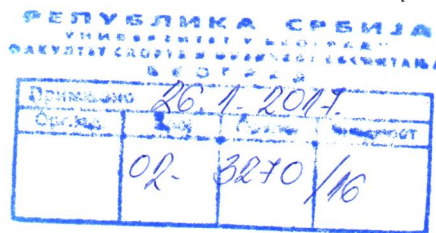


KOMISIJA ZA PREGLED I OCENU TEME DOKTORSKE DISERTACIJE



NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Predmet: Izveštaj o pregledu i oceni teme doktorske disertacije Saše Đurića, studenta sa programa doktorskih studija.

Na 04. sednici Nastavno-naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja održanoj 29. 12. 2016. godine, u skladu sa čl. 29, i 30 Statuta Fakulteta, doneta je Odluka o formiranju Komisije za pregled i ocenu teme doktorske disertacije Saše Đurića, pod naslovom: "UTICAJ TRENINGA SA RAZLIČITIM VRSTAMA OPTEREĆENJA NA MEHANIČKE OSOBINE MIŠIĆA" (akt-02-br. 3270-2 od 29.12.2016). Komisija je formirana u sastavu:

- Redovni profesor dr Slobodan Jarić, predsednik komisije, FSFV,
- Dr Miloš Kukulj, član, redovni profesor u penziji,
- Redovni profesor dr Aleksandar Nedeljković, član, FSFV i
- Doc. dr Ivan Ćuk, član, Visoka sportska i zdravstvena škola, Beograd.

Nakon pregleda dostavljenog materijala Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću sledeći

I Z V E Š T A J:

Biografija

Saša Đurić je rođen 27. aprila 1989. godine u Čačku. Kao odličan učenik je završio Osnovnu školu „Milan Blagojević“ u Lučanima 2004. godine i Gimnaziju „Sveti Sava“ u Požegi 2008. godine. Tokom tog perioda, aktivno se bavio odbojkom preko 10 godina. Najveći postignuti uspeh su dve zlatne medalje - jedna na Državnom prvenstvu Republike Srbije i druga na Olimpijskim školskim igrama Republike Srbije u kategoriji pionira. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu upisuje 2008. godine nakon završene gimnazije. Osnovne akademske studije završava u roku, 2012. godine, sa najvišim prosekom ocena na generaciji 9,52. Tokom osnovnih studija obavljao je funkciju predsednika Studentskog parlamenta školske 2010/11 i 2011/12. Master akademske studije upisuje 2012 godine, koje takođe završava u roku 2013. godine sa najvišim prosekom ocena na generaciji 9,67. Za vreme master studija obavljao je funkciju studenta prodekana. Svoje usavršavanje nastavlja na doktorskim akademskim

studijama od 2013. godine, na kojima je uspešno položio sve ispite, takođe sa najvišim prosekom ocena na generaciji 10,0. Za vreme studiranja na doktorskim studijama, od februara 2014. godine, zaposlen je kao istraživač saradnik na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije pod nazivom: "Mišićni i neuralni faktori humane lokomocije i njihove adaptivne promene". Autor je više od 20 naučnih publikacija na međunarodnim konferencijama, kao i u nacionalnim i istaknutim međunarodnim naučnim časopisima. U profesionalnom smislu, usavršava se i radi kao odbojkaški trener. Radio je u nekoliko klubova, kao i na samom Fakultetu kao trener ženske ekipe sa kojom je 2015. godine osvojio drugo mesto na prvenstvu prve univerzitetske odbojkaške lige. Trenutno radi kao glavni trener pionirki i kadetkinja u Odbojkaškom klubu Crvena Zvezda u Beogradu.

Spisak objavljenih radova:

1. **Djuric S**, Cuk I, Sreckovic S, Mirkov D, Nedeljkovic A, Jaric S. (2016). Selective Effects of Training Against Weight and Inertia on Muscle Mechanical Properties. *International journal of sports physiology and performance*, 11 (7): 927:932.
2. Zivkovic, M. Z., **Djuric, S.**, Cuk, I., Suzovic, D., & Jaric, S. (2016). A simple method for assessment of muscle force, velocity, and power producing capacities from functional movement tasks. *Journal of Sports Sciences*, 1-7.
3. Sreckovic, S., Cuk, I., **Djuric, S.**, Nedeljkovic, A., Mirkov, D., & Jaric, S. (2015). Evaluation of force-velocity and power-velocity relationship of arm muscles. *European journal of applied physiology*, 115 (8), pp. 1779-1787.
4. **Djuric, S.**, Janicijevic, D., Majstorovic, N., & Ilic, D. (2015). Postural status of female volleyball players aged 12 to 16 years. *Physical culture: Journal of Sport sciences & physical education*, Vol. 69, No. 2, pp. 110-118
5. Živković, M. & **Đurić, S.** (2015). Developmental coordination disorder on the physical education class. *Book of proceedings*. Nis: Faculty of sport and physical education. pp. 143-148.
6. Ilić, D., **Đurić, S.** (2014). Postural status model younger school age children. *Activities in Physical Education and Sport*. Vol. 4, No. 2, 120-124
7. Janković, A., Ilić, D., Nešić, G., **Đurić, S.** (2014). Detection of feet status in football school participants aged 11 to 13. *Activities in Physical Education and Sport*, Vol. 42, No. 2, 134-139.
8. **Đurić, S.**, Ilić, D., Nešić, G. (2013). The detection of the foot status among the volleyball players of the schoolage. *Activities in Physical Education and Sport*, Vol. 3, No. 1, pp. 35-40.

