

Прихваћено: 18-11-2022			
Org. jed.	Broj	Prilog	Vrednost
	02-2507		22-5

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Beograd, 18.11.2022. godine

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA

Odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta na drugoj sednici održanoj **03.11.2022.** godine, u skladu sa članom **29, 30 i 31** Pravilnika o doktorskim akademskim studijama – prečišćen tekst (02-br. 681 od 9.4.2015. godine) i članom **41-43** Statuta Univerziteta u Beogradu – Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja – prečišćen tekst (02-br. 227/22-7 od 1.4.2022. godine) na predlog Veća doktorskih akademskih studija, formirana je Komisija za pregled i ocenu doktorske disertacije (**02-br. 2507/22-2**) studenta **Ivana P. Marovića** pod naslovom:

“PROCENA MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA MIŠIĆA NOGU I RUKU PRI RAZLIČITIM NIVOIMA NAPORA“

u sledećem sastavu:

1. dr **Goran Prebeg**, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **mentor**
2. dr **Olivera Knežević**, docent, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **član**
3. dr **Dragan Mirkov**, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **član**
4. dr **Danica Janićijević**, naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **član**
5. dr **Slađan Milanović**, naučni savetnik, Univerzitet u Beogradu – Institut za medicinska istraživanja, **član**

Nakon pregledane finalne verzije doktorske disertacije, biografije kandidata i spiska objavljenih radova, Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću Fakulteta sledeći

IZVEŠTAJ

O OCENI USLOVA I PRIHVATANJU DOKTORSKE DISERTACIJE

• UVOD

Kandidat Ivan P. Marović je finalnu verziju doktorske disertacije pod naslovom: **PROCENA MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA MIŠIĆA NOGU I RUKU PRI RAZLIČITIM NIVOIMA NAPORA**, predao arhivi fakulteta 1.11.2022. godine. Odlukom nastavno-naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja na sednici održanoj **3.11.2022.** (**02-br. 2507/22-2**) dodeljena je komisija da analizira i oceni doktorsku disertaciju kandidata Ivana P. Marovića. Finalna verzija predata je u obimu od 115 strana.

• BIOGRAFIJA KANDIDATA

Osnovni podaci

Kandidat, **Ivan P. Marović** rođen je 07.09.1985. godine u Valjevu.

Obrazovanje

Nakon završene XV beogradske gimnazije, upisuje Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu 2004. godine, koji završava 2010. godine sa prosečnom ocenom 8,78. Diplomom master profesor fizičkog vaspitanja i sporta stekao je 2013. godine sa prosečnom ocenom 9,10 na istom Fakultetu odbranom master rada na temu „Primena ideo-motornih vežbi fleksibilnosti i koordinacije u borilačkim veštinama“. Školske 2015/16. godine na istom Fakultetu upisuje doktorske studije.

Pedagoške i ostale stručne aktivnosti

U stručnom smislu, od 2010. do 2019. godine je radio kao nastavnik veština i asistent na Visokoj školi strukovnih studija "Sportskoj akademiji" u Beogradu, na stručnim predmetima iz užih naučnih oblasti Tehnologije i metodike sportskog treninga. Paralelno sa akademskom praksom u period od 2012. do 2019. godine razvija se i usavršava u stručnoj praksi, gde kao kondicioni trener ostvaruje uspešne rezultate na nacionalnom i evropskom nivou u pripremi džudista, karatista i odbojkaša, u okviru klubova "Judo Klub Žandarmerija", "Karate Klub Aranđelovac" i "OK Železničar". Takođe, od 2010. godine osniva klub japanske borilačke veštine Ninjutsu "Bujinka Ryoto Dojo", i nosi najviše zvanje majstora 15. Dan. Dalje u periodu od 2011. do 2015. godine je radio kao profesor fizičkog vaspitanja u Evropskoj poslovnoj školi „Milutin Milanović“ u Beogradu. Ivan od 2019. godine je zaposlen kao sportski trener na „Polijskom koledžu“ u Abu Dabiju, Ujedinjeni Arapski Emirati. Od 2021. godine kao jedan od nosioca projekta otvara Sportsko-rekreativni centar za specijalno ugrožene „Movement Factory“ u Beogradu.

