

**KOMISIJA ZA PREGLED I ODBRANU
DOKTORSKE DISERTACIJE**

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA

Predmet: Izveštaj Komisije za pregled i odbranu
doktorske disertacije Sretena Srečkovića.

Na 15. sednici Nastavno-naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja održanoj 24.06.2019. godine, u skladu sa čl. 41 - 43 Statuta Fakulteta, doneta je Odluka o formiranju Komisije za pregled i odbranu doktorske disertacije Sretena Srečkovića, pod naslovom: "PROCENA MEHANIČKIH OSOBINA MIŠIĆA RUKU TOKOM IZVOĐENJA SLOŽENIH POKRETA" (02-br. 1084/15-14 od 26.06.2019. godine). Komisija je formirana u sastavu:

- Dr Aleksandar Nedeljković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, MENTOR,
- Dr Stanimir Stojiljković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član komisije,
- Dr Goran Prebeg, docent, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član komisije,
- Dr Dragan Radovanović, redovni profesor, Univerzitet u Nišu – Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član komisije,
- Dr Ivan Ćuk, docent, Fakultet za fizičku kulturu i menadžment u sportu, Univerzitet Singidunum.

Nakon pregleda dostavljenog materijala Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću sledeći

I Z V E Š T A J:

Biografija

Sreten Srečković, rođen je u Valjevu 15.02.1980. godine, gde je završio Ekonomsku školu, nakon pohađanja osnovne škole „Braća Nedić“ u Osečini. Studije na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja na Beogradskom Univerzitetu započinje 1999. godine. Najpre upisuje osnovne akademske studije na smeru „Fizička kultura“, koje završava 2007 sa prosečnom ocenom 8,73. Iako je ovaj

program bio izjednačen sa master programom, ipak 2008. godine studije nastavlja na smeru „Fizičko vaspitanje i sport – master“, koji završava 2010. sa srednjom ocenom 9,63. Na istom fakultetu upisuje doktorske studije na smeru „Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije“ pod vođstvom prof. dr Slobodana Jarića. Položio je sve ispite sa srednjom ocenom 9,00 i predao doktorsku tezu pod nazivom „Procena mehaničkih osobina mišića ruku tokom izvođenja složenih pokreta“

Još kao osnovac počinje da trenira karate i džudo, ali kako je rastao, planine su ga sve više fascinirale. Najpre u P. E. U. „Povlen“, počinje da se bavi planinarenjem, a potom i kao član Istraživačkog društva „Vladimir Mandić – Manda“, pokazuje posebno interesovanje za aktivnosti speleološke sekcije i sekcije za sportsko penjanje. Međutim posebnu ljubav gaji prema skijanju. Već od 2002. godine počinje da se bavi obukom početnika u skijanju, a 2010. zapošljava se u „Domu učenika srednjih škola Beograda“, R.J. „Mašinac“ na Kopaoniku, gde do 2015. obavlja poslove vaspitača, u čiji opis poslova spadaju sportsko-rekreativne igre i takmičenja, izleti, šetnje, izviđačke i planinarske aktivnosti, večernji programi animacije i edukativni programi, škola skijanja, orijentacija i kretanje po snegu...

Boravak na planinama i rad sa pojedincima i grupama ga je sve više približavao turizmu. Tako 2005. započinje saradnju sa turističkom agencijom „Argus tours“ iz Beograda, za koju obavlja vodičke poslove tj. praćenje grupa, vođenje kružnih tura, ekskurzija i izleta, a najviše se istakao u radu na stacionaru, u bugarskim i grčkim letovalištimima i domaćim i inostranim zimskim centrima, radeći kao predstavnik agencije i organizator fakultativnih programa za putnike ove agencije. Pored toga, od 2015. godine tokom zime radi za TA „Ski fun“ u ski centrima Austrije, Italije i Francuske, u realizaciji programa „Bele sedmice“.

Pored redovnih aktivnosti tokom pohađanja studija uključuje se u istraživačke projekte fakulteta, od kojih je najznačajniji „Razvoj morfoloških karakteristika i fizičkih sposobnosti učenika mlađeg i srednjeg školskog uzrasta“, a tokom doktorskih studija bio je uključen u rad Metodološko-istraživačke laboratorije fakulteta. Od 2005. prema potrebama Katedre za Rekreaciju, radi kao saradnik u nastavi na predmetu TiM Rekreacija, a od 2009. ulazi u Ski tim Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja i radi kao saradnik i demonstrator na predmetu skijanje.

Vlasnik je turističke agencije „Avantourismo“, oženjen je i ima troje dece.

Spisak objavljenih radova:

1. **Sreten Srećković**, „Aktivan odmor na planini kao promocija životnog stila“, Međunarodna naučna konferencija Fizička aktivnost za svakoga, Beograd, 2010.
2. **Sreten Srećković**, „Aktivan odmor u prirodi kroz speleologiju“, Međunarodni skup FIS komunikacije, Niš, 2011.

3. **Sreten Srećković**, „Psihološke reakcije izazvane kriznim situacijama prilikom boravka u prirodi“, Međunarodni skup FIS komunikacije, Niš, 2011.
4. **Sreten Srećković**, „Uticaj aktivnog boravka na planini na krvni pritisak“, Međunarodna naučna konferencija Efekti primene fizičke aktivnosti na antropološki status dece omladine i odraslih, Beograd, 2011.
5. **Sreten Srećković**, Ivan Cuk, Sasa Djuric, Aleksandar Nedeljkovic, Dragan Mirkov, Slobodan Jaric, „Evaluation of force–velocity and power–velocity relationship of arm muscle“, European Journal of Applied Physiology, 2015.
6. Miroslav Smajić, Bogdan Tomić, Dejan Madić, Nebojša Čokorilo, **Sreten Srećković**, „Razlike u nekim morfološkim karakteristikama između fudbalera kategorije mlađih i starijih pionira“, Glasnik Antropološkog društva Srbije, 2015
7. Sasa Djuric, Ivan Cuk, **Sreten Srećković**, Dragan Mirkov, Aleksandar Nedeljkovic, Slobodan Jaric, „Selective effects of training against weight and inertia on muscle mechanical properties“, International Journal of Sports Physiology and Performance, 2016
8. Ivan Cuk, Goran Prebeg, **Sreten Srećković**, Dragan Mirkov, Slobodan Jaric, „Generalization of muscle strength capacities as assessed from different variables, tests, and muscle groups“, Journal of Strength and Conditioning Research, 2016
9. Mitić Dušan, **Srećković Sreten**, Prebeg Goran, Ivanovski Aleksandar, „Trend of off-road skiing in Serbian tourists in period from 1991 till 2016.“, 1st Scientific Conference SPE BALKAN SKI, 2017
10. Dušan Mitić, **Srećković Sreten**, Prebeg Goran, Ivanovski Aleksandar, „Trend psihofizičke pripreme za zimovanje kod srpskih turista u periodu od 1991. do 2016.“, 6. Međunarodna naučna konferencija „Антрополошки и теoантрополошки поглед на физичке активности од Константина Великог до данас“, 2019
11. Ivanovski Aleksandar, Pantelić Saša, Prebeg Goran, Markov Čikić Ivana, **Srećković Sreten**, Ugrinić Bojan, Mitić Dušan, „Značaj i zastupljenost sportsko rekreativnih aktivnosti na prostoru mediterana = Significance and presence of sport - recreational activities in mediterranean“, Treća međunarodna naučna konferencija “SPORT, REKREACIJA, ZDRAVLJE”, 2019

