

FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Beograd, 25. maj 2016. god.

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FAKULTETA

PREDMET: Referat o pregledu i oceni završene doktorske disertacije kandidata mr Bojana Rakojevića, pod naslovom „Efekti brzine izvođenja i širine mete na ostvarenu preciznost šuta u fudbalu“

Na šesnaestoj sednici Nastavno-naučnog veća Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu koja je održana 19. maja 2016, a u skladu sa članom 29. i 30. Statuta Fakulteta, doneta je Odluka da se formira Komisija za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata mr Bojana Rakojevića, pod naslovom „Efekti brzine izvođenja i širine mete na ostvarenu preciznost šuta u fudbalu“ (Odluka 02-br. 2285-15 od 20.5.2016.). Komisija je formirana u sledećem sastavu:

1. Doc.dr Vladimir Mrdaković, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu
2. Red.prof. dr Duško Ilić, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu
3. Doc.dr Bojan Leontijević, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu
4. N.sar.dr Predrag Božić, Zavod za sport i medicinu sporta Republike Srbije

Na osnovu podnete dokumentacije Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

Mr Bojan Rakojević je profesor fizičkog vaspitanja u O.Š. „Luka Simonović“ u Nikšiću. Rođen je 25.10.1980. god. u Nikšiću. Diplomirao je 2005.god. na Fakultetu fizičke kulture u Nikšiću na temu: „Razlike motoričkih sposobnosti fudbalera omladinskog uzrasta i učenika srednje škole“. Magistrirao je na Fakultetu sporta i fizičkog vaspitanja u Beogradu na temu: „Uticaj specifičnih fudbalskih sposobnosti na uspešnost fudbalera omladinskog uzrasta“.

Svoja naučna i stručna usavršavanja realizovao je u okviru Nacionalne sportske akademije „Vassil Levski“ Sofija i Instituta za sport Olimpijskog komiteta Italije (*CONI Servizi*) Rim.

Od 2005.god. zaposlen je u O.Š. „Luka Simonović“, u Nikšiću, na mestu nastavnika fizičkog vaspitanja. Sa fudbalskom, košarkaškom i rukometnom školskom sekcijom osvaja

je brojna prva i druga mesta na državnim takmičenjima, za šta je 2011.god. nagrađen posebnim priznanjem od strane Crnogorskog Sportskog školskog saveza za „izuzetan doprinos razvoju školskog sporta“. Od 2008.god. do 2011.god. radio je kao kondicioni trener seniorske ekipe karate kluba „Budućnost“ iz Podgorice, koji su u tom periodu osvojili brojne medalje na Evropskim i Svetskim takmičenjima. Aktivno se bavio fudbalom, skijanjem i ronjenjem. Posедуje međunarodne licence instruktora ronjenja i skijanja.

Pregledom dosadašnjih kandidatovih stručnih i naučnih publikacija uočava se da je predmet interesovanja kandidata usmeren na izučavanje sposobnosti fudbalera različitog uzrasta. Pored diplomskog i magistarskog rada koji su iz oblasti fudbala, kandidat je takođe objavio nekoliko stručnih i naučnih radova:

Rakojević B. *Identifikacija talenata u fudbalu*, Crnogorska sportska akademija, 2008.

Rakojević B. *Uticao treninga na razlike motoričkih sposobnosti učenika srednje škole i fudbalera omladinskog uzrasta*, Crnogorska sportska akademija, 2011.

Rakojević B, Leontijević B, Janković A. *Procena stepena diskriminativnosti testova udarca na gol primenjenih na fudbalerima omladinskog uzrasta*, Godišnjak FSFV, 2015.god.

Rakojević B, Mrdaković V. *Uticao različitih faktora na ispoljavanje brzine i preciznosti kod udarca lopte prednjim delom stopala*, Pokrajinski zavod za sport, 2015.god.

Rakojević B, Leontijević B, Janković A. *Validizacija testova za procjenu brzine vođenja lopte kod fudbalera omladinskog uzrasta*, (priređen i poslat na objavljivanje). Fizička kultura 2016.god.

2. Struktura doktorske disertacije i pregled po poglavljima

U strukturi podnete doktorske disertacije uočavaju se standardna poglavlja koja su definisana i naslovljena kroz sledeće celine: 1. Uvod; 2. Teorijski okviri rada; 3. Problem, predmet, cilj i zadaci istraživanja; 4. Hipoteze istraživanja; 5. Metode istraživanja; 6. Rezultati; 7. Diskusija; 8. Zaključak i Literatura. Predložena doktorska disertacija je sadrži stodvadeset i jednu (121) stranu, trideset dve (32) slike (grafičkih prikaza i ilustracija) i četiri (4) tabele sa obrađenih devedeset šest (96) bibliografskih jedinica. Adekvatno je struktuiran, sa dobro izbalansiranim i preglednim poglavljima i potpoglavljima.

