

UNIVERZITET CRNE GORE
FAKULTET ZA SPORT I FIZIČKO VASPITANJE

Jovan Gardašević

SENZOMOTORNE PERFORMANSE
DOMINANTNE I NEDOMINANTNE RUKE
KOD VRHUNSKIH SPORTISTA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Nikšić, 2019.

UNIVERSITY OF MONTENEGRO
FACULTY FOR SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Jovan Gardasevic

SENSOMOTOR PERFORMANCE OF THE
DOMINANT AND NON DOMINANT HAND
IN TOP ATHLETES

PhD Dissertation

Niksic, 2019

PODACI I INFORMACIJE O DOKTORANDU

Ime i prezime: Jovan Gardašević

Datum i mjesto rođenja: 24.05.1973. godine, Nikšić, Crna Gora

Naziv završenog postdiplomskog studijskog programa: Akademske postdiplomske magistarske studije, Fizička kultura

Godina završetka: 2010.

PODACI I INFORMACIJE O MENTORU

Titula, ime i prezime: prof. dr Duško Bjelica

Zvanje: redovni profesor Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje Univerziteta Crne Gore

PODACI I INFORMACIJE O ČLANOVIMA KOMISIJE

Članovi komisije za odbranu doktorske disertacije:

1. Prof. dr Stevo Popović, vanredni profesor Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje Univerziteta Crne Gore, predsjednik komisije
2. Prof. dr Duško Bjelica, redovni profesor Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje Univerziteta Crne Gore, mentor
3. Prof. dr Zoran Milošević, redovni profesor Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanje Univerziteta u Novom Sadu, član
4. Prof. dr Selcuk Akpinar, vanredni profesor na Fakultetu za obrazovanje-odsjek Fizičko vaspitanje i sport Univerziteta u Nevşehir, član
5. Prof. dr Kemal Idrizović, redovni profesor Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje Univerziteta Crne Gore, član

Datum odbrane doktorske disertacije: 13.06.2019. godine

SAŽETAK

Pojedini istraživači su postavili hipotezu koju su potvrdili u svojim istraživanjima, da dugoročan trening u sportu može korigovati motoričku asimetriju ruku u smislu smanjivanja razlika među rukama prilikom izvođenja motoričkih pokreta. Međutim, treba nastaviti sa istraživanjima i provjeriti da li se ova hipoteza može potvrditi u različitim sportovima i prilikom procjenjivanja različitih varijabli, kao što su, na primjer, senzomotorne. U skladu sa izrečenim, ova doktorska disertacija se bavi istraživanjem sa ciljem da ispita da li dugoročan trening u sportu kod vrhunskih vaterpolista može modifikovati (smanjiti) senzomotornu asimetriju između lijeve i desne ruke prilikom izvođenja motoričkih pokreta. Pretpostavka je da bi vaterpolisti trebali da izvode motoričke pokrete koji pokazuju manju asimetričnost desne i lijeve ruke u poređenju sa nesportistima.

Vaterpolisti - članovi reprezentacije Crne Gore do 20 godine (U20), i nesportisti - studenti prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru, kojima je desna ruka dominantna, su testirani na izvođenje motoričkih pokreta i jednom i drugom rukom, i dominantnom i nedominantnom, tokom jasno određenih motoričkih zadataka. Trinaest vaterpolista i trinaest nesportista su tokom eksperimenta izvodili posezajuće motoričke pokrete: (a) desnom i (b) lijevom rukom. Varijable koje su ispitivane i procjenjivane su brzina pokreta, preciznost pokreta, kvalitet putanje pokreta i vrijeme reakcije pokreta za svaki pokušaj posebno za desnu i posebno za lijevu ruku. Ovim testiranjem je bilo moguće procijeniti potencijalne razlike među rukama u pomenutim varijablama prilikom izvođenja zadatih pokreta.

U skladu sa postavljenom hipotezom, rezultati su pokazali da vaterpolisti imaju statistički značajno manju asimetriju ruku u varijablama preciznost pokreta i vrijeme reakcije pokreta. Ovi rezultati potvrđuju da se asimetrija izvođenja pokreta desnom i lijevom rukom može smanjiti intenzivnim dugoročnim treningom u sportu.

Ključne riječi: senzomotorna asimetrija, posezajući pokret rukom, sportisti, vaterpolis

ABSTRACT

Some researchers have set a hypothesis which was later confirmed in their researches, where it has been stated that long-term participation in sport training can influence motor asymmetry of the arms in a terms of decreasing interlimb difference while performing motoric movements. However, whether this pattern is observable in different sports and with different variables, like sensomotor performance, still needs to be tested. Therefore, this doctoral dissertation investigates if long-term sport participation might modify the motor and perceptual performance asymmetries of arms in water polo players. It was hypothesized that water polo players would perform with less interlimb asymmetry in comparison to non-athletes.

Right-handed water polo players – members of national team of Montenegro up to 20 years (U20), and non-athletes – students of the first year of the Maritime Faculty in Kotor, were tested on motor performance for both arms, dominant and non-dominant, during a precise reaching task. Thirteen water polo players and thirteen non-athletes performed reaching movements under two experimental conditions: (a) right arm, and (b) left arm. Velocity, accuracy, hand path deviation from linearity, and reaction time were calculated for each trial and for both arms. The potential interlimb differences in movement performance could be assessed by testing.

Consistent with the hypothesis, our findings showed that water polo players displayed substantially less asymmetry in the performance of accuracy and reaction

time. These findings suggest that performance asymmetries of arms can be altered via intense long-term practice.

Keywords: sensomotor asymmetry, reaching arm movement, athletes, water polo players

S A D R Ź A J

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI OKVIR RADA	10
2.1 Pregled dosadašnjih istraživanja	10
3. PROBLEM, PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	15
3.1 Problem istraživanja	15
3.2 Predmet istraživanja	15
3.3 Ciljevi istraživanja	16
4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	18
5. METOD RADA	20
5.1 Tok i postupci istraživanja	20
5.2 Uzorak ispitanika	22
5.3 Uzorak varijabli	23
5.4 Opis mjernih instrumenata	24
5.5 Statistička obrada podataka	27
6. REZULTATI I DISKUSIJA	29
6.1 Brzina pokreta rukom	29
6.2 Preciznost pokreta rukom (Greška konačne pozicije - FPE)	35
6.3 Kvalitet putanje pokreta rukom (Odstupanje putanje ruke od idealne - HPDL)	44
6.4 Vrijeme reakcije pokreta rukom (RT)	49
7. ZAKLJUČAK	55
8. LITERATURA	67

1. UVOD

Desnu ruku kao dominantnu danas u svijetu koristi oko 90% cjelokupnog stanovništva (Caliskan & Dane, 2009). Dominantna ruka se više upotrebljava za neke radnje koje su dinamične ili za obavljanje zadataka kao što su na primjer, bacanje nekih predmeta, upotreba raznih noževa ili sječiva prilikom rezanja, itd. Većina aktivnosti u svakodnevnom životu koje uključuju korišćenje nekih alatki ili raznih instrumentarija, pisanje olovkom, upotrebu ključa, pranje zuba, češljanje kose ili paljenje svijetla dodirom na prekidač, izvode se automatski, bez svjesnog napora. Kada neki motorički zadatak ili motorička aktivnost zahtijevaju korišćenje samo jedne ruke, može da se izabere bilo dominantna ili nedominantna ruka, u zavisnosti od zahtjeva samog zadatka. Neki zadaci koji zahtijevaju istovremeno korišćenje obje ruke, kao na primjer rezanje hljeba ili guljenje kore od banane, oni se obavljaju podjelom zadataka među rukama. Često se zadatak koji ne zahtijeva pokret obavlja nedominantnom rukom, a zadatak koji zahtijeva pokret obavlja dominantnom rukom.

Iako se dominantnost jedne ruke često posmatra kao odraz bolje spretnosti te ruke u odnosu na nedominantnu ruku, ona se u većini slučajeva procjenjuje upitnikom o dominantnosti ruke u odnosu na procjenjivanje razlika među rukama u izvođenju pokreta. Izrazi “dominantna ruka” ili “prioritetna ruka” se koriste naizmjenično u literaturi. Odnos razlika u izvođenju motoričkog pokreta jednom i drugom rukom, i izbora ruke za izvođenje nekog motoričkog pokreta trebalo bi pojasniti. Ako bi se u izvođenju nekog motoričkog pokreta izuzeli bitni faktori kao što su preciznost ili efikasnost toga pokreta, onda bi trebalo koristiti obje ruke podjednako dobro. Ako se u izvođenju nekog

motoričkog pokreta izuzme takođe bitan faktor kao što je spretnost pokreta, drugi faktori kao što su na primjer, neposredna blizina ruke zadatku koji se obavlja, igraju vodeću ulogu u odabiru ruke koja će biti korišćena u tom zadatku. Međutim, kada motorički zadatak zahtijeva vješte manipulacije kao što su pogađanje mete bacanjem nekog predmeta, tada se uvijek bira dominantna ruka. Faktori koji određuju odabir ruke koja će se koristiti za rješavanje datog motoričkog zadatka treba da obezbijede uvid u mehanizme koji leže u osnovi dominantnosti jedne ruke.

Izbor ruke koja treba da izvede određeni motorički zadatak generalno predstavlja osobinu biološki predodređenu. Međutim, mnoga istraživanja su potvrdila da i neki drugi faktori, kao što su položaj nekog objekta i informacije pažnje u vezi sa zahtjevima motoričkog zadatka takođe mogu da utiču na taj fenomen (Leconte & Fagard, 2006). Dobijeni rezultati iz pomenutih istraživanja pokazuju da motorički zadatak koji treba da se obavi i njegov sadržaj igraju važnu ulogu u procesu odabira ruke kojom treba taj zadatak obaviti. Izbor ruke za obavljanje nekog motoričkog zadatka, koji je u zavisnosti od sadržaja tog zadatka, prikazan je u eksperimentima (Stins, Kadar, & Costall, 2001) u kojima je došlo do frekventnijeg korišćenja dominantne ruke prilikom podizanja u vis pune čaše u odnosu na praznu. Kasnije, Gabbard i Helbig (2004) su potvrdili slično ponašanje prilikom posezajućih pokreta iz lijeve ili desne hemisfere preko radnog prostora u suprotnu hemisferu. Da bi objasnili moguće faktore koji utiču na izbor ruke prilikom posezajućih motoričkih pokreta, oni su pokazali da izraziti dešnjaci koriste svoju dominantnu ruku da pokriju oko 60% frontalnog prostora ispred sebe u slučaju tih motoričkih pokreta. Na osnovu rezultata tog istraživanja, srednja linija za frekvenciju posezajućih motoričkih pokreta je pomjerena u lijevo za približno 20° u odnosu na

stvarnu srednju liniju tijela. Lošija strana ovog istraživanja bila je da je u eksperimentu bilo ograničenje na samo 7 ili 9 ciljeva postavljenih u lučnom obliku koje je trebalo dosegnuti motoričkim pokretima jedne ili druge ruke i to udaljenih na oko 70% od dužine ruke, tako da prostor bliži tijelu nije bio ispitivan. Generalno, ova istraživanja pokazuju da je izbor ruke kojom treba obaviti određeni motorički zadatak zavisao od zahtjeva samog zadatka.

Da je izbor ruke kojom treba obaviti neki motorički zadatak vezan i za energetske potrošnju i dinamičku efikasnost pokreta za obavljanje tog zadatka, pokazao je Akpinar (2011) u svom istraživanju. On je utvrdio da se izbor ruke za obavljanje motoričkog zadatka mijenja u uslovima kada ne postoji povratna vizuelna informacija, čime je pokazao da je izbor ruke aktivan i zavisao od asimetrije ruku prilikom izvođenja senzomotornih pokreta.

U skorije vrijeme napravljeni su prvi pokušaji da se objasne u osnovi mehanizmi izbora ruke za posežajućim motoričkim pokretima. Kim, Gabbard, Buchanan i Ryu (2007) su istraživali osnovnu kinematiku posežajućih motoričkih pokreta i dali određeno objašnjenje da izbor ruke za izvođenje određenog motoričkog zadatka zavisi od strategije efikasnih zajedničkih obrtnih momenata. Iako ovo obrazloženje nije podržano direktno sa podacima, autori su dali ovo objašnjenje na osnovu prethodnih istraživanja na Dinamičkoj dominaciji hipoteza (Sainburg, 2002; Sainburg & Kalakanis, 2000). Dinamička dominacija hipoteza uključuje lateralizovanost funkcija mozga u pokretu neurokontrolnih mehanizama. Ova hipoteza detaljnih asimetrija izvođenja motoričkih pokreta govori da je svaka hemisfera specijalizovana za kontrolu različitih aspekata izvođenja nekog pokreta. Ova hipoteza je nazvana dinamička dominacija, zato što

dominantna ruka ima prednost u prilagođavanju na nove dinamične uslove (Vang & Sainburg, 2006), u određivanju obrtnog momenta amplituda, i u koordinaciji intersegmentne dinamike tokom posezajućih pokreta (Shabbott & Sainburg, 2008). Međutim, nedominantna ruka često bolje funkcioniše u odnosu na konačnu poziciju preciznosti, bez razmatranja greške u koordinaciji tokom kretanja (Duff & Sainburg, 2007). Prema ovoj hipotezi, dakle, nedominantna hemisfera je specijalizovana za kontrolu stabilnog stanja pozicije ruke, a dominantna hemisfera je specijalizovana za kontrolu putanje pokreta tokom posezajućih motoričkih pokreta. Te senzomotorne asimetrije prilikom izvođenja pokreta vjerovatno su glavni razlog za dominantnost ruke.

Kao što je gore navedeno, u pokretima koji zahtjevaju brzinu, pravac i premještanje, za upotrebu dominantne ruke je potreban znatno manji mišićni obrtni momenat nego za upotrebu nedominantne ruke (Bagesteiro & Sainburg, 2002). Na osnovu rezultata ovog istraživanja, nedominantna ruka se koristi za manje efikasne dinamičke pokrete.

Drugo istraživanje (Goble & Brown, 2010) pokazuje da razlike u izvođenju pokreta mogu takođe biti povezane sa asimetrijom u vizuelnom ili proprioceptivnom procesu. Goble i Brown (2010) tvrde da nedominantna ruka ima prednost tokom odgovarajuće proprioceptivne mete, a da dominantna ruka ima prednost tokom odgovarajuće vizuelne mete. Lenhard i Hoffmann (2007) su u svom istraživanju utvrdili da su nedominantnom rukom preciznije izvođeni motorički pokreti gdje je za ciljani zadatak bila potrebna upotreba jedne ruke, bez povratne vizuelne informacije. Štaviše, koordinacioni obrazac izvođenja pokreta dominantnom rukom je smanjen kada nema povratne vizuelne informacije. U takvim uslovima, izbor desne dominantne ruke za

izvođenje pokreta u kontralateralni prostor je znatno smanjen, što je rezultiralo frekventnijem korišćenju lijeve ruke na svojoj strani kada je traženo od ispitanika da vrše posezajuće pokrete u cilj u uslovima bez povratne vizuelne informacije. Ovi rezultati potvrđuju da se odluke o izboru ruke za obavljanje određenih motoričkih zadataka mijenjaju uz različite uslove samih zadataka.

U odnosu na vježbanje, Teikeira i Okazaki (2007), Teikeira i Teikeira (2007) u svojim istraživanjima su pokazali da odabir ruke za određene motoričke pokrete može biti modifikovan unimanuelnim vježbanjem lijevom rukom. Istraživanje koje su sprovedi Coelho, Przybyla, Yadav i Sainburg (2013) dalo je rezultate na osnovu kojih se može tvrditi da frekventnije korišćenje desne ruke u odnosu na lijevu ruku u radnom prostoru može biti povezano sa boljom koordinacijom i preciznošću desne ruke, kao i da intenzivan trening utiče na izbor ruke koju treba koristiti prilikom obavljanja određenih motoričkih zadataka.

Mikheev, Mohr, Afanasiev, Landis i Thut (2002) su u svom istraživanju dokazali da su vrhunski džudisti kojima je desna ruka bila dominantna, bolje izvodili određene motoričke pokrete lijevom rukom u odnosu na nesportiste. Obzirom da džudisti koriste mnogo više motoričkih pokreta koji uključuju upotrebu obje ruke i za napadačke i za odbranbene akcije, može biti razumljivo da više koriste lijevu ruku u poređenju sa nesportistima.

Nedavno istraživanje Maeda, Souza i Teixeira (2014) pokazalo je modifikaciju upotrebe dominantne ruke u poređenju između majstora karatea i amatera karatea. Ovo istraživanje je pokazalo manje frekventan odabir desne (dominantne) ruke kod majstora karatea u poređenju sa odabirom desne ruke kod amatera karatea. Autori su takođe došli

do zaključka da je manja asimetrija između lijeve i desne ruke za određene specifične pokrete kod majstora karatea, u odnosu na amatere karatea.

