

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

Bobana B. Berjan

**EVALUACIJA USPEŠNOSTI BALISTIČKIH
POKRETA - VARIJABLE ZA PROCENU
PRECIZNOSTI I BRZINE ŠUTA**

doktorska disertacija

Beograd, 2013.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION

Bobana B. Berjan

**EVALUATION PERFORMANCE OF
BALLISTIC MOVEMENTS – VARIABLES FOR
ASSESSMENT THE ACCURACY AND
KICKING VELOCITY**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013.

Informacije o mentoru i članovima komisije

MENTOR:

Dr Miloš Kukolj, redovni profesor

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu, Blagoja Parovića 156,

11030 Beograd, Srbija

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Slobodan Jarić, redovni profesor

Department of Kinesiology and Applied Physiology, University of Delaware, 541 S. College

Ave, Newark, DE 19716, USA

Dr Slađan Milanović, viši naučni saradnik

Institut za medicinska istraživanja, Univerzitet u Beogradu, Dr Subotića 4,

11129 Beograd, Srbija

Datum odbrane: _____

Predgovor

Doktorska disertacija je urađena u okviru projekta pod nazivom „*Evaluacija metoda za procenu uloge mišićnih i neuralnih faktora i njihovih adaptivnih promena u humanoj lokomociji*“, finansiranog od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine, Republike Srbije (evidencioni broj 145082; rukovodilac projekta prof. dr Slobodan Jarić).

Materijal izložen u ovoj disertaciji jednim delom je zasnovan na rezultatima koji su publikovani u časopisu od međunarodnog značaja i koji su predstavljeni na međunarodnim konferencijama:

Berjan Bacvarevic B, Pazin N, Bozic PR, Mirkov D, Kukolj M, Jaric S. EVALUATION OF A COMPOSITE TEST OF KICKING PERFORMANCE. Journal of Strength and Condition Research 26(7): 1945–1952, 2012.

Berjan B, Pazin N, Bozic P, Mirkov D, Kukolj M. RELIABILITY AND SENSITIVITY OF THE VARIABLES FOR EVALUATION OF KICKING PERFORMANCE OF ELITE YOUNG SOCCER PLAYERS. Abstract book. International Scientific Conference: Theoretical, Methodological and Methodical Aspects of Competition and Athletes' Preparation. Belgrade, Serbia, December 10-11th, 2009.

Berjan B, Kukolj M, Pazin N, Bozic P, Mirkov D, Jaric S. EVALUATION OF A COMPOSITE TEST KICKING PERFORMANCE IN ELITE YOUNG SOCCER PLAYERS. 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, Antalya, Turkey, 23-26th June, 2010.

Berjan BB, Pazin N, Bozic PR i Kukolj M. RELIABILITY OF VARIABLES FOR EVALUATION ACCURACY AND THROWING VELOCITY OF YOUNG PERSPECTIVE HANDBALL PLAYERS. Effect of Physical Activity Application to Anthropological Status With Children, Youth and Adults, Belgrade, December 10-11th, 2011.

Izjave zahvalnosti

Najpre želim da se zahvalim Zavodu za sport i medicinu sporta Republike Srbije, ustanovi u kojoj radim i koja mi je finansirala doktorske akademske studije i omogućila pohađanje istih.

Istakla bih da je ova doktorska disertacija proizvod istraživanja koja su sprovedena u saradnji sa mojim kolegama i dugogodišnjim prijateljima, Nemanjom Pažinom i Predragom Božićem. Dugujem im zahvalnost za saradnju i bezrezervnu pomoć i podršku.

Želim da se zahvalim profesoru Slobodanu Jariću na neprocenjivoj stručnoj pomoći i izuzetnom profesionalnom trudu.

Na kraju, osoba koja mi je posebno draga, koja je imala najveći uticaj na moj rad, od osnovnih pa sve do kraja doktorskih studija, je moj mentor, profesor Miloš Kukolj, kome dugujem i izražavam posebnu zahvalnost.

Konačno, želim da se zahvalim mami Marici, tati Borislavu, sestri Blanki i suprugu Dejanu, koji su uvek bili uz mene i doprineli svim mojim naporima da ova doktorska disertacija ugleda svetlost dana.

Rezime

EVALUACIJA USPEŠNOSTI BALISTIČKIH POKRETA - VARIJABLE ZA PROCENU PRECIZNOSTI I BRZINE ŠUTA

Primarni cilj izvršenih istraživanja je bio da se ispita pouzdanost i osetljivost varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta, kao dve važne karakteristike šuta. Sekundarni cilj ovih istraživanja je bio da se utvrdi minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu pouzdanost podataka u protokolima za procenu preciznosti i brzine šuta.

Pouzdanost varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)

U istraživanju pouzdanosti varijabli za procenu preciznosti i brzine šuta testirane su hipoteze: 1) varijable za direktnu procenu preciznosti, zasnovane na merenju standardnih grešaka, imaju umerenu pouzdanost i 2) varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju visoku pouzdanost.

U istraživanju su učestvovala 53 fudbalera, sa šireg spiska nacionalne selekcije uzrasta 12 i 13 godina. *Apsolutna (AG)*, *konstantna (KG)* i *varijabilna (VG)* greška su korišćene za procenu sposobnosti pogađanja u metu, dok su *brzina leta lopte pri maksimalnom šutu (BLL_{max})*, *brzina leta lopte pri preciznom šutiranju (BLL_{prec})*, kao i međusobni *odnos* ove dve varijable (BLL_{prec}/BLL_{max}) korišćeni za vrednovanje brzine šuta.

Rezultati pouzdanosti i minimalanog broja ponavljanja, dobijeni u ovom istraživanju, ukazali su da *AG* i *VG* mogu biti varijable korišćene u rutinskim testiranjima za procenu karakteristika šuta. Nasuprot tome, utvrđeno je da zbog izuzetno niske pouzdanosti *KG* nije dovoljno dobra varijabla za korišćenje u rutinskim testiranjima procene preciznosti. Kada su u pitanju varijable brzine šuta nogom BLL_{max} , BLL_{prec} i BLL_{prec}/BLL_{max} , one mogu biti korišćene u rutinskim testiranjima karakteristika šuta, na šta su ukazali pouzdanost rezultata i potreban minimalan broj ponavljanja.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su varijable za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta evaluirane i prihvatljive za dalju primenu u istraživanjima, kao i u praksi, gde se mogu koristiti u kreiranju valjanih i efikasnih

protokola testiranja, posebno kada se uvažavaju podaci o predikciji broja neophodnih ponavljanja.

Osetljivost varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)

U ovom istraživanju testirane su hipoteze: 1) varijable za direktnu procenu preciznosti, zasnovane na merenju standardnih grešaka, imaju zadovoljavajuću osetljivost da identifikuju razlike u odnosu na uzrast i dominantnu nogu i 2) varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju zadovoljavajuću osetljivost da identifikuju razlike u odnosu na uzrast i dominantnu nogu.

U istraživanju je učestvovalo 106 fudbalera, sa šireg spiska nacionalne selekcije, uzrasta od 12 do 15 godina. Vrednovanje kvaliteta karakteristika šuta dobijeno je na osnovu testa maksimalne brzine šuta i testa preciznosti i brzine šuta pri preciznom šutiranju. Varijable za procenu preciznosti šuta obuhvatile su *AG*, *KG* i *VG*, dok su *BLL_{max}*, *BLL_{prec}* kao i *BLL_{prec}/BLL_{max}* varijable korišćene za vrednovanje brzine šuta.

Rezultati dobijeni u *drugom* eksperimentu pokazali su da *AG* i *VG* mogu detektovati razlike u odnosu *uzrast* i *dominantnu nogu*, dok je *KG* detektovala samo razlike između dominantne i nedominantne noge. Prema tome, u ovom eksperimentu je dobijena veoma zadovoljavajuća osetljivost varijabli koje su bile zasnovane na primeni direktnih metoda za procenu preciznosti šuta. Rezultati analize osetljivosti podržavaju upotrebu *AG* i *VG* i samo delimično upotrebu *KG*. Kada su u pitanju varijable brzine šuta nogom, rezultati dobijeni u ovom eksperimentu pokazali su da sve tri varijable (*BLL_{max}*, *BLL_{prec}*, i *BLL_{prec}/BLL_{max}*) prave razlike u odnosu na uzrast i dominantnu nogu. S tim u vezi, može se konstatovati da je u ovom eksperimentu dobijena zadovoljavajuća osetljivost varijabli za direktnu procenu brzine šuta nogom.

Prema nalazima u ovom eksperimentu, osetljivost dobijenih rezultata ukazuje na to da varijable za procenu preciznosti i brzine šuta mogu biti korišćene u daljim istraživanjima, odnosno, u rutinskim testiranjima procene karakteristika šuta.

Pouzdanost varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)

U ovom istraživanju testirane su hipoteze: 1) varijable za direktnu procenu preciznosti, zasnovane na merenju standardnih grešaka, imaju umerenu pouzdanost i 2) varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju visoku pouzdanost.

U istraživanju su učestvovala 43 rukometaša, sa šireg spiska nacionalne selekcije, uzrasta 14 godina. AG , KG i VG su varijable korišćene za procenu sposobnosti pogađanja u metu, a varijable BLL_{max} , BLL_{prec} , i BLL_{prec}/BLL_{max} su korišćene za vrednovanje brzine šuta.

Rezultati pouzdanosti i minimalanog broja ponavljanja, dobijeni u ovom istraživanju, ukazali su da AG i VG mogu biti varijable korišćene u daljim istraživanjima, odnosno, u rutinskim testiranjima za procenu karakteristika šuta rukometaša. Nasuprot tome, utvrđeno je da, zbog izuzetno niske pouzdanosti i velikog broja ponavljanja koji je potreban da bi se dobili pouzdaniji rezultati, KG nije pogodna varijabla za procenu preciznosti šuta. Pouzdanost rezultata i minimalan broj ponavljanja ukazuju na to da varijable brzine šuta rukom mogu biti varijable korišćene u rutinskim testiranjima karakteristika šuta rukometaša.

Na osnovu dobijenih rezultata u ovom eksperimentu, a koji se odnose na visoku pouzdanost i prihvatljiv broj neophodnih ponavljanja, može se zaključiti da su direktne metode za procenu preciznosti i brzine šuta rukometaša dobre za kreiranje valjanih i efikasnih protokola testiranja.

Ključne reči: testiranje, preciznost šuta, brzina šuta, apsolutna greška, varijabilna greška, konstantna greška, pouzdanost, osetljivost

Naučna oblast: Sport i fizičko vaspitanje

Uža naučna oblast: Opšta motorika čoveka

UDK broj: 796.012.1 (043.3)

Summary

Evaluation Performance of Ballistic Movements – Variables for Assessment the Accuracy and Kicking Velocity

The primary aim of the present study was to investigate the reliability and sensitivity of variables for the direct assessment of the kicking accuracy and velocity, while the secondary aim was to determine the minimum number of repetitions that is sufficient for acceptable reliability of the applied protocols for assessing the kicking accuracy and velocity.

Reliability of the variables for direct assessment of kicking performance in soccer (Study 1)

In this study we tested two hypotheses: 1) the variables for the direct assessment of kicking accuracy based on the measurement of the standard errors will reveal moderate reliability, while 2) the variables for direct assessment of the kicking velocities will reveal highly reliability.

The study included 53 young soccer players who were the members of the wider selection of national team aged 12 and 13 years. *Absolute error (AE)*, *variable error (VE)*, and *constant error (CE)* were evaluated as the variables of kicking accuracy, whereas the kicking velocity variables involved *the maximum ball velocity (BV_{max})*, *the ball velocity during accurate kicks (BV_{acc})* and their mutual *ratio (BV_{acc}/BV_{max})*.

Results suggested low-to-moderate reliability of the accuracy and high reliability of the velocity variables. Since the evaluated variables should have a property of face validity, the findings obtained generally suggest that *AE* (and perhaps *VE*, as the measures of kicking accuracy), and *BV_{max}* , *BV_{acc}* and *BV_{acc}/BV_{max}* (as the measures of kicking velocity) could be used for routine testing of kicking performance in soccer.

Further development of the evaluated variables of kicking performance could be based on the involvement of other kicking techniques, as well as on the testing the athletes of different ages, levels of skill, or sport specialization.

Sensitivity of the variables for direct assessment of kicking performance in soccer (Study 2)

In this study we tested three hypotheses: 1) the variables for the direct assessment of kicking accuracy based on the measurement of the standard errors will

have satisfactory sensitivity regarding to the *age* and *limb dominance*, and 2) the variables for direct assessment of the kicking velocities will also be highly sensitive regarding both of the abovementioned factors, as well as 3) the corresponding ratio obtained from variables for direct assessment of the kicking velocities will also be sensitive regarding to both of the factors.

One hundred and six elite young soccer players were divided into four age groups (12–15 years). *AE*, *VE*, and *CE* were evaluated as the variables of kicking accuracy, whereas the kicking velocity variables involved BV_{max} , BV_{acc} and their mutual ratio BV_{acc}/BV_{max} .

Results suggested that most of the variables for direct assessment of the kicking accuracy (i.e., *AE*, *VE*) detected the differences both between the dominant and nondominant legs and among the age groups. The exception was *CE* which showed sensitivity to the limb dominance only. Regarding to variables for direct assessment of the kicking velocities (i.e., BV_{max} , BV_{acc} and BV_{acc}/BV_{max}), the obtained sensitivity was satisfactory with respect to the both factors (*age* and *limb dominance*).

Future studies could extend this line of research towards a number of unresolved issues, such as the sensitivity to detect both the differences among the level of proficiency and the effects of the training based interventions. Different populations regarding their age, gender, and skill should also be evaluated, including the kicking performance in other sports that also require a high level of kicking skills.

Reliability of variables for direct assessment throwing performance in handball (Study 3)

In this study we tested two hypotheses: 1) the variables for the direct assessment of throwing accuracy based on the measurement of the standard errors will reveal a moderate reliability, and 2) the variable for direct assessment of the throwing velocities will reveal a high reliability.

The study included 43 young handball players, members of the wider selection of national team aged 14 years. *AE*, *VE*, and *CE* were evaluated as the variables of kicking accuracy, whereas the kicking velocity variables involved BV_{max} , BV_{acc} and their mutual ratio BV_{acc}/BV_{max} .

Results showed a low-to-moderate reliability of the kicking accuracy and high reliability of the kicking velocity variables. Since the evaluated variables should have a

property of face validity, the findings obtained generally suggest that AE (and perhaps VE , as the measures of kicking accuracy) and BV_{max} , BV_{acc} and BV_{acc}/BV_{max} (as the measures of kicking velocity) could be used for routine testing of throwing performance in young elite handball players and, perhaps, other sport activities that require a high throwing performance and skill.

Future studies could extend this line of research towards a number of unresolved issues, such as the sensitivity to detect both the differences among the level of proficiency and the effects of the training based interventions. Different populations regarding their age, gender, and skill should also be evaluated.

Key words: testing, kicking accuracy, kicking velocity, absolute error, variable error, constant error, reliability, sensitivity

Scientific field: Sport and physical education

Narrower scientific field: Human general motor skills

UDC number: 796.012.1 (043.3)

Pregled skraćenica

VT – visina tela

MT – masa tela

IMT – indeks mase tela

TS – trenažni staž

AG – apsolutna greška

VG – varijabilna greška

KG – konstantna greška

BLL_{max} – brzina leta lopte pri maksimalnom šutu

BLL_{prec} – brzina leta lopte pri preciznom šutiranju

BLL_{prec}/BLL_{max} – odnos brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu

X_i – horizontalno odstupanje lopte u odnosu na centar mete

Y_i – vertikalno odstupanje lopte u odnosu na centar mete

G12 – selekcija uzrasta 12 godina

G13 – selekcija uzrasta 13 godina

G14 – selekcija uzrasta 14 godina

G15 – selekcija uzrasta 15 godina

n – broj

A – aritmetička sredina

SD – standardna devijacija

ICC – intraklasni koeficijent korelacije

CV – koeficijent varijacije

ANOVA – analiza varijanse

F – F test

p – vrednost verovatnoće nastanka greške

pη² – parcijalni eksponent Eta

km – kilometar

m – metar

cm – centimetar

god – godina

h – sat

min – minut

s – sekund

kg – kilogram

SADRŽAJ:

Informacije o mentoru i članovima komisije	iii
Predgovor	iv
Izjave zahvalnosti	v
Rezime	vi
Summary	ix
Pregled skraćenica	xii
1. UVOD	1
1.1. Motorne veštine i njihova klasifikacija	2
1.2. Karakteristike balističkih pokreta	3
1.2.1. Nivoi procene i identifikacija komponenti koje određuju karakteristike šuta	4
1.2.2. Operacionalna definicija karakteristika šuta	6
1.3. Procena karakteristika šuta	6
1.3.1. Značaj procene karakteristika šuta	6
1.3.2. Metrijske karakteristike testa	7
1.3.3. Testovi i metode za procenu karakteristika šuta	9
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	14
2.1. Istraživanja metrijskih karakteristika testova za procenu preciznosti šuta	14
2.1.1. Procena preciznosti šuta u fudbalu	14
2.1.2. Procena preciznosti šuta u rukometu	15
2.2. Istraživanja metrijskih karakteristika testova za procenu brzine šuta	16
2.2.1. Procena brzine šuta u fudbalu	16
2.2.2. Procena brzine šuta u rukometu	17
2.3. Ograničenja i budući pravci istraživanja	18
3. PROBLEM, PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA	20
4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	22
5. METODE ISTRAŽIVANJA	23
5.1. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)	24
5.1.1. Tok i postupci istraživanja	24
5.1.2. Uzorak ispitanika	24
5.1.3. Uzorak varijabli i način njihovog merenja	25
5.1.4. Prikupljanje podataka	27
5.1.5. Statistička obrada podataka	28

5.2. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)	30
5.2.1. Tok i postupci istraživanja	30
5.2.2. Uzorak ispitanika	30
5.2.3. Uzorak varijabli i način njihovog merenja.....	31
5.2.4. Prikupljanje podataka.....	33
5.2.5. Statistička obrada podataka.....	34
5.3. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)	36
5.3.1. Tok i postupci istraživanja	36
5.3.2. Uzorak ispitanika	36
5.3.3. Uzorak varijabli i način njihovog merenja.....	36
5.3.4. Prikupljanje podataka.....	39
5.3.5. Statistička obrada podataka.....	40
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	41
6.1. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)	42
6.1.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta.....	42
6.1.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta	45
6.2. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)	49
6.2.1. Osetljivost varijabli za procenu preciznosti šuta.....	49
6.2.2. Osetljivost varijabli za procenu brzine šuta	52
6.3. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)	56
6.3.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta.....	56
6.3.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta	58
7. DISKUSIJA.....	60
7.1. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)	61
7.1.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta.....	62
7.1.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta	64
7.2. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)	67
7.2.1. Osetljivost varijabli za procenu preciznosti šuta.....	67
7.2.2. Osetljivost varijabli za procenu brzine šuta	69
7.3. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)	71

7.3.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta.....	72
7.3.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta	73
8. ZAKLJUČCI.....	75
9. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA.....	79
LITERATURA	81
PRILOZI	86
BIOGRAFIJA AUTORA.....	94

1. UVOD

Efikasnost u sportu neposredno utiče na rezultat, a procena efikasnosti određenog elementa tehnike ponekad može biti vrlo kompleksna. Već nekoliko decenija se ulažu napori da se razviju adekvatne metode i testovi kojima bi se predvidela, procenila i ocenila efikasnost u različitim sportovima. Svaka od sportskih igara ima specifične i kompleksne zahteve, a uspeh u njima određuje veliki broj faktora. U ove faktore mogu biti svrstane motoričke sposobnosti, tehničko-taktičke veštine i psihosocijalne karakteristike. Međutim, navedene faktore ne treba posmatrati izolovano, jer, na određen način, jedni direktno utiču na druge. Tako, kada se uzmu u obzir pojedini elementi koji zahtevaju visok nivo tehnike (npr., šut, dodavanje, smečovanje, dizanja lopti, različiti udarci u tenisu, početni udarci i dr.), ostvareni učinak, odnosno, *efikasnost* (dati gol ili osvojiti poen) bez posedovanja adekvatnih karakteristika može biti dovedena u pitanje. Prema tome, izvođenje pojedinih elemenata (zadataka), bez odgovarajućeg nivoa ispoljenih karakteristika tehnike, neće biti na najvišem nivou u smislu ostvarene *efikasnosti*. S tim u vezi, neophodno je posvetiti pažnju razumevanju, a potom i proceni karakteristika određenog elementa u sportovima u kojima je to od značaja.

Šut, kao jedan od najvažnijih elemenata igre u ekipnim sportovima, svakako da predstavlja atraktivnu i značajnu temu, kako zbog odgovora na neka teorijska pitanja, tako i zbog iznalaženja praktičnih rešenja. Ipak, analiza šuta predstavlja i veliki izvor potencijalnih problema, za koje je, zbog kompleksnosti uticaja različitih faktora, teško naći rešenje. Iako su, vezano za šut, najviše vršena istraživanja u fudbalu i rukometu (ako se posmatraju timski sportovi), može se reći da je u pitanju relativno mali broj studija u kojima su se istraživači bavili problemom evaluacije varijabli i metoda za procenu karakteristika šuta. Pregledom relevantne literature utvrđeno je da se problemi u ovoj oblasti vezuju za upotrebu različitih metoda procene, kao i za nedostatke i nekonzistentnosti po pitanju nalaza vezanih za metrijske karakteristike primenjenih metoda i testova. Poseban problem predstavlja nedovoljan broj istraživanja koja uključuju procenu karakteristika šuta na mlađim populacijama. S obzirom na značaj procene karakteristika šuta i nedostatak objektivnih i pouzdanih testova za njihovu

procenu, evaluacija novih varijabli, kreiranje novih testova i protokola testiranja predstavlja izazov za istraživače i uslov za primenu naučnog pristupa u oblasti sporta.

1.1. Motorne veštine i njihova klasifikacija

Motorne veštine se odnose na relativno složene obrasce kretanja koji zahtevaju učenje i koje se obavljaju u cilju postizanja nekog konkretnog, unapred određenog cilja, uz maksimalnu sigurnost i minimalno trošenje vremena i energije. Izvršenje motornih veština zavisi od nivoa motoričkih sposobnosti. S tim u vezi, kvalitet izvedenih pokreta utiče na način postizanja cilja, tako da je procena kvaliteta veštine veoma zastupljena, ali i neophodna procedura u praksi. Iako su motorne veštine klasifikovane na različite načine, smatra se da su najvažnije klasifikacione šeme Schmidt-a i Lee-a (2005), po kojima su pokreti posmatrani kao: *diskretne, kontinuirane i serijske veštine* i kao *otvorene i zatvorene veštine*.

Diskretne, kontinuirane i serijske veštine, zasnovane su na izvedenim pokretima.

Diskretne veštine imaju poznat početak i kraj, kao na primer šutiranje, bacanje, udaranje. Uobičajeni laboratorijski zadatak pretpostavlja da se pritisne jedno od četiri dugmeta kada se jedna od četiri lampice upali. Problem za ispitanika predstavlja odluka, koje dugme pritisnuti kao odgovor na upaljeno svetlo. Dakle, odluka „šta uraditi“ je primarna u odnosu na to „kako“ izvesti zadatak.

Kontinuirane veštine se definišu kao one koje nemaju prepoznatljiv početak i kraj. Kraj jednog ciklusa pokreta je početak sledećeg, dakle, ova veština podrazumeva ponavljanje niza ciklusa. Primeri veština kontinuiranog tipa su: plivanje, trčanje, vožnja bicikla i dr.

Serijske veštine se definišu kao niz diskretnih veština.

Otvorene i zatvorene veštine su determinisane opažajnim atributima zadataka.

Otvorene veštine su one koje se izvode u okolini koja je nepredvidljiva, tako da se motorni odgovor ne može unapred planirati. Primeri ovakvih pokreta su oni koje izvodi fudbaler u posedu lopte, čiji pokreti zavise kako od rasporeda njegovih saigrača, tako i od odgovarajućeg položaja protivničkih igrača (npr., ponašanje golmana prilikom

odbrane jedanaesterca). Uspeh u otvorenim veštinama je determinisan stepenom uspešnosti u adaptaciji planiranog motornog ponašanja pri promeni spoljnih uslova.

Zatvorene veštine su one koje se izvode u okolini koja je potpuno predvidljiva. Pokreti koji se mnogo puta ponavljaju i koji su dovedeni do tzv. automatizma, jesu u stvari zatvorene veštine. Takvi pokreti su prisutni u gimnastici, streličarstvu, streljaštvu, kuglanju i dr.

Analiza ekipnih sportova ukazuje da oni uključuju sve navedene karakteristike iz pomenutih klasifikacija motornih veština. S tim u vezi, njihova kompleksnost je povećana, pogotovu jer je, pored motornih veština, u različitom obimu neophodna i primena kognitivnih i perceptivnih veština (Bate, 1996). S obzirom da je fudbal igra u kojoj su promene okruženja velike i brze, Bate (1996) ističe da ova igra uključuje sve tri vrste veština. Fudbal je kategorisan kao igra koja slobodno teče i zahteva ispoljavanje veština u dinamičkim uslovima. Dakle, iako u fudbalu postoje neke zatvorene veštine, kao što je izvođenje slobodnog udarca, ova igra je uglavnom otvorena veština (Knapp, 1977). Analizom rukometne igre može se zaključiti da je i ona bazirana na pomenutim veštinama (Vuleta, 2004). Sa aspekta strukture, rukomet je kompleksna igra u kojoj učestvuje veliki broj igrača koji su u stalnom kretanju (Rogulj, 2004). Kao i u fudbalu, u rukometu postoje neke zatvorene veštine, ali je generalno rukomet igra karakteristična po otvorenim veštinama. Iz ovoga proizilazi sledeći zaključak: igrač može imati dobru tehniku izvođenja nekog elementa (npr., šut), odnosno, dobre obrasce kretanja, ali ako ih ne primenjuje u pravom trenutku i na pravi način (veština) onda ta tehnika nema pravu vrednost i taj igrač postaje manje koristan (Knapp, 1977). S druge strane, igrač može imati dobru tehniku šuta, ali ako taj šut nije precizan i dovoljno brz, onda njegova uspešnost neće biti ispoljena u potpunosti, odnosno, šut neće biti efikasan. Dakle, veština ukazuje na sposobnost igrača da pravovremeno primeni naučenu tehniku, u skladu sa zahtevima igre. S tim u vezi, može se reći da je veština mera uspešnosti primene nekog elementa tehnike.

