

## КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ – ФАКУЛТЕТУ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

**Предмет:** Извештај о прегледу и оцени докторске дисертације Животе Стефановић, студента са програма докторских академских студија.

На основу одлуке која је донета на дванаестој седници Наставно-научног већа одржаној 9. маја 2024. године на Универзитету у Београду – Факултету спорта и физичког васпитања, у складу са чл. 40 Правилника о докторским академским студијама – пречишћен текст 02-бр.532/22-4 од 9. новембра 2022. године и чланом 41–43 Статута Универзитета у Београду – Факултета спорта и физичког васпитања – пречишћен текст (02-бр. 188/23-2 од 13. фебруара 2023. године), на предлог Већа докторских академских студија (02-бр. 885/24-3 од 29. априла септембра 2024. године) донело је одлуку о формирању Комисије за оцену докторске дисертације Животе Стефановић, под насловом:

**“NEUROMUSCULAR QUICKNESS ASSESSMENT – TEST OPTIMIZATION AND SENSITIVITY EVALUATION (PROCENA BRZINE NEUROMIŠIĆNOG ODGOVORA – OPTIMIZACIJA TESTA I ISPITIVANJE NJEGOVE OSETLJIVOSTI)“.**

Комисија је формирана у следеће саставу:

1. Др Оливера Кнежевић, доцент, Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања, председник комисије;
2. Др Радивој Мандић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања, члан;
3. Др Владимир Мрдаковић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања, члан;
4. Др Амадор Гарсија-Рамос, ванредни професор, Универзитет у Гранади, Факултет спортских наука, Гранада, Шпанија, члан.
5. Др Филип Кукић, доцент, Универзитет у Бањој Луци, Факултет физичког васпитања и спорта, члан.

Докторска дисертација је урађена под менторством:

- Др Драган Мирков, редовни професор, Универзитет у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања, први ментор

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА  
БЕОГРАД

Примљено:	Орг.јед.	Број	Прилог	Вредност
19.06.2024	02	885/24	-	5

Након прегледа докторске дисертације, биографије и библиографије кандидата Комисија подноси Наставно-научном већу следећи:

## **ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### **БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА**

#### *Лични подаци*

Живота Стефановић је рођен 1. марта 1996. године у Приштини, Србија. 1999. године, сели се у Даниловград у Црној Гори, где завршава Основну школу „Вуко Јововић“, као и једну од најбољих средњих школа у земљи, Гимназију „Петар И Петровић Његош“. У обе школе је освојио престижну награду „Луча“, која се додељује ученицима који своје школовање завршавају са одличним успехом. По завршетку средње школе сели се у Србију, где почиње да студира на „Факултету спорта и физичког васпитања, Лепосавић, Универзитет у Приштини“. Основне студије су завршиле 2018. године са највећим оценама у генерацији (просечна оцена: 9,91). Годину дана касније, завршио је мастер студије такође највећим оценама у генерацији (просечна оцена: 10). Током основних и мастер студија радио је годину дана на поменутом факултету као демонстратор на предмету „Основе антропомоторике“. Добио је престижну награду „Видовдан“ која се додељује најбољим студентима Универзитета. Добитник је стипендије Министарства просвете, науке и технолошког развоја, која се додељује студентима са просечном оценом вишом од 9,0 у земљи. Две године је награђиван престижном стипендијом „Доситеја – Фонд за младе таленте“, коју добија само 500 најбољих студената у земљи. Школске 2019/20. године уписао је докторске студије на „Факултет спорта и физичког васпитања – Универзитет у Београду“. Тренутно ради као истраживач-сарадник на поменутом факултету на пројекту који финансира Министарство науке, просвете и технолошког развоја Републике Србије под називом „Мишићни и неурални фактори хумане локомоције и њихове адаптивне промене“ (#175037). Аутор је више од 10 радова објављених у регионалним часописима и на националним научним скуповима.

---

### **НАУЧНА ПРОДУКЦИЈА И КОМПЕТЕНЦИЈЕ КАНДИДАТА**

Живота Стефановић је објавио један рад у часопису М22 категорије као први аутор, 2 радова у домаћим научним часописима, као и 3 рада у целини са научних конференција.