• NAUČNA PRODUKCIJA KANDIDATA

Kandidat Ivan Marović je do sada publikovao 5 referentnih jedinica i to:

1. Radovi publikovani u časopisima međunarodnog značaja – 1
2. Radovi publikovani u zbornicima međunarodnog značaja – 2
3. Radovi publikovani u časopisima nacionalnog značaja – 1

Radovi u časopisima od međunarodnog značaja (M23)

1. **Marovic I**, Janicijevic D, Knežević OM, Garcia-Ramos A, Prebeg G, Mirkov DM. (2022). Potential use of the medicine ball throw test to reveal the upper-body maximal capacities to produce force, velocity, and power. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*. 2022; In press. doi:[10.1177/17543371221113127](https://doi.org/10.1177/17543371221113127) 1. IF = 1.263 (4 boda)

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. Mirkov, D.M., **Marovic, I.P.**, Knezevic, O.M., Prebeg, G., Jaric, S. (2018). Load-Velocity Relationship of Arm Muscles Obtained From Medicine Ball Test, 23rd ECSS Congress, July 2018, Dublin, Ireland (1 bod)
2. **Marovic, I.** (2012). The Effectiveness of a Specific Ideo-motor Exercise on Coordination and Dynamic Flexibility. International Scientific Conference, Faculty of Sport and Physical Education, Belgrad. (1 bod)
3. Toskić, L., Dopsaj, M., Stanković, V., Marković, M., Đurić, S., Živković, M., & **Marović, I.** (2017). Correlation between contraction time and muscle torque of the knee flexor and extensor muscles. In V. Stanković, & T. Stojanović (Eds.) Book of Proceedings of the 4th international scientific conference – Anthropological and teo-anthropological views on physical activity from the time of Constantine the Great to modern times (pp. 115-121). Kopaonik, Serbia: Faculty of sport and physical education, University of Priština - Kosovska Mitrovica. (1 bod)

Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja (M51)

1. **Marovic, I.** (2013). Junan Taiso – Traditional Japanese Exercises: A potential use in the modern sports training system. Serbian Journal of Sports Science 6(4): 157-164. 157. (2 boda)

U dosadašnjem stručnom i naučnom radu Ivan Marović je ostvario naučnu kompetenciju na nivou od: $(1 \times 4) + (3 \times 1) + (1 \times 2) = 8$ naučnih bodova

Iz oblasti teme doktorske disertacije, kandidat Ivan Marović je publikovao sledeće radove koji su direktno povezani sa predmetom istraživanja u predlogu doktorske disertacije:

1. **Marovic I**, Janicijevic D, Knežević OM, Garcia-Ramos A, Prebeg G, Mirkov DM. (2022). Potential use of the medicine ball throw test to reveal the upper-body maximal capacities to produce force, velocity, and power. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*. 2022; In press. doi:[10.1177/17543371221113127](https://doi.org/10.1177/17543371221113127) 1. IF = 1.263 (4 boda)

OPŠTI PODACI O DOKTORSKOJ DISERTACIJI

• GENERALNA STRUKTURA DOKTORSKE DISERTACIJE

Završna verzija disertacije prezentovana je na 115 stranica, A4 – formata, latiničnog pisma, sa 17 tabela, 12 grafikona, dijagrama 6, 4 fotografije i popisom od 103 bibliografske jedinice. Disertacija je napisana na srpskom jeziku prezentovana kroz sledeća poglavlja:

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. MEHANIČKE KARAKTERISTIKE MIŠIĆA	2
1.1.1. Neuralni faktori	2
1.1.2. Morfološki faktori	4
1.1.3. Mehanički faktori	5
1.1.4. Testovi za procenu mehaničkih karakteristika mišića	11
1.2. OSEĆAJ NAPORA	18
1.2.1. Fiziološki mehanizmi percepcije napora	20
1.2.2. Modeli generisanja percepcije napora	20
1.2.3. Teorija „optimalizacije“	24
1.2.4. Uticaj napora na MKM – prethodna istraživanja	25
2. PROBLEM, PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA	31
3. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	33
4. METODE ISTRAŽIVANJA	34
4.1. Uzorak ispitanika	34
4.2. Eksperimentalni dizajn i protokol	35
4.3. Procedure testiranja	35
4.4. Uzorak varijabli	38
4.5. Prikupljanje i obrada podataka	39
4.6. Statistička analiza	40
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	41
5.1. <i>Rezultati eksperimenta 1</i>	41
5.1.1. Rezultati apsolutnih vrednosti nogu	42
5.1.2. Rezultati relativizovanih podataka nogu	48
5.2. <i>Rezultati eksperimenta 2</i>	53
5.2.1. Rezultati apsolutnih vrednosti ruku	53
5.2.2. Rezultati relativizovanih podataka ruku	59
6. DISKUSIJA REZULTATA	64
6.1. <i>Diskusija rezultata eksperimenta 1</i>	64
6.2. <i>Diskusija rezultata eksperimenta 2</i>	67
7. GENERALNI ZAKLJUČAK	72
7.1. Potencijalni značaj istraživanja	73
7.2. Smernice za buduća istraživanja	74
Literatura	76
PRILOZI	94
Biografija autora	103

• UVOD

Kandidat u uvodu definiše pojam napora i daje uvid u osnove mehaničkih karakteristika mišića i njihovog testiranja u uslovima umanjenog napora.

• TEORIJSKI PRISTUP PROBLEMU I PREGLED PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA

U nastavku disertacije, kandidat analizira do sada najznačajniju dostupnu publikovanu literaturu koja se bavi tematikom mehaničkih karakteristika mišića (1.1. Mehaničke karakteristike mišića) i

neuromišićnih faktora od kojih zavisi njihovo ispoljavanje tokom voljnog naprezanja kao što su neuralni (1.1.1. Neuralni faktori), morfološki (1.1.2. Morfološki faktori) i mehanički faktori (1.1.3. Mehanički faktori). Takođe, u zasebnoj celini definiše testove ruku i nogu za procenu mehaničkih karakteristika mišića gde izdvaja testove „skok iz polu-čučnja” i bacanje medicinke sa grudi (1.1.4. Testovi za procenu mehaničkih karakteristika mišića). Pored pomenutih mehaničkih karakteristika mišića, kandidat analizira dostupnu publikovanu literaturu koja se bavi problemom osećaja napora (1.2. Osećaj napora) iz ugla fizioloških mehanizama nastanka percepcije napora (1.2.1. Fiziološki mehanizmi percepcije napora), zatim različitih modela generisanja percepcije napora (1.2.2. Modeli generisanja percepcije napora), a na kraju iz ugla motorne kontrole predstavljeno kroz teoriju „optimalizacije“ (1.2.3. Teorija „optimalizacije“). Detaljno analizira radove iz prostora uticaja napora na mehaničke karakteristike mišića (1.2.4. Uticaj napora na MKM – prethodna istraživanja).

• **PROBLEM, PREDMET, CILJ I ZADATAK ISTRAŽIVANJA**

U ovog poglavlja autor definiše istraživačko pitanje, predmet, cilj i zadatke istraživanja.

Kandidat je definisao sledeća **istraživačka pitanja**:

- (1) Kakve će efekte imati voljno umanjeni napor na mehaničke karakteristike mišića dobijene iz motoričkih testova za noge i ruke pri različitom spoljašnjem opterećenju?
- (2) Na koju mehaničke karakteristike mišića nogu i ruku, će najviše uticati umanjeni nivo napora pri različitim spoljašnjim opterećenjima?

U odnosu na **predmet** istraživanja, kandidat je istraživanje definisao u odnosu na procenu mehaničke karakteristike mišića nogu i ruku u različitim uslovima testiranja. Uslovi testiranja se odnose na dva testa, po jedan za ruke i za noge, koji se izvode pri različitim nivoima napora i spoljašnjeg opterećenja.