U skladu sa rezultatima ovih istraživanja, neki istraživači tvrde da izvođenje motoričkih pokreta jednom ili drugom rukom nije predodređeno i da se može mijenjati kroz vježbanje naročito u sportu (Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh, & Taub, 1995). Takođe, u nedavnim istraživanjima je ispitivano da li dugoročno bavljenje unimanuelnim sportovima sa korišćenjem jedne ruke (Akpinar, Sainburg, Kirazci, & Przybyla, 2015) i bimanuelnim sportovima sa korišćenjem obje ruke (Akpinar, 2015) može modifikovati asimetriju desne i lijeve ruke za izvođenje određenih motoričkih pokreta, i time modifikovati dominantnost jedne ruke. Rezultati za unimanuelni sport gdje se najveći broj motoričkih pokreta izvodi jednom rukom (mačevanje), pokazali su znatno manju asimetriju desne i lijeve ruke u izvođenju posezajućih motoričkih pokreta kod mačevaoca u poređenju sa nesportistima (Akpinar, Sainburg, Kirazci, & Przybyla, 2015). Slični rezultati su dobijeni i u bimanuelnom sportu gdje se najveći broj motoričkih pokreta izvodi istovremeno upotrebom obje ruke (veslanje). U ovom istraživanju je zabilježena znatno manja asimetrija između desne i lijeve ruke prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta kod veslača u poređenju sa nesportistima (Akpinar, 2015). Takođe, Akpinar (2016) je testirao da li dugoročan trening kod košarkaša pravi razliku u odnosu na nesportiste prilikom izvođenja motoričkih pokreta desnom i lijevom rukom. Rezultati ovog istraživanja su pokazali preciznije izvođenje određenih motoričkih pokreta sa kvalitetnijom trajektorijom putanje pokreta od strane košarkaša u poređenju sa nesportistima. I Youngen (2013) je utvrdio da su sportistkinje u odnosu na nesportistkinje

imale statistički značajno bolju brzinu motoričkih pokreta i znatno bolje vrijeme reakcije motoričkih pokreta.

Rezultati pomenutih istraživanja, podržani nizom ostalih istraživanja (Przybyla, Coelho, Akpinar, Kirazci, & Sainbur, 2013; Coelho i saradnici, 2013; Mikheev i saradnici, 2002) ukazuju na to da značajne modifikacije u asimetriji lijeve i desne ruke prilikom izvođenja motoričkih pokreta mogu biti plod dugoročnog treninga. Ovi istraživači su zaključili da dugoročno bavljenje sportskim aktivnostima, može da mijenja način izvođenja motoričkih pokreta kao i moždane predstave različitih djelova tijela. Konkretno, očekuje se da lateralizovani profil kod sportista treba da bude povezan sa većim učešćem desne hemisfere kod izvođenja motoričkih pokreta, što je rezultat dugoročnog treninga. Dakle, kod vrhunskih sportista bi trebalo da se povećava spretnost izvođenja motoričkih pokreta i desnom i lijevom rukom. Pretpostavlja se takođe da obrazac izbora ruke za rješavanje određenih motoričkih zadataka kod vrhunskih sportista bi trebalo da bude drugačiji nego kod nesportista. Akpinar (2011) je zaključio da je dominantna ruka pod uticajem dugoročnog vježbanja.

Mnogi sportovi zahtijevaju posjedovanje visokog nivoa senzomotornih izvođenja motoričkih pokreta kod igrača. Ovi zahtjevi su još važniji kada igrač obavlja zadatke u različitim okolnostima ili situacijama, ili u različitim životnim sredinama, kao na primjer u vodi. Ova disertacija se bavi istraživanjem koje bi trebalo da ispita da li dugoročan trening kod igrača u vaterpolu može smanjiti asimetriju desne i lijeve ruke za rješavanje određenih motoričkih zadataka koji zahtijevaju izvođenje senzomotornih pokreta. Da bi se sa sigurnošću moglo tvrditi da su vaterpolisti koji su učesnici ovog istraživanja, imali dugoročan i intenzivan trening, izabrani su članove juniorske reprezentacije Crne Gore

uzrasta 18-20 godina, koji su u višegodišnjem trenažnom procesu. Poznato je da ovaj sport u Crnoj Gori ima veliku tradiciju i da je rezultatski veoma uspješan u međunarodnim okvirima, da su osvajane najveće i najznačajnije titule kao što su trofeji reprezentativnog i klupskog prvaka Evrope, tako da ovaj uzorak ispitanika daje posebnu težinu aktuelnom istraživanju. Jasno je da su ovo najbolji selektirani igrači u Crnoj Gori uzrasta 18-20 godina od koji su neki već nastupali i za seniorski reprezentativni tim, a za druge se očekuje da to urade u narednom periodu. Na osnovu izrečenog sigurno je da su oni imali dugogodišnji kvalitetan trenažni proces kako bi zaslužili da nose reprezentativnu kapicu i eventualno nastavili nisku značajnih uspjeha crnogorskog vaterpolo sporta u međunarodnim okvirima. Poznato je u cijelom sportu a time i u vaterpolu da je samo dugoročan i intenzivan trening taj koji omogućava dosezanje elitnog reprezentativnog nivoa i ostanak u njemu. Pretpostavka je da takav trening koji su imali ovi selektirani igrači, a koji je većim dijelom fokusiran na izvođenje motoričkih pokreta i jednom i drugom rukom, trebalo da rezultira efikasnijim putanjama i većom preciznošću pokreta, vremenom reakcije pokreta kao i brzinom pokreta i desnom i lijevom rukom, u poređenju sa nesportistima istog uzrasta.

Na osnovu rezultata u nekim prethodnim istraživanjima (Akpinar, 2016; Akpinar i saradnici, 2015), a obzirom da su u vaterpolu igračima potrebni i unimanualni motorički pokreti koji zahtijevaju upotrebu jedne ruke (šutiranje, dodavanje) i bimanuelni motorički pokreti koji zahtijevaju upotrebu obje ruke (plivanje, održavanje pod vodom, blokiranja i jednom i drugom rukom prilikom šutiranja protivnika), pretpostavka je da dugoročan trening kod vaterpolista treba da unaprijedi senzomotorno izvođenje pokreta i

dominantnom i nedominantnom rukom i smanji asimetriju lijeve i desne ruke prilikom izvođenja tih pokreta.

Treba istaći činjenicu da su se prethodna istraživanja uglavnom fokusirala na dugoročan trening i njegove efekte na smanjenje asimetrije desne i lijeve ruke tokom izvođenja motoričkih pokreta (Maeda i saradnici, 2014; Akpinar, 2016; Akpinar i saradnici, 2015; Akpinar, 2015), a ono što je novina ovog istraživanja u odnosu na prethodna je uključivanje čulnog opažanja tokom motoričkog zadatka, što ranije nije testirano.

2. TEORIJSKI OKVIR RADA

2.1 Pregled dosadašnjih istraživanja

Iako na prvi pogled tijelo čovjeka izgleda anatomske simetrično, asimetrija je osnovni organizacioni princip čovjekove kompletne strukture. Asimetrija nervnog sistema (Gazzaniga, 1989), anatomska asimetrija ruku (Hardyck & Petrinovich, 1977), stopala (Brown & Taylor, 1988), očiju (Hebbal & Mysorekar, 2003) i ušiju (Hebbal & Mysorekar, 2003) je generalno mala. Međutim, funkcionalna asimetrija u nervnom sistemu može da rezultira znatnoj asimetriji ponašanja, uključujući i dominantnost jedne ruke.

Postoji teza da je dominantnost jedne ruke više rezultat asimetrije u nervnim funkcijama, nego anatomske asimetrije ruku i šaka. Međutim, malo se trenutno zna o nervnim mehanizmima koji dovode do izbora korišćenja dominantne ruke prilikom izvođenja mnogobrojnih motoričkih pokreta. Činjenica je da postoji kontroverza o tome kako definisati dominantnu ruku. Neki istraživači tvrde da postoje prioriteti za korišćenje jedne ruke za specifične motoričke zadatke kao što su na primjer pisanje (Oldfield, 1971), dok drugi ukazuju da je prioritnost korišćenja jedne ruke kao dominantne razlika u karakteristikama izvođenja motoričkih pokreta jednom ili drugom rukom (Goble & Brown, 2008a).

Opšte je poznato da većina svjetske populacije koristi desnu ruku kao dominantnu, a da učestalost lijeve ili desne dominantne ruke može da varira neznatno u različitim kulturama (Perelle & Ehrman, 2005). Prema više kulturalnih statističkih

istraživanja, 88%-95% stanovnika iz različitih zemalja koriste desnu ruku kao dominantnu i više je koriste za aktivnosti kao što su bacanje nekih predmeta ili upotreba olovke za pisanje (Caliskan & Dane, 2009).

Singh i Bryden (1994) su radili istraživanje o razlikama korišćenja dominantne ruke između Kanađana i Indijaca. Za stanovnike ove dvije zemlje se očekivalo da imaju vrlo različite međusobne odnose upotrebe desne ruke kao dominantne zbog razlika u društvenim pritiscima da koriste desnu ruku, koji su bili veći u Indiji. Dobili su rezultate koji govore da je stopa korišćenja desne ruke kao dominantne kod stanovništva u Kanadi bila 90.2%, a 94.8% u Indiji. Slično tome, stopa korišćenja desne ruke kao dominantne kod stanovnika u Japanu gdje su socijalni pritisci takođe veći, pokazalo se da je veća nego u Kanadi (Ida & Bryden, 1996). McManus (2009) je koristio meta-analizu korišćenja desne ruke kao dominantne da nacrtava mapu, upoređujući korišćenje dominantne ruke između regiona SAD i mnogih evropskih zemalja. Varijacija dominantne ruke izabranih regiona se mijenjala samo oko 5%.

Slično dominantnosti desne ruke kod ljudi, i neke životinje kao što su na primjer šimpanze ili neke druge, često vole da koriste jednu ruku ili šapu za određene radnje (Bradshaw & Rogers, 1993). Istraživanje Hopkinsa i Leavensa (1998) je pokazalo da odrasle šimpanze značajnije gestikuliraju svojom desnom rukom nego lijevom, koja daje dokaze da je kod šimpanzi desna ruka dominantna. Prema tome isto kao i ljudi, tako i neke životinje pokazuju jaku sklonost desne ruke kao dominantne za neke motoričke pokrete.

S obzirom na nepostojanje univerzalnosti metoda koje se koriste za procjenu dominantne ruke ili tip kriterijuma koji se koristi za kategorizaciju dominantne ruke,

opšte je mišljenje da je oko 90% kompletne svjetske populacije desnoruko (Previc & Saucedo, 1992). Možda malo iznenađujuće, ali ova proporcija ljudi kojima je desna ruka dominantna je ostala stabilna na svim geografskim lokacijama i u svim kulturama (Goble & Brown, 2008b). Korišćenje dominantne ruke u praistoriji je pronađeno u materijalnoj kulturi u proizvodnji nekih materijalnih alata i njihovoj upotrebi, prilikom koje su ostali tragovi na predmetima. Takođe, prilikom pomenutih istraživanja, istraživači su došli do fosilnih skeleta na kojima je bila vidna asimetrija nastala asimetričnom upotrebom mišića gornjih ekstremiteta u životnom vijeku pojedinaca (Uomini, 2009). Latimer i Lowrance (1965) su sproveli istraživanje gdje su utvrđivali težinu i dužinu desne i lijeve kosti na svakom paru od 105 ljudskih kostura iz Azije. Generalno, njihovo istraživanje je rezultiralo podacima da su sve duge kosti gornjih ekstremiteta bile teže i duže na desnoj strani tijela u odnosu na lijevu stranu tijela. Kostii na lijevoj strani tijela su bile varijabilnije po masi i dužini. Gornji ekstremiteti i njihove kosti primjetno su imali više asimetrije od donjih ekstremiteta (Hebbal & Mysorekar, 2003). Za proteklih 5000 godina najbolji istorijski podaci su istraživanje Corena i Porac (1977), koji su istraživali i pregledali umjetničke predstave unimanuelnih (upotrebom jedne ruke) motornih aktivnosti stare pet milenijuma, kao što su igre na nekim tablama, bacanje koplja, pisanje, itd. Sveukupno, oko 92% slika, crteža i skulptura pokazuju upotrebu desne ruke kao dominantne sa malim varijacijama u cijelom periodu istorije. Na osnovu toga može se zaključiti da su i u drevnim kulturama ljudi su bili pretežno dešnjaci.

Dominantna ruka nema neku preciznu definiciju, i dosta je nerazumljiva iz mehaničke perspektive. Procjene i mjerenja koja se koriste za utvrđivanje dominantnosti jedne ruke nijesu standardizovana i mnoga su korišćena i koriste se za njeno utvrđivanje.

Predmet polemike prilikom pokušaja uvođenja standardizovanog mjerenja je bio da se stepen dominantnosti ruke treba uzeti u obzir kada se utvrđuje dominantna ruka (Mamolo, 2008). McManus i Bryden (1992) takođe su pri mjerenju i utvrđivanju dominantne ruke napravili razliku između izvođenja motoričkih pokreta i prioriteta. Prioritetnost se odnosi na ruku koju ljudi biraju kada imaju mogućnost izbor ruke za izvođenje datog motoričkog zadatka.

Alternativno, mogu se mjeriti parametri prilikom izvođenja motoričkog pokreta koji karakterišu razlike u tačnosti pokreta, preciznosti pokreta, vremenu obavljanja pokreta ili lakoći pokreta. Ovdje je veoma bitna razlika u mjenim parametrima, jer čovjek može da izabere da koristi jednu ruku a da nije tako vješt u obavljanju zadatka. U stvari, teško je interpretirati korelaciju između prioriteta i izvođenja motoričkih pokreta, jer prioritetnost može proizvesti promjene u izvođenju motoričkih pokreta usled prakse, a asimetričnost između lijeve i desne ruke ruku u izvođenju motoričkih pokreta takođe može izmijeniti prioritetnost (McManus, Murray, Doyle, & Baron-Cohen, 1992).

U nekim istraživanjima, dominantna ruka se procjenjivala posmatranjem prioriteta ruke prilikom izvođenja određenih motoričkih pokreta od strane ispitanika kod obavljanja nevještih ili neuobičajenih motoričkih zadataka (Plato, Fox & Garruto, 1984). Međutim, upitnici su najčešći instrument koji se koristi za procjenu dominantne ruke. Oni se najviše koriste jer se vrlo lako i brzo dijele, vrlo lako i brzo popunjavu, i vrlo lako i brzo analiziraju, tako da predstavljaju jednu od najpopularnijih metoda za utvrđivanje dominantne ruke (Bishop, Ross, Daniels, & Bright, 1996). Jedan od prvih upitnika za procjenu dominantne ruke razvio je Annett (1970). Annett je pripremio 12-ajtemski upitnik koji ispituje niz različitih zadataka kao što su bacanje predmeta,

korišćenje reketa, štrikiranje tačnog odgovora, itd. Annett-ov upitnik o dominantnosti ruke je mogao odrediti jačinu dominantne ruke na osnovu ispitivanja onih dvanaest zadataka koje su ispitanici obavljali svojom dominantnom rukom. Godinu dana kasnije, Edinburghov upitnik za utvrđivanje dominantne ruke je objavio Oldfield (1971). Ovaj upitnik ima 10 ajtema i traži od ispitanika da ukažu na ruku koju bi koristili da obave 10 motoričkih aktivnosti, kao što su pisanje, bacanje, štrikiranje tačnog odgovora, korišćenje metle, itd. Instrukcije ovog upitnika daju mogućnost ispitanicima da mogu koristiti i lijevu i desnu ruku ako nemaju prioriternost jedne ruke u obavljanju datog motoričkog zadatka. Dragović (2004) je u svom istraživanju primijenio faktorsku analizu za testiranje popisa aktivnosti kod kojih se koristi dominantna ruka. Rezultat je pokazao da je većina ajtema u Edinburghovom upitniku za dominantnu ruku bila dovoljna da obezbijedi interno konzistentne i validne rezultate koji ukazuju na korišćenje dominantne ruke. Upoređujući 12-o ajtemski Annettov upitnik i 10-o ajtemski Edinburghov upitnik, može se primijetiti da je šest ajtema istih u oba upitnika. Generalno, Edinburghov upitnik dominantne ruke se najčešće koristi za procjenu dominantne ruke za istraživanja kod ljudi (Seddon & McManus, 1993).

3. PROBLEM, PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

3.1. Problem istraživanja

Problem ovog istraživanja je da se ispita asimetričnost dominantne i nedominantne ruke prilikom izvođenja određenih motoričkih pokreta kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji su u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvog trenažnog iskustva u sportu. Za rješavanje ovog problema istraživanja upotrijebljeni su određeni kinematički parametri koji su bili neophodni za upoređivanje. Ovi kinematički parametri su brzina pokreta rukom, preciznost pokreta rukom, kvalitet putanje pokreta rukom i vrijeme reakcije pokreta rukom.

3.2. Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživanja su sportisti - vaterpolisti juniorske reprezentacije Crne Gore uzrasta 18-20 godina koji su u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportisti - studenti prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru uzrasta 18-20 godina koji nemaju nikakvog trenažnog iskustva u sportu, kao i utvrđeni kinematički parametri dobijeni prilikom izvođenja motoričkih pokreta dominantnom i nedominantnom rukom od strane ove dvije grupe ispitanika – brzina pokreta rukom, preciznost pokreta rukom, kvalitet putanje pokreta rukom i vrijeme reakcije pokreta rukom.

