

*Krešimir Šamija  
Goran Sporiš*

*Prethodno znanstveno priopćenje*

## **KONSTRUKCIJA I VALIDACIJA MJERNOG INSTRUMENTA ZA PROCJENU EKSPLOZIVNE SNAGE TIPRA UDARCA U NOGOMETU**

### **1. UVOD**

Udarci po lopti nogom ili glavom osnovni su elementi nogometne igre, kojim se može podići efikasnost igre, i u pogledu brzine akcije i u pogledu postizanja golova. Ujedno to je i razlog zašto udarac treba ostvariti pravodobno, korisno ga uputiti, ali i najčešće brzo izvesti. S obzirom na to kojim djelom stopala izvodimo udarac lopte nogom, razlikujemo nekoliko udarca: udarac hrptom stopala (sredina, vanjski ili unutarnji dio hrpta), unutarnjom ili vanjskom stranom stopala, vrhom stopala ili špicom i petom. Najčešće korišteni udarac u nogometu je udarac sredinom hrpta stopala (Cabri et al., 1988.). Autori u dostupnoj literaturi nisu uspjeli pronaći niti jedan rad u kojem su prikazani parametri nekog od testova za procjenu eksplozivne snage tipa šuta. Cilj ovog rada je prikazati konstrukciju i validaciju mjernog instrumenta za procjenu eksplozivne snage tipa udarca sredinom hrptom stopala te dva paralelna testa: testa za procjenu preciznosti i test za procjenu tehnike šuta sredinom hrpta stopala.

### **2. METODE RADA**

#### **2.1. Uzorak ispitanika**

Mjerenje je provedeno na uzorku od 170 igrača Prve Hrvatske juniorske lige (U-19) u srpnju 2006. godine.

#### **2.2. Uzorak varijabli**

Uzorak varijabli će se sastojati od varijable udarac desnom nogom (mesbld) i udarac lijevom nogom (mesbll).

**Opis mjesta izvođenja:** Test se izvodi na nogometnom terenu. Snaga udarca (brzina lopte) mjerena je pomoću radara (Stalker radar gun). Od nogometaša se traži da šutiraju sredinom hrpta stopala loptu koja se nalazi na točki jedanaesterca (11 m od linije gola). Radar je postavljen jedan metar iz gola.

**Zadatak:** Nogometaš iz početne pozicije visokog starta uzima pet metara zaleta i šutira loptu sredinom hrpta stopala što snažnije u gol. Zadatak se izvodi tri puta u nizu prvo desnom, a zatim i lijevom nogom.

**Registriranje rezultata:** Zapis rezultata je automatski u memoriju radara.

**Cilj:** Ostvariti što veću brzinu lopte (km).

**Svrha mjerenja:** Testom se mjeri eksplozivna snaga tipa udarca i svaki kilometar više kod brzine lopte u ovom testu znači veću eksplozivnost udarca.

Novo konstruirani test preciznosti (MPG6P) koje se izvodi paralelno s testom za procjenu eksplozivne snage tipa udarca i testom za procjenu tehnike (STHST) udarca sredinom hrpta stopala po lopti kao miruje i nalazi se na mjestu kaznenog udarca (jedanaesterca). Iz naziva testa vidljivo je da je nogometni gol podijeljen na šest polja, a svako polje ima svoj određeni broj bodova od pet za najprecizniji pogodak do jedan za najlošiji pogodak. Ovaj test imao je za cilj utvrditi razliku u preciznosti udarca lijevom i desnom nogom. Za utvrđivanje sposobnosti tehničke izvedbe udarca sredinom hrpta stopala nogometaša izabrana je metoda procjene uspješnosti pomoću kompetentnih stručnjaka. Svaki stručnjak uz pretpostavku da poznaje svoj sport, predstavlja kvalitetni mjerni instrument. Stručnjaci su bili instruktori Hrvatskog nogometnog saveza, eksperti s najvećom razinom znanja o pravilnosti izvođenja elemenata nogometne tehnike. U dogovoru sa instruktorima formirani su kriteriji za ocjenu uspješnosti izvođenja tehnike udarca sredinom hrpta stopala.

### 2.3. Metode obrade podataka

Za potrebe ovog rada izračunati su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN), maksimum (MAX) i raspon rezultata (RAS) te spljoštenost (KURT) i zakrivljenost distribucije (SKEW). Normalnost distribucije rezultata testirana je Kolmogorov- Smirnovljevim testom. Metrijske karakteristike utvrđene su programom RTT12G (Momirović, 1999.). Pomoću programa RTT12G izračunate su mjere pouzdanosti, homogenosti i reprezentativnosti.