9. Ilić, D., Valdevit, Z, **Đurić, S.** (2013). The feet status of the Serbian female handball national team. *Research in Kinesiology*, Vol. 41, No. 2, pp. 227-231.
10. Vuković, A., Obradović, M., **Đurić, S.**, & Mudrić, M. (2013). Morphological and motor status of young karate athletes. *Godišnjak Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*, (19), 66-80.
11. Bugarski, S., **Đurić, S.**, Marković, S. (2013). Changes in motor skills of young football players in different age groups and different positions. *Proceedings 2012 (2013)*, Vol 4, pp. 104-112. Banja Luka: Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta.
12. Marković, S., Bugarski, S., **Đurić, S.**, Simić, M. (2013). The influence of different teaching contents of the intensity of the introductory part of the lesson. *Proceedings*. Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja. pp. 303-308.
13. Ilić, D., Cvjetković, D., **Đurić, S.** (2012). The presence of the body deformities among the students of swimming school. *Proceedings*. Belgrade: Faculty of sport and physical education. pp. 594-599.
14. Nešić, G., Obradović, M., Sikimić, M., Ilić, V., Majstorović, N., **Đurić, S.** (2012). Comparative analysis of certain morphological characteristics and motor skills of girl's volleyball cadet's team of Serbia and Montenegro. *Proceedings*. Belgrade: Faculty of sport and physical education. pp. 143-148.

Predlog teme doktorske disertacije

Saša Đurić je za izradu doktorske disertacije predložio temu "UTICAJ TRENINGA SA RAZLIČITIM VRSTAMA OPTEREĆENJA NA MEHANIČKE OSOBINE MIŠIĆA". U skladu sa internim pravilima doktorskih studija, januara 2015. godine, pred nastavnicima i studentima doktorskih studija održana je javna prezentacija Predloga projekta doktorske disertacije. Na osnovu prezentacije predlog teme i projekta istraživanja za izradu doktorske disertacije pozitivno je ocenjen.

Obrazloženje teme

U obrazloženju teme autor je u objašnjavanju mehaničkih osobina mišića naveo da ispoljavanje sile kao posledica naprezanja mišića, zavisi 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 agonista, (9) broja uključenih motoneurona, (10) frekvencije pražnjenja motoneurona itd (Kukolj, 2006). Posebnu pažnju je obratio na faktore kao što su vreme kontrakcije, promena dužine mišića i brzina

skraćanja mišića. U biomehanici su uticaji pomenutih faktora na ispoljavanje mišićne sile, poznati pod nazivom mišićne relacije sila-dužina, sila-vreme i sila-brzina.

U vezi sa relacijom sila-dužina, autor navodi da ovu relaciju treba posmatrati u odnosu na ukupnu silu koja se u mišiću generiše, a koja predstavlja sumu aktivne i pasivne komponente mišićne sile. Zaključuje da se sa povećanjem dužine mišića ukupna sila, u najvećem delu, povećava što je prikazano i grafikonom. Navodi se još i da oblik ove mišićne relacije neznatno varira kada su u pitanju različite mišićne grupe, zbog razlika u aktivnoj (fiziološki poprečni presek, ugao pod kojim se pripajaju mišićna vlakna) i pasivnoj komponenti mišićne sile (Gareis, Moshe, Baratta, Best, & D'Ambrosia, 1992).

Mišićna relacija sila-vreme odnosi se na kašnjenje u razvoju mišićne sile celog mišićno-tetivnog aparata i autor ovo kašnjenje definiše kao vreme koje protekne od pojave nadražaja, pa sve do početka razvoja ili do postizanja maksimalne sile (Knudson, 2007). Navodi se da se vremensko kašnjenje koje karakteriše mišićnu relaciju sila-vreme može podeliti na dva dela. Prvi deo kašnjenja odnosi se na povećanje aktivacije mišića, i ponekada se drugačije naziva aktivno stanje ili dinamika mišićne ekscitacije. Drugi deo kašnjenja podrazumeva vreme koje je potrebno da mišić razvije mišićnu silu i često se drugačije naziva dinamika mišićne kontrakcije.

