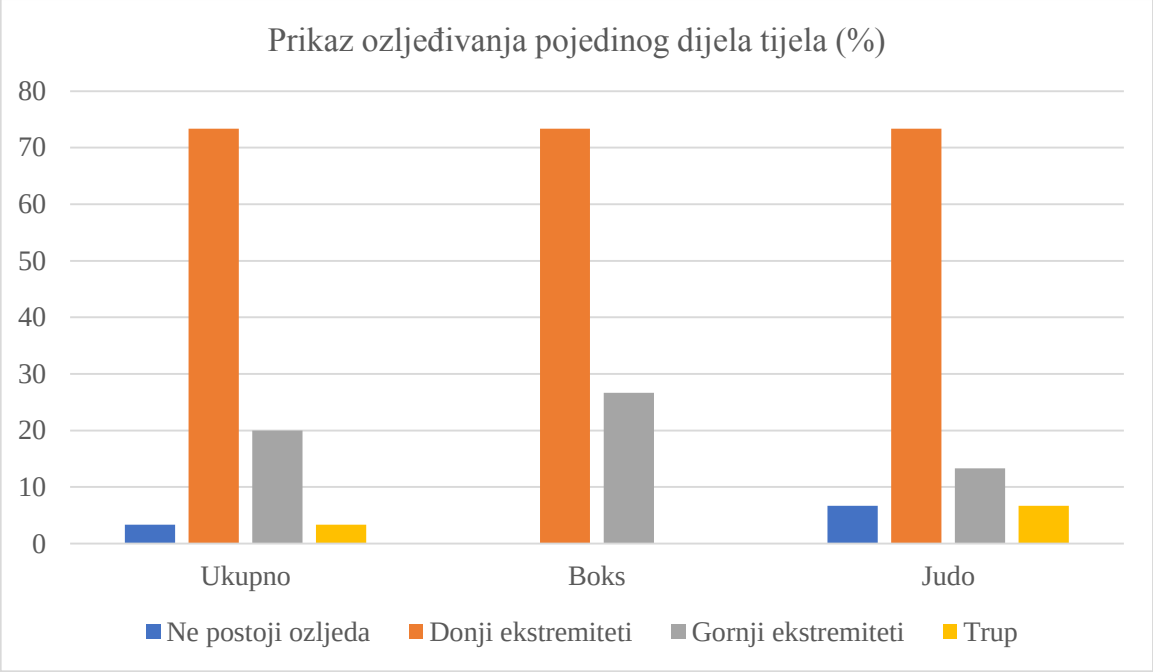


Slika 8. *Prikaz ozlijeđenih i neozlijeđenih ispitanika (%)*

10.3.2. MJESTO OZLJEDE

Ispitanici u najvećem postotku navode ozljede donjih ekstremiteta u 73,33% (n=22) slučajeva te ozljede gornjih ekstremiteta, 20,00% (n=6). Samo jedan ispitanik navodi ozljedu u području trupa, a jedan od ispitanika navodi kako nije doživio ozljedu niti jednog dijela tijela (Slika 9).

Ispitanici koji treniraju boks navode ozljedu donjih ekstremiteta u 73,33% (n=11) slučajeva, a gornjih u 26,67% (n=4). Ispitanik koji treniraju judo navode ozljedu donjih ekstremiteta u 73,33% (n=11) slučajeva, a gornjih u 13,33% (n=2). Među ispitanicima koji treniraju judo nalazi se i jedan ispitanik koji ne navodi ozljedu te jedan koji je doživio ozljedu trupa (Slika 9).

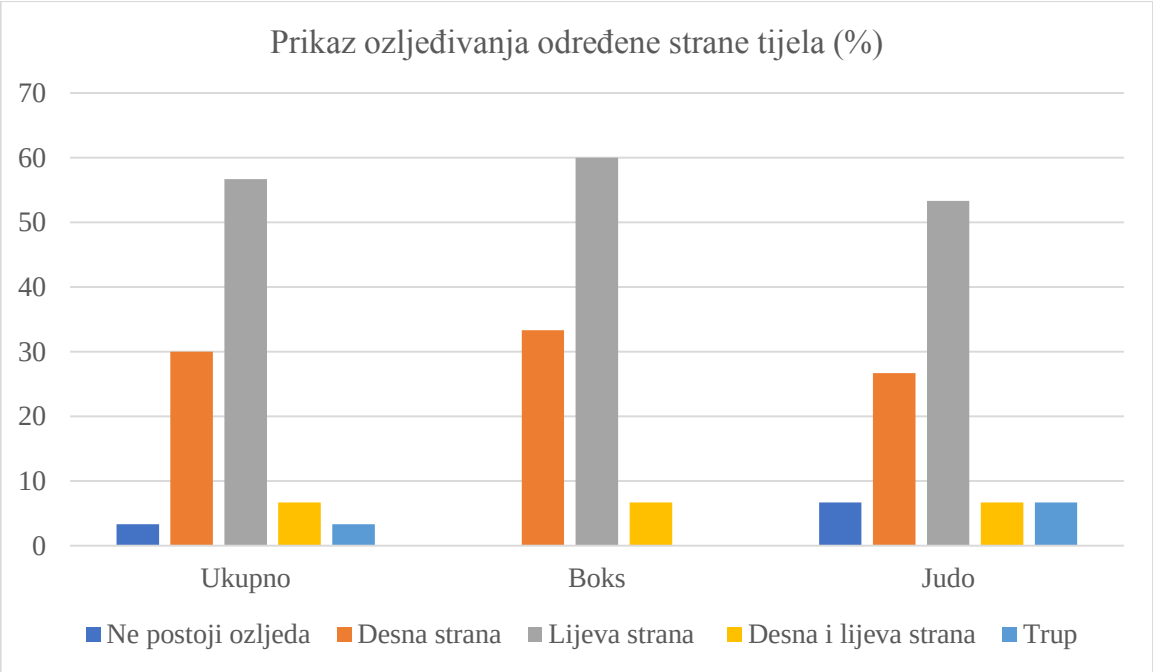


Slika 9. *Prikaz ozljeđivanja pojedinog dijela tijela (%)*

10.3.3. OZLIJEĐENA STRANA TIJELA

Ispitanici u najvećem postotku navode ozljede lijeve strane tijela, njih 56,67% (n=17). Desnu stranu tijela ozlijedilo je 30,00% (n=9) ispitanika, desnu i lijevu stranu ozlijedilo je 6,67% (n=2) ispitanika. Samo jedan ispitanik navodi ozljedu u području trupa, a jedan od ispitanika navodi kako nije doživio ozljedu niti jednog dijela tijela (Slika 10).

Ispitanici koji treniraju boks desnu stranu tijela ozlijedili su u 33,33% (n=5) slučajeva, a lijevu u 60,00% (n=9). Desnu i lijevu stranu ozlijedio je jedan ispitanik, 6,67% (n=1). Ispitanici koji treniraju judo desnu stranu tijela ozlijedili su u 26,67% (n=4) slučajeva, a lijevu u 53,33% (n=8).. Desnu i lijevu stranu te trup ozlijedio je po jedan ispitanik (Slika 10).

