

# Vrednovanje pouzdanosti i valjanosti mobilne aplikacije za procjenu vršne brzine lopte u nogometu

---

**Petak, Matija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:211676>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva: magistar kineziologije)

**Matija Petak**

**VREDNOVANJE POUZDANOSTI I VALJANOSTI**  
**MOBILNE APLIKACIJE ZA PROCJENU VRŠNE**  
**BRZINE LOPTE U NOGOMETU**

diplomski rad

**Mentor:**

**doc. dr. sc. Ivan Radman**

Zagreb, prosinac, 2019.

# VREDNOVANJE POUZDANOSTI I VALJANOSTI MOBILNE APLIKACIJE ZA PROCJENU VRŠNE BRZINE LOPTE U NOGOMETU

## **Sažetak**

Izvedba udaraca lopte u nogometnoj igri je presudna za rezultat. Stoga ima iznimnu važnost prilikom pedagoško-trenerskog rada u omladinskim školama nogometa. U okviru navedenog, postoji kontinuirana potreba brzog i učinkovitog testiranja izvedbe udaraca. Razvojem tehnologije na tržištu su se pojavile aplikacije za testiranje učinkovitosti sportske izvedbe putem mobilnog telefona. Ukoliko iste pokažu dobra mjerna svojstva, njihova dostupnost i jednostavnost trenerima bi mogle uvelike olakšati trenerski rad. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi pouzdanost i valjanost protokola testiranja brzine, preciznosti i kvalitete izvođenja nogometnih udaraca mobilnom aplikacijom myKicks kod mladih nogometaša. Skupina od 37 mladih nogometaša podijeljenih u tri uzrasne kategorije, i to mlađi pioniri uzrasta 11 i 12 godina, stariji pioniri uzrasta 13 i 14 godina i kadeti uzrasta 15 i 16 godina, podvrgnuta je protokolu izvođenja nogometnih udaraca u dvije prigode, prvom testu i ponovljenom testu. U okviru jednog testa, sudionici su izvodili seriju od pet udaraca prema vratima s udaljenosti od 11.5 metara. U svrhu vrednovanja pouzdanosti testiranja aplikacijom myKicks uspoređeni su rezultati mladih nogometaša u prvom testu i ponovljenom testu. Valjanosti aplikacije myKicks procijenjena je putem usporedbe rezultata testiranja aplikacijom myKicks među tri kronološki i kvalitativno različite kategorije, kao i putem povezanosti njenih rezultata s metodom znanstvenog ranga. Na temelju provedenih analiza podataka, vrednovana aplikacija može se smatrati pouzdanim i valjanim instrumentom za mjerenje brzine lopte kod sve tri kategorije. Međutim, čini se da provedeni protokol spomenutim instrumentom pokazuje neadekvatnu razinu pouzdanosti i nisku razinu valjanosti za mjerenje preciznosti i kvalitete nogometnih udaraca, osobito kod starijih pionira. Primjena aplikacije myKicks u okviru vrednovanog protokola može se preporučiti u svrhu testiranja brzine lopte kod mladih nogometaša. Dodatna istraživanja potrebna su da bi utvrdili mogućnosti primjene iste u okviru protokola za mjerenje preciznosti i kvalitete nogometnih udaraca.

## **Ključne riječi**

Nogomet, šutiranje, mobilna aplikacija, myKicks, udarci na gol, brzina, preciznost, testiranje

# EVALUATION OF RELIABILITY AND VALIDITY OF A MOBILE APPLICATION FOR ESTIMATING PEAK SPEED OF A SOCCER BALL

## Summary

The performance of kicks in a football game is crucial for the result. Therefore, it has exceptional importance in teaching and coaching in youth football schools. In addition, there is a continuing need for rapid and effective football kick testing. With the development of technology, applications have been introduced for testing the sports performance through a mobile phone. If they show good measurement properties, their availability and simplicity could greatly facilitate coaching for the coaches. The aim of this study was to determine the reliability and validity of the protocol for testing the velocity, precision and quality of football kicks with the myKicks mobile application at young football players. The group of 37 young football players divided in three age categories, younger pioneers ages 11 and 12, older pioneers ages 13 and 14, and cadets ages 15 and 16, subjected to the protocol of performing football kicks on two occasions, the first test and the repeated test. Within one test, participants performed a series of five kicks on the goal from a distance of 11.5 meters. For the purpose of evaluating the testing reliability of the myKicks application, the results of young football players in the first test and the retest were compared. The validity of the myKicks mobile application was evaluated by comparing the results of myKicks testing among the three chronologically and qualitatively different categories, as well as by linking its results to the scientific rank method. Based on the data analyzes performed, the evaluated application can be considered as a reliable and valid instrument for measuring ball velocity in all three categories. However, the implemented protocol by the mentioned instrument, shows inadequate level of reliability and low validity to measure the accuracy and quality of football kicks, especially at older pioneers. The use of the myKicks application within the framework of the evaluated protocol may be recommended for the purpose of testing the ball velocity at young football players. More research is needed to determine the possibility for applying the application within the protocol for measuring the accuracy and quality of football kicks.

## Key words

Football, shooting, mobile application, myKicks, shots on goal, velocity, accuracy, testing

## Sadržaj

1. Uvod.....	5
2. Ciljevi i hipoteze.....	9
3. Metode istraživanja.....	10
3.1. Dizajn istraživanja.....	10
3.2. Ispitanici.....	10
3.3. Protokol istraživanja.....	10
3.3.1. Provođenje testiranja.....	10
3.3.2. Mobilna aplikacija myKicks.....	13
3.3.3. Sportski radar.....	14
3.4. Analiza podataka.....	15
4. Rezultati.....	17
5. Rasprava.....	22
6. Zaključak.....	30
7. Literatura.....	31

## 1. UVOD

Nogomet je kompleksna sportska igra koja spada u grupu polistrukturalnih acikličnih gibanja. Dinamička je aktivnost u kojoj se dvije momčadi na terenu suprotstavljaju jedna drugoj s ciljem taktičkog nadmetanja, te u konačnici postizanja pogotka i ukupne pobjede. Nogomet je danas u većini država svijeta najpopularniji sport i svakim danom sve više se razvija i u manjim zemljama te i one polako postaju "nogometno obrazovane". Krovna nogometna organizacija FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) okuplja više od 200 nacionalnih saveza iz cijelog svijeta, a nogometom se bavi preko 40 milijuna registriranih nogometaša. Sve više se pažnje pridaje razvoju mladih nogometaša koji bi u budućnosti uz pravilan razvoj trebali naslijediti svoje idole. Mnogi klubovi ulažu znatna sredstva u svoje škole kako bi odgojili mlade igrače i napravili od njih uspješne nogometaše.

Sasvim općenito, nogometna igra odvija se u tri faze: faza napada, faza obrane i tranzicija iz faze napada u fazu obrane i obrnuto. U svakoj od te tri faze postoje određene podfaze. Svaka faza tijekom igre ima konkretna obilježja s vrlo specifičnim i precizno definiranim ciljevima unutar složenog taktičkog kolektivnog djelovanja (individualne akcije i individualno ponašanje igrača moraju biti podređeni kolektivnom efektu), što potvrđuje da je nogomet igra visokog stupnja taktičke složenosti (Gabrijelić, 1977). Veliku ulogu u nogometnoj igri ima i aerobna izdržljivost nogometaša jer je nogomet primarno aerobni sport i ponajviše ovisi o tom kapacitetu. Današnji tempo igre sve je brži i zahtjevniji i igrači moraju biti spremni svih 90 minuta obavljati fizički rad i biti na visokom nivou. Opterećenje igrača tijekom utakmice najčešće se procjenjuje srčanom frekvencijom. Tijekom nogometne utakmice relativna srčana frekvencija iznosi u prosjeku 85% od maksimalne frekvencije srca, a varira između 75 – 100% (Marković i Bradić, 2008). S obzirom da se anaerobni prag nalazi, odnosno postiže pri 80 – 90% FS, pretpostavlja se da intenzitet nogometne igre u najvećoj mjeri odgovara vrijednosti individualnog anaerobnog praga (Marković i Bradić, 2008). Upravo neke aktivnosti anaerobnog karaktera, poput udarca ili sprinta, mogu biti ključne u odlučivanju pobjednika utakmice. Brzina i agilnost motoričke su sposobnosti koje razlikuju uspješne od manje uspješnih nogometaša. Igrač tijekom igre mora biti sposoban kvalitetno promijeniti smjer, ali i što prije ponovno uspostaviti ravnotežni položaj. Uz brzinu i agilnost veoma su značajni fleksibilnost i ravnoteža, kao i koordinacija i preciznost. U nogometu se istodobno manifestira i preciznost ciljanja i gađanja. Igrač prvo nogom cilja loptu, a onda tom loptom pogađa okvir vrata ili je dodaje suigraču (Milanović, 2013). Uz bazične funkcionalno – motoričke sposobnosti značajne za nogomet, igrač mora moći sve te sposobnosti staviti u

funkciju igre, te uz navedene sposobnosti imati razvijenu vrlo visoku razinu situacijske inteligencije i specifičnih tehničkih sposobnosti, kako bi funkcionalno – motorički kapaciteti došli do izdržaja (Marković i Bradić, 2008). Tehnika nogometaša podrazumijeva biomehanički ispravno i djelotvorno izvođenje struktura gibanja koja mu omogućavaju potpuno izražavanje funkcionalnih i motoričkih potencijala. Rezultat dugotrajnog učenja je tehnička pripremljenost igrača da racionalno upravlja pokretima, odnosno gibanjima vlastitoga tijela u specifičnim uvjetima treninga i natjecanja (Barišić, 2007). Taktika s druge strane, u nogometnoj igri podrazumijeva uzajamno svrsishodno djelovanje suigrača, tj. pojedinaca u okviru momčadi da bi se formirao i uspješno odigrao napad i obrana te prijelazi iz obrane u napad i obratno (Gabrijelić, 1977).

