

**KOMISIJA ZA PREGLED I ODBRANU
DOKTORSKE DISERTACIJE**

Година: 2021-2022			
Сеп. Јед.	Дат.	Презиме	Број
02	-15	/21-	2

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA

Predmet: Izveštaj Komisije za pregled i odbranu doktorske disertacije Miloša Petrovića.

Na 4. sednici Nastavno-naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja održanoj elektronskim putem 29.12.2020. godine, u skladu sa članom 41. Statuta Fakulteta i članom 40. Pravilnika o doktorskim akademskim studijama na Univerzitetu u Beogradu, doneta je Odluka o formiranju Komisije za pregled i odbranu doktorske disertacije Miloša Petrovića, pod naslovom: "PROCENA MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA MIŠIĆNE FUNKCIJE KAJAKAŠA PRIMENOM SPECIFIČNOG TESTA NA SUVOM" (02-br. 2706/20-2 od 30.12.2020. godine).

Komisija je formirana u sastavu:

- Dr Aleksandar Nedeljković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, predsednik komisije,
- Dr Darko Mitrović, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član komisije,
- Dr Olivera Knežević, docent, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član komisije,
- Dr Slađan Milanović, naučni savetnik, Univerzitet u Beogradu - Institut za medicinska istraživanja, član komisije.

Doktorska disertacija je urađena pod mentorstvom:

- Dr Dragan Mirkov, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, mentor,

Nakon pregleda dostavljenog materijala Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću sledeći

I Z V E Š T A J:

Biografija

Miloš Petrović, rođen je 01.09.1989.godine u Beogradu. Završio je osnovnu školu „Stevan Sremac“ u Borči. Nakon završenog osnovnog obrazovanja upisuje „Sportsku gimnaziju“ u

Beogradu i završava je 2008.godine. Iste godine upisuje Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu, smer – akademske studije. Devetog jula školske 2011/2012 godine je odbranio završni rad sa ocenom 10 na temu „Tehnika veslanja kanua na mirnim vodama“ kod mentora, docenta dr Darka Mitrovića, sa čime je završio osnovne akademske studije prosečnom ocenom 8.83, kao prvi diplomirani student u njegovoj generaciji i dobio zvanje „Diplomirani profesor fizičkog vaspitanja i sporta“. 22. septembra 2014.godine odbranio je i master rad na temu „Sistematizacija kajakaškog sporta“, takođe, kod mentora dr Darka Mitrovića, ocenom 10, sa čime je završio Master akademske studije prosečnom ocenom 9.22 i time stekao zvanje „Master profesor fizičkog vaspitanja i sporta“.

U školskoj 2011/2012 i 2012/2013 godini, Miloš je bio angažovan kao Saradnik u nastavi na predmetu Teorija i metodika veslanja. Školske 2016/2017 ponovo upisuje matični fakultet kao student doktorskih akademskih studija. Od marta 2018.godine, Miloš je zaposlen na projektu ministarstva prosvete Republike Srbije „Mišićni i neuralni faktori humane lokomocije i njihove adaptivne promene“ na Fakultetu sporta o fizičkog vaspitanja u Beogradu. Član je i komisije za licenciranje trenera u Kajakaškom Savezu Srbije.

Miloš se prvi put zapošljava i kao nastavnik fizičkog vaspitanja na zameni 2012.godine u OŠ Stevan Sremac u Borči, gde stiče radni staž od ukupno 5 meseci. Od 1.9.2014.godine zapošljava se u OŠ Mihajlo Petrović Alas na Dorćolu gde je radio sve do marta 2015.godine.

Sportska karijera - Maja meseca 2001.godine, Miloš postaje član „Kanu kajak kluba BSK Borča“ u kome do danas osvaja titulu prvaka države 54 puta i mnoge druge titule na niže rangiranim prvenstvima i regatama. Postaje i član kajak-kanu reprezentacije Srbije, gde se za pomenutu reprezentaciju takmiči na najprestižnijim međunarodnim takmičenjima u kanuističkim disciplinama od 2004.godine. Najveći međunarodni uspeh, ostvario je 2007.godine na Evropskom prvenstvu u konkurenciji juniora, pored čega je na balkanskim prvenstvima i mnogim drugim međunarodnim regatama osvajao odličja. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, ujedno i Beogradski univerzitet zastupao je na Univerzijadi u Kazanju (RUS) 2013.godine.

Aktuelni je rekorder Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja na kajakaškim, kanuističkim i veslačkim ergometrima. Na kanuističkim ergometrima je i državni rekorder u dve discipline.

Pored kajak-kanuističkog sporta na mirnim vodama, od 2012.godine, Miloš kreće da se bavi i raftingom, gde nakon dva euro kupa, kao član rafting kluba „VIR“ iz Pančeva, postaje i član rafting reprezentacije Srbije. Kao član reprezentacije, na Evropskom prvenstvu u Češkoj 2012.godine sa svojim timom završava na 8. mestu u disciplini „Head to head“, 2014.godine na 4. poziciji u istoj disciplini, a jula 2016.godine na Svetskom kupu u Kini, na Tibetu njegov tim koji je predstavljao našu zemlju završava na 6. poziciji u sprintu i iste godine postaju pobednici serije svetskih kupova.

Sa članovima svoje rafting ekipe ističe se u akciji spašavanja ljudi unesrećenih poplavama u Obrenovcu, maja 2014.godine, zbog čega dobija orden časti od Predsednika vlade Srbije.

Trenerska karijera - Kao trener Miloš se ostvaruje u matičnom klubu „Kanu kajak klub BSK Borča“ od 2010. godine. Gde postaje trener mlađim kategorijama (pioniri, kadeti, juniori) i pomoćni trener Oliveri i Nikolini Moldovan, evropskim šampionkama za mlađe seniorke, svetskim vicešampionkama i članicama Olimpijskog tima Srbije na OI u Londonu i Rio-de-Žaneiru. Od 2013.godine postaje glavni trener svim kategorijama, 2014.godine u avgustu dobija poziv od selektora da trenira i reprezentativce u kanuu.

Od novembra 2014.godine počeo je da radi kao kondicioni trener sa profesionalnim teniserima. Kasnije u 2016.godini počinje da radi i sa mladim teniserima, isključivo njihovu kondicionu pripremu.

Spisak objavljenih radova:

1. Станковић, А., Ђорђевић-Никић, М., Кукић, Ф., **Петровић, М.**, Цвијановић, Н., Тодоровић, Н. (2013). Утицај тренинга снаге на ниво тестостерона код мушкараца. *Физичка култура*, 67(2), 157-166.
2. Цвијановић, Н., Ђорђевић-Никић, М., Станковић, А., Тодоровић, Н., **Петровић, М.** (2015). Проблем дехидратације након часа физичког васпитања и навике за узимањем течности код ученика 8.разреда – пилот истраживање. *Физичка култура*, 69(1), 25-31.
3. Janicijevic, D., Knezevic, O., Mirkov, D., Pérez-Castilla, A., **Petrovic, M.**, Samozino, P., García-Ramos, A. Assessment of the force-velocity relationship during vertical jumps: influence of the starting position, analysis procedures and number of loads, *European Journal of sport science*. In press. DOI: 10.1080/17461391.2019.1645886
4. Janicijevic, D., Knezevic, O., Mirkov, D., Pérez-Castilla, A., **Petrovic, M.**, García-Ramos, A. Magnitude and Reliability of Mechanical Outputs Obtained during Loaded Squat Jumps Performed from Different Knee Angles, *Sports Biomechanics*. 24:1-13. DOI: 10.1080/14763141.2019.1618390
5. Janicijevic, D., Garcia-Ramos, A., Knezevic, O., **Petrovic, M.**, Mirkov, D. International Scientific Conference: Force-velocity relationship of lower-body muscles during horizontal jumps- preliminary study. Book of proceedings Fis communications. 2018 p.p. 155-159.
6. Janicijevic, D., Knezevic, O., Garcia-Ramos, A., **Petrovic, M.**, Anicic, Z., Mirkov, D. International Scientific Conference: Feasibility of the two-velocity method to discriminate between muscle groups and subjects with different physical activity levels. Book of abstracts. Physiotherapy in sports, recreation and wellness. 2018 p.p.24-25.