Ranija istraživanja relacije sile i brzine mišićnih kontrakcija, izvršena na izolovanim mišićnim grupama (Fenn i Marsh, 1935) i Hill (1938), sugerišu da ona ima hiperboličan karakter. Takođe, kompleksan oblik ima i relacija maksimalne snage i brzine kontrakcije mišića u uslovima umerenog spoljašnjeg opterećenja pri srednjim brzinama skraćanja mišića.

Suprotno tome, novija istraživanja ukazuju da je relacija između sile mišića i brzine skraćanja mišića linearna – istraživanja su vršena na bicikl ergometru (Driss i sar., 2002; Driss i Vandewalle, 2013; Nikolaidis, 2012), na dinamometarima i kolicima sa otporom (Yamauchi i sar., 2009; Samozino i sar., 2012, 2014), pri pokretima rukama (Hintzy i sar., 2003; Nikolaidis, 2012), odnosno, pri čučnjevima i skokovima uvis (Vandewalle i sar., 1987; Rahmani i sar., 2001; Sheppard i sar., 2008). Razlike u nalazima istraživanja relacije sile i brzine kontrakcije mišića u složenim pokretima mogu biti pripisane dinamici segmenata tela (Bobbert, 2012), pre nego neuralnim mehanizmima (Yamauchi i Ishii, 2007).

Na osnovu ovih istraživanja izvesno je da relacija sile i brzine skraćanja mišića može biti utvrđena u uslovima vršenja složenih pokreta maksimalnom brzinom sa različitim opterećenjima. Opterećenja treba da budu u opsegu koji će omogućiti ispoljavanje maksimalne sile i maksimalne brzine. Dobijeni podaci mogu biti modelirani jednačinama linearne regresije ($F(V) = F_0 - aV$; $P(V) = F(V) V = F_0 V - aV^2$ i $P_{max} = (F_0 V_0)/4$).

Imajući u vidu da je za razumevanje mehaničkih mogućnosti i neuralnih mehanizama mišića nogu u uslovima vršenja balističkih pokreta (skokovi, bacanja), obrazložene su metode za procenu linearne relacije sile i brzine kontrakcije mišića (F - V relacija), kao i njihovi parametri (F_0 , V_0 , P_{max} i a). Za obrazloženje teme značajno je istaći da izvođenje vežbi sa opterećenjem može obezbediti uslove za dobijanje linearne relacije sile i brzine mišićne kontrakcije i omogućiti sveobuhvatnu procenu mišićne sile, brzine i snage različitih populacija, kao i za procenu efekata različitih treninga i intervencija u rehabilitaciji (Yamauchi i sar., 2009; Nikolaidis 2012; Cormie i sar., 2011b; Driss i Vandewalle, 2013).

Autor se nadalje bavi silom, snagom i brzinom kao motoričkim sposobnostima, s obzirom da ove mehaničke osobine mišića imaju velikog udela u uspešnosti vršenja fizičkih aktivnosti. Pomenute motoričke sposobnosti ne treba posmatrati kao odvojene entitete, jer su međusobno povezane. O tome svedoče mnogobrojne studije koje ukazuju na povezanost između sile i snage. Rezultati transverzalnih studija su pokazali da ispitanici koji ispoljavaju veće mišićne sile imaju veće kapacitete za ispoljavanje mišićne snage, od ispitanika koji ispoljavaju manje sile (Baker & Newton, 2006, 2008; Cormie, McBride, & McCaulley, 2009; Cormie, McGuigan, & Newton, 2010b; McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 1999; M. H. Stone et al., 2003). Takođe, utvrđeno je da trening za razvoj mišićne sile kod netreniranih i umereno treniranih ispitanika, nije doprineo samo povećanju maksimalne sile već i povećanju maksimalne snage (Cormie, McGuigan, & Newton, 2010a; Häkkinen, Komi, & Alen, 1985; Kaneko, Fuchimoto, Toji, & Suei, 1983; McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 2002; Moss, Refsnes, Abildgaard, Nicolaysen, & Jensen, 1997; M. Stone, Johnson, & Carter, 1979; Toji & Kaneko, 2004; Toji, Suei, & Kaneko, 1997; Wilson, Newton, Murphy, & Humphries, 1993).