Cilj istraživanja je bio da se ispituju efekti voljnog umanjenog napora na mehaničke karakteristike mišića nogu i ruku pri različitim nivoima spoljašnjeg opterećenja. Na osnovu generalnog cilja, autor je podelio ciljeve i hipoteze u dve eksperimentalne celine.

U okviru **prve eksperimentalne celine** definisao je:

1. Ciljeve za procenu efekata umanjenog napora i opterećenja na mehaničke karakteristike mišića nogu.
2. Ciljeve za utvrđivanje razlika između mehaničkih karakteristika mišića nogu pod uticajem napora i opterećenja.

U okviru **druge eksperimentalne celine** definisao je:

1. Ciljeve za procenu efekata umanjenog napora i opterećenja na mehaničke karakteristike mišića ruku.
2. Ciljeve za utvrđivanje razlika između mehaničkih karakteristika mišića ruku pod uticajem napora i opterećenja.

Zadaci istraživanja su obuhvaćeni procedurama koje podrazumevaju:

1. Formiranje grupe ispitanika na osnovu definisanih kriterijuma;
2. Upoznavanje ispitanika sa protokolom i procedurama testiranja;

3. Popunjavanje formulara saglasnosti sa eksperimentalnom procedurom i *IPAQ* upitnika;
4. Prikupljanje antropometrijskih podataka ispitanika;
5. Procena maksimalne jačine nogu iz testa zadnji polu-čučanj sa slobodnim teretom (procena 1-RM) i definisanje individualnih opterećenja;
6. Familijarizacija ispitanika sa testovima za noge i ruke;
7. Realizacija testova za noge i ruke po odgovarajućoj eksperimentalnoj proceduri;
8. Prikupljanje i obrada podataka;
9. Statistička analiza dobijenih podataka;
10. Prikaz i interpretacija dobijenih rezultata.

Komisija smatra da su istraživačko pitanje (problem), predmet, ciljevi i zadaci istraživanja metodološki korektno postavljeni i napisani, tako da su u funkciji unapređenja modela procene mehaničkih karakteristika mišića u oblasti sportske nauke i medicine.

• HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Nakon određenja predmeta, ciljeva i zadataka istraživanja, kandidat je postavio dve generalne i po tri pomoćne hipoteze na osnovu dva sprovedena eksperimenta:

Generalna hipoteza eksperimenta 1:

Hg (1) – Efekti voljno umanjenog napora i opterećenja će značajno uticati na MKM nogu.

Pomoćne hipoteze eksperimenta 1:

Hipoteza 1.1: Ispoljena brzina nogu će se značajno smanjiti pod efektima napora i opterećenja.

Hipoteza 1.2: Ispoljena sila nogu će se značajno smanjiti pod efektima napora na svakom nivou opterećenja, a povećati pod efektima povećanog opterećenja.

Hipoteza 1.3: Ispoljena snaga nogu će se značajno smanjiti pod efektima napora na svakom nivou opterećenja.

Hipoteza 1.4: Postojeće značajne razlike u relativnom padu MKM nogu na nivou 75% od maksimalnog napora pri različitim opterećenjima, pri čemu će relativni pad u snazi biti najviši.

Hipoteza 1.5: Postojeće značajne razlike u relativnom padu MKM nogu na nivou 50% od maksimalnog napora pri različitim opterećenjima, pri čemu će relativni pad u snazi biti najviši.

Hipoteza 1.6: Postojeće značajne razlike u relativnom padu MKM nogu na nivou 50% u odnosu na 75% napora pri različitim opterećenjima, pri čemu će relativni pad u snazi biti najviši.

Generalna hipoteza eksperimenta 2:

Hg (2) – Efekti voljno umanjenog napora i opterećenja će značajno uticati na MKM ruku.

Pomoćne hipoteze eksperimenta 2:

Hipoteza 2.1: Ispoljena brzina ruku će se značajno smanjiti pod efektima napora i opterećenja.

Hipoteza 2.2: Ispoljena sila ruku će se značajno smanjiti pod efektima napora na svakom nivou opterećenja, a povećati pod efektima povećanog opterećenja.