3.3. Ciljevi istraživanja

Generalni cilj istraživanja je da se utvrde razlike u brzini pokreta, preciznosti pokreta, kvalitetu putanje pokreta i vremenu reakcije pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, između sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji su u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvog trenažnog iskustva u sportu.

Polazeći od generalnog cilja, a radi što kvalitetnijeg odgovora na istraživačka pitanja postavljeni su i sledeći parcijalni ciljevi:

Utvrđiti brzinu pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji su u višegodišnjem trenažnom procesu.

Utvrđiti preciznost pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji su u višegodišnjem trenažnom procesu.

Utvrđiti kvalitet putanje pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji su u višegodišnjem trenažnom procesu.

Utvrđiti vrijeme reakcije pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji su u višegodišnjem trenažnom procesu.

Utvrđiti brzinu pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

Utvrđiti preciznost pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

Utvrđiti kvalitet putanje pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

Utvrđiti vrijeme reakcije pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, kao i njihovu eventualnu razliku kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Na osnovu problema, predmeta i cilja ovog istraživanja, kao i na osnovu dosadašnjih istraživanja, postavljena je sledeća generalna hipoteza koja glasi:

Hg – Očekuju se statistički značajne razlike u brzini pokreta, preciznosti pokreta, kvalitetu putanje pokreta i vremenu reakcije pokreta dominantnom i nedominantnom rukom između sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

U sklopu generalne hipoteze, postavljene su sledeće pojedinačne hipoteze:

H1 – Ne očekuju se statistički značajne razlike u brzini pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

H2 – Ne očekuju se statistički značajne razlike u preciznosti pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

H3 – Ne očekuju se statistički značajne razlike u kvalitetu putanje pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

H4 – Ne očekuju se statistički značajne razlike u vremenu reakcije pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

H5 - Očekuju se statistički značajne razlike u brzini pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

H6 - Očekuju se statistički značajne razlike u preciznosti pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

H7 - Očekuju se statistički značajne razlike u kvalitetu putanje pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

H8 - Očekuju se statistički značajne razlike u vremenu reakcije pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

5. METOD RADA

5.1 Tok i postupci istraživanja

Prema vremenskoj usmjerenosti ovo je bilo transferzalno istraživanje koje je trajalo u kontinuitetu pet dana, sa ciljem da se utvrde razlike u brzini pokreta, preciznosti pokreta, kvalitetu putanje pokreta i vremenu reakcije pokreta dominantnom i nedominantnom rukom između sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Polazeći od toga, ispitanicima obje testirane grupe je prije testiranja objašnjeno šta ih sve očekuje u toku dva eksperimenta koliko ih je planirano u toku ovog istraživačkog postupka, kao i kolika je vremenska razlika između dva eksperimenta i koji je razlog za to. Testiranje ispitanika je bilo individualno, oni su testirani jedan za drugim proizvoljnim redom, ali na način da su eksperimentalni tretman prošli prvo članovi jedne grupe a nakon nje članovi druge grupe, tako da tokom sprovođenja eksperimenta nije bilo miješanja dva uzorka ispitanika, sportista sa nesportistima. Za obradu podataka su uzeti u obzir samo rezultati onih ispitanika koji su prošli kompletna dva eksperimenta. Oba eksperimenta su morala zadovoljiti propisane standardizovane uslove da bi moglo biti obavljeno testiranje.

Eksperiment 1 – Ispitanici su sjedjeli na fiksiranoj stolici koja je imala mogućnost podešavanja po visini u odnosu na različitu tjelesnu visinu ispitanika, i za njihov desni ili lijevi kažiprst zavisno od toga koja je ruka testirana, bio je vezan elektomagnetni senzor za praćenje pokreta – model TrackSTAR, Ascension Technologi, USA (Slika 1.).



Slika 1. Ispitanik sjedi na fiksiranoj stolici, sa elektromagnetnim senzorom za praćenje pokreta vezanim za njegov lijevi kažiprst

Ispitanici su imali zadatak da izvedu posezajuće motoričke pokrete rukom ka metama koje su se pojavljivale u 2D vertikalnoj ravni na TV ekranu od 55" (Sony Electronic Inc), koji se nalazio frontalno ispred ispitanika. Ispitanikov kažiprst je predstavljao kursor prikazan na ravnom TV ekranu na kojem su se pojavljivale i mete koje je trebalo pogoditi posezajućim motoričkim pokretima rukom. Kao što je gore rečeno, TV ekran se nalazio u 2D vertikalnoj ravni na 2 m udaljenosti od ispitanika i 1 m podignut iznad tla, i emitovao je sliku koja je bila prilagođena virtuelnoj stvarnosti. Na TV ekranu se pojavljivao jedan kursor, jedna početna pozicija za svaku ruku i za svaki posezajući motorički pokret, kao i projektovane mete koje su se pojavljivale na tri

različita pravca, na 30°, 60° i 90°. Položaj i pomjeranje kursora (kažiprsta) na TV ekranu tokom ispitanikovih pokreta je ažurirano u realnom vremenu, to je bilo 100 Hz. Elektromagnetni senzor za praćenje pokreta je bio povezan sa Matlab softverom koji je bilježio brzinu pokreta rukom, preciznost pokreta rukom, kvalitet putanje pokreta rukom i vrijeme reakcije pokreta rukom za svakog ispitanika pojedinačno dominantnom i nedominantnom rukom.

Između dva eksperimenta je napravljena pauza od tri dana, što je bio dovoljan vremenski rok da bi se izbjegao transfer znanja sa jedne na drugu ruku.

Eksperiment 2 – Sprovedena je ista procedura kao i u Eksperimentu 1, s razlikom da je u ovom eksperimentu testirana druga ruka u odnosu na prvi eksperiment.

5.2 Uzorak ispitanika

U ovom istraživanju dobrovoljno je učestvovalo dvadeset šest zdravih ispitanika, podijeljenih u dvije grupe. Prvu grupu ispitanika činili su sportisti – trinaest (13) igrača vaterpolo juniorske reprezentacije Crne Gore uzrasta 18-20 godina (prosjeak godina 18.7; standardna devijacija 0.75) koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu. Drugu, kontrolnu grupu ispitanika činili su nesportisti - trinaest (13) studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru uzrasta 18-20 godina (prosjeak godina 19.4; standardna devijacija 0.66) koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Svi ispitanici potpisali su obrazac za dobrovoljan pristanak testiranju, odobren od strane Univerziteta Crne Gore koji je u skladu sa Helsinškom deklaracijom (World Medical Association, 2013). Kontinuirano trenažno iskustvo vaterpolista je bilo u momentu testiranja u rasponu od 7

do 10 godina (prosjek godina 8.5; standardna devijacija 2.04), i svi oni su u tom trenutku bili članovi crnogorske nacionalne juniorske vaterpolo selekcije do 20 godina (U20). Kontrolna grupa, koju su činili nesportisti – studenti Pomorskog fakulteta u Kotoru, nijesu imali nikakvih trenažnih iskustava u sportu i u momentu testiranja nijesu učestvovali u bilo kom sportu na bilo koji način. Kod svih ispitanika, članova obje testirane grupe, desna ruka je bila dominantna ruka, što je potvrdio i dobijeni rezultat na proširenom 35-ajtemskom upitniku za procjenu dominantnosti ruke (Hull, 1936), koji je sličan veoma poznatom Edinburgovom upitniku (Oldfield, 1971). Kako su oba eksperimenta podrazumijevala efikasno izvođenje senzomotornih pokreta i desnom i lijevom rukom, unaprijed je provjereno da li su vaterpolisti imali teže povrede gornjih ekstremiteta u bližoj ili daljoj prošlosti, koje bi mogle imati uticaja na dobijene rezultate. Utvrđeno je da niko od testiranih ispitanika nije imao teže povrede ni dominantne ni nedominantne ruke u prošlosti.

Eksperimente su realizovali autor ove disertacije u saradnji sa prof. dr Selçuk Akpınarom i prof. dr Bülent Okan Miçooğullarijem, profesorima Fakulteta fizičke kulture i sporta iz Turske, koji pripada Nevşehir Hacı Bektaş Veli Univerzitetu.

5.3 Uzorak varijabli

Da bi se utvrdile razlike u izvođenju senzomotornih pokreta dominantnom i nedominantnom rukom između sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportista - studenata prve godine

Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu, kvantifikovane su četiri zavisne varijable:

- 1) Brzina pokreta rukom,
- 2) Preciznost pokreta rukom,
- 3) Kvalitet putanje pokreta rukom,
- 4) Vrijeme reakcije pokreta rukom.

Brzina pokreta rukom je računata kao količnik puta koji je kursor prelazio od startnog kruga do konačne pozicije i vremena za koje je to uradio.

Preciznost pokreta rukom je prikazana kao greška konačne pozicije i definisana je kao rastojanje između centra mete i konačne pozicije vrha kažiprsta (kursora).

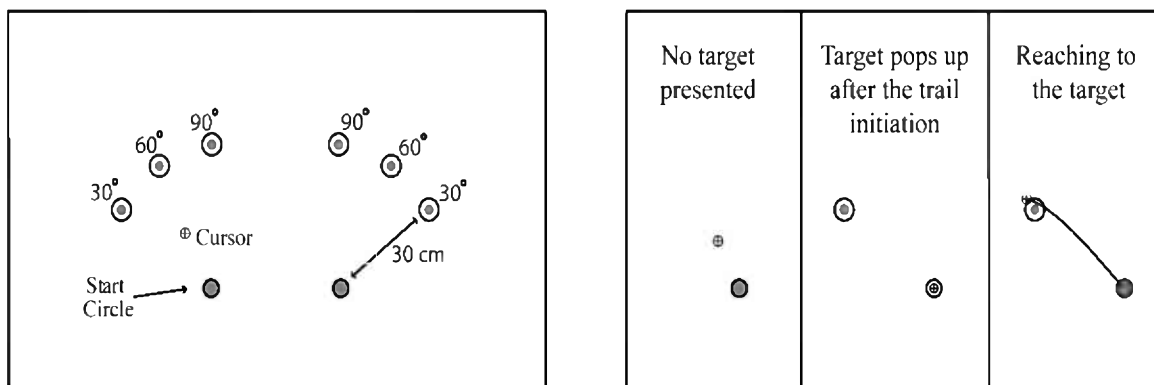
Kvalitet putanje pokreta rukom (prikazan kao Odstupanje putanje ruke od idealne) definisan je kao odnos između idealne i stvarne putanje posezajućeg motoričkog pokreta rukom iz startnog kruga ka prikazanoj meti.

Vrijeme reakcije pokreta rukom je definisano kao proteklo vrijeme između prikazivanja mete na TV ekranu i iniciranja pokreta ka toj meti. Vrijeme reakcije se izračunavalo kao proteklo vrijeme između oglašavanja audio-vizuelnog signala "go" i izlaska kursora iz startnog kruga.

5.4 Opis mjernih instrumenata

Na ravnom TV ekranu od 55" (Sony Electronic Inc) su se pojavljivale tri mete u tri različita pravca, na 30°, 60° i 90° (Slika 2.) po nasumičnom redu. Uvijek se pojavljivala samo jedna meta na jednom od tri moguća pravca za jedan posezajući pokret

rukom. Ispitanici su imali zadatak da pogode metu koja se pojavi na TV ekranu posezajućim pokretom ruke, iz startne pozicije kursorom koji je predstavljao kažiprst, za koji je bio vezan elektromagnetni senzor.



Legenda: Start Circle - startni krug; Cursor – kursor; 30°, 60°, 90° - pravci na kojima su se pojavljivale mete; 30 cm – udaljenost mete od startnog kruga je iznosila 30 cm; No target presented – meta nije prikazana; Target pops up after the trail initiation – meta se pojavljuje nakon postavljanja kursora u startni krug; Reaching to the target – posezajući pokret ka meti

Slika 2. Eksperimentalni dizajn

Startna pozicija prikazana je kao krug prečnika 2 cm i postavljena je 20 cm od sredine tijela (grudi) u lijevo ili u desno, u zavisnosti od toga da li je motorički pokret trebalo izvesti lijevom ili desnom rukom. Svaka meta koja se pojavljivala na TV ekranu na bilo kojem od tri moguća pravca od 30°, 60° i 90°, bila je prikazana kao krug prečnika 3.5 cm. Kursor koji je predstavljao vrh kažiprsta, prikazan je kao krug prečnika 1.6 cm sa krstićem unutar njega. Rastojanje između startnog kruga i mete je iznosilo 30 cm, tako da je svaki ispitanik lako mogao napraviti posezajući motorički pokret rukom ka meti. Meta se nije pojavljivala na TV ekranu prije iniciranja posezajućeg pokreta rukom ka njoj.

Nakon pozicioniranja kursora na startnu poziciju u startnom krugu, nakon 0.3 s oglašavao se audio-vizuelni signal "go", a zatim se na ekranu pojavljivala meta na jednom od tri moguća pravca od 30°, 60° i 90°, a njeno vizuelno pojavljivanje je izazivalo ispitanika da napravi posezajući pokret rukom i pogodi metu. Meta se pojavljivala na ekranu tek nakon što je ispitanik postavio kursor na startnu poziciju u startni krug, pa je ovo testiranje imalo ograničeni tempo. Na osnovu izrečenog, jasno je da se meta nije mogla vidjeti ranije, a ispitanici su mogli da je vide i planiraju pokret rukom tek nakon oglašavanja audio-vizuelnog signala "go". Prema tome, tu nije bilo vizuelne informacije o poziciji mete prije aktiviranja signala "go". Ispitanici su imali pravo da naprave i pauzu tokom oba eksperimenta kako bi izbjegli zamor.

U oba sprovedena eksperimenta, i dominantnom i nedominantnom rukom, ispitanici su imali zadatak da urade po 60 posezajućih senzomotornih pokreta rukom (po 20 pokreta rukom za svaki od tri moguća pravca od 30°, 60° i 90° na kojima su se pojavljivale mete) od startnog kruga do meta, koje su se pojavljivale na ekranu po nasumičnom redu u tri različita pravca na 30°, 60° i 90°. Ispitanici su prije početka eksperimenta dobili instrukcije da posezajući pokret rukom do mete bude brz, sa brzom reakcijom posezajućeg pokreta, zadržavajući preciznost i zaustavljajući kursor na meti bez dodatnih korekcija. Pokret je trebalo završiti za jednu sekundu, i to nakon oglašavanja audio-vizuelnog signala "go" koji se aktivira kada se kursor nađe u startnom krugu u trajanju od 0.3 s. Ispitanici nijesu mogli da vide kursor tokom kretanja na TV ekranu, ali su mogli da vide njegovu putanju nakon završetka pokreta. Eksperiment je sadržao i bodovne nagrade za preciznost pokreta rukom, pa su ispitanici dobijali 10 poena za postavljanje kursora u krug prečnika 3.5 cm koji se poklapao sa veličinom mete,

dobijali su 3 poena za postavljanje kursora u krug prečnika 4.5 cm koji je u prečniku bio širi za 1 cm od veličine mete, i dobijali su 1 poen za postavljanje kursora u krug prečnika 5.5 cm koji je u prečniku bio širi za 2 cm od veličine mete. Zadatak ovog bodovanja je bio da motiviše ispitanike tokom eksperimenata. Posle svakog posezajućeg senzomotornog pokreta rukom, povratna informacija (feedback) o broju osvojenih poena i putanji kursora od startnog kruga do mete prikazivana je na ekranu u trajanju od jedne sekunde.

5.5 Statistička obrada podataka

Prikupljanje podataka za analizu urađeno je pomoću Matlab softvera. Podaci za varijable testiranih ispitanika su dobijeni mjerenjem u dva eksperimenta i obrađeni su postupcima deskriptivne i komparativne statistike.

U segmentu deskriptivne statistike, za svaku varijablu i za sve ispitanike, vaterpoliste juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportiste - studente prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu, za dominantnu i nedominantnu ruku i za svaki pravac na kojem su se pojavljivale mete su obrađeni centralni parametri: aritmetička sredina (Mean) i standardna devijacija (Std.Deviation).

U segmentu komparativne statistike upotrijebljena je analiza varijanse (ANOVA) za utvrđivanje značajnosti razlika između aritmetičkih sredina tretiranih varijabli kod ova dva uzorka ispitanika. Korišćena je ANOVA sa trostarnim mješovitim modelom (mete koje su se pojavljivale na pravcima od 30° , 60° i $90^\circ \times$ grupe - vaterpolisti i nesportisti \times

ruke – dominantna i nedominantna) za utvrđivanje da li vaterpolisti imaju manju asimetriju ruku za izvođenje senzomotornih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° u poređenju sa nesportistima. Prije pokretanja statističke obrade podataka, mogućnosti za upotrebu MANOVE su provjerene i utvrđeno je da nijesu ispunjeni kriterijumi za multikolinearnost. Tako je upotrijebljena ANOVA sa trostranim mješovitim modelom za svaku zavisnu varijablu, i primijenjene su četiri različite statističke analize. Post hoc analiza je sprovedena pomoću Bonferroni testa. Mogućnosti za upotrebu mješovitog modela ANOVE su provjerene prije pokretanja analize za svaku varijablu i nije bilo nikakvog narušavanja. Nivo značajnosti je testiran na $p < 0.05$.