S obzirom na predmet predloženog istraživanja, autor se posebno bavi vrstama opterećenja i njihovom primenom u treningu. Navodi da trening sa opterećenjem obuhvata širok dijapazon modaliteta treninga, uključujući trening sa masom sopstvenog tela i raznim vrstama spoljašnjeg opterećenja. Veličina opterećenja kada se koristi samo masa sopstvenog tela može se dozirati položajem segmenata tela, brzinom izvođenja pokreta, kao i promenom kraka sile prilikom izvođenja određenih pokreta. Sa druge strane, spoljašnje opterećenje u treningu odnosi se na izvođenje pokreta pod uticajem određene vrste spoljašnjih otpora. U odnosu na prirodu delovanja opterećenja na ispoljavanje mišićne sile (Pipes, 1978), opterećenje se može podeliti u tri različite kategorije: konstantno opterećenje, opterećenje sa mogućnošću prilagođavanja i varijabilno opterećenje (Frost, Cronin, & Newton, 2010). Konstantno (izoinercijalno opterećenje) zavisi od mase objekta koji se savlađuje (npr. podiže) i trenutno je najviše korišćena vrsta

opterećenja za povećanje mišićne sile i snage u sportu. Opterećenje sa mogućnošću prilagođavanja (izokinetičko opterećenje) omogućava ispoljavanje maksimalne sile tokom celog opsega pokreta (Zatsiorsky, 1995). Varijabilno opterećenje predstavlja opterećenje čiji se intenzitet menja (povećava ili smanjuje) sa amplitudom pokreta. Najbolji primer ove vrste opterećenja predstavljaju različite vrste elastičnih guma, opruga, kao pneumatskih opterećenja.

Autor kao posebno važnu za predmet predloženog istraživanja navodi i činjenicu da je konstantno opterećenje najčešće korišćeno u treningu, kao i to da intenzitet otpora zavisi isključivo od mase opterećenja, što dovodi do zaključka da pri ovoj vrsti opterećenja postoje dve komponente koje utiču na intenzitet, a to su gravitaciona i inerciona komponenta. Gravitaciona komponenta opterećenja ima vertikalni pravac i prouzrokovana je gravitacionom silom, dok inerciona komponenta ima pravac i obrnuti smer od ubrzanja segmenata tela ili celog tela. Iz navedenog sledi da će od pravca, smer i ubrzanja pokreta zavisi koje će i u kojoj meri pojedine komponente delovati. Autor ovde još ističe da opterećenje u treningu najčešće potiče od podignute mase (m) koja uključuje segmente tela i dodatno opterećenje. Vežbe sa takvim opterećenjem zahtevaju ispoljavanje mišićne sile: $F(t) = m g + m a(t) = G + I(t)$; g predstavlja gravitaciono ubrzanje, G težinu tj. gravitacionu silu, a I inercionu komponentu opterećenja. Gravitaciona komponenta predstavlja konstantnu silu, dok se inerciona komponenta menja u vremenu proporcionalno ubrzanju centra mase tela. Dakle, intenzitet gravitacione komponente najviše zavisi od pravca pokreta (u vertikalnom pravcu je najveća), dok intenzitet inercione komponente zavisi od ubrzanja i mase koja se ubrzava (što su veće vrednosti proizvoda mase i ubrzanja, veći je i intenzitet inercione komponente).

Autor se dalje bavi karakteristikama treninga gde navodi da mnogobrojni faktori mnogo utiču na adaptaciju tela vežbača na trening sa opterećenjem. Jedan od tih faktora jeste i specifičnost sprovedenog treninga, koja obuhvata sposobnost tela da se adaptira na taj način što će ciljano doći do poboljšanja onih motoričkih sposobnosti koje su najsličnije stresoru koji do njih dovodi. Takođe u odnosu na karakteristike mišićnog dejstva navodi da njegova specifičnost govori u prilog tome da je poboljšanje ispoljene mišićne sile u određenoj meri specifično u odnosu na tip mišićne akcije koja se koristi u treningu (npr. izometrijska, izokinetička itd). Na karakteristike mišićnog dejstva, pored mišićnih, utiču i neuralne adaptacije koje rezultuju regrutacijom mišića na najefikasniji način, kako bi se mišić kontrahovao na određeni način. Specifičnost ispoljavanja brzine podrazumeva da trening sa opterećenjem dovodi do optimalnog povećanja sile i snage pri onim brzinama pri kojima se sprovodi trening.