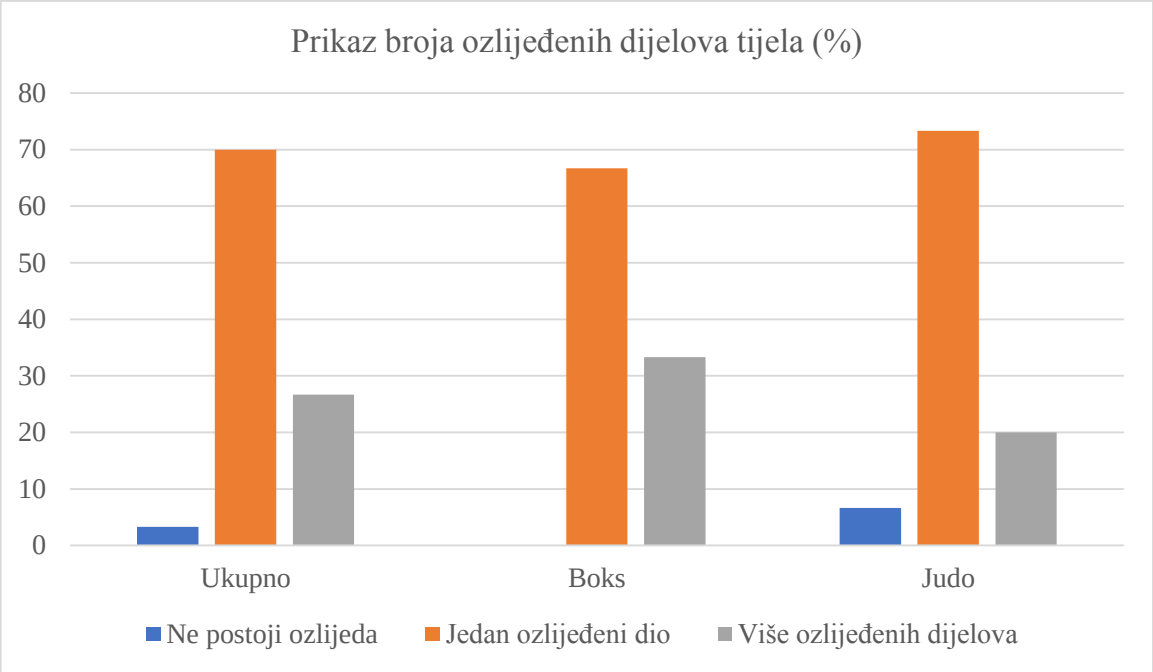


Slika 10. *Prikaz ozljeđivanja određene strane tijela (%)*

10.3.4. BROJ OZLIJEĐENIH DIJLOVA TIJELA

Najveći postotak ispitanika ozlijedilo je samo jedan dio tijela, njih 70,00% (n=22). 26,67% (n=8) ispitanika ozlijedilo je više od jednog dijela tijela (Slika 6).

Ispitanici koji treniraju boks u 66,67% (n=10) slučajeva ozlijedili su jedan dio tijela, dok je 33,33% (n=5) ispitanika ozlijedilo više od jednog dijela tijela. Ispitanici koji treniraju judo u 73,33% (n=11) slučajeva ozlijedili su jedan dio tijela, a njih 20,00% (n=3) ozlijedilo je više od jednog dijela tijela (Slika 11).



Slika 11. *Prikaz broja ozlijeđenih dijelova tijela (%)*

10.4. VAS SKALA BOLI

Ispitanici su prosječno svoju bol na VAS skali boli (1-10) ocijenili s 2,93 pri čemu je minimalna vrijednost iznosila 1, a maksimalna 7. Centralna vrijednost, medijan iznosio je 1 (Tablica 2).

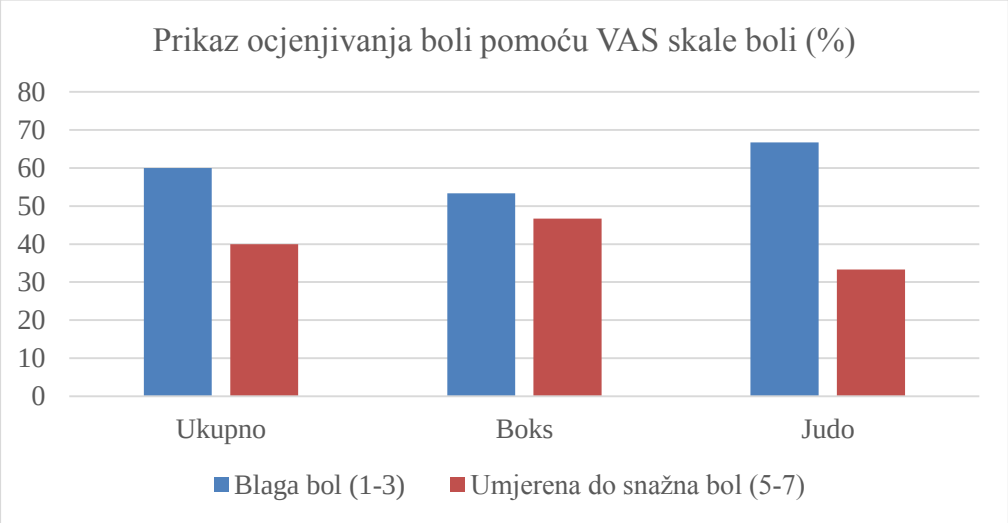
Ispitanici koji treniraju boks, svoju bol su prosječno ocijenili kao veću (3,27) u usporedbi s ispitanicima koji treniraju judo (2,60). Također, razlike su vidljive i u centralnoj vrijednosti. Medijan VAS skale boli kod ispitanika koji treniraju boks iznosio je 3, a za one ispitanike koji treniraju judo 1. Unatoč tome nije pronađena statistički značajna razlika između skupina (p=0,481) (Tablica 2).

Tablica 2 – *prikaz VAS skale boli*

VAS	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Medijan	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	p
Sveukupno	**2,93**	**2,26**	**1**	**1**	**7**	
Boks	3,27	2,37	3	1	7	**0,481**
Judo	2,60	2,16	1	1	7	

Sveukupno, najveći postotak ispitanika pomoću VAS skale boli, svoju trenutnu bol je ocijenilo kao blagu bol, njih 60,00% (n=18), dok je 40,00% (n=12) ispitanika svoju bol ocijenilo kao umjerenu do snažnu (Slika 7).

Ispitanici koji treniraju boks svoju trenutnu bol u najvećem postotku su ocijenili kao umjerenu, njih 53,33% (n=8), a 46,67% (n=7) svoju bol je opisalo kao umjerenu do snažnu. Ispitanici koji treniraju judo, također su u najvećem postotku ocijenili svoju bol kao umjerenu, njih 66,67% (n=10), dok je 33,33% (n=5) svoju bol ocijenilo kao umjerenu do snažnu (Slika 12).



Slika 12. *Prikaz ocjenjivanja boli pomoću VAS skale boli (%)*

10.5. STABILNOST

Sveukupno prijeđeni put ostvaren za vrijeme testiranja prosječno je bio veći kod ispitanika koji treniraju judo (10,51 m), u usporedbi s ispitanicima koji treniraju boks (10,07 m), ali nije pronađena statistički značajan razlika (p=0,149) (Tablica 3).

