

KOMISIJA ZA PREGLED, OCENU I ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Predmet: Izveštaj Komisije za pregled, ocenu i odbranu
doktorske disertacije Dragane Drljačić

Na 07. sednici Nastavno-naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja održanoj 17. 12. 2015. godine, u skladu sa čl. 29 i 30 Statuta Fakulteta, doneta je Odluku o formiranju Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije Dragane Drljačić, pod naslovom: "EVALUACIJA METODE ZA PROCENU FUNKCIJE ŠAKE U MANIPULATIVNIM ZADACIMA" (02-br. 3573/14 od 18.12.2015. godine). Komisija je formirana u sastavu:

- Van. prof. dr Aleksandar Nedeljković, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu - MENTOR
- Red. prof. dr Slobodan Jarić, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu
- Red. prof. dr Tihomir Ilić, Medicinski fakultet, Univerzitet odbrane u Beogradu
- Dr Slađan Milanović, naučni savetnik, Institut za medicinska istraživanja, Univerzitet u Beograd

Nakon pregleda dostavljenog materijala Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću sledeći

I Z V E Š T A J:

Biografija

Dragana Drljačić rođena je 16. 01. 1973. u Šapcu, gde je završila osnovnu školu i srednju medicinsku školu (smer medicinska sestra-tehničar) sa odličnim uspehom. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu završila je 2007. godine sa prosečnom ocenom studiranja 8,78 (78/100). Diplomski rad pod naslovom Uloga rekvizita ritmičke gimnastike u formiranju pravilnog držanja tela odbranila je ocenom 10 (deset) i stekla zvanje Profesor fizičke kulture.

Tokom osnovnih studija radila je kao saradnik-demonstrator na predmetu Anatomija, na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja, a kao profesor fizičkog vaspitanja u OŠ „Majur“, u Majuru. Posедуje i iskustvo vaspitača u radu sa decom smeštenom u srednjoškolskom domu učenika Srednje poljoprivredne škole u Šapcu. Dugi niz godina radi kao trener sportske gimnastike u Gimnastičkom klubu „Kami“ iz Šapca i kao instruktor pilatesa.

Doktorske akademske studije upisala je 2008. godine na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu, odsek Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije. Kao doktorad učestvovala je u projektu Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja finansiranom od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, pod nazivom Mišićni i neuralni faktori humane lokomocije i njihove adaptivne promene (#175037), kao i projekta Medicinskog fakulteta Ministarstva odbrane u Beogradu pod nazivom Modulacija adaptivnog plasticiteta primenom neinvazivne stimulacije mozga (#1/543).

Od 2010. godine zaposlena je kao saradnik-asistent za oblast Fizička kultura u Visokoj školi strukovnih studija za vaspitače u Šapcu.

Autor je ili koautor 10 naučnoistraživačkih radova objavljenih u naučnim časopisima ili prezentovanih na naučnim skupovima.

Radovi objavljeni u celini u međunarodnim i domaćim časopisima

Drljačić D, Pajić S, Nedeljković A, Milanović SD, Ilić TV. Complex modulation of finger tips forces during precision grasp and lift after theta burst stimulation over the dorsal premotor cortex. Vojnosanitetski Pregled (rad prihvaćen za publikovanje). **M23**

Drljačić D, Arsić K, Arsić D. Primena Eurofit baterije testova u praćenju fizičkih sposobnosti i zdravstvenog statusa dece. PONS Med J, 2012, 9(4): 158-163. **M52**

Mirković D, Maksimović S. Ritmička gimnastika i njena uloga u posturalnom statusu dece. Obrazovna tehnologija, 1/2011. 25-36. **M53**

Radovi objavljeni u celini u Zbornicima naučnih skupova

Knezevic O, Kadija M, Milovanovic D, Blesic S, **Drljajic D**, Mirkov D. Differences in neuromuscular function between athletes with and without ACL re-injury – retrospective preliminary research. Proceedings of 5th International Scientific Conference Contemporary Kinesiology, Split, Croatia, 2015; 411-417. **M33**

Drljačić D. Efekti lateralizovanosti funkcije šake na veličinu corpus callosum-a. Zbornik radova sa 8. međunarodne interdisciplinarnе naučno-stručne konferencije: Horizonti, Subotica, Srbija, 2015; 319-324 **M33**

Maksimovic S, **Drljadic D.** Comparative analysis of postural status in preschool children, ages 4 and 6. Proceedings of 6th Conference for Youth Sport. Bled, Slovenia, 2013; 51-58. **M33**

Radovi prezentovani na naučnim skupovima i objavljeni u Zbornicima sažetaka

Drljačić D, Pajić S, Milanović S, Nedeljković A, Ilić TV. Modulation of grip force in unimanual manipulation tasks after theta burst stimulation over the dorsal premotor cortex. 10th Congress of Clinical Neurophysiology with International Participations, Belgrade, Serbia, 2014. Abstract book pp 12. **M64**

Pajić S, **Drljadic D,** Nedeljkovic A, Knezevic O, Milanovic SD, Jaric S, Ilic TV. Assessment of hand force coordination in unimanual manipulation tasks in patients with moderate Parkinson's disease without levodopa-induced dyskinesias. 30th International Congress of Clinical Neurophysiology, Berlin, Germany, 2014. Abstract book, pp 287. **M34**

Tirić N, **Drljačić D.** Vežbe prevencije i korekcije kifotičnog držanja tela u okviru usmerene motorne aktivnosti. Fizička kultura i moderno društvo. Fakultet pedagoških nauka Univerziteta u Kragujevcu, Jagodina, 15-16 jun 2013. Zbornik sažetaka, str. 50. **M64**

Knezevic O, Mirkov DM, **Drljadic D,** Kadija M. Rate of Force Development as an Adjunctive Outcome Measure in patients rehabilitating after anterior cruciate ligament reconstruction: Patellar tendon vs. semitendinosus gracilis tendon. 6th Conference for Youth Sport. Bled, Slovenia December 06-09, 2012. Abstract book pp. 20. **M34**

Međunarodna naučna reputacija časopisa u kojem je jedan rad objavljen, a koji se odnosi na istraživanje efekata transkranijalne stimulacije na stisak šake, ukazuje na ozbiljnost pristupa i dubinu zahvata istraživanog problema. Ovim su ispunjeni i formalni uslovi neophodni za prihvatanje teme i odbranu doktorske disertacije.