6. REZULTATI I DISKUSIJA

Ispitanici obje testirane grupe, vaterpolisti juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportisti - studenti prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu, izvodili su posezajuće motoričke pokrete svojom dominantnom i nedominantnom rukom prema metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° na ravnom TV ekranu postavljenom u vertikalnom prostoru frontalno ispred njih. Kao što je gore objašnjeno, četiri različite varijable (brzina pokreta rukom, preciznost pokreta rukom, kvalitet putanje pokreta rukom, vrijeme reakcije pokreta rukom) su upoređivane između vaterpolista i nesportista, kao i između ruku. Svaka varijabla je prikazana posebno u ovom poglavlju.

6.1 Brzina pokreta rukom

U Tabeli 1. su prikazane prosječne vrijednosti (Mean) brzine pokreta za nedominantnu (Non-dominant) i dominantnu (Dominant) ruku ka metama (Targets) koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°, kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

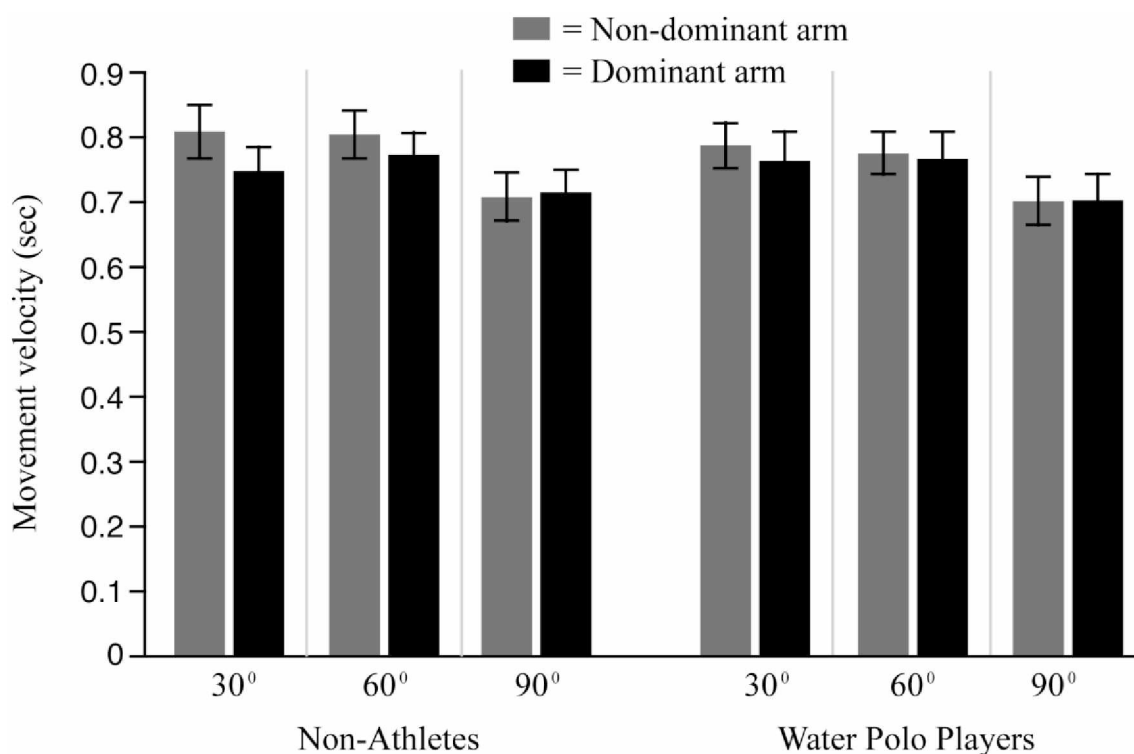
Tabela 1. Prosječna vrijednost brzine pokreta (m/s) za nedominantnu i dominantnu ruku ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca kod nesportista i vaterpolista

Groups	Arms	Targets	Mean	SD
Non-Athletes	Non-dominant	30°	0.807	0.145
		60°	0.802	0.130
		90°	0.706	0.135
		Total	0.771	0.141
	Dominant	30°	0.746	0.136
		60°	0.771	0.124
		90°	0.713	0.120
		Total	0.743	0.126
	Total	30°	0.776	0.141
		60°	0.787	0.126
		90°	0.709	0.125
		Total	0.757	0.134
Water Polo Players	Non-dominant	30°	0.788	0.126
		60°	0.775	0.117
		90°	0.701	0.133
		Total	0.755	0.128
	Dominant	30°	0.764	0.163
		60°	0.767	0.142
		90°	0.703	0.148
		Total	0.745	0.151
	Total	30°	0.776	0.144
		60°	0.771	0.128
		90°	0.702	0.138
		Total	0.750	0.139
Total	Non-dominant	30°	0.797	0.133
		60°	0.788	0.122
		90°	0.703	0.131
		Total	0.763	0.134
	Dominant	30°	0.755	0.147
		60°	0.769	0.131
		90°	0.708	0.132
		Total	0.744	0.138
	Total	30°	0.776	0.141
		60°	0.779	0.126
		90°	0.706	0.131
		Total	0.753	0.136

Legenda: Groups – grupe; Arms – ruke; Targets – mete; Mean – aritmetička sredina (prosječna vrijednost); SD – standardna devijacija; Non-Athletes – nesportisti; Water

Polo Players – vaterpolisti; Non-dominant – nedominantna ruka; Dominant – dominantna ruka

Na Slici 3. su grafički predstavljeni numerički rezultati iz Tabele 1. sa prosječnim vrijednostima brzine pokreta (Movement velocity) za nedominantnu ruku (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°, kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.



Legenda: Movement velocity – brzina pokreta; Non-dominant arm – nedominantna ruka; Dominant arm - dominantna ruka; Non-Athletes – nesportisti; Water Polo Players - vaterpolisti

Slika 3. Prosječne vrijednosti brzine pokreta (Movement velocity) za nedominantnu (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca, kod nesportista (Non-Athletes) i vaterpolista (Water Polo Players)

U Tabeli 2. su prikazani rezultati Analize varijanse (ANOVE) za brzinu pokreta rukom i oni su pokazali samo statistički značajnu razliku među metama (Targets) $F=91.86$ koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30° , 60° i 90° , na nivou statističke značajnosti $p=.0001$.

Tabela 2. Rezultati ANOVE za brzinu pokreta

	N	DF	DF_e	F	Sig
Groups	1	1	24	0.03	.84
Arm	1	1	24	0.32	.57
Targets	1	1	24	91.86	.0001*
Groups x Arm	1	1	24	0.07	.79
Groups x Targets	1	1	24	0.20	.65
Arm x Targets	1	1	24	1.5	.22
Groups x Arm x Targets	1	1	24	2.82	.10

Legenda: Groups – grupe; Arm – ruka; Targets – mete; * - nivo statističke značajnosti $p<.05$

Da bi se utvrdilo tačno među kojim metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30° , 60° i 90° postoje statistički značajne razlike upotrijebljena je Bonferroni Post-hoc analiza. Ona je pokazala (Tabela 3.) da je brzina pokreta rukom ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 30° i brzina pokreta rukom ka metama koje su se

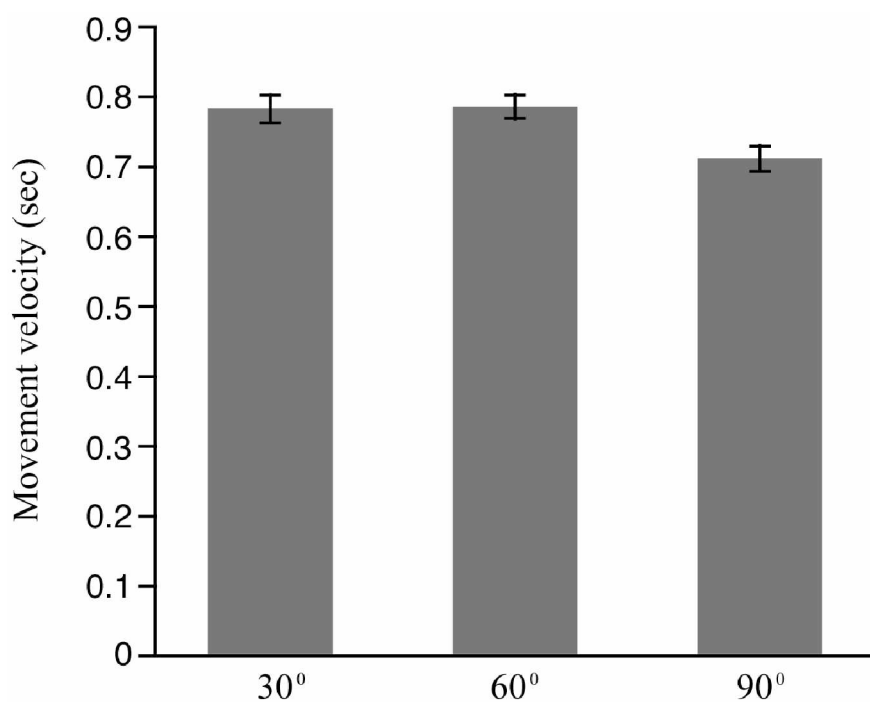
pojavljivale na pravcu od 60° bila statistički značajno veća od brzine pokreta rukom ka metama koje su se pojavljivale na 90° kod obje ispitivane grupe.

Tabela 3. Bonferroni Post hoc analiza među metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca

Targets		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
30°	60°	-.003	2.659	1.000	-6.719	6.162
	90°	.070	2.659	.027*	.596	13.477
60°	30°	.003	2.659	1.000	-6.162	6.719
	90°	.073	2.659	.020*	.874	13.756
90°	30°	-.070	2.659	.027*	-13.477	-.596
	60°	-.073	2.659	.020*	-13.756	-.874

Legenda: Targets – mete; Mean Difference – razlike aritmetičkih sredina; * - nivo statističke značajnosti $p < .05$

Na Slici 4. su grafički predstavljeni numerički rezultati iz Tabele 3. gdje se također vidi da je brzina pokreta (Movement velocity) rukom ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 30° (Mean=0.776 m/s) i brzina pokreta (Movement velocity) rukom ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 60° (Mean=0.779 m/s) bila statistički značajno veća od brzine pokreta (Movement velocity) rukom ka metama koje su se pojavljivale na 90° (Mean=0.706 m/s) kod obje grupe, i kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i kod vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.



Slika 4. Prosječna vrijednost brzine pokreta (Movement velocity) rukom ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°

Poznato je da brzina nekog motoričkog pokreta može uticati na njegovu preciznost i kvalitet njegove putanje. Međutim, u ovom istraživanju nije postojala razlika u brzini pokreta rukom između studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu, tako da brzina nije uticala na ostale izabrane zavisne varijable.

6.2 Preciznost pokreta rukom

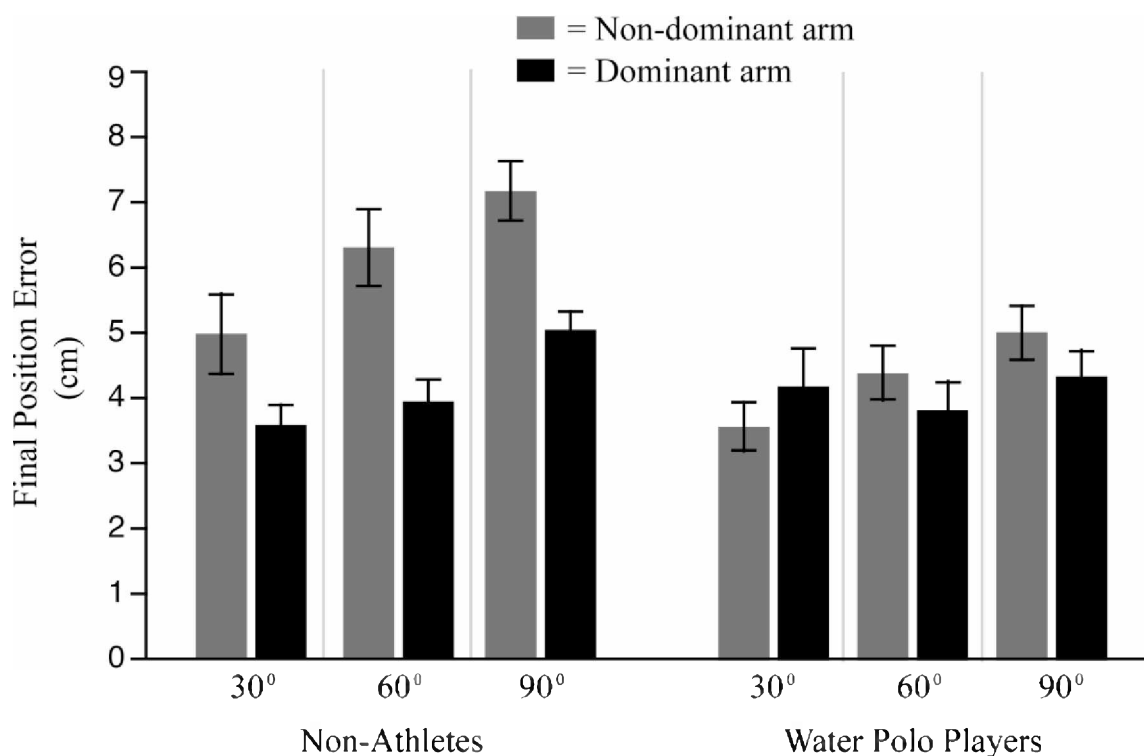
U Tabeli 4. su prikazane prosječne vrijednosti (Mean) preciznosti pokreta rukom za nedominantnu (Non-dominant) i dominantnu (Dominant) ruku ka metama (Targets) koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°, kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

Tabela 4. Prosječna vrijednost preciznosti pokreta rukom za nedominantnu i dominantnu ruku ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca kod nesportista i vaterpolista

Groups	Arms	Targets	Mean	SD
Non-Athletes	Non-dominant	30°	4.96	2.24
		60°	6.29	2.07
		90°	7.15	1.60
		Total	6.13	2.14
	Dominant	30°	3.56	1.12
		60°	3.93	1.17
		90°	5.02	1.02
		Total	4.17	1.25
	Total	30°	4.26	1.88
		60°	5.11	2.04
		90°	6.09	1.70
		Total	5.15	2.00
Water Polo Players	Non-dominant	30°	3.58	1.36
		60°	4.40	1.48
		90°	5.03	1.46
		Total	4.34	1.52
	Dominant	30°	4.20	2.05
		60°	3.83	1.62
		90°	4.35	1.46

		Total	4.13	1.70
		30°	3.89	1.73
		60°	4.12	1.55
		90°	4.69	1.47
		Total	4.23	1.60
<hr/>				
		30°	4.27	1.95
		60°	5.34	2.01
		90°	6.09	1.85
		Total	5.24	2.05
Total	Non-dominant	30°	3.88	1.65
		60°	3.88	1.38
		90°	4.69	1.28
		Total	4.15	1.48
	Dominant	30°	4.08	1.80
		60°	4.61	1.86
		90°	5.39	1.73
		Total	4.69	1.87

Na Slici 5. su grafički predstavljeni rezultati iz Tabele 4., gdje se vide prosječne vrijednosti preciznosti pokreta rukom (Final Position Error) za nedominantnu ruku (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°, kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i kod vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.



Slika 5. Prosječne vrijednosti preciznosti pokreta rukom (Final Position Error) za nedominantnu (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca, kod nesportista (Non-Athletes) i vaterpolista (Water Polo Players)

Kao što se vidi, vaterpolisti (Water Polo Players) su pokazali vrlo sličnu preciznost pokreta rukom (Final Position Error) i za nedominantnu (Non-dominant arm) i za dominantnu ruku (Dominant arm) prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°. Međutim, nesportisti (Non-Athletes) su imali drugačije rezultate. Nesportisti (Non-Athletes) su pokazali bolju preciznost pokreta (Final Position Error) dominantnom rukom (Dominant arm) u poređenju sa nedominantnom rukom (Non-dominant arm), prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca

od 30°, 60° i 90°. Primijetna je generalno bolja preciznost pokreta rukom (Final Position Error) za vaterpoliste (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu u odnosu na nesportiste (Non-Athletes) - studente prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

Rezultati ANOVE za preciznost pokreta rukom (Final Position Error) su prikazani u Tabeli 5.