Razlika između ispitanika koji treniraju boks i judo u sposobnosti održavanja ravnoteže nije se pokazala statistički značajnom (p=0,149). Ispitanici koji treniraju boks prosječno su ostvarili manji rezultat (64,00%) u usporedbi s ispitanicima koji treniraju judo (64,93%) (Tablica 3).

Tablica 3 – *prikaz sveukupno prijeđenog puta i rezultata testova stabilnosti*

	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	p
Sveukupno prijeđeni put (m)	**10,29**	**6,10**	
Boks	10,07	5,86	**0,149**
Judo	10,51	6,53	
Sveukupna stabilnost (%)	**64,67**	**16,66**	
Boks	64,00	18,15	**0,149**
Judo	64,93	15,67	

Statistička analiza pokazala je da postoji statistički značajna razlika u sposobnosti održavanja ravnoteže između desne i lijeve noge, ako promatramo sve ispitanike. Sveukupna stabilnost na desnoj nozi iznosila je 66,37%, a na lijevoj nozi 62,57% što predstavlja značaju razliku (p=0,048) (Tablica 4).

Promatra li se razlika u stabilnosti između desne i lijeve noge kod ispitanika koji treniraju boks, također je pronađena statistički značajna razlika. Sveukupna stabilnost na desnoj nozi iznosila 66,80%, a na lijevoj 61,20% (p=0,030). Kod ispitanika koji treniraju judo nije pronađena statistički značajna razlika između desne i lijeve noge. Stabilnost na desnoj nozi iznosila je 65,93%, a na lijevoj 63,93% (p=0,572) (Tablica 4).

Tablica *4* *– prikaz rezultata testova stabilnosti u ovisnosti o sportu i testiranoj nozi*

	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	p
Sveukupna stabilnost			
Desne noge (%)	66,37	14,60	**0,048**
Lijeve noge (%)	62,57	19,47	
Boks			
Desne noge (%)	66,80	15,90	**0,030**
Lijeve noge (%)	61,20	21,11	
Judo			
Desne noge (%)	65,93	13,72	**0,572**
Lijeve noge (%)	63,93	18,32	

10.6. OZLJEDE, SVEUKUPNO PRIJEĐENI PUT I STABILNOST

Statistička obrada podataka pokazala je da ne postoji statistički značajna razlika u sveukupnom održavanju ravnoteže kod ispitanika između svih mjerenih varijabli ($p>0,05$). Također, kod svih mjerenih varijabli ne postoji statistički značajna razlika u sveukupno prijeđenom putu ($p>0,05$) (Tablica 5).

Tablica 5 – *prikaz sveukupno prijeđenog puta i rezultata testova stabilnosti ovisno o mjestu ozljede*

	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	p
Sveukupno prijeđeni put (m)	**10,29**	**6,10**	
Ne postoji ozljeda	10,61	-	
Ozljeda donjih ekstremiteta	9,67	6,82	>0,05*
Ozljeda gornjih ekstremiteta	12,10	3,74	
Ozljeda trupa	12,65	-	
Stabilnost (%) Sveukupna	**64,67**	**16,66**	
Ne postoji ozljeda	61,00	-	
Ozljeda donjih ekstremiteta	65,05	18,24	>0,05*
Ozljeda gornjih ekstremiteta	62,83	14,37	
Ozljeda trupa	65,00	-	

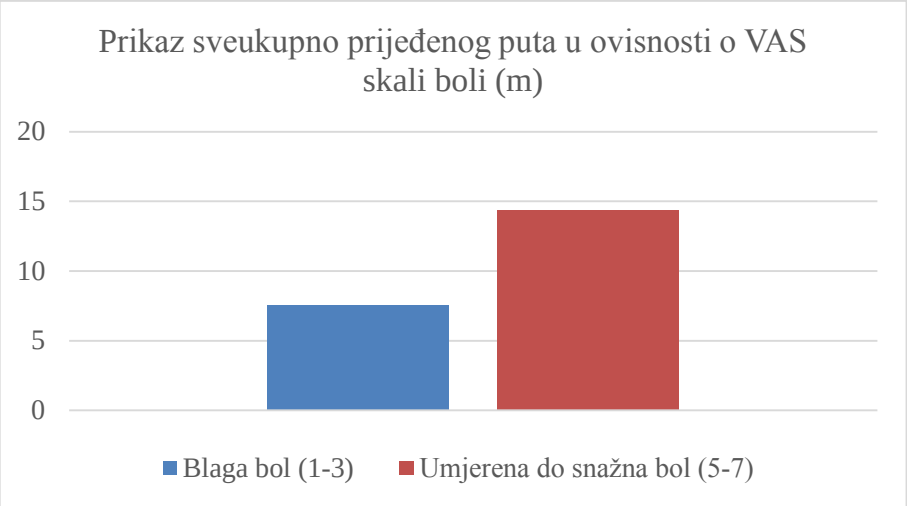
*nema statistički značajne razlike između svih mjerenih varijabli

10.7. VAS SKALA BOLI, SVEUKUPNO PRIJEĐENI PUT I STABILNOST

10.7.1. VAS SKALA BOLI I SVEUKUPNO PRIJEĐENI PUT

Statistička analiza pokazala je da ispitanici koji su svoju bol ocijenili kao blagu su sveukupno prošli manji put za vrijeme testiranja u usporedbi s ispitanicima koji su bol ocijenili kao umjerenu do snažnu. Što se pokazalo statistički značajno (p=0,003) (Slika 13).

Ispitanici koji su svoju trenutnu bol ocijenili kao blagu, prosječno su prošli 7,6 ± 2,13 m za vrijeme testiranja, a ispitanici koji su svoju bol ocijenili kao umjerenu do snažnu bol prosječno su ostvarili put od 14,37 ± 7,81 m (Slika 13).