Osnovni cilj nogometne igre je postići pogodak, odnosno krajnji cilj je postići više pogotka od protivnika te tako ostvariti pobjedu. Postići pogodak najteži je zadatak u igri. U nogometu su najcjeljeniji igrači oni koji postižu pogotke i odlučuju utakmice. S taktičkog stajališta, koji će udarac igrač primijeniti ovisi o situaciji pred protivničkim vratima, odnosno o položaju napadača u odnosu na protivnička vrata, položaju napadača prema protivničkim obrambenim igračima, položaju protivničkog vratara i položaju suigrača. Tehnika udarca gornjim dijelom stopala koristi se da se šutira lopta koja se kotrlja po tlu ili lopta koja miruje. Pun volej, poluvolej i bočni volej su tehnike koje se koriste da se šutira lopta koja odskoči o zemlju ili dolazi iz zraka. Udarac stranom hrpta stopala (felš) je tehnika koja se koristi da bi se zakrivila putanja po kojoj se lopta kreće i naročito je djelotvorna kada se izvode slobodni udarci i udarci iz kuta (Luxbacher, 2015). Kod razvoja djece i mladih važno je postupno svladavati tehniku udarca i ispravljati pogreške od samog početka obuke. Od izrazitog je značaja razvijati sposobnost podjednako dobrog udaranja lopte i desnom i lijevom nogom kako bi pravilno koristili obje noge u nogometnoj igri.

Obzirom na značaj nogometnih udaraca u gotovo svim segmentima nogometne igre, osim subjektivne ocjene trenera, postoji kontinuirana potreba objektivnog vrednovanja kvalitete njihova izvođenja. Različita testiranja vještine izvođenja nogometnih udaraca provode se ponajviše s ciljem selekcije i vrednovanja učinaka tehničke obuke mladih nogometaša. Temeljem kvalitetne selekcije klubovi ostvaruju cilj rada s djecom i mladima najvišeg potencijala, a periodička vrednovanja učinaka tehničke obuke služi kao temelj i orijentacija za oblikovanje trenažnih operatora i podizanje učinkovitosti rada. Osim toga, testiranja vještine izvođenja nogometnih udaraca učestalo se koriste i pri vrednovanju efekata treninga motoričkih sposobnosti igrača. Primjerice, testiranje izvedbe udarca koristi se prilikom mjerenja eksplozivne snage, osobito eksplozivne snage tipa udarca, ali i preciznost te

opće koordinacije tijela. Ukoliko se testira samo eksplozivna snaga, dobivaju se informacije o jačini, odnosno snazi udarca pojedinog nogometaša. Korisno je testirati preciznost samog udarca jer nekad samo snaga udarca nije dovoljna kako bi igrač postigao pogodak. Ponekad i slab udarac završi u mreži upravo zbog preciznosti. Stoga je važno testirati preciznost udarca kako bi dobili uvid u mogućnosti pojedinih igrača, te po potrebi dodatno radili na toj motoričkoj sposobnosti.

Obzirom da se udarci u nogometu mogu izvoditi i iz prekida igre ali i u dinamici, u praksi se najčešće nailazi na dvije vrste testiranja: jednostavnija, koja u obzir uzimaju sastavnice izoliranog udarca i kompleksnija, koja vrednuju efekte šire motoričke aktivnosti koje je udarac samo jedan segment. Općenito, kod oba tipa testiranja, u sastavnice kvalitete nogometnih udaraca najčešće se ubrajaju točnost (preciznost), jačina udarca i opća uspješnost šutiranja. Preciznost se odnosi na procjenu točnosti pogađanja željenih prostornih zona, a jačina udarca definira prostorno-vremensku komponentu puta lopte prema željenom cilju. Najučestalije testirani segment šutiranja je jačina udarca, obično izražena kao prosječna ili vršna brzina leta lopte. Autori Marković, Dizdar i Jarić (2006) vrednovali su test maksimalne brzine udarca nogom. Metoda se sastoji od mjerenja brzine lopte triju vrsta udarca sportskim radarom (Doppler). Izvode se po tri udarca u seriji svakom od tri predložene tehnike i to: prvi je bio udarac bez zaleta, stajna noga pokraj lopte, druga noga radi zamah i udarac na gol; drugi udarac bio je iz laganog zaleta; a treći udarac bio je *drop kick* udarac. Test je vrednovan na populaciji studenata i ocijenjen kao pouzdan, s tim da autori preporučuju validaciju testa i sa treniranim nogometašima prije njegove upotrebe u svrhu selekcije nogometaša.

Kod nogometnog udarca najčešće se testira brzina, ali danas sve više se testira i preciznost udarca. U 356 testu nogometnog udarca (356 *Soccer Shooting Test*, 356-SST) nogometaši su izvodili udarce na gol iz zone udarca (2x3 metra) postavljene na rubu kaznenog prostora prema van. Nogometaši su bili iz više rangova austrijskog nogometa i bili su podijeljeni u tri skupine. Jednu su činili nogometaši amateri i njih je bilo 24, druga skupina se sastojala od poluprofesionalaca mlađih od 18 godina kojih je sudjelovalo 18, te treća skupina koju su činili 24 iskusnih poluprofesionalaca. Testirala se brzina udarca radarom, preciznost udarca (prosječna udaljenost od sredine gola do zone koju je igrač pogodio) i kvaliteta udarca (preciznost udarca podijeljena s vremenom koje je proteklo od udaranja lopte do ulaska u gol) te su rezultati pokazali da je test pouzdan (Radman i sur., 2016). Ali i suradnici (2007) provjeravali su pouzdanost i valjanost dva testa nogometnih vještina. Dvadeset i četiri nogometaša prvog i drugog ranga sveučilišnog nogometa i 24 nogometaša trećeg i četvrtog ranga provodili su Loughborough test dodavanja lopte (*Loughborough*



*Soccer Passing Test - LSPT*) i *Loughborough test udarca lopte (Loughborough Soccer Shooting Test - LSST)*. LSPT zahtijeva od nogometaša da izvedu 16 brzih dodavanja što je brže moguće. LSST zahtijeva od igrača dodavanje, primanje lopte i udarac na gol. Rezultati su pokazali određene razlike između grupa ispitanika te su se testovi u globalu pokazali pouzdanim i valjanim u procjeni razlika izvođenja nogometnih vještina. Russell, Benton i Kingsley (2010) proučavali su pouzdanost i valjanost testa nogometnih vještina. Dvadeset nogometaša (deset profesionalnih i deset rekreativnih) izvodili su dodavanje, udarce na gol i dribling te se svaki pokušaj sastojao se od 28 dodavanja, osam udaraca i deset driblinga. Brzina i preciznost udarca mjerili su se video analizom. Rezultati su pokazali bolje izvođenje vještina kod profesionalnih nogometaša, a test se pokazao pouzdanim i valjanim.

Za većinu spomenutih testova u literaturi ali i u praksi su opisane prednosti, te nedostaci njihove provedbe. Kao zajednički nedostatak većine opisanih metoda, ali i drugih u šire dostupnoj literaturi navodi se kompleksnost provedbe i cijena koštanja. Za dobar broj njih potrebna je robusna oprema koju treba namještati i prenositi ovisno gdje se testiranje provodi. Dio opreme, poput recimo radara ili digitalnih uređaja za mjerenje video analizom, skupi su i treba izdvojiti značajna sredstva za njih. Neki od testova na određenim populacijama ne pokazuju zadovoljavajuća mjerna svojstva (razinu valjanosti ili pouzdanosti) te se stoga ne preporuča njihovo korištenje. Zato u praksi trenera postoji potreba za testom koji ne košta puno i jednostavno se koristi. Obzirom na napredak tehnologije, prethodnom problemu pokušalo se doskočiti razvojem jednostavne mobilne aplikacije myKicks (proizvođač Formalytics). Aplikacija myKicks besplatna je aplikacija za iOS mobilni operacijski sustav. Koristi video analizu u kameri mobilnog telefona mjerenjem brzine udarca i preciznosti udarca te množenjem tih dviju vrijednosti daje ukupni rezultat svakog udarca.

Do sada nisu dostupna istraživanja koja vrednuju mjerna svojstva i vrijednost navedene aplikacije u praksi nogometnih trenera. Obzirom na doprinos praktičnom radu koji bi ovaj instrument mogao imati u perspektivi, ciljevi rada i pripadajuće hipoteze vezane su za postupak vrednovanja mjernih svojstava aplikacije myKicks. U nastavku slijedi opis ciljeva i razrada pripadajućih istraživačkih hipoteza.

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi pouzdanost i valjanost aplikacije myKicks za mjerenje brzine, preciznosti i kvalitete izvođenja nogometnih udaraca kod nogometaša mladih uzrasnih kategorija. U skladu s postavljenim ciljem, prije provedbe istraživanja su postavljene sljedeće hipoteze:

H0: Protokol testiranja aplikacijom myKicks neće biti pouzdan i valjan za mjerenje brzine, preciznosti i kvalitete izvođenja nogometnih udaraca kod mladih nogometaša.

H1: Protokol testiranja aplikacijom myKicks bit će pouzdan i valjan za mjerenje brzine, ali ne preciznosti i kvalitete izvođenja nogometnih udaraca kod mladih nogometaša.

H2: Protokol testiranja aplikacijom myKicks bit će pouzdan i valjan za mjerenje brzine, preciznosti i kvalitete izvođenja nogometnih udaraca kod mladih nogometaša.

## **3. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **3.1. Dizajn istraživanja**

Nacrtom istraživanja obuhvaćena su dva različita metodološka postupka, i to: 1. vrednovanje pouzdanosti ponovljenog testa (re-testa) preciznosti šutiranja, brzine lopte i indeksa kvalitete šutiranja putem aplikacije MyKicks te brzine lopte putem sportskog radara; te 2. procjenu diskriminacijske valjanosti istog seta podataka na populaciji tri omladinske kategorije škole nogometa: mlađim pionirima, starijim pionirima i kadetima. Pouzdanost je vrednovana na temelju usporedbe rezultata prvog i ponovljenog testa kod navedenih skupina posebno i kumulativno. Zatim se temeljem usporedbe rezultata testa između tri navedene omladinske kategorije (mlađi pioniri vs. stariji pioniri vs. kadeti) procjenjivala diskriminacijska valjanost navedene metode. Valjanost mobilne aplikacije myKicks za testiranje brzine lopte dodatno je vrednovana temeljem povezanosti rezultata koje izbacuju predmetna aplikacija te rezultata koje generira sportski radar utvrđenog znanstvenog ranga za iste serije nogometnih udaraca. Deskripcija sudionika istraživanja, protokola mjerenja te načina analize prikupljenih podataka opisana je u nastavku.