#### **М22**

Stefanović, Ž., Kukić, F., Knežević, O.M., Šarabon, N., Mirkov, D.M. (2023). Evaluation of the Reduced Protocol for the Assessment of Rate of Force Development Scaling Factor. *Symmetry*, 15,1590. <https://doi.org/10.3390/sym15081590>

### **M33**

Stefanović, R., Lilić, L., Stefanović, Ž. (2014). The influence of load volume on the result in competition period of representative middle-distance runners by microcycles. *Challenges in contemporary sport management*, 290.

Stefanović, R., Lilić, L., Stefanović, Ž. (2014). Common characteristics of different load intensities in the first mesocycle of preparatory period of active middle distance runners. *Challenges in contemporary sport management*, 284.

Stefanović, Ž., Stefanović, R., Okiljević, D. (2016). Razlika između inicijalne i finalne vrednosti srčane cene rada pri različitim opterećenjima u krosu. 11th International Scientific Conference MANAGEMENT, SPORT, OLYMPISM, Proceedings MANAGEMENT AND SPORT, 168.

### **M51**

Drljević, V., Šiljak, V., Stefanović, Ž., Toskić, D., Aleksić, D. (2019). Prirodni potencijali Lovćena za ekološki sportski turizam. *Ecologica*, 96, 475-481.

Šiljak, V., Stefanović, R., Toskić, D., Stefanović, Ž., Milošević, S., Mitić, D. (2019). Istraživanja u naučnim publikacijama u oblasti sporta i očuvanja životne sredine. *Ecologica*, 96, 552-559.

Stefanović, R., Toskić, D., Stefanović, Ž., Milošević, S., Mitić, D., Isaković, M. (2019). Informisanost učenika srednjih škola u Srbiji o interakciji sporta i očuvanja životne sredine. *Ecologica*, 96, 571-577.

Stefanović, Ž., Šiljak, V., Perović, A., Đurović, D., Isaković, M., & Vajić, S. (2020). Nanotehnologija u sportu. *Ecologica*, 98, 281-287.

### **M52**

Stefanović, R., Stefanović, Ž. (2015). Some indicators of sports training which can influence achieving more efficient sports results (reference to athletics). *Activities in Physical Education & Sport*, 5(1).

Stefanović, R., & Stefanović, Ž. (2015). Contribution to definition of success of middle-distance athletes on the basis of scope and intensity of training and other characteristics. *Activities in Physical Education & Sport*, 5(1).

Mekić, B., Stefanović, R., Stefanović, Ž. (2019). Influence of athletic movements on motor skills improvement when directing children towards sports disciplines. *Activities in Physical Education & Sport*, 9.

Lilić, Lj., Stefanović, Ž., Stefanović, R. (2019). The impact of athletic movement on programming in training of karate practitioners in the first phase of the preparation period. *Research in Kinesiology*, 47.

Lilić, Lj., Stefanović, Ž., Stefanović, R. (2019). The influence of proper release on the javelin flight distance. *Activities in Physical Education & Sport*, 9.

Stefanović, R., Stefanović, Ž. (2018). Influence of different training models on deviation of speed of running from the mean. *Research in Kinesiology*, 46.

Mekić, B., Stefanović, R., Stefanović, Ž. (2018). Methods and means of development of aerobic endurance of athletes. *Research in Kinesiology*, 46.

Stefanović, R., Stefanović, Ž., Mekić, B. (2018). Influence of a training plan and programme in the second phase of preparatory period of the athletes on achieving results in 1500 m discipline. *Activities in physical education & sport*, 8.

## **ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Конечна верзија дисертације је представљена на 65 страница, формата А4, коришћењем енглеског писма и енглеског језика, са 4 табеле, 16 слика и 183 библиографских јединица. Дисертација је представљена кроз следећа поглавља и потпоглавља: Увод; Биомеханичке везе и механичке карактеристике мишића, Скалирајући фактор брзине развоја силе; Проблем, предмет, циљеви и хипотезе истраживања; Методе; Резултати; Дискусија; Закључци; Референце; Допунска документа; Биографија и Изјаве.