3. Pregled i ocena teorijske osnove istraživanja i istraživačke ideje

U uvodnom delu i teorijskim okvirima rada kandidat obradom različitih bibliografskih izvora, kao i kroz analize pokreta zasnovane na teorijama i modelima motorne kontrole, temeljno pojašnjava važnost ispitivanja relacije između ispoljene brzine i ostvarene preciznosti izvedenog pokreta. Na osnovu broja obrađenih bibliografskih jedinica, jasno se uočava akutelnost i zastupljenost istraživanja koja za cilj imaju da opišu određene mehanizme kontrole na osnovu kojih čovek međusobno razmenjuje ispoljavanje preciznosti i brzine pokreta tj. kako zahtev za izvođenje preciznijeg pokreta utiče na promenu brzine, i obrnuto, kako zahtev za izvođenje bržeg pokreta utiče na ostvarenu preciznost. Kako je u dosadašnjoj literaturi ova oblast istraživanja tretirana u okviru različitih jednozglobnih i višezglobnih

pokreta ruku, kandidat je u okviru ove disertacije ovu oblast istraživao u okviru višezglobnih balističkih pokreta koji se izvode nogom, tj. na osnovu šuta prednjim delom stopala - *instep* udarac. U teorijskim okvirima rada obrađena je literatura koja jasno ukazuje da je nivo performanse izvedenog šuta u fudbalu određen sa dve najvažnije varijable, brzina šuta i preciznost šuta, čime se dodatno opravdava uvođenje ovog kretnog zadatka za potrebe istraživanja fenomena razmene brzine i tačnosti.

Na osnovu obrađene literature, kandidat izdvaja sve važne faktore koji utiču na međusobnu relaciju ispoljene brzine i preciznosti pokreta, i deduktivnim pristupom izdvaja potencijalno najvažnije faktore koje bi uticali na modulaciju ispoljene brzine, odnosno ispoljene preciznosti. U okviru najvažnijih faktora ističu se instrukcije motornog zadatka koje mogu imati različite zahteve za preciznost, odnosno brzinu izvedenog pokreta. Prve egzaktno postavke koje su definisale ovaj odnos brzine i preciznosti izvedenog pokreta dati su u okviru *Fitsovog zakona* prema kojem je pokazano da trajanje pokreta linearno raste s indeksom težine, gde je indeks težine obrnuto proporcionalan širini mete. Prema tim teorijskim zakonitostima, a i na osnovu analize određenih istraživanja, kandidat je predvideo da bi instrukcije koje bi imale najveći akcenat na precizno izvođenje šuta (tj. povećale indeks težine motornog zadatka) uticale na produženo trajanje pokreta tj. smanjenje brzine pokreta, kao i obrnuto. Sa tim u vezi izdvojen je jedan od najvažnijih faktora koji bi trebalo da utiče na međusobnu relaciju ispoljene preciznosti i brzine izvedenog šuta, a odnosi se na instrukcije zadate ispitanicima koje imaju dominantan akcenat na preciznost ili na brzinu pokreta, i koji se kao eksperimentalni faktor istraživao u okviru primenjene metodologije.

Takođe, u okviru teorijskih okvira rada dodatno je istaknuta važnost vizuelnog efekta pri formiranju percepcije o težini motornog zadatka koji treba da se izvede. Vizuelne informacije predstavljaju jedne od glavnih informacija na osnovu kojih centralni nervni sistem programira određeni pokret i izdaje naredbu nižim nivoima upravljanja da dati pokret optimalno izvedu. Uticaj dostupnosti vizuelnih informacija prikazan je u studijama u kojima je akcenat bio na preciznom izvođenju pokreta ili kada je tolerancija greške bila mala. Ovim studijama je dokazano da dostupnost vizuelnih informacija utiče na duže trajanje pokreta u odnosu na situacije kada su vizuelne informacije eliminisane na početku pokreta. Daljom teorijskom analizom se može zaključiti da produženo trajanje pokreta vodi ka većoj preciznosti, ali istovremeno i smanjenoj brzini izvedenog pokreta. Na osnovu interpretacije važnosti vizuelnih efekata na ispoljavanje motornih programa, u okviru opisivanja teorijskih osnova problema istraživanja izvedena je pretpostavka da bi i različita vizuelna predstavka mete (mete različite širine) trebalo da ima uticaja na indeks težine motornog zadatka, a samim tim i na ispoljenu preciznost, odnosno brzinu šuta. Time je dodatno obrazložen još jedan od važnih eksperimentalnih faktora koji će se u okviru metodologije rada ispitivati u kontekstu brzine i preciznosti šuta u fudbalu.