7. Janicijevic, D., Knezevic, O., Mirkov, D., Pérez-Castilla, A., **Petrovic, M.**, Samozino, P., García-Ramos, A. The force-velocity relationship obtained during the squat jump exercise is meaningfully influenced by the initial knee angle, *Sports Biomechanics*. DOI: [10.1080/14763141.2020.1727559](https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1727559)
8. Petrovic, M., García-Ramos, A., Janicijevic, D., Pérez-Castilla, A., Knezevic, O., Mirkov, D. The force-velocity relationship assessed during the single-stroke kayak test can discriminate between 200-m and longer distance (500 and 1000-m) specialists in Canoe Sprint. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.

Analiza rada

Doktorska disertacija obuhvata 67 strana, 2 tabele, 9 grafikona, 4 slike i 4 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: Naslovnu stranu na srpskom i engleskom jeziku; Zahvalnicu i Posvetu; Rezime na srpskom jeziku; Rezime na engleskom jeziku; Sadržaj; Pregled skraćenica; Uvod; Istraživanja mehaničkih osobina mišića i testiranja kod kajakaša; Problem, predmet i cilj istraživanja; Hipoteze istraživanja, Metode, Rezultate, Diskusiju, Zaključak, Literaturu, Priloge sa biografijom autora, obrascem izjave o autorstvu, obrascem izjave o istovetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada, obrascem izjave o korišćenju; i Pogovor sa spiskom objavljenih radova.

U **Uvodu** u okviru koga je autor izdvojio zasebna poglavlja vezana za specifičnost kajaka kao sporta, mehaničke osobine mišića, testiranje mehaničkih kapaciteta, zakonitost relacije sila-brzina i uticaj treninga na pomenutu relaciju (strane 10-15), obrazložena je tema doktorske disertacije kroz navođene relevantne literature. Na početku, probleme istraživanja autor je obradio sa teorijskog aspekta, osvrćući se posebno na karakteristike kajaka kao sporta, a posebno na probleme mehaničkih osobina mišića i testiranja kajakaša. Uvođenje u problem istraživanja autor vrši posebno kroz analizu sile, brzine i snage kao motoričkih sposobnosti, kao i kroz analizu relacije sila-brzina. Autor takođe daje i analizu problema testiranja mehaničkih kapaciteta mišića. Ciljeve istraživanja autor definiše na osnovu pregleda dosadašnjih istraživanja vezano za relaciju sila-brzina i vezano za testiranje mehaničkih kapaciteta mišića kod kajakaša. Autor, na kraju, posebno ukazuje na nedostatke dosadašnjih istraživanja.

U vezi sa karakteristikama kajaka kao sporta, autor navodi da se poznavajući motoričke i fiziološke (energetske) sposobnosti ljudskog organizma, može zaključiti da brzinsko snažne

spособnosti u mnogo većoj meri određuju rezultat u kraćim, pogotovo sprinterskim disciplinama (200m) (K A van Someren & Oliver, 2002), dok je razvijenost energetskih mehanizama ključni faktor uspešnosti na dužim deonicama (1000m) (K A van Someren, Phillips, & Palmer, 2000).

Kada je reč o mehaničkim osobinama mišića, autor navodi da se mišići anatomski i fiziološki razlikuju, ali da su osobine i mehanizmi kontrakcije veoma slični. Takođe navodi da svaki pokret čovekovim telom, svaka motorička manifestacija nosi sa sobom određen broj/odnos motoričkih sposobnosti. Po autoru podela motoričkih sposobnosti je jako osetljiva i još uvek je predmet brojnih stručnih i naučnih diskusija. Navodi da se motoričke sposobnosti prvenstveno dele na manifesne (trčanje, skakanje, veslanje...) i latentne. Autor ističe da prema Kukolju (2006) prostor latentnih motoričkih sposobnosti čine: jačina, snaga, brzina, koordinacija, pokretljivost i izdržljivost.

Autor dalje tvrdi da veliki udeo za uspešnost vršenja fizičkih aktivnosti imaju sila, brzina i snaga kao motoričke sposobnosti. Pod pojmom sile autor podrazumeva sposobnost mišića za suprotstavljanje opterećenju pomoću mišićnog naprezanja. Pod pojmom maksimalna sila podrazumeva sposobnost mišića da deluje velikim silama protiv velikog (maksimalnog ili submaksimalnog) opterećenja pri malim brzinama skraćanja ili u statičkim uslovima. Pod pojmom brzina, podrazumeva sposobnost mišića da deluju maksimalnom mogućom brzinom nasuprot malih opterećenja. Snaga kao motorička sposobnost podrazumeva aktivnost mišića maksimalnom mogućom brzinom nasuprot umerenih opterećenja (Zaciorski, 1969). Takođe se navodi da fizički posmatrano snaga predstavlja proizvod sile i brzine (Jarić, 1997). Autor se još osvrće na nalaze Fleishman-a (1965) koji je zaključio da ne postoji opšta motorička sposobnost, već da je reč o multidimenzionalnom prostoru. To znači da su pomenute sposobnosti međusobno isprepletane i da ih ne treba posmatrati kao odvojene entitete.

Autor navodi još da karakteristike ispoljavanje sile kao posledice naprezanja mišića, zavise od više faktora: (1) fiziološkog preseka mišića, (2) dužine mišića, (3) promene dužine mišića i brzine promene, (4) dužine poluge na kojoj mišić deluje, (5) dejstva centralnim ili perifernim pripojem mišića, (6) režima rada mišića, (7) veličine spoljašnjeg opterećenja, (8) jačine suprotstavljanja mišića antagonista, (9) broja uključenih motoneurona, (10) frekvencije pražnjenja motoneurona (Kukolj Miloš, 2006; Nikolić, 2003). Sa druge strane, karakteristike ispoljavanja brzine objašnjene kroz dve teorije. Po prvoj teoriji, adaptacije na trening su najbolje pri brzinama pri kojima se sprovodi trening (Caiozzo, Perrine, & Edgerton, 1981; Coyle i sar., 1981; Kanehisa & Miyashita, 1983; Lesmes, Costill, Coyle, & Fink, 1978; Moffroid & Whipple, 1970; Narici, Roi, Landoni, Minetti, & Cerretelli, 1989). Po drugoj teoriji kada se pokret izvodi nešto brže od realne

brzine pokreta zastupljene u nekoj aktivnosti ili tehničkom elementu dolazi do optimalne adaptacije (Behm & Sale, 1993).

Autor dalje analizira probleme testiranja mehaničkih kapaciteta mišića, gde navodi da primena bilo kog motoričkog testa zahteva prethodnu eksperimentalnu proveru metrijskih karakteristika. Standardnim protokolom testiranja se proglašava onaj test za koji je potvrđeno da je validan (stepen u kome test zaista meri ono čemu je namenjen), pouzdan (mogućnost dobijanja istih ili približno istih rezultata u ponovljenim merenjima) i osetljiv (mogućnost testa da detektuje razlike između pojedinih grupa ispitanika, trenažnih ili rehabilitacionih tretmana). Autor još ističe da u sportu, fizičkom vaspitanju, sportskoj medicini, rehabilitaciji i ergonomiji postoji veliki broj standardizovanih bazičnih i specifičnih testova za procenu sile, snage i brzine. Testiranjem ovih sposobnosti moguće je obezbediti normative za različite populacije ispitanika. Analizom dobijenih rezultata mogu se dijagnostikovati prednosti i nedostaci, vršiti evaluacija treninga i rehabilitacije, kao i specijalizacija sportista.

Problem relacije sila-brzina analizira se detaljno, posebno sa aspekta mogućnosti korišćenja ove relacije u testiranju mehaničkih osobina mišića. Naime, postepenim povećavanjem opterećenja i kreiranjem relacija sila-brzina mogu se dobiti pouzdani (Amador García-Ramos, Pestaña-Melero, Pérez-Castilla, Rojas, & Gregory Haff, 2018b) teorijski parametri (F_0 , V_0 , P_{max} , $F-V$ slope). Ovakvom vrstom testa dobija se više povratnih informacija i kompletnija „slika“ o pomenutim motoričkim sposobnostima sportista. Ukratko, relacija sila-brzina opisuje odnos između ostvarene brzine skraćanja i sile koju mišići ispoljavaju. Postojanje mišićne relacije sila-brzina može se objasniti sa najmanje dva razloga: 1) nivo generisane sile u samom mišiću zavisi od broja uspostavljenih poprečnih mostića. Zbog njihovog sukcesivnog spajanja potrebno im je i određeno vreme. Ukupan broj poprečnih mostića pri većim brzinama će iz navedenog razloga biti manji, zbog čega će i generisana sila biti manja (Hong & Bartlett, 2008); 2) Viskozitet vezivnog tkiva koji deluje uvek u suprotnom smeru od smera koncentrične kontrakcija i sa povećanjem brzine povećava se i dejstvo ove komponente mišićne sile. Složena priroda višezglobnih pokreta glavni je razlog zbog kojeg $F-V$ relacija može da ima različit oblik u odnosu na relacije dobijene na izolovanom mišiću i kod jednozglobnih pokreta (S. Jaric, 2015).