Analiza rada

Doktorska disertacija obuhvata 101 stranu, 3 tabele, 31 slika i 7 priloga u skladu sa Pravilnikom o doktorskim studijama Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, kao i sa Uputstvom o formiranju repozitorijuma doktorskih disertacija koji je usvojio Senat Univerziteta u Beogradu. Disertacija je rezultat dosledno realizovanog projekta predviđenog u okviru elaborata teme doktorske

disertacije i sadrži Zahvalnicu, Posvetu, Rezime na srpskom jeziku, Rezime na engleskom jeziku, Sadržaj, Pregled skraćenica, a zatim poglavlja: Uvod, Pregled dosadašnjih istraživanja, Problem, predmet, cilj i zadaci istraživanja, Hipoteze istraživanja, Metode istraživanja, Rezultati istraživanja, Diskusija i Zaključci, Literatura, Prilozi, Pogovor.

U **Uvodu** (strane 1-43) je obrazložena tema doktorske disertacije kroz navođenje relevantne literature i posebno datim pregledom dosadašnjih istraživanja. Autor navodi da su mehaničke osobine mišića sve više predmet istraživanja, zbog njihovog značaja za razumevanje građe i funkcije mišićno-skeletnog sistema kod čoveka, ali i zbog traženja novih mogućnosti za poboljšanje efikasnosti treninga u sportu i intervencija u rehabilitaciji. Istraživanja na ovu temu su najčešće usmerena na istraživanja mogućnosti mišićnog sistema da ispolji veliku silu (F) pri što većoj brzini pokreta (V), a time i veliku snagu (P). Izučavanje ovih varijabli i njihovih međusobnih odnosa se opisuje kroz relacije sila-brzina (F - V relacije) i snaga-brzina (P - V relacije) i predstavljaju predmet ovog istraživanja.

Autor ističe da značajan udeo u lokomociji čoveka spada u vršenje pokreta rukama jer, mišići ruku imaju jedinstvenu ulogu u obavljanju najrazličitijih manipulativnih zadataka. U okviru aktivnosti koje čovek obavlja rukama, razvoj velikih sila za što kraće vreme predstavlja značajan faktor u ostvarivanju kretnih rezultata, kao i u prevenciji povreda. Iz tog razloga izučavanje ovih odnosa na mišićnom sistemu ruku je izuzetno važno.

Mehaničke osobine skeletnih mišića definišu se kao one osobine mišića koje se mogu izmeriti mehaničkim veličinama, npr: silom, brzinom, radom i snagom (Zatsiorsky, 2000). One su veoma složene, a kroz njih se može upoznati i razumeti građa i funkcija, kako samog mišića, tako mišićno-skeletnog sistema. Takođe, mehaničke osobine mišića u mnogome određuju mišićne sposobnosti (Zatsiorsky, 2000), a koje u velikoj meri zavise od stepena aktivacije, izazvane eferentnim nervnim impulsima.

Brzina skraćanja mišića je jedan od najvažnijih faktora koji utiče na razvoj mišićne sile. Zavisnost sile mišića od brzine njegovog skraćanja se naziva relacijom sila-brzina (F - V relacija). Ova relacija je proučavana na različitim nivoima: od molekularnog i jednoćelijskog nivoa, pa do nivoa jednog i više mišića zajedno (Kaneko i sar. 1983; Cormie i sar. 2011a). Rezultati ovih istraživanja su pokazali karakterističnu hiperboličnu krivu koja opisuje inverznu relaciju između sile i brzine tokom koncentrične faze mišićne kontrakcije (Hill, 1938).

Dalje se navodi da se sa povećanjem brzine mišićne kontrakcije smanjuje mogućnost za ispoljavanje sile tokom iste kontrakcije. Autor ističe da je za ovaj fenomen odgovorna interakcija

između poprečnih mostova aktinskih i miozinskih vlakana, kao i viskozni otpor koji se pri tom razvija. Pošto je potrebno određeno vreme da se poprečni mostovi zakače i otkaače, ukupan broj zakačenih poprečnih mostova se smanjuje sa povećanjem brzine mišićnog skraćanja. Na osnovu toga se može zaključiti da mišićna sila zavisi od broja zakačenih poprečnih mostova, pa se sa njihovim manjim brojem (sa većom brzinom skraćanja) smanjuje i sposobnost za ispoljavanje sile (Nikolić, 1995; Hong i Bartlett 2008; Cormie i sar. 2010; 2011a).

Maksimalna snaga se ispoljava pri optimalnoj kombinaciji submaksimalne sile i pripadajuće brzine (Cormie i sar. 2011a). Ona je stoga određena parametrima F-V relacije: maksimalnom izometrijskom silom (F_{max}), maksimalnom brzinom (V_{max}) i zakrivljenošću krive (a/F_{max} ili b/V_{max}). Na F-V relaciju značajan uticaj ima i tip mišićnih vlakana. Pokazano je da spora mišićna vlakna imaju veću zakrivljenost linije (Hill, 1938), kao i da mogu biti efikasnija od brzih mišićnih vlakana. Iz F-V relacije mogu se direktno dobiti informacije o snazi mišića. Ona predstavlja motoričku sposobnost čije ispoljavanje direktno utiče na efikasnost izvođenja različitih pokreta i kretanja (skokovi, ubrzanja, usporenja, promene pravca, bacanja i udarci) koji su važni za uspeh u velikom broju takmičarskih situacija u različitim sportovima, radnim, ali i svakodnevnim aktivnostima (Newton i Kraemer, 1994, Newton, 1997).