U daljem obrazloženju teme autor se poziva na ranija istraživanja mehaničkih osobina mišića i efekata treninga sa različitim vrstama opterećenja, gde se sa aspekta dosadašnjih nalaza posebno osvrće na: (1) F-V relaciju kod izolovanih mišića i jednozglobnih pokreta, (2) F-V relaciju kod višezglobnih pokreta, (3) Efekte treninga sa različitim vrstama opterećenja na mehaničke osobine mišića. Konačno, autor u jednoj kritičkoj analizi dosadašnjih istraživanja uočava njihove nedostatke, gde ističe da se nedostaci dosadašnjih istraživanja ogledaju, pre svega, u nepostojanju studije koja direktno poredi efekte treninga dobijene primenom gravitacionog i inercionog opterećenja. Takođe, iako je u većini studija dobijena visoka linearnost F-V relacije kod višezglobnih pokreta i umerena do visoka pouzdanost i konkurentna validnost njenih parametara, prema dostupnoj literaturi ne postoji studija koja je upravo tu relaciju koristila za procenu efekata treninga. Upotrebom linearne F-V relacije za procenu rezultata treninga, dobila bi se sveobuhvatnija slika praćenja eventualnog poboljšanja mehaničkih osobina mišića ispitanika. Navedene činjenice, autor je iskoristio u formulisanje problema koji treba istražiti.

Problem istraživanja predstavlja činjenica da nije poznato kako trening sa različitim vrstama opterećenja (gravitacionim, inercionim i kombinovanim) utiče na mehaničke osobine mišića kao što su sila, brzina i snaga. Takođe, potrebno je istražiti da li je linearna F-V relacija, kao nova tendencija u testiranjima mehaničkih osobina mišića, dovoljno osetljiva da detektuje razlike nastale primenom pomenutih vrsta opterećenja.

Na osnovu uočenog problema, autor postavlja predmet, ciljeve i zadatke istraživanja.

Predmet ovog istraživanja su efekti treninga sa različitim vrstama opterećenja na mehaničke osobine mišića. Utvrdiće se kako trening sa gravitacionom, inercionom vrstom opterećenja i njihovom kombinacijom utiče na ispoljavanje snage pri pomenutim opterećenjima. Takođe, analiziraće se i uticaj navedenog treninga na mehaničke osobine mišića kao što su sila, brzina i snaga, primenom linearne F-V relacije pri motoričkom zadatku izbačaj tega sa grudi.

Ciljevi istraživanja su sledeći: (1) Da se ispita uticaj treninga zasnovanog na izbačaju sa grudi pri različitim vrstama opterećenja na snagu mišića; (2) Da se ispita linearnost F-V relacije kod izbačaja tega sa grudi; (3) Da se na osnovu F-V relacije procene efekti treninga sa različitim vrstama opterećenja na silu, brzinu i snagu.

U skladu sa ciljevima istraživanja, autor definiše sledeće tri **hipoteze**: (H1) Eksperimentalne grupe će povećati snagu najviše pri vrsti opterećenja sa kojom su trenirale; (H2) F-V relacija biće visoko linearna; (H3) F-V relacija biće dovoljno osetljiva da detektuje razlike nastale primenom treninga sa različitom vrstom opterećenja usmerenog na razvoj sile, brzine i snage.

U okviru predloženog istraživanja, autor planira eksperiment koji će uključivati merenja koja će biti sprovedena 7 dana pre i 7 dana nakon treninga, dok će sam trening trajati 8 nedelja. Eksperiment će biti organizovani u Metodičko-istraživačkoj laboratoriji Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu.

Uzorak ispitanika činiće će 4 grupe po 12 fizički aktivnih muških ispitanika. Kriterijum za učešće u studiji biće da ispitanici nisu imali hronične bolesti i da u poslednjih 6 meseci nisu pretrpeli povrede koje bi mogle da utiču na rezultate testiranja.

Pretest i posttest biće sprovedeni u tri različita dana na sve četiri grupe ispitanika (3 eksperimentalne i kontrolna). Prvog dana pretesta biće sprovedena antropometrija (visina tela, masa tela, procenat potkožnog masnog tkiva), procena 1RM-a i upoznavanje (familiarizacija) sa motoričkim zadatkom izbačaj tega sa grudi. Drugog dana pretesta ispitanici će bacati teg sa grudi pri 8 različitih intenziteta opterećenja (od 30 do 79 % od 1RM-a). Trećeg dana pretesta ispitanici će izvoditi izbačaj sa grudi sa sve tri vrste opterećenja (gravitacionom, kombinovanom i inercionom) pri intenzitetu 40 kg. Protokol posttesta biće identičan protokolu pretesta. Autor nadalje detaljno objašnjavanje protokole svih navedenih merenja, uz prilaganje odgovorajućih fotografija kao ilustracije planiranih protokola merenja.