Autor ovde posebno izučava uticaje treninga na relaciju sila-brzina. Po autoru, opšte je poznato da mišićne grupe koje se treniraju/angažuju ostvaruju mnogo veću adaptaciju u odnosu na one koje ne učestvuju u izvođenju pokreta. Zbog pomenutog aspekta potrebno je izvoditi, trenirati i testirati one mišićne grupe u onim uslovima koji se koriste tokom samog treninga i takmičenja. Drugi aspekt specifičnosti, je specifičnost mišićnog dejstva ili specifičnost testiranja, kao pojava na koju se posebno mora obratiti pažnja. Naime, biće uočen veliki napredak u ispoljenoj sili, ukoliko vežbač trenira u izometrijskom režimu i napredak se procenjuje u izometrijskim uslovima. Isto tako

vrlo je verovatno da će napredak u ispoljenoj sili biti neznan ukoliko se napredak procenjuje u koncentričnom ili ekscentričnom režimu mišićne kontrakcije. Iz navedenog se može zaključiti da je specifičnost testiranja pojam koji se odnosi na činjenicu da je povećanje ispoljene mišićne sile veće kada je testirana u uslovima izvođenja u kojima je sproveden trening. Autor dalje navodi da na karakteristike mišićnog dejstva, pored mišićnih, utiču i neuralne adaptacije koje rezultuju regrutacijom mišića na najefikasniji način. Pokazano je da trenažna opterećenja koja se zasnivaju na ispoljavanju velikih mišićnih sila pri malim brzinama skraćanja, pomeraju vrh hiperboličnu relaciju sile-brzine ka većim vrednostima sile, dok se maksimalna brzina ne menja (tzv. trening jačine). Sa druge strane, trenažna opterećenja koja se zasnivaju na malim silama i velikim brzinama skraćanja, pomeraju krivu ka većim vrednostima brzine, dok se maksimalna sila značajno ne menja (tzv. trening brzine).

U poglavlju **Izučavanje mehaničkih osobina mišića i testiranja kod kajakaša** (strane 16-21) autor pristupa daljem obrazlaganju problema. Navodi se da je doktor Arčibal Hil prvi matematički prikazao odnos sile i brzine skraćanja mišića 1938.godine (Hill, 1938) na izolovanom mišiću žabe (*m. sartorius*), a šesnaest godina pre toga je dobio Nobelovu nagradu proučavajući „visko-elastična“ svojstva mišića (Hill, 1922). Pre njega ovaj odnos bio je ispitivan (Gasser & Hill, 1924; Levin & Wyman, 1927), ali ne i matematički opisan. Hilova jednačina opisuje samo faze koncentričnih kontrakcija. Tačke preseka Hilove krive sa apscisom (V_0) i ordinatom (F_0) teorijski predstavljaju maksimalnu brzinu skraćanja mišića (kada je sila koju mišić ispoljava jednaka nuli) i maksimalnu izometrijsku silu mišića (kada je brzina skraćanja mišića jednaka nuli). Nakon Hilovog pronalaska na izolovanim mišiću žabe, hiperbolična zavisnost kasnije je potvrđena i na ljudskim mišićima (Abbott & Wilkie, 1953; Kaneko i sar., 1983; Kojima, 1991; Wilkie, 1949). Nalazi na izolovanim mišićima izučavani su i kod jednozglobnih pokreta (van Ingen Schenau, de Koning, & de Groot, 1994; Wilkie, 1949). Oni se nisu u velikoj meri razlikovali, kriva je bila hiperbolična kao i kod izolovanog mišića. Međutim, za razliku od jednozglobnih pokreta, relacija sile-brzina kod višezglobnih pokreta je linearna. Jamauchi i Iši (2007) su naveli neuralne faktore kao razlog za pojavu razlike između relacije sile-brzine kod jednozglobnih i višezglobnih pokreta. Bobert (2012) je praćenjem kinetičkih i kinematičkih karakteristika mišićno-skeletnog modela ljudske noge u uslovima kontrolisane stimulacije došao do zaključka da do pomenute razlike dolazi zbog segmentalne dinamike. Rezultati ove studije su ukazali su na to da se usled dinamike segmenata zakrivljenost relacije sile-brzina ispravlja i ima približno linearan oblik. Takođe je utvrđen veliki broj drugih faktora koji mogu uticati na relaciju sile-brzina: arhitektura mišića (Caiozzo i sar., 1981; Lieber, 2002; McMahon, 1984), tip mišićnih vlakana (Froese & Houston, 1985; Gregor, Edgerton, Perrine, Champion, & DeBus, 1979; Johansson, Lorentzon, Sjostrom, Fagerlund, & Fugl-Meyer,

1987; Tihanyi, Apor, & Fekete, 1982), vrsta primenjenog treninga (Kaneko i sar., 1983; Knudson, 2007) i testirana mišićna grupa sa aspekta agonista i antagonista (Baechle & Earle, 2008).

Autor dalje navodi da linearni regresioni model relacije sila-brzina kod višezglobnih pokreta omogućava izračunavanje dva nezavisna parametra: maksimalne teorijske sile (F_0) i nagiba regresione prave (a). Pomoću ova dva parametra moguće je izračunati odsečak na V osi ($V_0 = F_0 / a$), kao i P_{max} korišćenjem jednačine ($P_{max} = (F_0 \cdot V_0) / 4$). Odnos između ispoljene sile i brzine može biti objašnjen nagibom regresione prave ($a = F_0 / V_0$). Naime, manji nagib ukazuje na relativno veće vrednosti V_0 , dok veći nagib ukazuje na relativno veće vrednosti F_0 . Takođe, nagib daje uvid u prirodu povezanosti sile i brzine, jer postoji mogućnost da dve osobe ispoljavaju približno istu maksimalnu snagu, a da nagib njihovih relacija bude različit. To upućuje na zaključak da jedna osoba može da "bude snažna" na račun ispoljavanja velike sile, a druga na račun ispoljavanja velike brzine pokreta. U nekim istraživanjima je potvrđeno da na nagib može uticati više faktora kao što su godine starosti (Yamauchi, Mishima, Nakayama, & Ishii, 2009) i treniranost (Cuk i sar., 2016; Vandewalle, Peres, Heller, Panel, & Monod, 1987). Pouzdanost i validnost parametara linearne regresije dokazana je više puta. Najveći broj studija dobio je umerenu do visoku konkurentnu validnost za parametre F_0 i P_{max} , a za parametar V_0 nisku do umerenu validnost (Cuevas-Aburto i sar., 2018; Cuk i sar., 2014; Pérez-Castilla i sar., 2018; Sreckovic i sar., 2015). Pouzdanost svih parametara uglavnom je bila visoka (Cuk i sar., 2014; Amador García-Ramos, Pestaña-Melero, i sar., 2018b; Amador García-Ramos, Pestaña-Melero, Pérez-Castilla, Rojas, & Gregory Haff, 2018; Yamauchi & Ishii, 2007). Osetljivost je ispitivana za razne nivoe zamora (Amador García-Ramos, Torrejón, Pérez-Castilla, Morales-Artacho, & Jaric, 2018), dok do sada nije rađena osetljivost relacije sila-brzina na grupe sportista po disciplinama (npr. Sprinteri, srednjeprugaši, maratonci...).