Sa mehaničkog aspekta, snaga (P) se obično definiše kao proizvod sile (F) i brzine (V), što se može prikazati jednačinom:

$$P = F \cdot V$$

To znači da za svaku brzinu skraćanja mišića može da se izračuna njegova snaga, kao proizvod te brzine i sile koja se pri njoj realizuje. Pošto vrednosti ove dve varijable direktno određuju F-V relaciju, iz nje direktno proizilazi i P-V relacija.

Iz relacija F-V i P-V i njihove povezanosti, autor zaključuje da pri maksimalnoj aktivaciji mišića mogu da deluju velikim silama u izometrijskom režimu i pri veoma sporim pokretima. Sa povećanjem brzine izvođenja pokreta, sila će opadati, nasuprot snazi koja će da raste do određene granice gde se razvija maksimalna snaga. Nakon toga, uprkos povećanju brzine snaga će opadati jer dolazi do značajnog smanjenja sile. Iz toga proizilazi da se maksimalna sila i snaga mišića ne razvijaju pri istim brzinama skraćanja mišića, odnosno režimima mišićne kontrakcije. Pošto je intenzitet mišićne sile, a samim tim i režim mišićnog skraćanja određen spoljnim opterećenjem, mišići najvećom silom deluju protiv velikih spoljašnjih opterećenja, pri čemu deluju u izometrijskom režimu, ili pri malim brzinama skraćanja. Kada deluju protiv umerenih opterećenja, tada mogu da razviju veće brzine skraćanja, a samim tim i veću snagu, uprkos manjoj sili (Hill, 1938).

F-V relacija se može dobiti prilikom izvođenja složenih pokreta maksimalnog intenziteta, sa različitim opterećenjem, koje će dati opseg vrednosti za F i V. Iz toga se podaci mogu modelirati linearnom regresijom:

$$F(V) = F_0 - aV$$

gde je F_0 presek sile koji odgovara maksimalnoj izometrijskoj sili (F), a je nagib koji odgovara F_0/V_0 (pri čemu je V_0 presek brzine, koji odgovara maksimalnoj brzini pri nultoj sili).

Iz prethodne jednačine dobiće se P-V relacija koja je paraboličnog oblika:

$$P(V) = F(V) V = F_0 V - aV^2$$

gde je maksimalna snaga:

$$P_{max} = (F_0 V_0)/4$$

Prema tome, P_{max} će se dobiti na polovini maksimalne brzine ($V_0/2$), koja se dobija pri polovini maksimalne sile ($F_0/2$), koju mišići ispoljavaju u datom pokretu maksimalnog intenziteta (Vandewalle i sar. 1987; Samozino i sar. 2012). Jednostavnost F-V relacije koja je prethodno opisana može biti od ključne važnosti za buduće naučne radove, kao i za praktičnu primenu. Ova relacija se može koristiti za modelovanje i optimizaciju pokreta, za doziranje mišićne sile, brzine i snage, kao i za procenu efekata različitih treninga i intervencija u rehabilitaciji.

Prema Zatsiorskom, F-V relacija opisana Hilovom jednačinom, ima znatan uticaj na primenu u sportu, iz nekoliko razloga (Zatsiorsky, 2009):

1. Sila i brzina koje se razvijaju u srednjem opsegu odnosa sile i brzine zavise od izometrijske sile.
2. U veoma brzim pokretima nemoguće je ispoljiti veliku silu.
3. Maksimalna snaga postiže se u srednjem opsegu sile i brzine.

Merenje F-V relacije tokom pokreta "in vivo" je komplikovan zahvat zbog različitog sastava mišićnih vlakana, anatomskih karakteristika zglobova i složene neuralne aktivacije (Zatsiorsky, 2009). Bez obzira na ova ograničenja, istraživanja F-V relacije tokom složenih pokreta, mogu da kvantifikuju sposobnosti neuromišićnog sistema dok funkcioniše pod različitim opterećenjima. Ova informacija je esencijalna za razumevanje maksimalnog ispoljavanja snage tokom pokreta.

Uprkos prihvaćenoj činjenici da mehaničke osobine mišića u velikoj meri određuju i uspešnost u gotovo svim sportskim disciplinama, istraživanja na polju mišićne mehanike u sportu su i dalje retka. Navedeni faktori su u velikoj meri odgovorni za tu pojavu (Zatsiorsky, 2000):

1. Većina mehaničkih osobina mišića nisu linearnog karaktera, što njihov matematički prikaz čini veoma kompleksnim.
2. Skoro nemoguće je odrediti čak i najosnovnije mišićne osobine " in vivo" i neinvazivno.
3. Vremenski tok promene mehaničkih osobina mišića (na primer sa povećanjem zamora) je gotovo nepoznat.

U daljem obrazlaganju teme doktorske disertacije, autor daje pregled dosadašnjih istraživanja. Ističe da su se istraživanja bazirana na F-V i P-V relacijama javila još u prvoj polovini prošlog veka. Bila su to istraživanja Fenn-a i March-a (1935) i Hill-a (1938), zasnovana na posmatranju „in vitro“ i izolovanih mišićnih grupa. U njima F mišića opada sa povećanjem V izvođenja pokreta, čineći pri tome nelinearni, odnosno približno hiperbolični model. S obzirom da je u njima F-V relacija predstavljena kao hiperbolična, iz toga proizilazi da i pripadajuća P-V relacija ima kompleksan oblik, pri čemu se Pmax dobija pri delovanju umerenog spoljašnjeg opterećenja, pri srednjim brzinama mišićnog skraćanja. Ovi odnosi su rutinski predstavljeni u standardnim udžbenicima biomehanike, fiziologije, ili motorne kontrole (McMahon, 1984). Osnovni nedostaci ovih kompleksnih oblika F-V i P-V relacija se odnose na preciznost njihove procene pri izvođenju različitih pokreta, kao i u praktičnoj primeni kroz modelovanje i optimizaciju pokreta.