Doktorska disertacija Dragane Drljačić pod naslovom "EVALUACIJA METODE ZA PROCENU FUNKCIJE ŠAKE U MANIPULATIVNIM ZADACIMA" realizovana je na osnovu odluka Veća doktorskih studija i propisa predviđenim opštim aktima Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja. U skladu sa internim pravilima doktorskih studija javna odbrana Predloga projekta doktorske disertacije održana je jula 2013. godine pred nastavnicima i studentima doktorskih studija. Na osnovu Odluke Veća naučnih oblasti društveno-humanističkih nauka Univerziteta u Beogradu

data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije, a Nastavno-naučno veće Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja donelo je Odluku kojom se odobrava pristup izradi doktorske disertacije.

Analiza rada

Doktorska disertacija obuhvata 93 strane, 11 tabela, 15 slika i priloge u skladu sa Pravilnikom o doktorskim studijama Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja i Uputstvom o formiranju repozitorijuma doktorskih disertacija koji je usvojio Senat Univerziteta u Beogradu. Disertacija je rezultat dosledno realizovanog plana predviđenog u temi doktorske disertacije i sadrži Rezime, Abstrakt, a zatim poglavlja: Uvod, Problem predmet, cilj i zadaci istraživanja, Uvod, Metode, Rezultati i Diskusija odvojeno za Eksperiment 1, Eksperiment 2 i Eksperiment 3, Zaključak, Literatura, Prilozi i Biografija autora.

U **Uvodu** (stran 1-13) je autorka na početku naznačila da je normalno funkcionisanje šake od izuzetnog značaja u svakodnevnim aktivnostima. Navedeno je da funkciju šake kod zdravih osoba karakteriše precizna regulacija sile stiska u odnosu na fizičke karakteristike predmeta kojim se rukuje, što je i jedan od najčešće navođenih pokazatelja fine koordinacije šake (Hermsdorfer, Hagl, Nowak, & Marquardt, 2003). Izostanak precizne regulacije sile stiska, najčešće je posledica različitih neuroloških oboljenja i uglavnom se manifestuje nemogućnošću ispoljavanja optimalne sile stiska, kao i njenom neblagovremenom ispoljavanju. Autorka je na početku takođe istakla da procena funkcije šake već dugi niz godina predstavlja sferu interesovanja istraživača i predmet je brojnih istraživanja (Hager-Ross, Cole, & Johansson, 1996; Jaric, Collins, Marwaha, & Russell, 2006; Johansson, 1998; Johansson & Westling, 1984; Macefield & Johansson, 1996; Westling & Johansson, 1984).

U daljem obrazlaganju teme, autorka je uz osvrt na ranija istraživanja detaljno analizirala problem funkcije šake, zatim metoda za procenu funkcije šake, a posebno je predstavila metodu za procenu funkcije šake po autorima Jaric i Krishnan uz navođenje manipulativnih zadataka koji su korišćeni, merenih varijabli, kao i potencijalnih nedostataka prikazane metode. U skladu sa tim, konačno je predloženo i tehničko rešenje opreme za ispitivanje funkcije šake kojim bi eventualno bilo moguće otkloniti uočene nedostatke.

U vezi sa problemom funkcije šake, navedeno je da je ona pod direktnom kontrolom centralnog nervnog sistema (CNS). Ukazuje se da motorni sistem moždane kore obuhvata više areala, među kojima se specifično izdvaja premotorna dorzalna moždana kora (PMd) sa značajnom ulogom u povezivanju senzornih informacija sa motornim radnjama (Rizzolatti & Luppino, 2001), kao i vizuelno vođenim aktivnostima (Rizzolatti, Luppino, & Matelli, 1998). Ističe se uloga stiska šake u rukovanju predmetom, a sve sa ciljem da se spreči njegovo klizanje iz šake i ispadanje. Pri tome,

navodi se da jačina stiska zavisi od nekoliko faktora: težine predmeta, materijala od kojeg je napravljen (Johansson & Westling, 1984; Westling & Johansson, 1984), kao i zadatka koji treba izvršiti (Blank, et al., 2001; Flanagan & Wing, 1995; McDonnell, Ridding, Flavel, & Miles, 2005; Zatsiorsky, Gao, & Latash, 2005). U vezi sa mehanizmima motorne kontrole karakterističnih za pravilno funkcionisanje šake, navodi se da silu stiska šake kontroliše CNS tako što preko različitih receptora (vizuelnih, mehanoreceptora, taktilnih receptora) prima informacije o mehaničkim karakteristikama predmeta (Danion, 2007; Johansson & Westling, 1984) kao i promenama putanje kretanja, te putem mehanizama zatvorene petlje – eng. *feedback* (Hager-Ross & Johansson, 1996; Macefield & Johansson, 1996) i mehanizmima otvorene petlje – eng. *feed-forward* (Johansson & Birznieks, 2004; Johansson & Flanagan, 2009) vrši njenu regulaciju. Konačno, ističe se da je razumevanje motorne kontrole šake i evaluacija metode koja će na najjednostavniji i najosetljiviji način biti u stanju da zabeleži poremećaj njene funkcije, od izuzetnog je značaja u ranom dijagnostikovanju neuroloških oboljenja.