1.2. Karakteristike balističkih pokreta

Balistički pokreti se izvode uz maksimalno ubrzanje i brzinu. Balističke aktivnosti odlikuje kratko vreme reakcije, visoka aktivacija motornih jedinica i visok

nivo brzine razvoja sile (Zehr EP i Sale DG, 1994). Dakle, na ovakvim pokretima se zasnivaju aktivnosti kako u ekipnim, tako i u pojedinačnim sportovima.

Imajući u vidu karakteristike balističkih pokreta, šutevi nogom i rukom se mogu izdvojiti kao reprezentivi ovih pokreta, od kojih direktno zavisi ishod meča. U cilju efikasnosti, šut se skoro uvek izvodi brzo, čak i kada se lopta posle šuta kreće sporije (npr., lob).

Radi razumevanja prirode problema i stvaranja dobre osnove za istraživanja koja se odnose na karakteristike šuta, a imajući u vidu da je šut definisan kao motorna veština, neophodno je sagledati *nivo procene*, identifikovati i *operacionalno definisati ključne komponente za procenu karakteristika šuta*.

1.2.1. Nivoi procene i identifikacija komponenti koje određuju karakteristike šuta

Kada se diskutuje o bilo kojoj veštini svakako je neophodno posebno analizirati njene komponente. Tako, kada se analizira igra u fudbalu i rukometu, može se zapaziti da su karakteristike šuta u stvari mera uspešnosti (efikasnosti) i, zbog toga, visoko cenjeni i važni elementi veštine igranja u fudbalu i rukometu (Ali, 2011; Pavlin, 2004). Naravno, u prilog ovoj tvrdnji može se navesti činjenica da je jasan cilj u fudbalskoj i rukometnoj utakmici - postići veći broj golova od protivničke ekipe. Analizom ovih igara zapaža se da je šut na gol zastupljeniji segment igre u rukometu nego što je to u fudbalu. Pored toga, u rukometu, osim golmana, svi igrači izvode veliki broj šuteva prema голу, što nije slučaj u fudbalu.

Ukoliko se šut prema голу analizira kao poseban element igre, onda se on može posmatrati na različitim *nivoima*. Sa aspekta motorne kontrole, procena uspešnosti nekog elementa (zadatka) može biti izvršena na *tri* nivoa (Schmidt i Lee, 2005). Ovaj bazični pristup može biti lako primenjen kada se izvrši procena odgovarajućih karakteristika šuta na pojedinim nivoima.

Na *prvom*, najopštijem nivou, opisuje se u kojoj meri je pokret doveo do postizanja nekog cilja. Dakle, ovde je pažnja usmerena samo na krajnji rezultat (Schmidt i Lee, 2005), odnosno, na ishod kretanja lopte u odnosu na metu. Na *drugom*,

specifičnijem nivou, vrši se opisivanje pokreta kojim se gađanje vrši (Schmidt i Lee, 2005). U tom slučaju, opisivanje pokreta je moguće izvršiti na osnovu ekspertske procene, ali i na osnovu kinematičke i kinetičke analize izvedenog šuta (Davids i sar., 2000). Prema tome, na ovom drugom nivou, kinematička (tj., tehnika šuta) i kinetička (tj., jačina šuta) šema predstavljaju važne karakteristike na osnovu kojih je moguće izvršiti analizu šuta. Na *trećem* nivou vrši se indirektna analiza funkcionisanja centralnog nervnog sistema (uključujući odgovarajuće kognitivne procese) pre i tokom vršenja pokreta (Schmidt i Lee, 2005). Dakle, na ovom nivou, analiza kvaliteta šuta se može izvršiti u odnosu na karakteristike centralnog nervnog sistema koje su uključene u planiranje i vršenje pokreta (Davids i sar., 2000). Ovakav hijerarhijski pristup olakšava dalju analizu i sagledavanje konkretnih problema koji se odnose na procenu odgovarajućih karakteristika šuta na svakom od pomenuta tri nivoa.

Za evaluaciju varijabli koje se primenjuju za procenu preciznosti i brzine šuta posebno je interesantan *prvi* nivo procene karakteristika zadatka (elementa), koji se standardno primenjuje u motornoj kontroli i samo u odnosu na ovaj nivo biće diskutovana procena karakteristika šuta.

Procena karakteristika šuta može se realizovati izvršavanjem postavljenog zadatka. Imajući u vidu značaj šuta u fudbalu i rukometu, svakako da je neophodno identifikovati komponente koje utiču na njegovu efikasnost. Kao što je već pomenuto, na ovom nivou posmatra se samo krajnji rezultat, konkretno u ovom slučaju, ishod kretanja lopte u odnosu na metu. Imajući u vidu prethodno pomenuto, smatra se da je *preciznost* komponenta koja predstavlja karakteristiku od koje direktno zavisi efikasnost šuta u fudbalu i rukometu (Lees i Nolan, 1998; Marković i sar., 2006; Reilly i Holme, 1983; van den Tillaar i sar., 2003, 2006, 2007). Međutim, da bi precizan šut bio efikasan neophodno je da bude izveden određenom (optimalnom) brzinom. Dakle, sem preciznosti šuta, kao bitna komponenta izdvojena je i *brzina* šuta. Takođe, u istraživanjima se navodi da za procenu efikasnosti šuta može biti posebno interesantan *odnos* između preciznosti i brzine šuta (za detalje pogledati, Lees i Nolan, 1998), jer se pokazalo da najprecizniji šut nije najbrži i obrnuto (Asami, 1976). Pored preciznosti i brzine šuta, važno je imati u vidu da na pomenute karakteristike, i u fudbalu i u rukometu, mogu uticati i drugi faktori, kao na primer: uzrast, pol, dostignuti nivo

tehnike, pozicija u timu, dominantna strana tela i/ili jačina mišića (McLean i Tumilty, 1993; Reilly i sar., 2000; Rosch i sar., 2000; Malina i sar., 2005; Vaeyens i sar., 2006). Ovi faktori mogu imati važnu ulogu u evaluaciji metodoloških karakteristika postojećih i/ili nekih novih protokola i testova, pa ih je neophodno imati u vidu prilikom konceptualizacije konkretnog istraživanja.

1.2.2. Operacionalna definicija karakteristika šuta

U skladu sa prethodno identifikovanim i diskutovanim komponentama formulisana je operacionalna definicija kojom se određuju karakteristike šuta, odnosno, kojom se sugerije šta je neophodno uzeti u obzir prilikom njihove procene na *prvom nivou* (za detalje pogledati prethodno poglavlje).

Dakle, ako se uzme u obzir sve prethodno navedeno, kvalitetan ili efikasan šut podrazumeva visok nivo *preciznosti* i *brzine* (Lees i Nolan, 1998; Markovic i sar., 2006; Reilly i Holme, 1983; van den Tillaar i sar., 2006, 2007), kao i *optimalan odnos* između ove dve karakteristike šuta (Lees i Nolan, 1998; van den Tillaar i sar., 2003, 2006). Shodno tome, valjana procena preciznosti šuta treba da obuhvati i procenu brzine šuta, kao i njihov međusobni odnos.

U skladu sa izvedenom operacionalnom definicijom, izbor testova treba da omogući adekvatnu procenu karakteristika šuta.

1.3. Procena karakteristika šuta

1.3.1. Značaj procene karakteristika šuta

Procena karakteristika šuta ima veliki značaj koji se ogleda u evaluaciji testova i objektivnom praćenju efekata različitih metoda obuke (Anderson i Sidaway, 1994; De Proft i sar., 1988; Jelušić i sar., 1992; Reilly i sar., 2000), zatim u proceni toka rehabilitacije (Reilly i sar., 2000), kao i u poređenju pojedinaca ili grupa (npr., u pogledu starosti, pola, nivoa postignuća, pozicije u timu, dominantne noge; Malina i sar., 2005; McLean i Tumilty, 1993; Reilly i sar., 2000; Rosch, 2000; Vaeyens, 2006) i identifikaciji talenata (Reilly i sar., 2000). Osim toga, postupak praćenja doprinosi edukaciji (i trenera i igrača), ali i motivaciji za dalji rad (Gore, 2000).

Sem navedenog, treba imati u vidu da procena karakteristika šuta može da zavisi od:

- a. metrijskih karakteristika primenjenih testova i
- b. metoda procene.

1.3.2. Metrijske karakteristike testa

Često nam je potrebno da operacionalizujemo veštine kako bismo odredili numeričku vrednost nekim performansama zasnovanim na kvalitetu pokreta. Da bi na naučno prihvatljiv način bio izmeren stepen veštine, neophodno je da budu zadovoljeni kriterijumi sistema merenja, a to su:

- a. valjanost,
- b. pouzdanost,
- c. osetljivost i
- d. objektivnost.

Iako se u metodologiji merenja uzima da je valjanost testa najvažnija karakteristika, ipak se, gore navedene karakteristike, posmatraju i izučavaju kao odvojene. Svakako da ih sve treba posmatrati u celini, jer svaka od navedenih karakteristika ima, na neki način, uticaj na najvažniju metrijsku karakteristiku - valjanost testa. U tom smislu će u narednom delu teksta biti opisane relacije između navedenih karakteristika.

1.3.2.1. Valjanost testa

Valjanost se odnosi na to u kojoj meri test meri ono što istraživač namerava da meri (Atkinson i Nevill, 1998; Thomas i Nelson, 2001). Važan aspekt valjanosti (koji se ponekad naziva i konstruktna valjanost) je mera u kojoj izvršena merenja odražavaju osnovni predmet interesovanja. Dakle, test veštine, koji ima dobru konstruktnu valjanost, može veoma lako da pravi razliku između različitih nivoa igrača. Ekološka valjanost se odnosi na to da li kompleksnost testa zaista odražava ono što se dešava u realnoj situaciji. Dakle, test veštine, koji poseduje visoku ekološku valjanost, trebalo bi da procenjuje fudbalsku i rukometnu veštinu koja se ispoljava tokom meča (utakmice).

S tim u vezi, u ovom smeru mogu da se biraju i dalje usavršavaju i razvijaju testovi za procenu efikasnosti šuta. Za sada još uvek postoji veliki broj ograničenja (u pogledu valjanosti) koja su vezana za primenu aktuelnih testova (za detalje videti poglavlje 1.3.3). U odnosu na veliku važnost valjanosti, kao metrijske karakteristike, nije teško zaključiti da ostaje prostora za dalja istraživanja u ovom smeru.

1.3.2.2. Pouzdanost testa

Pored valjanosti i pouzdanost testa predstavlja važnu karakteristiku. Pouzdanost se može definisati kao konzistentnost samog merenja ili neke individualne performanse (sposobnosti ili karakteristike) i ona zapravo predstavlja odsustvo greške merenja (Atkinson i Nevill, 1998). Pouzdanost testa veštine omogućava poređenje rezultata koje je igrač ostvario u više ponavljanja istog dana ili poređenje rezultata koje je igrač ostvario kroz veći broj testiranja sprovedenih u više dana. Koliko je važna ova karakteristika testa može da se vidi na primeru koji se odnosi na sledeću metrijsku karakteristiku - osetljivost. Tako u situaciji kada odgovarajući test nije dovoljno pouzdan (npr., koeficijent varijacije između ponavljanja $> 20\%$), to znači da odgovarajući test ne može pouzdano da detektuje poboljšanja ili pogoršanja koja se dešavaju u okviru tih 20%. Naravno, ovo može da važi u slučaju ako protokol nije adekvatan (npr., protokoli sa 2-3 ponavljanja, u odnosu na 20-30 ponavljanja se razlikuju). Dakle, ukoliko test nije pouzdan, to može uticati na osetljivost, a naposljetku i na valjanost tog testa.

1.3.2.3. Osetljivost testa

Za test se kaže da je osetljiv ukoliko može da otkrije male, ali značajne promene u performansama (Curell i Jekendrup, 2008). Dakle, ako se uzme u obzir navedeni primer (pogledati poglavlje 1.3.2.2), test koji ima nizak koeficijent varijacije može da otkrije manje promene u fudbalskoj veštini između različitih grupa ili tokom vremena. Na taj način ovakvi testovi pružaju smernice za planiranje treninga, selekciju i dr.

1.3.2.4. Objektivnost testa

Za test se kaže da je objektivan kada dva merioca vrše evaluaciju iste performanse i kao rezultat imaju iste ili veoma slične podatke (Thomas i Nelson, 2001).

Objektivnost, kao metrijska karakteristika, je u neku ruku slična pouzdanosti, jer objektivnost, u stvari, predstavlja pouzdanost (saglasnost) između merioca.

1.3.3. Testovi i metode za procenu karakteristika šuta

Imajući u vidu da su na *prvom* nivou procene šuta, karakteristike određene njegovom preciznošću i brzinom, očekivano je da u proceni šuta budu zastupljene pomenute karakteristike. Ipak, specifične baterije testova u fudbalu i rukometu obično ne uključuju procenu i preciznosti i brzine, već se koristi samo jedna od karakteristika, tako da jedna od važnih karakteristika biva lišena procene, a samim tim procena šuta ostaje nepotpuna.

1.3.3.1. Testovi za procenu preciznosti šuta

Kada je u pitanju procena sposobnosti ili veštine nekog elementa tehnike, ona se može sprovesti primenom različitih metoda. Vremenom se mogu razvijati testovi koji se zasnivaju na primeni neke od metoda. Kada je reč o proceni preciznosti šuta, u literaturi i praksi se mogu identifikovati *indirektne* i *direktne* metode na osnovu kojih su kreirani testovi. Indirektne metode su u literaturi i praksi više zastupljene, ali one imaju određena ograničenja koja će u daljem tekstu biti predočena.

Indirektne metode za procenu preciznosti šuta u fudbalu

U dosadašnjim istraživanjima su korišćene različite indirektne metode za procenu preciznosti šuta:

- broj postignutih golova po utakmici (Starosta, 1987),
- broj šuteva na gol po utakmici (Zeederberg i sar., 1996),
- broj bodova (Cometti i sar., 1992; Anderson i Sidaway, 1994; Abt i sar., 1998; Reilly i Holmes, 1983; Rösch i sar., 2000; Haaland i Hoff, 2003; Ali i sar., 2007a),
- broj pogodaka između dva markera (McLean i Tumilty, 1993),
- procena preciznosti od strane nezavisnih sudija (Uppal i Roy, 1986).

Ipak, svaka od navedenih metoda ima određena metodološka ograničenja. Ova ograničenja se, pre svega, odnose na nedovoljno informativne varijable i metrijske karakteristike koje nisu potvrđene (valjanost, pouzdanost, osetljivost i objektivnost).

Broj postignutih golova po utakmici je, iz nekoliko razloga, slab indikator preciznosti šuta. Pre svega, različite pozicije u timu diktiraju mogućnost šutiranja, a samim tim favorizuju igrače koji su u situaciji da češće šutiraju na gol. Dalje, golovi nisu nužno rezultat preciznog šuta nogom, niti šut na gol, posmatran kao ukupno branjeni prostor, ima istu vrednost kao šut nakon koga je lopta upućena blizu graničnih ivica gola (stative ili prečke). Takođe, na broj golova po utakmici svakako utiče i veština protivničkog igrača, odnosno golmana, zatim saradnja odbrambenih igrača protivničkog tima, kao i vreme i uslovi za igru. Fudbal je igra u kojoj se postiže mali broj golova, tako da ove mere zahtevaju nekoliko utakmica kako bi se dobili adekvatni podaci za analizu. Za procenu preciznosti neophodno je izračunati i vreme koje svaki od igrača provede na terenu, što dodatno otežava procenu.

Sposobnost pogađanja mete loptom je nešto bolji pokazatelj preciznosti od prethodno navedenih metoda. Preko broja pogođenih i promašenih pokušaja procenjuje se tačnost. Međutim, ovo je neosetljiva mera preciznosti s obzirom da se ne računa veličina greške, u slučaju kada je meta bila promašena, niti se uzima u obzir deo mete kada je ona bila pogođena. Slično tome, broj pogodaka između dva markera je ograničena mera preciznosti, jer ne prenosi informaciju o veličini greške kada je cilj promašen.

Procena preciznosti od strane nezavisnih sudija je subjektivan metod koji ne kvantifikuje veličinu greške u pogledu tačnosti i zato nije pouzdan i osetljiv za otkrivanje promena u preciznosti.

Navedene indirektno metode za procenu preciznosti šuta u fudbalu su, kao što je ranije pomenuto, široko rasprostranjene u praksi. Međutim, iako neke varijable u pomenutim testovima sadrže izvestan stepen očigledne valjanosti, one ne koriste adekvatne metodološke pristupe proceni sposobnosti pogađanja loptom u metu (Finoff i sar., 2002). Posebno se dovodi u pitanje pouzdanost pomenutih mera (mala i/ili na granici prihvatljivosti), dok su podaci o osetljivosti nekonzistentni (niska diskriminativna snaga, odnosno, mala osetljivost). S tim u vezi, neophodno je evaluirati

direktne metode merenja koje bi se, kao i indirektne metode, sprovodile uz pomoć relativno jeftine opreme čija je konstrukcija jednostavna, a primena relativno laka.

Direktne metode za procenu preciznosti šuta u fudbalu

Kada je u pitanju primena metoda koje podrazumevaju direktnu procenu preciznosti, one uključuju varijable sa boljim metodološkim karakteristikama. To konkretno podrazumeva uvođenje standardnih grešaka prilikom vrednovanja sposobnosti pogađanja u zadatu metu (Schmidt i Lee, 2005). U vezi sa tim, zadatke kao što su bacanja, dodavanja, šutiranja i slična kretanja, možemo posmatrati u dve dimenzije. Prema nalazima studija Hancock-a i sar. (1995) i Kim-a i sar. (2000), možemo ih posmatrati sa aspekta *apsolutne greške* (*AG*, mera tačnosti u odnosu na centar mete), *varijabilne greške* (*VG*, mera tačnosti po osnovu odstupanja u odnosu na prosek svojih rezultata) i *konstantne greške* (*KG*, mera tačnosti u odnosu na prosečne vrednosti po x i y osi). Smatra se da bi uvođenje ovih varijabli poboljšalo metodologiju procene karakteristika šuta.

I pored svih potencijalnih prednosti direktnih metoda za procenu preciznosti u fudbalu, one su u praksi zanemarene. Izuzetak je novija studija Russell-a i sar. (2010), u kojoj su evaluirane pouzdanost i osetljivost *AG*. Međutim, u ovoj studiji nema podataka o vrednovanju drugih standardnih grešaka kada je u pitanju procena preciznosti u fudbalu.

Indirektne metode za procenu preciznosti šuta u rukometu

Pregledom literature može se zaključiti da je procena preciznosti u rukometu indirektnim metodama veoma malo zastupljena. Procena preciznosti je vršena preko broja osvojenih bodova primenom različitih protokola (Milanović i sar., 2004; Pavlin i sar., 2004; Vuleta i sar., 2003; Vuleta i Šimenc, 1996). Ovakav način procene preciznosti nije adekvatan jer predstavlja ograničenu meru preciznosti (što je bio slučaj i u fudbalu). Uzima se u obzir samo pogodak, bez informacije o tačnosti po vertikalnoj i/ili horizontalnoj osi. Pored toga, u slučaju promašenog cilja ovaj način procene ne ukazuje na veličinu greške. Prema tome, navedena metoda ima određena metodološka ograničenja. Ona se odnosi na nedovoljno informativne varijable i metrijske karakteristike koje nisu potvrđene (valjanost, pouzdanost, osetljivost i objektivnost).

Direktne metode za procenu preciznosti šuta u rukometu

Za razliku od fudbala, u rukometu je nešto više upotrebljavana metoda za direktnu procenu preciznosti šuta, koja je zasnovana na računanju standardnih grešaka (van den Tillaar i sar., 2003, 2006, 2007). Ipak, važno je napomenuti da se ovim problemom bavila samo jedna grupa istraživača, čije su studije posebno analizirane i detaljnije diskutovane u nastavku teksta.

1.3.3.2. Testovi za procenu brzine šuta

Procena karakteristika šuta u fudbalu i rukometu, u pogledu brzine, u praksi i dosadašnjim istraživanjima vršena je indirektnim i direktnim metodama. I pored toga što na efikasnost šuta mogu podjednako uticati preciznost i brzina šuta, mnogo je manje radova vezanih za procenu brzine šuta.

Indirektne metode za procenu brzine šuta u fudbalu

U dosadašnjoj literaturi nađeno je nekoliko studija koje su koristile indirektne metode za procenu brzine šuta fudbalera. Indirektna procena je vršena preko daljine leta lopte primenom različitih protokola (Mirkov i sar., 2008; Rösch i sar., 2000). Najvažniji nedostatak kod ovakvog pristupa je potreba za odgovarajućim prostorom, odnosno, terenom.

Direktne metode za procenu brzine šuta u fudbalu

Direktna procena brzine šuta fudbalera podrazumevala je procenu maksimalne brzine šuta pomoću ručnog radara (Markovic i sar., 2006). Ipak, za razliku od indirektnih metoda, za ovo je potrebna oprema (koja nije više tako skupa), a što se tiče prostora, u ovom slučaju, on više ne predstavlja ograničenje. Pomenute metode, testovi i varijable su detaljnije diskutovani u narednom poglavlju.

Indirektne metode za procenu brzine šuta u rukometu

Pregledom domaće i strane literature, za razliku od fudbala, u rukometu se ne može naći studija u kojoj je vršena indirektna procena brzine šuta.

Direktne metode za procenu brzine šuta u rukometu

Direktna procena brzine šuta primenjuje se i u rukometu, ali se ipak razlikuje u

odnosu na primenjene tehnike merenja u fudbalu. Naime, direktna procena brzine šuta u rukometu zasnivala se na proceni brzine leta lopte pomoću kinematičkog sistema za analizu kretanja i upotrebe reflektivnih markera (van den Tillaar i sar., 2003, 2006, 2007), korišćenjem foto ćelija (Gorostiaga i sar., 2006; Granadosa i sar., 2008) i ručnog radara za merenje brzine leta lopte (Marques i sar., 2006). Međutim, sva ova istraživanja su rađena na uzorku seniora.

S obzirom na značaj procene karakteristika šuta i nedostatak objektivnih i pouzdanih testova za njihovu procenu, potrebno je evaluirati nove varijable za direktnu procenu pomenutih karakteristika, čime bi se stvorili uslovi za dalji razvoj ove oblasti.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

2.1. Istraživanja metrijskih karakteristika testova za procenu preciznosti šuta

2.1.1. Procena preciznosti šuta u fudbalu

Iako se indirektne mere za procenu preciznosti u fudbalu veoma često koriste, u relativno malom broju studija je ispitivana njihova pouzdanost i osetljivost. Najčešće, pouzdanost se u primenjenim testovima ocenjivala preko apsolutnih (*intraklasni koeficijent korelacije, ICC*) i relativnih (*koeficijent varijacije, CV*) pokazatelja. Dobijeni rezultati ukazuju na umerenu pouzdanost testova ($ICC = 0,70 - 0,71$; Malina i sar., 2005) i nisku pouzdanost testova ($ICC = 0,26 - 0,58$, $CV = 4,4 - 57,8\%$; Ali i sar., 2007a) u kojima su primenjene indirektne metode (npr., broj poena, vreme potrebno za izvršavanje). Neki od indirektnih *testova preciznosti* bili su u stanju da identifikuju razliku između nivoa dostignuća u tehnici (u odnosu na rang takmičenja: profesionalci i amateri) odraslih fudbalera (tj., „Loughborough“ šuterski test u fudbalu: vreme potrebno za izvršenje; Ali i sar., 2007). Međutim, drugi testovi su pokazali nisku diskriminativnost (odnosno, neosetljivost) u odnosu na godine (Rösch i sar., 2000; Vaeyens i sar., 2006) i nivo dostignuća u tehnici (Coelho i sar., 2010; Reilly i sar., 2000; Rösch i sar., 2000; Vaeyens i sar., 2006) kod mladih i odraslih fudbalera (tj., „Loughborough“ šuterski test u fudbalu: broj bodova; Ali i sar., 2007).

Zbog navedene relativno niske pouzdanosti i ograničene osetljivosti primenjenih indirektnih metoda, može se pretpostaviti da direktne metode procene preciznosti šuta više obećavaju, posebno ako bi bile zasnovane na primeni metoda računanja standardnih grešaka (Schmidt i Lee, 2005). Važno je napomenuti da je preporuka da se u zadacima kao što su bacanje, dodavanje, šutiranje i dr., računaju *AG*, *VG* i *KG*, uz uvažavanje dve dimenzije, odnosno, odstupanja po *x* i *y* osi, a sve u cilju obezbeđivanja valjanije i informativnije procene preciznosti šuta (Hancock i sar., 1995; Kim i sar., 2000).

U dosadašnjim istraživanjima procene preciznosti šuta fudbalera korišćene su standardne greške procene, ali nisu evaluirane njihova pouzdanost i osetljivost (Hancock i sar., 1995; Kim i sar., 2000; Schmidt i Lee, 2005). Izuzetak je pomenuta studija Russell-a i sar. (2010) koja je pokazala nisku pouzdanost, ali i dovoljnu

osetljivost *AG* da ukaže na razlike između vrhunskih i perspektivnih fudbalera. Ovo je jedna od potvrda da su direktne metode možda osetljivije u odnosu na indirektno metode.

Za sada nema podataka o proceni pouzdanosti i osetljivosti primenjenih direktnih testova za procenu preciznosti kod mladih fudbalera. Kako je primena ovih testova od velikog značaja za mlađu populaciju, jer se baš na tom uzrastu vrši identifikacija talenata i primenjuju različite metode za poboljšanje obe komponente šuta (preciznosti i brzine), jasno je da u ovoj oblasti ima dovoljno prostora za dalja istraživanja.

2.1.2. Procena preciznosti šuta u rukometu

S obzirom da se problemom procene preciznosti šuta u rukometu bavila samo jedna grupa istraživača, može se konstatovati da je ovaj pravac istraživanja relativno nov.

Kada je u pitanju procena preciznosti šuta u rukometu, na uzorku seniora su zabeležene razlike između šuta dominantnom i nedominantnom rukom. Ipak, razlike su dobijene samo za *VG*, dok za *AG* nisu (van den Tillar i sar., 2009). Kada je u pitanju osetljivost testova u odnosu na stepen majstorstva, pokazalo se da vrhunski rukometaši imaju precizniji šut od početnika, ako se procena vrši na osnovu *AG* i *VG*, dok to nije slučaj sa *KG* (van den Tillar i sar., 2006). Bitno je istaći da ni u jednoj o pomenutih studija nije navedena pouzdanost primenjenih testova.

Kako ni u fudbalu tako ni i u rukometu za sada nema podataka o proceni pouzdanosti i osetljivosti za primenjene direktne testove preciznosti za mlade rukometaše. Da je neophodno pomenutu procenu obaviti na mlađoj populaciji govori i činjenica da se baš na njoj vrši identifikacija talenata i primena različitih metoda za poboljšanje ove sposobnosti.