Tabela 5. Rezultati ANOVE za preciznost pokreta rukom

	N	DF	DF _e	F	Sig
Groups	1	1	24	4.45	.04*
Arm	1	1	24	14.78	.008*
Targets	1	1	24	22.03	.0001*
Groups x Arm	1	1	24	9.61	.004*
Groups x Targets	1	1	24	3.32	.08
Arm x Targets	1	1	24	5.37	.02*
Groups x Arm x Targets	1	1	24	.43	.51

Legenda: * - nivo statističke značajnosti $p < .05$

Rezultati ANOVE za preciznost pokreta rukom, pokazali su statistički značajnu razliku za preciznost pokreta rukom među grupama (Groups) $F=4.45$ na nivou statističke značajnosti $p=.04$, zatim statistički značajnu razliku među rukama (Arm) $F=14.78$ na nivou statističke značajnosti $p=.008$, zatim statistički značajnu razliku među metama (Targets) $F=22.03$ na nivou statističke značajnosti $p=.0001$, zatim statistički značajnu razliku među grupama i rukama (Groups x Arm) $F=9.61$ na nivou statističke značajnosti

$p=.004$, i statistički značajnu razliku među rukama i metama (Arm x Targets) $F=5.37$ na nivou statističke značajnosti $p=.02$.

Analiza statistički značajnih razlika za preciznost pokreta rukom među grupama (Groups) je prikazana u Tabeli 6. i pokazala je da su vaterpolisti (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu imali statistički značajno bolju preciznost pokreta rukom (Mean=4.23) u odnosu na nesportiste (Non-Athletes; Mean=5.12) - studente prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu na nivou statističke značajnosti $p=.04$.

Tabela 6. Bonferroni Post hoc analiza među grupama

Groups		Mean Difference	Std. Err.	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Non-Athletes	Water Polo Players	.919	.256	.04*	.413	1.426

Legenda: Groups – grupe; Mean Difference – razlika aritmetičkih sredina; Non-Athletes – nesportisti; Water Polo Players – vaterpolisti; * - nivo statističke značajnosti $p<.05$

Što se tiče statistički značajne razlike za preciznost pokreta među rukama (Arm) rezultati su pokazali da je dominantna (Dominant) ruka kod obje testirane grupe ukupno imala značajno bolju preciznost pokreta - manju grešku konačne pozicije (Mean=4.15) u odnosu na preciznost pokreta nedominantnom (Non-dominant) rukom (Mean=5.24) kod ove dvije grupe (Tabela 7.) na nivou statističke značajnosti $p=.008$.

Tabela 7. Bonferroni Post hoc analiza među rukama

Arm		Mean Difference	Std. Err.	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Non-dominant	Dominant	1.086	.256	.008*	.580	1.592

Legenda: Arm – ruka; Mean Difference – razlika aritmetičkih sredina; Non-dominant – nedominantna ruka; Dominant – dominantna ruka; * - nivo statističke značajnosti $p < .05$

Analizirajući dobijenu statistički značajnu razliku za preciznost pokreta rukom među metama (Tabela 8.), utvrđeno je da su posezajući motorički pokreti ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 30° (Mean=4.08) bili statistički precizniji u odnosu na posezajuće motoričke pokreti ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 90° (Mean=5.39) na nivou statističke značajnosti $p = .000$.

Tabela 8. Bonferroni Post hoc analiza među metama

Targets		Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
30°	60°	-.534	.314	.272	-1.294	.225
	90°	-1.312	.314	.000*	-2.072	-.553
60°	30°	.534	.314	.272	-.225	1.294
	90°	-.778	.314	.043*	-1.538	-.018
90°	30°	1.312	.314	.000*	.553	2.072
	60°	.778	.314	.043*	.018	1.538

Legenda: Targets – mete; Mean Difference – razlika aritmetičkih sredina; * - nivo statističke značajnosti $p < .05$.

Takođe, Tabela 8. pokazuje i da su posezajući motorički pokreti ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 60° (Mean=4.61) bili statistički precizniji u odnosu na

posezajuće motoričke pokreti ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 90° (Mean=5.39) na nivou statističke značajnosti $p=.043$. Između posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na pravicima od 30° i od 60° nije bilo statistički značajnih razlika.

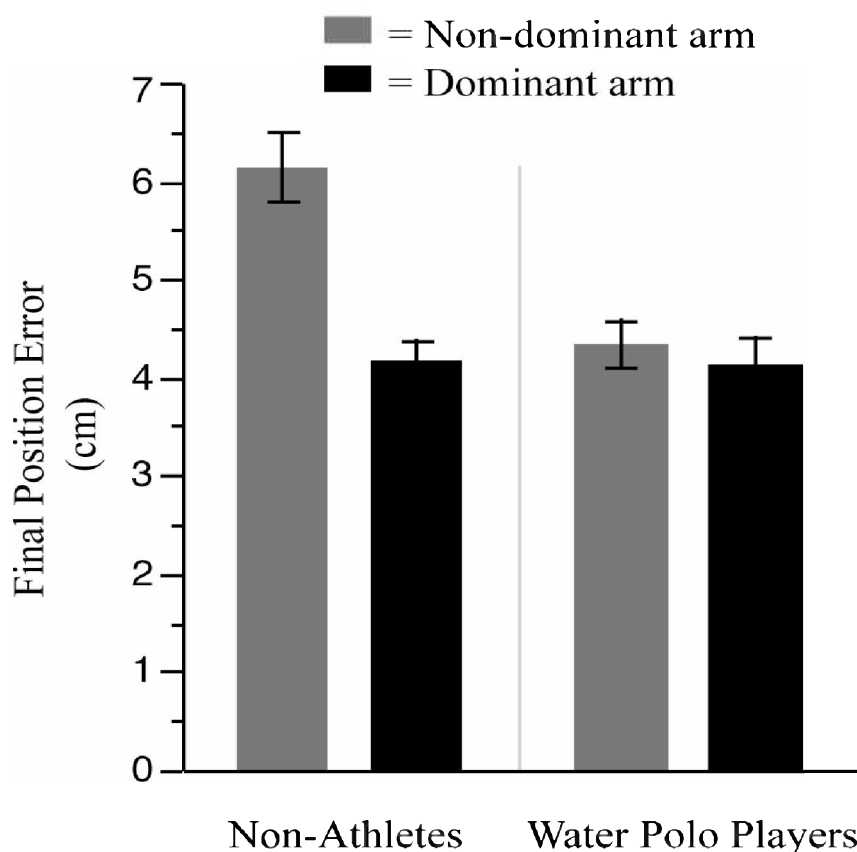
Analiza statistički značajne razlike za preciznost pokreta - greška konačne pozicije među grupama (Groups) i rukama (Arm) je prikazana u Tabeli 9., kao i na Slici 6. gdje se vidi da su i dominantna (Dominant) i nedominantna ruka (Non-dominant) kod vaterpolista (Water Polo Players), kao i dominantna ruka (Dominant) kod nesportista (Non-Athletes), imali statistički značajno bolju preciznost pokreta rukom u poređenju sa nedominantnom rukom (Non-dominant) kod nesportista (Non-Athletes).

Tabela 9. Bonferroni Post hoc analiza među grupama i rukama

Arm	Groups	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Non-dominant	Non-Athletes	6.133	.256	5.627	6.639
	Water Polo Players	4.338	.256	3.832	4.844
Dominant	Non-Athletes	4.171	.256	3.665	4.678
	Water Polo Players	4.128	.256	3.622	4.634

Na Slici 6. su grafički predstavljeni numerički rezultati iz Tabele 9. gdje se vidi da su i dominantna (Dominant arm – Mean=4.128) i nedominantna ruka (Non-dominant arm – Mean=4.338) kod vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu, kao i dominantna ruka (Dominant arm – Mean=4.171) kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu, imali statistički

značajno bolju preciznost pokreta rukom - manju grešku konačne pozicije (Final Position Error) u poređenju sa nedominantnom rukom (Non-dominant arm – Mean=6.133) kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.



Slika 6. Prosječne vrijednosti preciznosti pokreta rukom - greška konačne pozicije (Final Position Error) posezajućih pokreta nedominantnom (Non-dominant arm) i dominantnom rukom (Dominant arm) za vaterpoliste (Water Polo Players) i nesportiste (Non-Athletes)

Boferroni Post-hoc analiza statistički značajnih razlika za preciznost pokreta među rukama (Arm) i metama (Targets) koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° (Tabela 10.), pokazala je da je dominantna (Dominant) ruka i kod

vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu, imala statistički značajno bolju preciznost pokreta – manju grešku konačne pozicije ka metama koje su se pojavljivale na pravcima od 60° (Mean=3.878) i 90° (Mean=4.689) u poređenju sa nedominantnom (Non-dominant) rukom kod obje grupe prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na istim pravcima od 60° (Mean=5.344) i 90° (Mean=6.090).

Tabela 10. Bonferroni Post hoc analiza među rukama i metama

Arm	Targets	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Non-dominant	30°	4.273	.314	3.653	4.893
	60°	5.344	.314	4.724	5.964
	90°	6.090	.314	5.470	6.709
Dominant	30°	3.881	.314	3.261	4.501
	60°	3.878	.314	3.259	4.498
	90°	4.689	.314	4.069	5.309

6.3 Kvalitet putanje pokreta rukom (odstupanje putanje ruke od idealne)

U Tabeli 11. su prikazane prosječne vrijednosti (Mean) kvaliteta putanje pokreta rukom (odstupanje putanje ruke od idealne) za nedominantnu (Non-dominant) i dominantnu (Dominant) ruku ka metama (Targets) koje su se pojavljivale na tri različita

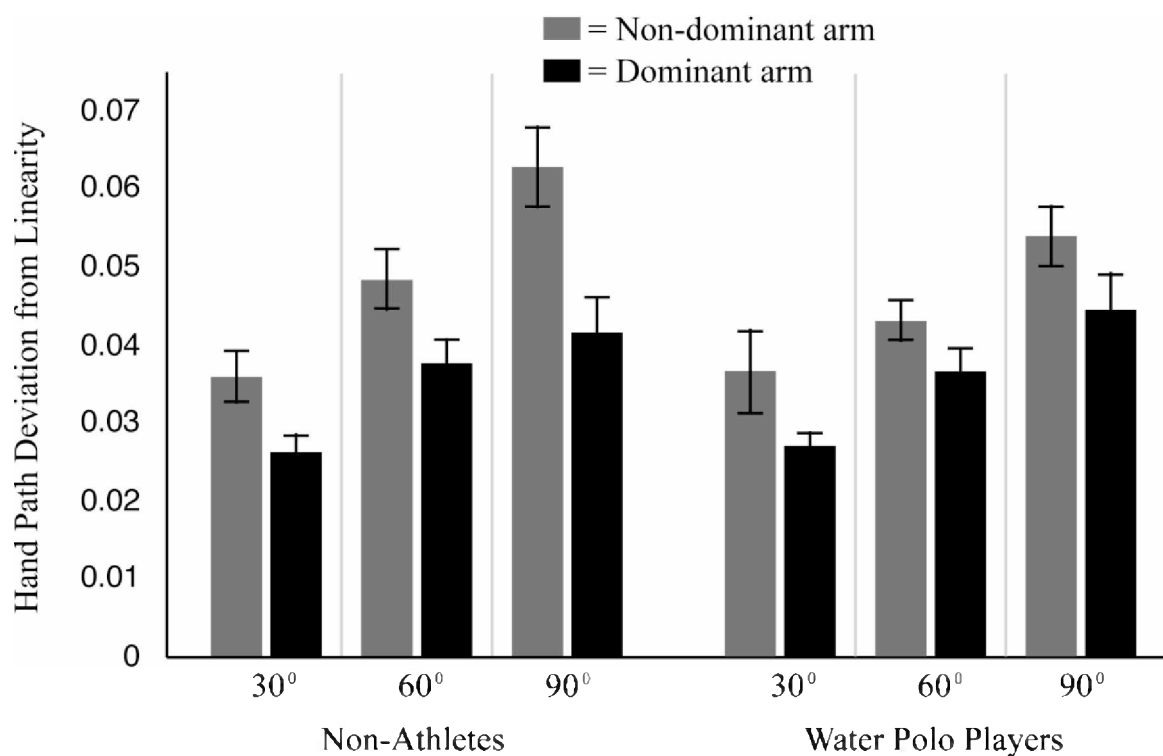
pravca od 30°, 60° i 90° kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

Tabela 11. Prosječne vrijednosti kvaliteta putanje pokreta rukom (odstupanje putanje ruke od idealne) za nedominantnu i dominantnu ruku ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca kod nesportista i vaterpolista

Groups	Arms	Targets	Mean	SD
Non-Athletes	Non-dominant	30°	0.04	0.01
		60°	0.05	0.01
		90°	0.06	0.02
		Total	0.05	0.02
	Dominant	30°	0.03	0.01
		60°	0.04	0.01
		90°	0.04	0.02
		Total	0.04	0.01
	Total	30°	0.03	0.01
		60°	0.04	0.01
		90°	0.05	0.02
		Total	0.04	0.02
Water Polo Players	Non-dominant	30°	0.04	0.02
		60°	0.04	0.01
		90°	0.05	0.01
		Total	0.04	0.02
	Dominant	30°	0.03	0.01
		60°	0.04	0.01
		90°	0.04	0.02

		Total	0.04	0.01
		30°	0.03	0.01
		60°	0.04	0.01
		90°	0.05	0.02
		Total	0.04	0.02
		<hr/>		
		30°	0.04	0.02
		60°	0.05	0.01
		90°	0.06	0.02
		Total	0.05	0.02
Total	Non-dominant	30°	0.03	0.01
		60°	0.04	0.01
		90°	0.04	0.02
		Total	0.04	0.01
		30°	0.03	0.01
	Dominant	60°	0.04	0.01
		90°	0.04	0.02
		Total	0.04	0.01
		30°	0.03	0.01
		60°	0.04	0.01
	Total	90°	0.05	0.02
		Total	0.04	0.02
		<hr/>		

Na Slici 7. su grafički predstavljeni rezultati iz Tabele 11. sa prosječnim vrijednostima kvaliteta putanje pokreta rukom - odstupanje putanje ruke od idealne (Hand Path Deviation from Linearity) za nedominantnu ruku (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i kod vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.



Slika 7. Prosječna vrijednost kvaliteta putanje pokreta rukom - odstupanje putanje ruke od idealne (Hand Path Deviation from Linearity) za nedominantnu ruku (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) za pokrete ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca kod nesportista (Non-Athletes) i vaterpolista (Water Polo Players)

Kao što se vidi, nedominantna ruka (Non-dominant arm) kod ispitanika obje testirane grupe, i vaterpolista (Water Polo Players) i nesportista (Non-Athletes), pokazala je manji kvalitet putanje pokreta rukom, odnosno veće odstupanja putanje ruke od idealne (Hand Path Deviation from Linearity) u odnosu na dominantnu ruku (Dominant arm) za mete koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°.

Rezultati ANOVE za kvalitet putanje pokreta rukom - odstupanje putanje ruke od idealne (Hand Path Deviation from Linearity) su prikazani u Tabeli 12.

Tabeli 12. Rezultati ANOVE za kvaliteta putanje pokreta rukom (odstupanje putanje ruke od idealne)

	N	DF	DF_e	F	Sig
Groups	1	1	24	0.19	.66
Arm	1	1	24	31.59	.0001*
Targets	1	1	24	154.02	.0001*
Groups x Arm	1	1	24	1.80	.19
Groups x Targets	1	1	24	1.47	.23
Arm x Targets	1	1	24	1.52	.22
Groups x Arm x Targets	1	1	24	1.58	.22

Legenda: * - nivo statističke značajnosti $p < .05$

Rezultati ANOVE pokazali su statistički značajnu razliku u kvalitetu putanje pokreta rukom - odstupanje putanje ruke od idealne među rukama (Arm) $F=31.59$ na nivou statističke značajnosti $p=.0001$, i među metama (Targets) $F=154.02$ na nivou statističke značajnosti $p=.0001$.

Analiza statistički značajnih razlika u kvalitetu putanje pokreta rukom - odstupanje putanje ruke od idealne među rukama (Tabela 13.) je pokazala da su posežajući motorički pokreti dominantnom (Dominant) rukom (Mean=0.04) imali statistički značajno veći kvalitet putanje pokreta rukom – odnosno manje odstupanje putanje ruke od idealne od onih izvođenih nedominantnom (Non-dominant) rukom (Mean=0.05) i kod vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu na nivou statističke značajnosti $p=.0001$.

Tabela 13. Bonferroni Post hoc analiza među rukama

Arm		Mean Differ.	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Non-dominant	Dominant	.011	.002	.0001*	.007	.015

Legenda: Arm – ruka; Mean Differ. – razlika aritmetičkih sredina; * - nivo statističke značajnosti $p < .05$

Analiza statistički značajnih razlika u kvalitetu putanje pokreta rukom - odstupanje putanje ruke od idealne među metama (Tabela 14.) je pokazala da su posezajući motorički pokreti rukom ka metama koje su se pojavljivale na svim pravcima bili statistički značajno različiti, i da su posezajući pokreti ka metama na pravcu od 30° (Mean=0.03) imali statistički značajno najveći kvalitet putanje pokreta rukom, odnosno najmanje odstupanje putanje ruke od idealne i kod vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Obzirom da je za posezajući motorički pokret rukom ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 30° bio dovoljan uglavnom jedan pokret u ručnom zglobu, to je vjerovatno i razlog boljeg kvaliteta putanje pokreta rukom u odnosu na mete koje su se pojavljivale na pravcima od 60° i 90°.