### **3.2. Ispitanici**

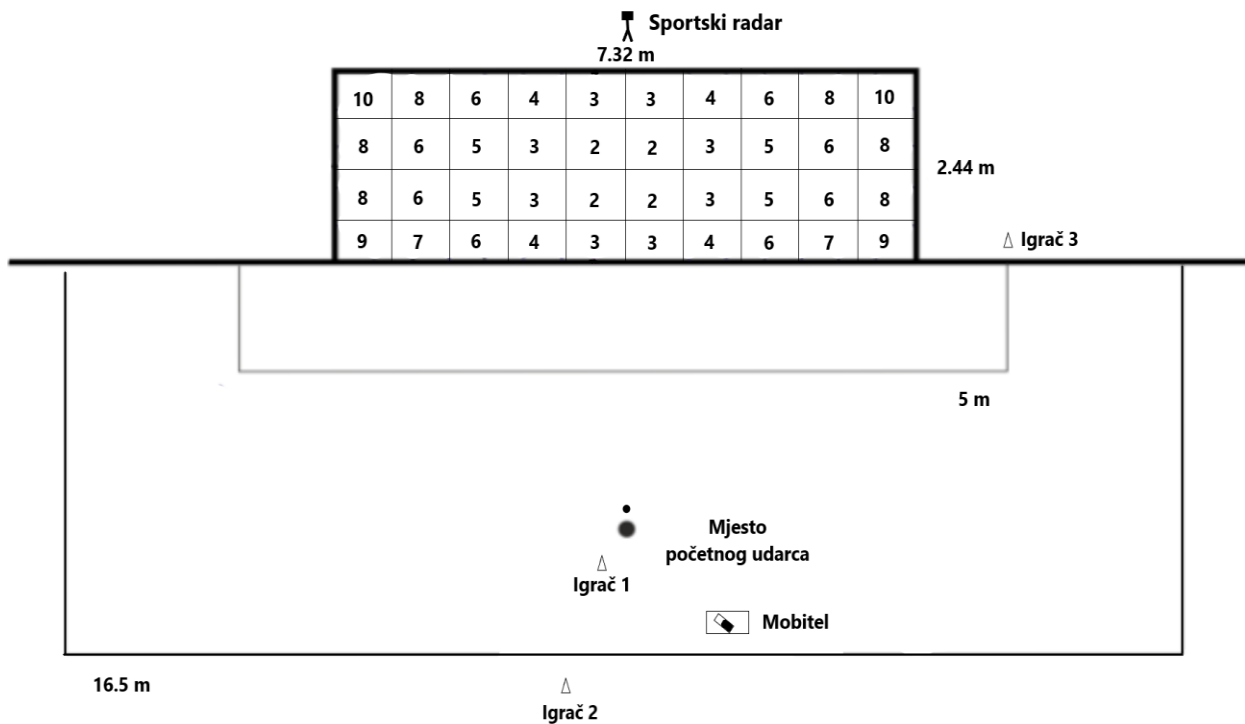
U istraživanju koje smo provodili sudjelovalo je 37 nogometaša mlađih uzrasnih kategorija u Nogometnom klubu Vrbovec. Mladi nogometaši su bili podijeljeni po godištima u tri kategorije određene pravilnikom natjecanja Hrvatskog nogometnog saveza: mlađi pioniri, stariji pioniri i kadeti. Mlađi pioniri su djeca uzrasta 11 i 12 godina i njih je u istraživanju sudjelovalo 13. Starijih pionira (uzrasta 13 i 14 godina) i kadeta (uzrasta 15 i 16 godina) bilo je po 12 u svakoj kategoriji. Svi sudionici istraživanja su mladi i aktivni sportaši koji regularno treniraju četiri puta tjedno u nogometnom klubu.

### **3.3. Protokol istraživanja**

#### **3.3.1. Provođenje testiranja**

Testiranje se odvijalo posebno za svaku uzrasnu kategoriju za vrijeme treninga pojedine kategorije. Prvo su testirani mlađi pioniri. Na samom početku igrači su se zagrijavali 15-20 minuta. Za to vrijeme pripremljeno je mjesto izvođenja. Sportski radar postavljen je iza gola. Uključena je mobilna aplikacija i mobitel postavljen na povišenje na otprilike 15 metara ispred gola sa strane.

Prikaz 1. Postavka testa



Testiranju su pristupala po tri igrača, a ostali su za to vrijeme provodili trening sa svojim trenerom. Prije samog početka objašnjen im je postupak provođenja. Svaki igrač izvodio je po pet uzastopnih udaraca. U ukupni rezultat uzet je prosjek četiri najbolja rezultata, tako da ih se motivira kako bi uzeli dodatni rizik prilikom izvođenja udarca. Cilj testa bio istovremeno što snažnije i što preciznije udarcem uputiti loptu u postranični dio vrata, u predio koji je najudaljeniji od pozicije na kojoj bi se nalazio golman. Objašnjeno im je da se mjeri brzina sportskim radarom i aplikacijom, ali isto tako da se mjeri i preciznost tom aplikacijom na način da upute što precizniji udarac u kuteve gola te time dobivaju više bodova. Pripremili su pet lopti za izvođenje udaraca. Udarac se izvodio s mjesta malo iza točke za kazneni udarac, na udaljenosti 11.5 metara od linije vrata. Jedan igrač je izvodio udarce, drugi iza njega dodavao mu je lopte, a treći je bio pokraj gola te pomicao lopte koje je igrač uputio prema голу. Kada se pokrenula aplikacija, odnosno kada je stisnut znak za početak izvođenja, počelo je glasno odbrojavanje od pet do nula. Mobitel je bio dovoljno blizu da se jasno čuje glas. Igračima je objašnjeno da ne smiju izvesti udarac prije nego dođe do nule jer aplikacija neće pritom učitati rezultat, nego odmah nakon nule. Nekoliko puta se dogodilo da su igrači prerano izveli udarac i u tim slučajevima je ponovljen udarac. Nekoliko

sekundi nakon izvedenog udarca aplikacija je dala prikaz brzine i ukupnog rezultata te su te vrijednosti odmah zapisane. Preciznost, odnosno polje koje je nogometaš pogodio, očitano je kasnije u aplikaciji. Sportskim radarom je odmah nakon udarca učitana brzina i zapisane vrijednosti. Igrač je izveo tako pet udaraca zaredom, zatim je išao drugi igrač pa treći te su tako dolazili u grupama po tri igrača. Nakon što su svi ispitanici odradili prvi krug, ponovljen je još jedan krug istim redoslijedom i na isti način. Isto tako sljedeći dan je provedeno testiranje sa starijim pionirima te na kraju treći dan s kadetima.



*Slika 1. Provođenje testiranja*



*Slika 2. Provođenje testiranja*

### 3.3.2. Mobilna aplikacija myKicks

Aplikacija koju smo koristili za testiranje brzine i preciznosti udarca službenog je naziva myKicks. Izumila ju je australska tvrtka Formalytics 2018. godine i veoma brzo je postala popularna. Već u tri mjeseca imala je 65 000 skidanja, a u Ujedinjenom Kraljevstvu je već nakon dva tjedna na ljestvici popularnosti sportskih aplikacija bila broj jedan (Palmer – Derrien, 2018). Nedostatak joj je što je dostupna samo za iOS mobilni operacijski sustav, iako se već neko vrijeme najavljuje za Android sustav. Ne zahtijeva nikakvu dodatnu opremu, potreban je samo pametni mobilni telefon, stalak i lopta za udarac. Aplikacija je namijenjena mjerenju brzine i preciznosti nogometnih udaraca. Moguće je usporediti zabilježenu izvedbu s naknadnim izvedbama, te sa izvedbama korisnika ove aplikacije diljem svijeta. Nudi dvije mogućnosti prilikom udarca. Može se izvoditi na gol prirodne veličine, ali je isto tako moguće napraviti virtualni gol gdje bilo koji predmet može biti stativa. Ručno se identificira donji rub jedne stative, zatim isto donji rub druge stative te na kraju lopta i tada nam aplikacija označava mjesto na terenu gdje da postavimo mobitel. Kada postavimo mobilni telefon usmjeren prema голу aplikacija stvara virtualna polja na голу. Svako polje ima svoju vrijednost i te vrijednosti očitava nakon svakog udarca. Nakon udarca glas aplikacije jasno kaže brzinu udarca i ukupni rezultat, tj. indeks kvalitete udarca. Vrijednost polja koju je igrač pogodio može se kasnije pogledati jer aplikacija sprema sve videozapise. Dakle, dobivaju se vrijednosti poput brzine udarca, preciznosti (virtualno polje koje je igrač pogodio) i ukupni

rezultat koji proizlazi množenjem brzine i preciznosti. Aplikacija je zabavnog karaktera te široko dostupna; može koristiti bilo tko, od prijatelja na ulici koji se žele natjecati u izvođenju udaraca do trenera koji žele testirati udarac svojih nogometaša.



*Slika 3. Primjer upotrebe mobilne aplikacije na terenu, preuzeto s <https://mykicks.io/>*

### 3.3.3. Sportski radar

Radar kojim smo mjerili brzinu udarca u testiranju američki je proizvod naziva Bushnell Speedster III (Bushnell Outdoor Products, Overland Park, KS, SAD). Njime je moguće mjeriti mnoge vrijednosti poput brzine udarca lopte, izbačaja bejzbol loptice, vožnje

automobila. Prema karakteristikama proizvoda dostupnima od strane proizvođača, uređaj može mjeriti brzinu u vrijednosti od 10 do 200 km/h. Opisani uređaj već je korišten u znanstvene svrhe i pokazao je dobra mjerna svojstva za mjerenje brzine lopte u nogometu ali i drugim sportovima (Atabaş i Yapıcı, 2018; Freeston i Kieron, 2008; Uljević, Spasić i Sekulić, 2013; Cavedon, Zancanaro i Milanese, 2014).