Autor dalje navodi da su se kasnije javila i druga istraživanja u kojima je F-V relacija posmatrana u vidu hiperboličnog modela. Kompleksan oblik ove relacije izveden je primenom maksimalne voljne kontrakcije, pri različitom nivou opterećenja kod osoba sa invaliditetom (Ralston i sar. 1949). Isto je uočeno i kod jednozglobnih pokreta, izvođenjem pregibanja u zglobu lakta, pri čemu je uzimano u obzir ubrzanje i inercija podlakta (Wilkie, 1950). Izokinetički ergometri takođe nalaze svoju primenu u proučavanju odnosa sile i ugaone brzine i to najčešće kod opružača i pregibača u zglobu kolena (Perrine i Edgerton, 1978), koji date relacije posmatraju na isti način.

Za razliku od hiperboličnog modela, postoje brojne studije koje F-V relaciju predstavljaju kao približno linearnu. Prva studija u kojoj je F-V relacija predstavljena na ovakav način, datira još iz 1928. godine. U njoj je na bicikl ergometru posmatran odnos kočione sile i brzine okretanja pedala (Dickinson, 1928).

Prema navodima autora, novije studije su rađene različitim metodama i takođe je predloženo da je F-V relacija prilikom maksimalnog izvođenja višezglobnih pokreta približno linearna. Ovaj nalaz je potvrđen za ekstenzore nogu, gde mišići nogu deluju kroz zatvorene kinetičke lance

(Yamauchi i Ishii, 2007; Samozino i sar. 2012, 2014b), za bicikl ergometar (Dris i Vandevale, 2013; Nikolaidis, 2012; Ravier i sar., 2004), vertikalne skokove (Ćuk i sar. 2014; Rahmani i sar., 2001; Samozino i sar., 2014a; Shepard i sar., 2008; Vandevale i sar., 1987), ili pokrete gornjeg dela tela (Nikolaidis, 2012; van der Tillar, 2004; Hintzi i sar., 2003; Cronin i sar., 2003).

Iako su rezultati vezani za oblik F-V relacija prilično konzistentni autor navodi da i dalje ostaje pitanje u kojoj meri je F-V relacija, linearna, kao i u kojoj je meri povezana P-V relacija, parabolična. Autor, takođe, postavlja pitanje u kojoj se meri ovi nalazi mogu da koriste u budućim istraživanjima. Naime, da bi ovaj model mogao da se koristi za proučavanje fundamentalnih karakteristika ljudskog mišićno-koštanog sistema (Bobbert, 2012; Samozino i sar., 2012; Jarić i Marković, 2013) ili za razvoj rutinskih testova fizičkih sposobnosti (Cronin i sar., 2003; Nikolaidis, 2012; Ravier i sar., 2004), treba da se proceni linearnost F-V relacija, dok njeni parametri treba da budu pouzdani i validni. Međutim, iako se primenom linearnog modela obično otkriva jaka veza (Ćuk i sar., 2014; Hintzi i sar., 2003; Ravier i sar., 2004; Yamauchi i Ishii, 2007; Samozino i sar., 2014a), samo jedna studija je direktno poredila linearni i polinomijalni model korišćenjem različitih kombinacija F i V dobijenim primenom različitih spoljnih tereta (Ćuk i sar., 2014). Ista studija je takođe jedina koja je ocenjivala pouzdanost parametara ovih relacija. Dobijeni rezultati raznih vertikalnih skokova otkrili su visoku pouzdanost sva četiri parametara dobijena iz obe maksimalne i srednje vrednosti za F i V, iako se pokazalo da su F_0 i P_0 nešto pouzdaniji od V_0 (Ćuk i sar., 2014.).

Na osnovu pregledane literature, autor ističe da oblik F-V relacija mišića ruku, kao i pouzdanost njenih parametara nisu još uvek procenjeni. Iako su neke studije istraživale konkurentnu validnost parametara linearnih F-V relacija, nalazi su se pokazali kao prilično neubedljivi. Na primer, konkurentna validnost F_0 u pogledu direktno merene snage mišića je umerena do visoka (Dris i sar., 2002; Ćuk i sar., 2014; Vandevale i sar., 1987), niska, pa čak i beznačajna (Ravier i sar., 2004; Yamauchi i Ishii, 2007; Rahmani i sar., 2001). Konkurentna validnost V_0 takođe može biti ili umerena (Yamauchi i Ishii, 2007) ili niska (Ćuk i sar., 2014). Takođe, autor ističe da su neke studije uradile konkurentnu validnost različitih parametara i utvrdile da bi ona mogla biti veća za P_0 nego za F_0 (Ćuk i sar., 2014), kao i veća i za P_0 i V_0 nego za F_0 (Yamauchi i Ishii, 2007; Ravier i sar., 2004). Stoga, validnost parametara F-V relacija u vezi sa odgovarajućim direktno merenim varijablama i dalje, prema autoru, ostaje problem.

Autor dalje ukazuje na razlike između različitih mehaničkih izlaza (F, V, P) i mehaničkih mogućnosti mišića (F_0 , V_0 , P_{max}). Mehanički izlazi predstavljaju entitete koji se mogu meriti tokom pokreta i često se koriste da opišu dinamiku pokreta sa mehaničke tačke gledišta. Sa druge strane, mehaničke mogućnosti karakterišu mehanička ograničenja neuromišićne funkcije i odnose se na

teorijske maksimalne vrednosti nekih mehaničkih izlaza koje pojedinac može da dostigne (Samozino, 2012).

Analizom prethodnih istraživanja koja su se bavila ispitivanjem F-V relacija kod složenih pokreta, autor dolazi do zaključka da je veoma mali broj radova koji su se bavili ispitivanjem F-V relacija kod mišića ruku. Tome treba pridodati i činjenicu da se u navedenim radovima istraživači nisu bavili ispitivanjem pouzdanosti i validnosti. Iz toga proističe problem, koji predstavlja potrebu da se procene F-V i P-V relacije kod mišića ruku u uslovima izvođenja složenih motoričkih zadataka.