2.2. Istraživanja metrijskih karakteristika testova za procenu brzine šuta

2.2.1. Procena brzine šuta u fudbalu

Objavljene su samo dve studije u kojima je vršena indirektna procena maksimalne brzine šuta. U studiji Rösch-a i sar. (2000) nisu objavljeni rezultati pouzdanosti, a pokazano je da je test osetljiv na nivo majstorstva (i kod seniorskog i kod juniorskog uzorka). Međutim, u prethodno pomenutoj studiji nisu pokazani rezultati osetljivosti u odnosu na godine (juniorski i omladinski uzrast). U studiji Mirkov-a i sar. (2008) na drugačijem testu je dobijena umerena pouzdanost testova ($ICC = 0,76$, $CV = 2,6 - 3,3\%$), u kojima je indirektno procenjena maksimalna brzina šuta na osnovu daljine leta lopte.

Kod direktnih testova za procenu brzine, situacija je nešto bolja kada se analizira broj publikovanih studija. U studiji Markovic-a i sar. (2006) je utvrđena visoka pouzdanost testova ($ICC = 0,94 - 0,96$, $CV = 2,6 - 3,3\%$) u kojima je merena maksimalna brzina šuta pomoću ručnog radara. S tim u vezi, ako se posmatra sa aspekta pouzdanosti, za procenu brzine leta lopte može se preporučiti korišćenje ručnog radara. Sem pouzdanosti, treba imati u vidu i prostor neophodan za realizaciju ovih testova, koji daje prednost direktnim u odnosu na indirektno metode (za detalje pogledati poglavlje 1.3.3.2).

Ipak, pokazalo se da je mera maksimalne brzine šuta nedovoljno osetljiva da napravi razliku između fudbalerki različitog nivoa takmičenja, odnosno, uvežbanosti (Sedano i sar., 2009).

I pored očigledne valjanosti, brzina leta lopte prilikom preciznog šutiranja je evaluirana tokom različitih testova. Iako je pouzdanost niska ($ICC = 0,32 - 0,33$, $CV = 6,9 - 9,5\%$), ovi testovi su se pokazali dovoljno osetljivim da naprave razliku između vrhunskih i perspektivnih fudbalera (Ali i sar., 2007; Russell i sar., 2010).

U literaturi ne postoje podaci o pouzdanosti i osetljivosti testova kojima se procenjuje BLL prilikom šuta mladih fudbalera, osim za osetljivost BLL_{max} u vezi sa efektima dominantne noge (McLean i sar., 1993).

2.2.2. Procena brzine šuta u rukometu

Do sada je u istraživanjima u rukometu u nekoliko navrata evaluirana pouzdanost primenjenih testova za procenu brzine šuta. Kada je u pitanju evaluacija osetljivosti prethodno pomenutih testova, ona je u istraživanjima u rukometu vršena u odnosu na dominantnu ruku, stepen majstorstva i efekte treninga.

Kao što je napomenuto, pouzdanost brzine šuta je do sada evaluirana u nekoliko studija. U tim studijama je dobijena visoka pouzdanost podataka. U studiji Marques-a i sar. (2006) pouzdanost primenjenog testa za procenu maksimalne brzine šuta bila je veoma visoka ($ICC = 0,96$ i $CV = 2,4\%$). U druge dve studije zabeležena je za nijansu niža pouzdanost ($ICC > 0,91$ i $CV = 0,7-7,3\%$), ali je i tu zabeležen njen visok nivo (Gorostiaga i sar., 2006; Granadosa i sar., 2008).

Analizirajući osetljivost maksimalne brzine šuta u rukometu, na uzorku seniora su zabeležene razlike između maksimalnog šuta dominantnom i nedominantnom rukom (van den Tillar, 2009). Pored toga, pokazalo se da profesionalci imaju veću brzinu šuta u odnosu na amatere istih godina (van den Tillar, 2006). Kada se uzmu u obzir razlike po pozicijama u timu, studija Vila-a i sar. (2011), koja je sprovedena na 130 vrhunskih rukometašica, pokazala je da se srednji bekovi razlikuju u maksimalnoj brzini šuta u odnosu na krila i golmane. Studija Marques-a i sar. (2006) pokazala je da je maksimalna brzina šuta uvećana kod profesionalnih igrača nakon 6 i 12 nedelja usmerenog treninga, ali je i zabeležen pad nakon 7 nedelja pauze. Isto tako, u dve studije zabeležena su poboljšanja u maksimalnoj brzini šuta tokom sezone u kojima je takođe primenjen usmeren trening (45 nedelja, prosečno 6,2 - 8%) i kod vrhunskih rukometaša (Gorostiaga i sar., 2006) i kod vrhunskih rukometašica (Granadosa i sar., 2008).

Za sada ne postoje podaci o pouzdanosti i osetljivosti testova kojima se procenjuje maksimalna brzina šuta mladih rukometaša. Takođe, nema ni studija koje ukazuju na optimalan broj ponavljanja koji treba koristiti u protokolima testiranja brzine šuta.

2.3. Ograničenja i budući pravci istraživanja

S obzirom da nema podataka o pouzdanosti testova kojima se vrši procena preciznosti u rukometu, potrebna su dalja istraživanja. Nije ispitana ni osetljivost testova u odnosu na godine, pozicije u timu i u odnosu na pol. Izuzetak je studija van den Tillar-a i sar. (2006) u kojoj je ispitana osetljivost, ali je ova studija rađena na uzorku odraslih rukometaša. Takođe, pregledom relevantne literature, ustanovljeno je da nije utvrđen optimalan broj ponavljanja unutar serija koji je potreban da bi se dobili pouzdani podaci.

O pouzdanosti i osetljivosti direktnih testova za procenu brzine šuta kod mladih fudbalera podaci ne postoje. Izuzetak je procena maksimalne brzine šuta za koju je ispitan efekat dominantne noge (McLean i Tumilty, 1993).

Pouzdanost testova maksimalne brzine šuta evaluirana je u nekoliko studija (Marques i sar., 2006; Gorostiaga i sar., 2006; Granadosa i sar., 2008). Zbog toga što su ove studije rađene na uzorku odraslih rukometaša, podaci ne mogu biti generalizovani i na mlađe uzraste, kod kojih za sada nema takvih podataka. Kada je u pitanju osetljivost maksimalne brzine šuta, studije su rađene samo na odraslim rukometašima. U pomenutim studijama ispitivana je osetljivost u odnosu na dominantnu ruku, stepen majstorstva, pozicije u timu i u odnosu na usmereni trening. Međutim, ne postoje podaci o pouzdanosti i osetljivosti (u odnosu na godine, pozicije u timu i pol) testova kojima se procenjuje maksimalna brzina šuta mladih rukometaša. Takođe, nedostaju i studije u kojima je ispitivan optimalan broj ponavljanja koji bi se koristio u protokolima, a sve sa ciljem da se dobiju pouzdani podaci. Naime, bilo je istraživanja u kojima je dobijena mala pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta, što se pripisuje malom broju ponavljanja u primenjenim protokolima.

Odnosu između brzine šuta pri preciznom šutiranju i maksimalne brzine šuta nije posvećena dovoljna pažnja u literaturi. Ostaje niz otvorenih pitanja u vezi sa ovim problemom, a odgovori na njih mogu značajno da doprinesu razumevanju nekih bazičnih zakonitosti u ispoljavanju preciznosti. Ove zakonitosti tek treba da se ispituju, kako u fudbalu, tako i u rukometu.

Imajući u vidu sve nedostatke dosadašnjih istraživanja, može se reći da ima dovoljno razloga da u budućim studijama iz ove oblasti budu evaluirane metrijske karakteristike adekvatnih testova i preporučenih varijabli. Konkretno, istraživanja ovog tipa imala bi posebnu važnost ako bi se sprovela na uzorku mlađih sportista, jer u praktičnoj primeni te informacije omogućavaju valjan postupak identifikacije talenata i uvid u rad sa mlađim kategorijama sportista.

3. PROBLEM, PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja proistekao je iz činjenica da postojeće indirektne metode za procenu preciznosti šuta, koje su korišćene u prethodnim studijama rađenim na uzorku fudbalera i rukometaša, poseduju određena metodološka ograničenja, a direktne metode nisu u dovoljnoj meri evaluirane. Pored toga, dodatni problemi u ovoj oblasti vezani su za nekonzistentnosti u nalazima koji se odnose na metrijske karakteristike primenjenih testova, ali i na mali broj studija koje su rađene na mlađim populacijama. S tim u vezi, problem ovog istraživanja odnosio se na evaluaciju direktnih metoda za procenu preciznosti i brzine šuta.

Predmet istraživanja odnosio se na evaluaciju uspešnosti balističkih pokreta korišćenjem varijabli za procenu preciznosti i brzine šuta.

Ciljevi istraživanja bili su:

- Da se ispita pouzdanost varijabli za direktnu procenu preciznosti šuta zasnovanih na metodu računanja standardnih grešaka.
- Da se ispita pouzdanost varijabli za direktnu procenu brzine šuta.
- Da se utvrdi minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu pouzdanost podataka u primenjenim protokolima za procenu preciznosti i brzine šuta.
- Da se ispita osetljivost varijabli za direktnu procenu preciznosti zasnovanih na metodu računanja standardnih grešaka u odnosu na uzrast i dominantnu nogu.
- Da se ispita osetljivost varijabli za direktnu procenu brzine šuta u odnosu na uzrast i dominantnu nogu.

Na osnovu postavljenih ciljeva istraživanja realizovana su tri eksperimenta.

U prvom eksperimentu je na uzorku fudbalera ispitana *pouzdanost* varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta nogom i procenjen je minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu pouzdanost podataka u primenjenim protokolima (*Eksperiment 1*).

U drugom eksperimentu je na uzorku fudbalera ispitana *osetljivost* izabranih varijabli, kako u pogledu razlika u odnosu na uzrasne grupe koje pokrivaju period sazrevanja, tako i u pogledu razlika između dominantne i nedominantne noge (*Eksperiment 2*).

U trećem eksperimentu je na uzorku rukometaša ispitana *pouzdanost* varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta rukom i procenjen je minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu pouzdanost podataka u primenjenim protokolima (*Eksperiment 3*).

Zadaci koje je trebalo realizovati kako bi se ostvarili postavljeni ciljevi istraživanja su:

1. Formirati grupe ispitanika.
2. Izvršiti procenu morfološkog statusa ispitanika.
3. Izvršiti procenu preciznosti šutiranja u metu.
4. Izmeriti brzinu leta lopte pri maksimalnom šuta.
5. Izmeriti brzinu leta lopte pri preciznom šutiranju.
6. Izvršiti obradu podataka.
7. Izvršiti statističku analizu dobijenih podataka za varijable preciznosti i brzine šuta.
8. Izvršiti prikaz i interpretaciju dobijenih nalaza.

4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

U skladu sa predmetom, ciljem i zadacima istraživanja postavljene su četiri hipoteze sa kojima su evaluirane direktne varijable za procenu preciznosti zasnovanih na merenju standardnih grešaka u uzastopnim šutevima u metu, kao i direktne varijable za procenu brzine šuta:

- Varijable za direktnu procenu preciznosti zasnovane na merenju standardnih grešaka imaju umerenu pouzdanost (H_1);
- Varijable za direktnu procenu preciznosti zasnovane na merenju standardnih grešaka imaju sposobnost da identifikuju razlike u odnosu na uzrast i dominantnu nogu (H_2);
- Varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju visoku pouzdanost (H_3) i
- Varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju sposobnost da identifikuju razlike u odnosu uzrast i dominantnu nogu (H_4).

5. METODE ISTRAŽIVANJA

U ovim istraživanjima je na osnovu eksperimentalno prikupljenih podataka urađena transverzalna analiza u pogledu *preciznosti* i *brzine* šuta ispitanika. Kao osnovni, primenjen je empirijski metod, a kao pomoćni, statistički metod.

5.1. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)

U ovom eksperimentu je izvršena analiza podataka koja je obuhvatila ispitivanje pouzdanosti merenih varijabli na uzorku fudbalera. Sve varijable su zasnovane na direktnim metodama za procenu preciznosti i brzine šuta. Preciznost je procenjivana računanjem standardnih grešaka (AG , VG i KG) u dve dimenzije, a brzina šuta preko *Brzine leta lopte pri maksimalnom šutu* (BLL_{max}) i *Brzine leta lopte pri preciznom šutiranju* (BLL_{prec}) i njihovog međusobnog odnosa BLL_{prec}/BLL_{max} (za detalje pogledati poglavlje 5.1.3.2). Na osnovu podataka dobijenih u ovom eksperimentu procenjen je i minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu pouzdanost podataka u primenjenim protokolima.

5.1.1. Tok i postupci istraživanja

Eksperiment je realizovan u dva navrata. Najpre je, u jutarnjim časovima, vršena procena morfološkog statusa i obavljani su medicinski pregledi, a nakon toga je vršena procena preciznosti i brzine šuta. Ispitanici su šutirali standardnom loptom za fudbal. Testiranje je organizovano u sali u kojoj je podna obloga parket. Sala je bila klimatizovana, s tim u vezi, pružala je mogućnosti regulisanja temperature vazduha, o čemu je vođeno računa. Ispitanici su bili u standardnoj sportskoj odeći i obući.

5.1.2. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika su činila 53 fudbalera, sa šireg spiska nacionalne selekcije, uzrasta 12 i 13 godina. Ovaj broj ispitanika je ocenjen kao optimalan jer je u skladu sa preporukama za procenu pouzdanosti (Hopkins, 2000).

U studiji su učestvovali odbrambeni igrači, igrači veznog reda i napadači. Ispitanicima je kazano da je neophodno da prijave bilo kakav medicinski problem i eventualne povrede koje bi mogle uticati na rezultate testiranja. U tom slučaju nisu mogli učestvovati u eksperimentu. U istraživanje su uvršteni ispitanici koji nisu bili izloženi intenzivnom fizičkom naporu najmanje dva dana pre eksperimenta.

Saglasnost za sprovođenje realizovane studije dobijena je od Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu (Prilog 4) i Etičke komisije Zavoda za sport i medicinu sporta Republike Srbije (Prilog 5), koji obavlja redovna merenja na kampovima perspektivnih sportista.

5.1.3. Uzorak varijabli i način njihovog merenja

Sve varijable u istraživanju podeljene su u tri grupe, u odnosu na njihovu metodološku prirodu.

Nezavisne varijable:

- *Dominantna strana* i
- *Uzrast*.

Zavisne varijable:

a) za preciznost šuta:

- *AG*,
- *VG* i
- *KG*.

b) za brzinu šuta:

- *BLL_{max}*,
- *BLL_{prec}* i
- *BLL_{prec}/BLL_{max}*.

Kontrolne varijable:

- *Visina tela (VT)*,
- *Masa tela (MT)*,
- *Indeks mase tela (MT)* i
- *Trenažni staž (TS)*.

5.1.3.1. Varijable za procenu morfološkog statusa

Procena morfološkog statusa ispitanika vršena je na osnovu podataka prikupljenih merenjem *VT*, *MT* i izračunavanjem *IMT*. Tokom merenja ispitanici su bili

minimalno obučeni (bosi i samo u športsu), a merenja je obavio jedan merilac, u skladu sa standardnim procedurama (Norton i sar., 2000).

Visina tela

Merenje *VT* obavljeno je pomoću antropometra po Martinu, čija je tačnost merenja 0,1 *cm*. Tokom merenja visine tela, ispitanik je zauzimao standardni uspravan stav, na čvrstoj, vodoravnoj podlozi, sa položajem glave u kom je Frankfurtska ravan paralelna sa podlogom (Norton i sar., 2000).

Masa tela

Merenje *MT* vršeno je korišćenjem vage čija je tačnost merenja 0,1 *kg*. Vaga je bila prethodno kalibrisana (Norton i sar., 2000).

Indeks mase tela

IMT (engl. Body mass index), je izračunat primenom standardne formule:

$$IMT = MT (kg) / VT (m)^2.$$

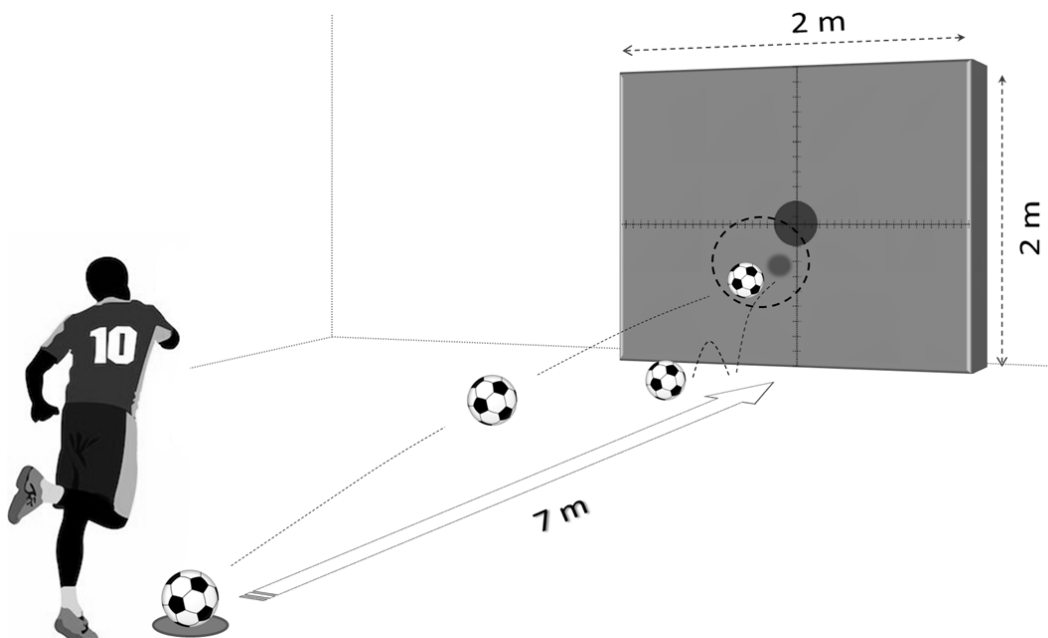
5.1.3.2. Varijable za procenu karakteristika šuta

Za procenu karakteristika šuta primenjeni su testovi maksimalne brzine šuta, preciznosti i brzine šuta pri preciznom šutiranju. Testiranju je prethodilo standardno zagrevanje u trajanju od 10 minuta, nakon čega je usledila procedura aktivnog rastezanja u trajanju od 5 minuta. Nakon zagrevanja i rastezanja usledilo je detaljno objašnjenje i demonstracija testova.

U testu maksimalne brzine šuta ispitanici su bili instruisani da loptu šutnu najjače što mogu dominantnom, odnosno, nedominantnom nogom u metu koja se nalazila na zidu. Svaki ispitanik je imao po jedan probni pokušaj, nakon kog su usledila po tri ponavljanja dominantnom i nedominantnom nogom.

U testu preciznosti i brzine šuta pri preciznom šutiranju ispitanici su bili instruisani da loptu šutnu što je bliže moguće centru mete koja se nalazila na zidu (*Slika 1*). Svaki ispitanik je imao po 10 probnih pokušaja dominantnom, odnosno, nedominantnom nogom, a onda su ispitanici podeljeni u grupe od po pet i svaki od njih je izvodio tri serije od po 10 šuteva dominantnom i nedominantnom nogom. Rastojanje između lopte i mete je bilo 7 metara. Pauza između šuteva je bila 15 sekundi. Nakon

jedne serije šuteva ispitanik je išao na začelje kolone i čekao u redu za sledeću seriju šuteva.



Slika 1. Ilustracija izvođenja zadatka fudbalera.

Meta je bila izrađena od memorijske pene (Viscoline®, Eurofoam, Austria) koja je omogućavala zadržavanje otiska lopte nekoliko sekundi, što je meriocu pružalo mogućnost nesmetanog očitavanja rezultata. Meta je bila dimenzija 2×2 m, sa vidno označenim centrom prečnika 15 cm.

Maksimalna brzina šuta i brzina šuta pri preciznom šutiranju merene su ručnim radarom (Sports Radar Speed Gun SR3600, Homosassa, FL, USA).

5.1.4. Prikupljanje podataka

Iskusni merioci su merili vertikalnu i horizontalnu udaljenost otiska lopte od centra mete, a brzinu leta lopte pomoću ručnog radara. Ponovljeni su svi šutevi nakon kojih je lopta promašila metu.

Preciznost šuteva je procenjivana na osnovu standardnih grešaka u dvodimenzionalnom sistemu, prema preporuci Hancock-a i sar. (1995). AG , VG i KG , kao mere preciznosti šuta, izračunate su sledećim jednačinama (Hancock i sar. 1995; Kim i sar. 2000):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (1)$$

$$AG = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i^2 + y_i^2)}, \quad (2)$$

$$VG = \sqrt{\left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2] \right\}}, \quad (3)$$

$$KG = \sqrt{(\bar{x}^2 + \bar{y}^2)}, \quad (4)$$

gde x_i i y_i odgovaraju horizontalnom i vertikalnom odstupanju lopte u odnosu na centar mete.

U ovom eksperimentu su analizirani podaci dobijeni u 3 serije od po 10 šuteva dominantnom i nedominantnom nogom, koje su izvodili ispitanici uzrasta 12 i 13 godina. Na taj način je ispitana pouzdanost standardnih grešaka i brzine šuta, kao varijabli procene karakteristika šuta.

5.1.5. Statistička obrada podataka

Podaci dobijeni u prvom eksperimentu obrađeni su primenom *deskriptivne*, *komparativne* i *korelacione* statističke analize.

U okviru *deskriptivne statistike* za varijable morfoloških karakteristika, zatim za varijable preciznosti i brzine šuta izračunate su *aritmetička sredina* (A) i *standardna devijacija* (SD).

U okviru *komparativne* i *korelacione statistike*, sa ciljem evaluacije *pouzdanosti* varijabli preciznosti i brzine šuta, primenjena je univarijantna *analiza varijanse* ($ANOVA$) sa ponovljenim merenjima i *Tukijev post hoc test* (Thomas i Nelson, 2001). Kao nivo statističke značajnosti određeno je da je $p < 0,05$. Za procenu pouzdanosti između ponavljanja, korišćen je *intraklasni koeficijent korelacije* (ICC ; Weir, 2005). *Koeficijent varijacije* (CV) je upotrebljen za procenu varijacije unutar ispitanika (Hopkins, 2000). Za utvrđivanje minimalnog broja ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljiv nivo pouzdanosti u primenjenim protokolima za procenu preciznosti i brzine

šuta primenjena je *Spirman-Braunova formula* (Baumgartner i sar., 2007). Smatralo se da rezultati imaju prihvatljiv nivo pouzdanosti ako su vrednosti $ICC \geq 0,7$ i više (Vincent, 2005).

Za statističku analizu podataka korišćeni su softveri SPSS 16 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) i Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

5.2. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)

U ovom eksperimentu je izvršena analiza podataka koja je obuhvatila ispitivanje osetljivosti izabranih varijabli na uzorku fudbalera, kako u pogledu razlika u starosnim grupama koje pokrivaju period sazrevanja, tako i u pogledu razlika između dominantne i nedominantne noge. Sve varijable su zasnovane na direktnim metodama za procenu karakteristika šuta. Preciznost je procenjivana merenjem AG , VG i KG , a brzina šuta preko BLL_{max} , BLL_{prec} i BLL_{prec}/BLL_{max} (za detalje pogledati poglavlje 5.2.3.2).

5.2.1. Tok i postupci istraživanja

Eksperiment je realizovan u dva navrata. U jutarnjim časovima su vršena antropometrijska merenja i medicinski pregledi, a nakon toga je vršena procena preciznosti i brzine šuta. Ispitanici su šutirali standardnom loptom za fudbal. Testiranje je organizovano u sali u kojoj je podna obloga parket. S obzirom da je sala bila klimatizovana, vodilo se računa o temperaturi vazduha u njoj. Ispitanici su bili u standardnoj sportskoj odeći i obući.

5.2.2. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika je činilo 106 fudbalera, članova šireg spiska nacionalne selekcije, uzrasta od 12 do 15 godina. U *selekciji od 12 godina (G12)* bilo je 27 fudbalera, u *selekciji od 13 godina (G13)* bilo je 26 fudbalera, u *selekciji od 14 godina (G14)* bilo je 26 fudbalera i u *selekciji od 15 godina (G15)* bilo je 27 fudbalera.

U ovom eksperimentu su učestvovali *odbrambeni igrači, igrači veznog reda i napadači*. Ispitanici su upozoreni da je neophodno da prijave bilo kakav medicinski problem i eventualne povrede koje bi mogle uticati na rezultate testiranja, jer u tom slučaju nisu učestvovali u eksperimentu. U istraživanje su uvršteni ispitanici koji nisu bili izloženi intenzivnom fizičkom naporu najmanje dva dana pre eksperimenta.

Saglasnost za sprovođenje realizovane studije dobijena je od Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu (Prilog 4) i Etičke

komisije Zavoda za sport i medicinu sporta Republike Srbije (Prilog 5), koji obavlja redovna merenja na kampovima perspektivnih sportista.

5.2.3. Uzorak varijabli i način njihovog merenja

Sve varijable istraživanja podeljene su u tri grupe, u odnosu na njihovu metodološku prirodu.

Nezavisne varijable:

- *Dominantna strana* i
- *Uzrast*.

Zavisne varijable:

a) za preciznost šuta:

- *AG*,
- *VG* i
- *KG*.

b) za brzinu šuta:

- *BLL_{max}*,
- *BLL_{prec}* i
- *BLL_{prec}/BLL_{max}*.

Kontrolne varijable:

- *VT*,
- *MT*,
- *IMT* i
- *TS*.

5.2.3.1. Varijable za procenu morfološkog statusa

Procena morfološkog statusa ispitanika vršena je na osnovu podataka prikupljenih merenjem *VT*, *MT* i izračunavanjem *IMT*. Tokom merenja ispitanici su bili minimalno obučeni (bosi i samo u šortsu), a merenja je obavio jedan merilac, u skladu sa standardnim procedurama (Norton i sar., 2000).

Visina tela

Merenje *VT* obavljeno je pomoću antropometra po Martinu, čija je tačnost merenja 0,1 *cm*. Tokom merenja visine tela ispitanik je zauzimao standardni uspravan stav, na čvrstoj, vodoravnoj podlozi, sa položajem glave u kom je Frankfurtska ravan paralelna sa podlogom (Norton i sar., 2000).

Masa tela

Merenje *MT* vršeno je korišćenjem vage čija je tačnost merenja 0,1 *kg*. Vaga je bila prethodno kalibrisana (Norton i sar., 2000).