### **Увод**

Кандидат је уводу дао опис моторичких способности у целини, са акцентом на јачину и брзину као кључне карактеристике за разумевање проучаване теме. У Поглављу 2 се истиче важност различитих биомеханичких односа као што су сила-дужина, сила-брзина и сила-снага, као и неуролошке компоненте у испољавању мишићне функције. Следећи параграфи објашњавају типове најчешће коришћених тестова за процену неуромишићне функције, њихове метричке карактеристике укључујући валидност и осетљивост, са нагласком на изометријске процедуре тестирања и максималну вољну контракцију (MVC) која се природно одржавају. Важност и ограничења тестирања карактеристика јачине је наглашена на крају поглавља где наводи да постоји потреба за новим тестова који симулирају услове у којима испитаници изводе брзе узастопне контракције максималном брзином, усклађујући фреквенцију контракције и производе кратке, брзе контракције при максималној брзини за различите проценте максималне силе. Ови типови тестова могу да се позабаве неким од ограничења, као што су заснивање на краћим напорима силе, укључујући умерени интензитет мишићне силе у поређењу са максималном силом, смањење броја покушаја тестирања и омогућавање процене брзине развоја силе током обрасца активације мишића. Ово поглавље такође објашњава индекс симетрије екстремитета и његов однос са ризиком од повреда и рехабилитацијом.

### **Скалирајући фактор брзине развоја силе**

У трећем поглављу се скреће пажња на скалирајући фактор брзине развоја силе као главни проблем дисертације. Мера неуро-мишићне брзине, варијабла независна од максималне силе, недавно је поново почела да се истражује. Увођење RFD-SF је почело пре неколико деценија (Freund & Büdingen, 1978), али је протокол тек недавно систематизован (Bellumori et al., 2011), уз одређена прилагођавања до данас. Наиме, при извођењу серије најбржих субмаксималних контракција јавља се јака линеарна веза између максималне мишићне силе (F) и максималне брзине развоја силе (RFD). Нагиб овог односа је назван скалирајући фактор брзине развоја силе (RFD-SF) (Bellumori et al., 2011), док линеарност овог односа ( $R^2$ ) описује конзистентност контракција. У већини случајева, ова вредност је била  $> 0,9$  (Bellumori et al., 2013). Јединица мере за RFD-SF  $s^{-1}$ , што омогућава да се изврши поређење карактеристика појединаца и мишићних група, независно од пола, масе тела и снаге мишићне групе (Bellumori et al., 2011). У најскоријим истраживањима, RFD-SF је процењен у неколико група мишића, укључујући зглобове колена, скочног зглоба, ручног зглоба, лакта и кука

(Bellumori et al., 2011; Boccia, Brustio, et al., 2018; Šarabon, Čeh, et al., 2020; Klass et al., 2008b; Smajla, Knezevic, et al., 2020; van Cutsem et al., 1998; Casartelli et al., 2014).

Кандидат затим детаљно објашњава методологију процене RFD-SF и питања која из тога произилазе. Наиме, за процену RFD-SF, од испитаника се тражи да изводе најбрже изометријске контракције, за различите нивое интензитета силе. Да би се одредили нивои интензитета, прво треба проценити максималну вољну контракцију (MVC), из чега се израчунава ниво интензитета силе (или обртног момента). Најчешће, интензитети до којих испитаници изводе контракције су 20 –, 40 –, 60 – и 80% MVC (понекад и 100%). Овде кандидат објашњава прво ограничење протокола које су приметили још Casartelli и сарадници (2014) - неки испитаници једноставно нису у стању да изводе контракције највећег интензитета на најбржи начин. Стога су аутори одлучили да израчунају регресионе праве за ове 2 мишићне групе за контракције са максималним обрtnим моментом до 60% MVC, што је произвољно дефинисано као праг за добијање линеарне релације F-RFD. Ово је примењено за неколико група мишића ногу, док су неки испитаници имали потешкоћа да изводе контракције за највећи интензитет. Идеја за потенцијално решење за добијање линеарне релације између максималне F и максималне RFD може бити редукација интензитета која је проистекла из присутпа моделовању релације сила-брзина (F-V). Укратко, у поређењу са стандардним протоколом, тј. методом више тачака за моделовање поменуте релације где се четири или више скупова оптерећења користе за процену максималних вредности F и V, метода заснована на само два различита оптерећења („метода две тачке“) може да направи разлику између максималних мишићних капацитета за краће време и без утицаја замора. Стога, има смисла истражити да ли се стандардни RFD-SF протокол може оптимизовати слично F-V протоколу „две тачке“, која се показала као примењива у бројним моторичким задацима.