U predstavljanju metoda za procenu funkcije šake, autorka stavlja akcenat na kinetički pristup, koji funkciju šake, pri različitim manipulativnim zadacima, predstavlja jednostavnim mehaničkim modelom koji koristi interakciju dve komponente sile i koeficijent trenja između šake i objekta. Naime, bilo da se predmetima rukuje ili da se koriste kao potpora, na mestu kontakta šake sa površinom predmeta u svakom trenutku ispoljavaju se dve komponente sile – sila stiska (S; u anglosaksonskoj literaturi poznata kao *grip force*) koja je normalna (ortogonalna) na površinu predmeta i sila podizanja (P; eng. – *load force*), paralelna (tangencionalna) sa datom površinom. Pored te dve komponente sile, na mestu kontakta prstiju sa predmetom javlja se i sila trenja, kao posledica sile stiska (Johansson & Westling, 1984; Westling & Johansson, 1984). Autorka navodi da su značajne temelje u rasvetljavanju funkcije šake i njenoj kontroli od strane CNS-a primenom kinetičkog pristupa, postavili Westling i Johansson u svom istraživanju iz 1984. godine. Dalje se navodi opis instrumenta koji je korišćen, uz detaljan prikaz primenjenih eksperimentalnih procedura, kao i definisanje merenih varijabli. Na sličan način prikazana je i metoda za procenu funkcije šake primenjivana u kasnijim istraživanjima Johansson & Westlinga (1988). U opisanim metodama zadatak je bio podizanje posebno dizajniranog instrumenta i njegovo stacionarno zadržavanje u vazduhu. Sa druge strane, autorka navodi da je S/P koordinacija procenjivana i pri dinamičnijim zadacima (Flanagan, Tresilian, & Wing, 1993; Flanagan & Wing, 1993; Zatsiorsky, et al., 2005). Naime, ukazuje se da su Flanagan i Wing sprovedli istraživanje u kom su varijacije u P nastajale kao posledica sile inercije u zavisnosti od izvedenog pokreta (Flanagan & Wing, 1993). U daljem tekstu, detaljno se, na isti način kao i prethodna, opisuje i ovo istraživanje, a sa stanovišta metode koja je korišćena za procenu funkcije šake.

Autorka se sa još više detalja osvrće na metodu za procenu funkcije šake po autorima Jaric i Krishnan, iz razloga što je uočeno da potencijalni nedostaci ove metode mogu biti na jednostavan način rešeni primenom posebnog tehničkog rešenja, a koje se tiče fiksacije mernog uređaja preko sfernog zgloba. Naime, Krishnan i Jarić su dizajnirali merni instrument u vidu ručke, čije su hvatne površine bile prekrivene gumom (Krishnan & Jaric, 2008). Ručka je mogla biti fiksirana ili se slobodno pomerati. U sredini instrumenta, između hvatnih površina, nalazio se jednoosni senzor sile koji je beležio S prstiju i palca, dok se ispod ručke nalazio troosni senzor sile (de Freitas, Krishnan, & Jaric, 2007) koji je beležio P. Na donjem delu instrumenta postojala je mogućnost dodavanja tegova od po 100 g, kako bi se ukupna težina instrumenta mogla prilagoditi svakom ispitaniku ponaosob. U okviru ove metode korišćena su tri različita manipulativna zadatka: (1) Zadatak s podizanjem (Pod) – ispitanici su podizali instrument na kome je, na osnovu izračunate P_{max} , zavrtan teg odgovarajuće težine, kako bi instrument i dodatno opterećenje zajedno odgovarali procenjenoj P_{max} ; (2) Zadatak sa zadatim profilom P (Zad. prof) - instrument je bio fiksiran za sto. Od ispitanika se očekivalo da povlačenjem instrumenta nagore, odgovore na postepeno povećanje, pa potom stabilan intenzitet P. Zadati profil P_{max} , kao i trenutnu vrednost P, mogli su da prate na monitoru koji se nalazio ispred njih; (3) Zadatak sa oscilatornim variranjem nivoa P (Osc) - od ispitanika se očekivalo da odgovori na brze promene P. Ispitanici su dobijali instrukcije da povlačenjem fiksiranog instrumenta gore-dole, na monitoru ispisuju P sinusoidu tako da maksimalna i minimalna vrednost P odgovaraju 0 N, kao i određenoj P_{max} . Autorka zatim daje opis izmerenih veličina koje su dobijane tokom izvođenja zadataka, a koje su se mogle podeliti u dve grupe: (1) Varijable zadatka koje su opisivale sposobnost ispitanika da prati zadati profil P, i (2) Varijable koordinacije koje su predstavljale merene veličine na osnovu kojih je procenjivana relacija S i P u vremenu. U vezi sa metodom za procenu funkcije šake po autorima Jaric i Krishnan autorka konačna ukazuje i na potencijalne nedostatke. Najznačajniji nedostatak ove metode zasniva se na činjenici da u slučaju korišćenja fiksiranih jednoosnih senzora sile za procenu P, silom stiska vrši se i blag bočni pritisak na sondu koja meri P, usled čega se prilikom vertikalnog povlačenja ukupno ostvarena sila razlaže na najmanje dve komponente, a što bi moglo da utiče na validnost i pouzdanost prikupljenih podataka.