Autor posebno objašnjava i ilustruje procedure eksperimenta koje se odnose na korišćenje spoljašnjeg opterećenja u planiranom treningu. Ovde se navodi da će opterećenje bazirano na kombinaciji tegova i guma prikačenih na šipku na modifikovanoj Smit mašini (Leontijevic et al., 2013) biti korišćeno u svrhu planiranog treninga sa tri različite vrste opterećenja. Prva eksperimentalno grupa će u treningu koristiti dugačke elastične gume koje vuku šipku na dole približno konstantnom silom, što predstavlja gravitacionu vrstu opterećenja. Ovakva vrsta opterećenja je skoro lišena inercione komponente, jer je masa guma zanemarljiva. Druga eksperimentalna grupa treniraće sa šipkom na kojoj će se nalaziti tegovi. Pošto tegovi imaju masu, stavljanje tegova na šipku omogućiće delovanje i gravitacione i inercione komponente opterećenja (kombinovana vrsta opterećenja). I konačno, treća eksperimentalna grupa treniraće sa kombinacijom postavljenih tegova i dugačkih elastičnih guma koje vuku šipku na gore (inerciona vrsta opterećenja). Na taj način je anulirana težina tegova tako da je ostala samo masa, koja prilikom kretanja proizvodi inerciju. Treninzi sa sve tri navedene vrste opterećenja izvodiće se pri intenzitetu koji odgovara masi 40 kg, što bi trebalo u procentualnom smislu da predstavlja od 30 do 50 % od 1RM-a za sve tri grupe ispitanika.

Treninzi izbačaja sa grudi na Smit mašini, biće sprovedeni u 8 nedelja, tri puta nedeljno i biće nadgledani od strane istraživača. Svakom treningu koji će trajati oko sat vremena,

prethodiće standardizovana procedura zagrevanja. Broj serija i ponavljanja izbačaja sa grudi biće sledeći: 6 serija sa 7 ponavljanja u toku prve i druge nedelje, 7 serija sa 7 ponavljanja u toku treće i četvrte nedelje, 8 serija sa 7 ponavljanja u toku pete i šeste nedelje i 9 serija sa 7 ponavljanja tokom sedme i osme nedelje. Periodi odmora između serija trajaće 5 min, dok će pauza između uzastopnih izbačaja trajati oko 5 s. Ispitanici će biti motivisani da izbace šipku najviše moguće. Kontrolna grupa neće biti uključena u proces treninga i biće im naglašeno da zadrže dotadašnji nivo fizičkih aktivnosti, kao i da u toku trajanja studije nemaju naporne treninge koji se odnose na mišiće ruku i ramenog pojasa.

F-V relacija biće izračunata iz individualnih vrednosti F i V dobijenih primenom 8 različitih intenziteta opterećenja. Individualne linearne regresije biće izračunate za svaki set podataka, kao i odgovarajući koeficijent korelacije (r). Regresiona jednačina omogućiće dobijanje parametara F_0 , V_0 i P_{max} . Pored varijabli parametara linearne regresije, pratiće se varijabla P pri sve tri vrste opterećenja, a pri izbačaju intenziteta koji odgovara masi 40 kg. Takođe, biće upoređene vrednosti 1RM-a ispitanika iz sve tri trenažne grupe, pre i nakon procesa treninga.

Za ispitivanje uticaja treninga sa različitom vrstom opterećenja na snagu mišića, biće upotrebljena mešovita analiza varijanse (ANOVA) sa faktorima “grupa” i “opterećenje” za varijable srednje i maksimalne snage (P_{avg} i P_{max}). Analiza će biti sprovedena na apsolutnim razlikama između posttesta i pretesta 3 eksperimentalne grupe. Na rezultatima kontrolne grupe biće urađen t-test za zavisne uzorke, pošto se ne očekuju značajne promene (**H1**). Kako bi se ispitala linearnost F-V relacije, na srednjim vrednostima sile (F_{avg}) i brzine (V_{avg}) biće primenjena linearna regresija (**H2**). Da bi se na osnovu F-V relacije procenili efekti treninga sa različitom vrstom opterećenja na silu, brzinu i snagu, biće upotrebljena mešovita ANOVA sa faktorima “grupa” i “test” na parametrima linearne regresije F_0 , V_0 i P_{max} . U slučaju značajne interakcije, primeniće se LSD *post-hoc* test (**H3**).

Kako bi se ostvarili ciljevi i ispitala opravdanost postavljenih hipoteza, sprovedeno je pilot istraživanje u trajanju od 10 nedelja (uključujući pretest, trening i posttest). U pilot istraživanju primenjeni su protokol i procedure koji će biti primenjeni u glavnom eksperimentu. Treba napomenuti da je svaki od 3 ispitanika koji je bio uključen u pilot istraživanje trenirao 8 nedelja sa jednim od navedenih vrsta opterećenja. Dobijeni nalazi idu u prilog postavljenim hipotezama, na osnovu čega se može pretpostaviti da postoji visoka naučna opravdanost predloženog istraživanja.