Аутор затим дискутује о параметрима поузданости различитих RFD-SF протокола. Конкретно, претходне студије су показале добру апсолутну и нешто мању, али прихватљиву релативну поузданост RFD-SF протокола за екстензоре колена, најчешће тестирану мишићну групу. Међутим, за ову мишићну групу забележена је нижа релативна поузданост (ICC = 0,64 – 0,68%). Поред подешавања динамометра и ригидности фиксације, укупан број контракција је још један од фактора који утичу на поузданост исхода (Smajla et al., 2021). У већини истраживања коришћено је око 125 контракција (Bellumori et al., 2011, 2017; Bozic et al., 2013; Casartelli et al., 2014; Mathern et al., 2019), мада је у неким истраживањима извршена процена са мањим бројем од наведеног, ипак је закључено да не треба користити мање од 75 контракција јер то значајно смањује поузданост (Bellumori et al., 2011; Boccia, Brustio, et al., 2018; Smajla et al., 2021). Недавно су Smajla и сар., (2022) показали да је само 28 контракција за четири нивоа интензитета довољно да се добије прихватљива поузданост екстензора колена, међутим у овом истраживању коришћена је чвршћа фиксација и ригиднија поставка мерног сензора, што би могло делимично објаснити добијене резултате. Ипак, потребна су додатна истраживања како би се доказало да са мањим бројем контракција може извршити тест-ретест поузданост (између сесија) ове методе. Што се тиче осетљивости RFD-SF протокола, претходне студије су показале да се овај параметар може користити за разликовање млажих и старијих одраслих особа (Bellumori et al., 2013; Klass et al., 2008a) или између одраслих и појединаца са неким обликом неуролошких поремећаја као што су Паркинсонова болест или мултипла склероза (Wierzbicka et al., 1991). Наиме, старије особе и пацијенти са неким обликом неуролошког поремећаја имали су нижу вредност RFD-SF, а посебно нижу

конзистентност контракција ( $R^2$ ), иако су имали просечни ниво активације мишића агониста. RFD-SF се такође показао као осетљив на тренинг јачине мишића дорзифлектора скочног зглоба који је довео до повећања RFD-SF (Van Cutsem et al., 1998), али и на неуромишићни замор ниског интензитета (Bocchia, et al., 2018). Стога је оправдана примена обе мере за откривање разлика између различитих популација. Пошто постоји само једна студија која процењује RFD-SF код пацијената са обољењем мишићно-скелетног система, будуће студије би требало да истраже да ли су ове мере довољно осетљиве да прате напредак рехабилитације, али и да разликују друге категорије испитаника у погледу нивоа њихове физичке активности, врсте спорта којом се баве или здравственог статуса.

Кандидат скреће пажњу на чињеницу да су стандардни RFD-SF протоколи дугачки и да би могли довести то замора, што је довело до идеје за оптимизацију протокола. Тако је, на основу прегледа литературе, у 4. поглављу представио проблем, предмет, циљеве и хипотезе истраживања.

### **Проблем истраживања**

Проблем овог истраживања је процена брзине неуро-мишићног одговора применом скалирајућег фактора брзине развоја силе. Често коришћени тестови засновани на максималној вољној контракцији не пружају довољно информација у вези са неуралном компонентом мишићне јачине. Поред тога, стандардни RFD-SF протокол може бити дуготрајан, и у неким случајевима, довести до замора. Уз све наведено, препозната је потреба да се примени и даље оптимизује RFD-SF протокол како би се процениле контрактилне и неуралне компоненте мишићне јачине.