Problem ovog istraživanja je proistekao iz činjenica navedenih u prethodnim poglavljima. Naime, problem je u osnovi sadržan u nepostojanju dovoljnih saznanja o mehaničkim svojstvima mišićnog sistema ramenog pojasa i ruku, pogotovu kada se radi o izvođenju pokreta u „ekološki validnim“ uslovima, odnosno prilikom izvođenja pokreta koji se uobičajeno koriste u svakodnevnom životu, kao i u nepostojanju evaluirane metode za procenu, odnosno merenje ovih svojstava.

Predmet ovog istraživanja se odnosi na ispitivanje mehaničkih osobina mišića ruku, prilikom izvođenja složenih pokreta, primenom nove metode istraživanja. Takođe, predmet ovog istraživanja je i evaluacija pomenute metode.

Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrđivanje i analiza mehaničkih osobina mišića ruku, praćenjem odnosa linearne F-V i parabolične P-V relacije, tokom primene različitih spoljašnjih opterećenja. Iz ovog, glavnog cilja proistekli su i sledeći **pojedinačni ciljevi**:

4. Ispitati oblik F-V i P-V relacija i jačinu njihove povezanosti;
5. Ispitati pouzdanost parametara linearne F-V relacije (F_0 , V_0 , α i P_0) i parabolične P-V relacije (P_{max});
6. Uporediti parametre dobijene iz prosečnih i maksimalnih vrednosti sile i brzine;

Kako bi se realizovali postavljeni ciljevi istraživanja bilo je neophodno da se ispune određeni **zadaci**. Oni se ogledaju u sledećem:

1. Izrada pisanog protokola eksperimenta;
2. Određivanje veličine uzorka;
3. Formiranje grupe ispitanika na osnovu definisanih kriterijuma;
4. Procena morfološkog statusa ispitanika;
5. Merenje jednog maksimalnog potiska tega sa grudi, ležeći na ravnoj klupi (*IRM*);
6. Registrovanje signala optičkim enkoderom tokom testa izbačaj tega sa grudi, ležeći na ravnoj klupi (*IZB*);

7. Registrovanje signala sistemom za 3D analizu tokom testa bacanje medicinke sa obe ruke iz sedećeg položaja (*MED_{450g}* i *MED_{3kg}*);
8. Računanje prosečnih i maksimalnih vrednosti sile, brzine i snage;
9. Procena oblika *F-V* i *P-V* relacija linearnim i polinomijalnim regresionim modelom;
10. Obrada podataka;
11. Primena adekvatnih statističkih procedura za analizu dobijenih podataka u odnosu na postavljene ciljeve i hipoteze;
12. Prikaz i interpretacija nalaza.

Na osnovu detaljne analize relevantnih istraživanja, koja su se bavila sličnom tematikom, uočeni su pomenuti problemi i definisan predmet istraživanja. Potom su definisani ciljevi novog istraživanja i postavljene su sledeće hipoteze:

H 1.1 *F-V* relacije su linearne

H 1.2 *P-V* relacije su parabolične

H 1.3 *F-V* i *P-V* relacije su visoko povezane

H 2.1 Parametri linearne *F-V* i parabolične *P-V* relacije su pouzdani

H 3.1 Vrednosti parametara dobijenih iz maksimalnih vrednosti sile i brzine su viši od parametara dobijenih iz prosečnih vrednosti sile i brzine

H 4.1 Parametri linearne *F-V* i parabolične *P-V* relacije su validni u poređenju sa direktno izmerenom mišićnom silom, brzinom i snagom

U poglavlju **Metode istraživanja** (strane 47-54), autor daje opis karakteristika ispitanika, zatim opis eksperimentalnog protokola i procedura, kao i način prikupljanja i obrade podataka uz navođenje primenjenih statističkih analiza. Naime, u realizovanom istraživanju je na osnovu eksperimentalno prikupljenih podataka izvršena transverzalna analiza morfološkog i motoričkog statusa ispitanika, u različitim uslovima opterećenja mišića ruku. Grupu ispitanika su činili fizički aktivni pojedinci, odnosno 12 studenata na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja, pri čemu je selekcija izvršena prema 1RM, u opsegu 85-115 kg. Celokupan protokol realizovanog istraživanja sproveden je u Metodičko-istraživačkoj laboratoriji, Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu. Istraživanje je sprovedeno u okviru četiri odvojena eksperimentalna dana, u toku jednog meseca.

Morfološki status ispitanika procenjivan je na osnovu podataka prikupljenih merenjem TV, TM, procenjivanjem PM i izračunavanjem BMI, a procena motoričkog statusa merenjem dinamičkih svojstava ruku, kroz testove: 1RM, IZB i MED.

Deskriptivna statistika za sve merene varijable izražena je kroz srednje vrednosti i standardne devijacije.

Za procenu F-V relacije korišćen je model linearne i polinomijalne regresije drugog reda, a za P-V relaciju model polinomialne regresije drugog reda. Da bi se procenila linearnost regresije za F-V relaciju, određivani su intervali pouzdanosti na nivou 95% CI korelacionog koeficijenta (r) (ukoliko je r linearna regresija ulazila u 95% CI interval r polinomijalne regresije, onda je regresija smatrana linearnom).

Za procenu pouzdanosti linearne regresije, računat je koeficijent varijacije (CV), standardna greška merenja (SEM), intraklasni korelacioni koeficijent (ICC) i razlike (t-test za zavisne uzorke) za F_0 , V_0 , P_0 i a .

Konkurentna validnost je bila testirana Pirsonovim koeficijentom korelacije. Vrednosti F_0 , V_0 i P_0 bile su upoređivane sa direktno merenim rezultatima 1RM, kao i sa V_{max} i P_{max} dobijenim bacanjem medicine.

Da bi se proceno efekat veličine, eta kvadrat (η^2) je računat za sve uparene varijable, gde su se vrednosti veličine efekta od 0.01, 0.06 i preko 0.14 smatrale za male, srednje i velike (Cohen, 1988). Primenom Kolmogorov-Smirnov testa utvrđivana je normalnost raspodele za sve zavisne varijable. Nivo statističke značajnosti bio je $P < 0.05$. Sve statističke operacije izvršene su korišćenjem programa SPSS 19. (IBM, Armonk, NY).