Hipoteza 2.3: Ispoljena snaga ruku će se značajno smanjiti pod efektima napora na svakom nivou opterećenja.

Hipoteza 2.4: Postojeće značajne razlike u relativnom padu MKM ruku na nivou 75% od maksimalnog napora pri različitim opterećenjima, pri čemu će relativni pad u snazi biti najviši.

Hipoteza 2.5: Postojeće značajne razlike u relativnom padu MKM ruku na nivou 50% od maksimalnog napora pri različitim opterećenjima, pri čemu će relativni pad u snazi biti najviši.

Hipoteza 2.6: Postojeće značajne razlike u relativnom padu MKM ruku na nivou 50% u odnosu na 75% napora pri različitim opterećenjima, pri čemu će relativni pad u snazi biti najviši.

• METODE ISTRAŽIVANJA

Za oba sprovedena eksperimenta korišćen je isti dizajn i metode istraživanja pri čemu se razdvajaju procedure laboratorijskog testiranja mehaničkih karakteristika nogu i ruku u uslovima umanjenog napora.

Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika je obuhvatio 15 ispitanika muškog pola studenata Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu.

Eksperimentalni dizajn i protokol

Prema vremenskom trajanju kandidat je primenio transversalni eksperimentalni dizajn. Protokol testiranja sproveo se u tri sesije, po dva ispitanika, sa pauzom od 48 do 72 sata između dve sesije. Kandidat je za procenu mehaničkih karakteristika mišića nogu u *eksperimentu 1* koristio test „skok iz polu-čučnja“, ukupno 24 skoka po ispitaniku (2 ponavljanja x 3 napora x 4 opterećenja):

- 3 nivoa napora 50%, 75% i 100% od maksimalne snage;
- 4 nivoa spoljašnjeg opterećenja sa slobodnim teretom od 0%, 20%, 40% i 60% od 1-RM. čučnja.

Za procenu mehaničkih karakteristika mišića ruku u *eksperimentu 2* kandidat je koristio test „bacanje medicinske lopte sa grudi“, ukupno 24 bacanja po ispitaniku (2 ponavljanja x 3 napora x 4 opterećenja):

- 3 nivoa napora 50%, 75% i 100% od maksimalne snage.
- 4 nivoa spoljašnjeg opterećenja sa medicinkama mase od 0.46kg, 2kg, 4kg i 6kg;

Procedure testiranja

U ovom poglavlju kandidat detaljno opisuje procedure merenja telesne kompozicije, procedure testiranja procene maksimalno podignutog tereta iz čučnja, procedure testiranja mehaničkih karakteristika nogu i ruku.

Uzorak varijabli

Kandidat je za potrebe oba istraživanja ukupno upotrebio 72 varijable (2 x 36 varijabli mehaničkih karakteristika mišića nogu i ruku, zasebno) i 72 izvedene varijable (2 x 36 relativizovanih varijabli mehaničkih karakteristika mišića nogu i ruku, zasebno).

Zavisne varijable bile su mehaničke karakteristike mišića **brzina, sila i snaga** nogu i ruku.

Nezavisne varijable bile su: 2 motorička testa (po jedan za noge i ruke), 3 različita vrste napora (100% maksimalne snage, 75% od maksimalne snage i 50% od maksimalne snage) i po 4 nivoa opterećenja za noge (skokovi su izvođenji sa 0%, 20%, 40% i 60% od jedne maksimalne repeticije)

i ruke (bacanja su izvođenja sa loptama mase 0.43kg, 2kg, 4kg i 6kg). Sve varijable su precizno definisane.

Prikupljanje i obrada podataka

Kandidat je za prikupljanje podataka iz testa „skok iz polu-čučnja“ koristio platformu sile, dok je za prikupljanje podataka iz testa „bacanje medicinske lopte sa grudi“ koristio dvo-dimenzionalnu kinematičku analizu podataka dobijenih iz 3D kamera. Obrada podataka sprovedena je u *Matlab* programu.