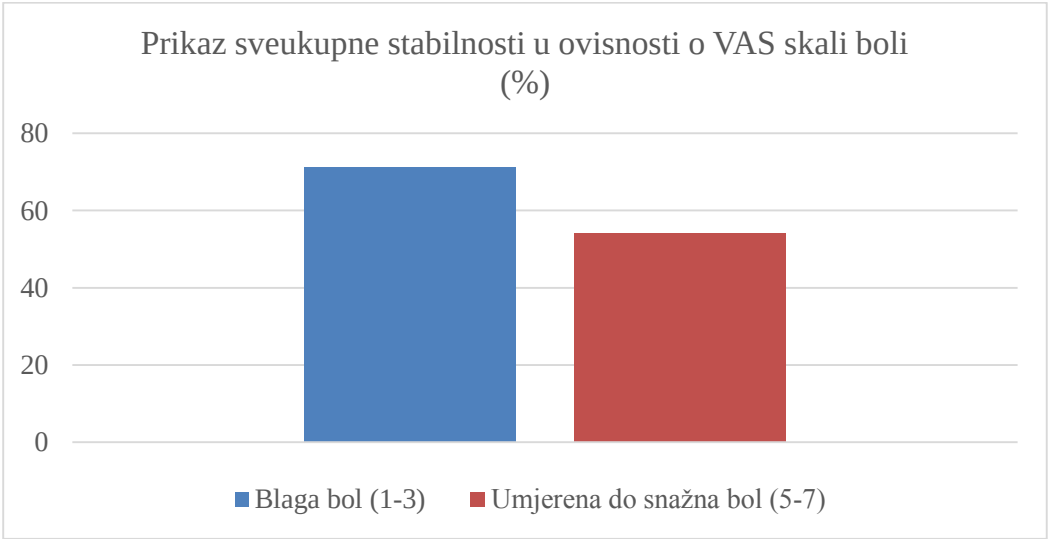


Slika 13. *Prikaz sveukupno prijeđenog puta u ovisnosti o VAS skali boli (m)*

10.7.2. VAS SKALA BOLI I SVEUKUPNA STABILNOST

Ispitanici koji su na VAS skali boli svoju bol ocijenili kao blagu prosječno su ostvarili veći postotak u održavanju sveukupne stabilnosti u usporedbi s onim ispitanicima koji su svoju bol ocijenili kao umjerenu do snažnu bol. Što se pokazalo statistički značajno (p=0,029) (Slika 13).

Ispitanici koji su svoju trenutnu bol ocijenili kao blagu, prosječno su prošli 71,33 ± 8,00 m za vrijeme testiranja, a ispitanici koji su svoju bol ocijenili kao umjerenu do snažnu bol prosječno su ostvarili put od 54,17 ± 20,98 m (Slika 13).



Slika 14. *Prikaz sveukupne stabilnosti u ovisnosti o VAS skali boli (%)*

11. RASPRAVA

Istraživanje se provodilo u laboratoriju na Fakultetu zdravstvenih studija Rijeka. Sudjelovalo je 30 ispitanika. Ispitanici su podijeljeni u dvije skupine od kojih 15 trenira boks, a 15 judo. Svi ispitanici su muškog spola. Prosječna dob ispitanika je 24 godine za boks i 23 za judo, nema statistički značajne razlike u dobi između sportaša (slika 1.). Cilj ovog rada je ustanoviti postoje li razlike u ravnoteži među mlađim osobama koje se aktivno bave boksom i mlađih osoba koje se aktivno bave judom, dok su specifični ciljevi istraživanja su mjerenje razlika prilikom zadržavanja ravnoteže na dominantnoj i nedominantnoj nozi u obje skupine te ima li utjecaja povijest ozljede/ozljeda donjih ekstremiteta na ravnotežu kod obje skupine ispitanika.

Prosječna visina ispitanika je 180,7 centimetara, a prosječna masa je iznosila 85,07 kg. Prosječan indeks tjelesne mase je 26,6 kg/m2. Boksači su prosječno bili niži i veće tjelesne mase za razliku od ispitanika iz grupe judo iako razlike nisu statistički značajne. Razlog može biti drugačiji način borbe, tromiji, judaši se više kreću po cijelom terenu te su pokretljiviji i fleksibilniji od boksača (tablica 1.).

Boksači se dijele po kategorijama, prema Međunarodnom Olimpijskom odboru na: Muha (48kg do 52kg), Pero (52kg do 57kg), Laka (57kg do 63kg), Velter (63kg do 69kg), Srednja (69kg do 75kg), Poluteška (75kg do 81kg), Teška (81kg do 91kg), Superteška (+91kg) (67). Prema prosječnoj težini boksača koji su sudjelovali u istraživanju, pripadaju teškoj kategoriji. U judu natjecatelji su svrstani u težinske judo kategorije: ekstralaka (do 60 kg), polulaka (do 66 kg), laka (do 73 kg), polusrednja (do 81 kg), srednja (do 90 kg), poluteška (do 100 kg) i teška (više od 100 kg) (68). Prema prosječnoj masi, ispitanici ovog istraživanja svrstani u grupu judo, spadaju u srednju kategoriju. Za žene su kategorije drugačije raspoređene u oba sporta.

43,33% ispitanika imalo je normalnu tjelesnu masu, iako ostali pripadaju grupi pretilih, odnosno u skupinu s prekomjernom tjelesnom masom. Nitko od ispitanika nije u skupini pretilih radi masnog tkiva i nezdravog izgleda. Ispitanici su mišićave tjelesne građe i aktivno se bave sportom. Razlog povećanom indeksu tjelesne mase je rad ispitanika na povećanju mišićne mase, volumena mišića i primjena pravilne prehrane koja omogućuje porast tjelesne mase te izgradnju mišićnog tkiva (slika 7.).

Većina ispitanika je doživjela barem jednu ozljedu (96,67%) (slika 3.). U skupini boksača nije bilo neozlijeđenih, dok je u skupini juda jedna osoba neozlijeđena. Većinom su to povrede donjih ekstremiteta (73,33%). Jedan ispitanik je naveo ozljedu kralježnice, a jedan

da nije imao uopće ozljeda. Zanimljivo je da su ozljede donjih ekstremiteta jednako prisutne u obje grupe (73,33%) (slika 4.). Također, ispitanici su češće ozljeđivali lijevu stranu tijela (56,67%), a obje strane su ozlijedila 2 ispitanika. Takav raspored ozljeda nije nužno vezan za sport kojim se ispitanici bave, niti su svima ozlijede iz tog životnog perioda (slika 5.). 66,67% boksača ozlijedilo je samo jedan dio tijela, dok je taj postotak nešto veći, no ne statistički značajan, kod judaša (73,33%) (slika 9.). Brojna istraživanja prikazala su utjecaj snage invertora i evertora na ravnotežu, utjecaj prethodnih ozljeda na samu ravnotežu i slično (24,27,35,36,38,39). Sama činjenica da su judo i boks borilački sportovi, bilo je očekivano da će biti i ozljeda. S obzirom da je boks agresivniji sport, češće su i ozljede u njemu. Judo se smatra jednim od najsigurnijih sportova za djecu do 13 godina (56).

Češće su ozljede ne-dominantne strane tijela, a to je moguće radi asimetričnog razvoja tijela. Kako bi izbjegli moguće veće asimetrije tijela, judaši vježbaju i izvode judo tehnike sa suprotnom stranom tijela, odnosno ne-dominantnom (52).

Prosječna bol prema VAS skali boli (1-10) iznosila je 2,93. Iako nema statistički značajne razlike između skupina u procjeni boli, razlika postoji. Boksači su ocijenili bol s 3,27, za razliku od judaša čiji prosjek ocjena boli iznosi 2,6. Iz razgovora s ispitanicima može se zaključiti da su boksači imali teže operacije te su češće bili podvrgnuti operacijama, stoga je veća ocjena boli bila očekivana (tablica 2.).

Stabilnost je prema prijeđenom putu bolja kod boksača, no nema statistički značajne razlike. Boksači su za 0,44 m imali manji prijeđeni put, dok je sposobnost održavanja ravnoteže za 0,93% manja kod boksač od judaša (tablica 3.).