Rezultati istraživanja (strane 55-74) dati su grafički i tabelarno. Rezultati studije pokazuju da su F-V relacije približno linearne i visoko povezane, za individualne podatke sile i brzine, bilo da su uzete kao prosečne ($r = 0,985$) ili maksimalne ($r = 0,988$) vrednosti. Posledično su dobijene P-V relacije koje imaju paraboličan oblik i koje su takođe visoko povezane ($r = 0,954$ za prosečne i $r = 0,970$ za maksimalne vrednosti). Nalazi ove studije otkrivaju izuzetno jaku povezanost i za grupne i za individualne kako F-V, tako i P-V relacije, dobijene iz prosečnih i maksimalnih vrednosti sile i brzine.

Pouzdanost parametara F-V i P-V relacija je visoka za parametar sile i snage (F_0 , P_0 i P_{max}), dok je za parametre brzine i nagiba (V_0 i a) umerena. Takođe, nije bilo značajne razlike između rezultata u dva ponovljena merenja.

Poređenjem parametara dobijenih iz prosečnih, u odnosu na parametre dobijene iz maksimalnih vrednosti sile i brzine, uočavaju se značajne razlike (svi $p < 0,01$). Vrednosti parametara sile, brzine i snage su više, dok je vrednost nagiba linearne regresije niži, kada su izvedeni iz maksimalnih u odnosu na prosečne vrednosti sile i brzine i obratno. Najveća procentualna razlika uočena je kod parametara snage (P_0 i P_{max}), dok je najniža kod parametra sile (F_0).

Po pitanju konkurentne validnosti parametar sile otkriva visoku povezanost sa 1RM-om i za prosečne ($r = 0,796$) i maksimalne ($r = 0,723$) vrednosti. Parametri brzine i snage poređeni sa direktno izmerenim vrednostima brzine i snage imaju umerene do visoke vrednosti koeficijenta korelacije, kada su poređeni sa bacanjem teže medicinke i niske u poređenju sa bacanjem lakše medicinke.

U poglavlju **Diskusija** (strane 75-82), autor analizira dobijene nalaze u odnosu na postavljene hipoteze. Na početku daje metodološka razmatranja u okviru kojih, između ostalog, ukazuje i na potencijalne nedostatke realizovanog istraživanja.

U odnosu na problem oblika i povezanosti F-V i P-V relacija, primećene su izuzetno snažne i približno linearne F-V relacije individualnih podataka sile i brzine, bilo da su izračunate kao prosečne ili maksimalne vrednosti. Kao posledica toga dobijene su P-V relacije koje su snažne i imaju paraboličan oblik. Autor napominje da osim obavljenog istraživanja Čuka (2014) na vertikalnim skokovima, druga istraživanja koja su imala za cilj da ispituju svojstva F-V relacija kod različitih složenih pokreta, su procenjivala ili samo linearnost F-V relacije, ili samo pouzdanost njenih obrazaca. Gledano sa metodološke strane, istražene relacije bi trebale da budu baza u osnovnim istraživanjima mišićno-skeletnog sistema, kao i u razvijanju standardnih testova za procenu fizičkih sposobnosti. Prema tome, ovo istraživanje je otkrilo novi skup podataka koji bi mogli biti od važnosti za buduća istraživanja vezana za procenu mehaničkih svojstava mišića ruku, a potencijalno i drugih mišićnih sistema. Ipak, bez obzira što primenjeni model linearne regresije generalno otkriva jake F-V relacije, autor smatra da bi buduća istraživanja trebala da ispituju da li je linearnost posmatrana u brojnim zadacima, uključujući i ovaj, posledica tipično suženog raspona dobijenih podataka sile i brzine, pre nego suštinsko svojstvo testiranih mišića. Konačno, napominjemo da uglovi zglobova pod kojima je maksimalna sila posmatrana, takođe zaslužuju dalje istraživanje, pošto optimalna dužina mišića (i u skladu sa tim, ugao zgloba) za maksimalizovanje snage može biti različita u različitim režimima skraćanja (Haan i sar., 2003) i time bi mogla uticati na dobijene uzorke F-V relacije.

U odnosu na problem pouzdanosti parametara F-V i P-V relacija, zaključeno je da je pouzdanost posmatranih F-V obrazaca, čiji su parametri procenjeni intraklasnim koeficijentom korelacije (ICC) velika. Međutim, interklasni koeficijent korelacije se pokazao tipično niži za parametre brzine (V_0) i nagiba regresione krive (a) u odnosu na parametre sile (F_0) ili parametre

snage (P_0). Autora, stoga, ne iznenađuje što su isti parametri pokazali visoke vrednosti standardne greške merenja (SEM) (u odnosu na njihove veličine) i koeficijenta varijacije (CV). Međutim, zaključuje se da je posmatrana pouzdanost F-V parametara nešto manja od one za odgovarajuće parametre posmatrane u vertikalnim skokovima (Ćuk i sar., 2014), iako je ovo istraživanje bazirano na mnogo širem intervalu podataka za silu i brzinu u odnosu na vrednosti parametara sile i brzine (F_0 i V_0). Konačno, dobijeni nalazi generalno pretpostavljaju da bi linearna F-V relacija posmatrana kroz test izbačaj sa grudi mogla dati pouzdane pokazatelje maksimalne sile, brzine i snage mišića ruku.

Poređenje posmatranih ishoda prosečnih i maksimalnih vrednosti varijabli sile i brzine bi moglo biti od potencijalne važnosti, kako za buduća istraživanja, tako i za razvoj rutinskih testova. U skladu sa prethodnim nalazima posmatranim u raznim vertikalnim skokovima (Ćuk i sar., 2014), autor zaključuje da su povezanost posmatranih F-V i P-V relacija, pouzdanost njihovih parametara i njihova konkurentna validnost slični, bilo da se posmatraju kao prosečne ili maksimalne vrednosti sile i brzine. Jedina bitna razlika može biti u veličini dobijenih parametara. Otprilike, dvostruko je viši parametar snage (P_0) i skoro jednako niži nagib regresione krive (a) dobijeni iz maksimalnih u odnosu na prosečne vrednosti sile i brzine kod linearnih F-V relacija. Ove činjenice su uglavnom posledica viših vrednosti parametra brzine (V_0) pre nego parametra sile (F_0). Sličan je odnos u korist maksimalnih vrednosti i kod poređenja parametara maksimalne snage (P_{max}), dobijenih kod paraboličnih P-V relacija. Autor zaključuje da je uporedna vrednost istih parametara imala raspon od visoke (za F_0) do srednje ka niskoj (za V_0 i P_0). Ako se izuzmu razlike u veličini posmatranih parametara, generalno podaci otkrivaju sličan oblik i F-V i P-V obrazaca, bilo da se posmatraju maksimalne ili prosečne varijabile sile i brzine.