### **Предмет истраживања**

Предмет овог истраживања је оптимизација теста за процену неуро-мишићне брзине у изометријским условима. Такође, испитана је могућност примене оптимизованог RFD-SF протокола за испитивање разлика између различитих група испитаника.

### **Циљеве и хипотезе истраживања**

На основу проблема и предмета овог истраживања, главни циљ је даља евалуација RFD-SF протокола и примењивост оптимизованог протокола. Идеја која стоји иза редукованог протокола укљученог у ово истраживање била је да се број интензитета смањи на минимум да би се пажња испитаника усмерила искључиво на експлозивност контракција, а не на прецизност, као и да би се ублажили потенцијални ефекти умора.

Специфични циљеве и одговарајуће хипотезе истраживања:

1) Први циљ ове студије је да се потврди линеарност односа максимална сила – брзина развоја силе код најбржих контракција (Casartelli et al., 2014).

Хипотеза 1: Однос између максималне силе – брзине развоја силе у најбржим контракцијама је приближно линеаран.

2) Други циљ је да се процени валидност и тест-ретест поузданост оптимизованог RFD-SF протокола „две тачке“ (два нивоа интензитета) у односу на стандардни протокол заснован на четири нивоа силе.

Хипотеза 2: Протокол две-тачке има прихватљиву валидност и поузданост у поређењу са стандардним протоколом.

3) Трећи циљ је да се процени осетљивост стандардног протокола и протокола две-тачке у идентификацији разлика између испитаника различитог нивоа физичке активности, тренинга или историје повреда.

Хипотеза 3: На основу RFD-SF протокола може се направити разлика између испитаника различитог нивоа физичке активности.

### Методe истраживања

Методe истраживања су описане у поглављу 5. Што се тиче дизајна студије, ово истраживање је спроведено као тест-ретест где су испитаници учествовали у три сесије, са 48 сати паузе између сесија. У свакој сесији, прво су изводили максималне вољне контракције (MVC), а затим RFD-SF протокол, са једином разликом што су у првој сесији изводили стандардни RFD-SF протокол, док су у другој и трећој сесији изводили редуковани RFD-SF протокол. Доминантна нога (нога којом испитаник шутира) је увек била прва тестирана.

У потпоглављу *Испитаници* кандидат је описао узорак на коме су хипотезе тестиране. Осамнаест физички активних испитаника, старости  $20,8 \pm 0,6$  година (6 жена и 12 мушкараца), укључено је у студију за процену првог и другог циља истраживања. За процену трећег циља у студију је укључено 30 испитаника, старости  $21,2 \pm 0,7$  година (11 жена и 19 мушкараца). Испитаници су подељени у две групе на основу нивоа физичке активности: активни и седентарни у погледу њиховог ангажовања у редовној физичкој активности на седмичном нивоу током периода од 12 месеци. Сви испитаници су дали писани информисани пристанак. Етички комитет Факултета спорта и физичког васпитања дао је сагласност за спровођење истраживања (02-1854/21-1). Протокол студије је дизајниран у складу са хелсиншком декларацијом.

У даљем тексту дато је детаљно и објашњење *Поставке тестирања и фамилијаризације*, заједно са свим потребним детаљима у вези са *Стандардним и RFD-SF протоколом две-тачке*, *Прикупљањем и анализом података* и прорачунима варијабли од интереса: RFDpeak (максимум првог извода сигнала сила-време) (Mather et al., 2019). RFD-SF је израчунат као нагиб (b) линеарне регресије ( $Y=a+bX$ ) Fmax и RFDmax (Bellumori et al., 2011). Снага ове релације (линеарност односа Fpeak и RFDpeak) проверена је помоћу коефицијента детерминације ( $R^2$ ) добијеног регресионом анализом. Асиметрија између екстремитета израчуната је помоћу једначине (RFD-SF доминантне ноге/RFD-SF недоминантне ноге)  $- 1) \times 100$  (Smajla et al., 2020). Разлика  $>15\%$  коришћена је као критеријум за идентификацију асиметрије између удова (Green et al., 2018). Статистичка анализа је приказана у односу на циљеве студије.