Autorka na kraju navodi da je u cilju prevazilaženja nedostatka opisane metode, grupa autora (Jovanović, Milanović, Pavlović, & Nedeljković, 2013) predložila tehničko rešenje kojim se problem bočnih pritisaka na senzor sile P, rešava montiranjem sfernog zgloba. Naime, senzor sile P, svojim donjim delom povezan je sa sfernim zglobovom, čime se sila, koja se prilikom povlačenja ručke nagore prenosi na fiksirani senzor sile, uvek projektuje u idealnom vertikalnom smeru. Preko sfernog zgloba, ručka se može fiksirati za postolje ili povezati sa dodatnim opterećenjem (tegom). Autorka ovde daje i šematski prikaz predloženog tehničkog rešenja.

U poglavlju **Problem, predmet, cilj i zadaci istraživanja** (strana 14) predočeno je da nedovoljna razvijenost testova za procenu funkcije šake u manipulativnim zadacima predstavlja osnovni problem istraživanja. Predmet istraživanja je procena funkcije šake na osnovu koordinacije sila u manipulativnim zadacima, dok je cilj istraživanja evaluacija metode za procenu funkcije šake. Kako bi se definisani cilj lakše realizovao, autorka postavlja i tri specifična cilja, a u skladu sa tim dizajnira i tri različita eksperimenta. Specifični ciljevi su: (1) Ispitivanje pouzdanosti metode; (2) Ispitivanje osetljivost metode na razlike u funkciji šake zdravih osoba i neuroloških bolesnika; (3) Ispitivanje osetljivosti metode na efekte različitih intervencija primenom transkranijalne magnetne stimulacije.

U prikazu svakog realizovanog eksperimenta, na početku se u Uvodu daje kratki teorijski osvrt, a zatim se navode odgovarajuće hipoteze i daje se prikaz metoda koje su bile primenjene u testiranju formulisanih hipoteza. Na kraju se za svaki realizovani eksperiment prikazuju odvojeno dobijeni rezultati, kao i njihova diskusija.

U okviru **Eksperimenta 1** (strane 15 - 34) dizajniranog u cilju realizacije prvog specifičnog cilja testirane su dve hipoteze: Hipoteza 1.1 koja je glasila da će metoda pokazati visoku povezanost i odsustvo razlika između ponavljanih pokušaja unutar istog merenja, i Hipoteza 1.2 koja je glasila da će metoda pokazati visoku povezanost i odsustvo razlika između ponavljanih merenja u različitim danima. U opisu metoda date su informacije u vezi sa uzorkom ispitanika, mernim instrumentom koji je bio korišćen, procedurama testiranja koje su bile primenjene, manipulativnim zadacima koji su bili izvođeni, uzorkom varijabli, načinom prikupljanja i obrade podataka i, konačno, statističkom analizom koja je bila primenjena. Tako se navodi da je u Eksperimentu 1 uzorak ispitanika činilo 10-15 osoba starosti od 20 do 50 godina, bez prethodnog iskustva u izvođenju testova za procenu funkcije šake. Uslov za učestvovanje u istraživanju bio je da su osobe desnoruke, da nemaju neuroloških poremećaja, kao ni problem sa vidom (osim ukoliko ga ne koriguju – nošenjem naočara ili sočiva), da nisu imale skorašnje povrede gornjih ekstremiteta, što bi moglo da se odrazi na izvođenje zadatka, kao i da ne koriste lekove koji utiču na CNS (npr., sedative). Da su sva merenja (uključujući i drugi i treći eksperiment) bila izvršena predloženim mernim instrumentom za ispitivanje funkcije šake. Da su sva merenja u okviru istraživanja bila realizovana u Laboratoriji za neinvazivnu stimulaciju mozga Odeljenja za kliničku neurofiziologiju Klinike za neurologiju Vojnomedicinske akademije u Beogradu. Eksperiment 1 je bio realizovan kroz tri pojedinačne sesije u razmaku od po 7 dana. Tokom jedne sesije ispitanici su izvodili tri zadatka – dva statička i jedan dinamički. Svakom zadatku prethodilo je jasno objašnjenje i demonstracija od strane ispitivača, a potom su ispitanici imali tri probna pokušaja u cilju familijarizacije sa zadatkom. Nakon probnih,

usledili su eksperimentalni pokušaji. Navodi se zatim da su se koristiti isti manipulativni zadaci i isti uzorak varijabli kao i u metodi po autorima Krishnan i Jaric. Da je za potrebe prikupljanja i obrade dobijenih podataka bila korišćena aplikacija napravljena u LabVIEW programu (National Instruments Corp. Austin, TX; USA). Signali S i P bili su AD konvertovani i snimljeni pri frekvenciji od 200 Hz, a dobijeni zapis bio je filtriran primenom niskopropusnog Butterworth filtera četvrtog reda od 10 Hz (Krishnan & Jaric, 2008). Konačno, navodi se da je za utvrđivanje eventualnih razlika između ponovljenih merenja bila primenjena jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) za ponovljena merenja. U okviru prikaza Eksperimenta 1 rezultati su dati kroz 7 različitih tabela gde rezultati, generalno posmatrano, ukazuju na umerenu do visoku pouzdanost varijabli koordinacije i umerenu pouzdanost varijabli zadatka, što je u skladu sa istraživanjem Jarića i saradnika (Jaric, et al., 2005). U diskusiji dobijenih rezultata na početku se navodi da je jedan od glavnih imperativa svake metode njena pouzdanost, a dužnost istraživača jesta da je proveri i prikaže dobijene nalaze (Zaki, Bulgiba, Nordin, & Azina Ismail, 2013). Navodi se još da se u kliničkoj praksi trenutno koristi oprema čija je pouzdanost diskutabilna, što bi potencijalno moglo uticati na rezultat lečenja i kvalitet nege bolesnika, a u najgorem slučaju moglo bi biti opasno po život lečene osobe. Prema Hopkinsu (Hopkins, 2000), koji za izbor pokazatelja relativne pouzdanosti prednost daje ICC-u, u odnosu na koeficijent korelacije, dobri pokazatelji apsolutne pouzdanosti su standardna greške merenja (SEM), koeficijenta varijacije (CV) i razlike u srednjim vrednostima između ponovljenih merenja. Shodno dobijenim nalazima, može se izvesti generalni zaključak da je predložena metoda dovoljno pouzdana da bi mogla biti preporučena za dalja istraživanja funkcije šake, s naglaskom da se od tri manipulativna zadatka za buduća istraživanja prednost daje OSC, u odnosu na ZP i POD, kako sa aspekta varijabli zadatka, tako i sa aspekta varijabli koordinacije sila.