Tabela 14. Bonferroni Post hoc analiza među metama

Targets		Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
30°	60°	-.010	.003	.001*	-.016	-.004
	90°	-.019	.003	.000*	-.026	-.013
60°	30°	.010	.003	.001*	.004	.016
	90°	-.009	.003	.002*	-.016	-.003
90°	30°	.019	.003	.000*	.013	.026
	60°	.009	.003	.002*	.003	.016

Legenda: Targets – mete; Mean Difference – razlike aritmetičkih sredina; * - nivo statističke značajnosti $p < .05$

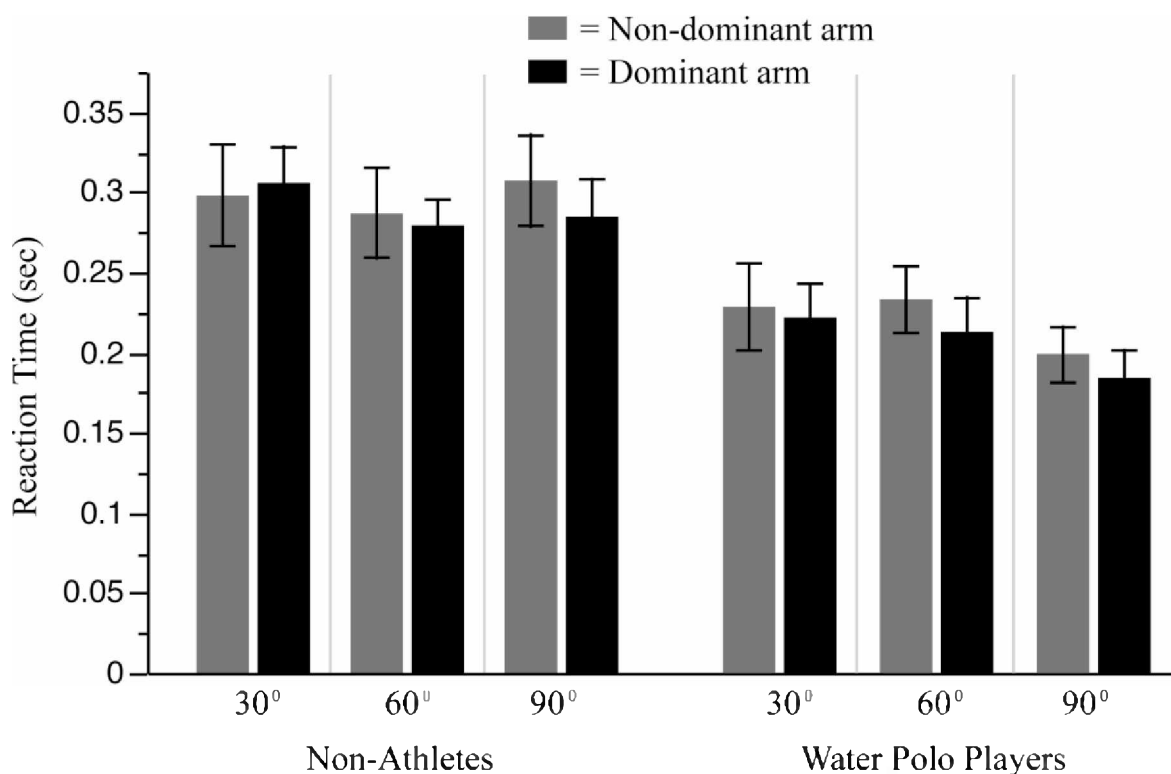
6.4 Vrijeme reakcije pokreta rukom

U Tabeli 15. su prikazane prosječne vrijednosti (Mean) vremena reakcije pokreta rukom za nedominantnu (Non-dominant) i dominantnu ruku (Dominant) ka metama (Targets) koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.

Tabela 15. Prosječne vrijednosti vremena reakcije pokreta rukom za nedominantnu i dominantnu ruku ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca kod nesportista i vaterpolista

Groups	Arms	Targets	Mean	SD
Non-Athletes	Non-dominant	30°	0.30	0.11
		60°	0.29	0.10
		90°	0.31	0.10
		Total	0.30	0.10
	Dominant	30	0.31	0.08
		60	0.28	0.06
		90	0.28	0.08
		Total	0.29	0.07
	Total	30°	0.30	0.10
		60°	0.28	0.08
		90°	0.30	0.09
		Total	0.29	0.09
Water Polo Players	Non-dominant	30°	0.23	0.10
		60°	0.23	0.07
		90°	0.20	0.06
		Total	0.22	0.08
	Dominant	30°	0.22	0.07
		60°	0.21	0.08
		90°	0.18	0.06
		Total	0.21	0.07
	Total	30°	0.23	0.08
		60°	0.22	0.07
		90°	0.19	0.06
		Total	0.21	0.07
Total	Non-dominant	30°	0.26	0.11
		60°	0.26	0.09
		90°	0.25	0.10
		Total	0.26	0.10
	Dominant	30°	0.26	0.09
		60°	0.25	0.07
		90°	0.23	0.09
		Total	0.25	0.08
	Total	30°	0.26	0.10
		60°	0.25	0.08
		90°	0.24	0.09
		Total	0.25	0.09

Na Slici 8. su grafički predstavljeni rezultati iz Tabele 15. sa prosječnim vrijednostima vremena reakcije pokreta rukom (Reaction Time) za nedominantnu ruku (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° kod nesportista (Non-Athletes) - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu i kod vaterpolista (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu.



Slika 8. Prosječne vrijednosti vremena reakcije pokreta rukom (Reaction Time) za nedominantnu (Non-dominant arm) i dominantnu ruku (Dominant arm) za pokrete ka metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca kod vaterpolista (Water Polo Players) i nesportista (Non-Athletes).

Kao što se vidi, svaka grupa je imala veoma slično vrijeme reakcije pokreta rukom (Reaction Time) za mete koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° i za nedominantnu (Non-dominant arm) i za dominantnu ruku (Dominant arm). Međutim, može se primijetiti da je vrijeme reakcije pokreta rukom (Reaction Time) kod vaterpolista (Water Polo Players) bilo mnogo kraće od onog koje su imali nesportisti (Non-Athletes) za sve mete koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90°.

Rezultati ANOVE za vrijeme reakcije pokreta rukom (Reaction Time) su prikazani u Tabeli 16.

Tabela 16. Rezultati ANOVE za vrijeme reakcije pokreta rukom

	N	DF	DF_e	F	Sig
Groups	1	1	24	9.63	.004*
Arm	1	1	24	0.72	.40
Targets	1	1	24	4.48	.04*
Groups x Arm	1	1	24	0.06	.79
Groups x Targets	1	1	24	2.21	.14
Arm x Targets	1	1	24	1.08	.30
Groups x Arm x Targets	1	1	24	0.36	.55

Legenda: * - nivo statističke značajnosti $p < .05$

Rezultati ANOVE za vrijeme reakcije pokreta rukom pokazali su statistički značajnu razliku među grupama (Groups) $F=9.63$ na nivou statističke značajnosti $p=.004$, i među metama (Targets) $F=4.48$ na nivou statističke značajnosti $p=.04$.

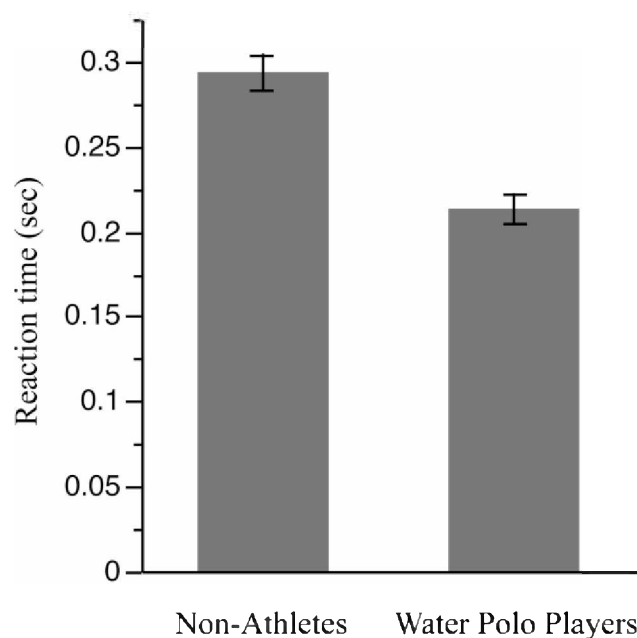
Analiza statistički značajnih razlika za vrijeme reakcije pokreta rukom među grupama je prikazana u Tabeli 17. i ona je pokazala da su vaterpolisti (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu imali statistički značajno kraću prosječnu vrijednost vremena reakcije (Reaction Time) pokreta rukom (Mean=0.21) od prosječne vrijednosti vremena reakcije (Reaction Time) pokreta rukom koju su imali nesportisti (Non-Athletes - Mean=0.29) - studenti prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu na nivou statističke značajnosti $p=.004$.

Tabela 17. Bonferroni Post hoc analiza među grupama

Groups		Mean Difference	Std. Err.	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Non-Athletes	Water Polo Players	.080	.013	.004*	.054	.107

Legenda: Groups – grupe; Mean Difference – razlika aritmetičkih sredina; Non-Athletes – nesportisti; Water Polo Players – vaterpolisti; * - nivo statističke značajnosti $p<.05$

Na Slici 9. su grafički predstavljeni numerički rezultati iz Tabele 17. gdje se takođe vidi da su vaterpolisti (Water Polo Players) juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu imali statistički značajno kraću prosječnu vrijednost vremena reakcije (Reaction Time) pokreta rukom (Mean=0.21) od one koju su imali nesportisti (Non-Athletes - Mean=0.29) - studenti prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.



Slika 9. Prosječna vrijednost vremena reakcije pokreta rukom (Reaction Time) za nesportiste (Non-Athletes) i vaterpoliste (Water Polo Players)

Analiza statistički značajnih razlika za vrijeme reakcije pokreta rukom među metama (Targets) je pokazala da je za posezajuće motoričke pokrete rukom, za obje grupe, ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 90° (Mean=0.24) bilo potrebno statistički značajno kraće vrijeme reakcije pokreta rukom u odnosu na mete koje su se pojavljivale na pravcu od 30° (Mean=0.26) kod obje grupe.

7. ZAKLJUČAK

Ovo je bilo istraživanje sa ciljem da se utvrde razlike u brzini pokreta, preciznosti pokreta, kvalitetu putanje pokreta i vremenu reakcije pokreta dominantnom i nedominantnom rukom, između sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji su u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvog trenažnog iskustva u sportu. Rezultati su pokazali da su vaterpolisti juniorske reprezentacije Crne Gore U20 koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu imali statistički značajno bolju preciznost pokreta sa značajno kraćim vremenom reakcije pokreta u odnosu na nesportiste - studente prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Moglo se očekivati da će kraće vrijeme reakcije posezajućeg motoričkog pokreta vjerovatno učiniti pokret manje preciznim, međutim, to nije bio slučaj u ovom istraživanju. Tokom dugoročnog trenažnog procesa vaterpolisti mogu poboljšati sposobnost istovremenih brzih reakcija i preciznih motoričkih pokreta. Kod same brzine posezajućeg motoričkog pokreta i kvaliteta njegove putanje, među grupama nijesu pronađene statistički značajne razlike. Na osnovu dobijenih rezultata se može zaključiti da se polovično prihvata generalna hipoteza H_0 koja glasi: Očekuju se statistički značajne razlike u brzini pokreta, preciznosti pokreta, kvalitetu putanje pokreta i vremenu reakcije pokreta dominantnom i nedominantnom rukom između sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu i nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu.

Rezultati dobijeni u ovom istraživanju su slični nekim prethodnim istraživanjima koja su pokazala da su ne samo unimanuelna vježbanja sa pokretima gdje je korišćena nedominantna ruka (Teixeira & Okazaki, 2007; L.A. Teixeira & M.C. Teixeira, 2007) već i bimanuelna vježbanja sa pokretima gdje se koriste i jedna i druga ruka (Gardasevic, Akpinar, Popovic, & Bjelica, 2019; Akpinar, 2015; Maeda i saradnici, 2014; Stockel & Weigelt, 2012; Mikheev i saradnici, 2002) poboljšala izvođenje pokreta i dominantnom i nedominantnom rukom za određene motoričke zadatke. Istraživanja su takođe pokazala da profesionalni unimanuelni trening sa vježbama gdje se koristi dominantna desna ruka, može poboljšati izvođenje motoričkih pokreta sa objema rukama, i dominantnom i nedominantnom (Akpinar i saradnici, 2015).

Gneralno je prihvaćena teza da sportisti imaju prednost u odnosu na nesportiste prilikom obavljanja nekih motoričkih pokreta gdje se rješavaju određeni zadaci, u kojima je potrebna ravnoteža (Davlin, 2004) ili snaga (Sleivert, Backus, & Wenger, 1995). Osim boljeg izvođenja motoričkih pokreta od strane sportista u odnosu na nesportiste (Akpinar i saradnici, 2015; Akpinar, 2015), takođe je evidentirana razlika i kod izvođenja nekih senzomotornih pokreta, u varijablama kao što je vrijeme reakcije pokreta (Gardasevic et al., 2019; Chan, Wong, Liu, Yu, & Yan, 2011), a sve to kao posledica dugoročnog vježbanja, što je takođe potvrđeno i u ovom istraživanju.

Kod varijable brzina pokreta rukom, prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta, nije pronađena statistički značajna razlika ni među ispitanicima dvije grupe ni kod ispitanika unutar grupa između dominantne i nedominantne ruke. Ovo je možda i očekivan rezultat jer je poznato da je brzina genetski veoma visoko uslovljena, tako da

su tu minimalna poboljšanja moguća, ali ne i značajna. Može se zaključiti da se kod vaterpolista prihvata postavljena hipoteza H1 koja glasi: Ne očekuju se statistički značajne razlike u brzini pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu. Za grupu nesportista se može zaključiti da se postavljena hipoteza H5 u potpunosti odbacuje - Očekuju se statistički značajne razlike u brzini pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Jedina statistički značajna razlika dobijena kod ove varijable je ta da su motorički pokreti rukom ka metama koje su se pojavljivale na pravcima od 30° i 60° bili značajno brži od motoričkih pokreta rukom ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 90°. I kod vaterpolista i kod nesportista su mnogo češći pokreti rukom ka ova dva pravca koja su bliža tijelu, nego ka pravcu od 90°, pa je sigurno da tu treba tražiti razlog ove dobijene razlike u brzini izvođenja motoričkih pokreta.

Međutim, grupa vaterpolista u ovom istraživanju je pokazala statistički znatno bolju preciznost izvođenja posezajućih motoričkih pokreta u odnosu na grupu nesportista. Ovo može biti i očekivani rezultat, jer trenažni proces kod vaterpolista tokom godina zahtijeva svakodnevni rad na unapređenju preciznosti, i što se tiče dodavanja lopte kako na kraćim tako i na dužim odstojanjima, i što se tiče šutiranja loptom iz raznih pozicija, kao i preciznog plivanja. Obzirom da se svi pokreti gdje je uključen rekvizit lopta obavljaju dominantnom rukom, i kod vaterpolista je konstatovana statistički značajna razlika generalno u preciznosti pokreta između dominantne i nedominantne ruke pa se može zaključiti da se u potpunosti odbacuje

postavljena hipoteza H2 koja glasi: Ne očekuju se statistički značajne razlike u preciznosti pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu. Slično rezultatima prethodnih istraživanja (Przybyla i saradnici, 2013; Coelho i saradnici, 2013), i ova disertacija je dala rezultate koji su pokazali statistički značajnu asimetriju između dominantne i nedominantne ruke u preciznosti pokreta rukom (greška konačne pozicije ruke) za uzorak nesportista koji su činili kontrolnu grupu. Dominatna ruka je izvodila posezajuće motoričke pokrete dominantnom rukom statistički značajno preciznije u odnosu na nedominantnu ruku, pa se može zaključiti da se u potpunosti potvrđuje postavljena hipoteza H6 koja glasi: Očekuju se statistički značajne razlike u preciznosti pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Takođe je pronađena statistički značajna razlika kod obje grupe u preciznosti izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 30° u odnosu na pravce od 60° i 90° u radnom prostoru. Rezultati su pokazali da je nedominantna ruka kod nesportista pokazala statistički značajno najslabiju preciznost prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta u odnosu na sve ostale, što opet potvrđuje tezu da dugoročan sportski trening i te kako može uticati na poboljšanje ove motoričke sposobnosti kod nedominantne ruke.