### Резултати

Резултати студије су представљени у поглављу 6. Коефицијент детерминације ( $R^2$ ) показао је за обе ноге скоро савршену повезаност између Fpeak и RFDpeak. За доминантну ногу резултати су били веома високи,  $R^2 = 0,95$  и  $0,98$  за стандардни и редуковани протокол. Слични резултати су добијени за недоминантну ногу,  $R^2 = 0,94$  и  $0,98$ , за стандардни и редуковани протокол. Корелација између RFD-SF добијеног у

стандардном и редукованом протоколу била је веома велика ( $p < 0,001$ ) и за доминантну и за недоминантну ногу, док су средње вредности биле сличне без значајне разлике између протокола за доминантну ( $t = -0,722$ ,  $p = 0,480$ ) и недоминантну ногу ( $t = -1,295$ ,  $p = 0,213$ ). Бланд-Алтман график је показао је да је већина испитаника имала RFD-SF вредности у нормалним границама. Индекси апсолутне и релативне поузданости били су прихватљиви за доминантну и недоминантну ногу, без разлике између сесија и за доминантну ( $t = -0,875$ ,  $p = 0,393$ ) и недоминантну ногу ( $t = -0,796$ ,  $p = 0,436$ ). Резултати осетљивости за податке добијене у оба протокола приказани су у табели 4. Оба протокола указала су на статистички значајне разлике између групе физички активних и неактивних испитаника ( $p < 0,05$ ). Нема значајне разлике између два протокола ( $t = 0,835$ ;  $p = 0,415$ ;  $d = 0,19$ ).

## Дискусија

Дискусија добијених резултата представљена је у поглављу 7, при чему су све три хипотезе потврђене. С обзиром на добијене  $R^2$  вредности, повезаност између  $F_{peak}$  и  $RFD_{peak}$  може се описати као линеарана. Како расте вредност  $F$ , тако расте и вредност  $RFD$ . Ова студија потврдила је линеарност релације  $F_{peak} - RFD_{peak}$ , што је у складу са налазима других истраживача (Bellumori et al., 2011; Smajla et al., 2020). Такође, потврђена је валидност редукованог протокола у односу на стандардни протокол процену RFD-SF. Пошто је за већину досада коришћених редукованих протокола за испитивање релације  $F_{peak} - RFD_{peak}$  добијена снажна линеарност, за овај испитивани протокол су изабране две удаљене тачке 30% и 70% од MVC. Пошто је висока линеарност неопходна за истраживање RFD-SF, неопходно је да се проценити сваки пут када се уведе нови протокол. Нивои интензитета одабрани за редуковани RFD-SF протокол нису били ни прениски да не би били довољно експлозивни, нити превисоки да би се постигла линеарност релације, тако да ови интензитети представљају оптималне вредности за испољавање неуро-мишићне брзине (тј. мишићна сила и одговарајући RFD испољени при пулсним контракцијама). Друга хипотеза овог истраживања односила се на процену редукованог RFD-SF протокола за смислу тест-ретест поузданости између узастопних сесија. Добијени индекси апсолутне и релативне поузданости указују на веома добру поузданост предложеног протокола, што омогућава да се користи у поновљеним мерењима са истим испитаницима. Потврђена је и трећа хипотеза овог истраживања о осетљивости стандардног и редукованог RFD-SF протокола за детекцију разлика између различитих група испитаника. Редовно праћење тренинга и рехабилитације је од суштинског значаја за смањење ризика од повреда. Због тога је важно развити и користити тестове који тачно и поуздано процењују и  $F$  и  $RFD$  уз минималан напор, применљиве и у практичном и у клиничком контексту. На основу резултата и стандардног и редукованог RFD-SF протокола може се направити разлике између физички активних и седентарних испитаника. Нису добијене разлике у асиметријама између удова када су упоређени стандардни и редуковани RFD-SF протоколи. Резултати испитаника везани за асиметрију су у складу са претходним истраживањем (Smajla et al. 2020) у којем је закључено да би RFD-SF протокол са 20-25 брзих контракција за сваки од четири нивоа интензитета (20%, 40%, 60% и 80% MVC) могао бити корисно средство за идентификацију асиметрија међу удовима. Попут налаза Mirkov и сар. (2016), Smajla и сар. (2020) су потврдили да мере које нису  $F_{peak}$  и  $RFD_{peak}$  (тј. интервални RFD или RFD-SF) могу бити осетљивије у идентификацији појединаца са асиметријама у капацитетима за брзи развој силе. Узимајући ово у обзир, резултати овог истраживања сугеришу да редуковани протокол пружа валидну процену асиметрије међу удовима. На крају одељка за дискусију кандидат истиче потенцијална