## 3. REZULTATI

Rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa ( $KS=0,02$ ;  $p>,20$ ) pokazuju kako distribucija rezultata u testu mesbld statistički značajno ne odstupa od normalne te da test ima dobru diskriminativnost. Levenov test homogenosti varijance (Levene statistic= 2,30;  $p>,07$ ) baziran na prosječnoj vrijednosti (mean) ukazuje da test mesbld ima homogenu varijancu.

Također rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa ( $KS=0,06$ ;  $p>,20$ ) pokazuju kako i u testu mesbll distribucija rezultata statistički značajno ne odstupa od normalne. Test ima dobru diskriminativnost. Levenov test homogenosti varijance (Levene statistic= ,01;  $p>,90$ ) baziran na prosječnoj vrijednosti (mean) ukazuje da test mesbll ima homogenu varijancu. Dobivene su visoke vrijednosti koeficijenata korelacije

**Tablica 1.** Deskriptivni pokazatelji čestica testa procjena eksplozivne snage tipa udarca (mesbl) desnom i lijevom nogom te teta za procjenu preciznosti MP6PD i testu za procjenu tehnike STHSTL.

|          | Range | Min   | Max    | Mean   | Std. Dev. | Skewness | Kurtosis |
|----------|-------|-------|--------|--------|-----------|----------|----------|
| MESBLD_1 | 34,40 | 85,00 | 119,40 | 102,72 | 6,69      | -0,06    | -0,14    |
| MESBLL_1 | 36,70 | 76,57 | 113,27 | 95,18  | 8,15      | -0,16    | -0,66    |
| STHSTD_1 | 3,33  | 1,67  | 5,00   | 3,45   | 0,71      | -0,06    | -0,63    |
| STHSTL_1 | 3,00  | 1,67  | 4,67   | 2,98   | 0,66      | 0,18     | -0,45    |
| MP6PD_1  | 3,34  | 1,33  | 4,67   | 3,02   | 0,84      | -0,25    | -0,32    |
| MP6PL_1  | 3,33  | 1,33  | 4,67   | 2,92   | 0,45      | 0,28     | 1,30     |

**Tablica 2.** Metrijske karakteristike testa za procjenu eksplozivne snage tipa udarca desnom nogom (mesbld) i lijevom nogom (mesbll) dobiveni pomoću programa RTT12G (Momirović i sur., 1999.).

| MESBLD  | MESBLL  |
|---|---|
| Indeks reprezentativnosti testa<br>psi<br>,874  | Indeks reprezentativnosti testa<br>psi<br>,961  |
| Indeks pouzdanosti<br>dobiven sumacijom<br>lambda2<br>,923  | Indeksi pouzdanosti<br>dobiven sumacijom<br>lambda2<br>,962   |
| Indeksi pouzdanosti<br>komponentnog modela<br>beta<br>,860  | Indeks pouzdanosti<br>komponentnog modela<br>beta<br>,928   |
| Indeksi pouzdanosti image<br>komponentnog modela<br>tau gama<br>,653 ,807   | Indeksi pouzdanosti image<br>komponentnog modela<br>tau gama<br>,821 ,903   |
| Indeksi pouzdanosti Harrisovog<br>komponentnog modela<br>rhomin rho rhomax<br>,653 ,808 ,963  | Indeksi pouzdanosti Harrisovog<br>komponentnog modela<br>rhomin rho rhomax<br>,821 ,906 ,991  |
| Mjere homogenosti testa<br>h1 h2<br>,672 ,935   | Mjere homogenosti testa<br>h1 h2<br>,811 ,965   |
| Hotellingov, Guttmanov i Harrisov<br>indeks interne valjanost testa<br>H G U<br>MESBLD11 ,888 ,893 ,893<br>MESBLD12 ,899 ,915 ,910<br>MESBLD13 ,864 ,840 ,846 | Hotellingov, Guttmanov i Harrisov<br>indeks interne valjanost testa<br>H G U<br>MESBLL11 ,717 ,847 ,837<br>MESBLL12 ,805 ,897 ,871<br>MESBLL13 ,710 ,842 ,833 |

čestica testa mesbld (,74; ,76; ,70) i mesbll (,83; ,89; ,82) te optimalne vrijednosti koeficijenata multiple korelacije testa mesbld (SMC= ,55; ,58; ,49) i mesbll (SMC= ,71; ,70; ,80). Koeficijent pouzdanosti alpha (  $\alpha'$ ) ako jedna čestica bude izbrisana za test mesbld iznosi (,79; ,77; ,83) i za test mesbll (,91; ,85; ,91).