Postoji statistički značajna razlika u sposobnosti održavanja ravnoteže između desne i lijeve noge, promatrajući sve ispitanike. Stabilnost na desnoj nozi je za 3,8% bolja nego na lijevoj nozi ($p=0,048$). Među boksačima postoji statistički značajna razlika između lijeve i desne noge ($p=0,030$), za razliku od judaša kod kojih nije pronađena statistički značajna razlika između nogu (tablica 4.). Rezultati istraživanja se razlikuju od rezultata gore navedenih i opisanih istraživanja, no ta istraživanja su navela da je moguća razlika u održavanju ravnoteže na dominantnoj i ne-dominantnoj nozi ukoliko su bile prisutne ozljede, bol ili ukoliko se test povodio zatvorenih očiju (24,26,29,32,36,44,45). Judaši su imali manju razliku koja nije statistički značajna, između dominatne i ne-dominatne noge. Razlog može biti provođenje treninga i vježbanje s ne-dominantnom nogom, bolja propriocepcija, a i trening juda pojačava somatosenzorne informacije (27,52).

Ne postoji statistički značajna razlika između ispitanika koji su ozlijedili donje ekstremitete naspram drugih ozljeda, niti postoji statistički značajna razlika u sveukupnom prijeđenom putu (tablica 5.).

Statistička analiza pokazala je da ispitanici koji su svoju bol ocijenili kao blagu su sveukupno prošli manji put za vrijeme testiranja u usporedbi s ispitanicima koji su bol ocijenili kao umjerenu do snažnu, to se pokazalo statistički značajno (p=0,003) (Slika 12). Bol znatno utječe na svakodnevne životne aktivnosti, ali i na sportske izvedbe. Sama ravnoteža je narušena ukoliko je prisutna bol kod ispitanika. Još jedan problem koji se javlja je nemogućnost koncentracije. Ispitanik se ne može dobro skoncentrirati ukoliko je prisutna bol na izvođenje bilo kakve aktivnosti pa tako i mjerenje ravnoteže, odnosno održavanje ravnoteže.

12. ZAKLJUČAK

Statističkom obradom podataka dobivenih u ovom istraživanju ispostavilo se da je ravnoteža podjednaka kod skupina. Iz tog razloga prva hipoteza „Ravnoteža je bolja kod osoba koje treniraju judo u odnosu na osobe koje treniraju boks“ nije potvrđena. Niti druga hipoteza „Ravnoteža je bolja na dominantnoj nozi kod obje skupine ispitanika“ nije prihvaćena jer nije pronađena je statistički značajna razlika u obje skupine. „Lošiju ravnotežu imat će osobe u obje skupine ispitanika koje su imaju povijest ozlijede/ ozljeda donjih ekstremiteta.“ kao treća hipoteza također je odbijena, nije statistički značajna radi malog uzorka na kojem je istraživanje provedeno, no postoji statistički značajna razlika u ravnoteži kod onih boksača koji su naveli da imaju umjerenu, do jaku bol.

Ovo istraživanje može potaknuti daljnja istraživanja i usporedbe ravnoteže između različitih borilačkih vještina, sportova i klubova. Isto tako postoje mogućnosti istraživanja razlika između mladih i starijih boraca, s većom razlikom u godinama kako bi se uspostavilo utječe li dugogodišnje iskustvo u tim sportovima na sposobnost održavanja ravnoteže. Naravno, sva istraživanja bolje je provoditi na većem broju ispitanika, tako i ovo istraživanje na ovakvu temu zahtijeva veći broj ispitanika.

13. SAŽETAK RADA

UVOD: Ravnoteža je sposobnost održavanja težišta tijela iznad baze oslonca. Kako bi se ravnoteža uspješno održala i bila postojana, centralni živčani sustav obrađuje niz informacija na nesvjesnoj razini kojima upravlja putem neuromišićne kontrole. Cilj ovog rada je ustanoviti postoje li razlike u ravnoteži među mlađim osobama koje se aktivno bave boksom i mlađih osoba koje se aktivno bave judom. Specifični ciljevi istraživanja su: izmjeriti postoji li razlika prilikom zadržavanja ravnoteže na dominantnoj i nedominantnoj nozi u obje skupine te ima li utjecaja povijest ozljede/ozljeda donjih ekstremiteta na ravnotežu kod obje skupine ispitanika.

MATERIJALI I METODE: Istraživanje razlika u ravnoteži provodilo se na 30 osoba/ispitanika. Jedna skupina sastoji se od 15 osoba koje se aktivno bave i treniraju boks, a druga skupina obuhvaća 15 osoba koje se aktivno bave i treniraju judo. Svi ispitanici su muške osobe u dobi između 18 i 33 godine. Mjerenje ravnoteže za svakog ispitanika provodilo se jednom, u trajanju od 15 minuta. Istraživanje se sastoji od dva dijela. U prvom dijelu su se prikupljali osobni podaci o ispitaniku (dob, visina, masa) te povijest ozlijede/a ukoliko ona/e postoji/e. Drugi dio je praktični dio u kojem su ispitanici morali nekoliko puta, po uputama ispitivača i računala, zakoračiti na „Posturomed 2000“ tvrtke „Bioswing“ iz Njemačke, dimenzija 60x60 cm s pripadajućom programskom podrškom „Microswing 6“ te zadržati ravnotežu na jednoj nozi 10 sekundi. Postupak se radi objektivizacije provodio 10 puta na svakoj nozi, nasumičnim odabirom nogu iskoraka i zadržavanja ravnoteže.

REZULTATI: Ravnoteža u obje grupe je podjednaka, bez statističkih značajnih razlika. Razlike između ravnoteže na dominatnoj i nedominatnoj nozi prisutne su samo kod boksača. Lošiji su rezultati kod onih sportaša s poviješću ozljeda, ali nisu statistički značajni.

ZAKLJUČAK: Mladi sportaši juda i boksa ne razlikuju se u velikom postotku u mjerenjima ravnoteže na jednoj nozi.

Ključne riječi: *statička ravnoteža, test balansa, boks, judo*

14. SUMMARY

INTRODUCTION: Balance is the ability to maintain the center of gravity of the body above the base of the support. In order to successfully maintain and maintain balance, the central nervous system processes a series of information on an unconscious level which it manages through neuromuscular control. The aim of this paper is to determine whether there are differences in the balance between younger people who are actively involved in boxing and younger people who are actively involved in judo. The specific objectives of the study are: to measure whether there is a difference in maintaining balance on the dominant and non-dominant leg in both groups and whether the history of injury / injury of the lower extremities has an impact on the balance in both groups.

MATERIALS AND METHODS: The study of balance differences was conducted on 30 persons / subjects. One group consists of 15 people who are actively involved in and train boxing, and the other group includes 15 people who are actively involved in and train in judo. All respondents are male between the ages of 18 and 33 years. Balance measurements for each subject were performed once, for 15 minutes. The research consists of two parts. In the first part, personal data about the respondent (age, height, weight) and the history of the injury, if they exist. The second part is a practical part in which the respondents had to step on the "Posturomed 2000" of the company "Bioswing" from Germany, size 60x60 cm with the corresponding software "Microswing 6" and keep balance on one leg for 10 seconds, according to the instructions of the examiners and computers. For the purpose of objectification, the procedure was performed 10 times on each leg, by randomly selecting the legs of the steps and maintaining balance.

RESULTS: Balance in both groups is equal, without statistically significant differences. Differences between balance on the dominant and non-dominant leg are present only in boxers. Worse results have those athletes with a history of injury in both groups, but they are not statistically significant.