U okviru **Eksperimenta 2** (strane 35 – 48) dizajniranog u cilju realizacije drugog specifičnog cilja bila je testirana jedna hipoteza: Hipoteza 2 koja je glasila da će Metoda na osnovu koordinacije sila u manipulativnim zadacima zabeležiti razlike u funkciji šake između pacijenata obolelih od Parkinsonove bolesti i zdravih osoba. Za razliku od Eksperimenta 1 u Eksperimentu 2 uzorak ispitanika činile su dve grupe ispitanika: eksperimentalna i kontrolna. Eksperimentalnu grupu činilo je 10 bolesnika obolelih od Parkinsonove bolesti – PB (3 stadijum bolesti po skali Hoehn and Yahr – H&Y), dok je kontrolnu grupu činio isti broj zdravih ispitanika koji su po godinama starosti odgovarali ispitanicima u eksperimentalnoj grupi. Za procenu motorne funkcije PB bila je korišćena skala H&Y (Hoehn & Yahr, 1967) dok je za procenu funkcije šake obe grupe ispitanika, bio korišćen merni instrument kao u Eksperimentu 1. Eksperiment 2 se sastojao od jedne sesije tokom koje su

ispitanici izvodili tri manipulativna zadatka, levom i desnom rukom posebno. U okviru Eksperimenta 2 ispitanici su izvodili manipulativne zadatke kao u Eksperimentu 1 (Zadatak s podizanjem, Zadatak sa zadatim profilom P i Zadatak sa oscilatornim variranjem P). Pored osnovnih varijabli S i P, kao i u Eksperimentu 1, u istraživanju su bile praćene i dve grupe izvedenih varijabli: varijable zadatka (RMSE, CV, CE i VE) i varijable koordinacije sila (S/P, Kor S/P, Prs, Pns). Postupak prikupljanja i obrade dobijenih podataka bio je identičan postupku u Eksperimentu 1. Za procenu konkurentske validnosti računat je Pirsonov koeficijent korelacije (r) između rezultata dobijenih primenom predložene metode i rezultata standardizovanog kliničkog testa za procenu motoričke funkcije ispitanika sa PB. Osetljivost metode za beleženje razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe ispitanika procenjivan je primenom nezavisnog T-testa. Za ispitivanje razlika između zadataka, za varijablu S/P odnos, bila je primenjena dvofaktorska ANOVA (2 x 3; faktori: ispitanici [zdravi/bolesnici] x zadatak [Pod, Zad. prof i Osc]). Rezultati istraživanja prikazani su grafički u tri odvojene slike. Na prvoj od tri slike predstavljeni su profili sila S i P u tri različita manipulativna zadatka, na primeru jednog PB i jednog zdravog ispitanika (ZO). Na osnovu prikazanih profila može se uočiti da je u sva tri zadatka, kod PB prisutno povećano skaliranje S, kao i nedosledno praćenje profila P u Zadatku s podizanjem. Postizanje maksimalnih i minimalnih vrednosti P od strane PB, u Zadatku sa oscilatornim variranjem nivoa P, takođe je bilo vidno varijabilno. Naposletku, modulacija S bila je slabija kod PB. Na sledeće dve slike prikazani su osnovni deskriptivni pokazatelji (medijana i interkvartilni raspon) za varijable zadatka i varijable koordinacije sila. Rezultati ukazuju na prisustvo razlika između obolele (PB) i zdrave osobe (ZO), kako u izvršavanju zadataka, tj. praćenju zadatog profila P, tako i u sposobnosti da prilagode S promenama P. Za razliku od nalaza prethodnih istraživanja po kojima Parkinsonovu bolest ne karakteriše narušeno S-P uparivanje i S-P modulacija (Fellows & Noth, 2004; Fellows, et al., 1998; Marsden, 1989; Nowak & Hermsdorfer, 2002; Wenzelburger, et al., 2003) rezultati EKSPERIMENTA 2 ukazuju na značajnu narušenost S-P uparivanja i modulacije kod PB i to sa velikom razlikom u odnosu na ZO. Moguće objašnjenje ovakvog nalaza može se naći u izboru zadataka koji angažuju u većoj meri proksimalnu muskulaturu ruke, nego što je to slučaj u navedenim istraživa-njima, u kojima su zadaci izvođeni držanjem mernog instrumenta palcem i kažiprstom, samimim tim angažujući distalnu muskulaturu. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da za procenu funkcije šake ZO izbor zadatka nije bitan, dok su za PB značajno veći efekti zabeleženi pri ZP i OSC u odnosu na POD. Između dva statička zadatka, nije zabeležen značajan efekat, no pri procenjivanju razlika između PB i ZO, kao i unutar PB grupe veće razlike dobijene su u OSC. Takođe, procenjujući varijable zadatka, u ZP nisu zabeležene razlike između dve grupe ispitanika, dok je u OSC zabeleženo lošije izvođenje za PB, sa velikim efektom. Uzimajući u obzir da kod ZO nisu zabeležene razlike između zadataka, a da su PB ispitanici očuvane

mentalne funkcije i po godinama identični ZO, preporuka zadatka koji bi trebalo biti korišćen u budućim istraživanjima procene funkcije šake neuroloških bolesnika, na osnovu nalaza dobijenih ovim istraživanjem, jeste OSC.