Indeks mase tela

IMT (engl. Body mass index), je izračunat primenom standardne formule:

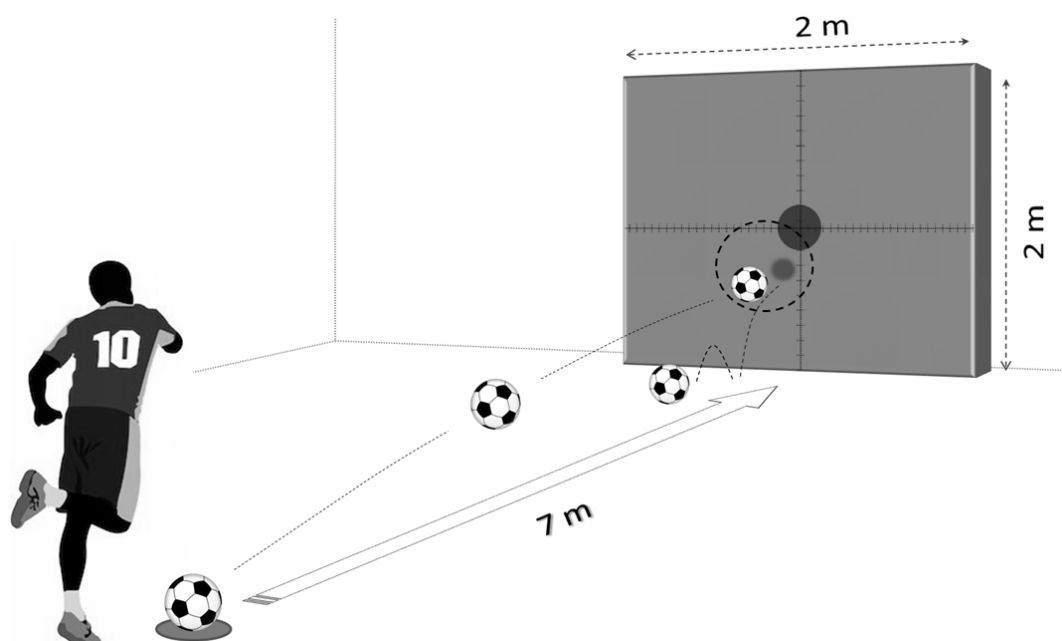
$$IMT = MT (kg) / VT (m)^2.$$

5.2.3.2. Varijable za procenu karakteristika šuta

Testovi maksimalne brzine šuta, preciznosti i brzine šuta pri preciznom šutiranju primenjeni su za procenu karakteristika šuta. Pre samog testiranja sprovedeno je standardno zagrevanje u trajanju od 10 minuta, nakon čega je usledila procedura aktivnog rastezanja u trajanju od 5 minuta. Nakog zagrevanja i rastezanja usledilo je detaljno objašnjenje i demonstracija testova.

U testu maksimalne brzine šuta ispitanici su bili instruisani da loptu šutnu najjače što mogu dominantnom i nedominantnom nogom u metu koja se nalazila na zidu. Svaki ispitanik je imao po jedan probni pokušaj, nakog kog su izvodili po tri ponavljanja maksimalno brzog šuta dominantnom, odnosno, nedominantnom nogom.

U testu preciznosti i brzine šuta pri preciznom šutiranju ispitanici su bili instruisani da loptu šutnu što je bliže moguće centru mete koja se nalazila na zidu (*Slika 2*). Svaki ispitanik je imao po 10 probnih pokušaja dominantnom i nedominantnom nogom. Nakon toga, ispitanici su podeljeni u grupe od po pet i svaki od njih je izvodio po 10 šuteva dominantnom i nedominantnom nogom u okviru jedne serije. Rastojanje između lopte i mete je bilo 7 metara, a pauza između šuteva je bila 15 sekundi.



Slika 2. Ilustracija izvođenja zadatka fudbalera.

Meta je bila izrađena od memorijske pene (Viscoline®, Eurofoam, Austria) koja je omogućavala zadržavanje otiska lopte nekoliko sekundi, što je meriocu pružalo mogućnost nesmetanog očitavanja. Meta je bila dimenzija $2 \times 2 \text{ m}$, sa vidno označenim centrom prečnika 15 cm .

Maksimalna brzina šuta i brzina šuta pri preciznom šutiranju merene su ručnim radarom (Sports Radar Speed Gun SR3600, Homosassa, FL, USA).

5.2.4. Prikupljanje podataka

Iskusni merioci su merili vertikalnu i horizontalnu udaljenost otiska lopte od centra mete i brzinu leta lopte pomoću ručnog radara. Ponovljeni su svi šutevi nakon kojih je lopta promašila metu.

Preciznost šuteva je procenjivana na osnovu standardnih grešaka u dvodimenzionalnom sistemu, prema preporuci Hancock-a i sar. (1995). AG , VG i KG , kao mere preciznosti šuta, izračunate su sledećim standardnim jednačinama (Hancock i sar. 1995; Kim i sar. 2000):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (1)$$

$$AG = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i^2 + y_i^2)}, \quad (2)$$

$$VG = \sqrt{\left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2] \right\}}, \quad (3)$$

$$KG = \sqrt{(\bar{x}^2 + \bar{y}^2)}, \quad (4)$$

gde x_i i y_i odgovaraju horizontalnom i vertikalnom odstupanju lopte u odnosu na centar mete.

U ovom eksperimentu je analizirana serija od 10 šuteva dominantnom i nedominantnom nogom, koje su izvodili ispitanici uzrasta od 12 do 15 godina i na taj način je ispitana osetljivost standardnih grešaka i brzine šuta, kao varijabli procene karakteristika šuta.

5.2.5. Statistička obrada podataka

Podaci dobijeni u eksperimentu obrađeni su primenom *deskriptivne* i *komparativne* statističke analize.

U okviru *deskriptivne statistike* za varijable morfoloških karakteristika, zatim za varijable preciznosti i brzine šuta izračunate su A i SD .

U okviru *komparativne statistike*, sa ciljem evaluacije osetljivosti, primenjene su sledeće statističke procedure. Prvo je za procenu normalnosti distribucije podataka primenjen *Kolmogorov-Smirnov* test, dok je za procenu homogenosti varijanse korišćen *Levenov* test. S obzirom da je potvrđena normalnost podataka, primenjena je dvostruka mešovita *ANOVA* u cilju testiranja glavnih efekata *uzrasta* i *dominantne noge*, individualno na svaku od primenjenih varijabli. U slučajevima kada je dobijena značajna F -vrednost, primenjen je *Bonferoni* post hoc test za utvrđivanje razlika između uzrasnih grupa. Značajnost je podešena na nivo $p < 0,05$. Za procenu eventualnih razlika upotrebljena je veličina efekta, prikazana kao *parcijalni eksponent Eta* ($p\eta^2$) koji je

računat posebno za svaki od glavnih efekata i interakcije od primenjenih *ANOVA*. Vrednosti $p\eta^2$ od 0,01, 0,06 i 0,15 su smatrane kao male, umerene i velike.

Za statističku analizu podataka korišćeni su softveri SPSS 16 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) i Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

5.3. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)

U ovom eksperimentu je izvršeno ispitivanje pouzdanosti merenih varijabli na uzorku rukometaša. Sve varijable su zasnovane na direktnim metodama za procenu karakteristika šuta. Preciznost je procenjivana merenjem AG , VG i KG , a brzina šuta preko BLL_{max} , BLL_{prec} i BLL_{prec}/BLL_{max} (za detalje pogledati poglavlje 5.3.3.2). Na osnovu podataka dobijenih u ovom eksperimentu procenjen je i minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu pouzdanost podataka u primenjenim protokolima.

5.3.1. Tok i postupci istraživanja

Eksperiment je realizovan u dva navrata, u jutarnjim časovima je vršena procena morfološkog statusa i obavljani su medicinski pregledi, a nakon toga je vršena procena preciznosti i brzine šuta. Ispitanici su šutirali standardnom loptom za rukomet. Testiranje je organizovano u sali u kojoj je podna obloga parket. S obzirom da je sala bila klimatizovana, pružala je mogućnost regulisanja temperature vazduha u njoj, o čemu se vodilo računa. Ispitanici su bili u standardnoj sportskoj odeći i obući.

5.3.2. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika su činila 43 rukometaša, članova šireg spiska nacionalne selekcije, uzrasta 14 godina. Ovaj broj ispitanika je ocenjen kao optimalan jer je u skladu sa preporukama za procenu pouzdanosti (Hopkins, 2000).

Saglasnost za sprovođenje realizovane studije dobijena je od Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu (Prilog 4) i Etičke komisije Zavoda za sport i medicinu sporta Republike Srbije (Prilog 5), koji obavlja redovna merenja na kampovima perspektivnih sportista.

5.3.3. Uzorak varijabli i način njihovog merenja

Sve varijable istraživanja podeljene su u tri grupe, u odnosu na njihovu metodološku prirodu.

Nezavisne varijable:

- Dominantna strana i
- Uzrast.

Zavisne varijable:

a) za preciznost šuta:

- AG ,
- VG i
- KG .

b) za brzinu šuta:

- BLL_{max} ,
- BLL_{prec} i
- BLL_{prec}/BLL_{max} .

Kontrolne varijable:

- VT ,
- MT ,
- IMT i
- TS .

5.3.3.1. Varijable za procenu morfološkog statusa

Procena morfološkog statusa ispitanika vršena je na osnovu podataka prikupljenih merenjem VT , MT i izračunavanjem IMT . Tokom merenja ispitanici su bili minimalno obučeni (bosi i samo u šortsu), a merenja je obavio jedan merilac, u skladu sa standardnim procedurama (Norton i sar., 2000).

Visina tela

Merenje VT obavljeno je pomoću antropometra po Martinu, čija je tačnost merenja 0,1 *cm*. Tokom merenja visine tela ispitanik je zauzimao standardni uspravan stav, na čvrstoj, vodoravnoj podlozi, sa položajem glave u kom je Frankfurtska ravan paralelna sa podlogom (Norton i sar., 2000).

Masa tela

Merenje *MT* vršeno je korišćenjem vage čija je tačnost merenja 0,1 kg. Vaga je bila prethodno kalibrisana (Norton i sar., 2000).

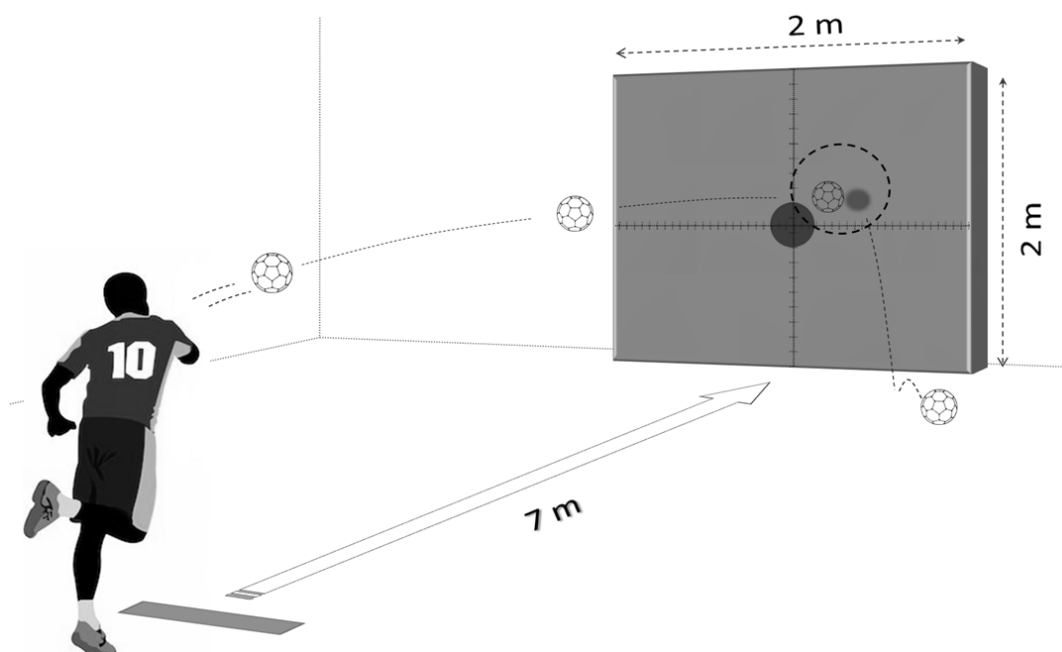
Indeks mase tela

IMT (engl. Body mass index), je izračunat primenom standardne formule:

$$IMT = MT (kg) / VT (m)^2.$$

5.3.3.2. Varijable za procenu karakteristika šuta

Karakteristike šuta procenjene su primenom testa maksimalne brzine šuta i testa preciznosti i brzine šuta pri preciznom šutiranju (*Slika 3*). Pre samog testiranja ispitanici su podvrgnuti programu standardnog zagrevanja u trajanju od 10 minuta, nakon čega je usledila procedura aktivnog rastezanja u trajanju od 5 minuta. Posle zagrevanja i rastezanja mišićno-zglobnog sistema usledilo je detaljno objašnjenje i demonstracija testova.



Slika 2. Ilustracija izvođenja zadatka rukometaša.

U testu maksimalne brzine šuta ispitanici su bili instruisani da loptu šutnu najjače što mogu dominantnom rukom u metu koja se nalazila na zidu. Svaki ispitanik

je imao po jedan probni pokušaj, nakon kog su svi ispitanici izvodili po tri maksimalna šuta dominantnom rukom.

U testu preciznosti i brzine šuta pri preciznom šutiranju ispitanici su bili instruisani da loptu šutnu što je bliže moguće centru mete koja se nalazila na zidu. Svaki ispitanik je imao po 10 probnih pokušaja dominantnom rukom, nakon čega su podeljeni u grupe od po 5 i svaki od njih je izvodio tri serije od po 10 šuteva dominantnom rukom. Nakon jedne serije šuteva ispitanik je išao na začelje kolone i čekao svoj red za sledeću seriju. Pauza između šuteva je bila 15 sekundi. Rastojanje između lopte i mete je bilo 7 metara.

Meta je bila izrađena od memorijske pene (Viscoline®, Eurofoam, Austria) koja je omogućavala zadržavanje otiska lopte nekoliko sekundi, što je meriocu pružalo mogućnost nesmetanog očitavanja rezultata. Meta je bila dimenzija 2×2 m, sa vidno označenim centrom prečnika 15 cm.

Maksimalna brzina šuta i brzina šuta pri preciznom šutiranju merene su ručnim radarom (Sports Radar Speed Gun SR3600, Homosassa, FL, USA).

5.3.4. Prikupljanje podataka

Iskusni merioci su merili vertikalnu i horizontalnu udaljenost otiska lopte od centra mete i brzinu leta lopte pomoću ručnog radara. Ponovljeni su svi šutevi nakon kojih je lopta promašila metu.

Preciznost šuteva je procenjivana na osnovu izračunatih standardnih grešaka u dvodimenzionalnom sistemu, prema preporuci Hancock-a i sar. (1995). AG , VG i KG , kao mere preciznosti šuta, izračunate su sledećim standardnim jednačinama (Hancock i sar. 1995; Kim i sar. 2000):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (1)$$

$$AG = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i^2 + y_i^2)}, \quad (2)$$

$$VG = \sqrt{\left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2] \right\}}, \quad (3)$$

$$KG = \sqrt{(\bar{x}^2 + \bar{y}^2)}, \quad (4)$$

gde x_i i y_i odgovaraju horizontalnom i vertikalnom odstupanju lopte u odnosu na centar mete.

U ovom eksperimentu su analizirani podaci dobijeni u 3 serije od po 10 šuteva dominantnom rukom, koje su izvodili ispitanici uzrasta 14 godina, a na taj način je ispitana pouzdanost standardnih grešaka i brzine šuta, kao varijabli procene karakteristika šuta.

5.3.5. Statistička obrada podataka

Podaci dobijeni u prvom eksperimentu obrađeni su primenom *deskriptivn, komparativne i korelacione* statističke analize.

U okviru *deskriptivne statistike* za varijable morfoloških karakteristika, zatim za varijable preciznosti i brzine šuta izračunati su *A* i *SD*.

U okviru *komparativne i korelacione statistike*, sa ciljem evaluacije *pouzdanosti* varijabli preciznosti i brzine šuta, primenjena je univarijantna *ANOVA* sa ponovljenim merenjima i *Tukijev* post hoc test (Thomas i Nelson, 2001). Kao nivo statističke značajnosti određeno je da je $p < 0,05$. Za procenu pouzdanosti između ponavljanja, korišćen je *ICC* (Weir, 2005), a *CV* je upotrebljen za procenu varijacije unutar ispitanika (Hopkins, 2000). Za utvrđivanje minimalnog broja ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljiv nivo pouzdanosti u primenjenim protokolima za procenu preciznosti i brzine šuta primenjena je *Spirman-Braunova formula* (Baumgartner i sar., 2007). Smatralo se da rezultati imaju prihvatljiv nivo pouzdanosti ako su vrednosti *ICC* $\geq 0,7$ i više (Vincent, 2005).

Za statističku analizu podataka korišćeni su softveri SPSS 16 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) i Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja prikazani su za svaki eksperiment zasebno.

Rezultati dobijeni u *prvom* eksperimentu prikazani su tabelarno i odnose se na: 1) pouzdanost varijabli za procenu karakteristika šuta nogom i 2) predviđanje broja ponavljanja za dobijanje pouzdanih podataka.

Rezultati *drugog* eksperimenta su prikazani tabelarno i grafički, a uključuju nalaze koji prikazuju osetljivost varijabli za procenu karakteristika šuta nogom u odnosu na uzrast i dominantnu nogu.

Za *treći* eksperiment nalazi uključuju tabelarni prikaz: 1) pouzdanost varijabli za procenu karakteristika šuta rukom i 2) predviđanje broja ponavljanja za dobijanje pouzdanih podataka.

6.1. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)

Podaci prikazani u *Tabeli 1* predstavljaju osnovne deskriptivne pokazatelje demografskih i morfoloških karakteristika ispitanika koji su učestvovali u prvoj studiji. Podaci ukazuju na izrazito homogene grupe ispitanika, što doprinosi kvalitetnijoj evaluaciji indikatora pouzdanosti izabranih varijabli za procenu preciznosti i brzine šuta.

Tabela 1. Osnovni deskriptivni pokazatelji demografskih i morfoloških karakteristika ispitanika. Prikazane su kao *aritmetička sredina* i *standardna devijacija* ($A \pm SD$) praćenih veličina.

Varijable	<i>G12</i> (<i>n</i> = 27)	<i>G13</i> (<i>n</i> = 26)
Uzrast (<i>god</i>)	12,2 ± 0,3	13,1 ± 0,2
Visina tela (<i>m</i>)	1,55 ± 0,07	1,63 ± 0,07
Masa tela (<i>kg</i>)	42 ± 7,4	48,5 ± 6,9
Index mase tela (<i>kg/m²</i>)	17,6 ± 1,5	18,1 ± 1,5
Trenažni staž (<i>god</i>)	5,4 ± 1,3	6,3 ± 1,2

G12 – selekcija uzrasta 12 godina; *G13* – selekcija uzrasta 13 godina.

Zbog bolje preglednosti, rezultati istraživanja, vezani za pouzdanost evaluiranih varijabli, podeljeni su u dva zasebna dela. Prvo je prikazan deo koji se odnosi na pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta, a u drugom delu je predstavljena pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta.

6.1.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta

Za ocenu pouzdanosti između serija korišćene su apsolutne (*ICC*) i relativne (*CV*) mere, kao i *ANOVA* sa ponovljenim merenjima. Za predviđanje pouzdanosti primenjena je Spirman-Braunova formula.

Apsolutna i relativna pouzdanost

U *Tabeli 2* prikazani su pokazatelji pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta dominantnom nogom. Rezultati dobijeni za dominantnu nogu ukazuju na umerenu do nisku pouzdanost *AG* (*ICC* = 0,67) i *VG* (*ICC* = 0,54), dok se *CV* za

pomenute greške kretao u intervalu od 15 do 20%. *KG* je pokazala izuzetno nisku pouzdanost ($ICC = 0,00$) i CV blizu 100%. Koeficijent pouzdanosti za *KG* za dominantnu nogu u stvari je pokazao matematički negativne ICC vrednosti ($ICC = -0,03$). Ove vrednosti su zaokružene na 0,00. Jednostruka *ANOVA* sa ponovljenim merenjima nije pokazala značajne razlike između tri uzastopne serije kod *AG* i *VG* ($p > 0,11$), a kod *KG* $p = 0,00$.

Tabela 2. Osnovni deskriptivni pokazatelji ($A \pm SD$) i indikatori pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta dominantnom nogom.

Varijable	Seriya 1	Seriya 2	Seriya 3	p	ICC^*	$CV(\%)$
<i>AG (cm)</i>	50,2 ± 9,1	47,5 ± 8,6	48,0 ± 9,7	0,11	0,67*	15,7
<i>VG (cm)</i>	44,5 ± 8,4	43,5 ± 9,1	41,8 ± 8,6	0,17	0,54*	19,9
<i>KG (cm)</i>	21,5 ± 11,6	16,4 ± 8,2	15,7 ± 9,7	0,00	0,00*	94,4

CV – koeficijent varijacije; ICC – intraklasni koeficijent korelacije; *AG* – apsolutna greška; *VG* – varijabilna greška; *KG* – konstantna greška.

* - p vrednost za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

U Tabeli 3 prikazani su pokazatelji pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta nedominantnom nogom.

Tabela 3. Osnovni deskriptivni pokazatelji ($A \pm SD$) i indikatori pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta nedominantnom nogom.

Varijable	Seriya 1	Seriya 2	Seriya 3	p	ICC^*	$CV(\%)$
<i>AG (cm)</i>	63,1 ± 9,5	61,0 ± 10,6	60,0 ± 11,3	0,17	0,61*	15,1
<i>VG (cm)</i>	59,0 ± 7,5	55,5 ± 9,9	56,8 ± 9,0	0,08	0,35*	16,9
<i>KG (cm)</i>	24,2 ± 11,8	24,5 ± 12,9	23,4 ± 14,2	0,87	0,45*	91,4

CV – koeficijent varijacije; ICC – intraklasni koeficijent korelacije; *AG* – apsolutna greška; *VG* – varijabilna greška; *KG* – konstantna greška.

* - p vrednost za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Rezultati dobijeni za nedominantnu nogu ukazuju na umerenu do nisku pouzdanost *AG* ($ICC = 0,61$) i *VG* ($ICC = 0,35$), a CV se, za pomenute greške, kretao u intervalu od 15 do 17%. *KG* je ponovo pokazala nisku pouzdanost ($ICC = 0,45$) i CV

blizu 100%. Jednostruka *ANOVA* sa ponovljenim merenjima nije pokazala značajne razlike između tri uzastopne serije ni za jednu od varijabli ($p > 0,08$).

Predikcija broja ponavljanja i nivo pouzdanosti

U narednom delu teksta prikazani su rezultati koji se odnose na predikciju broja ponavljanja u cilju dobijanja pouzdanih podataka procenjivanih Spirman-Braunovom formulom predviđanja.

Za dominantnu nogu neophodan broj ponavljanja za prihvatljiv nivo pouzdanosti prikazan je u *Tabeli 4*. Za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) broj ponavljanja treba da bude najmanje 11 za *AG*, a za *VG* je neophodno najmanje 20 ponavljanja. Za dobijanje prihvatljivog nivoa pouzdanosti za *KG* nije bilo moguće izračunati broj ponavljanja koji bi obezbedio prihvatljivu pouzdanost rezultata zbog dobijenih negativnih vrednosti *ICC*. Za visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) neophodno je 44 ponavljanja za *AG* i 77 ponavljanja za *VG*.

Tabela 4. Broj ponavljanja unutar serije potrebnih da se dostigne odgovarajući nivo pouzdanosti za dominantnu nogu.

Varijable	$ICC > 0,9$	$ICC > 0,8$	$ICC > 0,7$	$ICC > 0,6$
<i>AG</i>	44	20	11	7
<i>VG</i>	77	34	20	13
<i>KG</i>	-	-	-	-

ICC – intraklasni koeficijent korelacije; *AG* – apsolutna greška; *VG* – varijabilna greška; *KG* – konstantna greška.

Za nedominantnu nogu neophodan broj ponavljanja za prihvatljiv nivo pouzdanosti prikazan je u *Tabeli 5*. Kao što se može videti u tabeli, prihvatljive vrednosti su dobijene za sve varijable. Za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) broj ponavljanja treba da bude 15 za *AG*, a za *VG* je neophodno 41 ponavljanje. Za konstantnu grešku je za dobijanje prihvatljivog nivoa pouzdanosti neophodno izvesti 27 ponavljanja. Za visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) neophodno je 58 ponavljanja za *AG* i 160 ponavljanja za *VG*. Ovaj nivo pouzdanosti zahteva 106 ponavljanja za *KG*.

Tabela 5. Broj ponavljanja unutar serije potrebnih da se dostigne odgovarajući nivo pouzdanosti za nedominantnu nogu.

Varijable	$ICC > 0,9$	$ICC > 0,8$	$ICC > 0,7$	$ICC > 0,6$
<i>AG</i>	58	26	15	10
<i>VG</i>	160	71	41	27
<i>KG</i>	106	47	27	18

ICC – intraklasni koeficijent korelacije; *AG* – apsolutna greška; *VG* – varijabilna greška; *KG* – konstantna greška.

6.1.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta

Za ocenu pouzdanosti između serija korišćene su apsolutne (*ICC*) i relativne (*CV*) mere pouzdanosti, kao i *ANOVA* sa ponovljenim merenjima, dok je za predviđanje pouzdanosti primenjena Spirman-Braunova formula.

Apsolutna i relativna pouzdanost

U Tabeli 6 prikazani su pokazatelji pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta dominantnom nogom.

Tabela 6. Osnovni deskriptivni pokazatelji ($A \pm SD$) i indikatori pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta dominantnom nogom.