Predmet, ciljevi i zadaci istraživanja

Ističemo kao važno da je kandidat na osnovu pomenutih faktora, koji imaju najveći uticaj na ispoljavanje brzine i preciznosti pokreta, profilisao i jasno usmerio predmet istraživanja na faktore koji u najvećoj meri određuju ovaj odnos, čime čvrsto povezuje teorijske okvire i eksperimentalnu postavku rada koja je dalje razrađena u okviru

metodologije istraživanja. Predmet istraživanja u generalnom smislu je definisan kao ispitivanje odnosa brzine i preciznosti izvođenja šuta u fudbalu. Ova relacija je analizirana u kontekstu uticaja instrukcija za izvođenje udarca po lopti koje određuju brzinu i preciznost realizovanog udarca, kao i u kontekstu uticaja širine mete u koju se gađa. Takođe, predmet istraživanja je i procena uticaja trenažnog programa za razvoj brzine i trenažnog programa za unapređenje preciznosti, na odnos ispoljene brzine i preciznosti šuta u fudbalu.

Na bazi izdvojenog problema istraživanja kandidat postavlja jasne ciljeve istraživanja. Prvi cilj istraživanja je bio da se definiše međuzavisnost brzine udarca po lopti i ispoljene preciznosti. Drugi cilj istraživanja predstavljao je utvrđivanje optimalne brzine izvođenja za realizaciju najbolje preciznosti šuta, a uže definisan cilj je kako instrukcije koje za cilj imaju gradiranje brzine izvođenja utiču na ispoljenu preciznost šuta. Treći cilj istraživanja je da se definiše kako trenažni metod za razvoj brzine i trenažni metod za razvoj preciznosti šutnute lopte utiču na brzinu i preciznost izvedenog udarca.

Saglasno ciljevima istraživanja određeni su zadaci istraživanja kojima je određeno izvođenje tri eksperimenta. Prvim eksperimentom se procenjivao uticaj veličine mete i uticaj instrukcije za izvođenje udarca po lopti u kontekstu brzine i preciznosti realizovanog udarca na rezultate ispoljene brzine i preciznosti šutnute lopte. Drugim eksperimentom se procenjivao uticaj instrukcije za gradiranje brzine na ispoljenu preciznost šuta, pa se na taj način odredio optimalan odnos brzine izvođenja i preciznosti. Trećim eksperimentom se izvršila procena uticaja trenažnog metoda za razvoj brzine udarca i trenažnog metoda za razvoj preciznosti na rezultate ispoljene brzine i preciznosti šutnute lopte.

Hipoteze istraživanja

Na osnovu teorijskih okvira rada, predmeta, cilja i zadataka istraživanja, u okviru disertacije je definisano šest hipoteza:

H₁ - Pretpostavlja se da će faktor *instrukcija* imati značajan efekat na preciznost šutnute lopte,

H₂ - Pretpostavlja se da će faktor *instrukcija* imati značajan efekat na brzinu šutnute lopte,

H₃ - Pretpostavlja se da će faktor *veličina mete* imati značajan efekat na rezultate preciznosti šutnute lopte,

H₄ - Pretpostavlja se da će faktor *veličina mete* imati značajan efekat na rezultate brzine šutnute lopte,

H₅ - Pretpostavlja se da će trenažni program za razvoj brzine imati uticaj na unapređenje brzine šutnute lopte,

H₆ - Pretpostavlja se da će trenažni program za razvoj preciznosti imati uticaj na unapređenje preciznosti šutnute lopte.

(Napomena. Faktor *instrukcija* uključuje dva modalitet: instrukcija za brzo izvođenje i instrukcija za precizno izvođenje. Faktor *veličina mete* uključuje dve različite dimenzije mete: 50×50 cm i 150×150 cm)

4. Pregled i ocena primenjene metodologije rada

U okviru doktorske disertacije realizovana su tri eksperimenta. Prvi i drugi eksperiment se realizovao na osnovu transverzalnog eksperimentalnog modela, dok je treći eksperiment realizovan longitudinalnim eksperimentalnim modelom.

U cilju procene preciznosti šuta definisane su sledeće zavisne varijable:

- Srednja radijalna greška (SRG), preko koje je vršena procena apsolutne preciznosti (izražena u centimetrima),
- Bivarijantna varijabilna greška (BVG), preko koje je vršena procena konzistentnosti (izražena u centimetrima),
- Centroidna radijalna greška (CRG), preko koje je vršena procena odstupanja (izražena u centimetrima),
- Odstupanje po horizontalnoj x osi (X), (izražena u centimetrima),
- Odstupanje po vertikalnoj y osi (Y), (izražena u centimetrima),

U cilju procene brzine šuta definisane su sledeće zavisne varijable:

- Brzina šutnute lopte (V), izražena u kilometrima na čas (km/h),
- Relativna brzinu šuta (V_{rel}), izražena u procentima (%).

Neophodno je napomenuti da su u dvodimenzionalnom koordinatnom sistemu računane SRG , CRG i BVG , a u jednodimenzionalnom koordinatnom sistemu računane su greške odstupanja po x i y osi. Ukoliko se napravi analogija sa greškama koje se prate u jednodimenzionalnom sistemu, SRG bi predstavljala apsolutnu grešku, BVG varijabilnu grešku i CRG konstantnu grešku.

Kontrolne zavisne varijable kod sva tri eksperimenta bile su:

- telesna visina (TV),
- telesna težina (TT),
- brzina lopte pri izvođenju maksimalno brzog udarca (B_{max}).