CONCLUSION: Young judo and boxing athletes are not different in a large percentage in balance measurements on one leg.

Keywords: *static balance, balance test, boxing, judo*

LITERATURA

1. Dr. D. Kaya (2014.) Proprioeption: The Forgetten Sixth Sense, OMICS Group eBooks, August 2014. 3-5; 7.10
2. Grozdek Gordana, Maček Z. Senzorički putevi pokreta. Ur.: Keros P. Neurofacilitacijska terapija. Zagreb: Zdravstveno veleučilište Zagreb; 2011., 33–35 str.
3. Sensory pathways, CNS Clinic- Jordan; Dostupno na : http://www.humanneurophysiology.com/sensorypathways.htm
4. Subasi F. Neuroanatomical Components of Proprioception System. Ur: Kaya D. Proprioception: The Forgotten Sixth Sense [Internet]. Foster City: OMICS Group eBooks; 2014. 7. str. Dostupno: http://www.esciencecentral.org/ebooks/
5. Grozdek Čovčić Gordana, Maček Zdravko. Funkcija proprioceptora i ostalih receptora. Ur: Keros P. Neurofacilitacijska terapija. 2011., 29–33 str.
6. Bajek, Bobinac, Jerković, Malnar, Marić; Sustavna anatomija čovjeka, Rijeka 2007. 195; 210; 228-230
7. J. E. Hall ; Hrvatski urednici S. K. Taradi, I. Andreis; Guyton i Hall: Medicinska fiziologija, udžbenik, Medicinska naklada Zagreb 2012; 657.-661.
8. Grozdek G., Maček Z. Funkcija Golgijeva tetivnog aparata. Ur.: Keros P. Neurofacilitacijska terapija. Zagreb: Zdravstveno veleučilište Zagreb; 2011., 33 str.
9. Bobinac D., Dujmović M. Miologija. In: Osnove anatomije. 2. izd., Rijeka; 2011.
10. Guyton C. A., Hall E. J. Nadzor moždane kor i moždanog debla nad motoričkim funkcijama. Ur.: Taradi K. S., Andreis I.Medicinska fiziologija. 11. izd. Zagreb: Medicinska naklada d.o.o.; 693–697 str.
11. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D. Mechanoreceptors Specialized to Receive Tactile Information [Internet]. Sinauer Associates, Inc. Dostupno: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10895/
12. Chrysty C. Proprioception. Ur: GoucherJohn. Functional anatomy : musculoskeletal anatomy, kinesiology, and palpation for manual therapists. Baltimore, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010., 65–68 str.
13. Feryal Subasi. Historical Background of Proprioception. Ur: Kaya D. Proprioception: The Forgotten Sixth Sense [Internet]. Foster City: OMICS Group eBooks; 2014. Dostupno: www.esciencecentral.org/ebooks Edited
14. Guyton C. A., Hall E. J. Organizacija živčanog sustava, osnovne funkcije sinapsa, prijenosne tvari. Ur.: Taradi K.S., Andreis I. Medicinska fiziologija. 11. izd. Zagreb: Medicinska naklada d.o.o.2017. 555 str.
15. Guyton C. A., Hall E. J. Organizacija kralježnične moždine za motoričke funkcije. Ur.: Taradi K.S., Andreis I. Medicinska fiziologija. 11. izd. Zagreb: Medicinska naklada d.o.o.; 2017. 637–674 str.
16. Kostović M., Judaš I. Uloga motoričke moždane kore u voljnim pokretima. Temelji neuroznanosti e-knjiga [Internet]. Zagreb: Naklada MD.; 1997.. 348–355 str. Dostupno: http://www.hiim.unizg.hr/images/knjiga/CNS34.pdf

17. Gojković S. Pregledna neuroanatomija – mikroskopska građa kralješnične moždine (2.dio). Studentska sekcija za neuroznanost [Internet]. Zagreb; 2014;188–197 str. Dostupno: http://gyrus.hiim.hr/images/gyrus4/Gyrus4_Part7.pdf
18. Kostović M., Judaš I. Mali mozak. Temelji neuroznanosti e-knjiga [Internet]. Zagreb: Naklada MD.; str; 356-364; Dostupno na; http://www.hiim.unizg.hr/images/knjiga/CNS35.pdf
19. Goran G., Dijagnostika u rekreaciji i fitnesu, Priručnik za studente kineziološkog fakulteta u Splitu, Split, 2017.
20. Horvat V., Bokor I., Palijaš I., Pouzdanost testova za procjenu ravnoteže, koordinacije i snage kod djece mlađe vrtićke dobi, Croatian Journal of Education : Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje, 2017., Vol. 19
21. Zekić R., Vučetić V., Dijagnostički postupci za procjenu razine ravnoteže, Dijagnostika treniranosti sportaša, Kondicijski trening, CROSBI Hrvatska znanstvena bibliografija , 2016. volumen 14, broj 2, stranica 14-23
22. Springer B. A., Raul M., Cyhan T., Roberts H., Gill N. W. (2007) Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed, Journal of Geriatric Physical Therapy, 2007., Volume 30 - Issue 1 - p 8-15
23. Valovich McLeod T. C., Armstrong T., Miller M., Sauers J.L., Balance Improvements in Female High School Basketball Players after a 6-Week Neuromuscular-Training Program, Journal of Sport Rehabilitation, 2009., Volume 18: Issue 4, Pages: 465–481
24. Watson T., Graning J., McPherson S., Carter E., Edwards J., Melcher I., Burgess T., Dance, balance and core muscle performance measures are improved following a 9-week core stabilization training program among competitive collegiate dancers, Int J Sports Phys Ther. 2017., 12(1): 25–41
25. Jakobsen M. D., Sundstrup E., Krustrup P., Aagaard P., The effect of recreational soccer training and running on postural balance in untrained men, European Journal of Applied Physiology, 2011., volume 111, pages 521–530
26. Im Yi T., Kang Y., Soo Lee Y., Reliability of Single Leg Balance Test Using Posturography, Korean J Sports Med. 2014., 32(2): 120-125
27. Huurnink A., Fransz D.P., Kingma I., van Dieën J. H., Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks, Journal of Biomechanics, 2013., Volume 46, Issue 7, Pages 1392-1395
28. Muehlbauer T., Mettler C., Roth R., Granacher U., One-Leg Standing Performance and Muscle Activity: Are There Limb Differences?, Journal of Applied Biomechanics, 2014., Volume 30: Issue 3, Pages: 407–414
29. Wei-Hsiu L., Ying-Fang L., City Chin-Cheng H., Lee A. J. Y., Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults, Journal of Science and Medicine in Sport, 2009., Volume 12, Issue 1, Pages 42-49
30. Clark R. A., Bell S. W., Feller J. A., Whitehead T. S., Webster K. E., Standing balance and inter-limb balance asymmetry at one year post primary anterior cruciate ligament reconstruction: Sex differences in a cohort study of 414 patients, Gait & Posture, 2017., Volume 52, 318-324