*Slika 4. Sportski radar Bushnell Speedster III, preuzeto s*

<https://www.indiamart.com/proddetail/new-bushnell-speedster-iii-radar-gun-14647526573.html>

### **3.4. Analiza podataka**

Podaci su obrađeni programskim paketom „Statistica for Windows“ verzije 13.4. Rezultati su prikazani aritmetičke sredine i standardne devijacije te 95% intervali pouzdanosti, a zaključci doneseni na razini pogreške  $p=0,05$ . Normalnost raspodjele prikupljenih podataka testirana je putem Kolmogorov-Smirnovljevog testa. Jednosmjerna univarijatna analize varijance (ANOVA) korištena je za utvrđivanje razlike između temeljnih opisnih varijabli i kasnije između rezultata primijenjenog testiranja kod tri omladinske kategorije. Prema ranijim preporukama, za vrednovanje pouzdanosti su korišteni sistematska pogreška, unutar individualna varijabilnost (tj. apsolutna mjera slučajne greške) i retest korelacija (tj. relativna mjera slučajne greške). Sistematska pogreška je vrednovana temeljem statističke značajnosti razlika (promjene;  $\Delta$ ) između rezultata prvog i ponovljenog testa procijenjene putem t-testa za uparene uzorke. Unutar-individualna varijabilnost procijenjena



je putem tipične greške (eng. „typical error“; TE) i koeficijenta varijabilnosti (eng. „coefficient of variation“; CV) izvedenih pomoću računskih listova „MS Excel“ koje je predložio Hopkins (2015). Konačno, unutarklasni korelacijski koeficijent je poslužio za vrednovanje retest korelacije.

## 4. REZULTATI

Od 37 mladih nogometaša uključenih u istraživanje, 13 ih je pripadalo kategoriji mlađih pionira (prosječna dob  $11,5 \pm 0,5$  godina), a po 12 kategorijama starijih pionira (dob  $13,4 \pm 0,5$  godina) i kadeta (dob  $15,6 \pm 0,5$  godina). Rezultati pouzdanosti testiranja kvalitete šutiranja putem mobilne aplikacije i sportskog radara su prikazani u Tablici 1. Između rezultata prvog testa i ponovljenog testa u varijablama aplikacije myKicks i sportskog radara putem t-testa za uparene uzorke uglavnom nisu pronađene značajne promjene niti kod jedne kategorije ni kod objedinjenog uzorka ( $p=0,10-0,94$ ; tj., nema sistematske pogreške). Izuzetak navedenom su predstavljale varijabla preciznost i indeks kvalitete udarca kod skupine starijih pionira, kod kojih je u navedenim varijablama uočeno statistički značajno poboljšanje tijekom drugog testiranja (21,2% uz  $p=0,049$  kod preciznosti, odnosno 23,2% uz  $p=0,036$  kod indeksa kvalitete udarca). Mjera retest korelacije je bila najveća kod ponovljenog testiranja brzine lopte među starijim pionirima, a negativna ili niska kod testiranja preciznosti među mlađim pionirima i kadetima. Apsolutna mjera nasumične pogreške izražena putem koeficijenta varijabilnosti kod testiranja preciznosti je varirala između 23,1 i 65,4%, indeksa kvalitete udarca između 22,4 i 65,5%, a kod testiranja brzine lopte između 3,4 do 5,9%.



Tablica 1 Pokazatelji pouzdanosti varijabli prvog testa i ponovljenog testa aplikacijom myKicks i sportskim radarom

	Test 1 (AS±SD)	Test 2 (AS±SD)	Δ (95% IP)	TE (m·s <sup>-1</sup> ) 95% IP	ICC 95% IP	CV (%) 95% IP
Sve kategorije						
Preciznost	4,7±1,8	5,2±1,4	0,5 (-0,3–1,2)	1,6 (1,3–2,0)	0,05 (-0,27–0,37)	48,5 (37,9–67,1)
Brzina lopte A	21,4±3,6	21,4±4,1	0,0 (-0,4–0,5)	1,0 (0,8–1,2)	0,94 (0,89–0,97)	5,0 (4,0–6,5)
Brzina lopte R	21,3±3,2	21,3±3,6	0,0 (-0,5–0,4)	0,9 (0,8–1,2)	0,93 (0,86–0,96)	4,7 (3,8–6,1)
Indeks kvalitete	360±143	395±122	36 (-18–89)	113 (92–147)	0,28 (-0,04–0,55)	48,9 (38,2–67,7)
Mlađi pioniri						
Preciznost	5,0±2,2	5,1±1,1	0,1 (-1,6–1,8)	2,0 (1,5–3,3)	-0,39 (-0,76–0,18)	55,3 (37,1–106,8)
Brzina lopte A	18,1±1,6	17,4±1,7	-0,7 (-1,5–0,2)	1,0 (0,7–1,6)	0,68 (0,23–0,89)	5,9 (-8,5–0,9)
Brzina lopte R	18,5±1,4	18,2±1,7	-0,3 (-1,1–0,5)	0,9 (0,7–1,5)	0,68 (0,22–0,89)	5,2 (3,7–8,7)
Indeks kvalitete	321±136	315±78	-6 (-113–100)	124 (89–205)	-0,28 (-0,70–0,30)	56,0 (37,6–108,4)
Stariji pioniri						
Preciznost	4,7±1,5	5,6±1,4	0,9 (0,0–1,8)*	1,0 (0,7–1,7)	0,58 (0,04–0,86)	23,1 (15,9–42,4)
Brzina lopte A	21,0±2,4	21,5±3,0	0,4 (-0,4–1,2)	0,9 (0,6–1,5)	0,92 (0,74–0,98)	4,4 (3,1–7,5)
Brzina lopte R	20,7±2,0	20,6±22,6	-0,1 (-0,9–0,7)	0,9 (0,6–1,5)	0,89 (0,66–0,97)	4,6 (3,2–8,0)
Indeks kvalitete	356±125	426±105	71 (6–136)*	73 (51–123)	0,65 (0,15–0,88)	22,4 (15,4–40,9)
Kadeti						
Preciznost	4,4±1,7	4,9±1,6	0,5 (-0,9–1,9)	1,5 (1,1–2,6)	0,15 (-0,44–0,65)	65,4 (42,8–135,0)
Brzina lopte A	25,3±1,7	25,7±1,8	0,4 (-0,4–1,2)	0,9 (0,6–1,4)	0,80 (0,45–0,94)	3,4 (2,4–5,8)
Brzina lopte R	25,0±1,6	25,3±2,0	0,3 (-0,6–1,3)	1,1 (0,7–1,8)	0,70 (0,25–0,91)	4,2 (2,9–7,2)
Indeks kvalitete	405±163	451±139	46 (-75–167)	134 (95–228)	0,24 (-0,36–0,70)	65,5 (42,9–135,2)

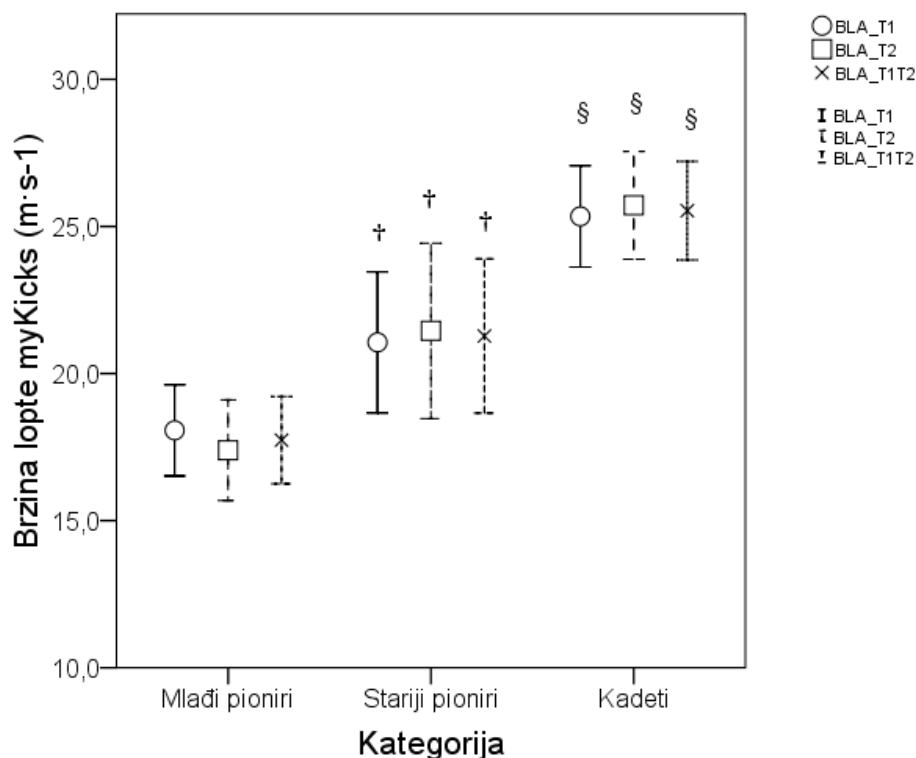
Napomena: mjerna jedinice - preciznost = bodovi 2-10; brzina lopte A i brzina lopte R = metar u sekundi; indeks kvalitete = bodovi (2-10) puta brzina lopte A ( m·s<sup>-1</sup>)

A = aplikacija myKick; R = sportski radar; AS = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija; 95% IP = 95-postotni interval pouzdanosti; m·s<sup>-1</sup> = metar u sekundi; Δ = promjena aritmetičke sredine; TE = tipična greška; ICC = unutar-klasni koeficijent korelacije; CV = koeficijent varijabilnosti; \* promjena je statistički značajna na razini p<0,05