Eksperiment 1: Efekti instrukcije i veličine mete na brzinu i preciznost *instep* udarca

U okviru prvog eksperimenta (transverzalni model) ispitan je efekat instrukcije za izvođenje udarca i širine mete u koju se gađa, na zavisne varijable preciznosti i brzine udarca. Kako bi se ispitaio efekat brzine izvođenja i širine mete, izdvojeni su osnovni eksperimentalni faktori: faktor *instrukcija* sa dva modaliteta tj. dve različite instrukcije (instrukcija za brzo izvođenje udarca u centar mete i instrukcija za precizno izvođenje udarca u centar mete) i faktor *veličina mete* sa svoja dva modaliteta (50×50 cm i 150×150 cm).

U ovoj studiji učestvovalo je 33 ispitanika. Ispitanici su bili muškog pola, prosečnog uzrasta 15 godina ($\pm 0,9$), prosečne visine 168,5 cm ($\pm 7,2$) i prosečne težine 55,5 kg ($\pm 5,5$). Kako bi se realizovali ciljevi ovoga eksperimenta, definisane su varijable koje su podeljene na nezavisne, zavisne i kontrolne.

Ekspiriment 2: Efekat brzine izvođenja *instep* udarca na ostvarenu preciznost

U okviru drugog eksperimenta (transverzalni model) ispitan je uticaj faktora *instrukcija za gradiranje brzine izvođenja* na ispoljavanje preciznosti. Cilj ovoga eksperimenta je bio da se odrede optimalne brzine izvođenja pri kojoj je greška najmanja, odnosno preciznost najbolja. Protokolom eksperimenta predviđeno je pet različitih instrukcija koje su za cilj imale da gradiraju brzinu izvođenja šuta: pogoditi centar mete sporim udarcem (B1), pogoditi centar mete sa nešto bržim udarcem (B2), pogoditi centar mete sa maksimalno brzim udarcem (B3), pogoditi centar mete sa maksimalno brzim udarcem sa sekundarnim akcentom na preciznost (B4), izvesti maksimalno brz udarac usmjeren ka meti (B5).

U ovoj studiji je učestvovalo 13 ispitanika, muškog pola, prosečnog uzrasta od 15 godina ($\pm 1,6$), visine 180,4 cm ($\pm 5,1$) i težine 70,3 kg ($\pm 5,8$).

Ekspiriment 3: Efekti specifične trenažne obuke za razvoj brzine i za razvoj preciznosti *instep* udarca na brzinu i preciznost izvođenja

U okviru trećeg eksperimenta (longitudinalni model) ispitan je efekat kratkotrajnih jednonedeljnih trenažnih metoda koji su tokom tog perioda dominantno potencirali razvoj preciznosti, odnosno brzine udarca, na praćene zavisne varijable preciznosti i brzine udarca. Kako bi se ispitao efekat ovih trenažnih metoda formirane su tri grupe ispitanika (grupa koja je dominantno uvežbavala brzinu udarca - grupa B, grupa koja je dominantno uvežbavala preciznost udarca - grupa P i kontrolna grupa koja je realizovala jedino svoje standardne trenažne procedure - grupa K). Vredno je napomenuti da je kandidat na osnovu biomehničke analize *instep* udarca i osnovnih teorijskih zakonitosti razmene brzine i tačnosti, analitički sagledao i dizajnirao različite instrukcije koje bi dominantno trebalo da potenciraju razvoj brzine, odnosno preciznosti.

Ispitanici su na inicijalnom i finalnom testiranju izveli testiranja sa dva različita motorna zadatka: izvesti primarno precizan udarac u centar mete sa sekundarnim akcentom na brzini izvođenja (P udarac) i izvesti primarno brz udarac sa sekundarnim akcentom na preciznost izvođenja udarca (B udarac).

U studiji je učestvovalo 26 ispitanika, od kojih su se formirale dve eksperimentalne grupe i jedna kontrolna grupa. Svi ispitanici su bili podeljeni u tri eksperimentalne grupe i to: grupu za razvoj brzine, grupu za razvoj preciznosti i kontrolnu grupu. Ispitanici iz grupe za brzinu (10 ispitanika) su bili prosečne visine 165 cm ($\pm 9,5$) i prosečne težine 53,1 kg ($\pm 8,8$). Ispitanici iz grupe za preciznost (9 ispitanika) bili su prosečne visine 172 cm ($\pm 3,8$) i prosečne težine 58,6 kg ($\pm 5,2$). Ispitanici iz kontrolne grupe (7 ispitanika) su bili prosečne visine 166 cm ($\pm 6,8$) i prosečne težine 52,3 kg ($\pm 6,7$).