U okviru **Eksperimenta 3** (strane 49 – 73) dizajniranog u cilju realizacije trećeg specifičnog cilja bila je testirana Hipoteza 3 koja je glasila da će Metoda na osnovu koordinacije sila u manipulativnim zadacima zabeležiti razlike u efektima intervencije primenom različitih protokola TMS-a, odnosno da: (1) Primenom iTBS protokola metoda neće zabeležiti razlike na osnovu koordinacije sila u manipulativnim zadacima - Hipoteza 3.1; (2) Primenom kTBS protokola metoda će zabeležiti razlike u vidu narušavanja koordinacije sila u manipulativnim zadacima -Hipoteza 3.2; (3) Primenom lažnog TMS protokola metoda neće zabeležiti razlike na osnovu koordinacije sila u manipulativnim zadacima - Hipoteza 3.3. U okviru Eksperimenta 3 uzorak ispitanika činilo je 10 zdravih osoba bez prethodnog iskustva u izvođenju testova za procenu funkcije šake. Uslov za učestvovanje u istraživanju bio je da osobe nemaju neuroloških poremećaja, kao ni problem sa vidom (ili ga koriguju), da nemaju ugrađen srčani pejsmejker, niti implantate u glavi, da nisu imale skorašnje povrede gornjih ekstremiteta i da ne koriste lekove koji mogu uticati na CNS. Za procenu funkcije šake bio je korišćen merni instrument kao u Eksperimentu 1 i 2. Za procenu ekscitabilnosti (nadražljivosti) motorne kore korišćen je sistem Magstim BiStim2 sa dva Magstim magnetna stimulatora (Magstim Co., Whitland, UK), a za potrebe intervencije sistem Magstim Rapid2 (Magstim Co., Whitland, UK). U oba slučaja korišćen je kalem u obliku osmice (eng. *Figure-of-eight coil*), sa posteriorno-anteriornom orijentacijom sa otklonom za 45° (P-A 45°) od medio-sagitalne linije (Kaneko, Kawai, Fuchigami, Morita, & Ofuji, 1996). Za potrebe lažnog TMS protokola intervencije korišćen je kalem koji je po izgledu bio identičan kalemu za stimulaciju, koji je davao i zvučni podražaj nalik autentičnoj stimulaciji, ali prema svom izvođenju nije proizvodio magnetno polje na poziciji kalema kojom se vršila verum stimulacija. U okviru Eksperimenta 3 bio je primenjen sledeći protokol testiranja: (1) Preinterventni protokol (procena ekscitabilnosti motorne kore i procena funkcije šake); (2) Intervencija (iTBS, kTBS ili lažni TMS); i (3) Postinterventni protokol (procena funkcije šake i procena ekscitabilnosti motorne kore). Procena ekscitabilnosti motorne kore, započinjala je određivanjem praga motornog podražaja u mirovanju (PMP). PMP je bio određivan na način na koji to preporučuje komitet Međunarodne federacija za kliničku neurofiziologiju – IFCN (Rossini, et al., 1994). Potom je usledilo određivanje aktivnog praga motornog podražaja (APMP). Intrakortikalna inhibicija bila je procenjivana preko kortikalnog perioda tišine (KPT). Procena globalne ekscitabilnosti motorne kore, vršena je na osnovu MEP amplitude (od vrha do vrha, odnosno od maksimalne donje, do maksimalne gornje vrednosti). U Eksperimentu 3 bila je primenjena