31. Springer B. K., Pincivero D.M., The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and women, Gait & Posture, Volume 30, Issue 1, Pages 50-54, 2009
32. Park Y. H., Park S. H., Kim S. H:, Choi G. W., Kim H. J., Relationship Between Isokinetic Muscle Strength and Functional Tests in Chronic Ankle Instability, The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2019., Volume 58, Issue 6, Pages 1187-1191
33. Butler R. J., Thiele R. A. R., Barnes L., Bolognesi M.P., Queen R. M., Unipedal Balance Is Affected by Lower Extremity Joint Arthroplasty Procedure 1 Year Following Surgery, The Journal of Arthroplasty, Volume 30, Issue 2, Pages 286-289, 2015
34. Howells B. E., Clark R. A., Ardern C. L., Bryant A. L., Feller J. A., Whitehead T. S., Webster K. E., The assessment of postural control and the influence of a secondary task in people with anterior cruciate ligament reconstructed knees using a Nintendo Wii Balance Bord, British Journal of Sports Medicine, 2012., Volume 47, Issue 14
35. Mohekar P., The relationship between single leg balance test and ankle sprain in basketball players, Sports Physiotherapy, Padmashree Institute of Physiotherapy, Nagarbhavi, Bangalore, 2010
36. Paquette M. R., Schilling B. K., Joshua D. Bravo J.D., Shelby A. Peel, Yuhua Li, Robert J. Townsend, Computerized Agility Training Improves Change-of-Direction and Balance Performance Independently of Footwear in Young Adults, Research Quarterly for Exercise and Sport, 2017., Volume 88, Issue 1, Pages 44-51
37. Taş S., Ünlüer N. O., Çetin A., Thickness, cross-sectional area, and stiffness of intrinsic foot muscles affect performance in single-leg stance balance tests in healthy sedentary young females, Journal of Biomechanics, 2019., Volume 99
38. Dingenen B., Malfait B., Nijs S., Peers K. H. E., Vereecken S., Verschueren S.M.P., Janssens L., Staes F.F., Postural Stability During Single-Leg Stance: A Preliminary Evaluation of Noncontact Lower Extremity Injury Risk, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2016., Volume 46, Issue 8, Pages 650-657
39. Lesinski M., Hortobágyi T., Muehlbauer T., Gollhofer A., Granacher U., Dose-Response Relationships of Balance Training in Healthy Young Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis, Sports Medicine, 2015., volume 45, pages557–576
40. Glavaš M.M., Utjecaj deformacije stopala na ravnotežu kod mlađih judaša, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, Zagreb, 2019.
41. Stojanović M., Utjecaj i razvoj motoričkih sposobnosti u boksu, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, Specijalistički diplomski stručni studij: Kondicijska priprema sportaša, Zagreb, 2019.
42. Ponce-Gonzalez J. G., Sanchis-Moysi J., Gonzalez-Henriquez J. J., Arteaga-Ortiz R., Calbet J. A. L., Dorado C., A reliable unipedal stance test for the assessment of balance using a force platform, The journal of sports medicine and physical fitness, 2014., volume 54, issue 1, pages 108-17
43. Advanced Physical Therapy Education Institute: Single leg balance test; Dostupno na: http://www.aptei.ca/library-article/1909/

44. E Holme 1, S P Magnusson, K Becher, T Bieler, P Aagaard, M Kjaer, The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain, Med Sci Sports;9(2):104-9. 1999
45. Diane Madras, J. B. Barr, Rehabilitation for functional ankle instability, Journal of Sport Rehabilitation, vol. 12, issue 2, 133-142, 2003
46. Denızoglu Kulli, Hilal, Yeldan, Ipek, Yildirim, Necmiye Un, Influence of quadriceps angle on static and dynamic balance in young adults, Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, vol. 32, no. 6, pp. 857-862, 2019
47. Scott R. Brown, Matt Brughelli, Seth Lenetsky, Profiling Single-Leg Balance by Leg Preference and Position in Rugby Union Athletes, Motor Control, Volume 22: Issue 2, Pages: 183–198, 2018
48. Nihan Ozunlu, Gul Oznur Basari, Gul Baltaci, The effects of carrying extra weight on ankle stability in adolescent basketball players, The Foot, Volume 20, Issues 2–3, June–September, Pages 55-60, 2010
49. D. Corydon Hammond, Neurofeedback to Improve Physical Balance, Incontinence, and Swallowing, Journal of Neurotherapy, Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience, Volume 9,- Issue 1, 2005
50. Maszczyk A., Gołaś A., Pietraszewski P., Kowalczyk M., Cięszczyk P., Kochanowicz A., Smółka W., Zając A., Neurofeedback for the enhancement of dynamic balance of judokas, Journal List, Biol Sport, v.35(1), 99–102.; 2018
51. Morales J., Ubasart C., Solana-Tramunt M., Villarrasa-Sapiña I., González L. M., Fukuda D., Franchini E., Effects of Rapid Weight Loss on Balance and Reaction Time in Elite Judo Athletes, Human kinetics journal, Volume 13: Issue 10, Pages: 1371–1377, 2018
52. Margnes E., Paillard T., Teaching balance for judo practitioners, Ido Movement for Culture : journal of martial arts anthropology : theory of culture, psychophysical culture, cultural tourism, anthropology of martial arts, combat sports 11/1, 42-46, 2011
53. Barbado D., Lopez-Valenciano A., Juan-Recio,Carlos Montero-Carretero C., H. van Dieën J., J. Vera-Garcia F., Trunk Stability, Trunk Strength and Sport Performance Level in Judo, PLOS ONE 11(9), 2016
54. Schroeder Martins H., Dero Lüdtke D., César de Oliveira Araújo J., José Cidral-Filho F., Shiguemi Inoue Salgado A., Viseux F., Fernandes Martins D., Effects of core strengthening on balance in university judo athletes, Journal of Bodywork and Movement Therapies, Volume 23, Issue 4, Pages 758-765, 2019
55. Pion J., Fransen J., Lenoir M., Segers V., The value of non-sport-specific characteristics for talent orientation in young male judo, karate and taekwondo athletes, ARCHIVES OF BUDO | SCIENCE OF MARTIAL ARTS, vol. 10, 147-154, 2014
56. Varošanec R., Povijest i razvoj borilačkih sportova u Hrvatskoj, završni rad, Međimursko veleučilište u Čakovcu, Menadžment turizma i športa, Čakovec, dabar, 2020
57. Blower G., Boxing: Training, Skills and Techniques, Izdavač: Crowood Press, 2006, 110
58. Boddy K., Boxing: A Cultural History, Izdavač: Reaktion Books, 2013, 480