Metod prikupljanja i obrade podataka

Kandidat je za potrebe sprovođenja eksperimenata koristio standardne eksperimentalne metode prikupljanja podataka koje su svoju pouzdanost i validnost dokazala u prethodnim istraživanjima. Pored standardnih metoda prikupljanja podataka namenski je za potrebe istraživanja razvijena softverska aplikacija za procenu položaja lopte u koordinatnom

sistemu. Takođe, konstruisana je posebna meta koja je omogućavala da se uvedu različiti modaliteti veličina meta i da se na adekvatan način očitaju položaji lopte u koordinatnom sistemu. Konstruisanje novih metoda za prikupljanje podataka ukazuju na angažovan pristup kandidata u sprovođenju zadataka istraživanja čime su se stvorili uslovi da se na olakšan način nastave istraživanja iz ove problematike.

Za procenu brzine lopte korišćen je ručni radar za procenu brzine kretanja rekvizita (*Sports Radar Speed Gun SR3600, Homosassa, Fl, SAD*).

Za procenu preciznosti tj. položaja lopte u odnosu na centar mete razvijena je multiplatformska aplikacija u programskom jeziku *Java* u cilju što lakšeg i preciznijeg određivanja položaja i veličine otiska lopte pri njenom kontaktu sa metom. Svaki udarac je prvo snimljen kamerom visoke rezolucije (*Canon EOS, Japan*). Svrha aplikacije je da se na nizu slika koje su načinjene u trenucima kontakta lopte sa zidom, odrede koordinate centra kontakta u koordinatnom sistemu definisanom referentnim tačkama na zidu (tačke moraju biti vidljive na slici). Da li će koordinate kontakta biti određene tačno u trenutku kontakta lopte i zida ili neposredno nakon toga (ako je otisak vidljiv), zavisi od procene eksperimentatora, odnosno operatera i na njemu je da odabere povoljniji trenutak, tj. sliku. Zadavanje položaja referentnih tačaka za mapiranje koordinata (između koordinatnog sistema slike i realnog koordinatnog sistema) i otiska lopte, odnosno njenog otiska, izvodile su se ručno jer bi automatsko prepoznavanje položaja markera i položaja otiska lopte bilo veoma algoritamski zahtevno uz neizostavnu vizuelnu proveru i eventualne korekcije od strane operatera. Rad u aplikaciji se odvijao kroz formiranje i vođenje projekta. Projekat se sastoji od niza slika, ne nužno iste veličine. Za svaku od njih, definišu se položaji markera za mapiranje koordinatnog sistema, kao i marker položaja otiska lopte. Ukoliko su uzastopne slike snimljene istom kamerom, sa istog mesta i sa istim zumom, markere za mapiranje koordinatnog sistema je dovoljno definisati samo za prvu sliku u nizu jer ih sve ostale nasleđuju. Pri svakom redefinisavanju početnih lokacija markera koordinatnog sistema, ili markera lopte, korisniku se automatski u statusnoj liniji prikazuje informacija o tome da li su njihovi položaji validni. Na kraju, rezultate je moguće snimiti u tekstualni fajl u formatu koji je pogodan za dalju obradu u drugim softverima.

U eksperimentalnim postavkama su se koristile mete u obliku kvadrata stranica 50×50 cm i 150×150 cm, napravljene od sunđera debljine 5mm i širine stranica 5cm, koje su bile postavljene na ram sastavljen od drvene ploče, sunđera i od memorijske pene, koji je bio pričvršćen za zid. Ram je konstruisan na taj način što je na zidu bila postavljena šper ploča 4 m širine, 2 m visine i debljine 2 cm, preko koje su nalepljeni sunđer debljine 5 cm i memorijska pena debljine 3 cm. Ovako slojevito napravljena podloga omogućila je nešto duže zadržavanje otiska lopte koje je bilo važno kako bi se u daljoj analizi lakše odredio trenutak kontakta lopte i mete pomoću video kamere.

Statistička obrada podataka

Kandidat je u skladu sa dizajniranim eksperimentima koristio adekvatne statističke procedure. Sve primenjene statističke analize su usaglašene prema postavljenim hipotezama, pa možemo sa sigurnošću da tvrdimo o potvrđivanju ili odbacivanju pretpostavki koje su bile izvedene za potrebe ove disertacije.

U okviru sva tri eksperimenta za potrebe deskriptivne analize korišćene su reprezentativne mere prosečnih vrednosti i standardnih devijacija i rezultati ovih analiza su predstavljeni grafički. Normalnost distribucije rezultata je analizirana *Shapiro-Wilk* testom.

Za komparativnu statističku analizu korišćena je Analiza varijanse (ANOVA) sa svojim različitim modalitetima i rezultati ovih analiza su predstavljeni tabelarno. U eksperimentu broj 1, korišćena je ANOVA sa ponovljenim merenjima u kojima je ispitivan efekat dva faktora: faktor *instrukcija* i faktor *veličina mete*. U eksperimentu broj 2, korišćena je ANOVA sa ponovljenim merenjima u kojima je ispitivan efekat jednog faktora: faktor *instrukcija za gradiranje brzine*. U eksperimentu broj 3 korišćena je kombinovana ANOVA sa ponovljenim merenjima u kojima je ispitivan efekat faktora *instrukcija*, kao efekti faktora *grupe* (grupa za brzinu, grupa za preciznost i kontrolna grupa) i faktora *test* (inicijalno i finalno merenje).