Varijable	Seriya 1	Seriya 2	Seriya 3	<i>p</i>	<i>ICC</i> *	<i>CV</i> (%)
BLL_{max} (km/h)	82,7 ± 9,3	83,7 ± 9,6	83,1 ± 9,4	0,12	0,93*	4,4
BLL_{prec} (km/h)	59,5 ± 6,0	59,4 ± 6,8	59,2 ± 5,8	0,79	0,94*	3,7
BLL_{prec}/BLL_{max}	0,68 ± 0,09	0,69 ± 0,09	0,68 ± 0,09	0,79	0,97*	3,8

CV – koeficijent varijacije; *ICC* – intraklasni koeficijent korelacije; BLL_{max} – Brzina leta lopte pri maksimalnom šutu; BLL_{prec} – Brzina leta lopte pri preciznom šutiranju; BLL_{prec}/BLL_{max} – Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu;

* - *p* vrednost za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Može se zapaziti da je dobijen visok stepen pouzdanosti ($ICC > 0,90$) i za BLL_{max} i BLL_{prec} . Takođe, i za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} je dobijena visoka pouzdanost. Pri

tome je za sve tri varijable zabeležen nizak CV ($< 5\%$), a $ANOVA$ sa ponovljenim merenjima nije pokazala značajne razlike između tri uzastopne serije.

U *Tabeli 7* prikazani su pokazatelji pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta nedominantnom nogom. Može se zapaziti da je i ovde ostvaren visok stepen pouzdanosti ($ICC > 0,85$) za BLL_{max} i BLL_{prec} , kao i za odnos između ove dve varijable. U ovom slučaju zabeležen je nešto veći CV za BLL_{max} u odnosu na dominantnu nogu (7,5%), dok je za BLL_{prec} ostao ispod 5%. Kada je u pitanju Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu (BLL_{prec}/BLL_{max}), CV je i u ovom slučaju bio ispod 5%. $ANOVA$ sa ponovljenim merenjima nije pokazala značajne razlike između tri uzastopne serije.

Tabeli 7. Osnovni deskriptivni pokazatelji ($A \pm SD$) i indikatori pouzdanosti između serija za evaluirane varijable kod šuta nedominantnom nogom.

Varijable	Seriya 1	Seriya 2	Seriya 3	p	ICC^*	$CV(\%)$
BLL_{max} (km/h)	70,0 \pm 9,9	69,4 \pm 9,3	70,4 \pm 9,2	0,53	0,87*	7,5
BLL_{prec} (km/h)	55,7 \pm 4,8	55,7 \pm 4,8	55,0 \pm 4,0	0,13	0,92*	3,8
BLL_{prec}/BLL_{max}	0,79 \pm 0,10	0,78 \pm 0,10	0,64 \pm 0,10	0,18	0,97*	3,7

CV – koeficijent varijacije; ICC – intraklasni koeficijent korelacije; BLL_{max} – Brzina leta lopte pri maksimalnom šutu; BLL_{prec} – Brzina leta lopte pri preciznom šutiranju; BLL_{prec}/BLL_{max} – Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu;

* - p vrednost za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Predikcija broja ponavljanja i nivo pouzdanosti

U narednom delu prikazani su rezultati koji se odnose na predikciju broja ponavljanja u cilju dobijanja pouzdanih podataka procenjivanih Spirman-Braunovom formulom predviđanja.

Za dominantnu nogu neophodan broj ponavljanja za prihvatljiv nivo pouzdanosti predstavljen je u *Tabeli 8*. Kao što se može u tabeli videti, vrlo prihvatljive vrednosti su dobijene za sve tri varijable. Rezultati ukazuju da je za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) dovoljno samo jedno ponavljanje za sve tri varijable. Kada je u pitanju visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) za BLL_{max} neophodno je takođe jedno ponavljanje, za BLL_{prec} je potrebno šest, dok je za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} potrebno tri ponavljanja.

Tabela 8. Broj ponavljanja unutar serije potrebnih da se dostigne odgovarajući nivo pouzdanosti za dominantnu nogu.

Varijable	$ICC > 0,9$	$ICC > 0,8$	$ICC > 0,7$	$ICC > 0,6$
BLL_{max}	1	1	1	1
BLL_{prec}	6	3	1	1
BLL_{prec}/BLL_{max}	3	1	1	1

ICC – intraklasni koeficijent korelacije; BLL_{max} – Brzina leta lopte pri maksimalnom šutu; BLL_{prec} – Brzina leta lopte pri preciznom šutiranju; BLL_{prec}/BLL_{max} – Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu.

Kao što se može u tabeli videti, vrlo prihvatljive vrednosti su dobijene za sve tri varijable. Rezultati ukazuju da je za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) dovoljno samo jedno izvođenje za sve tri varijable. Kada je u pitanju visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) za BLL_{max} neophodno je takođe jedno izvođenje, za BLL_{prec} je potrebno šest ponavljanja, dok je za odnos ove dve varijable potrebno izvesti po tri ponavljanja.

Neophodan broj ponavljanja za dobijanje prihvatljivog nivoa pouzdanosti za dominantnu nogu prikazan je u Tabeli 9.

Tabela 9. Broj ponavljanja unutar serije potrebnih da se dostigne odgovarajući nivo pouzdanosti za nedominantnu nogu.

Varijable	$ICC > 0,9$	$ICC > 0,8$	$ICC > 0,7$	$ICC > 0,6$
BLL_{max}	13	6	3	2
BLL_{prec}	8	3	2	1
BLL_{prec}/BLL_{max}	3	1	1	1

ICC – intraklasni koeficijent korelacije; BLL_{max} – Brzina leta lopte pri maksimalnom šutu; BLL_{prec} – Brzina leta lopte pri preciznom šutiranju; BLL_{prec}/BLL_{max} – Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu.

Kao što se može u tabeli videti, i za nedominantnu nogu su dobijene vrlo prihvatljive vrednosti za sve tri varijable. Rezultati ukazuju da su za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) potrebna dva ponavljanja za BLL_{max} , za BLL_{prec} je potrebno samo jedno izvođenje, dok je i za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} neophodno samo jedno

izvođenje. Kada je u pitanju visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$), neophodan je umeren broj ponavljanja za BLL_{max} (13 ponavljanja) i BLL_{prec} (8 ponavljanja), dok je za odnos između ove dve varijable (BLL_{prec}/BLL_{max}) potrebno izvesti 3 ponavljanja.

6.2. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)

Podaci prikazani u *Tabeli 10* predstavljaju osnovne deskriptivne pokazatelje demografskih i morfoloških karakteristika ispitanika koji su učestvovali u ovom eksperimentu. Podaci ukazuju na izrazito homogene grupe ispitanika, što doprinosi kvalitetnijoj evaluaciji osetljivosti izabranih varijabli za procenu preciznosti i brzine šuta.

Tabela 10. Osnovni deskriptivni pokazatelji demografskih i morfoloških karakteristika ispitanika. Prikazane su kao *aritmetička sredina* i *standardna devijacija* ($A \pm SD$) praćenih veličina.

Varijable	<i>G12</i> (<i>n</i> = 27)	<i>G13</i> (<i>n</i> = 26)	<i>G14</i> (<i>n</i> = 26)	<i>G15</i> (<i>n</i> = 27)
Uzrast (<i>god</i>)	12,2 ± 0,3	13,1 ± 0,2	14,3 ± 0,3	14,4 ± 0,2
Visina tela (<i>m</i>)	1,55 ± 0,07	1,63 ± 0,07	1,72 ± 0,05	1,76 ± 0,10
Masa tela (<i>kg</i>)	42 ± 7,4	48,5 ± 6,9	62,1 ± 7,8	67,7 ± 10,7
Index mase tela (<i>kg/m²</i>)	17,6 ± 1,5	18,1 ± 1,5	20,9 ± 1,7	22,0 ± 4,6
Trenažni staž (<i>god</i>)	5,4 ± 1,3	6,3 ± 1,2	7,0 ± 1,4	5,4 ± 1,3

G12 – selekcija uzrasta 12 godina; *G13* – selekcija uzrasta 13 godina; *G14* – selekcija uzrasta 14 godina; *G15* – selekcija uzrasta 15 godina.

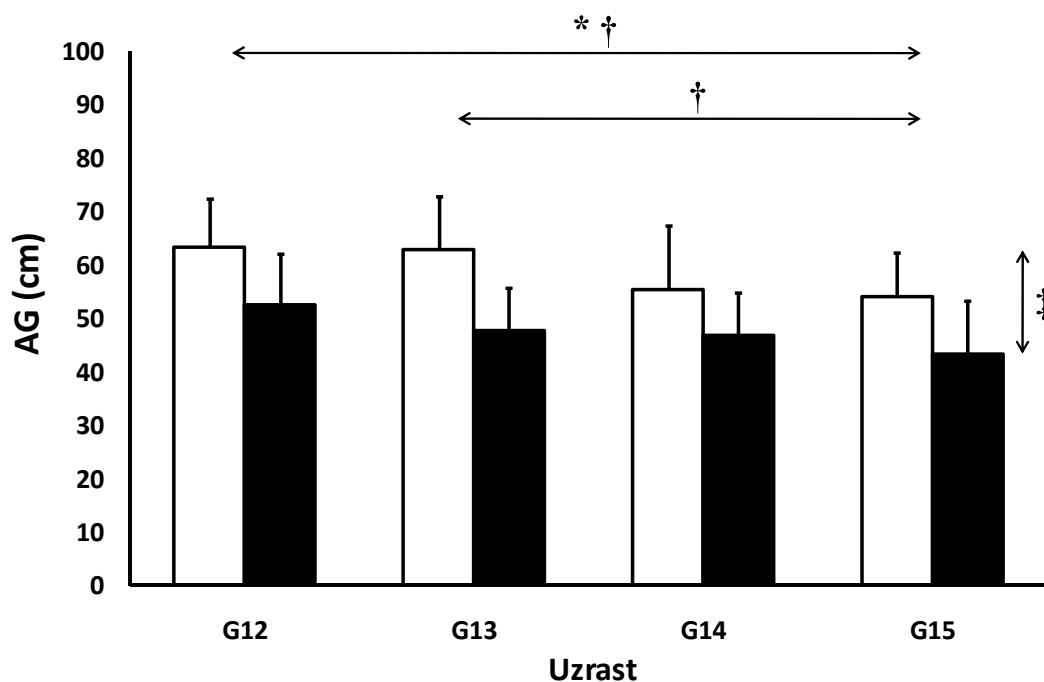
Kada su u pitanju rezultati istraživanja vezani za nalaze osetljivosti evaluiranih varijabli, kao i u prethodnom poglavlju zbog bolje preglednosti i oni su podeljeni u dva zasebna dela. Prvo je prikazan deo koji se odnosi na osetljivost varijabli za procenu preciznosti šuta, a u drugom delu je predstavljena osetljivost varijabli za procenu brzine šuta.

6.2.1. Osetljivost varijabli za procenu preciznosti šuta

Dvostruka *ANOVA* mešovitog modela sa faktorima *uzrast* i *dominantna noga* primenjena je na izabrane varijable preciznosti šuta (*AG*, *VG* i *KG*). Za većinu varijabli uočeni su efekti faktora *uzrast* i *dominantna noga*.

Rezultati za *AG* su prikazani na *Grafikonu 1*. Može se uočiti da su dobijeni glavni efekti za faktore *uzrast* ($F_{(1, 3)} = 9,62$ za $p < 0,001$) i *dominantna noga* ($F_{(1, 3)} =$

79,55 za $p < 0,001$). *Tukijev* post hok test za faktor *uzrast* je pokazao da postoje značajne razlike između *G15* i grupa *G12* i *G13*, kao i između *G14* i *G12*. Kada je u pitanju *post hok* test za faktor *dominantna noga* dobijeno je da su vrednosti *AG* značajno manje u odnosu na nedominantnu nogu. Veličina efekta za *uzrast* je bila velika ($p\eta^2 = 0,22$), kao i za dominantnu nogu ($p\eta^2 = 0,44$). Za *AG* nije uočena dvostruka interakcija *uzrast* \times *dominantna noga* između ova dva faktora ($p > 0,05$).



Grafikon 1. Razlike između grupa različitog uzrasta za dominantnu (crni stubići) i nedominantnu (beli stubići) nogu za *Apsolutnu grešku (AG)*.

* - značajno se razlikuje od *G14*;

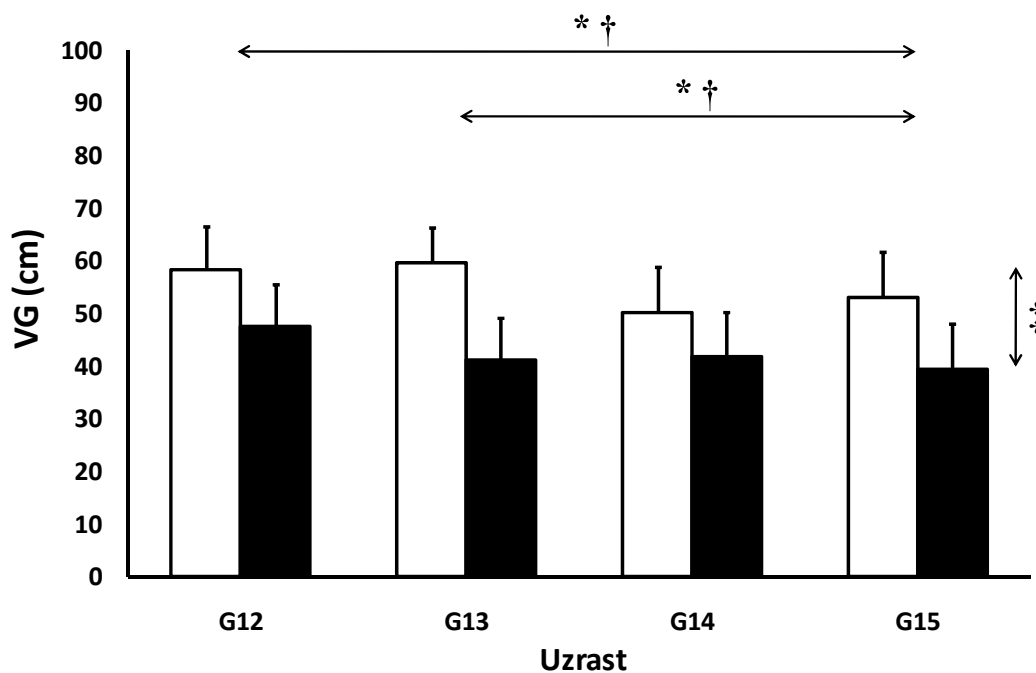
† - značajno se razlikuje od *G15*;

‡ - značajna razlika između dominantne i nedominantne noge

Za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Rezultati za *VG* su prikazani na *Grafikonu 2*. Kao i kod *AG* i ovde su dobijeni glavni efekti za faktore *uzrast* ($F_{(1, 3)} = 9,84$, $p < 0,001$) i *dominantna noga* ($F_{(1, 3)} = 118,64$ za $p < 0,001$). Kao i kod *AG* i za *VG* je *Tukijev* post hok test za faktor *uzrast* pokazao da postoje značajne razlike između *G15* i grupa *G12* i *G13*. Ipak, ovde je dobijeno da se *G14* značajno razlikuje od *G12* i *G13*. I u ovom slučaju je *post hok* test

za faktor *dominantna noga* pokazao da su vrednosti *VG* značajno manje u odnosu na nedominantnu nogu. Efekat za *uzrast* je bio veliki ($p\eta^2 = 0,23$), kao i za dominantnu nogu ($p\eta^2 = 0,54$). Ipak, za *VG* uočena je dvostruka interakcija *uzrast* \times *dominantna noga* ($F_{(3, 101)} = 3,50$ za $p < 0,05$). Međutim, veličina efekta za dobijenu interakciju je bila umerena ($p\eta^2 = 0,09$).



Grafikon 2. Razlike između grupa različitog uzrasta za dominantnu (crni stubići) i nedominantnu (beli stubići) nogu za *Varijabilnu grešku (VG)*.

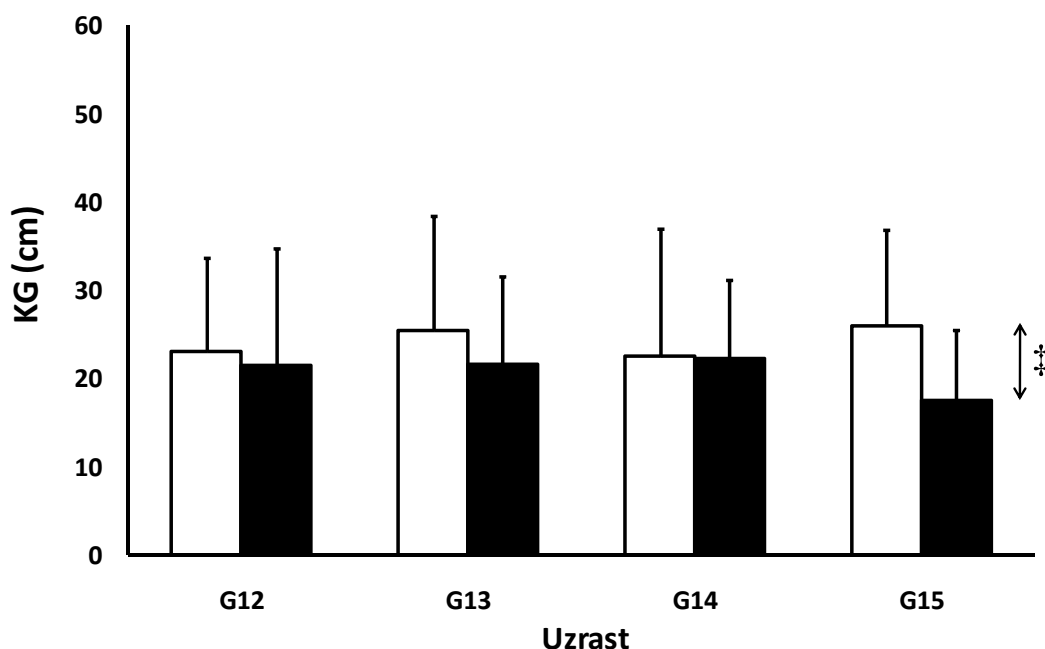
* - značajno se razlikuje od G14;

† - značajno se razlikuje od G15;

‡ - značajna razlika između dominantne i nedominantne noge

Za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Rezultati za *KG* su prikazani na *Grafikonu 3*. *KG* pokazuje samo efekat dominantne noge ($F_{(1, 3)} = 4,99$ za $p < 0,05$). Iako su dobijene značajne razlike između dominantne i nedominantne noge, veličina efekta za faktor *dominantna noga* je bila mala ($p\eta^2 = 0,05$). Za *KG* nije uočena dvostruka interakcija *uzrast* \times *dominantna noga*.



Grafikon 3. Razlike između grupa različitog uzrasta za dominantnu (crni stubići) i nedominantnu (beli stubići) nogu za *Konstantnu grešku (KG)*.

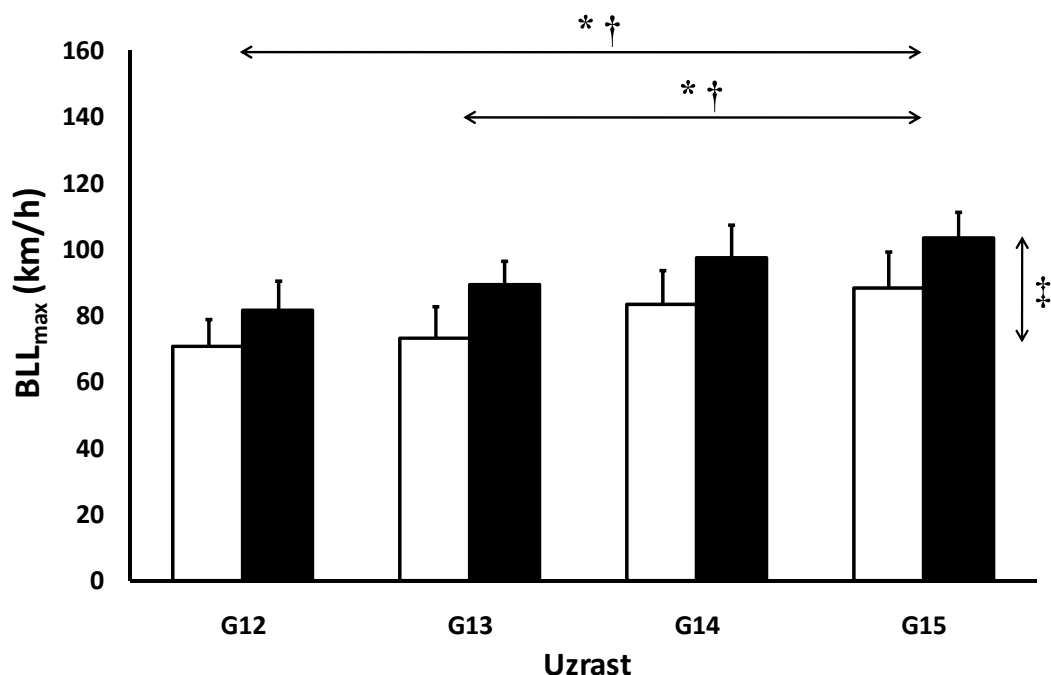
‡ - značajna razlika između dominantne i nedominantne noge
 Za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Na kraju se može zaključiti da je dominantna noga pokazala bolje rezultate u odnosu na nedominantnu nogu, za sve tri evaluirane varijable. Isto važi za najstariju uzrasnu grupu fudbalera (*G15*), za razliku od mlađih grupa (*G13* i *G12*), za *AG* i *VG*. Kada je u pitanju efekat faktora *uzrast*, izuzetak je *KG* koja nije pokazala pomenuti efekat.

6.2.2. Osetljivost varijabli za procenu brzine šuta

Dvostruka *ANOVA* mešovitog modela sa faktorima *uzrast* i *dominantna noga* primenjena je na izabrane varijable brzine šuta (BLL_{max} , BLL_{prec} i BLL_{prec}/BLL_{max}). Kao i kod evaluiranih varijabli za procenu preciznosti šuta i ovde su uočeni efekti faktora *uzrast* i *dominantna noga*.

Rezultati komparativne statistike za BLL_{max} su prikazani na *Grafikonu 4*. Dvostruka *ANOVA* mešovitog modela pokazala je glavne efekte za oba faktora:



Grafikon 4. Razlike između grupa posmatranih uzrasta za dominantnu (crni stubići) i nedominantnu (beli stubići) nogu za Brzinu leta lopte pri maksimalnom šutu (BLL_{max}).

* - značajno se razlikuje od G14;

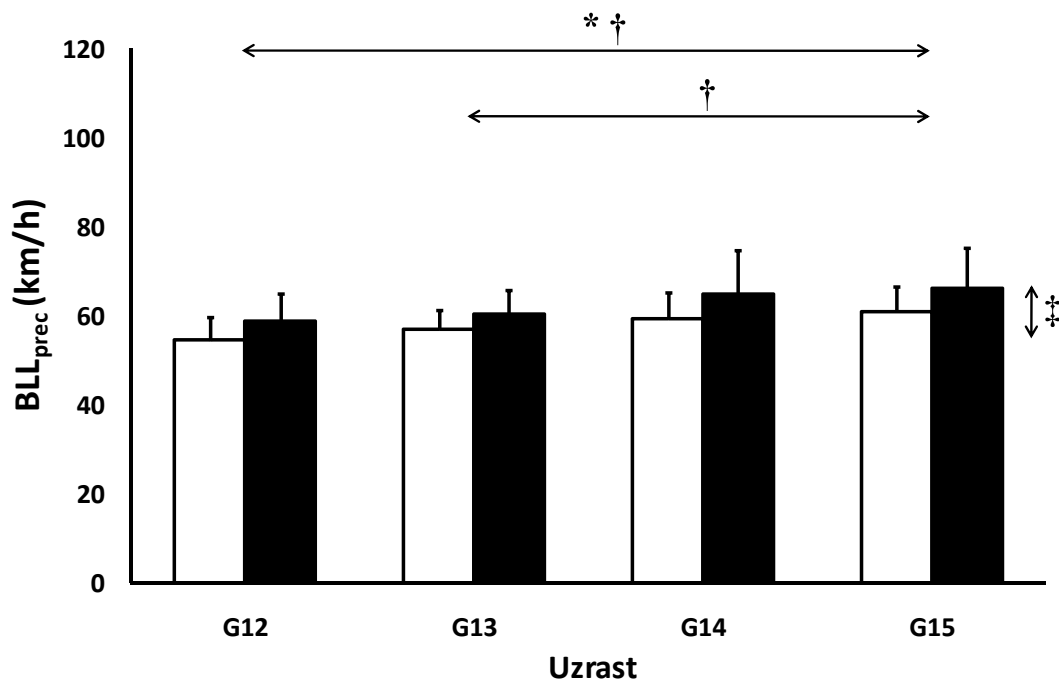
† - značajno se razlikuje od G15;

‡ - značajna razlika između dominantne i nedominantne noge

Za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

uzrast ($F_{(1, 3)} = 34,01$, $p < 0,001$) i *dominantna noga* ($F_{(1, 3)} = 225,29$, $p < 0,001$), međutim, nije uočena dvostruka interakcija između ova dva faktora. *Tukijev post hoc* test za faktor *uzrast* pokazao je da postoje značajne razlike između G15 i grupa G12 i G13. Takođe, *post hoc* test je pokazao da se i G14 značajno razlikuje od G12 i G13. Za faktor *dominantna noga* primenjeni *post hoc* test je pokazao da su vrednosti BLL_{max} značajno veće u odnosu na nedominantnu nogu. Efekti dobijenih razlika za faktor *uzrast* su veliki ($p\eta^2 = 0,50$), kao i za faktor *dominantna noga* ($p\eta^2 = 0,69$).

Rezultati komparativne statistike za BLL_{prec} su prikazani na *Grafikonu 5*.



Grafikon 5. Razlike između grupa posmatranih uzrasta za *Brzinu leta lopte pri preciznom šutiranju* (BLL_{prec}) dominantnom (crni stubići) i nedominantnom (beli stubići) nogom.