Da bi ustanovio konkurentna validnost odgovarajućih parametara F-V i P-V relacija u odnosu na direktno izmerene vrednosti sile, brzine i snage, autor je odabrao dva već evaluirana standardna testa. Za procenu sile uzet je test jedan maksimalni potisak tega sa grudi, ležeći na ravnoj klupi (1RM), a za procenu snage i brzine test bacanje medicine sa obe ruke, iz sedećeg položaja (MED3kg i MED450g). Podaci istraživanja su pokazali nekonzistentne nalaze. Naime, konkurentna validnost parametra sile (F_0) u odnosu na 1RM pokazala se visokom, dok se konkurentna validnost parametara snage i brzine (P_0 i V_0) u poređenju sa direktno izmerenom maksimalnom snagom (P_{MAX}) i maksimalnom brzinom (V_{MAX}), dobijene testom bacanje medicine sa obe ruke, iz sedećeg položaja, pokazala umerena do visoka u poređenju sa težom (MED3kg) i umerenom do niskom, u poređenju sa lakšom medicinkom (MED450g). Autor zaključuje da uprkos očiglednoj potrebi za daljim istraživanjima ovog problema, može se reći da postoji visoka konkurentna validnost parametra snage (F_0) sa kriterijumskom varijabilom (tj. 1RM), pošto direktno procenjuje silu mišića. Suprotno tome, uprkos često upotrebi u testiranju (Chmielewski i sar., 2014; Nedeljković i sar., 2009;

Stockbrugger i Haennel, 2001), validnost testa bacanje medicine sa obe ruke, iz sedećeg položaja bi se mogla ograničiti, s obzirom na dobijene rezultate u ovom istraživanju.

U poglavlju **Zaključci** (strane 83-85), autor ističe da su mehaničke osobine mišića još uvek relativno nepoznate. Međutim, sa novim saznanjima njihova uloga u sportu, fiziologiji, fizikalnoj medicini i rehabilitaciji postaje sve značajnija. Ovo istraživanje je takođe imalo ulogu da donese neka nova saznanja o ulozi mehaničkih osobina mišića složenih mišićnih sistema, ali i da pojednostavi metode testiranja mišićne mehanike.

1. Nalazi ove studije su pokazali da mišići ruku pri izvođenju složenih motoričkih zadataka, odnosno izbačaja tega sa grudi, karakterišu jake i otprilike linearne F-V, a samim tim i parabolične P-V relacije.
2. Korišćenje jednostavnog linearnog modela, umesto složenog, hiperboličnog omogućava praktičnu primenu F-V i P-V relacija u trenaznom procesu ili u rehabilitaciji, kroz lakše modelovanje složenih pokreta.
3. Modelovanje je moguće ostvariti preko parametara F-V i P-V^{*} relacija, samo ako su oni pouzdani. Pouzdanost parametara linearne F-V i parabolične P-V relacije dobijeni iz prosečnih i maksimalnih vrednosti sile i brzine se pokazala u proseku kao visoka.
4. Poređenjem parametara dobijenih iz prosečnih i maksimalnih vrednosti sile i brzine F-V i P-V relacija, generalno se uočava sličan oblik obrazaca. Međutim bitna razlika se odnosi na veličinu dobijenih parametara. Zato treba biti obazriv sa posmatranjem razlika u njihovom obliku, pogotovu ako se porede različita istraživanja. U smislu procentualnih razlika, najveća je uočena kod parametara maksimalne snage, a najmanja kod parametara maksimalne sile.
5. Konkurentna validnost parametara F-V i P-V relacija kreće se u rasponu od visoke (za F0), do umereno-niske (za P0 i V0).

Dobijeni nalazi govore u prilog tome da se primenjena metodologija, korišćena u ovom istraživanju može primenjivati u rutinskim testiranjima mehaničkih osobina mišića ruku, ali i drugih mišićnih sistema u pogledu ispoljavanja maksimalne sile, brzine i snage.

Autor, na kraju, ukazuje i na **potencijalni značaj istraživanja** i daje **smernice za dalja istraživanja**. Naime, ovo istraživanje je omogućilo dobijanje novih saznanja o mehaničkim osobinama mišića i njihovoj ulozi u višezglobnom mišićnom sistemu i pojednostavilo testiranje mišićne mehanike pri izvođenju složenih kretnih zadataka. Upotreba jednostavnog linearnog modela, umesto složenog hiperboličnog, omogućava modelovanje složenih pokreta koji se izvode rukama (Nikolaidis, 2012). S obzirom da se došlo do zaključaka da su parametri linearne F-V relacije pouzdani, validni i osetljivi, pomenuti model će sa sigurnošću dobiti na značaju.

najveća je uočena kod parametara maksimalne snage, a najmanja kod parametara maksimalne sile.

5. Konkurentna validnost parametara F-V i P-V relacija kreće se u rasponu od visoke (za F0), do umereno-niske (za P0 i V0).

Dobijeni nalazi govore u prilog tome da se primenjena metodologija, korišćena u ovom istraživanju može primenjivati u rutinskim testiranjima mehaničkih osobina mišića ruku, ali i drugih mišićnih sistema u pogledu ispoljavanja maksimalne sile, brzine i snage.

Autor, na kraju, ukazuje i na **potencijalni značaj istraživanja** i daje **smernice za dalja istraživanja**. Naime, ovo istraživanje je omogućilo dobijanje novih saznanja o mehaničkim osobinama mišića i njihovoj ulozi u višezglobnom mišićnom sistemu i pojednostavilo testiranje mišićne mehanike pri izvođenju složenih kretnih zadataka. Upotreba jednostavnog linearnog modela, umesto složenog hiperboličnog, omogućava modelovanje složenih pokreta koji se izvode rukama (Nikolaidis, 2012). S obzirom da se došlo do zaključaka da su parametri linearne F-V relacije pouzdani, validni i osetljivi, pomenuti model će sa sigurnošću dobiti na značaju.