Univerzalno za sve eksperimente i za svaku grupu varijabli prvo je utvrđivana pretpostavka sferičnosti rezultata pomoću *Mauchly's* testa. U slučajevima kada pretpostavka o sferičnosti nije bila zadovoljena, tj. kada su vrednosti *Mauchly's* testa pokazale p vrednosti manje od 0,05 korišćena je *Greenhouse-Geisser* korekcija za df i F vrednosti.

Kada je ANOVA pokazala značajan uticaj nekog od faktora, izvedene su naknadne analize u cilju određivanja razlika između različitih nivoa unutar jednog faktora uz pomoć *Bonferroni* post hoc testa. Takođe, u slučajevima kada je ANOVA pokazala značajan uticaj interakcije dva ili tri faktora na neku od praćenih varijabli, pristupilo se analizi jednostavnih uticaja u okviru kojeg je analiziran uticaj jednog faktora za svaki nivo drugog faktora posebno. Sve post hoc analize su interpretirane u okviru teksta u poglavlju Rezultati.

Sve navedene statističke analize su odrađene u programu za statističku obradu rezultata *SPSS 17*. Vrednosti $p < 0.05$ su odabrane za utvrđivanje nivoa statističke značajnosti.

5. Pregled i ocena dobijenih rezultata istraživanja

U okviru poglavlja Rezultati i Diskusija predstavljeni su i interpretirani dobijeni rezultati za svaki eksperiment posebno. Rezultati deskriptivne analize su prikazani grafički, rezultati ANOVA analize tabelarno, dok su rezultati post hoc analiza predstavljeni u okviru teksta, i svi podaci se nalaze u okviru poglavlja Rezultati. Interpretacija rezultata je predstavljena u okviru poglavlja Diskusija. Autor doktorske disertacije je i u okviru poglavlja Rezultati, i u poglavlju Diskusija izdvojio podoblasti u okviru kojih su predstavljeni i analizirani rezultati. Te podoblasti su naslovljene na sledeći način: a) Efekti instrukcije i veličine metena brzinu i preciznost *instep* udarca; b) Efekat brzine izvođenja *instep* udarca na ostvarenu preciznost; c) Efekat specifične trenažne obuke za razvoj brzine i za razvoj preciznosti *instep* udarca na brzinu i preciznost izvođenja. Analiza dobijenih rezultata je detaljno urađena sa osvrtom na postojeće teorijske modele i dosadašnjih istraživanja. U poslednjem poglavlju (Zaključci) autor disertacije jasno ističe glavne rezultate sa osvrtom na postavljene hipoteze tj. da li su pretpostavke ostvarene ili ne.

Rezultati istraživanja u eksperimentu 1: Efekti instrukcije i veličine mete na brzinu i preciznost *instep* udarca

Najbitniji rezultati prvog eksperimenta ukazuju na sledeće: (1) faktor *veličina mete* značajno utiče na *BVG* kao meru konzistentnosti udarca, u smislu da se pogađanjem manjih meta ostvaruje bolja konzistentnost; (2) faktor *veličina mete* utiče na ispoljavanje brzine udarca tako što se kod pogađanja meta većih dimenzija ostvaruje veća brzina; (3) faktor *instrukcija* utiče na varijable brzine (*V*, *Vrel*) tako što se kod instrukcija za precizno izvođenje udarca brzina lopte smanjuje u poređenju sa ostvarenom brzinom lopte pri instrukciji za brzo izvođenje udarca; (4) faktor *instrukcija* utiče na mere preciznosti (*SRG*, *X* i *BVG*) tako što se kod instrukcije za precizno izvođenje ostvaruje manja greška u poređenju sa greškama kod udaraca instrukcijom za brzo izvođenje.

Rezultati istraživanja u eksperimentu 2: Efekat brzine izvođenja *instep* udarca na ostvarenu preciznost

Rezultatima drugog eksperimenta se zaključuje da faktor *instrukcija za gradiranje brzine izvođenja* ima uticaj na gradiranje brzina i na ispoljavanje preciznosti. Najprecizniji udarci se osvaruju pri brzini izvođenja od 74,48% od maksimalne, dok se najkonzistentniji udarci ostvaruju pri brzini izvođenja od 61,22% od maksimalne. Najveća greška preciznosti izvođenja *instep* udarca je zabeležena pri brzinama izvođenja većim od 89,68% od maksimalne. Dakle, za ostvarivanje bolje konzistentnosti i preciznosti potrebno je optimizovati brzinu izvođenja.