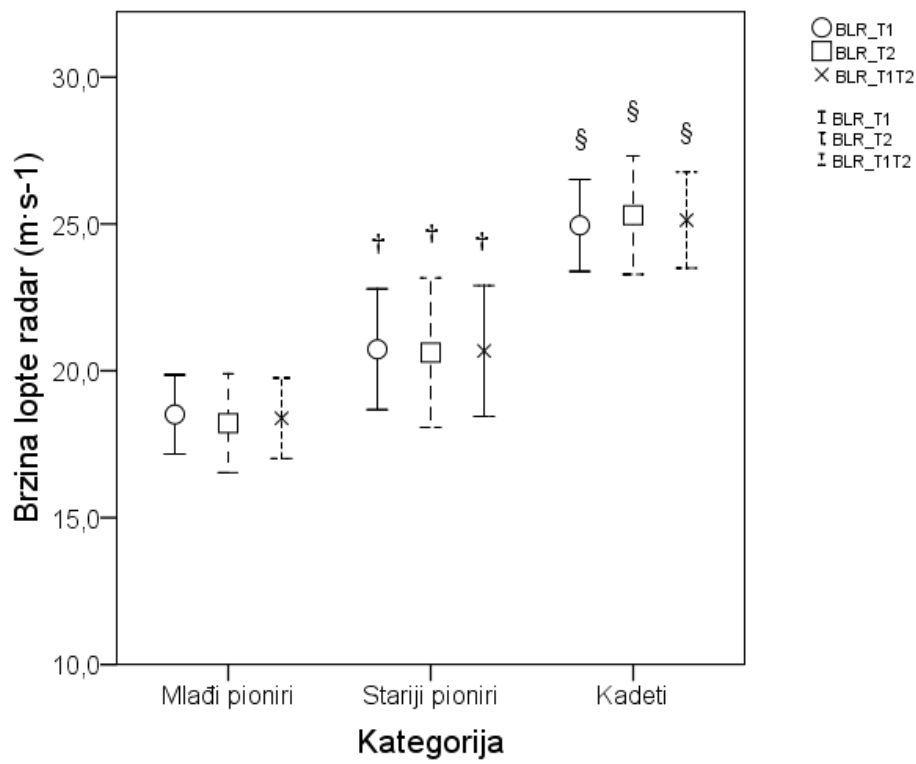


Rezultati ANOVA-e pokazali su značajne razliku u brzini lopte između sve tri kategorije tijekom oba testiranja pojedinačno, te u prosječnoj vrijednosti prvog i drugog testa, neovisno o tome je li se ova komponenta nogometnih udaraca mjerila aplikacijom myKicks (Prikaz 2A;  $F=48.5$ ;  $p<0,001$ ) ili sportskim radarom (Prikaz 2B;  $F=46,5$ ;  $p<0,001$ ). Brzina lopte kod kategorija kadeta je bila 19,5–20,5% viša od brzine lopte starijih pionira i 16,0–23,6% (svi  $p<0,01$ ) viša od mlađih pionira mjereći aplikacijom myKicks, odnosno 20,8–22,8 i 11,9–13,2% (svi  $p<0,01$ ) mjereći sportskim radarom, dok je kod starijih pionira lopta bila brža nego kod mlađih pionira za 16,0–23,6 (svi  $p<0,01$ ) mjereći aplikacijom i 11,9–13,2% mjereći sportskim radarom (svi  $p<0,01$ ). Suprotno tome, rezultati ANOVA-e ne sugeriraju postojanje razlike među tri testirane kategorije igrača u varijabli preciznost udarca niti u jednom od dva mjerenja, kao ni kombinirajući njihov prosječan rezultat (Prikaz 2C;  $F=0,32-0,85$ ;  $p=0,44-0,73$ ). Međutim, konačan ishod testiranja, tj. tzv. indeks kvalitete šutiranja značajno je razlikovao kategorije kadeta i starijih pionira od kategorije mlađih pionira u drugom testiranju (43,2% uz  $p=0,01$  i 35,2% uz  $p=0,047$ ), te samo kadeta od mlađih pionira kombinirajući prosječne rezultate dva testiranja.

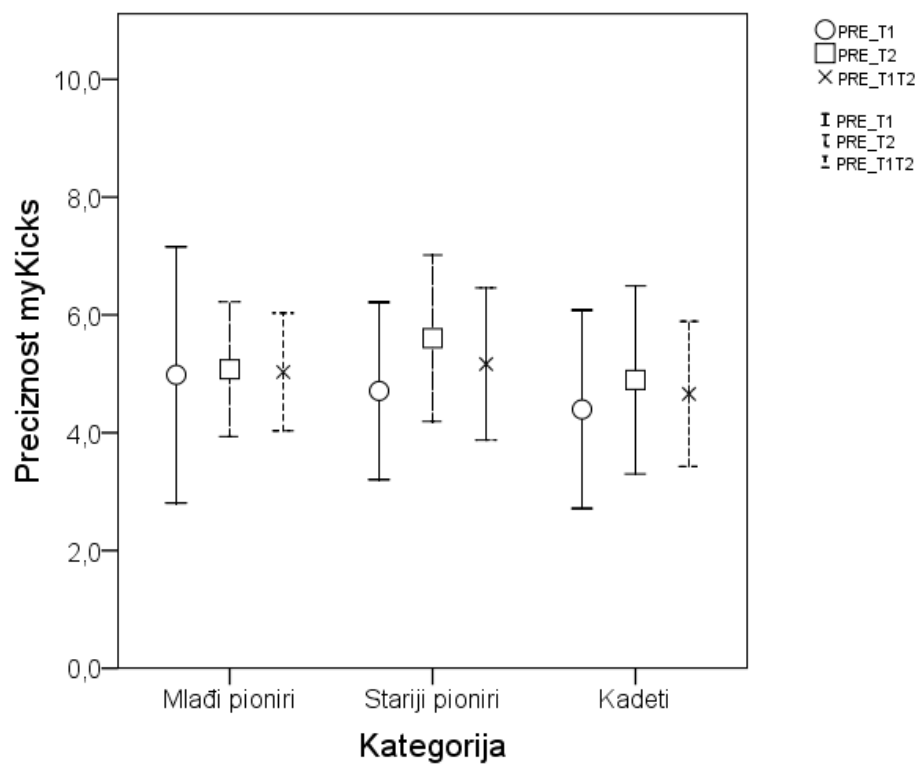
Prikaz 2. Razlike između kategorija mlađih pionira, starijih pionira i kadeta u varijablama brzina lopte mjerena aplikacijom myKicks (A), brzina lopte mjerena sportskim radarom (B), preciznost (C) te indeks kvalitete udarca (D) utvrđene putem jednosmjerne univarijatne analize varijance (ANOVA-e)



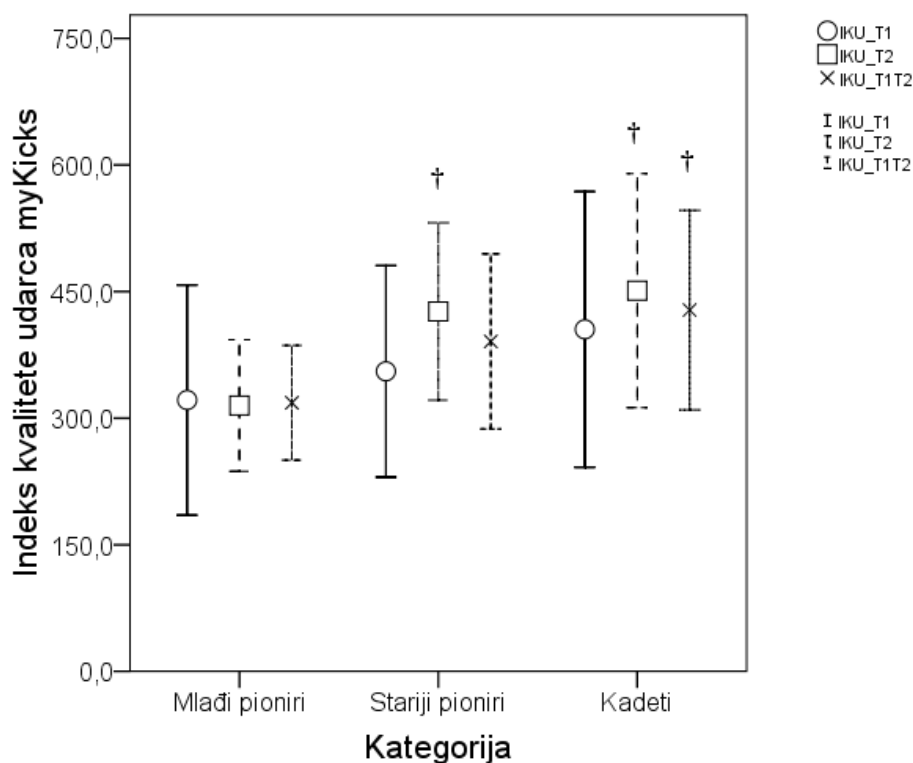
A



B



C



D

BLA\_T1 = brzina lopte testirana mobilnom aplikacijom myKicks u prvom testiranju; BLA\_T2 = brzina lopte testirana mobilnom aplikacijom myKicks u drugom testiranju; BLA\_T1T2 = prosječna brzina lopte testirana mobilnom aplikacijom myKicks u prvom i drugom testiranju

BLR\_T1 = brzina lopte testirana sportskim radarom u prvom testiranju; BLR\_T2 = brzina lopte testirana sportskim radarom u drugom testiranju; BLR\_T1T2 = prosječna brzina lopte testirana sportskim radarom u prvom i drugom testiranju

PRE\_T1 = preciznost testirana mobilnom aplikacijom myKicks u prvom testiranju; PRE\_T2 = preciznost testirana mobilnom aplikacijom myKicks u drugom testiranju; PRE\_T1T2 = prosječna preciznost testirana mobilnom aplikacijom myKicks u prvom i drugom testiranju

IKU\_T1 = indeks kvalitete udarca testiran mobilnom aplikacijom myKicks u prvom testiranju; IKU\_T2 = indeks kvalitete udarca testiran mobilnom aplikacijom myKicks u drugom testiranju; IKU\_T1T2 = prosječan indeks kvalitete udarca testiran mobilnom aplikacijom myKicks u prvom i drugom testiranju

§ = statistički se razlikuje od kategorija mlađi pioniri i stariji pioniri na razini  $p < 0,05$

† = statistički se razlikuje od kategorije mlađi pioniri na razini  $p < 0,05$

Pored navedenog, učinjena korelacijska analiza upućuje na pozitivnu povezanost varijabli kategorije te brzina lopte mjerena aplikacijom myKicks i sportskim radarom u oba mjerenja i prosječnim rezultatima ( $r=0,81-0,86$ ;  $p < 0,001$ ), te varijabli kategorija i indeks kvalitete udarca tijekom drugog testiranja i prosječnih rezultata dva mjerenja ( $r=0,47-0,48$ );  $p=0,003-0,004$ ).