Takođe, značaj ove studije se ogleda i kroz stvaranje osnove za validiranje metode, koja se može rutinski primenjivati u merenju mehaničkih izlaza sile, brzine i snage mišića ruku. Ovaj test bi bio baziran na izvođenju serije složenih pokreta rukama, u vidu izbačaja sa grudi, na Smit mašini koja omogućava jednostavnu manipulaciju i doziranje opterećenja.

Potencijalni značaj studije ogleda se kroz činjenicu da se primenom ovakve ili slične metodologije može vršiti ocena mišićnih funkcija, pri relativno niskom nivou fizičkog stresa, odnosno u uslovima u kojima nije potrebno veliko generisanje sile da bi se ubrzala masa tela (Yamauchi i Ishii, 2007), ili bez velikog povećanja krvnog pritiska (Yamauchi i sar, 2009). Iz tog razloga veoma je pogodna za testiranja u koja su uključena deca, rekonvalescenti ili starije osobe (Yamauchi i Ishii, 2007).

Sa druge strane, autor ističe da bi buduća istraživanja mogla biti fokusirana na oblik F-V relacija kod drugih motoričkih zadataka i na svojstva merenja dobijenih parametara. Takođe, treba istražiti da li pretpostavljena linearnost F-V relacije potiče pretežno iz uskog opsega dobijenih podataka sile i brzine, pre nego iz suštinskih svojstava mišića testiranih višezglobnih sistema. Buduća istraživanja u cilju modelovanja bi mogla da pokažu do kog stepena su parametri pretpostavljene linearne F-V relacije posmatrani u višezglobnim pokretima povezani sa hiperboličkim relacijama kod testiranja pojedinačnih mišića (Bobbert, 2012). Takođe je potrebna i generalizacija posmatranih nalaza i drugih višezglobnih sistema.

(6) Kopija izjave o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada; (3) Kopija izjave o korišćenju.

U **Pogovoru** (strana 101) je navedeno da je Doktorska disertacija urađena je u okviru projekta pod nazivom: "*Mišićni i neuralni faktori humane lokomocije i njihove adaptivne promene*" (evidencioni broj 175037; rukovodilac projekta prof. dr Aleksandar Nedeljković), finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije.

Materijal izložen u ovoj doktorskoj disertaciji većim delom je zasnovan na rezultatima koji su objavljeni ili dostavljeni vrhunskim međunarodnim časopisima i prezentovani na međunarodnim naučnim skupovima.

Radovi objavljeni u celini u vrhunskim međunarodnim časopisima:

Sreckovic, S., Cuk, I., Djuric, S., Nedeljkovic, A., Mirkov, D., Jaric, S. (2015). Evaluation of force-velocity and power-velocity relationship of arm muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 115(8), 1779-1787.

Zaključak

Problemi koji su elaborirani u realizovanom istraživanju pružili su afirmativne odgovore na suštinski važna pitanja iz oblasti mehaničkih osobina mišića. Konkretno, predmetom ove disertacije je obuhvaćeno razmatranje mehaničkih osobina mišića - sila, snaga i brzina, odnosno zavisnost mišićne sile i snage u odnosu na brzinu, bilo da se sila i snaga mišića posmatraju pri skraćanju pojedinačnog mišića ili pri izvođenju složenih motoričkih zadataka. Treba imati na umu da pošto je snaga proizvod sile i brzine, obrazac posmatrane F-V relacije direktno određuje obrazac P-V relacije. Autor je postavljanjem specifičnih ciljeva i formulisanjem posebnih hipoteza, jasno definisao pitanja na koje je trebalo dati odgovore, usko vezane za pomenutu temu istraživanja. U narednom delu dobijeni odgovori su upotrebljeni u cilju formulisanja generalnih zaključaka kao finalnog proizvoda ove doktorske disertacije.

Nalazi realizovanog istraživanja upućuju na zaključak da se mehanička svojstva mišića mogu istraživati pri izvođenju složenih motoričkih zadataka, koji će dati jednostavne linearne F-V i parabolične P-V relacije. Ovi motorički zadaci se mogu razviti u relativno jednostavne i ekološki validne testove za procenu kapaciteta sile, snage i brzine mišićnog sistema. U celini posmatrano, rezultati doprinose potpunijem sagledavanju problema mehaničkih osobina mišića, koje u velikoj meri određuju ne samo uspešnost u vrhunskom sportu, već i efikasnost u različitim zanimanjima.

Predlog Nastavno-naučnom veću Fakulteta

Doktorska disertacija Sretena Srečkovića proistekla je iz izučavanja izuzetno značajnog problema, koji sve više zaokuplja pažnju naučne javnosti. Istraživanje prikazano u okviru priložene doktorske disertacije u potpunosti je realizovano u skladu sa usvojenim projektom. Dobijeni rezultati omogućavaju objektivnu konkretizaciju istraživanog problema. Nalazi do kojih se došlo u okviru urađene doktorske disertacije na originalan način doprinose izučavanju mehaničkih osobina mišića ruku, značajnih ne samo u fizičkom vaspitanju i sportu, već posebno u medicini prilikom rehabilitacije povreda lokomotornog aparata. Takođe, dobijeni nalazi upućuju na mogućnost dizajniranja novog testa za procenu mehaničkih osobina mišića, čija primena bi omogućila validnu i pouzdanu procenu mišićne sila i snage, kao i brzine njegovog skraćanja u uslovima značajno smanjenog inteziteta opterećenja.

Predlažemo da Nastavno-naučno veće Fakulteta prihvati Izveštaj Komisije, utvrdi predlog Odluke o pozitivno ocenjenoj doktorskoj disertaciji Sretena Srečkovića pod naslovom "PROCENA MEHANIČKIH OSOBINA MIŠIĆA RUKU TOKOM IZVOĐENJA SLOŽENIH POKRETA" i, u skladu sa pozitivnim zakonskim propisima, uputi na dalje razmatranje nadležnom Veću naučnih oblasti Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 12. 07. 2019. godine

Članovi Komisije:

Dr Aleksandar Nedeljković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, mentor

Dr Stanimir Stojiljković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član

Dr Goran Prebeg, docent, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član

Dr Dragan Radovanović, redovni profesor, Univerzitet u Nišu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član

Dr Ivan Ćuk, Fakultet za fizičku kulturu i menadžment u sportu, Univerzitet Singidunum, član