U skladu sa predmetom predloženog istraživanja, autor posebno analizira probleme testiranja mehaničkih kapaciteta mišića kod kajakaša. Autor navodi da tokom veslanja kajaka dominantno učestvuju mišići ekstenzori i fleksori nadlaktice, rotatori trupa i u nešto manjoj meri ekstenzori nogu i pregibači podlaktice (Weber, 1950). Takođe, da je sposobnost ispoljavanja snage jedan je od ključnih faktora za postizanje uspeha tokom kajakaških takmičenja (McKean & Burkett, 2014; Ualí i sar., 2012). Shodno tome, nekoliko studija je sprovedeno kako bi se utvrdile sposobnosti snage/sile kod kajakaša (Garatachea i sar., 2011; López-Plaza i sar., 2018; McKean & Burkett, 2014; Petrovic i sar., 2020; Pickett i sar., 2017; Steeves i sar., 2018). Kao i u drugim srodnim sportovima, treninzi sa velikim opterećenjima, a malim brzinama pokreta više utiču na razvoj startne brzine, odnosno ubrzanja kajakaša, dok razvijanjem eksplozivnosti sa manjim opterećenjima i većom brzinom pokreta u nešto većoj meri utiče na razvoj maksimalne brzine (Liow & Hopkins, 2003). Ispitivana je i povezanost između fizičkih performansi i rezultata na

distancama od 200m; 500m; i 1000m (K. Van Someren & Howatson, 2008). U ovom istraživanju svi testovi kod kojih su merene sila i snaga imali su veću povezanost sa rezultatima (vremenom) na 200m, nešto manju sa ostvarenim vremenom na 500m, a najmanju povezanost sa trkama na 1000m. Takođe, Byrnes i Kearney (1997) su pokazali da aerobni izvori od ukupne utrošene energije čine 82% na 1000m, 62% na 500m i 37% na 200m. Što nam sve zajedno ukazuje na to da mehanički kapaciteti mišića i anaerobni metabolizam imaju veći uticaj na rezultat na kraćim distancama, dok na dužim distancama veći uticaj na rezultat imaju izdržljivost u snazi i aerobni izvori energije. U najvećem broju dosadašnjih studija sila kajakaša procenjivana je na osnovu maksimalno savladanog tereta (1RM) pri izvođenju vežbi potisak sa grudi i veslanje ležeći na klupi (García-Pallarés, García-Fernández, i sar., 2010; García-Pallarés, Sánchez-Medina, i sar., 2010). Tako su na primer García-Pallarés i sar. (2010) pratili maksimalnu snagu kajakaša nakon završenog opšte pripremnog ciklusa i poredili je kod takmičara koji su u potpunosti prekinuli da rade vežbe u teretani, tj. na suvom, sa takmičarima koji su nastavili da ih rade u manjoj meri tokom pred-takmičarskog i takmičarskog perioda priprema. Istim testovima su García-Pallarés i sar. (2013) pratili i kretanje sile/snage tokom celog godišnjeg ciklusa. U proceni sile kajakaša značajno mesto zauzima i izometrijska procena sile mišića ekstenzora nogu, mišića ramenog pojasa, trbušnjaka, grudi i leđa (Hamano i sar., 2015). Trudeći se da mere mišićne grupe koje su u većoj meri angažovane u kajakaškom zaveslaju, Steeves i sar. (2018) testirali su kajakaše na komercijalnoj spravi koja simulira kajakaški zaveslaj (*CatchForce Ergometers for Kayak and Dragonboat* | *KayakPro*, n.d.). Oni su u četiri različita položaja na pomenutoj spravi testirali izometrijsku silu mišića rotatora i fleksora trupa. Sva četiri testa bila su pouzdana i validnost su utvrdili poređenjem sa vremenom ostvarenim u jednosedu na 200m. Pored maksimalno ostvarene sile u izometrijskoj kontrakciji, Lum i Aziz (2020) su beležili i gradijent sile kod kajakaša, odnosno posmatrali su promenu sile po jedinici vremena. Pomenuta varijabla praćena je prilikom izvođenja bazičnih vežbi: čučanj, potisak sa grudi i veslanje ležeći na klupi, nakon čega su zabeležene rezultate poredili sa vremenom ostvarenim u jednosedu na 200m i maksimalnom ostvarenom snagom na kajakaškom ergometru. Pored jake negativne povezanosti između ostvarenog vremena na 200m i snage na kajakaškom ergometru ($r = -0.90, p < 0.001$), pokazali su da postoji snažna povezanost između gradijenta sile i takmičarskih aktivnosti, potiska sa grudi i veslanja ležeći na klupi ($r = 0.64 - 0.86, p < .01$) kao i maksimalnoj sili ($r = 0.47 - 0.88, p < 0.05$), dok sa čučnjem nije bilo značajne povezanosti. Do sada najspecifičniji izolovan pokret (necikličan) koji je korišćen za merenje sile i snage tokom unapred određene ugaone brzine, bila je simulacija izvođenja kajakaškog zaveslaja vučenjem poluge izokinetičkog dinamometra unapred zadatom brzinom, a i u statičkom režimu pri više različitih uglova (K. Van Someren & Palmer, 2003; K. Van Someren & Howatson, 2008). Pokret tokom izvođenja ovog zaveslaja uključivao je mišiće fleksore u zglobu lakta, tj. m.biceps brachi, zatim m.latisimus dorsi i rotatore trupa, dok su

noge bile fiksirane. Po ugledu na veslačke ergometre kod kojih je utvrđeno da je neuro-mišićna koordinacija veslanja približno ista kao i tokom veslanja u čamcu (Nowicky i sar., 2005) nekoliko studija sprovedeno je i na kajakaškim ergometrima (Papandreou, Philippou, Zacharogiannis, & Maridaki, 2018; K. Van Someren & Palmer, 2003; K. Van Someren & Howatson, 2008). Testiranje na ovim trenažerima pokazalo se kao pouzdano i validno (Borges i sar., 2015; Winchcombe i sar., 2019). Testovi na kajakaškim ergometrima su ujedno predstavljani i kao najspecifičniji test na suvom za procenu maksimalne snage (peak power) u cikličnoj kretnji i to primenom modifikovanog *Wingate* testa. Fridolin i sar. (2019) su ispitali kako trening snage u izokinetičkom režimu utiče na razvoj mehaničkih kapaciteta i maksimalnu brzinu veslanja. Oni su u periodu od osam nedelja radili vežbe za rotatore trupa na izokinetičkom dinamometru pri unapred zadatoj brzini u ekscentričnoj i koncentričnoj kontrakciji. Ispitanici su ostvarili značajan napredak samo pri ispoljavanju sile u koncentričnom režimu kontrakcije u odnosu na inicijalno stanje. McDonnell i sar. (2013) ispitali su međusobni uticaj tempa i ritma, odnosom aktivne i pasivne faze zaveslaja na brzinu kretanja čamca i neposredno su ukazivali na snagu zaveslaja. Sa druge strane, Harrison i sar. (2019) su kreiranjem biomehaničkih modela ispitali kako određene tehnike mogu uticati na ispoljavanje snage, efikasnost i efektivnost veslanja.

Autor na kraju navodi potencijalne **nedostatke dosadašnjih istraživanja**. Naime, po autoru su i pored velikog interesovanja za primenu relacije sila-brzina u sportskoj dijagnostici i analitici, još uvek prisutne određene nedoumice koje ne dozvoljavaju poređenje rezultata između istraživanja. U testiranjima kajakaša sve standardne procedure daju mali broj informacija, koje gotovo nikada ne uključuju sposobnost brzine izvođenja pokreta, a vrlo retko i snagu, u najvećem broju slučajeva samo maksimalno savladano spoljašnje opterećenje, pored čega je struktura tih pokreta daleko od specifičnosti samog sporta. Iako je dostupna sprava koja simulira pokret kajakaškog zaveslaja (*CatchForce Ergometers for Kayak and Dragonboat* | *KayakPro*, n.d.), osim Steeves i sar. (2018), do sada nije objavljena nijedna studija o testiranjima na njoj. Pojedinačni pokušaji za osmišljavanjem testa simulacijom izvođenja kajakaškog zaveslaja vučenjem poluge izokinetičkog dinamometra (K. Van Someren & Palmer, 2003; K. Van Someren & Howatson, 2008) dali su dobre rezultate, ali ekološka validnost ovog pokreta ostaje i dalje diskutabilna i ostavlja mogućnost za dalja unapređenja. Tokom ovog testa brzina je bila unapred zadata i trajektorija vučenja pravolinijska (što nije slučaj u kajaku) i isključivala je odupiranje nogama (noge su bile fiksirane). Sa druge strane, *Wingate* test na kajakaškom ergometru sa aspekta specifičnosti uključuje iste mišiće koju koristimo tokom veslanja na vodi, ali otkriva samo kolika je nečija sposobnost da dostigne maksimum snage tokom veslanja i ne daje informacije o maksimalnoj brzini i sili zaveslaja. Stoga je ovaj test nepotpun i ostavlja mogućnost za kompletniju procenu mehaničkih karakteristika mišića kreiranjem relacije sila-brzina. Iako su Pickett i sar. (2017), kao i Van

Someren i Palmer (2003) pokazali veću povezanost između sposobnosti snage i rezultata u disciplinama na 200m u odnosu na duže distance, do sada nije istraživano mogu li testovi snage, a pogotovo parametri relacije sila-brzina biti dovoljno diskriminativni i ukazati na razlike između ovih kategorija i tako omogućiti dobijanje korisnih informacija koje mogu pomoći prilikom specijalizacije mladih takmičara.