## 5.RASPRAVA

Cilj istraživanja koje smo provodili bio je utvrditi pouzdanost i diskriminacijsku valjanost aplikacije MyKicks za testiranje preciznosti nogometnih udaraca, brzine lopte i indeksa kvalitete nogometnih udaraca kod omladinskih kategorija nogometaša. Osnovna spoznaja ovog istraživanja je da se vrednovana mobilna aplikacija može smatrati dovoljno pouzdanim instrumentom za mjerenje brzine lopte kod mlađih pionira, starijih pionira i kadeta. Uz to, primijenjena aplikacija pokazala se prikladno osjetljivom da diskriminira rezultate različitih uzrasta mladih nogometaša u brzini lopte zabilježenoj prilikom izvođenja udaraca prema vratima. Međutim, na temelju rezultata koje smo dobili, čini se da vrednovani instrument pokazuje veliku varijabilnost, odnosno neadekvatnu razinu pouzdanosti za mjerenje preciznosti nogometnih udaraca kod mladih nogometaša, posebice kod starijih pionira kod kojih je uočena statistički značajna promjena rezultata u ponovljenom testu. Konačno, rezultati sugeriraju da mobilna aplikacija MyKicks ima potencijal za kvalitativno diskriminiranje kategorije kadeta i mlađih pionira u pogledu ukupne kvalitete izvedbe nogometnih udaraca. Praktični doprinos rezultata, zajedno s ograničenjima ovog istraživanja detaljnije su obrađeni u nastavku.

Mjerno svojstvo pouzdanosti nekog instrumenta se prvenstveno odnosi na reproduktivnost (obnovljivost) izmjerenih vrijednosti tijekom ponovljenih testiranja istog subjekta ili jedinice (Hopkins, 2000). Stoga je cilj ovog rada bio istražiti hoće li će se tijekom ponovljenog testiranja aplikacijom myKicks izlazne mjere koje ona generira (tj. preciznost, brzina lopte, indeks kvalitete) na među-individualnoj i unutar-individualnoj razini promijeniti u odnosu na izlazne mjere inicijalnog (prvog) testa. Tijekom pripreme istraživanja, postavljena je pretpostavka da će mladi nogometaši udarce vršiti zadovoljavajućom dosljednošću u kvaliteti izvedbe, ali uz izvjesne varijacije u izvedbi koja su uočena i kod vrhunskih nogometaša (Russell i Kingsley, 2011), te da će održati svoj rang unutar grupe nakon ponovljenog testiranja. Kako bi se navedena pretpostavka testirala, vrednovane su tri komponente pouzdanosti: sistematska pogreška, korelacija ponovljenog mjerenja i unutar-individualna varijabilnost (tj. slučajna ili nasumična pogreška). Prije svega, sistematska pogreška je vrednovana temeljem statističke značajnosti promjene aritmetičke sredine između prvog i ponovljenog testa. Analiza rezultata niti u jednoj kategoriji nije ukazivala na značajno razlikovanje prosječnog rezultata prvog i ponovljenog testiranja brzine lopte (od 1,58–4,02%; svi  $p > 0,05$ ). Kod mlađih pionira i kadeta u ponovljenom testu nije opažena relativna promjena

aritmetičke sredine u preciznosti (2,00 i 11,36%; oba  $p > 0,05$ ) niti u kvaliteti udarca (1,90–11,35%; svi  $p > 0,05$ ), ali stariji pioniri su u drugom testiranju za 21,2% ( $p = 0,049$ ) poboljšali preciznosti, odnosno za 23,2% ( $p = 0,036$ ) indeks kvalitete udarca. Kod te je skupine do poboljšanja izvedbe testa došlo najvjerojatnije uslijed snažnijeg djelovanja tzv. „efekta učenja“ (eng. *learning effect*), čija je pojava karakteristična za motoričke testove u ponovljenim česticama mjerenja. Osim rezultata, starijih pionira, dobivene relativne promjene usporedive su s vrijednostima opaženim u istraživanju Radmana i suradnika (2016) te Alia i suradnika (2007). Vrednujući kompleksni motorički test vještine nogometnih udaraca LSST, autori su između prvog i ponovljenog testa prijavili stopu promjene u brzina lopte od 0.8% a preciznosti približno 9.5%. Izuzevši vremensku varijablu testa koju su autori također vrednovali, valja istaknuti da LSST također uključuje dodjeljivanje bodova za pogađanje određene zone vrata, slično kao što čini aplikacija myKicks. Osim navedene sličnosti s testom LSST, procjena kvalitete uspješnosti nogometnog udarca aplikacijom myKicks ima vrlo izražajnu sličnost s testom 356-SST, koji poput vrednovane aplikacije prilikom izračunavanja rezultata u obzir uzima zonu plasiranja lopte u okviru vrata i brzinu leta lopte. Osim toga, raspodjela zona plasiranja lopte u vratima koje nudi aplikacija myKicks značajnije su nalik postavci potonjeg testa, s razlikom da aplikacija dodjeljuje bodove, a 356-SST aproksimira udaljenost od centra vrata do pojedine zone u metrima. S te je strane zanimljiva usporedba relativne promjene aritmetičke sredine između prvog i drugog testiranja, koja je kod protokola 356-SST bila nešto niža iznosivši 0,30% za brzinu lopte, 1,40% za preciznost i 1,00% za indeks kvalitete udarca. Iako je protokol spomenutih testova nešto složeniji, što podrazumijeva i veću varijabilnost, treba imati na umu da su u navedenim studijama uzorak sačinjavali zreli i kvalitetni nogometaši, a u ovom istraživanju su uzorkovani mlađi uzrasti do kadetske dobi. Stoga se čini da je veličina sistematske pogreške kod testiranja komponenti udarca mladih nogometaša mobilnom aplikacijom u skladu s karakteristikama sličnih protokola.

Idući segment pouzdanosti kojom je izražena jakost povezanosti između dva mjerenja je retest korelacija ili relativna mjera slučajne greške. Izražena je putem koeficijenta interklasne korelacije koji se kreće u rasponu -1 do 1, pri čemu vrijednost -1 reflektira negativnu linearnu povezanost, vrijednost 0 predstavlja nepostojanje povezanosti, a vrijednost 1 reflektira pozitivnu linearnu povezanost. U okviru ovog istraživanja, vrijednost ICC-a sugerira s kojom će izvjesnošću nogometaš koji je postigao određeni rang unutar grupe u prvom testiranju ostvariti jednako vrijedan rezultat u odnosu na ostatak grupe u ponovljenom

testiranju. Retest korelacija je za mjerenje brzine lopte kroz tri kategorije varirala od srednje kod mlađih pionira i kadeta ( $ICC=0,68-0,80$ ) do jake kod starijih pionira ( $ICC=0,92$ ). Međutim, u preciznosti i indeksu kvalitete mjera izvjesnosti zadržavanja ranga u drugom mjerenju kretala se u vrlo širokom rasponu, od negativnih vrijednosti kod mlađih pionira ( $ICC=-0,28$  i  $ICC=-0,39$ ), preko niskih vrijednosti kod kadeta ( $ICC=0,15$  i  $0,24$ ) do srednjih vrijednosti zapaženih kod starijih pionira ( $ICC=0,58$  i  $ICC=0,65$ ). Opaženi pokazatelji intraklasne povezanosti između dvije mjere brzine lopte iskazane putem mobilne aplikacije myKicks uglavnom su usporedivi ili nešto viši od pokazatelja povezanosti u istraživanju Radmana i suradnika (2016;  $ICC=0,70$ ), te značajno viši u odnosu na vrijednost retest korelacije u istraživanjima koja su vrednovala nešto robusnije i kompleksnije protokole vještine izvođenja nogometnih udaraca ( $ICC=0,30-0,32$ ; Ali i sur., 2007; Russell, Benton i Kingsley, 2010). U kontekstu povezanosti ponovljenih mjera preciznosti i indeksa kvalitete udarca, retest korelacija opažena kod mlađih pionira u ovom istraživanju je negativna, a kod starijih pionira i kadeta usporediva s korelacijom u istraživanjima Alija i suradnika (2007) i Russella, Bentona i Kingsleya (2010) koja je varirala od 0,23 do 0,38. S praktične točke gledišta, rezultati su očekivani jer su individualne razlike u brzini udaranja lopte ali i općoj kvaliteti izvedbe kod nogometaša seniora iz drugih istraživanja zbog dosegnutog stupnja (platoa) tjelesne zrelosti i treniranosti puno manje nego kod mladih nogometaša koji su sudjelovali u ovom istraživanju. Iako nogometni klubovi provode selekcije, u nižim je omladinskim kategorijama, često prisutna naglašena kvalitativna razlika čak i među igračima istih starosnih kategorija. Ona se javlja ponajviše kao posljedica različitog stupnja biološke zrelosti, dužine trenažnog staža, talenta i drugih čimbenika karakterističnih za tu dob. Zbog toga se čini prirodno da tjelesno zreliji ili kvalitetniji pojedinci kroz ponovljene izvedbe stabilnije održavaju rezultatsku razliku u jačini i kvaliteti zamaha nogom prema lopti u odnosu na biološki mlađe ili kvalitativno slabije pojedince, što potvrđuje opažena veličina ICC-a za testiranje brzine lopte. Pri tome valja istaknuti da je točno/precizno smještanje lopte u neki udaljeni prostor udarcem nogom izrazito kompleksan motorički zadatak i za vrhunski trenirane nogometaše, što samo po sebi sugerira visoki stupanj razlikovanja u izvedbama koje se ponavljaju. Navedeno se posebice očitovalo kod mlađih pionira u ponovljenom testiranju preciznosti, gdje je opažena čak negativna povezanost u zadržavanju ranga tijekom dva testa. Sveukupno, ovo istraživanje govori u prilog tezi da homogenije grupe zbog manje varijabilnosti (uslijed zrelosti, selekcije, kvalitete) imaju višu razinu retest korelacije od heterogenih grupa. Odnos veličine retest korelacije utvrđene ovim istraživanjem na omladinskim uzrastima i istraživanjima na odraslima, kao i odnos retest korelacije između

kategorija unutar ovog istraživanja, potvrđuje da zrelije i bolje selekcionirane grupe (tj. odrasli u prvom slučaju, odnosno kadeti u drugom slučaju) imaju višu razinu povezanosti ponovljenog mjerenja.