Stanje naučnog područja u kome se radi doktorska disertacija

Uloga mišića u lokomotornom sistemu čoveka je veoma značajna, a naročito u sportu, medicini i rehabilitaciji. U velikom broju radova istraživana je $F-V$ relacija. Ipak, o mehaničkim osobinama mišića ne zna se dovoljno, posebno o selektivnim efektima treninga sa različitim vrstama opterećenja.

I pored značajnih rezultata, još uvek nije poznato koje vrste opterećenja značajnije utiču na razvoj pojedinih mehaničkih osobina mišića (sile, snage i brzine). Posebno se ne zna kako različite komponentne opterećenja (gravitaciona i inerciona) utiču na izabrane karakteristike mišića. Bez obzira na dosadašnja ispitivanja $F-V$ relacije u složenim balističkim pokretima još uvek nije utvrđena osetljivost parametara $F-V$ relacije, kao ni parametara P_{max} ni a na efekte treninga.

Svako od ovih opterećenja, po sebi, utiče različito na šeme mišićne aktivacije i kinetičke šeme pokreta pa je, u sklopu određivanja metodološki prihvatljivih parametara $F-V$ relacije, potrebno utvrditi odgovarajuću vrstu opterećenja koja može biti primenjivana u rutinskim testiranjima mehaničkih osobina mišića.

Očekivani naučni doprinosi i njihova primena u praksi

Unapređenje mehaničkih osobina mišića u specifičnim uslovima treniranja je poznat i veoma važan problem u treningu, rekreaciji i rehabilitaciji. Rezultati ove studije bi trebalo da doprinesu optimizaciji primenjenih opterećenja, a sve u cilju unapređenja onih mehaničkih osobina mišića koje su od važnosti za određenog sportistu, rekreativca ili rekonvalescenta. Utvrdiće se kakve su specifičnosti adaptacije mišićnog sistema na različite vrste opterećenja koje su svakodnevno prisutne pri čovekovom kretanju, ali nisu dovoljno proučene.

Drugi potencijalni značaj ogleđa se u novom i značajnom nalazu koji se odnosi na mehanizme poboljšanja ispoljavanja snage kroz povećano ispoljavanje sile i brzine, a sve u zavisnosti od primenjenog trenažnog opterećenja. Dakle, proceniće se efekti treninga zasnovanog na gravitacionoj, inercionoj vrsti opterećenja i njihovoj kombinaciji, na osnovne mehaničke osobine mišića kao što su sila, brzina i snaga.

Sa metodološkog aspekta, najznačajniji nalaz bi mogao biti taj da je linearni $F-V$ model dobijen iz više primenjenih intenziteta opterećenja, dovoljno osetljiv da detektuje treningom prouzrokovana poboljšanja sile, brzine i snage. Očekivani rezultati bi pokazali da se primenjeni model može rutinski koristiti za evaluaciju mehaničkih osobina mišića relevantnih za uspešnost ne samo u sportu, već i u svakodnevnom životu. Takođe, ovakvi rezultati bi stvorili mogućnost za kreiranje novih metoda u praćenju efekata treninga, uz pomoć kojih bi se na jednostavan

način došlo do sveobuhvatnijih i kvalitetnijih informacija o efektima primenjenog procesa treninga.

Obrazlaganje problema, određivanje cilja, formulisanje hipoteza i razrada metodoloških uslova istraživanja pretežno je zasnovano na istraživanjima publikovanim u međunarodnim naučnim časopisima. Bibliografske jedinice (144) su korektno navedene u tekstu i u spisku literature.

Predlog mentora, saglasnost mentora i spisak njegovih radova

S obzirom na prirodu problema kojim se kandidat bavi u obrazloženju teme doktorske disertacije, kao i s obzirom na saradnju u toku pripreme istraživanja, predlažemo da mentor u realizaciji projekta doktorske disertacije bude redovni profesor dr Slobodan Jarić.

Redovni profesor dr Slobodan Jarić ispunjava uslove predviđene Standardima za akreditaciju studijskih programa doktorskih studija i saglasan je da, po predloženoj temi, bude mentor u realizaciji doktorske disertacije Saše Đurića.