U definisanju problema, predmeta i ciljeva istraživanja autor navodi da je pregledom dostupne literature utvrđeno da ne postoji specifičan i sveobuhvatan (dovoljno informativan) test za procenu mehaničkih svojstava mišića kod kajakaša.

Problem istraživanja bio je predstavljen kroz dotadašnje testove za procenu mehaničkih karakteristika mišića kajakaša. Najčešće primenjivani testovi bili su potisak sa klupe i veslanje ležeći na klupi, koji izoluju pojedinačne mišićne grupe i kao takvi nisu dovoljno specifični, dok modifikovani *Wingate* test daje podatke samo o maksimalnoj snazi (ne daje podatke o F_0 i V_0) zbog čega se ne može izvršiti potpuna procena mehaničkih karakteristika mišića (F_0 i V_0) i u skladu sa njima modifikovati trenažni plan i program.

Predmet istraživanja bio je evaluacija novog testa pojedinačnog kajakaškog zaveslaja za procenu mehaničkih karakteristika mišića, zasnovanog na specifičnostima kajakaškog zaveslaja.

Ciljevi istraživanja:

Cilj 1: Provera linearnosti relacije sila-brzina testa pojedinačnog kajakaškog zaveslaja i testova potisak sa klupe i veslanje ležeći na klupi, na celokupnom uzorku i na pojedinačnim primerima.

Cilj 2: Procena pouzdanosti parametara relacije sila-brzina dobijenih primenom testa pojedinačnog kajakaškog zaveslaja, kao i testa potisak sa klupe i veslanje ležeći na klupi.

Cilj 3: Ispitivanje eksterne validnosti parametara relacije sila-brzina testa pojedinačnog kajakaškog zaveslaja poređenjem sa istim parametrima dobijenim na modifikovanom *Wingate* testu, testu potisku sa grudi i veslanje ležeći na klupi.

Cilj 4: Ispitivanje osetljivosti testa pojedinačnog kajakaškog zaveslaja na osnovu razlika u vrednostima parametara relacije sila-brzina između kajakaša koji se takmiče u sprintu (200m) i na dužim deonicama (500m, 1000m, 5000m).

Zadaci istraživanja koje je trebalo sprovesti kako bi se realizovali postavljeni ciljevi istraživanja bili su:

1. Prikupljeni i pregledani svi dokumenti pre početka testiranja (nacrt istraživanja, saglasnost etičke komisije, saglasnosti ispitanika sa protokolom testiranja, dozvolu prodekana za nauku za korišćenje fakultetske opreme i prostora).
2. Organizovanje ispitanika tako da 14 njih dođe dva puta na testiranje (zbog pouzdanosti), a ostatak ispitanika samo jednom.
3. Izmeren je sastav tela i antropometrijske karakteristike.
4. Ispitanici su bili zagrejani i upoznati sa protokolom testiranja.
5. Procenjeno je maksimalno opterećenje koje ispitanici mogu da savladaju simulacijom kajakaškog zaveslaja.
 - 5.1. Testirani su postepenim povećanjem opterećenja na novoj spravi.
 - 5.2. Izmerene su im srednje sile i brzine tokom 5 različitih intenziteta opterećenja u odnosu na 1RM (1kg, 20%, 50%, 80%, 1RM)
 - 5.3. Proverena je linearnost relacije sila-brzina.
 - 5.4. Procenjena je pouzdanost parametara relacije sila-brzina.
6. Izračunati su parametri relacije sila-brzina za potisak sa grudi i veslanje na klupi.
7. Procenjena je eksterna validnost specifičnog testa kajakaškog zaveslaja.
8. Procenjena je osetljivost parametara relacije sila-brzina, za pojedinačne zaveslaje, potisak sa grudi i veslanje na klupi.
9. Izmerena je maksimalna dostignuta snaga (peak power) na kajakaškom ergometru primenom *Wingate* testa.
10. Izvršena je statistička analiza dobijenih podataka.
11. Prikazani su i interpretirani rezultati.

U skladu sa prvim definisanim ciljem, autor postavlja sledeću hipotezu:

Hipoteza 1. Relacija sila-brzina testirana na specifičnom testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja, potisku sa grudi i veslanju ležeći na klupi je linearna.

U skladu sa drugim ciljem, autor postavlja sledeću hipotezu:

Hipoteza 2. Parametri relacije sila-brzina na specifičnom testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja, potisku sa grudi i veslanju ležeći na klupi imaju prihvatljivu pouzdanost unutar i između sesija.

U skladu sa trećim ciljem, autor postavlja sledeću hipotezu:

Hipoteza 3. Specifičan test pojedinačnog kajakaškog zaveslaja ima visoku eksternu validnost.

U skladu sa četvrtim ciljem, autor postavlja sledeću hipotezu:

Hipoteza 4. Sprinteri (200m) u odnosu na kajakaše koji se takmiče na dužim deonicama (500m, 1000m, 5000m) imaju veće vrednosti parametara relacije sila-brzina na specifičnom testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja.

U poglavlju **Metod** (strane 24-30) autor je naveo da je studija bila transverzalna i da je sprovedena u Metodичko-istraživačkoj laboratoriji Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu. Autor je naveo koliki je bio uzorak ($n = 30$) ispitanika i dao nam osnovne podatke vezane za njih. Svi su bili profesionalni kajakaši seniorske uzrasne kategorije. Za ispitivanje svake zasebne hipoteze, autor je koristio različit broj ispitanika/kajakaša: za proveru linearnosti (Hipoteza 1) i validnosti (Hipoteza 3) koristio je rezultate svih 30 kajakaša oba pola; za proveru pouzdanosti (Hipoteza 2) koristio je rezultate 14 kajakaša koji su dolazili dva puta; a za proveru osetljivosti (Hipoteza 4) koristio je rezultate kajakaša samo muškog pola ($n = 21$), sedam sprintera (specijalizovanih za trke na 200m) i 14 takmičara specijalizovanih za duže distance.

Nakon opisa uzorka, autor je detaljno opisao i naveo eksperimentalni dizajn i proceduru koja je bila primenjena u njegovoj studiji. Posle čega je pristupio detaljnom opisu svakog pojedinačnog testa. *Specifičan test kajakaškog zaveslaja* je podrazumevao testiranje na ručno rađenoj spravi koja se sastoji od: lat mašine, šina po kojima se kolica kreću, kolica na točkicama sa sedištem i prečagom za noge (delovima koji simuliraju odgovarajuće delove u čamcu) i drške koja simulira veslo. Nakon podešavanja sprave po odgovarajućim dimenzijama i zauzimanja početne pozicije, ispitanici su dobijali instrukciju da zaveslaju najbrže što mogu bez obzira na zadato spoljašnje opterećenje. Signal za start su bile komande „Idemooo, jako!“. Za modelovanje relacije sila-brzina ispitanici su savladavali pet različitih opterećenja za obe strane zaveslaja. Autor je naveo sve potrebne detalje vezane za ovaj test i izgled same sprave. *Potisak sa grudi i veslanje na klupi* su standardizovani testovi sa postepenim povećanjem opterećenja (Loturco i sar., 2017). Svaki ispitanik izveo je dva ponavljanja pri četiri različita opterećenja kod ova dva testa, a autor je u radu naveo i sve ostale podatke koji se tiču veličine spoljašnjeg opterećenja i pauze između ponavljanja. *Modifikovani Wingate test* bio je sproveden na kajakaškom ergometru (Dansprint ApS, Strandmarksvej 27 C, DK-2650 Hvidovre). Test na kajakaškom ergometru je trajao 10s, kako bi ispitanici imali dovoljno vremena da dostignu maksimalnu snagu (peak power). Ispitanici su imali zadatak da veslaju najbrže što mogu od samog početka do kraja testa (Pazin i sar., 2011). Pored navedenih testova kojima su proveravane hipoteze ove studije, autor je sproveo i dva testa (*Izbačaj sa grudi i skok iz polučučnja*) kako bi proverio da li je postojao uticaj zamora na rezultat i rezultatima pomenutih testova odbacio pomenutu mogućnost.