intervencija primenom TMS-a metodom TBS (detaljno opisanom u Uvodu ovog eksperimenta) i to po inhibitornom (kTBS), ekscitatornom (iTBS) i lažnom TMS protokolu. U cilju procene funkcije šake ispitanici su bili testirani pri manipulativnim zadacima primenjenim u Eksperimentu 1 i 2 (Zadatak sa zadatim profilom P, Zadatak sa oscilatornim variranjem nivoa P i Zadatak s podizanjem), pri čemu su bile praćene identične varijable kao u prethodna dva eksperimenta (RMSE, CE, VE, CV, S/P, Kor S/P, Prs i Pns). Postupak prikupljanja i obrade podataka dobijenih u ispitivanju funkcije šake, bio je identičan postupku u Eksperimentu 1 i 2. Za potrebe prikupljanja i obrade podataka dobijenih procenom ekscitabilnosti motorne kore, bile su korišćene aplikacije u programima Spike2 5 (za procenu PMP, APMP, MEP, ISI) i Signal 5 (za procenu KPT) sa skriptumima koji su bili posebno pripremljeni za potrebe istraživanja. Za procenu osetljivosti metode da zabeleži efekte intervencije primenom TMS-a, primenjivana je dvofaktorska ANOVA sa faktorom "Test" (pretest-postest) i faktorom "Intervencija" (iTBS, kTBS i lažni TMS). Za ustanovljavanje razlika između dobijenih rezultata u proceni ekscitabilnosti motorne kore pre i nakon intervencije, primenjivan je zavisni T-test. Rezultati dobijeni u Eksperimentu 3 prikazani su u 4 tabele i 5 slika. Promene u funkciji šake nakon TBS intervencije, zabeležene su samo u jednom od tri eksperimentalna zadatka, u Zadatku sa oscilatornim variranjem nivoa P (OSC). na osnovu rezultata dobijenih u EKSPERIMENTU 3 izdvaja se nalaz prema kojem je većina promena zabeležena nakon primene iTBS protokola. Sa aspekta varijabli zadatka pokazalo se da je primena iTBS protokola iznad PMd, dovela do značajnog poboljšanja u praćenju zadatih minimalnih i maksimalnih vrednosti P, izraženog u vidu smanjenja konstantne greške (CE), kada je zadatak izvođen dominantnom rukom. Praćenjem varijabli koordinacije sila ustanovljeno je narušavanje S-P skaliranja, S-P uparivanja i S-P modulacije kada je OSC izvođen nedominantnom rukom. Eefekti kTBS intervencije bili su značajni samo u pogledu boljeg izvođenja zadatka nedominantnom rukom, nakon intervencije. Prema saznanjima autorke, ovo je prvo istraživanje dizajnirano u svrhu procene efekata rTMS intervencije na precizan hvat šake uzimajući u obzir obe hemisfere. Generalno posmatrano rezultati EKSPERIMENTA 3 pokazali su da je predložena metoda dovoljno osetljiva da zabeleži efekte TMS intervencije na funkciju šake zdravih osoba.

U poglavlju **Zaključak** (strane 74 – 76) autorke generalno zaključuje da bi u budućim istraživanjima koja se bave procenom funkcije šake na osnovu kinetičkih varijabli, za procenu koordinacije između sile stiska (S) i sile podizanje (P) trebalo pratiti odnos te dve sile, odnosno varijablu S/P. Takođe, s obzirom na to da se Zadatak sa oscilatornim variranjem nivoa P, u sva tri eksperimenta izdvojio kao najpogodniji za beleženje razlika između ispitivanih grupa, preporuka autorke je da se upravo taj zadatak koristi u budućim istraživanjima funkcije šake. Značaj

sprovedenih istraživanja ogleda se u rešavanju metodoloških nedostataka vezanih za procenu funkcije šake. Primenom predloženog tehničkog rešenja mernog instrumenta za procenu funkcije šake rešio bi se problem vezan za pri-menu jednoosnog senzora sile koji meri silu povlačenje (P), u vidu razlaganja P kao posledice bočnog pritiska fiksiranog senzora sile prilikom ispoljavanja sile stiska (S). Značajno niža cena jednoosnog senzora sile u odnosu na višeosni senzor, znatno bi snizila cenu opreme za ispitivanje, što bi moglo da predstavlja komparativnu prednost predloženog tehničkog rešenja u odnosu na navedeno rešenje Jarića i sar. (2005). Potvrda pretpostavljenih nalaza sprovedenih istraživanja ukazuje na to da je evaluirana metoda dovoljno pouzdana i osetljiva metoda za procenu funkcije šake koja bi mogla postati deo standardnog protokola u ispitivanjima neuroloških bolesnika ili biomehaničkom ispitivanju zdravih osoba. Pored toga, u kombinaciji sa primenom tehnika za neinvazivnu stimulaciju mozga u ispitivanjima plastičnosti motorne kore, primena predložene metoda potpomogla bi u rasvetljavanju mehanizama plastične reorganizacije motorne kore nakon patoloških procesa ili oštećenja mozga.

U poglavlju **Literatura** (77 - 84) navedene su bibliografske jedinice (111) na osnovu kojih je formulisana teorijska osnova i metodološka struktura istraživanja i na osnovu kojih su diskutovani rezultati dobijeni u istraživanjima. Bibliografske jedinice su korektno navedene u tekstu i u spisku literature.

Poglavlje **Prilozi** (85 - 93) sadrži podatke predviđene Pravilnikom o doktorskim studijama Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja i Uputstvom o formiranju repozitorijuma doktorskih disertacija: (1) Kopija potvrde o prihvatanju rada za publikovanje; (2) Kopija upitnika za procenu dominantne strane tela; (3) Kopija upitnika o bezbednosnim i etičkim smernicama za korišćenje transkranijalne magnetne stimulacije (Rossi, et al., 2009); (4) Kopija izjave o autorstvu; (5) Kopija izjave o istovetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada; (6) Kopija izjave o korišćenju, kao i Biografiju autora.

Kratak opis rezultata istraživanja

Na osnovu opšteg cilja istraživanja isplanirana su i sprovedena 3 odvojena eksperimenta. Prvi eksperiment se odnosio na procenu relativne i apsolutne pouzdanosti predložene metode. Rezultati istraživanja pokazali su zadovoljavajuću, kako relativnu tako i apsolutnu pouzdanost za sve praćene varijable. Intraklasni koeficijent korelacije (ICC), kao i apsolutna pouzdanost rezultata – procenjivana preko koeficijenta varijacije (CV) i standardne greške merenja (SEM), bila je visoka između ponovljenih merenja unutar jedne sesije, a nešto niža između ponovljenih merenja u različitim danima.