59. Zemková E., Sport-Specific Balance, Sports Medicine volume 44, pages579–590, 2014
60. Stojanović, M., Utjecaj i razvoj motoričkih sposobnosti u boksu, specijalistički diplomski stručni, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, dabar, 2019
61. Neselius S., Zetterberg H., Blennow K., Randall J., Wilson D., Marcusson J., Brisby H., Olympic boxing is associated with elevated levels of the neuronal protein tau in plasma, Journal Brain Injury, Volume 27, Issue 4, Pages 425-433, 2013
62. Haider Bioswing; Dostupno na: http://www.haider-bioswing.com/company
63. Krišto R., Utjecaj umora na statički balans, završni rad, Fakultet zdravstvenih studija Rijeka, Rijeka, 2018.
64. Haider Bioswin; Dostupno na: http://www.haider-bioswing.com/therapiesysteme/bioswing-posturomed/posturomed-zubehoer
65. Budimir M., Mjerenje statičke ravnoteže prije i nakon izvođenja vježbi repetativne snage, završni rad, Fakultet zdravstvenih studija Rijeka, Rijeka, 2016
66. Uputstva MicroSwing 6 ®. 2007;1–58. Dostupno: http://www.bioswing.de/sites/bioswing.de/files/pages/downloads/user_manual_microswing_6.03_2nd_edition_2.pdf
67. Kategorije u boksu, Dostupno na: http://www.croring.com/news/potvrdene-tezinske-kategorije-za-boks-na-olimpijskim-igrama-u-tokiju/24112.aspx
68. Kategorije u judu, Dostupno na: https://www.rtl.hr/zivotistil/edukacija/3637827/koje-su-judo-kategorije/

PRILOZI

Prilog A: Popis ilustracija

Popis slika

Slika 1. *Mišićno vreteno*, stranica 2

Preuzeto s: http://www.as.wvu.edu/~rbrundage/chapter8b/sld021.htm

Slika 2. *Golgijev tetivni aparat*, stranica 3

Preuzeto s: https://www.pinterest.com/pin/206673070372908624/

Slika 3. *Vestibularni sustav*, stranica 4

Preuzeto s: https://hr.birmiss.com/vestibularni-kohlearni-zivac-opis-struktura-i-anatomija/

Slika 4. *Prikaz funkcioniranja balansa*, stranica 6

Preuzeto s: http://vestibular.org/understanding-vestibular-disorder/human-balance-system

Slika 5. *Formula stabilnosti*,stranica 34

Preuzeto s: Uputstva za programske podršku „Microswing“ tvrtke „Bioswing“

Slika 6. *Prikaz dobi ispitanika,* stranica 38

Slika 7. P*rikaz kategorija uhranjenosti prema BMI-u (%),*stranica 40

Slika 8. *Prikaz ozlijeđenih i neozlijeđenih ispitanika (%),*stranica 40

Slika 9. *Prikaz ozljeđivanja pojedinog dijela tijela (%),* stranica 41

Slika 10. *Prikaz ozljeđivanja određene strane tijela (%)*,stranica 42

Slika 11. *Prikaz broja ozlijeđenih dijelova tijela (%)*,stranica 43

Slika 12. *Prikaz ocjenjivanja boli pomoću VAS skale boli (%)*,stranica 44

Slika 13. *Prikaz sveukupno prijeđenog puta u ovisnosti o VAS skali boli (m),* stranica 48

Slika 14. *Prikaz sveukupne stabilnosti u ovisnosti o VAS skali boli (%),*stranica 48

Popis tablica

Tablica 1 – *prikaz visine, tjelesne mase i Indeksa tjelesne mase,* stranica 39

Tablica *2* – *prikaz VAS skale boli,* stranica 43

Tablica 3 – *prikaz sveukupno prijeđenog puta i rezultata testova stabilnosti,* stranica 45

Tablica 4 – *prikaz rezultata testova stabilnosti u ovisnosti o sportu i testiranoj nozi*, stranica 46

Tablica 5 – *prikaz sveukupno prijeđenog puta i rezultata testova stabilnosti ovisno o mjestu ozljede*, stranica 47

Prilog B: Odobrenje Etičkog povjerenstva Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci

Životopis

Osobni podaci

Prezime / Ime	**Rakić, Daniela**
Adresa	Udatnoga 2, 51000 Rijeka,
Telefon	Broj mobilnog telefona: +385 91 550 89 31
E-mail	daniela.rakic1@gmail.com
Državljanstvo	Republike Hrvatske
Datum rođenja	18.02.1997.
Spol	Ž

Obrazovanje

Datum	2003.-2011.
Naziv škole	Osnovna škola Eugen Kumičić, Rijeka
Završna ocjena kroz sve razrede	Odličan (5)
Datum	2011.-2015.
Naziv škole	Prirodoslovna i grafička škola Rijeka
Smjer	Prirodoslovna gimnazija
Završne ocjene kroz razrede	1.,2.,3. razred: vrlo dobar (4), 4. razred: odličan (5)
Datum	2015-2018.
Naziv fakulteta	Fakultet zdravstvenih studija Rijeka
Smjer	Preddiplomski stručni studij fizioterapije
Težinski prosjek ocjena	4,362
Datum	2018.>-2020.
Naziv fakulteta	Fakultet zdravstvenih studija Rijeka
Smjer	Diplomski studij fizioterapije
Prosjek ocjena	4,679

Radno iskustvo

-rad na benzinskoj postaji OMV Vrata Jadrana (sada CRODUX)-sezonski posao-pranje stakla
-promocija različitih pića
-rad u wellnessu
-rad u poliklinici
-pripravnički staž u Kliničkom bolničkom centru Rijeka
-rad u spa
-rad u kafiću

Osobne vještine i kompetencije

Materinski jezik	Hrvatski jezik
Drugi jezici	
Ruski jezik	-tečno znanje konverzacije, srednji nivo čitanja i pisanja
Engleski jezik	-tečno znanje konverzacije, pisanja i čitanja
Talijanski jezik	-napredni nivo konverzacije i čitanja, srednji nivo pisanja
Društvene vještine i kompetencije	Sposobnost rada u timu, ambicioznost, dobre komunikacijske vještine, smisao za organizaciju, upornost, snalažljivost, odgovornost , dobronamjernost i pouzdanost. Spremnost kontinuiranom usavršavanju. Studentica sam druge godine Diplomskog studija fizioterapije na „Fakultet(u) zdravstvenih studija Rijeka“. U slobodno vrijeme treniram u teretani, a od treće godine sam u sportu. Volim druženja, šetnje sa psom, putovanja, automobile i tome slično.
Računalne vještine i kompetencije	-aktivno korištenje Microsoft Word -aktivno korištenje Microsoft PowerPoint -aktivno i svakodnevno korištenje Interneta -izvrsno poznavanje Microsoft Excel-a
Ostalo	Tijekom fakultetskog razdoblja sudjelovala je u projektu Student-mentor sudjelovala je kao mentor dvije godine. Također bila je članica organizacijskog odbora 3. Interdisciplinarnog studentskog simpozija InHealth “Pristup neurološkom bolesniku“. Volontersko sudjelovanje u realizaciji projekta "Multisenzorički vrt" (rujan - prosinac 2016.) u suradnji sa Sveučilištem Washington iz Seattlea, pod pokroviteljstvom Ministarstva znanosti i obrazovanja, Primorsko-goranske županije, Grada Rijeke i Riječke nadbiskupije. Asistirala je na studentskom projektu „Biciklijada“. Pasivno je sudjelovala na studentskom kongresu neuroznanosti NeuRi 2017., na tečaju Primjena radiofrekvencije u fizikalnoj terapiji. Pripravništvo odrađeno u Kliničkom bolničkom centru Rijeka u trajanju od 28.11.2018. do 27.11.2019.. Stručni ispiti položen je 23.1.2020..
Vozačka dozvola	B kategorije “