Statistička analiza

Za sve varijable sprovedena je deskriptivna statistika izražena kroz srednje vrednosti (SV) i standardnu devijaciju (SD). Za proveru normalne distribucije svih varijabli korišćen je *Shapiro-Wilk* testa, dok se za proveru pouzdanosti podataka izračunati su procenti koeficijenta varijacije i intervali pouzdanosti (95%). Za utvrđivanje razlika između nivoa napora i opterećenja zavisnih i izvedenih varijabli, sprovedena je dvo-faktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjem (*ANOVA*) za noge i ruke, zasebno. *Bonferroni Post-hoc* analiza je sprovedena za parcijalne razlike između napora za sve zavisne i izvedene varijable pri svakom opterećenju, za noge i ruke zasebno. Kriterijum statističke značajnosti je definisan na nivou od 95 %, odnosno vrednosti $p < 0.05$, sa definisanim veličinama efekta uticaja napora i opterećenja. Svi statistički postupci izvršeni su uz pomoć specijalizovanog softverskog programa JASP 0.16.1.0 za *Windows*.

• REZULTATI

Kandidat je prikazao rezultate dva eksperimenta u posebnim podpoglavljima (5.1. Rezultati eksperimenta 1; 5.2. Rezultati eksperimenta 2) koja su podeljena na prikaz rezultata apsolutnih i relativizovanih vrednosti nogu i ruku. Rezultati su predstavljeni u skladu sa navedenim statističkim procedurama. Deskriptivna statistika zavisnih i izvedenih varijabli nogu i ruku prikazana je u tabelama 2a, 3a, 4a i 5a, gde je kandidat prikazao srednje vrednosti, standardne devijacije, zajedno sa koeficijentima varijacije izraženim u procentima, intervalima pouzdanosti (95%) i nivoom normalne distribucije izračunate Shapiro-Wilk testom.

U podpoglavlju rezultata *eksperimenta 1* i *eksperimenta 2* kandidat je prvo predstavio značajne efekte razlika između nivoa napora za svaku apsolutnu varijablu zasebno (*brzinu, silu i snagu*) na svakom nivou opterećenja, preko grafikona i tabela usrednjenih vrednosti na nivou napora i opterećenja, za noge (Grafikoni 1 – 3; Tabele 2a – 2g) i ruke (Grafikoni 7 – 9; Tabele 4a – 4g), zasebno. Zatim je predstavio rezultate relativizovanih varijable kroz značajne razlike i njihove efekte između brzine, sile i snage pri svakom nivou opterećenja preko grafikona i dijagrama, za noge (Grafikoni 4 – 6; Dijagrami 1a – 1c) i ruke (Grafikoni 10 – 12; Dijagrami 2a – 2c), zasebno.

Primenom dvostruke *ANOVA* u okviru *eksperimenta 1* podaci su pokazali da:

- Apsolutna **brzina nogu** značajno opada pod efektima napora i opterećenja;
- Apsolutna **sila nogu** značajno opada pod efektima napora od 50%, dok raste sa povećanjem opterećenja;
- Apsolutna **snaga nogu** opada samo pod efektima napora.

Primenom dvostruke ANOVE na **relativizovanim podacima nogu** kandidat prikazuje da pri istom nivou napora i opterećenja dolazi do značajno većeg **pada u snazi nogu** na nivou napora od 75% i 50% u **odnosu na pad u brzini i sili nogu**.

Primenom dvostruke ANOVE u okviru *eksperimenta 2* podaci su pokazali da:

- Apsolutna **brzina ruku** značajno opada pod efektima napora i opterećenja,
- Apsolutna **sila i snaga ruku** značajno opadaju pod efektima napora samo pri višim nivoima opterećenja, dok rastu sa povećanjem opterećenja.

Primenom dvostruke ANOVE na **relativizovani podacima ruku** podaci su pokazali da pri istom nivou napora i opterećenja dolazi do značajno većeg **pada u snazi ruku** na nivou napora od 75% i 50% ali samo u **odnosu na pad u brzini**, dok nema značajne razlike između snage i sile ruku. Međutim, kandidat ističe da iako nisu postojale značajne razlike, rezultati pokazuju visoke efekte razlika između snage, brzine i sile ruku pri padu napora od 75% i 50%.