Prilažemo spisak radova koji su usko vezani za temu predloženog istraživanja, a koje je profesor Slobodan Jarić objavio u međunarodnim naučnim časopisima tokom poslednje 3 godine:

1. Zivkovic MZ, Djuric S, Cuk I, Suzovic D, **Jaric S.** A simple method for assessment of muscle force, velocity, and power producing capacities from functional movement tasks. *J Sports Sci.* 2016 Aug 19;1-7. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 27541062.
2. Cuk I, Mirkov D, Nedeljkovic A, Kukolj M, Ugarkovic D, **Jaric S.** Force-velocity property of leg muscles in individuals of different level of physical fitness. *Sports Biomech.* 2016 Jun;15(2):207-19.
3. **Jaric S.** Two-Load Method for Distinguishing Between Muscle Force, Velocity, and Power-Producing Capacities. *Sports Med.* 2016 Nov;46(11):1585-1589.
4. Djuric S, Cuk I, Sreckovic S, Mirkov D, Nedeljkovic A, **Jaric S.** Selective Effects of Training Against Weight and Inertia on Muscle Mechanical Properties. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016 Oct;11(7):927-932.
5. García-Ramos A, **Jaric S,** Padial P, Feriche B. Force-Velocity Relationship of Upper Body Muscles: Traditional Versus Ballistic Bench Press. *J Appl Biomech.* 2016 Apr;32(2):178-85.
6. Feeney D, Stanhope SJ, Kaminski TW, Machi A, **Jaric S.** Loaded Vertical Jumping: Force-Velocity Relationship, Work, and Power. *J Appl Biomech.* 2016 Apr;32(2):120-7.
7. Sreckovic S, Cuk I, Djuric S, Nedeljkovic A, Mirkov D, **Jaric S.** Evaluation of force-velocity and power-velocity relationship of arm muscles. *Eur J Appl Physiol.* 2015 Aug;115(8):1779-87.
8. **Jaric S.** Force-velocity Relationship of Muscles Performing Multi-joint Maximum Performance Tasks. *Int J Sports Med.* 2015 Aug;36(9):699-704.

9. Ranisavljev I, Ilic V, Markovic S, Soldatovic I, Stefanovic D, **Jaric S.** The relationship between hip, knee and ankle muscle mechanical characteristics and gait transition speed. Hum Mov Sci. 2014 Dec;38:47-57.
10. Cuk I, Markovic M, Nedeljkovic A, Ugarkovic D, Kukolj M, **Jaric S.** Force-velocity relationship of leg extensors obtained from loaded and unloaded vertical jumps. Eur J Appl Physiol. 2014 Aug;114(8):1703-14.

Mišljenje i predlog Komisije

Doktorska disertacija Saše Đurića usmerena je na istraživanje efekata treninga sa različitim vrstama opterećenja na mehaničke osobine mišića. Tema je formulisana na osnovu pažljive analize obimnog bibliografskog materijala. Istraživanje ovog problema predviđeno je u uslovima vršenja balističkih pokreta, pri čemu korišćenje različitih vrsta opterećenja jednakog inteziteta obezbeđuje dobijanje selektivnih efekata na mehaničke osobine mišića.


Problem istraživanja detaljno je obrazložen, a cilj i hipoteze jasno su formulisani. Predviđene metode u istraživanju omogućavaju realizaciju postavljenog cilja istraživanja.

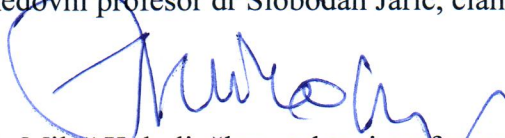
Istraživanje će omogućiti nova, metodološki zasnovana, znanja u odnosu na mogućnost razvoja sile, snage i brzine, kao motoričkih sposobnosti. Pravilnim selektivnim korišćenjem izabраних komponentni opterećenja omogućiće se efikasnije programiranje trenažnih efekata kako u sportu i rekreaciji, tako i u procesima rehabilitacije. Rezultati istraživanja će imati neposrednu primenu u daljim istraživanjima mehaničkih osobina mišića – po osnovu određenja osetljivosti na efekte treninga parametara krive sila-brzina i snaga-brzina.

Predlažemo da Nastavno-naučno veće prihvati Izveštaj komisije i Veću naučnih oblasti društveno-humanističkih nauka uputi odluku kojom se odobrava tema doktorske disertacije Saše Đurića pod naslovom “UTICAJ TRENINGA SA RAZLIČITIM VRSTAMA OPTEREĆENJA NA MEHANIČKE OSOBINE MIŠIĆA“

U Beogradu, 26.01.2017. godine

Članovi Komisije:


Redovni profesor dr Slobodan Jarić, član, FSFV


Dr Miloš Kukolj, član, redovni profesor u penziji


Redovni profesor dr Aleksandar Nedeljković, član, FSFV



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ivan Ćuk', with a long horizontal flourish extending to the right.

Doc. dr Ivan Ćuk, član, Visoka sportska i zdravstvena
škola, Beograd.