ограничења свог истраживања. Једна од неколико може бити и хомогеност узорка. Наиме, узорак истраживања обухватио је уски старосни опсег; сви испитаници су били здрави, без повреда и сличног нивоа утренираност. Међутим, добијена валидност, поузданост и осетљивост резултата овог хомогеног узорка сугеришу одличну репрезентативност неуромеханичких карактеристика људског мишића, при чему разноврснији узорак може показати још боље метрике предложеног протокола. Већи и разноврснији узорци могли би да реше проблем генерализације. Што се тиче процедуре тестирања, у овој студији није коришћен златни стандард за процену неуромишићних својстава, електромиографија (ЕМГ), тако да би будућа истраживања требало да обухвате и тај аспект. Нешто нижа ICC вредност редукованог RFD-SF протокола за доминантну ногу, могла би бити објашњена тиме да није било у потпуности могуће контролисати спољне факторе који доприносе спремности испитаника за тестирање, као што су ваннаставне активности које су могле изазвати неуромишићни замор.

### **Закључци**

Кандидат је навео закључке у поглављу 8 у којима се наводи да су све три хипотезе потврђене. Ова студија је осмишљена да процени линеарност односа  $F_{peak} - RFD_{peak}$  у низу кратких субмаксималних контракција, да истражи валидност и поузданост редукованог RFD-SF протокола и да провери осетљивост оба протокола. Резултати ове студије сугеришу да би се редуковани протокол могао користити као валидна и поуздана алтернатива стандардном протоколу, омогућавајући ефикаснији и доступнији метод за процену неуромишићне брзине. Иако је линеарност односа  $F_{peak} - RFD_{peak}$  потврђена у неколико претходних истраживања, пошто је примењен нови протокол и потребна је висока линеарност за адекватну процену RFD-SF било је неопходно проценити коефицијент  $R^2$  који описује ову релацију. Поред тога, оба протокола могу разликовати активне и седентерне студенте, што значи да се овај тест може користити за процену нивоа физичке активности. Штавише, може се користити и за идентификацију асиметрије између удова. Што се тиче практичне примене, овај протокол би могао бити од користи у клиничкој и у спортској пракси, где су време и ресурси ограничени, а неопходна су брза и прецизна мерења. Редуковани протокол је релативно кратак, не доводи до замора и субмаксималног је интензитета, што га чини безбедним и прикладним за широк спектар испитаника.

**Референце** су представљене у обиму од 183 библиографске јединице, све писане на енглеском језику. Листа референци сугерише да је коришћена литература актуелна и референтна за писање ове дисертације. Библиографске јединице су правилно наведене у тексту и у библиографији.

Поглавље **Прилози** (60 – 65) садржи податке прописане Правилником о докторским студијама Факултета спорта и физичког васпитања и Упутством о формирању репозиторијума докторских дисертација: (1) Одобрење Етичког комитета за спровођење истраживања; (2) Насловна страна објављеног рада; следи Биографија; Изјава о ауторству; Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторске тезе; Изјава о употреби.

Материјал представљен у овој дисертацији заснован је на резултатима рада објављеног у међународном научном часопису категорије M22:

1. Stefanović, Ž., Kukić, F., Knežević, O.M., Šarabon, N., Mirkov, D.M. (2023). Evaluation of the Reduced Protocol for the Assessment of Rate of Force Development Scaling Factor. *Symmetry*, 15,1590. [https:// doi.org/10.3390/sym15081590](https://doi.org/10.3390/sym15081590)

Универзитетска библиотека Светозар Марковић је 9. априла 2024. године извршила проверу аутентичности докторске дисертације Животе Стефановића. У извештају се наводи индекс преклапања од 33%. Ово додатно потврђује аутентичност докторске дисертације Животе Стефановића.