• DISKUSIJA

Kandidat je podelio diskusiju u dve logične celine koje prate rezultate eksperimenta 1 i 2. Temeljno je elaborirao efekte voljno umanjenog napora i opterećenja na mehaničke karakteristike mišića nogu i ruku prateći postavljene ciljeve i hipoteze oba eksperimenta. Nakon toga je diskutovao dobijene rezultate svake postavljene hipoteze poredeći ih sa nalazima prethodnih istraživanja, kao i iz ugla različitih teorija i modela motorne kontrole generisanja percepcije napora.

U okviru *eksperimenta 1* na osnovu dobijenih rezultata kandidat navodi da su *hipoteze 1.1, 1.2 i 1.3* potpuno potvrđene. Sa druge strane *hipoteze 1.4, 1.5 i 1.6* su delimično potvrđene iz razloga što su značajne razlike primećene samo između snage nogu sa brzinom i silom nogu, a ne između sve tri mehaničke karakteristike mišića kao što je pretpostavljeno. Bez obzira, kao najznačajniji nalaz istraživanja, kandidat ističe dokaz da ispoljena snaga nogu može najbolje opisati efekte napora u skoku iz polu-čučnja sa različitim opterećenjima.

U okviru *eksperimenta 2* kandidat navodi da je *hipoteza 2.1 potpuno potvrđena, dok su 2.2 i 2.3* delimično potvrđene, jer su se sila i snaga ruku pod efektima napora smanjivali samo pri bacanjima lopte opterećenja od 2kg do 6kg. Takođe, navodi da su *hipoteze 2.4, 2.5 i 2.6* potpuno potvrđene, ističući dobijene velike efekte razlika u padu između brzine, sile i snage ruku. Kandidat ističe nalaz da ispoljena snaga ruku može najbolje opisati efekte napora prilikom bacanja medicinske lopte opterećenja viših od 2kg.

• GENERALNI ZAKLJUČAK

Kandidat je izveo **4 generalna zaključka**:

- **Prvi generalni zaključak:** Efekti umanjenog napora značajno utiču na smanjenje mehaničkih karakteristika mišića nogu i ruku, posebno pri višim nivoima opterećenja u motoričkim zadacima koje karakteriše pretežno koncentrični rad mišića kao što su testovi skok iz polu-čučnja i bacanje medicine sa grudi.
- **Drugi generalni zaključak:** Snaga mišića nogu je dovoljno osetljiva na efekte umanjenog napora od 75% i 50%, što znači da se oba umanjena napora mogu koristiti kao tačke mehanografske procene skakačkih performansi iz testa skok iz polu-čučnja kod različitih

kliničkih populacija koje iz različitih razloga nisu u stanju da ispolje maksimalno naprezanje.

- **Treći generalni zaključak:** Sve tri procenjivane mehaničke karakteristike mišića su dovoljno osjetljive na efekte umanjenog napora od 75% i 50% pri opterećenjima većim od 2kg, i mogu se koristiti kao tačke mehanografske procene bacačkih performansi izvedenih iz testa bacanje medicine sa grudi. Međutim, kandidat preporučuje da se ispoljena snaga mišića ruku može najpreciznije koristiti za određivanje mehanografske tačke procene bacačkih performansi u uslovima umanjenog napora.
- **Četvrti generalni zaključak:** Iz ugla motorne kontrole, s obzirom da nije bilo razlika u relativnom padu mehaničkih karakteristika mišića nogu i ruku između opterećenja, rezultati podržavaju teoriju koronarnog pražnjenja u kojoj motorne komande upravljaju osećajem napora nezavisno od osećaja težine i mišićne tenzije. Takođe, zaključak je da različiti uslovi izvođenja motoričkih testova utiču na drugačiju optimalizaciju funkcionalnih kriterijuma pod uticajem umanjenog napora, što se jasno vidi kroz drugačiju adaptaciju motorne strategije i preraspodele MKM nogu i ruku dobijenih iz SJ i BM testova, u odnosu na dobijene rezultate prethodnih istraživanja koja su sprovedena na CMJ testu.