Rezultati drugog istraživanja su pokazali razlike u funkciji šake između dve ispitivane grupe za većinu zavisnih varijabli. Pored toga, dobijeni su nalazi koji ukazuju na to da bi kod PB mogla biti narušena koordinacija sila pri brzim promenama smera kretanja. Značaj istraživanja ogleda se i u tome što je za razliku od prethodnih istraživanja sprovedenih po sličnoj metodologiji, zabeleženo prisustvo interakcije između faktora „ispitanici“ i „zadatak“, na taj način izdvojivši Zadatak sa oscilatornim variranjem nivoa P (OSC) kao zadatak koji bi ubuduće trebalo da se koristi u istraživanjima u kojima se vrši procena funkcije šake kod neuroloških bolesnika.

U okviru trećeg istraživanja razlike u funkciji šake ustanovljene su samo pri OSC, i to uglavnom u vidu lošije S/P koordinacije za ipsilateralnu (nedominantnu) ruku, nakon iTBS intervencije. Pored toga što ukazuju na to da je metoda dovoljno osetljiva da zabeleži razlike u funkciji šake nakon primene različitih TMS protokola, dobijeni nalazi potvrđuju i značajnu ulogu aktiviranja PMd-a u gradaciji S prilikom preciznog hvata, čime daju osnovu za dalja istraživanja relevantnih parametara zaslužnih za precizan stisak šake.

Nalazi sva tri istraživanja ukazuju na to da je predložena metoda dovoljno pouzdana i osetljiva da bi svoju primenu mogla naći kako u svakodnevnoj kliničkoj praksi, tako i u proceni funkcije šake zdravih osoba u cilju boljeg razumevanja mehanizama koji njom upravljaju.

Zaključak

Problem istraživanja u projektu doktorske disertacije Dragane Drljačić definisan je na osnovu pažljivog pregleda literature, analize primenjenih metoda i dobijenih rezultata istraživanja. Na osnovu uočenih nedostataka definisani su metodološki uslovi koji na potpuno nov način pristupaju rešavanju problema funkcije šake u manipulativnim zadacima. Metodološki uslovi istraživanja detaljno su opisani, hipoteze su postavljene u kauzalnoj formi, a varijable su odabrane tako da omogućavaju zaključivanje o eventualnoj potvrđenosti hipoteza. Predviđene metode prikupljanja i obrade podataka omogućavaju realizaciju postavljenih ciljeva istraživanja.

Metodološki pristup istraživanja funkcije šake u manipulativnim zadacima primenom nove metode je originalan, a dobijeni rezultati će doprineti saznanjima o funkcionisanju CNS-a u motornoj kontroli osnovnih svakodnevnih manipulativnih radnji. Praktične implikacije dobijenih nalaza su višestruke i ogledaju se, pre svega, u ranoj dijagnostici različitih neuroloških oboljenja.

Moguća dalja istraživanja

S obzirom na to da je jedan od ciljeva istraživanja koja se bave procenom funkcije šake i evaluacija metode koja bi ušla u stalnu kliničku praksu, u budućim istraživanjima bi trebalo ispitati i njenu konkurentsku validnost u odnosu na kliničke testove za procenu funkcije šake.

U budućim istraživanjima bi trebalo ispitati i osjetljivost metode na beleženje razlika u funkciji šake PB koji nisu pod terapijom i onih koji je redovno koriste, kako bi se rasvetlio uticaj levodope na povećanje S kod bolesnika obolelih od PD.

Pored navedenog, u budućim istraživanjima bi trebalo ispitati i osjetljivost metode da zabeleži razlike između ZO i PB sa različitim stadijumom bolesti. Ukoliko bi se pokazalo da je metoda dovoljno osjetljiva da zabeleži razlike između ispitivanih grupa, dobijeni nalazi bi išli u prilog primeni predložene metode u dijagnostikovanju neuroloških oboljenja. Na taj način bi se bolest mogla otkriti u svojoj ranoj fazi, što bi bilo od izuzetnog značaja za određivanje adekvatne terapije čime bi se oboleloj osobi omogućio kvalitetan način života, a moguće, i usporio tok bolesti.

Predlog Nastavno-naučnom veću

Doktorska disertacija Dragane Drljačić je samostalno delo zasnovano na originalanom istraživanju funkcije šake u manipulativnim zadacima primenom nove metode. Rezultati istraživanja doprinose boljem razumevanju funkcionisanja CNS-a u motornoj kontroli različitih manipulativnih aktivnosti, koje su u slučaju pojave različitih neuroloških oboljenja značajno narušene.

Obrazloženje problema, metodološki pristup, organizacija eksperimenata i obrada podataka, kao i sposobnosti za kvalitativnu analizu rezultata uverili su nas u ozbiljnost i osposobljenost kandidata za samostalan istraživački rad. O tome svedoči i rad publikovan u međunarodnom časopisu.

Predlažemo da Nastavno-naučno veće Fakulteta prihvati Izveštaj Komisije o pozitivno ocenjenoj doktorskoj disertaciji Dragane Drljačić na temu "EVALUACIJA METODE ZA PROCENU FUNKCIJE ŠAKE U MANIPULATIVNIM ZADACIMA" i, u skladu sa pozitivnim zakonskim propisima, uputi nadležnom Veću naučnih oblasti na dalje razmatranje.

U Beogradu, 22. 12. 2015. godine

Članovi Komisije:

Van. prof. dr Aleksandar Nedeljković,
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja,
Univerzitet u Beogradu – MENTOR

Red. prof. dr Slobodan Jarić,
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja,
Univerzitet u Beogradu

Red. prof. dr Tihomir Ilić,
Medicinski fakultet,
Univerzitet odbrane u Beogradu

Dr Slađan Milanović, naučni savetnik,
Institut za medicinska istraživanja,
Univerzitet u Beograd