Rezultati istraživanja u eksperimentu 3: Efekti specifične trenažne obuke za razvoj brzine i za razvoj preciznosti *instep* udarca na brzinu i preciznost izvođenja

Trećim eksperimentom je ispitivan uticaj primenjenog trenažnog programa na varijable brzine i preciznosti *instep* udarca. Jednim trenažnim programom za usavršavanje tehnike izvođenja *instep* udarca nastojano je da se poboljša brzina izvođenja, dok se drugim trenažnim programom, takođe preko usavršavanja tehnike udarca, težilo ka unapređenju preciznosti. Ispitanici su instrukcijom za preciznost ostvarili poboljšanje rezultata *SRG*, *CRG*, *BVG* i *X* na finalnom merenju u poređenju sa inicijalnim, bez obzira na grupu. Važno je istaći da je poboljšanje preciznosti, tj. smanjenje greške praćeno smanjenjem brzine udarca. Shodno tome, zaključuje se da je trenažnim programom ostvarena optimizacija brzine izvođenja koja je u skladu sa ciljem izvođenja *instep* udarca. Nasuprot ostvarenom poboljšanju preciznosti, ispitanici nisu ostvarili poboljšanje brzine, nego je, šta više, zabeleženo smanjenje brzine izvođenja kada se porede inicijalno i finalno merenje. Dakle, glavni nalaz eksperimenta je da razičiti trenažni programi nisu imali efekat na eksperimentalne grupe ispitanika, ali je ipak preciznost izvođenja poboljšana na finalnom merenju u poređenju sa inicijalnim, bez obzira na grupu, što se može pripisati nekom opštem efektu obuke izvođenja *instep* udarca.

Generalni zaključci doktorske disertacije

Upoređujući i kombinujući dobijene rezultate sva tri izvedena eksperimenta autor disertacije zaključuje da se povećanjem brzine izvođenja smanjuje preciznost i obrnuto. Takođe, generalni nalazi podrazumevaju da je na ispoljenu brzinu izvođenja utiče faktor *veličina mete* i faktor *instrukcija*. Kada je akcenat na preciznosti udarca, brzina se optimizuje, tj. najčešće smanjuje, što za rezultat ima smanjenje greške. Pogađanje manjih meta za posledicu ima manju brzinu udarca, ali i povećanje preciznosti i konzistenosti. Dobijeni rezultati su u skladu sa *Fitsovim* zakonom prema kojem manja meta povećava indeks težine izvođenja što za posledicu ima smanjenje brzine izvođenja i povećanje preciznosti pogodaka.

U podnetoj doktorskoj disertaciji postavljeno je šest hipoteza na koje su ovako dizajnirani eksperimenti pružili odgovarajuće odgovore.

Prvom hipotezom (H_1) se pretpostavljalo da će različite instrukcije koje ispitanik dobija uticati na varijable preciznosti, u kontekstu da se pri izvođenju šuta veći akcenat stavlja na preciznost odnosno na brzinu izvođenja. Ova hipoteza je potvrđena imajući u vidu da je kod *instrukcije za precizno izvođenje* ostvarena manja greška u poređenju sa greškama koje su se ostvarile kod *instrukcije za brzo izvođenje* udarca (*SRG*, *X* i *BVG*).

Drugom hipotezom (H_2) se pretpostavljalo da će različite instrukcije koje ispitanik dobija uticati na varijable brzine, tako što će se pri različitim instrukcijama ostvariti različite brzine izvođenja. Saglasno dobijenim rezultatima zaključuje se da je ova hipoteza potvrđena, pošto su veće brzine izvođenja ostvarene kada se glavni akcenat instrukcije odnosio na brzinu u poređenju sa instrukcijom za preciznost. Takođe, rezultati instrukcije za brzinu su pokazali senzitivnost na gradiranje brzina, pa se određenim instrukcijama može postići pravilna distribucija brzina koja se najbolje uočava kada se reaktivizuju ispoljene brzine.

Trećom hipotezom (H_3) je pretpostavljeno da faktor *veličina mete* ima uticaj na ispoljavanje preciznosti, tj. da se pogađanjem različitih veličina mete ostvaruju različiti rezultati varijabli za preciznost. Ova hipoteza je potvrđena, pa se na osnovu dobijenih rezultata zaključuje da se pogađanjem manjih meta ostvaruju bolji rezultati preciznosti mereni preko *SRG*, *CRG* i *BVG* varijabli, u poređenju sa pogađanjem meta većih dimenzija.

Četvrtom hipotezom (H_4) je pretpostavljeno da će faktor *veličina mete* imati uticaj na ispoljavanje brzine. Dobijenim rezultatima konstatuje se da je ova hipoteza potvrđena, odnosno da je faktor *veličina mete* imao uticaj na ispoljavanje brzine šutnute lopte. Preciznije rečeno, pogađanjem meta manjih dimenzija ostvarene su manje brzine lopte, u poređenju sa pogađanjem meta većih dimenzija.

Petom hipotezom (H_5) je pretpostavljeno da će trenažni program za razvoj brzine imati uticaj na unapređenje brzine šutnute lopte. Kako dobijenim rezultatima nije ostvareno poboljšanje brzine šutnute lopte na finalnom testiranju u poređenju sa inicijalnim, konstatuje se da ova hipoteza nije potvrđena.