Kada je u pitanju kvalitet putanje pokreta rukom za obje grupe, rezultati pokazuju statistički značajno veće odstupanje putanje ruke od idealne kod nedominantne ruke u odnosu na dominantnu ruku prilikom izvođenja posezajućih motoričkih pokreta ka svim metama koje su se pojavljivale na sva tri moguća pravca od

30°, 60° i 90°. Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da se kod vaterpolista u potpunosti odbacuje postavljena hipoteza H3 koja glasi: Ne očekuju se statistički značajne razlike u kvalitetu putanje pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu. U prilog ovim rezultatima stoji činjenica da je vaterpolo sport u kojem se većina manevrisanja sa loptom izvode dominantnom rukom. Samim tim, dominantna ruka je više opterećena u trenažnom procesu, tako da je rezultat koji je pokazao mnogo veći kvalitet putanje pokreta dominantnom rukom u odnosu na nedominantnu nešto što se moglo i očekivati. Takođe, kao i u gore pomenutim prethodnim istraživanjima i u ovom istraživanju su potvrđeni rezultati koji su pokazali statistički značajnu asimetriju između dominantne i nedominantne ruke u kvalitetu putanje pokreta rukom (odstupanje putanje ruke od idealne) za uzorak nesportista koji su činili kontrolnu grupu, pa se može zaključiti da je u potpunosti potvrđena postavljena hipoteza H7 koja glasi: Očekuju se statistički značajne razlike u kvalitetu putanje pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Rezultati su pokazali da je kvalitet putanje posezajućih motoričkih pokreta, kod obje testirane grupe, ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 30° bio statistički značajno kvalitetniji od onih ka metama koje su se pojavljivale na pravcima od 60° i od 90°. U prethodnom poglavlju je već diskutovano da je za posezajući motorički pokret rukom ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 30° bio dovoljan uglavnom jedan pokret u ručnom zglobu, a za ostala dva pravca je bilo

potrebno pomjeriti cijelu ruku da bi se izveo posezajući motorički pokret i to je vjerovatno i razlog razlike u kvalitetu putanje pokreta rukom na ovim pravcima.

Vrijeme reakcije pokreta za obje ruke, i za dominantnu i za nedominantnu, kod vaterpolista bilo je statistički značajno kraće u odnosu na nesportiste, pa se može zaključiti da je to najverovatnije posledica dugoročnog trenažnog procesa. Sportisti moraju istovremeno izvoditi vrlo intenzivne kratke pokrete i brzo donositi odluke pod jakim pritiskom vremena, u najkraćim vremenskim intervalima (Delignières, Brisswalter, & Legros, 1994). Mnoga istraživanja su pokazala da iskusniji igrači reaguju brže od svojih manje iskusnih kolega, i da je značajno smanjeno vrijeme reakcije pokreta kod sportista u poređenju sa nesportistima (Nougier, Ripoll, & Stein, 1989). Ova pojava je evidentirana u nekoliko sportova, na primjer u košarci (Ghuntla, Mehta, Gokhale, & Shah, 2012), u stonom tenisu (Bhabhor, Vidja, Bhanderi, Dodhia, Kathrotia, & Joshi, 2013), u odbojci (Hascelik, Basgöze, Türker, Narman, & Ozker, 1989), u badmintonu (Dube, Mungal, & Kulkarni, 2015) i u fudbalu (Dokuyucu i saradnici, 2015). Kramer, Hahn, and McAuley (2000) su dokazali da su ispitanici koji su bili podvrgnuti šestomjesečnom programu aerobika pokazali poboljšanja u varijabli vrijeme reakcije pokreta. Ova disertacija sa rezultatima koji su dobijeni, je pokazala da su vaterpolisti brže reagovali na posezajuće motoričke pokrete ka svim metama koje su se pojavljivale na tri različita pravca od 30°, 60° i 90° u radnom prostoru, i dominantnom i nedominantnom rukom u odnosu na nesportiste. U vaterpolu, igrači moraju imati brze reakcije ruku jer se često nalaze u situacijama da blokiraju protivničke šuteve na gol i jednom i drugom rukom i ti pokreti moraju biti izuzetno eksplozivni. Nadalje, čim vaterpolista u napadačkim akcijama zapazi slobodan prostor

u protivničkoj odbrani, on pokušava da šutira loptu na gol, tada vrijeme reakcije pokreta mora biti što kraće, da bi akcija bila efikasna i lopta završila u protivničkom голу. Istovremeno, u tom djeliću sekunde, i odbrambeni igrač pokušava da podigne ruku i blokira udarac, pa je stoga vrijeme reakcije pokreta i u ovom defanzivnom dijelu igre i te kako važno. Takve situacije su veoma česte kod svih igrača u bazenu, i stalno se smjenjuju. Naravno, ne treba zaboraviti da reakcije i pokreti pod vodom takođe moraju biti brzi sa obje ruke, što sveukupno može da objasni bolje vrijeme reakcije pokreta vaterpolista u poređenju sa grupom nesportista koji su učestvovali u ovom istraživanju. Ovo je i razlog zašto kod vaterpolista nije pronađena statistički značajna razlika u vremenu reakcije pokreta između dominantne i nedominantne ruke, pa se može zaključiti da se u potpunosti prihvata postavljena hipoteza H4 koja glasi: Ne očekuju se statistički značajne razlike u vremenu reakcije pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod sportista - vaterpolista juniorske reprezentacije Crne Gore koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu. Obzirom da ni kod nesportista nije pronađena statistički značajna razlika u vremenu reakcije pokreta između dominantne i nedominantne ruke, može se zaključiti da se u potpunosti odbacuje postavljena hipoteza H8 koja glasi: Očekuju se statistički značajne razlike u vremenu reakcije pokreta između dominantne i nedominantne ruke kod nesportista - studenata prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Ovo istraživanje je pokazalo da je vrijeme reakcije posezajućih motoričkih pokreta ka metama koje su se pojavljivale na pravcu od 90° znatno kraće u odnosu na mete koje su se pojavljivale na pravcu od 30°. U vaterpolu sportu je ovo i logično jer igrači uglavnom šutiraju prema голу sa rukom koja se nalazi iznad glave i koja je na oko 90° u

odnosu na površinu vode. Takve situacije su češće od drugih položaja ruku, iz kojih se vrše udarci na gol. Slična situacija se javlja tokom defanzivnih ili odbrambenih akcija i tokom pokušaja blokiranja napadača, pod pretpostavkom da se u takvim situacijama naizmenično koriste dominantna i nedominantna ruka, zavisno od toga na kojoj strani se nalazi protivnički igrač sa loptom. Međutim, veoma je važno da treneri pripremaju igrače da blokiraju šuteve iz različitih uglova kao što su situacije gdje se šutira na gol i iz 30° ili 60°. Dakle, to će sigurno omogućiti efikasniju odbranu protiv nekih šuteva sa strane.

Rezultati nesportista u ovom istraživanju su generalno, veoma slični onima u nedavnim istraživanjima (Przybyla i saradnici, 2013; Coelho saradnici, 2013; Akpınar i saradnici, 2015; Akpınar, 2015).

Akpınar (2015) je u svom istraživanju pokazao da je asimetrija izvođenja motoričkih pokreta desnom i lijevom rukom kod veslača smanjena, jer obje ruke u tom sportu treba koordinirano i zajedno da veslaju, što omogućava efikasno tehničko izvođenje i jednom i drugom rukom. Stoga, izvođenje spretnih pokreta rukama zahtijeva znanje, a to je preduslov efikasne bimanuelne kontrole ruku. U vaterpolu, usvojenost tehnike od strane igrača na optimalnom nivou je uslov koji je neophodan za poboljšanje ukupnih potrebnih izvođenja motoričkih pokreta. U tom pogledu, smanjena razlika između ruku kod vaterpolista u odnosu na nesportiste prikazana u ovom istraživanju može biti uslov za vještije plivanje, manevrisanje pod vodom, održavanje ravnoteže u vodi, kao i blokiranje udaraca sa dominantnom i nedominantnom rukom.

Simetrični obrasci izvođenja pokreta obje strane tijela takođe su prikazane u tekvondou (Čular, D. Miletić, & A. Miletić, 2000). Tekvondo sportisti su pokazali vrlo

slične obrasce izvođenja pokreta lijevom i desnom stranom svoga tijela u nekim testovima motoričkih sposobnosti (fleksibilnost, snaga i eksplozivna snaga nogu) i kvalitetu izvođenja testirane dvije osnovne tekvondo tehnike. Na osnovu ovog istraživanja može se zaključiti da sportisti moraju poboljšati obje strane svog tijela da bi stekli prednost u svom sportu.

Neurofiziološke karakteristike mogu definisati superiorno izvođenje motoričkih pokreta kod bilo kojeg sportiste. Prilikom izvođenja spretnih motoričkih pokreta pod različitim uslovima i u promjenljivim okolnostima, mozak sportista mora se prilagoditi različitim vrstama ponašanja (Nakata, Yoshie, Miura, & Kudo, 2010). To može uključivati opažanje, donošenje odluke, motoričku pripremu za pokret i izvršavanje pokreta. Na primjer, da bi se obavio spretn motorički pokret, nervni sistem mora na odgovarajući način aktivirati potrebne motoričke jedinice u pravom trenutku i u ispravnom redoslijedu (Nielsen & Cohen, 2008). Ovo potvrđuje da se neuronske aktivnosti u mozgu sportista modifikuju uz učešće u aktivnostima dugoročnog trenažnog procesa (Ericsson & Lehmann, 1999). Potvrda za ove tvrdnje je dobijena iz nekih istraživanja koja pokazuju promjene i pomake u aktivaciji mozga kod ispitanika koji su svirali određene muzičke instrumente (Ridding, Brouwer, & Nordstrom, 2000), kao i kod sportista zbog dugoročnog vježbanja (Pearce, Thickbroom, Byrnes, & Mastaglia, 2000). Konkretno, povezanost kortikalnih potencijala sa motornim, koji se reflektuju na proces pripreme pokreta, bili su kraći kod sportista u odnosu na nesportiste (Kita, Mori, & Nara, 2001). Stoga, mozak se lako može oblikovati dugoročnim sticanjem vještina, što takođe može poboljšati izvođenje motoričkih pokreta, kao što su oni ispitivani u ovom istraživanju. Vaterpolisti sa poboljšanim

neuronskim aktivnostima mogu imati bolje opažanje, donošenje odluka, motoričku pripremu pokreta i izvršavanje pokreta i jednom i drugom rukom u odnosu na nesportiste. U budućnosti bi veoma bilo interesantno proučavati slične karakteristike sportista sličnog nivoa vještina u mnogim sportovima koji ne zahtijevaju unimanuelnu aktivnost.

Simetričnost izvođenja motoričkih pokreta dominantnom i nedominantnom rukom kod vaterpolista koja je pronađena u ovom istraživanju je slična onoj pronađenoj u prethodnim istraživanjima Akpinara i saradnika (2015) i Akpinara (2015). Iako su u nekim ranijim istraživanjima rezultati pokazali da efekat kratkoročnog unimanuelnog vježbanja na izvođenje motoričkih pokreta jednom i drugom rukom može biti drugačiji (Mutha & Sainburg, 2009), čini se da dugoročni trenažni proces u sportu može poboljšati izvođenje određenih posezajućih motoričkih pokreta i dominantnom i nedominantnom rukom. Generalno, prethodna istraživanja su pokazala za sportiste, kao i za ljude u nekim drugim djelatnostima tipa muzike, za ljude koji sviraju muzičke instrumente, superiornost u izvođenju jednostavnih motoričkih pokreta prilikom rješavanja motoričkih zadataka u odnosu na one koji to nijesu (Delignières, Brisswalter, & Legros, 1994; Nougier, Ripoll, & Stein, 1989; Rodrigues, Loureiro, & Caramelli, 2013). U sportu kao što je vaterpolo, ruke se koriste za različite pokrete, lijeva ruka se koristi za plivanje, održavanje ravnoteže i u odbranbenim akcijama kao što su blokiranje šuteva, držanje protivnika, odgurivanje sa protivnikom, a desna ruka, osim plivanja i održavanja ravnoteže na vodi, najviše se koristi za manevrisanje loptom. Na taj način se može objasniti bolje senzomotorno izvođenje pokreta kod vaterpolista dominantnom i nedominantnom rukom u odnosu na nesportiste.

Istovremeno, ovo istraživanje može pružiti smjernice trenerima koji sprovode trenažni proces sa ovim igračima i dati im informacije o tome šta su dobro uradili, kao i o tome šta je potrebno poboljšati u samom treningu kako bi sami igrači poboljšali svoje performanse. Kada se govori o identifikaciji i selekciji talentovanih dječaka za vaterpolo, treneri treba da razmotre ove senzomotorne parametre koji bi im pomogli u smislu još kvalitetnije selektiranosti početnika za ovaj sport.

Ovo Istraživanje je pokazalo veoma interesantne rezultate, da su vaterpolisti juniorske reprezentacije Crne Gore U20 koji se nalaze u višegodišnjem trenažnom procesu imali statistički značajno bolju preciznost pokreta sa značajno kraćim vremenom reakcije pokreta u odnosu na nesportiste - studente prve godine Pomorskog fakulteta u Kotoru koji nemaju nikakvo trenažno iskustvo u sportu. Moglo se očekivati da će kraće vrijeme reakcije posezajućeg motoričkog pokreta vjerovatno učiniti pokret manje preciznim, međutim, to nije bio slučaj u ovom istraživanju. Tokom dugoročnog trenažnog procesa vaterpolisti mogu poboljšati sposobnost za obavljanje brzih reakcija i preciznih motoričkih pokreta. Da li vaterpolisti imaju manju asimetričnost desne i lijeve ruke zbog trenažnog procesa u vaterpolu ili je simetrija u izvođenju pokreta jednom i drugom rukom povezana sa kvalitetom tih igrača koja bi mogla uticati na takmičarsku selekciju za vaterpolo ne može se konačno zaključiti samo sa istraživanjem koje je ovdje sprovedeno.

Ovo istraživanje ima ograničenja u zaključcima zbog izbora kontrolne grupe, stoga, buduća istraživanja trebalo bi da se fokusiraju na upoređivanje asimetrije desne i lijeve ruke senzomotornih izvođenja pokreta u različitim vrstama sportova. Longitudinalna istraživanja takođe treba sprovesti kako bi se ispitalo da li je smanjena

asimetrija između desne i lijeve ruke kod vaterpolista rezultat dugoročnog trenažnog procesa ili da li je ona postojala prije početka bavljenja tim sportom. Osim toga, pored senzomotornih izvođenja pokreta, istraživanje neurofiziološke pozadine sportista bilo bi potrebno za povezanost između motoričkih i neuronskih mehanizama.

8. LITERATURA

- Akpinar, S. (2016). Decreased interlimb differences in female basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56, 1448-54.
- Akpinar, S. (2015). The effect of long-term bimanual training on arm selection during reaching tasks. *Kinesiology*, 47(2), 226-235.
- Akpinar, S., Sainburg, R.L., Kirazci, S., & Przybyla, A. (2015). Motor asymmetry in elite fencers. *Journal of Motor Behavior*, 47(4), 302-311.
- Akpinar, S. (2011). Sensorimotor performance asymmetries and hand preference. Doctoral dissertation. The Graduate School of Social Sciences of Middle east Technical University.
- Annett, M. (1970). A classification of hand preference by association analysis. *Br J Psychol*, 61(3), 303-321.
- Bagesteiro, L.B., & Sainburg, R.L. (2002). Handedness: dominant arm advantages in control of limb dynamics. *J Neurophysiol*, 88(5), 2408-2421.
- Bhabhor, M.K., Vidja, K., Bhanderi, P., Dodhia, S., Kathrotia, R., Joshi, V.A. (2013). Comparative study of visual reaction time in table tennis players and healthy controls. *Indian J Physiol Pharmacol*, 57(4), 439-442.
- Bishop, D.V., Ross, V.A., Daniels, M.S., & Bright, P. (1996). The measurement of hand preference: a validation study comparing three groups of right-handers. *Br J Psychol*, 87 (Pt 2), 269-285.
- Bradshaw, J.L., & Rogers, L.J. (1993). *The Evolution of Lateral Asymmetries, Language, Tool Use, and Intellect*. San Diego: Academic Press.

- Brown, E.R., & Taylor, P. (1988). Handedness, footedness, and eyedness. *Percept Mot Skills*, 66(1), 183-186.
- Caliskan, E., & Dane, S. (2009). Left-handedness in blind and sighted children. *Laterality*, 14(2), 205-213.
- Chan, J.S.Y., Wong, A.C.N., Liu, Y., Yu, J., & Yan, J.H. (2011). Fencing expertise and physical fitness enhance action inhibition. *Psychology of Sport and Exercise*, 12, 509-514.
- Coelho, C.J., Przybyla, A., Yadav, V., & Sainburg, R.L. (2013). Hemispheric differences in the control of limb dynamics: A link between arm performance asymmetries and arm selection patterns. *Journal of Neurophysiology*, 109(3), 825–838.
- Coren, S., & Porac, C. (1977). Fifty centuries of right-handedness: the historical record. *Science*, 198(4317), 631-632.
- Čular, D., Miletić, D., & Miletić, A. (2000). Influence of dominant and non-dominant body side on specific performance in taekwondo. *Kinesiology*, 42(2), 184-193.
- Davlin, C.D. (2004). Dynamic balance in high-level athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 98(3-2), 1171-1176.
- Dokuyucu, R., Demir, T., Bilgic, M., et al. (2015). Comparison of reaction time and Body Mass Index in football training children and sedentary children. *Medicina dello Sport*, 68(4), 43-8.
- Delignières, D., Brisswalter, J., & Legros, P. (1994). Influence of physical exercise on choice reaction time in sport experts: the mediating role of resource allocation. *Journal of Human Movement Studies*, 27, 173-188.