Autor je opisao i na koji način je relacija sila-brzina modelovana za pojedinačni kajakaški zaveslaj, potisak sa klupe i veslanje na klupi. Bile su izimane srednje vrednosti sila i brzina prilikom računanja modela linearne regresije: $[F(V) = F_0 - aV]$, gde F_0 predstavlja tačku preseka linearne regresije sa ordinatom, a a predstavlja nagib prave, dok V_0 predstavlja tačku preseka linearne regresije sa apscisom i dobija se iz formule ($V_0 = F_0/a$), kao i maksimalna snaga ($P_{max} = F_0 \cdot V_0/4$). Samo pokušaj sa najvećom prosečnom brzinom pri svakom opterećenju bio je korišćen za modelovanje relacije sila-brzina. S obzirom da su u istraživanju bili uključeni ispitanici oba pola, rezultati sile i snage su normalizovani u odnosu na $m^{2/3}$ (tzv. alometrijsko skaliranje; Slobodan Jaric, 2002).

Bile su naznačene sve statističke metode koje su primenjivane za proveru hipoteza, a autor je naveo i kojim softverskim paketima/programima (SPSS (IBM SPSS version 20.0, Chicago, IL, USA); „Excel spreadsheet“ (W. Hopkins, 2000)) se služio za obradu podataka i statističku analizu.

Rezultati istraživanja (strane 31-36) prikazani su grafički i tabelarno. Konkretno, **(1)** relacija sila-brzina bila je visoko linearna i kod pojedinačnih relacija (medijana r [opseg]: levi zaveslaj = 0.988 [0.908-0.998]; desni zaveslaj = 0.992 [0.970-0.999]) i na celokupnom uzorku (levi zaveslaj = 0.996 [0.992-0.998]; desni zaveslaj = 0.995 [0.990-0.997]). **(2)** Pouzdanost između ponavljanja unutar jedne sesije kao i između sesija je bila visoka. Jedino je za nagib relacije sila-brzina (a) bilo primetno odstupanje i veća razlika u vrednostima između sesija, time i niža pouzdanost (CV = 12.24-13.12%; ICC = 0.28-0.40). **(3)** Isti parametri relacije sila-brzina novog testa generalno visoko koreliraju sa tradicionalnim, bazičnim testovima. Skoro savršena i veoma visoka korelacija je zabeležena između parametara maksimalne snage dostignute na novom testu u poređenju sa dosadašnjima (modifikovani Wingate test, potisak sa grudi, veslanje ležeći na klupi) (r opseg = 0.733-0.928). Korelacije između parametara maksimalne sile (F_0) su visoke do veoma visoke (r opseg = 0.653-0.768), dok su korelacije između parametara maksimalne teorijske brzine (V_0) srednje do visoke (r opseg = 0.362-0.636). **(4)** Parametri (F_0 , V_0 i P_{max}) dobijeni iz relacije sila-brzina na novom testu (pojedinačni kajakaški zaveslaj) i tradicionalno najčešće korišćenim testovima (potisak sa grudi, veslanje ležeći na klupi) pokazali su veće (sve $p \leq 0.044$) vrednosti kod kajakaša koji se takmiče u sprinterskim disciplinama u odnosu na takmičare sa dužih distanci (500, 1000, 5000m). Izuzetak je samo maksimalna teorijska sila kod vežbe veslanje ležeći na klupi ($p = 0.101$, veličina efekta (ES) = 0.857). Takođe, velika veličina efekta ukazuje na značajnu praktičnu razliku između pomenutih parametara (opseg d : 0.857-1.632).

Takođe, kao dodatnu analizu i odbacivanje mogućnosti da zamor utiče na rezultate studije, autor je testirao i indeks zamora. Indeks zamora testiran na svih trideset ispitanika je zanemarljiv i kod vertikalnih skokova (t-test = 0.34; p vrednost = 0.20) i kod izbačaja sa grudi (t-test = 1.37; p vrednost = 0.74). Prosečna visina skoka posle testiranja opala je zanemarljivih 0.28% (SV \pm SD: pretest $31.37 \pm$

6.65 cm; posttest 31.28 ± 6.56 cm), a brzina šipke kod izbačaja sa grudi 1.19% (SV \pm SD: pretest 2.61 ± 0.38 m/s; posttest 2.58 ± 0.38 m/s).

U **Diskusiji** (strane 37-39), rezultati istraživanja ponovo su razmatrani odvojeno u odnosu na postavljene ciljeve. Dobijeni nalazi povezivani su sa nalazima prethodnih istraživanja uz davanje odgovarajućeg kritičkog osvrta. Korišćena je relevantna literatura na koju se autor najvećim delom pozivao i u uvodu, prilikom obrazlaganja problema istraživanja. Na samome početku, pre diskutovanja glavnih nalaza realizovanog istraživanja, daju se različita metodološka razmatranja koja mogu ukazati na važnost nalaza ove studije, ali i ukazati na potencijalne nedostatke i ograničavajuće činioce.

Autor navodi da je ovo prva studija kod koje su procenjivane mehaničke karakteristike mišića primenom relacije sila brzina kajakaša ne samo na testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja, već i na testovima potisku sa grudi i veslanju na klupi. Linearnost relacije sila-brzina je osnovni preduslov za procenu mehaničkih kapaciteta mišića na testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja. Dobijenim rezultatima potvrđena je prva hipoteza koja govori u prilog tome da je relacija sila-brzina na testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja skoro savršen linearna i u skladu je sa svim dosadašnjim istraživanjima na višezglobnim pokretima (Giroux i sar., 2017; Jaric, 2016; Sreckovic i sar., 2015; Zivkovic i sar., 2017).

Dobijeni parametri relacije sila-brzina su imali prihvatljivu pouzdanost, čime je potvrđena i druga hipoteza ove studije. Nalazi su u skladu i sa prethodnim istraživanjima na višezglobnim pokretima koji su ispitivali pouzdanost parametara relacije sila-brzina izvođenjem vertikalnih skokova (Morin & Samozino, 2016), potiska sa grudi (García-Ramos i sar., 2016; García-Ramos & Jaric, 2018; Rahmani i sar., 2018), bicikl ergometra (Zivkovic i sar., 2017), itd. Autor navodi da je važno napomenuti da je korišćen širok opseg opterećenja (od 1kg do 1RM; Grafik 5) koja pokrivaju gotovo ceo spektar relacije sila-brzina, što je bio vrlo čest problem, odnosno nedostatak prethodnih istraživanja koja su se bavila ispitivanjem relacije sila-brzina višezglobnih pokreta (García-Ramos & Jaric, 2018).

Autor je konstatovao da su rezultati eksterne validnosti pokazali veliku podudarnost parametra F_0 sa odgovarajućim parametrima dobijenim iz tradicionalnih vežbi koje se obično koriste za testiranje kajakaša (potisak sa grudi, veslanje ležeći na klupi) i Pmax sa maksimalnom snagom ostvarenom tokom modifikovanog *Wingate* testa na kajakaškom ergometru (Garatachea i sar., 2011; García-Pallarés, Sánchez-Medina, i sar., 2010; Papandreou i sar., 2018; Pickett i sar., 2017; K. Van Someren & Howatson, 2008). Eksterna validnost parametra V_0 je bila visoka kada je novi, test pojedinačnog kajakaškog zaveslaja upoređen sa V_0 dobijenom na testu veslanje ležeći na klupi, a niska do umerena u poređenju sa istim parametrom dobijenim na testu potisak sa grudi. Autor navodi da razlog za nešto slabiju povezanost između parametara V_0 na novom, specifičnom

testu i potisku sa grudi treba tražiti upravo u specifičnosti, tj. angažovanju dominantno različitih mišićnih grupa tokom izvođenja ova dva testa.