Šestom hipotezom (H_6) je pretpostavljeno da će trenažni program za razvoj preciznosti imati uticaj na unapređenje preciznosti šutnute lopte. Analizom dobijenih rezultata se zaključuje da nije ostvarena razlika ostvarenih rezultata preciznosti između grupa, na finalnom mjerenju u poređenju sa inicijalnim, pa se konstatuje da ova hipoteza nije potvrđena.

6. Naučni doprinos doktorske disertacije

U teorijskom smislu, rezultati dobijeni u okviru ove eksperimentlne postavke dali su dodatna objašnjenja teorijskom modelu koji objašnjava relaciju brzine izvođenja i ostvarene preciznosti pokreta. Udarac u fudbalu po svom motornom obrascu, predstavlja balistički pokret pa je vredno napomenuti da dobijeni rezultati imaju širi teorijski kontekst i moguće ih je generalizovati na druge oblike kretanja, koji su po strukturi izvođenja slični udarcu u fudbalu.

S obzirom da su se koriste standardne procedure za merenje brzine i preciznosti, veliki značaj istraživanja je u vidu proširivanja baze rezultata iz ove problematike i mogućnost upoređivanja rezultata sa ranijim istraživanjima iz ovog naučnog područja. Komisija ističe da je teorijski značaj ove doktorske disertacije i u unapređenju metodoloških postavki koje su se koristile za procenu varijabli brzine i preciznosti. U ovom delu Komisija posebno ističe angažovanost kandidata u smeru razvijanja posebne softverske aplikacije koja je korišćena u prikupljanju podataka, kao i konstruisanje posebnih meta za potrebe eksperimentalne postavke.

Šut u fudbalu je motorni zadatak koja sa svojim raznolikim modalitetima predstavlja jedan od najzastupljenijih tehničkih elemenata u strukturi fudbalske igre. Utvrđene optimalne brzine šuta u odnosu na ispoljenu preciznost, koje su dobijene u rezultatima ovog istraživanja, mogu dati veliki doprinos u teoriji i praksi istraživanog fenomena, te kao takav može imati i veliki uticaj na optimizaciju procesa učenja i uvežbavanja ovoga fudbalskog elementa. Ispitan uticaj širine mete na ispoljavanje brzine i preciznosti predstavlja korak ka adekvatnijem definisanju vizuelnih predstavki meta u procesu učenja motornih veština.

Poseban naučni doprinos predstavlja sprovedena longitudinalna studija koja je ispitala različite metode obuke šuta koje su bile kratkog trajanja (jedan mikrociklus) na performanse šuta. Iako nije utvrđen efekat ovih metoda na unapređenje brzine i preciznosti šuta, rezultati ove studije daju dalje smernice u određivanju neophodnog broja udarca u okviru trenažnog programa koji može dovesti do pomaka. Takođe, mogu pomoći i u preciznijem definisanju instrukcija za izvođenje motornog zadatka koje su najadekvatnije za unapređenje performanse šuta u procesu usvajanja ove motorne veštine.

7. Zaključak i predlog

Komisija smatra da doktorska disertacija kandidata mr Bojana Rakojevića, podneta pod naslovom „Efekti brzine izvođenja i širine mete na ostvarenu preciznost šuta u fudbalu“, ispunjava sve predviđene naučne i akademske zahteve uzimajući u obzir strukturu i sadržaj disertacije, kao i aktuelnost ispitivanog problema. Kao važno ističe se da teorijska obrada problema istraživanja, eksperimentalna postavka rada, kao i obrada i interpretacija rezultata, sadrže sve bitne istraživačke elemente gde je uočen adekvatan metodološki pristup kandidata u pokušaju da se rasvetli postavljen problem istraživanja. Očekuje se da dobijeni rezultati imaju veliki značaj u tumačenju teorijskih modela u motornoj kontroli u okviru kojih se ispituje odnos ispoljene brzine i ostvarene preciznosti pokreta. Vrednost ovog istraživanja može biti ostvarena i u praktičnom radu tj. u procesu unapređenja određenih motornih veština, imajući u vidu da su se sprovedeli transverzalni i longitudinalni eksperimenti čime su se dodatno ispitale instrukcije u motornom učenju koje adekvatno utiču na poboljšanje performanse šuta u fudbalu.

Na osnovu ukupne ocene disertacije i sagledanog kandidatovog angažovanja, Komisija predlaže da se Referat o pregledu i oceni doktorske disertacije pod nazivom „Efekti brzine izvođenja i širine mete na ostvarenu preciznost šuta u fudbalu“ prihvati, i da se na taj način omogući kandidatu da pristupi javnoj odbrani doktorske disertacije.

Komisija

Beograd,
25. maj 2016.

Doc.dr Vladimir Mrdaković

Red.prof.dr Duško Ilić

Doc.dr Bojan Leontijević

N.sar.dr Predrag Božić