* - značajno se razlikuje od *G14*;

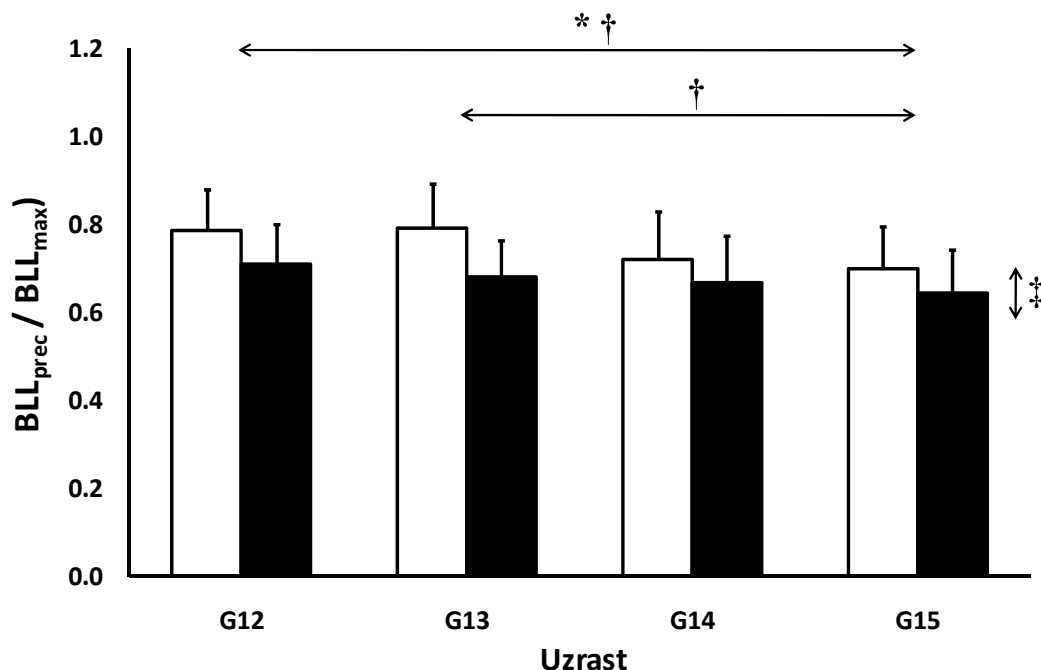
† - značajno se razlikuje od *G15*;

‡ - značajna razlike između dominantne i nedominantne noge

Za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Dvostruka *ANOVA* mešovitog modela pokazala je, i u ovom slučaju, glavne efekte za oba faktora: *uzrast* ($F_{(1, 3)} = 7,04, p < 0,001$) i *dominantna noga* ($F_{(1, 3)} = 45,44, p < 0,001$), dok ni kod ove varijable nije uočena dvostruka interakcija između dva pomenuta faktora. *Tukijev* post hoc test za faktor *uzrast* pokazao je da postoje značajne razlike između *G15* i grupa *G12* i *G13*. Takođe, *post hoc* test je pokazao da se i *G14* značajno razlikuje od *G12*. I u ovom slučaju, za faktor *dominantna noga* primenjeni *post hoc* test je pokazao da su vrednosti BLL_{prec} značajno veće u odnosu na nedominantnu nogu, a efekti za oba faktora su veliki, za *uzrast* ($p\eta^2 = 0,17$), kao i za faktor *dominantna noga* ($p\eta^2 = 0,31$).

Rezultati komparativne statistike za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} su prikazani na Grafikonu 6.



Grafikon 6. Razlike između grupa posmatranih uzrasta za Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu (BLL_{prec}/BLL_{max}) dominantnom (crni stubići) i nedominantnom (beli stubići) nogom.

* - značajno se razlikuje od G14;

† - značajno se razlikuje od G15;

‡ - značajna razlika između dominantne i nedominantne noge

Za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

I u ovom slučaju, dvostruka ANOVA mešovitog modela pokazala je glavne efekte za oba faktora: *uzrast* ($F_{(1, 3)} = 5,85, p < 0,002$) i *dominantna noga* ($F_{(1, 3)} = 43,61, p < 0,001$), međutim, ni kod ove varijable nije uočena dvostruka interakcija između dva pomenuta faktora. *Tukijev* post hoc test za faktor *uzrast* pokazao je da postoje značajne razlike između G15 i grupa G12 i G13. Takođe, *post hoc* test je pokazao da se i G14 značajno razlikuje od G12. I u ovom slučaju, za faktor *dominantna noga* primenjeni *post hoc* test je pokazao da su vrednosti BLL_{prec} značajno veće u odnosu na nedominantnu nogu. Veličina efekta za faktor *uzrast* je bila umerena ($p\eta^2 = 0,14$), a za faktor *dominantna noga* ($p\eta^2 = 0,30$) velika.

6.3. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)

Podaci prikazani u *Tabeli 11* predstavljaju osnovne deskriptivne pokazatelje demografskih i morfoloških karakteristika ispitanika koji su učestvovali u trećem eksperimentu.

Tabela 11. Osnovni deskriptivni pokazatelji demografskih i morfoloških karakteristika ispitanika. Prikazane su kao *aritmetička sredina* i *standardna devijacija* ($A \pm SD$) praćenih veličina.

Varijable	($n = 43$)
Uzrast (<i>god</i>)	14,4 \pm 0,2
Visina tela (<i>m</i>)	1,76 \pm 0,10
Masa tela (<i>kg</i>)	67,7 \pm 10,7
Index mase tela (kg/m^2)	22,0 \pm 4,6
Trenažni staž (<i>god</i>)	5,4 \pm 1,3

Kada su u pitanju rezultati istraživanja vezani za nalaze pouzdanosti evaluiranih varijabli, kao i u prethodnom poglavlju, zbog bolje preglednosti su podeljeni u dva zasebna dela. Prvo je prikazan deo koji se odnosi na pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta, a u drugom delu predstavljena je pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta.

6.3.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta

Za ocenu pouzdanosti između serija korišćene su apsolutne (*ICC*) i relativne (*CV*) mere pouzdanosti, kao i *ANOVA* sa ponovljenim merenjima. Za predviđanje pouzdanosti primenjena je Spirman-Braunova formula.

Apsolutna i relativna pouzdanost

U *Tabeli 12* prikazani su pokazatelji pouzdanosti između serija za evaluirane varijable za procenu preciznosti šuta. Rezultati ukazuju na umerenu do nisku pouzdanost *AG* ($ICC = 0,71$) i *VG* ($ICC = 0,60$), dok se *CV*, za pomenute greške, kreće u intervalu od 17 do 20%. *KG* je pokazala nisku pouzdanost ($ICC = 0,25$) i *CV* preko

100%. Jednostruka *ANOVA* sa ponovljenim merenjima nije pokazala značajne razlike između tri uzastopne serije ni za jednu od korišćenih varijabli ($p > 0,14$).

Tabela 12. Osnovni deskriptivni pokazatelji ($A \pm SD$) i indikatori pouzdanosti unutar serija za evaluirane varijable.

Varijable	Seriya 1	Seriya 2	Seriya 3	p	ICC^*	$CV(\%)$
<i>AG (cm)</i>	33,3 \pm 7,3	34,9 \pm 7,2	35,6 \pm 6,9	0,14	0,71*	16,9
<i>VG (cm)</i>	31,4 \pm 7,5	32,4 \pm 7,1	33,9 \pm 6,7	0,14	0,60*	19,9
<i>KG (cm)</i>	13,6 \pm 7,2	11,9 \pm 5,9	11,3 \pm 7,1	0,21	0,25*	113,8

CV – koeficijent varijacije; *ICC* – intraklasni koeficijent korelacije; *AG* – apsolutna greška; *VG* – varijabilna greška; *KG* – konstantna greška.

* - p vrednost za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Predikcija broja ponavljanja i nivo pouzdanosti

U narednom delu prikazani su rezultati koji se odnose na predikciju broja ponavljanja u cilju dobijanja pouzdanih podataka procenjivanih Spirman-Braunovom formulom predviđanja.

Neophodan broj ponavljanja za prihvatljiv nivo pouzdanosti prikazan je u *Tabeli 13*. Kao što se može videti u tabeli, dobijene su prihvatljive vrednosti za *AG* i *VG*, dok su vrednosti za *KG* relativno visoke.

Tabela 13. Broj ponavljanja unutar serije potreban da se dostigne odgovarajući nivo pouzdanosti za dominantnu ruku.

Varijable	$ICC > 0,9$	$ICC > 0,8$	$ICC > 0,7$	$ICC > 0,6$
<i>AG</i>	37	16	10	6
<i>VG</i>	60	27	16	10
<i>KG</i>	270	120	70	45

ICC – intraklasni koeficijent korelacije; *AG* – apsolutna greška; *VG* – varijabilna greška; *KG* – konstantna greška.

Rezultati ukazuju da za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) broj ponavljanja treba da bude najmanje 10 za *AG*, a za *VG* je neophodno najmanje 16

ponavljanja. Za dobijanje prihvatljivog nivoa pouzdanosti za *KG* neophodno je 70 ponavljanja. Za visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) potrebno je 37 ponavljanja za *AG* i 60 ponavljanja za *VG*.

6.3.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta

Za ocenu pouzdanosti između serija korišćene su apsolutne (ICC) i relativne (CV) mere pouzdanosti, kao i *ANOVA* sa ponovljenim merenjima, dok je za predviđanje pouzdanosti primenjena Spirman-Braunova formula.

Apsolutna i relativna pouzdanost

U *Tabeli 14* prikazani su pokazatelji pouzdanosti unutar serija za evaluirane varijable za procenu brzine šuta. Može se zapaziti da je dobijen visok stepen pouzdanosti ($ICC \geq 0,90$) i za BLL_{max} i BLL_{prec} . Za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} dobijene su nešto niže vrednosti ICC , ali ipak dovoljno za visoku pouzdanost ($ICC > 0,8$). Pri tome je za sve tri varijable zabeležen i nizak CV , manji od 5%. *ANOVA* sa ponovljenim merenjima pokazala je značajne razlike između tri uzastopne serije samo za BLL_{max} ($p = 0,02$).

Tabela 14. Osnovni deskriptivni pokazatelji ($A \pm SD$) i indikatori pouzdanosti između serija za evaluirane varijable.

Varijable	Seriya 1	Seriya 2	Seriya 3	p	ICC^*	$CV(\%)$
BLL_{max} (km/h)	74,5 \pm 6,8	75,4 \pm 6,9	75,1 \pm 6,7	0,02	0,96*	2,5
BLL_{prec} (km/h)	66,0 \pm 5,3	65,7 \pm 4,9	65,1 \pm 6,7	0,32	0,90*	4,2
BLL_{prec}/BLL_{max}	0,86 \pm 0,47	0,86 \pm 0,05	0,85 \pm 0,07	0,23	0,82*	4,2

CV – koeficijent varijacije; ICC – intraklasni koeficijent korelacije; BLL_{max} – Brzina leta lopte pri maksimalnom šutu; BLL_{prec} – Brzina leta lopte pri preciznom šutiranju; BLL_{prec}/BLL_{max} – Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu;

* - p vrednost za nivo statističke značajnosti $p < 0,05$.

Predikcija broja ponavljanja i nivo pouzdanosti

U narednom delu prikazani su rezultati koji se odnose na predikciju broja

ponavljanja u cilju dobijanja pouzdanih podataka procenjenih Spirman-Braunovom formulom predviđanja, za različite nivoe indikatora apsolutne pouzdanosti.

Neophodan broj ponavljanja za prihvatljiv nivo pouzdanosti prikazan je u *Tabeli 15*. Kao što se može videti u tabeli, dobijene su prihvatljive vrednosti za sve tri varijable. Rezultati ukazuju da je za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) potrebno samo jedno izvođenje za BLL_{max} , za BLL_{prec} su potrebna dva ponavljanja, dok je za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} potrebno izvesti 5 ponavljanja. Kada je u pitanju visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$), za BLL_{max} neophodna su svega 4 ponavljanja, za BLL_{prec} je neophodan umeren broj ponavljanja (10), dok je za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} potrebno 20 ponavljanja.

Tabela 15. Broj ponavljanja unutar serije potrebnih da se dostigne odgovarajući nivo pouzdanosti za dominantnu ruku.

Varijable	$ICC > 0,9$	$ICC > 0,8$	$ICC > 0,7$	$ICC > 0,6$
BLL_{max}	4	2	1	1
BLL_{prec}	10	4	3	2
BLL_{prec}/BLL_{max}	20	9	5	3

ICC – intraklasni koeficijent korelacije; BLL_{max} – Brzina leta lopte pri maksimalnom šutu; BLL_{prec} – Brzina leta lopte pri preciznom šutiranju; BLL_{prec}/BLL_{max} – Odnos između brzine leta lopte pri preciznom šutiranju i brzine leta lopte pri maksimalnom šutu.

7. DISKUSIJA

U rutinskim testiranjima, u kojima se vrši procena karakteristika šuta, treba da se koriste varijable preciznosti i brzine šuta, kao i njihov međusobni odnos. Na osnovu rezultata ovih istraživanja utvrđeno je da pomenute varijable poseduju zadovoljavajuću pouzdanost, osetljivost i valjanost. S obzirom na nedovoljan broj studija koje su se bavile ovom problematikom, u ovom istraživanju je evaluirana *pouzdanost* pomenutih varijabli kod šuta *nogom* i *rukom*. Takođe, izvršena je predikcija minimalnog broja ponavljanja koji je neophodan da bi se dobila prihvatljiva pouzdanost za šut nogom i rukom, kao i *osetljivost* varijabli preciznosti i brzine šuta u odnosu na faktore *uzrast* i *dominantna noga*. Većina varijabli je pokazala zadovoljavajuću pouzdanost kao i zadovoljavajuću osetljivost u pogledu otkrivanja, kako efekta uzrasta, tako i efekta dominantne noge. Takođe, većina varijabli zahteva umeren broj ponavljanja zadatka za prihvatljivu pouzdanost. Tekst koji predstoji biće usmeren na tumačenje glavnih nalaza.

7.1. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)

U ovom eksperimentu je na velikom i homogenom uzorku fudbalera ($n > 50$) ispitana pouzdanost varijabli koje su zasnovane na direktnim metodama za procenu preciznosti i brzine šuta. Navedeni podaci su u skladu sa preporukama za valjanu procenu pouzdanosti (za detalje pogledati; Hopkins, 2000).

Procena pouzdanosti za evaluirane varijable uključila je računanje apsolutne i relativne pouzdanosti, kao i ispitivanje mogućih sistematskih razlika između uzastopnih serija ponavljanja.

Preciznost je procenjivana korišćenjem metoda računanja standardnih grešaka u dve dimenzije, koje su uključile: *AG*, *VG* i *KG*. Brzina šuta je procenjivana preko BLL_{max} , BLL_{prec} , kao i preko međusobnog odnosa ove dve varijable (BLL_{prec}/BLL_{max}).

U ovom eksperimentu testirane su dve hipoteze, koje su izvedene na osnovu pregleda i analize relevantne literature. Po testiranim hipotezama varijable za direktnu procenu preciznosti, zasnovane na merenju standardnih grešaka, imaju umerenu pouzdanost (H_1), a varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju visoku pouzdanost (H_3). Dobijeni rezultati sugerišu da je prva hipoteza (H_1) delimično potvrđena, dok je hipoteza H_3 u potpunosti potvrđena.

Kako u literaturi, tako i u ovom eksperimentu, dobijene su različite vrednosti pouzdanosti za evaluirane varijable. U cilju davanja doprinosa budućem kreiranju valjanih protokola za procenu karakteristika šuta, izvršena je i predikcija nivoa mera apsolutne pouzdanosti. Konkretno, na osnovu podataka dobijenih u ovom eksperimentu, procenjen je minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu, kao i za visoku pouzdanost varijabli koje su korišćene u ovom eksperimentu.

Generalni nalazi ukazuju da postoje velike razlike u ovom smeru. Naime, pokazalo se da je za pojedine varijable za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) neophodan minimalan broj ponavljanja unutar serije (jedno izvođenje), dok je za druge varijable potrebno neuporedivo više ponavljanja (> 40).

Kada je u pitanju diskusija rezultata koji su dobijeni u ovom eksperimentu, a koji su vezani za nalaze pouzdanosti evaluiranih varijabli, zbog bolje preglednosti ona je podjeljena u dva zasebna dela. U prvom delu je diskutovana pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta, a u drugom delu je predstavljena pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta.

7.1.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta

Pregledom relevantne literature može se konstatovati da su indirektne mere za procenu preciznosti šuta fudbalera veoma zastupljene (za detalje pogledati Uvod). Ipak, i pored česte primene, metrijske karakteristike indirektnih mera za procenu šuta većinom nisu evaluirane. Pouzdanost ovih mera je ispitivana u malom broju studija. Dobijeni rezultati ukazuju na umerenu (Malina i sar., 2005) i nisku pouzdanost indirektnih testova (Ali i sar., 2007a) u kojima su primenjene indirektne metode. Posebno je značajno to da, osim u pomenutoj studiji Malina-e i sar. (2005), nema podataka o pouzdanosti indirektnih metoda za procenu preciznosti šuta na uzorku mlađeg uzrasta fudbalera.

Sa druge strane, primena standardnih grešaka, kao direktnih mera procene preciznosti šuta, u dosadašnjoj stručnoj i naučnoj praksi je bila retka, iako je u nekoliko navrata sugerisano da ih treba koristiti kao valjane mere, a predložena je i konkretna primena varijabli (Hancock i sar., 1995; Kim i sar., 2000; Schmidt i Lee, 2005). Isti je slučaj i sa studijama koje su uključile evaluaciju pouzdanosti varijabli koje su zasnovane na metodu računanja standardnih grešaka. Izuzetak je studija Russell-a i sar. (2010) koja je pokazala nisku pouzdanost *AG*. Međutim, ni u toj studiji nisu vrednovane druge standardne greške, sa aspekta procene preciznosti šuta u fudbalu. Ovde je bitno istaći da u literaturi, za sada, nema podataka o proceni pouzdanosti primenjenih direktnih testova za procenu preciznosti kod mladih fudbalera. Isto tako, dosadašnja literatura ne pruža podatke o pouzdanosti varijabli za procenu preciznosti šuta nedominantnom nogom.

Kada su u pitanju rezultati dobijeni u ovom eksperimentu, a koji se odnose na nalaze pouzdanosti evaluiranih direktnih mera za procenu preciznosti šuta fudbalera, *AG* je otkrila umerene (dominantna noga) i niske (nedominantna noga) indikatore

apsolutne pouzdanosti (*ICC*) i relativno niske indikatore relativne pouzdanosti (*CV*), čiji su indeksi bili nešto bolji od odgovarajućih indeksa *VG*.

Dobijeni rezultati za dominantnu nogu ukazuju na umerenu do nisku pouzdanost *AG* i *VG*. Sa druge strane, *KG* je pokazala izuzetno nisku apsolutnu i relativnu pouzdanost. Nisu nađene značajne razlike između tri uzastopne serije, kada su u pitanju *AG* i *VG*, dok su dobijene razlike za *KG*.

Rezultati dobijeni za nedominantnu nogu ukazuju na umerenu do nisku pouzdanost *AG* i *VG*. I u ovom slučaju, *KG* je pokazala nisku apsolutnu i relativnu pouzdanost, a nisu pronađene značajne razlike između tri uzastopne serije ni za jednu od evaluiranih varijabli.

Treba napomenuti da su koeficijenti pouzdanosti niži za nedominantnu nogu kod *AG* i *VG*, dok se *KG* pokazala kao nedovoljno pouzdana varijabla za dalju upotrebu.

Dobijena pouzdanost za *AG* pri preciznom šutiranju nogom je veća u odnosu na prethodne studije (Ali i sar., 2007; Russell i sar., 2010). Treba napomenuti da je u navedenim studijama u testu šutiranja nogom zadata dodatna komponenta, odnosno, odlučivanje o izboru cilja, kao i varijacija u brzini, preciznosti i rastojanju, što svakako može da doprinese manjoj pouzdanosti i većoj varijabilnosti podataka. Međutim, *VG* i *KG* nisu evaluirane u pomenutim istraživanjima.

Uzimajući u obzir nisku do umerenu pouzdanost nekih od razmatranih varijabli, od posebnog značaja za kreiranje valjanih protokola za procenu šuta mogu biti: a) minimalan broj potrebnih ponavljanja - da bi se dobila prihvatljiva pouzdanost ili b) optimalan broj ponavljanja - da bi se dobila visoka pouzdanost željenih varijabli (Baumgartner i sar., 2007). U literaturi, koja se bavila problematikom evaluacije pouzdanosti direktnih i indirektnih metoda za procenu preciznosti šuta, ovaj važan problem je potpuno zanemaren, tako da konkretnih podataka još uvek nema.

Prema tome, u ovom eksperimentu prikazani su podaci koji su direktno vezani za gore pomenuti problem. Dakle, što se tiče preciznosti šuta dominantnom nogom, Spirman-Braunova formula predviđanja, primenjena za $ICC > 0,7$, ukazuje na prihvatljiv broj ponavljanja potrebnih za *AG* (11) i *VG* (20). Dobijene vrednosti ukazuju

na to da je u nekim od prethodnih studija korišćen nedovoljan broj ponavljanja (Malina i sar., 2005; Reilly i sar., 2000; Vaeyens i sar. 2006), a samim tim njihovi nalazi mogu biti prihvaćeni sa izvesnom dozom rezerve.

Kod šuta nedominantnom nogom, Spirman-Braunova formula predviđanja pokazuje da je za prihvatljivu pouzdanost za *AG* neophodno izvesti 15 ponavljanja, za *VG* 41 ponavljanje, a za *KG* 27 ponavljanja. U svakom slučaju treba uzeti u obzir da za nedominantnu u odnosu na dominantnu nogu ipak treba biti primenjen nešto veći broj ponavljanja u cilju dobijanja istog nivoa pouzdanosti podataka.

Dakle, pouzdanost rezultata i minimalan broj ponavljanja ukazuju na to da *AG* i *VG* mogu biti varijable korišćene u rutinskim testiranjima karakteristika šuta. Nasuprot tome, zbog izuzetno niske pouzdanosti *KG* nije dovoljno dobra varijabla koja može biti korišćena u rutinskim testiranjima preciznosti.

Može se zaključiti da su u ovom eksperimentu evaluirane direktne mere za procenu preciznosti šuta fudbalera, s tim u vezi, umerena i niska pouzdanost rezultata je prihvatljiva za primenu direktnih varijabli i kreiranje valjanih i efikasnih protokola testiranja, posebno kada se uvažavaju podaci o predikciji broja neophodnih ponavljanja.

7.1.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta

U dosadašnjoj literaturi se može videti da su za procenu brzine šuta fudbalera korišćene indirektna i direktne metode (za detalje pogledati Uvod). Međutim, kada je u pitanju indirektna procena, u samo jednoj studiji je ispitana pouzdanost i to kada je u pitanju varijabla BLL_{max} . Dakle, rezultati ove studije ukazuju na umerenu pouzdanost pomenutih mera (Mirkov i sar., 2008).

Sa druge strane, direktna procena brzine šuta fudbalera više je zastupljena u dosadašnjoj literaturi. Kada je u pitanju varijabla BLL_{max} , u studiji Markovic-a i sar. (2006) je utvrđena visoka pouzdanost prethodno pomenute varijable. Varijabla BLL_{prec} evaluirana je prilikom različitih testova, a rezultati ukazuju na nisku pouzdanost ove varijable (Ali i sar., 2007; Russell i sar., 2010).

Važno je istaći da u litearturi ne postoje podaci o pouzdanosti testova kojima se procenjuje brzina leta lopte na uzorku mladih fudbalera, niti je evaluiran međusobni odnos BLL_{prec}/BLL_{max} .

U ovom eksperimentu su evaluirane tri varijable brzine šuta nogom: BLL_{max} , BLL_{prec} i međusobni odnos ove dve varijable (BLL_{prec}/BLL_{max}). Varijable brzine šuta nogom (BLL_{prec} i BLL_{max}) pokazale su izuzetno visoku pouzdanost ($ICC > 0,80$) i nizak CV , što je slučaj i sa njihovim međusobnim odnosom (BLL_{prec}/BLL_{max}).

Što se tiče pouzdanosti BLL_{max} , rezultati u ovom eksperimentu su uporedivi sa rezultatima u drugim studijama koje su sprovedene na odraslim igračima (Markovic i sar., 2006). Takođe, kada se uporede indikatori pouzdanosti indirektnih mera za procenu karakteristika šuta nogom, sa indikatorima direktnih varijabli korišćenih u ovom eksperimentu (npr. standardna greška i broj poena, kao i brzina leta lopte i trajanje leta lopte (za detalje pogledati Uvod)) vrednosti su slične, ili čak i veće u pogledu preciznosti (Ali i sar., 2007; Malina i sar., 2005) i brzine (Mirkov i sar., 2008).

Kada je u pitanju brzina leta lopte, mali broj ponavljanja može biti dovoljan da se dostigne čak i viši nivo pouzdanosti za BLL_{max} , BLL_{prec} , kao i za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} . Konkretno, za dominantnu nogu, za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) dovoljno je jedno izvođenje za sve tri varijable. Visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) zahteva veći broj ponavljanja za pojedine varijable, tačnije, 6 ponavljanja za BLL_{prec} , 3 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} , dok je i za ovaj nivo pouzdanosti dovoljno jedno izvođenje kada je u pitanju BLL_{max} . Što se tiče brzine leta lopte za nedominantnu nogu, Spirman-Braunova formula predviđanja (primenjena za $ICC > 0,7$) ukazuje na prihvatljiv broj ponavljanja potrebnih za BLL_{prec} (1), BLL_{max} (2) i BLL_{prec}/BLL_{max} (1). Visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) zahteva 8 ponavljanja za BLL_{prec} , 13 ponavljanja za BLL_{max} i 3 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} .

Dakle, pouzdanost rezultata i minimalan broj ponavljanja ukazuju na to da varijable brzine šuta (BLL_{max} i BLL_{prec}), kao i njihov međusobni odnos (BLL_{prec}/BLL_{max}), mogu biti varijable korišćene u rutinskim testiranjima karakteristika šuta.

Može se zaključiti da su u ovom eksperimentu evaluirane direktne mere za procenu brzine šuta fudbalera, s tim u vezi, visoka pouzdanost rezultata je prihvatljiva za primenu direktnih varijabli i kreiranje valjanih i efikasnih protokola testiranja, posebno kada se uvažavaju podaci o predikciji broja neophodnih ponavljanja.

7.2. Ispitivanje osetljivosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)

U drugom eksperimentu je na velikom i homogenom uzorku četiri reprezentativne selekcije fudbalera ($n > 100$) ispitana osetljivost varijabli koje su zasnovane na direktnim metodama za procenu preciznosti i brzine šuta.

Procena osetljivosti za evaluirane varijable preciznosti i brzine šuta uključila je ispitivanje uticaja faktora *uzrast* i *dominantna noga*.

Sve varijable su zasnovane na direktnim metodama za procenu karakteristika šuta. Preciznost je procenjivana merenjem *AG*, *VG* i *KG*, a brzina šuta preko BLL_{max} , BLL_{prec} i odnosa BLL_{prec}/BLL_{max} u odnosu na uzrast i na dominantnu nogu.

U eksperimentu su testirane dve hipoteze, koje su izvedene na osnovu pregleda i analize relevantne literature. Po testiranim hipotezama varijable za direktnu procenu preciznosti, zasnovane na merenju standardnih grešaka, imaju zadovoljavajuću osetljivost da identifikuju razlike u odnosu na uzrast i dominantnu nogu (H_2). Varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju zadovoljavajuću osetljivost da identifikuju razlike u odnosu na uzrast i dominantnu nogu (H_4). Dobijeni rezultati za većinu varijabli sugerišu da su obe hipoteze u potpunosti potvrđene.