Ova studija je i prva studija koja je procenjivala razlike u mehaničkim karakteristikama mišića kajakaša sprintera u odnosu na takmičare specijalizovane za duže distance (500, 1000 i 5000m) korišćenjem modela relacije sila-brzina. Potvrđujući poslednju hipotezu, velika veličina efekata ukazala je na značajne praktične razlike između pomenutih kategorija kajakaša. Samo kod nagiba relacije sila-brzina ova razlika nije bila zabeležena, što je donekle i očekivano, za razliku od svih ostalih parametara (F_0 , V_0 , P_{max}). Stoga, autor zaključuje da test pojedinačnog kajakaškog zaveslaja može da bude specifičan test, dok potisak sa grudi i veslanje ležeći na klupi predstavljaju bazične testove za procenu mehaničkih karakteristika mišića. Rezultati ove studije u skladu su sa prethodnim istraživanjima jer potvrđuju važnost dijagnostikovanja mehaničkih kapaciteta kajakaša (García-Pallarés, García-Fernández, i sar., 2010; Hamano i sar., 2015; López-Plaza i sar., 2018; Pickett i sar., 2017; K. A. Van Someren & Palmer, 2003).

U poslednjem pasusu diskusije autor navodi ograničenja studije: (1) Primenjiv je samo na populaciji kajakaša zbog neophodnog tehničkog umenja za čije obučavanje je potrebno izvesno vreme. (2) Takođe, sprava koja je korišćena prilikom testiranja je ručno pravljen, što znači da nije primenljiva i dostupna kajakašima širom sveta. Zainteresovani za ovakvo testiranje bi mogli da iskoriste dostupnu spravu „Catch Force“ (*CatchForce Ergometers for Kayak and Dragonboat | KayakPro*, n.d.) da urade slično testiranje. Pomenuta sprava ima nagib kao dodatno spoljašnje opterećenje što može negativno uticati na pouzdanost dobijenih rezultata zbog udaljenosti minimalnog opterećenja od maksimalne teorijske brzine (V_0) (Pérez-Castilla i sar., 2018). (3) Jedno od ograničenja ove studije je i što novi test nije validiran sa rezultatima ostvarenim na takmičenju, tj. u takmičarskim aktivnostima. (4) Rezultati istraživanja bi bili potpuniji sa većim uzorkom, pogotovo po pitanju ženske populacije, što je ograničilo mogućnost poređenja rezultata između takmičarki nacionalnog i internacionalnog nivoa specijalizovanih za iste discipline/distance. (5) Analiza novog testa bila bi potpunija da je izvršena kinematičkom analizom pokreta primenom 3-D kamera ili/i analiza elektromiografske aktivnosti mišića (EMG), kao i da su svi ti rezultati upoređeni sa veslanjem na vodi.

U poglavlju **Zaključak** (strane 40-44), autor na osnovu dobijenih rezultata, a u skladu sa postavljenim ciljevima, zaključuje sledeće:

Postoji sve veća potreba za preciznijom i sveobuhvatnijom dijagnostikom fizičke pripremljenosti sportista pa tako i testiranje mehaničkih kapaciteta mišića kreiranjem relacije sila-brzina biva sve prisutnije u sportu. Pored relativno skromne prisutnosti nauke u kajakaškom sportu, ovom studijom prikazana je mogućnost da se kreira relacije sila-brzina na izuzetno složenom

pokretu. Time se ostavlja mogućnost i otvaraju vidici budućim istraživačima da primenjuju ovakvu vrstu testiranja uključujući specifične zahteve tehničkih elemenata i u drugim sportovima.

Konkretno, test pojedinačnog kajakaškog zaveslaja evaluiran ovom studijom procenjuje maksimalne mehaničke kapacitete kajakaša, a izvodljivost ovog testa podržana je dobijenim rezultatima. Konkretno, relaciju sila-brzina novog test karakteriše visoka linearnost, prihvatljiva pouzdanost i visoka eksterna validnost parametara. U odnosu na sve dosadašnje testove korišćene za procenu maksimalnih mehaničkih kapaciteta mišića kajakaša, ovaj test istovremeno zadovoljava specifičnost sa aspekta angažovanih mišićnih grupa i pruža kompletniju sliku pripremljenosti sportiste zbog količine dobijenih informacija (F_0 , V_0 , a , i P_{max}). Takođe, dobijeni parametri (F_0 , V_0 i P_{max}) uvek imaju veće vrednosti kod takmičara specijalizovanih za 200m u poređenju sa takmičarima specijalizovanim za duže distance. Iz toga se može zaključiti da sposobnosti ispoljavanja maksimalne sile, snage i brzine ima veći uticaj na rezultat u trkama na 200m.

Autor ukazuje i na **potencijalni značaj istraživanja**. Naime, **Naučni doprinos** ogleđa se u tome što je: (1) do sada pokazano da je relacija sila-brzina višezglobnih pokreta linearna, ali nijedan od testiranih pokreta (izbačaj i potisak sa grudi, različite vrste skoka uvis, bicikl-ergometar, veslanja, itd.) nije uključivao nivo složenosti kao što je to slučaj kod kajakaškog zaveslaja za koji je specifična simultano-sukcesivna aktivnost velikog broja zglobova (šake, laktovi, ramena, trup, kukovi, kolena). (2) Sama konstrukcija omogućava delovanje protiv opterećenja koja su na suprotnim krajevima V ose (apscise), dok su dosadašnja istraživanja upravo imala problem sa uskim opsegom opterećenja. (3) Korišćenje strogo komercijalnih sprava omogućava dobijanje svih rezultata od interesa, što dovodi do zaključka da istraživači i treneri često moraju sami da konstruišu ili prepravljaju postojeće sprave u cilju unapređenja istih. (4) Četvrti potencijalni značaj se ogleđa u prilagođavanju testa željenoj kretnoj strukturu. Rezultati su pokazali da je moguće testove prilagoditi specifičnim zahtevima datog sporta. (5) Pokazano jeda linearni model dobijen postepenim povećanjem opterećenja može da bude dovoljno osetljiv da utvrdi razlike između sportista u okviru istog sporta, ali različite usmerenosti po pitanju dužinske i vremenske distance. (6) Rezultatima dobijenim u ovoj studiji stvorena je osnovna slika profila mehaničkih karakteristika sportista u kajaku. Ovakvim merenjima i u drugim sportovima upotpunjuje se slika kako određeni sport/disciplina može uticati na razvoj određenih mehaničkih karakteristika mišića. (7) U cilju unapređenja mehaničkih osobina mišića koji imaju veću važnost za određenog sportistu, rezultati dobijeni u ovoj studiji mogu da doprinesu optimizaciji primenjenih opterećenja. Pored naučnog doprinosa, autor posebno ukazuje i na mogući **praktični značaj**: (1) treneri bi nakon ovakvog testa mogli da zaključe da li njihov sportista snagu razvija više na račun sile ili brzine, tj. da utvrdi postoji li disbalans (Jiménez-Reyes i sar., 2017; Morin & Samozino, 2016). Ukoliko i postoji,

ovakve informacije mogle bi biti nadalje korisne u planiranju i programiranju treninga tako što bi se više usmerio na slabije razvijenu sposobnost u procesu samog treninga (Djuric i sar., 2016). (2) Rezultati testa mogu biti od velike pomoći prilikom donošenja odluke o rasporedu ljudi u čamcu. (3) Konstatovanjem prethodno pomenutog disbalansa kod takmičara koji više ostvaruju maksimalnu snagu na račun sile ili brzine, treneri bi mogli da trenutno prilagode uslove prilagođavanjem sportske opreme. Većito traganje za optimalnim odnosom između dužine vesla, zapremine lopate, širine hvata, frekvencije i dužine zaveslaja rezultatima ovog testa moglo bi da bude donekle olakšano. (4) Pored disbalansa u sili i/ili brzini, moguća razlika između snage ostvarene na standardnim testovima (potisak sa grudi, veslanje ležeći na klupi) i specifičnom testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja može sugerisati da je pojedinac u disbalansu po pitanju specifičnosti. (5) Prilikom specijalizacije sportista ovaj test bi u velikoj meri mogao da olakša trenerima i sportistima da donesu odluku za koju distancu bi se pripremali/usmeravali. Ukoliko imaju natprosečne vrednosti mehaničkih karakteristika (F_0 , V_0 , a , i P_{max}) imali bi potencijalno veće mogućnosti za uspeh u disciplinama sa kraćim distancama i obrnuto, ukoliko su ispodprosečne usmeravati ih ka takmičarskim disciplinama u kojima veći uticaj na rezultat imaju energetske mehanizmi. (6) S obzirom na to da se testiraju pojedinačno levi i desni zaveslaj vrlo lako bi moglo da se utvrdi da li postoje značajne asimetrije između parametara dobijenih relacijom sila-brzina između strana zaveslaja.