• POTENCIJALNI ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Kandidat ističe da dobijeni nalazi imaju posebnu važnost za fiziološka i epidemiološka testiranja mehaničkih karakteristika mišića. Zapravo testovi skok iz polu-čučnja i bacanje medicine sa grudi mogu dobiti novi značaj i mesto u procedurama testiranja skakačkih i bacačkih performansi različitih kliničkih populacija i to:

- Pomoću praćenja efekata napora provociranog različitim centralnim ili perifernim mehanizmima,
- Definisanjem i procenom trenažnih opterećenja u rehabilitacionim i trenažnim tretmanima na osnovu procene nivoa napora u uslovima gde osobe iz različitih razloga ne mogu ili ne smeju da se izlože maksimalnom voljnom naprezanju prilikom testiranja.

Takođe, kandidat ističe da je neophodno razlikovati osećaj napora od ostalih periferno i centralno generisanih osećaja, i ukazuje da je prilikom istraživanja efekata napora neophodna adekvatna metodološka postavka pravilnog definisanja porekla napora i kontrole njegovih efekata na procenjivane varijable. Na kraju, kandidat ističe da rezultati istraživanja ukazuju na važnost kontrole svih mogućih faktora koji mogu negativno uticati na rezultate testiranja motoričkih karakteristika mišića.

• LITERATURA

Na osnovu analize pregledane literature može se zaključiti da je prezentovana obimom od 272 referentnih jedinica, od kojih su 262 (96.3% iz inostranih izvora (uglavnom Anglo-Saksonskog govornog područja, dok je 10 (3.7%) iz domaće bibliografije. Od ukupnog broja referenci kandidat je učestvovao u izradi samo jedne bibliografske jedinice. Na osnovu predstavljenog može se zaključiti da je kandidat temeljno proučio literaturu, koja je uglavnom proizvod međunarodnog znanja, kao i da je kandidat u potpunosti kompetentan u odnosu na temu disertacije.

ZAKLJUČAK I PREDLOG KOMISIJE

Tema doktorske disertacije studenta Ivana Marovića precizno je formulisana, a metodološki postupak izrade doktorske disertacije detaljno je objašnjen. Formulisanju hipoteza i konkretizaciji procedura istraživanja prethodilo je pilot istraživanje. Dobijeni rezultati efekta umanjenog naprežanja na MKM iz SJ i BM testa imaju više značajnih implikacija u nauci i praksi. Verovatno najznačajniji nalaz jeste da je snaga najosetljivija mehanička karakteristika mišića koja najbolje opisuje efekte umanjenog napora prilikom izvođenja višezglobnih pokreta koje karakteriše koncentričan režim rada mišića. Značaj ovakvog nalaza ima posebnu važnost za fiziološka i epidemiološka testiranja mehaničkih karakteristika mišića.

Na osnovu ukupne kvalitativne i kvantitativne analize sadržaja doktorske disertacije, stručnog, naučnog i praktičnog rada Komisija je jednoglasna u oceni da je student Ivan Marović ispunio sve zakonske i naučne zahteve koje se od njega traže u smislu pisanja doktorske disertacije i traže, te istu, pod nazivom:

PROCENA MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA MIŠIĆA NOGU I RUKU PRI RAZLIČITIM NIVOIMA NAPORA

dostavlja Nastavno – naučnom veću fakulteta na usvajanje i prosljeđivanje u dalju proceduru.

U Beogradu, 18.11.2022. godine

Članovi komisije:

dr **Goran Prebeg**, vanredni profesor,

Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **mentor**

dr **Olivera Knežević**, docent,

Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **član**

dr **Dragan Mirkov**, redovni profesor,

Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **član**

dr **Danica Janićijević**, naučni saradnik

Univerzitet u Beogradu - Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, **član**

dr **Sladjan Milanović**, naučni savetnik

Univerzitet u Beogradu – Institut za medicinska istraživanja, **član**