Unutar-individualna varijabilnost koja govori o veličini slučajne (ili nasumične) greške bio je posljednji segment vrednovanja pouzdanosti. Ista se može izraziti u apsolutnim vrijednostima kao originalna mjerna jedinica ishoda testa ili kao relativna vrijednost izražena u postotku. U prikazu rezultata ovog rada, mjera slučajne pogreške iskazana je na oba načina, i temeljem tipične greške izražene u originalnim jedinicama mjerenja, i temeljem koeficijenta varijabilnosti, koji izražava relativnu vrijednost tipične greške u postotku. Tipična greška kod testiranja preciznosti je varirala između 1,0 (0,7–1,7) i 2,0 (1,5–3,3) pripadajućih bodova, indeksa kvalitete udarca između 73 (51–123) i 134 (95–228) bodova, a kod testiranja brzine lopte između 0,9 (0,6–1,5) do 1,0 (0,7–1,6) m/s. Ipak, koeficijent varijabilnosti je jedinica koja se nešto učestalije koristi zbog mogućnosti usporedbe istraživanja koja su vrednovala testove čiji su ishodi iskazani u različitim mjernim jedinicama. Koeficijent varijabilnost aplikacije za procjenu komponenti nogometnog udarca putem aplikacije myKicks bio je najveći u iskazivanju preciznosti (55,3 i 65,4%) i indeksu kvalitete (56,0 i 65,5%) kod mlađih pionira i kadeta, a nešto niži kod starijih pionira (preciznost 23,1%; indeks kvalitete 22,4%). U usporedbi s prethodnim vrijednostima, relativna mjera slučajne pogreške bila je višestruko niža kod procjene brzine leta lopte (3,4–5,9%), bivajući najniža kod kadeta, a najviša kod mlađih pionira. Kod drugih istraživanja koja su vrednovala mjerna svojstva protokola dizajniranih u svrhu testiranja komponenti nogometnog udarca, unutar individualna varijabilnost bila je najniža za ishode testova brzine lopte (Ali i suradnici, 2007; Russell, Benton i Kingsley, 2010; Radman i suradnici, 2016). Sa stajališta kompleksnosti, čini se puno zahtjevnije udarcem nogom zadržavati dosljednost u smještanju lopte u određeni udaljeni prostor nego stojećoj lopti udarcem nogom održavati postojanu brzinu kroz ponovljeno izvođenje motoričkog zadatka. Iz pregleda literature, čini se uobičajenim da je testovima nogometnih udaraca, posebice onih koji uključuju kvalitativne komponente poput postotka uspješnosti ili točnosti, indeksa kvalitete udarca i sl., koeficijent varijabilnosti gotovo uvijek prelazi 20% (Russell i Kingsley, 2011). Autori naglašavaju veliku varijabilnost u kvaliteti ponovljenih izvedbi nogometnih udaraca čak i kod populacije nogometaša elitnog ranga. Pritom se ističe znatno niža varijabilnost testova koji imaju cilj testiranje jedne komponente, npr. brzine lopte, u odnosu na kompleksnije testove koji u izvedbu udarca uključuju komponentu donošenja odluke. Rezultati ovog istraživanja uglavnom su u skladu s

očekivanjima jer je koeficijent varijabilnosti za testiranje brzine lopte od 3,4–5,9% u okviru vrijednosti koje su opazili autori koji su vrednovali druge višekomponentne testove (4,4%–9,5%; Ali i suradnici, 2007; Russell, Benton i Kingsley, 2010; Radman i suradnici, 2016). Iako je brzina lopte u ovom testu mjerena unutar složenog testa s više ciljeva (i mjernih jedinica iskazivanja rezultata), navedeni koeficijent varijabilnosti za brzinu lopte kod omladinskih kategorija nije bio puno viši od testa koji je brzinu lopte mjerio izolirano kod populacije odraslih (2,6–3,3%; Marković, Dizdar i Jarić, 2006). Obzirom na sličnost dva protokola testiranja, u ovom je istraživanju uočena nešto veća unutar individualna varijabilnost u odnosu na istraživanje Radmana i suradnika (2016). Autori su prijavili koeficijent varijabilnosti u visini 14,0% za preciznost i 15,4% za indeks kvalitete udarca kod testiranja populacije odraslih nogometaša. Koeficijent varijabilnosti za testiranje preciznosti (23,1–65,4%) i indeksu kvalitete (22,4–65,5%) koji su dobiveni ovom studijom generalno su visoki, te usporedivi su s rezultatima drugih istraživanja koja su vrednovala testove kvalitativnih komponenti poput preciznosti s odraslim populacijama (57,8% Ali i suradnici, 2007; 23,5% Russell, Benton i Kingsley, 2010).

Prilikom vrednovanja mjernih karakteristika nekog protokola ili metode testiranja, osim pouzdanosti, važno je utvrditi konstruktnu valjanost ili validnost testa. Ona se odnosi na sposobnost testa da mjeri/testira upravo onu dimenziju za čije je mjerenje/testiranje namijenjen, a u naravi predstavlja mjeru povezanosti rezultata testa s tim teorijskim „konstruktom“ ili dimenzijom koja je predmet mjerenja. U okviru kinezioloških istraživanja, vrednovanje konstruktne valjanosti se temelji na različitim pristupima. U situacijama kad je to moguće, vrši se usporedba rezultata jedne skupine ispitanika u testu koji je predmet validacije s rezultatima iste skupine u testu koji se smatra referentnom metodom ili „zlatnim standardom“. Ukoliko to nije moguće (npr. ako ne postoji tzv. zlatni standard), tada se koristi metoda tau-ekvivalentnih testova, kod koje se rezultati testa koji je predmet validacije uspoređuju s rezultatima testa za koji je utvrđeno da zadovoljavajućom valjanošću mjeri teorijski „konstrukt“. Osim navedenog, u praksi sportske dijagnostike se ocjena konstruktne valjanosti testova za procjenu motoričkih vještina često bazira i na sposobnosti istih da diskriminiraju pojedince među kojima se očekuje kvalitativna razlika u motoričkoj izvedbi koja je predmet testiranja (National Coaching Foundation, 1995; Kingsley i sur., 2012). Dakle, u kineziologiji valjanost testa uobičajeno znači (i) da test mjeri upravo onu motoričku vještinu za čije je testiranje namijenjen, te (ii) da diskriminira višu i nižu razinu vještine kod pojedinaca kod kojih se ta razlika u naravi očekuje. U kontekstu ovog rada, primjerena

konstruktna valjanost testa myKicks za procjenu brzine lopte vrednovana je putem dvije komponente. Prva komponenta je razina povezanosti rezultata myKicks aplikacije s rezultatima sportskog radara za mjerenje brzine lopte čija je znanstvena vrijednost potvrđena u ranijim istraživanjima, a druga komponenta je sposobnost myKicks aplikacije da identificira razlike u prosječnoj brzini lopte između grupa nogometaša različite kronološke dobi i stupnja tjelesnog razvoja (mlađi pioniri uzrasta 11 i 12 godina; stariji pioniri uzrasta 13 i 14 godina; kadeti uzrasta 15 i 16 godina). Analiza rezultata upućuje na postojanje srednje do jake veze ( $r=0,81-0,86$ ;  $p<0,001$ ) između rezultata istih izvedbi mjerenih putem myKicks aplikacije i sportskog radara, te pokazuje značajne razlike između postignute brzine lopte kod sve tri omladinske kategorije (Prikaz 2A). Osobito, uočene razlike izražene su uvijek u korist starije kategorije, kao što se očekuje u naravi (detaljnije u odjeljku Rezultati). Obzirom na uočeno slaganje rezultata myKicks aplikacije s provjerenom znanstvenom metodom, te iskazanu moć iste u razlikovanju kategorija mladih nogometaša (među kojima je zbog različitog biološkog i kvalitativnog stupnja razvoja razlika u naravi očekivana), čini se da je aplikacija myKicks dovoljno valjan instrument za mjerenje brzine lopte kod testiranih populacija. Kao i u ovom istraživanju, Ali i suradnici (2007) također su utvrdili razliku u brzini lopte između skupina nogometaša prvog i drugog ranga sveučilišnog nogometa i skupina nogometaša trećeg i četvrtog ranga sveučilišnog nogometa, pri čemu su nogometaši prvog i drugog ranga udarcima lopte na gol postigli veću brzinu lopte ( $79,8\pm 4,5$  vs.  $74,4\pm 4,2$  km/h). Ipak, valja imati na umu da neka od ranijih istraživanja nisu uspjela potvrditi diskriminacijsku moć vrednovanih metoda. Sučeljavajući skupine prvotimaca i rezervnih igrača sveučilišne ekipe koja se natječe u drugom rangu u Engleskoj, Russell, Benton i Kingsley (2010) nisu uočili razliku između skupina (prvotimci  $16,8\pm 0,9$  vs. rezervni igrači  $16,6\pm 1,9$  m/s). Radman i suradnici (2016) također nisu uočili razlike između amatera ( $24,0\pm 2,1$  m/s), mladih poluprofesionalaca ( $26,2\pm 1,5$  m/s) i iskusnih poluprofesionalaca ( $25,1\pm 1,9$  m/s). Procjena valjanosti aplikacije myKicks za mjerenje preciznosti i indeksa kvalitete temeljila se isključivo na drugoj komponenti, tj. sposobnosti aplikacije da uoči razlike u preciznosti i indeksu kvalitete udarca među tri kvalitativne kategorije. U tom pogledu, rezultati sugeriraju moguće postojanje razlike u izvedbe kadeta i starijih pionira od izvedbe najmlađe kategorije mlađih pionira u varijabli indeks kvalitete udarca, i to samo u drugom mjerenju te prosječnom rezultatu dva mjerenja ( $43,2\%$  uz  $p=0,01$  i  $35,2\%$  uz  $p=0,047$ ; Prikaz 2D). Razlike u preciznosti između nekog para od tri navedene kategorije nisu uočene (Prikaz 2C). Suprotno tome, Radman i suradnici (2016) u testiranju preciznosti tri kategorije austrijskih nogometaša uočili su značajne razlike između svake kategorije. Očekivano, najprecizniji bili su iskusni