Generalno, u poređenju sa nalazima prethodnih studija, dobijeni rezultati su ohrabrujući i idu u prilog činjenici da mogu biti korišćene direktne metode koje su primenjene. Od posebnog značaja je to što se dobijeni rezultati razlikuju u odnosu na primenu različitih indirektnih metoda.

Diskusija dobijenih rezultata u ovom eksperimentu, a koji su vezani za nalaze osetljivosti evaluiranih varijabli, zbog bolje preglednosti podeljena je u dva zasebna dela. U prvom delu je diskutovana osetljivost varijabli za procenu preciznosti šuta, a u drugom delu je predstavljena osetljivost varijabli za procenu brzine šuta.

7.2.1. Osetljivost varijabli za procenu preciznosti šuta

Analizom literature može se zapaziti da se u praksi veoma često koriste indirektno mere za procenu preciznosti šuta fudbalera (za detalje pogledati Uvod).

Međutim, bez obzira na često korišćenje, osetljivost indirektnih mera uglavnom nije potvrđena. Konkretno, kada je u pitanju osetljivost indirektnih testova za procenu preciznosti šuta, u pojedinim studijama se pokazalo da su neki od njih u stanju da identifikuju razliku između nivoa dostignuća u tehnici (Ali i sar., 2007). Međutim, drugi testovi su bili neosetljivi u odnosu na godine (Rösch i sar., 2000; Vaeyens i sar., 2006) i nivo dostignuća u tehnici (Coelho i sar., 2010; Reilly i sar., 2000; Rösch i sar., 2000; Vaeyens i sar., 2006) kod mladih i odraslih fudbalera (tj. „Loughborough“ šuterski test u fudbalu: broj bodova; Ali i sar., 2007).

S obzirom na ograničenu osetljivost primenjenih indirektnih metoda, u nekoliko studija je sugerisana primena direktnih metoda za procenu šuta, zasnovanih na računanju standardnih grešaka (Hancock i sar., 1995; Kim i sar., 2000; Schmidt i Lee, 2005). U dosadašnjim istraživanjima je jedino u studiji Russell-a i sar. (2010) ispitana osetljivost *AG*, koja je pokazala dovoljnu osetljivost pomenute varijable da ukaže na razlike između vrhunskih i perspektivnih fudbalera. Međutim, ni u ovoj studiji nisu vrednovane druge standardne greške, sa aspekta procene preciznosti šuta u fudbalu. Takođe, za sada nema podataka o proceni osetljivosti primenjenih direktnih testova za procenu preciznosti kod mladih fudbalera.

Kada su u pitanju rezultati dobijeni u ovom eksperimentu, a koji se odnose na nalaze o osetljivosti evaluiranih direktnih mera za procenu preciznosti šuta fudbalera - za *AG* i *VG* su dobijeni glavni efekti za oba faktora, odnosno, za *uzrast* i *dominantnu nogu*, dok je *KG* ukazala samo na efekat dominantne noge.

Analizirajući uticaj uzrasta, odnosno, starosti, kod *AG* i *VG* pokazalo se da uglavnom postoje značajne razlike između dve mlađe i dve starije grupe (*G12* i *G13*, *G14* i *G15*). Konkretno, *VG* je pokazala nešto bolju osetljivost u odnosu na *AG*, s obzirom da su utvrđene razlike između obe starije i obe mlađe grupe, dok za *AG* nije dobijena razlika između dve grupe srednjeg uzrasta (*G13* i *G14*). Sa druge strane, kao što se moglo primetiti, potpuno neosetljiva na uzrast se pokazala *KG*. Ovaj nalaz može da bude posledica i niske pouzdanosti pomenute varijable.

Posmatrajući faktor *dominantna noga* nalazi su pokazali da su vrednosti sve tri varijable (*AG*, *VG* i *KG*) značajno manje u odnosu na nedominantnu nogu, što znači da je dominantna noga pokazala bolju preciznost.

Za *AG* i *KG* nije uočena interakcija između ova dva faktora. Izuzetak je *VG*, međutim, veličina efekta za dobijenu interakciju je umerena, što može da bude posledica niže pouzdanosti ove varijable u odnosu na *AG*.

Dakle, u ovom eksperimentu je dobijena zadovoljavajuća osetljivost primenjenih direktnih metoda, za razliku od prethodnih studija. Na neosetljivost, na koju se nailazilo u dosadašnjim istraživanjima, svakako da je mogla uticati niska pouzdanost, zatim nedovoljan broj ponavljanja, kao i primena indirektnih metoda.

Generalno, za osetljivost se može izvesti sličan zaključak kao i za pouzdanost. Analiza osetljivosti podržava upotrebu *AG* i *VG* u rutinskom testiranju, ali ne i *KG*.

7.2.2. Osetljivost varijabli za procenu brzine šuta

Pregledom dosadašnje literature može se videti da je procena brzine šuta fudbalera vršena indirektnim i direktnim metodama, ali i da je ta procena obavljena u malom broju studija (za detalje pogledati Uvod). Kada je u pitanju indirektna procena, jedino je u studiji Rösch-a i sar. (2000) pokazano da je test osetljiv na takmičarsku kategoriju (seniorski i juniorski uzorak), međutim, nisu prikazani rezultati osetljivosti u odnosu na godine (juniorski i omladinski uzrast).

Kod direktnih metoda pokazalo se, u studiji Sedano-a i sar. (2009), da BLL_{max} nije dovoljno osetljiva varijabla da napravi razliku između fudbalerki različitog nivoa takmičenja. Sa druge strane, BLL_{prec} , koja je evaluirana u različitim testovima, pokazala se dovoljno osetljivom varijablom da napravi razliku između vrhunskih i perspektivnih fudbalera (Ali i sar., 2007; Russell i sar., 2010).

Imajući u vidu uzorak na kom je ova studija realizovana, treba napomenuti da u dosadašnjim istraživanjima nije ispitivana osetljivost testova kojima se procenjuje maksimalna brzina šuta mladih fudbalera. Izuzetak je osetljivost BLL_{max} u vezi sa efektima dominantne noge (McLean i sar., 1993).

U ovom eksperimentu su evaluirane tri varijable brzine šuta nogom: BLL_{max} , BLL_{prec} i odnos BLL_{prec}/BLL_{max} . Za sve tri varijable brzine šuta nogom dobijeni su efekti za faktore *uzrast* i *dominantna noga*. Treba napomenuti da ni kod jedne varijable nije uočena interakcija između ova dva faktora. Konkretno, rezultati su pokazali da postoje značajne razlike između dve mlađe ($G12$ i $G13$) i dve starije grupe ($G14$ i $G15$).

Ovim nalazima se pokazalo da, kao što je očekivano, stariji uzrasti postižu veću BLL_{max} od mlađih. Međutim, veoma važan nalaz, kog nije bilo u dosadašnjim studijama, je osetljivost odnosa BLL_{prec}/BLL_{max} . Konkretno, rezultati su pokazali suprotne nalaze od pomenutih - mlađe grupe šutiraju jače prilikom šuteva preciznosti u odnosu na njihovu maksimalnu brzinu šuta. Važno je napomenuti da su mlađe grupe bile manje precizne u odnosu na starije grupe. Ipak, nije moguće zaključiti da li je relativno jači šut u odnosu na BLL_{max} i uzrok slabije preciznosti ili, jednostavno, mlađe grupe imaju slabiji osećaj za izvođenja preciznih šuteva. Još sedamdesetih godina, u studiji Asami-a (za detalje pogledati u, Davids i sar., 2000), sugerisana je važnost ovog problema.

Što se tiče osetljivosti brzine leta lopte pri šutiranju, sve tri varijable (BLL_{max} , BLL_{prec} i BLL_{prec}/BLL_{max}) su pokazale postepeno poboljšanje sa starenjem, kao i bolje sposobnosti dominantne noge. Ovi nalazi mogu da budu u skladu sa studijama u kojima je utvrđeno da je BLL_{prec} dovoljno osetljiva varijabla da napravi razliku između vrhunskih fudbalera i amatera seniora (Ali i sar., 2007; Russell i sar., 2010), dok je BLL_{max} dovoljno osetljiva varijabla da napravi razliku između dominantne i nedominantne noge kod mladih fudbalera (McLean i Tumilty, 1993).

Dakle, osetljivost rezultata ukazuje na to da varijable brzine šuta (BLL_{prec} i BLL_{max}) kao i njihov međusobni odnos (BLL_{prec}/BLL_{max}), mogu biti varijable korišćene u rutinskim testiranjima procena karakteristika šuta.

7.3. Ispitivanje pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)

U trećem eksperimentu je na uzorku rukometaša ispitana pouzdanost varijabli koje su zasnovane na direktnim metodama za procenu preciznosti i brzine šuta.

Procena pouzdanosti za evaluirane varijable uključila je računanje mera apsolutne i relativne pouzdanosti, kao i ispitivanje mogućih sistematskih razlika između serija ponavljanja.

Preciznost je procenjivana korišćenjem metoda računanja standardnih grešaka u dve dimenzije, uključujući AG , VG i KG . Brzina šuta je procenjivana preko BLL_{max} , BLL_{prec} i BLL_{prec}/BLL_{max} .

Na osnovu pregleda i analize literature, u ovom eksperimentu su testirane dve hipoteze. Po testiranim hipotezama, varijable za direktnu procenu preciznosti zasnovane na merenju standardnih grešaka imaju umerenu pouzdanost (H_1) i varijable za direktnu procenu brzine šuta imaju visoku pouzdanost (H_3). Sa dobijenim rezultatima H_1 je delimično potvrđena, dok je H_3 u potpunosti potvrđena.

U ovom eksperimentu su dobijene različite vrednosti pouzdanosti za varijable koje su evaluirane. Kako bi se doprinelo kreiranju valjanih protokola za procenu preciznosti i brzine šuta rukometaša, izvršena je i predikcija nivoa mera apsolutne pouzdanosti. S tim u vezi, uzimajući u obzir dobijene podatke, u ovom eksperimentu je procenjen i minimalan broj ponavljanja koji je dovoljan za prihvatljivu, ali i visoku pouzdanost, za korišćene varijable.

Nalazi dobijeni u ovom eksperimentu ukazuju da postoje velike razlike između evaluiranih varijabli kada je u pitanju broj potrebnih ponavljanja sa ciljem dobijanja pouzdanih podataka. Naime, pokazalo se da je za pojedine varijable za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) neophodan minimalan broj ponavljanja unutar serije, dok je za druge varijable potrebno neuporedivo više.

Kada je u pitanju diskusija rezultata koji su dobijeni u ovom eksperimentu, a koji su vezani za nalaze pouzdanosti evaluiranih varijabli, zbog bolje preglednosti ona je podeljena u dva zasebna dela. U prvom delu je diskutovana pouzdanost varijabli za

procenu preciznosti šuta rukometaša, a u drugom delu je predstavljena pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta rukometaša.

7.3.1. Pouzdanost varijabli za procenu preciznosti šuta

Analizom relevantne literature može se zapaziti da je procena preciznosti rukometaša indirektnim metodama veoma malo zastupljena (za detalje pogledati u Uvodu). Pored toga što ima oskudan broj studija vezanih za ovaj problem, ni u jednoj od njih nije ispitana pouzdanost primenjenih testova, bez obzira na uzorak.

Kada je u pitanju direktna procena preciznosti šuta rukometaša, ovakav pristup je do sada češće upotrebljavan, a podrazumevao je primenu standardnih grešaka procene (van den Tillaar i sar., 2003, 2006, 2007). Bez obzira na čestu primenu u dosadašnjoj praksi, pouzdanost direktnih testova za procenu preciznosti šuta rukometaša nije evaluirana.

Nalazi dobijeni u ovom eksperimentu, a koji se odnose na pouzdanost evaluiranih direktnih mera za procenu preciznosti šuta dominantnom rukom, ukazuju na visoku pouzdanost AG , umerenu pouzdanost VG i nisku pouzdanost KG , iskazanim u apsolutnim merama pouzdanosti (ICC). Relativno nisku pouzdanost, iskazanu u relativnim merama pouzdanosti (CV), pokazale su AG i VG , ali nisu nađene značajne razlike između tri uzastopne serije ni kod jedne, od tri evaluirane varijable.

Uzimajući u obzir umerenu pouzdanost nekih od razmatranih varijabli, od posebnog značaja može biti utvrđivanje minimalnog broja potrebnih ponavljanja da bi se dobila prihvatljiva ili visoka pouzdanost željenih varijabli (Baumgartner i sar., 2007).

S obzirom da u dosadašnjoj literaturi, koja se bavila problematikom procene preciznosti šuta rukometaša direktnim i indirektnim metodama, nema podataka o pouzdanosti primenjenih mera, ne čudi što je potpuno zanemaren i problem optimalnog broja ponavljanja radi dobijanja pouzdanih podataka u primenjenim protokolima.

S tim u vezi, u ovom eksperimentu prikazani su podaci koji su direktno vezani za gore pomenuti problem. Dakle, što se tiče preciznosti šuta dominantnom rukom, Spirman-Braunova formula predviđanja (primenjena za $ICC > 0,7$) ukazuje na prihvatljiv broj ponavljanja potrebnih za AG (10) i VG (16).

Dakle, pouzdanost rezultata i minimalan broj ponavljanja ukazuju na to da AG i VG mogu biti varijable korišćene u rutinskim testiranjima karakteristika šuta rukometaša. Nasuprot tome, KG nije dovoljno dobra varijabla koja može biti korišćena u rutinskim testiranjima preciznosti zbog izuzetno niske pouzdanosti i velikog broja ponavljanja koji je potreban da bi se dobili pouzdaniji rezultati.

Može se zaključiti da su u ovom eksperimentu evaluirane direktne metode za procenu preciznosti šuta rukometaša, s tim u vezi, umerena i niska pouzdanost rezultata je prihvatljiva za primenu direktnih varijabli i kreiranje valjanih i efikasnih protokola testiranja, posebno kada se uvažavaju podaci o predikciji broja neophodnih ponavljanja.

7.3.2. Pouzdanost varijabli za procenu brzine šuta

Pregledom relevantne literature može se konstatovati da ne postoje studije u kojima je procena brzine šuta rukometaša vršena indirektnim metodama. Sa druge strane, postoje studije u kojima je ova procena vršena direktnim metodama (za detalje pogledati Uvod).

Kada je u pitanju BLL_{max} , u nekoliko studija je dobijena visoka pouzdanost podataka (Marques i sar., 2006; Gorostiaga i sar., 2006, Granadosa i sar., 2008). Međutim, BLL_{prec} do sada nije evaluirana kao varijabla, niti je evaluiran međusobni odnos ove dve varijable (BLL_{prec}/BLL_{max}).

Važno je istaći da u literaturi ne postoje podaci o pouzdanosti testova kojima se porcenjuje brzina leta lopte na uzorku mlađih rukometaša. Takođe, nedostaju studije u kojima je ispitan optimalan broj ponavljanja koji bi obezbedio pouzdane podatke.

U ovom eksperimentu su evaluirane tri varijable brzine šuta dominantnom rukom: BLL_{max} , BLL_{prec} i međusobni odnos ove dve varijable (BLL_{prec}/BLL_{max}). Varijable brzine šuta dominantnom rukom (BLL_{prec} , BLL_{max} i BLL_{prec}/BLL_{max}) pokazale su izuzetno visoku apsolutnu (ICC) i relativnu (CV) pouzdanost.

Što se tiče pouzdanosti BLL_{max} , rezultati u ovom eksperimentu su uporedivi sa rezultatima u drugim studijama koje su sprovedene na odraslim igračima (Marques i sar., 2006; Gorostiaga i sar., 2006, Granadosa i sar., 2008).

Kada je u pitanju brzina leta lopte, mali broj ponavljanja može biti dovoljan da se dostigne čak i viši nivo pouzdanosti za BLL_{max} , BLL_{prec} , kao i za BLL_{prec}/BLL_{max} . Konkretno, za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) dovoljno je jedno izvođenje za BLL_{max} , 2 ponavljanja za BLL_{prec} i 5 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} . Visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) zahteva veći broj ponavljanja i to 4 ponavljanja za BLL_{max} , 10 ponavljanja za BLL_{prec} i 20 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} .

Dakle, sa aspekta pouzdanosti rezultata i minimalnog broja ponavljanja, varijable brzine šuta (BLL_{max} i BLL_{prec}), kao i njihov međusobni odnos (BLL_{prec}/BLL_{max}), mogu biti varijable korišćene u rutinskim testiranjima karakteristika šuta rukometaša.

Može se zaključiti da podaci dobijeni u ovom eksperimentu ukazuju na visoku pouzdanost i prihvatljiv broj neophodnih ponavljanja, čime su direktne varijable za procenu brzine šuta rukometaša prihvatljive za kreiranje valjanih i efikasnih protokola testiranja.

8. ZAKLJUČCI

Pitanja koja su elaborirana u realizovanim istraživanjima pružila su afirmativne odgovore na suštinski važne probleme u oblasti procene karakteristika šuta. Konkretno, u *prvoj* studiji cilj je bio da se daju odgovori na pitanja koja se odnose na ocenu pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta nogom, ali i procenu minimalnog broja ponavljanja potrebnog i dovoljnog za prihvatljivu pouzdanost podataka u primenjenim protokolima; u *drugoj* studiji cilj je bio da se daju odgovori na pitanja koja su se ticala osetljivosti ovih varijabli u odnosu na faktore uzrast i dominantna noga; a *treća* studija je imala za cilj da dâ odgovore na pitanja vezana za ocenu pouzdanosti varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta rukom, ali i procenu minimalnog broja ponavljanja potrebnog i dovoljnog za prihvatljivu pouzdanost podataka u primenjenim protokolima.

U narednom delu dobijeni odgovori iz svake od studija su upotrebljeni u cilju formulisanja generalnih zaključaka kao finalnog proizvoda ove doktorske disertacije.

Pouzdanost varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 1)

Imajući u vidu postavljene ciljeve i hipoteze vezane za prvu studiju, najvažniji nalazi omogućavaju sledeće zaključke:

- Varijable za direktnu procenu preciznosti šuta nogom, zasnovane na merenju standardnih grešaka, pokazale su nisku do umerenu pouzdanost, sa čime je delimično potvrđena postavljena hipoteza H_1 . Konkretno, *AG* je pokazala umerenu pouzdanost, dok su *VG* i posebno *KG*, pokazale nisku pouzdanost.
- Na osnovu dobijenih nalaza, varijable *AG* i *VG* se preporučuju za direktnu procenu preciznosti šuta nogom, dok *KG* treba da se isključi kao nepouzdana varijabla.
- U cilju kreiranja pouzdanih protokola ($ICC > 0,7$) za procenu preciznosti šuta nogom, minimalan broj ponavljanja za:
 - a) dominantnu nogu je: 11 (*AG*) i 20 (*VG*),

- b) nedominantnu nogu je: 15 (*AG*) i 41 (*VG*).
- Varijable za direktnu procenu brzine šuta nogom (BLL_{prec} i BLL_{max}) su pokazale visok nivo apsolutne ($ICC > 0,8$) i relativne ($CV < 7\%$) pouzdanosti, kao i njihov međusobni odnos (BLL_{prec}/BLL_{max}). Ovim nalazima je potvrđena postavljena hipoteza H_3 .
 - U cilju kreiranja pouzdanih protokola za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) neophodan je mali broj ponavljanja za BLL_{max} , BLL_{prec} , kao i za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} .
 - a) Za dominantnu nogu, za prihvatljiv nivo pouzdanosti dovoljno je jedno izvođenje za sve tri varijable. Visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) zahteva veći broj ponavljanja za pojedine varijable, tačnije, 6 ponavljanja za BLL_{prec} , 3 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} , dok je i za ovaj nivo pouzdanosti dovoljno jedno izvođenje kada je u pitanju BLL_{max} .
 - b) Za nedominantnu nogu, za prihvatljiv nivo pouzdanosti potreban broj ponavljanja je za: BLL_{prec} (1), BLL_{max} (2) i BLL_{prec}/BLL_{max} (1). Visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) zahteva 8 ponavljanja za BLL_{prec} , 13 ponavljanja za BLL_{max} i 3 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} .

Osetljivost varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u fudbalu (Eksperiment 2)

Imajući u vidu postavljene ciljeve i hipoteze vezane za drugu studiju, najvažniji nalazi omogućavaju sledeće zaključke:

- Varijable za procenu preciznosti šuta nogom poseduju visok nivo osetljivosti. Konkretno, *AG* i *VG* su pokazale sposobnost da detektuju razlike u odnosu na faktore *uzrast* i *dominantna noga*, dok *KG* detektuje razlike samo između dominantne i nedominantne noge. Ovim nalazima je potvrđena hipoteza H_2 .
- Osetljivost testiranih varijabli *AG* i *VG* na oba testirana faktora podržava u potpunosti njihovu dalju upotrebu, dok to nije slučaj sa *KG* koja je pokazala parcijalnu osetljivost.

- Sve tri varijable za procenu brzine šuta nogom su pokazale visok nivo osetljivosti na faktore *uzrast* i *dominantna noga*, čime se preporučuju za korišćenje. Takođe, ovim nalazima je potvrđena hipoteza H_4 .

Pouzdanost varijabli za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta u rukometu (Eksperiment 3)

Imajući u vidu postavljene ciljeve i hipoteze vezane za treću studiju, najvažniji nalazi su omogućili zaključke:

- Varijable za direktnu procenu preciznosti šuta rukom, zasnovane na merenju standardnih grešaka, pokazale su umerenu (AG i VG) i nisku pouzdanost (KG), a time je delimično potvrđena hipoteza H_1 .
- Na osnovu dobijenih nalaza, varijable AG i VG se preporučuju za direktnu procenu preciznosti šuta rukom, a KG treba da bude izuzeta, jer je nepouzdana varijabla.
- U cilju kreiranja pouzdanih protokola ($ICC > 0,7$) za procenu preciznosti šuta rukom, minimalan broj ponavljanja je 10 za AG , a 20 za VG .
- Varijable za direktnu procenu brzine šuta (BLL_{prec} i BLL_{max}) su pokazale visok nivo apsolutne ($ICC > 0,8$) i relativne ($CV < 7\%$) pouzdanosti kao i njihov međusobni odnos (BLL_{prec}/BLL_{max}). Ovim nalazima je potvrđena hipoteza H_3 .
- U cilju kreiranja pouzdanih protokola za prihvatljiv nivo pouzdanosti ($ICC > 0,7$) neophodan je mali broj ponavljanja za BLL_{max} , BLL_{prec} , kao i za odnos BLL_{prec}/BLL_{max} . Konkretno, dovoljno je jedno izvođenje za BLL_{max} , 2 ponavljanja za BLL_{prec} i 5 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} . Visok nivo pouzdanosti ($ICC > 0,9$) zahteva veći broj ponavljanja i to 4 ponavljanja za BLL_{max} , 10 ponavljanja za BLL_{prec} i 20 ponavljanja za BLL_{prec}/BLL_{max} .

Na kraju, uzevši u obzir nalaze svake od pojedinačnih studija, ali i izložene zaključke koji su iz njih proistekli, generalno posmatrano može se oceniti da su evaluirane varijable za direktnu procenu preciznosti i brzine šuta nogom i rukom prihvatljive za primenu u istraživanjima, ali i u rutinskim testiranjima koja se vrše u

praksi. S tim u vezi, važno je istaći da njihova upotreba pruža osnovu za dalje kreiranje valjanih, pouzdanih i osetljivih protokola za testiranja, posebno kada se uvažavaju podaci o predikciji broja neophodnih ponavljanja, što će povećati i njihovu efikasnost.

9. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Analiza relevantne literature i identifikacija pojedinih problema vezanih za procenu karakteristika šuta ukazala je na potrebu za sprovođenjem istraživanja koja će dati odgovore na neka suštinski važna pitanja o proceni uspešnosti balističkih pokreta. Procena uspešnosti balističkih pokreta zasnovana je na primeni direktnih metoda, sa ciljem evaluacije varijabli za procenu preciznosti i brzine.

Značaj realizovanih istraživanja može da se posmatra sa tri podjednako važna aspekta: *teorijskog, praktičnog*, kao i sa aspekta *budućih istraživanja*.

Sa aspekta teorije, dobijeni nalazi omogućavaju bolje sagledavanje preciznosti balističkih pokreta kao veoma važnih motoričkih karakteristika (u opštem i specifičnom smislu). Takođe, neposredan značaj prikazanih istraživanja predstavlja doprinos potpunijem sagledavanju metodoloških problema procene i ocene preciznosti, kao važnog motoričkog svojstva. Osim toga, značaj dobijenih nalaza je i u činjenici da u literaturi ima veoma malo podataka o istraživanju metrijskih karakteristika testova za procenu preciznosti u fudbalu, a posebno treba istaći nedostatak istraživanja u rukometu. Posebno treba naglasiti da je slična situacija i u drugim sportskim disciplinama, kao i u fizičkom vaspitanju.

Sa aspekta značaja za praksu, dobijeni rezultati se ne mogu posmatrati izolovano, već je neophodno uzeti u obzir i izvršenu analizu ove oblasti u pogledu upotrebe, ali i međusobne komparacije konkretnih metoda, testova i varijabli za procenu karakteristika šuta. S tim u vezi, neophodno je imati u vidu: 1) prednosti direktnih metoda za procenu karakteristiku šuta u odnosu na indirektno metode; 2) važnost procene obe komponente karakteristika šuta, dakle i preciznosti i brzine; 3) ocene evaluiranih varijabli, pri čemu treba voditi računa pri izboru konkretnih varijabli i birati samo one za koje je potvrđeno da imaju zadovoljavajuće metrijske karakteristike; 4) priložene smernice o minimalnom broju ponavljanja za potrebe dizajniranja pouzdanih protokola za procenu karakteristika šuta; 5) mogućnost korišćenja referentnih vrednosti procenjenih karakteristika šuta za komparaciju i za selekciju mladih perspektivnih sportista u konkretnim sportovima.

U celini posmatrano, rezultati dobijeni u ovoj disertaciji imaju značaj za praksu, a on se ogleda kroz mogućnost njihove neposredne i svrsishodne primene u sportu, fizičkom vaspitanju, kao i u rekreaciji.

Sa aspekta budućih istraživanja, otvoreno je široko polje za dalja istraživanja vezana za procenu uspešnosti balističkih pokreta, a posebno za: 1) dalju evaluaciju metrijskih karakteristika primenjenih varijabli u odnosu na: valjanost (faktorska, konstruktna), pouzdanost (između dana, u odnosu na uzrast), osetljivost (na uzrast, pol, primenjene metode treninga za razvoj određenih motoričkih sposobnosti, nivo dostignuća) i objektivnost (različiti merioci); 2) modifikovanje postojećih i razvijanje novih testova i 3) evaluaciju varijabli za direktnu procenu uspešnosti balističkih pokreta u drugim sportovima.