Na kraju, autor daje smernice za buduća istraživanja. Ovo istraživanje sprovedeno je na vrhunskim sportistima u seniorskoj kategoriji. **Prva smernica** za buduća istraživanja i testiranja je realizacija ovakvog testa na različitim uzrasnim kategorijama, pa se tako može pratiti i razvoj mehaničkih karakteristika mišića. Zbog toga što je sprovedena samo transverzalna studija, **druga smernica** mogla bi da bude testiranje u različitim periodima sportske pripreme. Time bi mogao da se prati napredak ili opadanje sposobnosti tokom sezone. **Treća smernica** odnosi se na mogućnost ispitivanja efekata različitih trenažnih intervencija, npr. da se utvrdimo kako podizanje „teških“ ili „lakih“ tereta, kako samo veslanje, kako pliometrijski program itd. utiču na promenu (napredovanje, opadanje) parametara relacije sila-brzina. Relacija sila-brzina na testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja dobijena je postepenim povećanjem pet opterećenja. **Četvrta smernica** može da bude obrada već postojećih rezultata i utvrđivanje pouzdanosti relacije modelovane na osnovu samo dva ili tri opterećenja, kako bi kasnije korišćenjem manjeg broja opterećenja, ukoliko su rezultati pouzdani, mogla da se skрати sama procedura testiranja. Trebalo bi da se ispita povezanost parametara relacije sila-brzina na testu pojedinačnog kajakaškog zaveslaja, kao i potisku sa grudi i veslanju ležeći na klupi sa takmičarskim rezultatima na 200m, 500m i 1000m i/ili startnom brzinom, kao i maksimalnom brzinom sa letećim startom na npr. 30m kako bismo umanjili uticaj

energetskih mehanizama na rezultat (zato što je njihova uloga i na pomenutim testovima minimalna) (**peta smernica**). Ovo istraživanje utvrdilo je da postoje razlike u sposobnostima između sprintera i takmičara sa dužih distanci. **Šesta smernica** mogla bi da bude utvrđivanje razlika mehaničkih parametara između takmičara različite klase (reprezentativci, klupski takmičari) koji se takmiče u istim disciplinama. Mogu da budu konstruisane slične sprave prilagođene testiranju mišićnih grupa koje učestvuju u zaveslaju tokom veslanja kanua, zmajevog čamca, raftinga ili veslanja na dasci bi. Tako bi i takmičarima iz ovih disciplina mogla da se izvrši procena mehaničke karakteristike mišića i zadovolji aspekt specifičnosti sa njihovim sportovima/disciplinama (**Sedma smernica**). **Osmo smernica** za buduća istraživanja ili projekat bi mogla da bude sprovođenje testiranja primenom relacije sila-brzina na bazičnim testovima i u svim drugim sportovima/disciplinama kako bi dobili jasnu sliku o profilima ljudi iz određenih sportova. Ovakvi rezultati bi dali neizmeran značaj prilikom specijalizacije i usmeravanja mladih takmičara ka određenom sportu i disciplini.

U poglavlju **Literatura** (45 - 55) navedene su bibliografske jedinice (145) 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.

U **Pogovoru** (67) je navedeno da je Doktorska disertacija urađena u okviru projekta pod nazivom: "*Mišićni i neuralni faktori humane lokomocije i njihove adaptivne promene*" (evidencioni broj 175037; rukovodilac projekta prof. dr Sergej Ostojić), 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:

Rad objavljen u međunarodnom časopisu (M21):

Petrovic, M., García-Ramos, A., Janicijevic, D., Pérez-Castilla, A., Knezevic, O., Mirkov, D. The force-velocity relationship assessed during the single-stroke kayak test can discriminate between 200-m and longer distance (500 and 1000-m) specialists in Canoe Sprint. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.

Rad dostavljen međunarodnom časopisu (M23):

Petrovic, M., García-Ramos, A., Janicijevic, D., Pérez-Castilla, A., Knezevic, O., Mirkov, D. Force-velocity profile of competitive kayakers: evaluation of a novel single kayak stroke test. *Journal of human kinetics*.

Zaključak

Problemi koji su predstavljeni u radu i realizovano istraživanje pružili su nam odgovore na neka važna pitanja iz oblasti mehaničkih osobina mišića. Konkretno, predmetom ove disertacije je obuhvaćeno razmatranje mehaničkih osobina mišića (sila, snaga i brzina) prilikom izvođenja novog i specifičnog testa za kajakaše, kao i prilikom izvođenja bazičnih testova i vežbi za razvoj snage. 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 doprinose potpunijem sagledavanju problema mehaničkih osobina mišića i upućuju na zaključak da specifičnost kretne strukture ima važnu ulogu u pripremi sportista. Tako da generalno i motorički zadaci koje koristimo da bi dijagnostikovali motoričke sposobnosti sportista trebaju da imaju što sličniju strukturu i angažuju muskulaturu koja je angažovana i prilikom same takmičarske aktivnosti. Konkretno, u kajakaškom sportu autor je naveo veliki broj značajnih činilaca kojim novi test može da doprinese prilikom rešavanja praktičnih problema koje radnici u ovom sportu mogu imati.

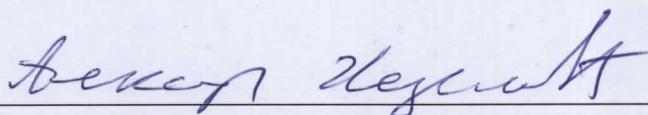
Predlog Nastavno-naučnom veću Fakulteta

Doktorska disertacija Miloša Petrovića proistekla je iz izučavanja veoma značajnih problema koji se tiču specifičnosti kretne strukture i relacije sila-brzina koja 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 istraživnog problema. Nalazi do kojih se došlo u okviru urađene doktorske disertacije na originalan način doprinose izučavanju mehaničkih osobina mišića koju su uključeni u složen pokret kajakaškog zaveslaja. Takođe, dobijeni nalazi upućuju na mogućnost dizajniranja novog i specifičnog testa za procenu mehaničkih osobina mišića, čija primena bi omogućila validnu i pouzdanu procenu mišićne sila i snage, kao i brzine njegovog skraćanja.

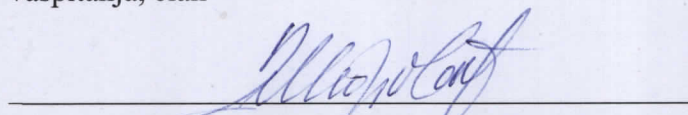
Predlažemo da Nastavno-naučno veće Fakulteta prihvati Izveštaj Komisije, utvrdi predlog Odluke o pozitivno ocenjenoj doktorskoj disertaciji Miloša Petrovića pod naslovom "PROCENA MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA MIŠIĆNE FUNKCIJE KAJAKAŠA PRIMENOM SPECIFIČNOG TESTA NA SUVOM" i, u skladu sa pozitivnim zakonskim propisima, uputi na dalje razmatranje nadležnom Veću naučnih oblasti Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 27.01.2021. godine

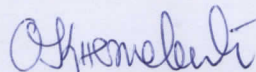
Članovi Komisije:



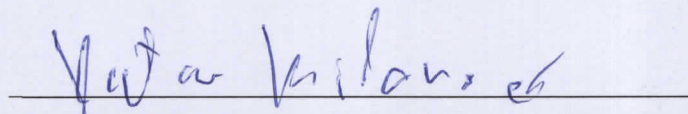
Dr Aleksandar Nedeljković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član



Dr Darko Mitrović, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član



Dr Olivera Knežević, docent, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, član



Dr Slađan Milanović, naučni savetnik, Univerzitet u Beogradu - Institut za medicinska istraživanja, član