poluprofesionalni nogometaši, zatim mlađi poluprofesionalni nogometaši, te amateri. Povezano s tim rezultatima, autori su uočili istosmjernu razliku između kategorija u indeksu kvalitete udarca. Sveukupno, vrednovana aplikacija myKicks dobro diskriminira različite kvalitativne kategorije u testiranju brzine lopte i njeni su rezultati u navedenoj varijabli usporedivi s rezultatima metode znanstvenog ranga, što upućuje na njenu zadovoljavajuću valjanost za testiranje brzine lopte kod mlađih uzrasnih kategorija. Ipak, čini se da će biti potrebna dodatna istraživanja kako bi se potvrdila diskriminacijska moć aplikacije za upotrebu u terenskim protokolima s ciljem testiranja preciznosti i indeksa kvalitete s promatranim populacijama.

Rezultate ovog istraživanja valja promatrati u svjetlu nekolicine ograničavajućih čimbenika. Prije svega, u okviru metodologije vrednovanja pouzdanosti aplikacije myKick za testiranje komponenti nogometnog udarca, prvi test i ponovljeni test provedeni su isti dan, s razmakom od svega tridesetak minuta. Navedeno se može tretirati kao metodološka slabost, obzirom da se ponovljeno mjerenje istog dana u određenoj mjeri smatra doprinosom pouzdanosti uspoređujući ga s ponovljenim mjerenjima u različitim danima (Mikulić i suradnici, 2009). Doista, istraživanja s kojima su ranije u tekstu vršene usporedbe vrednovanje pouzdanosti su provodila protokolom ponovljenog mjerenja tijekom dva različita dana (Ali i suradnici, 2007; Russell, Benton i Kingsley, 2010; Radman i suradnici, 2016). Ipak, valja reći da uz očiti nedostatak, mjerenje isti dan ima prednost činjenice da su vremenski uvjeti i tjelesna spremnost za izvođenja testa konstantniji u odnosu na iste u uvjetima provedbe u dva dana. Osim toga, rezultate treba promatrati i u svjetlu činjenice da su prvi i ponovljeni test provedeni bez prethodne prilagodbe na protokol testiranja, odnosno bez provedbe probnih pokušaja testa. Razlog navedenom je ograničeno vrijeme za provedbu testa u satnici redovitih treninga. Probni pokušaji su važni kako bi se kod sudionika umanjio efekt učenja, koji može biti prisutan kod ponovljenih testiranja motoričkih vještina. Čini se izvjesnim da je efekt učenja djelomično odgovoran za sveobuhvatno poboljšanje rezultata preciznosti i indeksa kvalitete udarca u drugom testu, osobito kod starijih pionira, te na taj način pridonio manjoj pouzdanosti ishoda dviju navedenih komponenti u ponovljenom testu. Uslijed ranije spomenutog vremenskog ograničenja, testiranje aplikacijom myKicks provedeno je u okviru protokola koji obuhvaća ukupno pet udaraca prema vratima, što je dvostruko manje u usporedbi s testovima čija su mjerna svojstva uspoređivana s ovim protokolom. Uz izostanak probnih pokušaja, moguće da je i manji broj pojedinačnih udaraca koji čine ishod testa pridonio većoj varijabilnosti rezultata, te posredno smanjio razinu



pouzdanosti predloženog mjernog protokola. Dodatnim istraživanjima s nešto robusnijim protokolom testiranja komponenti udarca aplikacijom myKicks potrebno je provjeriti navedene pretpostavke.

## 6.ZAKLJUČAK

U procesu selekcioniranja i praćenja nogometaša veoma je važno provoditi testove za procjenu motoričkih sposobnosti i vještina. Na temelju testova i njihovih rezultata može se procijeniti napredak nogometaša, te isto tako možemo vidjeti koji nogometaši slabije napreduju u pojedinim segmentima i s kojima treba dodatno trenirati. Brzina udarca, kao i preciznost značajni su segmenti nogometne igre jer upravo je postizanje pogotka glavni cilj ove igre. Stoga je vrlo važno da se testiranje istih može provoditi brzo, efikasno i uz zanemarive materijalne troškove. Iskustvo autora s provedbom predloženog protokola testiranja aplikacijom myKicks na terenu sugerira jednostavnost te djelomičnu učinkovitost iste za potrebe testiranja mladih nogometaša. Predloženi protokol mjerenja brzine lopte mobilnom aplikacijom myKicks pokazao je dobro slaganje s provjerenom znanstvenom metodom u preciznosti mjerenja te zadovoljavajuću moć razlikovanja nogometaša različitih dobnih kategorija. Stoga se vrednovani protokol testiranja brzine lopte putem mobilne aplikacije može preporučiti za implementaciju tijekom selekcije i praćenju razvoja udarca kod mladih nogometaša. Međutim, predloženi je protokol rezultirao relativno niskom pouzdanošću ishoda testa u procjeni preciznosti i kvalitete udarca, te samo djelomičnom valjanošću za diskriminaciju različitih dobnih kategorija omladinskih nogometaša. Preporučljiva su dodatna istraživanja s opsežnijim protokolom testiranja kako bi se s većim stupnjem sigurnosti utvrdilo može li se aplikacija myKicks pouzdano i valjano koristiti kao instrument za procjenu preciznosti i kvalitete nogometnih udaraca kod mladih nogometaša.



## 7.LITERATURA

Ali, A., Williams, C., Hulse, M., Strudwick, A., Reddin, J., Howarth, L., Eldred, J., Hirst, M. & McGregor, S. (2007). Reliability and validity of two tests of soccer skill. *Journal of Sports Sciences* ,25(13), 1461–1470.

Atabaş, E., & Yapıcı, A. (2018). The effects of different training methods on shooting performance in soccer players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 0. Retrieved from: <https://oapub.org/edu/index.php/ejep/article/view/2022>

Barišić, V. (2007). Kineziološka analiza taktičkih sredstava u nogometnoj igri. Kineziološki fakultet, Zagreb. Doktorska disertacija.

Cavedon, V., C. Zancanaro, and C. Milanese. "Kinematic analysis of the wheelchair tennis serve: Implications for classification." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 24.5 (2014): e381-e388.

Freeston, J, Kieron R. "Progressive velocity throwing training increases velocity without detriment to accuracy in sub-elite cricket players: A randomized controlled trial." *European Journal of Sport Science* 8.6 (2008): 373-378.

Gabrijelić, M. (1977.). Manifestne i latentne dimenzije vrhunskih sportaša nekih momčadskih sportskih igara u motoričkom , kognitivnom i konativnom prostoru. (Disertacija). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu

Hopkins, W.G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30, 1–15

Hopkins, W. (2015). Spreadsheets for analysis of validity and reliability. *Sportscience*.

Luxbacher, J.A. (2015). Nogomet – koraci do uspjeha. Gopal d.o.o., Zagreb

Marković, G., Bradić, A. (2008). Nogomet – integralni kondicijski trening. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb

Marković G, Dizdar D, Jarić S. (2006). Evaluation of tests of maximum kicking performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 46(2): 215–220. PMID: 16823350

Mikulić, P., Ružić, L. & Marković, G. (2009). Evaluation of specific anaerobic power in 12-14-year-old male rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 662–666.

Milanović, D. (2013). *Teorija treninga – Kineziologija sporta*. Tiskara Zelina d.d., Zagreb

National Coaching Foundation. (1995). *A Guide to Field Based Fitness Testing*. Leeds, UK: National Coaching Foundation

Palmer – Derrien, S. (7. kolovoza 2018.). How soccer app myKicks scored 65,000 downloads in three months, with the help of YouTube influencers. SmartCompany. Dostupno na <https://www.smartcompany.com.au/startupsmart/news/how-soccer-app-mykicks-scored-65000-downloads-in-three-months-with-the-help-of-youtube-influencers/>

Radman I, Wessner B, Bachl N, Ruzic L, Hackl M, Baca A, et al. (2016) Reliability and Discriminative Ability of a New Method for Soccer Kicking Evaluation. *PLoS ONE* 11(1): e0147998. doi:10.1371/journal.pone.0147998

Russell M, Benton D, Kingsley M. (2010). Reliability and construct validity of soccer skills tests that measure passing, shooting, and dribbling. *J Sports Sci*. 2010; 28(13): 1399–1408. doi: 10.1080/02640414.2010. 511247 PMID: 20967673

Russell M, Kingsley M. (2011). Influence of exercise on skill proficiency in soccer. *Sports Med*. 1;41(7):523–539. doi: 10.2165/11589130-000000000-00000.

Uljević O, Spasić M, Sekulić D. Sport-specific motor fitness tests in water polo: reliability, validity and playing position differences. *J Sports Sci Med*. 2013;12(4):646–654.