LITERATURA

Abt G, Zhou S, Weatherby R. The effect of a high-carbohydrate diet on the skill performance of midfield soccer players after intermittent treadmill exercise. *J Sci Med Sport* 1998;1(4):203-12.

Ali A. Measuring soccer skill performance: a review. *Scand J Med Sci Sports* 2011;

Ali A, Williams C, Hulse M, Strudwick A, Reddin J, Howarth L, Eldred J, Hirst M, McGregor S. Reliability and validity of two tests of soccer skill. *J Sports Sci* 2007;25(13):1461-70.

Anderson DI, Sidaway B. Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Res Q Exerc Sport* 1994;65(2):93-9.

Asami T, Togarie H, Kikuchi T. Energy efficiency of ball kicking. In: Komi PV, editor. *Biomechanics V-B*. Baltimore, MD: University Park Press, 1976: 135-40.

Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;26(4):217-38.

Bate D. Soccer skills practice. In: Reilly T, editor. *Science and soccer*. London: E & FN Spon, 1996: 227–41.

Baumgartner TA, Jackson AS, Mahar MT, Rowe DA. *Measurement for evaluation in physical education and exercise science*. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

Cometti, G., Tyrode, B. & Pousson, M. In *ISBS '92: Proceedings of the 10th Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports*. Edi. Ermes, Milan, 1992; 186-189.

Coelho ESMJ, Figueiredo AJ, Simoes F, Seabra A, Natal A, Vaeyens R, Philippaerts R, Cumming SP, Malina RM. Discrimination of u-14 soccer players by level and position. *Int J Sports Med* 2010;31(11):790-6.

Currell K, Jeukendrup AE. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med* 2008;38(4):297-316.

Davids K, Lees A, Burwitz L. Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: implications for talent identification and skill acquisition. *J Sports Sci* 2000;18(9):703-14.

- De Proft E, Cabri J, Dufour W, Clarys JP. Strength training and kick performance in soccer players. In: Reilly T, Lees A, Davids K i Murphy WJ, editors. Science and Football. London: E & FN Spon, 1988: 109-13.
- Finnoff JT, Newcomer K, Laskowski ER. A valid and reliable method for measuring the kicking accuracy of soccer players. *J Sci Med Sport* 2002;5(4):348-53.
- Gore CJ. *Physiological Tests for Elite Athletes*. ed. Human Kinetics, IL, 2000.
- Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(2):357-66.
- Granados C, Izquierdo M, Ibanez J, Ruesta M, Gorostiaga EM. Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(2):351-61.
- Haaland E, Hoff J. Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 2003;(13):179-84.
- Hancock GR, Butler MS, Fischman MG. On the Problem of Two-Dimensional Error Scores: Measures and Analyses of Accuracy, Bias, and Consistency. *J Mot Behav* 1995;27(3):241-50.
- Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000;30(1):1-15.
- Jelusic V, Jaric S, Kukolj M. Effects of the stretch-shortening strength training on kicking performance in soccer players. *Hum Mov Stud* 1992;22:231-38.
- Kim J, Chung S, Tennant LK, Singer RN, Janelle CM. Minimizing error in measurement of error: a proposed method for calculation of error in a two-dimensional motor task. *Percept Mot Skills* 2000;90(1):253-61.
- Knapp B. *Skill in sport: the attainment of proficiency*. ed. London: Routledge, 1977.
- Lees A, Nolan L. The biomechanics of soccer: a review. *J Sports Sci* 1998;16(3):211-34.
- Malina RM, Cumming SP, Kontos AP, Eisenmann JC, Ribeiro B, Aroso J. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13-15 years. *J Sports Sci* 2005;23(5):515-22.
- Markovic G, Dizdar D, Jaric S. Evaluation of tests of maximum kicking performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2006;46(2):215-20.

- Marques MC, Gonzalez-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res* 2006;20(3):563-71.
- McLean BD, Tumilty DM. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Br J Sports Med* 1993;27(4):260-2.
- Milanovic D, Vuleta D, Simenc Z. Dijagnostika i analiza kondicijske pripremljenosti vrhunskih rukometaša i rukometašica. *Rukomet znanstvena istraživanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu 2004: 23-32.
- Mirkov D, Nedeljkovic A, Kukulj M, Ugarkovic D, Jaric S. Evaluation of the reliability of soccer-specific field tests. *J Strength Cond Res* 2008;22(4):1046-50.
- Norton K, Marfell-Jones M, Whittingham N, Kerr D, Carter L, Saddington K, Gore C. Anthropometric Assessment Protocols. In: Gore CJ, editor. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000: 66-85.
- Pavlin K, Simenc Z, Delija K. Analiza pouzdanosti i faktorske valjanosti situaciono motoričkih testova u rukometu. In: Vuleta D i Milanović D, editors. *Rukomet znanstvena istraživanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu 2004: 59-80.
- Reilly T, Holmes M. A preliminary analysis of selected soccer skills. *Physical Education Review* 1983;664-71.
- Reilly T, Williams AM, Nevill A, Franks A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J Sports Sci* 2000;18(9):695-702.
- Rosch D, Hodgson R, Peterson TL, Graf-Baumann T, Junge A, Chomiak J, Dvorak J. Assessment and evaluation of football performance. *Am J Sports Med* 2000;28(5 Suppl):29-39.
- Rogulj N. Razlike u situacijskim pokazateljima rukometne igre u odnosu na rezultatsku uspješnost momčadi na Svjetskom prvenstvu u egiptu 1999. godine. *Rukomet znanstvena istraživanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu 2004: 161-72.
- Russell M, Benton D, Kingsley M. Reliability and construct validity of soccer skills tests that measure passing, shooting, and dribbling. *J Sports Sci* 2010;28(13):1399-408.
- Schmidt R, Lee D. *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.

Sedano S, Vaeyens R, Philippaerts RM, Redondo JC, Cuadrado G. Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2009;49(4):387-94.

Starosta W. Symmetry and asymmetry in shooting demonstrated by elite soccer players. In: Reilly T, editor. *Science and Football: Proceedings of the First World Congress of Science and Football*. London: E. & F.N. Spon, 1987:

Thomas JR, Nelson JK. *Research methods in physical activity*. ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2001.

Uppal AK, Roy P. Assessment of motor fitness components as predictors of soccer playing ability. *SNIPES Journal/Society for the National Institutes of Physical Education and Sports* 1986;(9):46-49.

Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, Van Renterghem B, Bourgois J, Vrijens J, Philippaerts RM. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *Br J Sports Med* 2006;40(11):928-34.

van den Tillaar R, Ettema G. Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Percept Mot Skills* 2003a;96(2):423-34.

van den Tillaar R, Ettema G. Instructions emphasizing velocity, accuracy, or both in performance and kinematics of overarm throwing by experienced team handball players. *Percept Mot Skills* 2003b;97(3 Pt 1):731-42.

van den Tillaar R, Ettema G. A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing. *Percept Mot Skills* 2006;103(2):503-14.

van den Tillaar R, Ettema G. A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *J Appl Biomech* 2007;23(1):12-9.

van den Tillaar R, Ettema G. A comparison of overarm throwing with the dominant and nondominant arm in experienced team handball players. *Percept Mot Skills* 2009;109(1):315-26.

Vila H, Manchado C, Rodriguez N, Abraldes JA, Alcaraz P, Ferragut HV. Anthropometric profile, vertical jump and throwing velocity, in female elite handball players by playing positions. *J Strength Cond Res* 2011;

Vincent W. *Statistics in Kinesiology*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.

Vuleta D. Razlike između tehničko-taktičkih elemenata rukometa i varijabli o kojima ovisi uspjeh u rukometu. In: Vuleta D i Milanović D, editors. Rukomet znanstvena istraživanja. Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu 2004: 145-60.

Vuleta D, Simec Z. Kanonička povezanost između mehanizma za energetske regulacije i situacijske efikasnosti u rukometu. Rukomet znanstvena istraživanja. Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu 2004: 183-96.

Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res* 2005;19(1):231-40.

Zeederberg C, Leach L, Lambert EV, Noakes TD, Dennis SC, Hawley JA. The effect of carbohydrate ingestion on the motor skill proficiency of soccer players. *International Journal of Sport Nutrition* 1996;(6):348-55.

Zehr EP, Sale DG. Ballistic movement: muscle activation and neuromuscular adaptation. *Can J Appl Physiol* 1994 19(4):363-78.

PRILOZI

PRILOG 1.

Izjava o autorstvu

Potpisani-a: **Bobana Berjan**

broj indeksa: **8-DS/2008**

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

**EVALUACIJA USPEŠNOSTI BALISTIČKIH POKRETA - VARIJABLE ZA
PROCENU PRECIZNOSTI I BRZINE ŠUTA**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, 06.03.2013. godine

Potpis doktoranda

Berjan Bobana

PRILOG 2.

**Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije
doktorskog rada**

Ime i prezime autora: **Bobana Berjan**

Broj indeksa: **8-DS/2008**

Studijski program: **Eksperimentalne metode istraživanja humane lokomocije**

Naslov rada: **Evaluacija uspešnosti balističkih pokreta - varijable za procenu
preciznosti i brzine šuta**

Mentor: **Red. prof. dr Miloš Kukolj**

Potpisani/a: **Bobana Berjan**

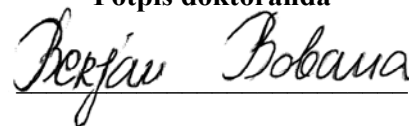
Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu.**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 06.03.2013. godine

Potpis doktoranda


Berjan Bobana

PRILOG 3.**Izjava o korišćenju**

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

**EVALUACIJA USPEŠNOSTI BALISTIČKIH POKRETA - VARIJABLE ZA
PROCENU PRECIZNOSTI I BRZINE ŠUTA**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

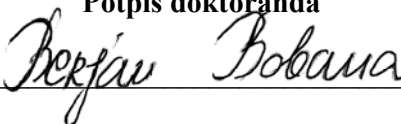
Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

U Beogradu, 06.03.2013. godine

Potpis doktoranda



1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.

PRILOG 4. Odobrenje Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu za realizaciju istraživanja koja su korišćena za izradu doktorske disertacije.

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

02 Бр. 4538-2
30.12. 20011 год
БЕОГРАД, Београда Перошева 130

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
ETIČKA KOMISIJA

Predmet: Na zahtev zaveden pod brojem 02/4538-1 od 23.12.2011 koji je podnela mr Bobana Berjan, Etička komisija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu daje

Saglasnost

za realizaciju naučnog rada EVALUACIJA USPEŠNOSTI BALISTIČKIH POKRETA : VARIJABLE ZA PROCENU PRECIZNOSTI I BRZINE ŠUTA

Na osnovu uvida u plan navedenog rada čiji je mentor Prof Miloš Kukolj , Etička komisija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu iznosi mišljenje da se, kako u koncipiranju tako i u planiranju realizacije istraživanja i primene dobijenih rezultata, polazilo od principa koji su u skladu sa etičkim standardima, čime se obezbeđuje zaštita ispitanika od mogućih povreda njihove psiho-socijalne i fizičke dobrobiti.

U skladu sa iznetim mišljenjem Etička komisija Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu daje saglasnost za realizaciju istraživanja planiranih gore navedenim projektom .

Za Etičku komisiju

Članovi

1. prof dr Dušanka Lazarević
2. prof dr Dušan Ugarković
3. vaa. prof Vladimir Koprivica



U Beogradu

PRILOG 5. Odobrenje Etičke komisije Zavoda za sport i medicinu sporta Republike Srbije za realizaciju istraživanja koja su korišćena za izradu doktorske disertacije.

БЕОГРАД, Кнеза Вишеслава 72
 ПРИМЉЕНО: 28-10-2011
 Обр. бр. 09-1487
 Етичка комисија - Образац за интерног корисника података ЗСМС РС - ЕКИ
ЗАВОД ЗА СПОРТ И МЕДИЦИНУ СПОРТА РС
 Београд, Кнеза Вишеслава 72

ЕТИЧКОЈ КОМИСИЈИ - Молба за коришћење података Завода
 Подаци о подносиоцу Молбе:
 Бобана Берјан Бачваревић

Предмет Молбе (Подаци који се траже):
 Подаци са моторичких тестирања рукометашица у периоду од 2008. до 2011. године.
 Викомет

Сврха и начин коришћења података:
 Писање рада *ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ*
 Одобрено: 25.02.2013

Датум: 27.10.2011. година
 Потпис подносиоца Молбе: *Бачваревић*
 Сагласан помоћник директора за Сектор:
МИШЉЕЊЕ ЕТИЧКЕ КОМИСИЈЕ:
 Етичка комисија је дана 27.10.11. размотрила Молбу за коришћење података Завода подносиоца Б. БЕРЈАН БАЧВАРЕВИЋ и сматра да се:
 а) може дати сагласност за коришћење тражених података, с тим да је подносилац Молбе дужан да у свему поштује етичке критеријуме о коришћењу интелектуалне својине Завода, а да у случају објављивања има обавезу да коначну верзију рада похрани у архиву Завода у електронском и писаном облику, по упутствима Одељења за информације и документацију у спорту;
 б) не може дати сагласност за коришћење тражених података.

За Етичку комисију:
 Др сци. Александра Санадер, председник
 Др мед. сци. Сања Мaziћ, члан
 Др сци. Љубица Бачанац, члан

У Београду, 27.10.2011

САГЛАСАН ДИРЕКТОР:
Јасминко Позарцац
 Јасминко Позарцац

Завод за спорт и медицину спорта РС није дужан да даје објашњења у случају негативног одговора.

Сагласност примио подносилац Молбе (датум и потпис) 28.10.2011 *Бобана Берјан Бачваревић*
 Податке преузео (датум и потпис): *Бобана Берјан Бачваревић*
 Податке предао (потпис): *Бобана Берјан Бачваревић*

PRILOG 6. Objavljeni originalni naučni rad u međunarodnom časopisu druge kategorije (M22).

EVALUATION OF A COMPOSITE TEST OF KICKING PERFORMANCE

BOBANA BERJAN BACVAREVIC,^{1,2} NEMANJA PAZIN,² PREDRAG R. BOZIC,^{1,2} DRAGAN MIRKOV,² MILOŠ KUKOLJ,² AND SLOBODAN JARIĆ³

¹Serbian Institute of Sport and Sport Medicine, Department for Analytic in Sport, Belgrade, Serbia; ²Faculty of Sports and Physical Education, The Research Center, University of Belgrade, Belgrade, Serbia; and ³Department of Kinesiology and Applied Physiology, University of Delaware, Newark, Delaware

ABSTRACT

Berjan Bacvarevic, B, Pazin, N, Bozic, PR, Mirkov, D, Kukolj, M, and Jarić, S. Evaluation of a composite test of kicking performance. *J Strength Cond Res* 26(7): 1945–1952, 2012—The aim of this study was to evaluate the reliability and sensitivity of variables for the direct assessment of kicking performance in young soccer players. One hundred and six elite young soccer players were divided into 4 age groups (12–15 years). Absolute error (AE), variable error (VE), and constant error (CE) were evaluated as the variables of kicking accuracy, whereas the kicking velocity variables involved the maximum ball velocity (BV_{max}) and the ball velocity during accurate kicks (BV_{acc}). Results suggested low-to-moderate reliability of the kicking accuracy (intraclass correlation coefficient [ICC] = 0.00–0.67) and high reliability of the kicking velocity variables (ICC = 0.87–0.94). Regarding the sensitivity, most of the variables detected the differences both between the dominant and nondominant legs and among the age groups. Because the evaluated variables should have a property of face validity, the findings obtained generally suggest that AE (and perhaps VE, as the measures of kicking accuracy) and both BV_{max} and BV_{acc} (as the measures of kicking velocity) could be used within a routine composite test of kicking performance in young elite soccer players. Further development of the evaluated composite test of kicking performance could be based on the involvement of other kicking techniques and on testing the athletes of different ages, levels of skill, or sport specialization.

KEY WORDS reliability, sensitivity, accuracy, velocity, standard error scores

INTRODUCTION

Kicking skills are among the most important skills in a number of sport games, including soccer. The performance of soccer and other athletic kicking usually depends on both the kicking accuracy and kicking velocity (12,14,19). Assessment of the kicking performance is believed to be beneficial for the evaluation and monitoring of the effects of various training methods (2,6,10,21), assessment of progress during rehabilitation (21), and comparisons among the individuals or groups (i.e., according to age, gender, elite level, playing position, and limb dominance [13,15,20,21], i.e., according to age, gender, elite level, playing position, and limb dominance [27]), and early sport selection (20). Nevertheless, the majority of specific batteries of soccer tests do not include estimates of both the kicking accuracy and kicking velocity.

Previous studies have used various indirect measures of the kicking accuracy, such as the number of goals scored per game, number of shots on goal per game, the ability to strike a target (i.e., number of points, the time needed for execution), ability to kick the ball between 2 markers, or the kicking accuracy as subjectively assessed by independent referees, etc. (1,7,20). Conversely, the evaluation of kicking performance regarding the kicking velocity tests has been thoroughly described in the literature, and the evaluation was based on both direct (i.e., via a radar gun [14]) and indirect assessments (i.e., by distance traveled [16,21]).

Although frequently used, a number of the above-described indirect measures of the kicking accuracy could have particular methodological shortcomings regarding their validity, reliability, sensitivity, and objectivity (for details, see [7]). Relatively few studies have evaluated the reliability and sensitivity of the indirect tests for the assessment of kicking accuracy in soccer. The results obtained revealed a moderate (intraclass correlation coefficient [ICC] = 0.70–0.71 [13]) to low reliability (ICC = 0.26–0.58, coefficient of variation [CV] = 4.4–52.8% [1]) of the test based on indirect assessment methods (e.g., number of points, time needed for execution). Some of the indirect tests of kicking accuracy were

Address correspondence to Slobodan Jarić, jarić@udel.edu.
26(7)/1945–1952

Journal of Strength and Conditioning Research
© 2012 National Strength and Conditioning Association

VOLUME 26 | NUMBER 7 | JULY 2012 | 1945

BIOGRAFIJA AUTORA

Bobana Berjan Bačvarević rođena je 25.10.1982. godine u Sarajevu. Osnovnu školu je završila u Negotinu, a u Beogradu XI beogradsku gimnaziju (2001. godine). Aktivno je igrala rukomet u RK „Hajduk Veljko“ i u RK “Voždovac“. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu, upisala je školske 2001/2002. godine, a diplomirala je 2006. godine sa prosečnom ocenom 9,64 (devet 64/100). Tokom studiranja nagrađivana je kao student generacije. Diplomski rad pod naslovom: „Povezanost rezultata u različitim testovima za procenu snage kod dece uzrasta 9 i 10 godina“ odbranila je sa ocenom 10 (deset). Na osnovu navedenih podataka stekla je VII stepen školske spreme, stručnog naziva „Profesor fizičkog vaspitanja“.

Tokom studiranja učestvovala je u projektu fakulteta pod nazivom: „Razvoj morfoloških karakteristika, fizičkih sposobnosti, telesnog statusa i nekih psiholoških karakteristika dece mlađeg i srednjeg školskog uzrasta“ i u testiranjima koja su realizovana u Metodičko-istraživačkoj laboratoriji fakulteta. Bila je stipendista grada Beograda. Kao jedan od sto najboljih studenata osnovnih, diplomskih i postdiplomskih studija univerziteta čiji je osnivač Republika Srbija, dobila je stipendiju za stručno usavršavanje Fonda za mlade talente (2006). Kao apsolvent, bila je na stručnoj praksi u Ljubljani, u Institutu za šport na Fakultetu za šport, u laboratoriji za fiziologiju sporta.

Po završetku fakulteta, radila je kao profesor fizičkog vaspitanja u Osnovnoj školi „Majka Jugovića“ u Zemunu. Od 2008. godine zaposlena je u Zavodu za sport i medicinu sporta Republike Srbije na neodređeno vreme (najpre kao Stručni saradnik, a kasnije Viši stručni saradnik), u Sektoru za stručni i razvojno-istraživački rad u sportu – Odeljenje za analitiku u sportu.

Školske 2008/2009. godine upisala je doktorske akademske studije. Učestvovala je u projektima fakulteta koji su finansirani od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj pod nazivom: „Evaluacija metoda za procenu uloge mišićnih i neuralnih faktora i njihovih adaptivnih promena“ (EB: 145082) i „Mišićni i neuralni faktori humane lokomocije i njihove adaptivne promene“ (EB: 175037).

Učestvovala je na brojnim stručnim i naučnim skupovima u zemlji i inostranstvu. Do sada je kao autor ili koautor objavila šest radova u časopisima od međunarodnog značaja.

Udata je i ima ćerku Taru.

PUBLIKACIJE:**Radovi u naučnim časopisima međunarodnog značaja**

1. Pazin N, Berjan B, Nedeljkovic A, Markovic G, Jaric S. Power output in vertical jumps: Does optimum loading depend on activity profiles? Eur J Appl Physiol. 2012 Aug 4. [Epub ahead of print].
2. Bozic PR, Pazin N, Berjan B, Jaric S. Evaluation of alternating consecutive maximum contractions as an alternative test of neuromuscular function. European Journal of Applied Physiology. Eur J Appl Physiol. 2012 Apr;112(4):1445-56.
3. Berjan Bacvarevic B, Pazin N, Bozic P, Mirkov D, Kukolj M, Jaric S. Evaluation of a Composite Test of Kicking Performance. Journal of Strength and Condition Research. 2012 Jul;26(7):1945-52.
4. Pazin N, Bozic P, Bobana B, Nedeljkovic A, Jaric S. Optimum loading for maximizing muscle power output: the effect of training history. Eur J Appl Physiol. 2011 Sep; 111(9):2123-30.
5. Koropanoski N, Berjan B, Bozic PR, Pazin N, Sanader A, Jovanovic S, Jaric S. Comparison of anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. Journal of Human Kinetics, 2011, 30: 107-114
6. Bozic P, Pazin N, Berjan B, Planic N, Cuk I. Evaluation of the Field Tests of Flexibility of Lower Extremity: Reliability, and the Concurrent and Factorial Validity. Journal of Strength and Condition Research. 2010 Sep;24(9):2523-31.

Zbornici međunarodnih naučnih skupova

1. Berjan BB, Pazin N, Bozic PR i Kukolj M. Reliability of variables for evaluation accuracy and throwing velocity of young perspective handball players. Effect of Physical Activity Application to Anthropological Status With Children, Youth and Adults, Belgrade, December 10-11th, 2011.
2. Bozic PR, Berjan BB, Pazin N. Sensitivity of the T test for differentiating perspective young female handball players. Effect of Physical Activity Application to Anthropological Status With Children, Youth and Adults, Belgrade, December 10-11th, 2011.
3. Nedeljkovic A, Pazin N, Bozic P, Berjan B, Jaric S. 6-s maximal cycling test: the prediction of optimum loading for maximizing muscle power output. 16th Annual Congress of the European College of Sport Science, Liverpool, United Kingdom, 6-9th July, 2011.
4. Pazin N, Berjan B, Bozic P. Field tests of flexibility of the lower extremity: the sensitivity analysis. 16th Annual Congress of the European College of Sport Science, Liverpool, United Kingdom, 6-9th July, 2011.

5. Berjan B, Bozic P, Pazin N. Sensitivity of the Field Tests of Flexibility of Lower Extremity: A Pilot Study. International Scientific Conference: Physical Activity for Everyone, Belgrade, December 10-11th, 2010.
6. Berjan, B., Kukolj, M., Pazin, N., Bozic, P., Mirkov, D, Jaric, S. Evaluation of a composite test kicking performance in elite young soccer players. 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, Antalya, Turkey, June, 2010.
7. Bozic, P., Pazin, N., Berjan B., Jaric, S. Sensitivity of Bidirectional Consecutive Maximum Contractions as an Alternative Test of Neuromuscular Function. 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, Antalya, Turkey, June, 2010.
8. Pazin, N, Nedeljkovic A., Bozic, P., Berjan, B., Malobabic, V., Jaric, S. The maximum dynamic output in the jumping: effects of external loading and training history. 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, Antalya, Turkey, June, 2010.
9. Nedeljkovic, A., Pazin, N., Bozic, P., Berjan, B., Jaric, S. Wingate anaerobic test: does the optimal load depend on training history? 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, Antalya, Turkey, June, 2010.
10. Berjan B, Pazin N, Bozic P, Mirkov D, Kukolj M. Reliability and sensitivity of the variables for evaluation of kicking performance of elite young soccer players. Abstract book. International Scientific Conference: Theoretical, Methodological and Methodical Aspects of Competition and Athletes' Preparation. Belgrade, Serbia, Decembar 11, 2009.
11. Bozic P, Berjan B, Pazin N. The external validity of various strength variables for prediction of jumping performance of elite basketball players. Abstract book. International Scientific Conference: Theoretical, Methodological and Methodical Aspects of Competition and Athletes' Preparation. Belgrade, Serbia, Decembar 11, 2009.
12. Berjan B, Bozic P, Pazin N. Anthropometric and performance measures differences of serbian elite male soccer players aged 12-16 years. International Scientific Conference: Theoretical, methodology and methodical aspects of physical education, Serbia, Belgrade, December 2008.
13. Bozic P, Pazin N, Planic N, Berjan B, Cuk I. Field tests of the flexibility of lower extremity: Reliability study. 13th Annual Congress of the European Congress of Sport Science, Portugal, July 2008.
14. Berjan. B. (2006). Povezanost rezultata u različitim testovima za procenu snage kod dece uzrasta 9 i 10 godina. Međunarodna naučna konferencija "Analitika i dijagnostika u sportu", 11-12 decembar 2006, Beograd, Srbija.
15. Berjan B. (2005): Morphological components and functional characteristics of elite soccer players according to team position. 10th Annual Congress of the European College of Sport Science, Belgrade, Serbia, July, 2005.

16. Suzović D., Berjan B. (2004): Comparison between winter and summer preseason strength and force status in football elite players. The 4th International Conference on Strength Training, Abstracts Book, Serres, Greece.

Zbornici skupova nacionalnog značaja

1. Božić P, Pažin N, Berjan B., Koropanovski N, Sanader A. Morfološki i motorički profil srpskih seniorskih reprezentativnih selekcija karatista- kataša i boraca. Simpozijum „Medicina, sport i mladi u susret Univerzijadi“, Beograd, Mart, 2009.
2. Berjan B., Božić P, Pažin N. Razlike u morfološkim i motoričkim sposobnostima kod srpskih elitnih fudbalera uzrasta od 12 do 15 godina. Simpozijum „Medicina, sport i mladi u susret Univerzijadi“, Beograd, Mart, 2009.