- Dube, S.P., Mungal, S.U., & Kulkarni, M.B. (2015). Simple visual reaction time in badminton players: a comparative study. *National Journal of Physiology, Pharmacy & Pharmacology*, 5(1), 18-20.
- Duff, S.V., & Sainburg, R.L. (2007). Lateralization of motor adaptation reveals independence in control of trajectory and steady-state position. *Exp Brain Res*, 179(4), 551-561.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270(5234), 305-307.
- Ericsson, K.A., & Lehmann, A.C. (1999). Expert and exceptional performance: evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annu. Review Psychol.*, 47, 273-305.
- Gabbard, C., & Helbig, C.R. (2004). What drives children's limb selection for reaching in hemispace? *Exp Brain Res*, 156(3), 325-332.
- Gardasevic, J., Akpinar, S., Popovic, S., & Bjelica, D. (2019). Increased Perceptual and Motor Performance of the Arms of Elite Water Polo Players. *Applied Bionics and Biomechanics*, 6763470. doi: 10.1155/2019/6763470.
- Gazzaniga, M.S. (1989). Organization of the human brain. *Science*, 245(4921), 947-952.
- Ghuntla, T., Mehta, H.B., Gokhale, P.A., & Shah, C.J. (2012). A comparative study of visual reaction time in basketball players and healthy controls. *NJIRM*, 3(1), 49–51.
- Goble, D.J., & Brown, S.H. (2010). Upper limb asymmetries in the perception of proprioceptively determined dynamic position sense. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 36(3), 768-775.

- Goble, D.J., & Brown, S.H. (2008a). The biological and behavioral basis of upper limb asymmetries in sensorimotor performance. *Neurosci Biobehav Rev*, 32(3), 598-610.
- Goble, D.J., & Brown, S.H. (2008b). Upper limb asymmetries in the matching of proprioceptive versus visual targets. *J Neurophysiol*, 99(6), 3063-3074.
- Hardyck, C., & Petrinovich, L.F. (1977). Left-handedness. *Psychol Bull*, 84(3), 385-404.
- Hascelik, J., Basgöze, O., Türker, K., Narman, S., & Ozker, R. (1989). The effects of physical training on physical fitness tests and auditory and visual reaction times of volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 29, 234-239.
- Hebbal, G.V., & Mysorekar, V.R. (2003). Anatomical and behavioural asymmetries in right and left handers from India. *Ann Anat*, 185(3), 267-275.
- Hopkins, W.D., & Leavens, D.A. (1998). Hand use and gestural communication in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *J Comp Psychol*, 112(1), 95-99.
- Hull, C. (1936). A study of laterality test items. *Journal of Experimental Education*, 4, 287-290.
- Ida, Y., & Bryden, M.P. (1996). A comparison of hand preference in Japan and Canada. *Canadian Journal of Experimental Psychology-Revue Canadienne De Psychologie Experimentale*, 50(2), 234-239.
- Kim, W., Gabbard, C., Buchanan, J.J., & Ryu, Y.U. (2007). Right-handers' reaching in contralateral hemispace: a kinematic observation. *J Mot Behav*, 39(6), 451-456.
- Kita, Y., Mori, A., & Nara, M. (2001). Two types of movement-related cortical potentials preceding wrist extension in humans. *NeuroReport*, 12, 2221-2225.

- Kramer, A. F., Hahn, S., & McAuley, E. (2000). Influence of aerobic fitness on the neurocognitive function of older adults. *J Aging Phys Act*, 8, 379–385.
- Latimer, H.B., & Lowrance, E.W. (1965). Bilateral asymmetry in weight and in length of human bones. *Anat Rec*, 152(2), 217-224.
- Leconte, P., & Fagard, J. (2006). Which factors affect hand selection in children's grasping in hemispace? Combined effects of task demand and motor dominance. *Brain Cogn*, 60(1), 88-93.
- Lenhard, A., & Hoffmann, J. (2007). Constant error in aiming movements without visual feedback is higher in the preferred hand. *Laterality*, 12(3), 227-238.
- Maeda, R.S., Souza, R.M., & Teixeira, L.A. (2014). From specific training to global shift of manual preference in kung fu experts. *Perceptual and Motor Skills*, 118(1), 73-85.
- Mamolo, C.M. (2008). *The Influence of Task Demands on Manual Asymmetries for Reaching Movements to Tools*. Unpublished Doctor of Philosophy, the University of Waterloo, Waterloo, Ontario.
- McManus, I.C. (2009). The history and geography of human handedness. In R. S. K. Iris E. C. Sommer (Ed.), *Language Lateralization and Psychosis* (37-57), Cambridge University Press.
- McManus, I.C., & Bryden, M.P. (1992). The genetics of handedness, cerebral dominance and lateralization. In I. Rapin & S. J. Segalowitz (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, 6, 33, Ontario: Elsevier Science Publishers B.V.

- McManus, I.C., Murray, B., Doyle, K., & Baron-Cohen, S. (1992). Handedness in childhood autism shows a dissociation of skill and preference. *Cortex*, 28(3), 373-381.
- Mikheev, M., Mohr, C., Afanasiev, S., Landis, T., & Thut, G. (2002). Motor control and cerebral hemispheric specialization in highly qualified judo wrestlers. *Neuropsychologia*, 40(8), 1209-1219.
- Mutha, P., & Sainburg, R.L. (2009). Shared bimanual tasks elicit bimanual reflexes during movement. *Journal of Neurophysiology*, 102(6), 3142-3155.
- Nakata, H., Yoshie, M., Miura, A., & Kudo, K. (2010). Characteristics of the athletes' brain: Evidence from neurophysiology and neuroimaging. *Brain Research Reviews*, 62(2), 197-211.
- Nielsen, J.B., & Cohen, L.G. (2008). The Olympic brain. Does corticospinal plasticity play a role in acquisition of skills required for high-performance sports. *J. Physiol. (Lond.)*, 586, 65-70.
- Nougier, V., Ripoll, H., & Stein, J.F. (1989). Orienting of attention with highly skilled athletes. *Int J Sport Psychol*, 20, 205– 223.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Pearce, A.J., Thickbroom, G.W., Byrnes, M.L., & Mastaglia, F.L. (2000). Functional reorganization of the corticomotor projection to the hand in skilled racquet players. *Experimental Brain Research*, 130(2), 238-243.
- Perelle, I.B., & Ehrman, L. (2005). On the other hand. *Behav Genet*, 35(3), 343-350.

- Plato, C.C., Fox, K.M., & Garruto, R.M. (1984). Measures of lateral functional dominance: hand dominance. *Hum Biol*, 56(2), 259-275.
- Previc, F.H., & Saucedo, J.C. (1992). The Relationship between Turning Behavior and Motoric Dominance in Humans. *Perceptual and Motor Skills*, 75(3), 935-944.
- Przybyla, A., Coelho, C. J., Akpinar, S., Kirazci, S., & Sainbur, R. L. (2013). Sensorimotor performance asymmetries predict hand selection. *Neuroscience*, 228, 349–360.
- Ridding, M.C., Brouwer, B., & Nordstrom, M.A. (2000). Reduced interhemispheric inhibition in musicians. *Experimental Brain Research*, 133(2), 249-253.
- Rodrigues, A. C., Loureiro, M. A., & Caramelli, P. (2013). Long-term musical training may improve different forms of visual attention ability. *Brain and Cognition*, 82(3), 229-235.
- Sainburg, R.L. (2002). Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Exp Brain Res*, 142(2), 241-258.
- Sainburg, R.L., & Kalakanis, D. (2000). Differences in control of limb dynamics during dominant and nondominant arm reaching. *J Neurophysiol*, 83(5), 2661-2675.
- Seddon, B.M., & McManus, I.C. (1993). The incidence of left-handedness: a meta-analysis. Unpublished Meta Analysis.
- Singh, M., & Bryden, M.P. (1994). The factor structure of handedness in India. *Int J Neurosci*, 74(1-4), 33-43.
- Sleivert, G.G., Backus, R.D., & Wenger, H.A. (1995). Neuromuscular differences between volleyball players, middle distance runners and untrained controls. *International Journal of Sports Medicine*, 16(6), 390-398.

- Stins, J.F., Kadar, E.E., & Costall, A. (2001). A kinematic analysis of hand selection in a reaching task. *Laterality*, 6(4), 347-367.
- Stockel, T., & Weigelt, M. (2012). Plasticity of human handedness: Decreased one-hand bias and inter-manual performance asymmetry in expert basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 30(10), 1037-1045.
- Shabbott, B.A., & Sainburg, R.L. (2008). Differentiating between two models of motor lateralization. *J Neurophysiol*, 100(2), 565-575.
- Teixeira, L.A., & Okazaki, V.H. (2007). Shift of manual preference by lateralized practice generalizes to related motor tasks. *Exp Brain Res*, 183(3), 417-423.
- Teixeira, L.A., & Teixeira, M.C. (2007). Shift of manual preference in right-handers following unimanual practice. *Brain Cogn*, 65(3), 238-243.
- Uomini, N.T. (2009). The prehistory of handedness: archaeological data and comparative ethology. *J Hum Evol*, 57(4), 411-419.
- World Medical Association (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. The *Journal of the American Medical Association*, 310(20), 2191-2194.
- Youngen, L. (2013). A Comparison of Reaction and Movement Times of Women Athletes and Nonathletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 30(3), 349-355.

BIOGRAFIJA

Jovan (Vojina) Gardašević je rođen 24. maja 1973. godine u Nikšiću i državljanin je Crne Gore. Osnovnu i srednju školu završio je u Nikšiću sa odličnim uspjehom i time zavrijedio diplomu „Luča“. Završio je Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu i stekao zvanja – Profesor fizičke kulture i Diplomirani trener fudbala. Magistrirao prvi u njegovoj klasi na Fakultetu za sport i fizičko vaspitanje u Nikšiću, pod mentorstvom prof. dr Duška Bjelice na temu “Efekti programiranog rada u pripremnom periodu na transformaciju bazično-motoričkih i situaciono-motoričkih sposobnosti kod fudbalera kadetskog uzrasta”, i zavrijedio najveću ocjenu A. Posjeduje i UEFA (Union of European Football Associations) „A“ trenersku licencu, zvanje koje izdaje trenerska škola Fudbalskog saveza Crne Gore.

Od 2000. do 2015. godine bio radno angažovan u JUOŠ „Dušan Đukanović“ i „Luka Simonović“ u Nikšiću. Od 2000. do 2010. godine bio instruktor skijanja u tradicionalnoj školi skijanja koju organizuje Sekretarijat za sport i fizičku kulturu opštine Nikšić. Od 2010. do 2015. godine na Fakultetu za sport i fizičko vaspitanje u Nikšiću bio angažovan kao spoljni saradnik u nastavi. U februaru 2015. godine iz JUOŠ „Luka Simonović“ prelazi angažmanom sa punim radnim vremenom na Fakultet za sport i fizičko vaspitanje u Nikšiću na mjesto saradnika u nastavi. Godinu dana obavljao poslove sekretara svih studijskih programa na ovom fakultetu. Član je Vijeća Fakulteta za sport i fizičko vaspitanje kao predstavnik svih saradnika u nastavi. Od 2016. godine je član Senata Univerziteta Crne Gore kao predstavnik svih saradnika u nastavi Univerziteta

Crne Gore, u već drugom trogodišnjem mandatu. Od 2019. godine je član Upravnog odbora Sportskog studentskog saveza Crne Gore.

Obavljao je poslove tehničkog sekretara naučnog časopisa Sport Mont koji objavljuje Crnogorska sportska akademija u saradnji sa Fakultetom za sport i fizičko vaspitanje iz Nikšića. Sada je u istom časopisu na mjestu sekretara uredničkog odbora (Managing editor). Jedan je od članova lidera FIEP-a (Fédération Internationale d'Education Physique), jedne od najvećih svjetskih organizacija iz oblasti fizičkog i sportskog obrazovanja.

Aktivno se bavio sportom dugi niz godina. Igrao fudbal za sve selekcije FK "Sutjeska-Nikšić", dvije godine za seniorski sastav FK „Čelik“ iz Nikšića i jednu godinu za FK „Vrbas“ iz Vrbasa. Od 2000. do 2011. godine kontinuirano radio kao trener u Fudbalskom klubu "Sutjeska-Nikšić" Nikšić, sa svim selekcijama kluba. Dva puta bio Lider trenera na Danskoj školi fudbala u Crnoj Gori. Od 2011. do 2012. godine obavljao funkciju Sportskog direktora Fudbalskog kluba "Sutjeska-Nikšić", a od 2012. do 2014. godine funkciju Izvršnog direktora Kluba. Od 2014. godine do danas obavlja funkciju Savjetnika za sportska pitanja i pitanja transfera u FK "Sutjeska-Nikšić". U dvogodišnjem mandatu bio član Stručnog odbora Fudbalskog saveza Crne Gore, najvećeg stručnog tijela u ovom savezu. U 2010. godini bio na trenerskom usavršavanju u Dublinu (Republika Irska), pod pokroviteljstvom Fudbalskog saveza Crne Gore. U tradicionalnoj anketi „Novinari biraju najbolje“, 2012. godine je proglašen za najboljeg sportskog radnika Nikšića.

Četiri godine bio prvi trener u stručnom štabu seniorskog pogona FK „Sutjeska-Nikšić“ Nikšić u Prvoj saveznoj ligi Jugoslavije, a kasnije Srbije i Crne Gore. Sedam

godina radio kao trener kadetskih i omladinskih selekcija u klubu. Sa seniorskom ekipom FK „Sutjeska-Nikšić“ izborio plasman po prvi put u svojoj istoriji u neko međunarodno takmičenje, u Intertoto kup. Sa kadetskom ekipom FK „Sutjeska-Nikšić“ dva puta bio prvak Crne Gore, jednom viceprvak Jugoslavije i jednom osvajač Kupa Crne Gore. Sa omladinskom ekipom dva puta prvak Crne Gore, i jednom osvajač Kupa Crne Gore. Sa kadetskom i omladinskom ekipom FK „Sutjeska-Nikšić“ osvojio veliki međunarodni turnir u Italiji „Galipoli kup“.

U mandatu u kojem je obavljao funkciju Izvršnog direktora kluba seniorska ekipa FK „Sutjeska-Nikšić“ postiže najbolje rezultate u svojoj istoriji, dva puta uzastopno osvaja prvenstvo Crne Gore, čime postaje jedina ekipa u Crnoj Gori koja dva puta uzastopno osvaja titulu prvaka. Omladinska ekipa opet osvaja duplu krunu, prvenstvo i Kup. Kao Izvršni direktor FK „Sutjeska-Nikšić“ Nikšić dva puta učestvuje u kvalifikacijama za najprestižnije fudbalsko takmičenje u Evropi, Ligu šampiona. U mandatu na funkciji Savjetnika za sportska pitanja i pitanja transfera u FK „Sutjeska-Nikšić“, klub osvaja po prvi put u svojoj istoriji Kup Crne Gore i još dvije šampionske titule, i nastavlja kontinuitet igranja na međunarodnoj sceni u kvalifikacijama za Ligu Evrope i Ligu šampiona.

Izjava o autorstvu

Potpisani Jovan Gardašević

Broj indeksa/upisa 8/2014

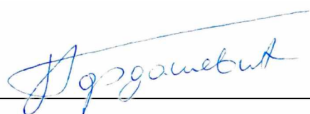
Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom **“Senzomotorne performanse dominantne i nedominantne ruke kod vrhunskih sportista”**:

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija ni u cjelini ni u djelovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih ustanova visokog obrazovanja,
- da su rezultati korektno navedeni, i
- da nijesam povrijedio autorska i druga prava intelektualne svojine koja pripadaju trećim licima.

Potpis doktoranda

U Nikšiću, 12.06.2019.



Izjava o istovjetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: Jovan Gardašević

Broj indeksa/upisa: 8/2014

Studijski program: Doktorske studija fizičke kulture

Naslov rada: Senzomotorne performanse dominantne i nedominantne ruke kod vrhunskih sportista

Mentor: prof. dr Duško Bjelica

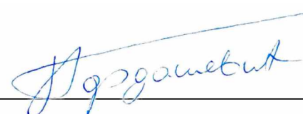
Potpisani: Jovan Gardašević

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovjetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore.

Istovremeno izjavljujem da dozvoljavam objavljivanje mojih ličnih podataka u vezi sa dobijanjem akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mjesto rođenja, naziv disertacije i datum odbrane rada.

Potpis doktoranda

U Nikšiću, 12.06.2019.



IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku da u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore pohrani moju doktorsku disertaciju pod naslovom: “Senzomotorne performanse dominantne i nedominantne ruke kod vrhunskih sportista” koja je moje autorsko djelo.

Disertaciju sa svim prilogima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

Type text here

Potpis doktoranda

U Nikšiću, 12.06.2019.