## **ЗАКЉУЧАК**

Ова докторска дисертација је прво истраживање које је обухватило процену валидности и поузданости редукованог RFD-SF протокола који је заснован на два нивоа интензитета мишићне силе. Такође, ово је једна од ретких студија у којој је процењена осетљивост за тестирање разлика између активних и седентерних група испитаника. Штавише, ова студија је проверавала могућност идентификације асиметрије ногу коришћењем RFD-SF протокола. Међутим, поред великог потенцијала редукованог протокола који је показан овим истраживањем, наредне студије би требало да испитају додатну редукацију протокола смањењем броја контракција и евентуалним изостављањем тестирања MVC употребом самоизабраних нивоа интензитета. Поред тога, препорука је да се у будућим испитивањима параметара RFD-SF протокола користи и електромиографија ради провере њихове валидности. Коначно, процена скалирајућег фактора брзине релаксације силе (RFR-SF) могла би се показати као веома корисна, тако да би пажња истраживача могла да се усмери на испитивање својстава повезаних са фазом релаксације мишићне контракције.

## **ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

Кандидат Живота Стефановић је испунио све законске услове за стицање права на одбрану докторске дисертације. Научно искуство и стручни рад у области физичког васпитања и спорта Животе Стефановић препоручују га као адекватног кандидата за тематику истраживања. Кандидат планира да настави са истраживањима у биомеханици, моторној контроли тренинга и блиским истраживачким темама.

Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Факултета спорта и физичког васпитања на дванаестој седници наставно-научног већа одржаној 9. маја 2024. године на Универзитету у Београду – Факултету спорта и физичког васпитања, у складу са чланом 40. Правилника о докторским академским студијама - пречишћена верзија број 02-бр.532/22-4 од 09.11.2022. године и чланови 41-43 Статута Универзитета у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања – пречишћена верзија (02-бр 188/23-2 од 13. фебруара 2023. године), на предлог Већа докторских академских студија (02-бр. 885/24-3 од 29. априла 2024. године) донело је одлуку да се формира комисија за оцену докторске дисертације Животе Стефановић.

Комисија је мишљења да је докторска дисертација Животе Стефановића оригиналан и самосталан научни рад аутора, који представља значајан допринос области спортских наука, а нарочито тестирању мишићне функције и даљем проучавању и примени RFD-

SF протокола. На основу квалитативне и квантитативне анализе стручног, научног и практичног рада кандидата, комисија је сагласна да је Живота Стефановић испунио све законске и научне услове за одбрану докторске дисертације, и предлаже Наставно-научно већу да прихвати извештај Комисије о позитивно оцењеној докторској дисертацији под називом “NEUROMUSCULAR QUICKNESS ASSESSMENT – TEST OPTIMIZATION AND SENSITIVITY EVALUATION (PROCENA BRZINE NEUROMIŠIĆNOG ODGOVORA – OPTIMIZACIJA TESTA I ISPITIVANJE NJEGOVE OSETLJIVOSTI)“, и у складу са законским прописима, даље упути научном већу Друштвено-хуманистичких наука Универзитета у Београду на разматрање и усвајање.

У Београду, 18.06.2024. године

Чланови комисије:

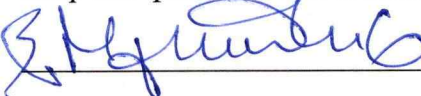
1. Др Оливера Кнежевић, доцент, Универзитет у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања, председник комисије;

  
\_\_\_\_\_


2. Др Радивој Мандић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања, члан;

  
\_\_\_\_\_

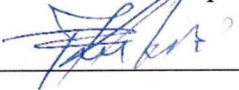
3. Др Владимир Мрдаковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Факултет спорта и физичког васпитања, члан;

  
\_\_\_\_\_

4. Др Амадор Гарсија-Рамос, ванредни професор, Универзитет у Гранади, Факултет спортских наука, Гранада, Шпанија, члан.

  
\_\_\_\_\_

5. Др Филип Кукић, доцент, Универзитет у Бањој Луци – Факултет физичког васпитања и спорта, члан.

  
\_\_\_\_\_