Iz Tablice 2. je vidljivo da rezultati metrijskih karakteristika ukazuju na visoke indekse pouzdanosti, homogenosti, reprezentativnosti te interne valjanosti testa. Interklasni koeficijent korelacije testa iznosi ,85 (95% CI = ,85 - ,89). Kao i kod testa mesbld, tako i u testu mesbll rezultati metrijskih karakteristika ukazuju na visoke indekse pouzdanosti, homogenosti, reprezentativnosti te interne valjanosti testa. Dok interklasni koeficijent korelacije testa mesbll iznosi ,92 (95% CI = ,90 - ,94). Test za procjenu preciznosti desnom nogom pokazao se kao test koji ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike, dok test za procjenu preciznosti lijevom nogom pokazao se kako test koji ima loše metrijske karakteristike. Potrebno je naglasiti da niti jedan niti drugi test nemaju normalnu distribuciju rezultata ( $KS_{mp6pl}=0,16; p>,01; KS_{mp6pd}=0,12; p>,01$ ). Rezultati metrijskih karakteristika testa STHST ukazuju na zadovoljavajuće indekse pouzdanosti, homogenosti, reprezentativnosti te interne valjanosti testa. Interklasni koeficijent korelacije testa iznosi ,68 (95% CI = ,58 - ,76).

#### 4. RASPRAVA

Kako je već navedeno u dostupnoj literaturi autori nisu uspjeli pronaći niti jedan rad koji opisuje statističke parametre nekog od testova za procjenu eksplozivne snage šuta, a tek nekolicinu testova preciznosti: pravolinijska preciznost nogom – vertikalni cilj, elevaciona preciznost nogom – horizontalni cilj na 20, 25 i 30 metara, elevaciona preciznost nogom – vertikalni cilj i elevaciona preciznost glavom – horizontalni cilj (Jerković, 1986.). Također možemo spomenuti test gađanje vertikalnog cilja nogom (mpgvcn) koji nema najoptimalnije metrijske karakteristike, a uz to je i riječ o testu koji se ne izvodi nogometnom loptom (Metikoš i sur. 1989.). Iz priloženog je jasno da nije jednostavno konstruirati dobar test preciznosti, a razlog leži u složenosti preciznosti kao motoričke sposobnosti i velikom broju faktora koji utječu na preciznost kao takvu. No prema riječima nogometnih trenera (treneri juniora Prve hrvatske lige) ti testovi nisu ni primjereni za primjenu u praksi. Iz razgovora s trenerima juniorskih ekipa autori su došli do zaključka da njih zanima odnos snage, preciznosti i tehnike šuta. Što je i razumljivo jer se jedino analizom sva tri parametra može dobiti jasna slika o kvaliteti udarca (Weineck, 1999.; Drabik, 1996.). Tako da je paralelno s testom snage udarca analizirana preciznost udarca putem testa Gol šest polja (mpg6p) i test tehnike (sthst) s jasno definiranim kriterijima za svaku ocjenu od jedan do pet. No testovi za procjenu tehnike i preciznosti nemaju normalnu distribuciju, a niti dovoljno visoke indekse pouzdanosti, homogenosti i reprezentativnosti. Razlog loše distribucije rezultata testova preciznosti i tehnike udarca je u kondenzaciji varijance

koja se često dešava kod vrhunskih sportaša, što nam govori da ti testovi u tom obliku nemaju primjenu u praksi te da ih treba doraditi.

Usporedba prosječnih vrijednosti testa za procjenu snage šuta lijevom i desnom nogom pokazuje da nogometaši s desnom nogom imaju u prosjeku sedam km/h snažniji šut nego lijevom nogom. Ta razlika predstavlja prostor za razvoj šuterskih sposobnosti nogometaša, jer današnji nogomet zahtijeva igrače koji posjeduju gotovo iste sposobnosti šuta lijevom i desnom nogom.

Visoke korelacije čestica testa mesbld i mesbll te optimalne vrijednosti koeficijenata multiple – korelacije pokazuju kako je riječ o testovima koji posjeduju visoku homogenost čestica što nam govori da rezultat u najvećoj mjeri zavisi od glavnog predmeta mjerenja i da test može dobro poslužiti u dijagnostičke svrhe. Parametri distribucije testova nam govore da distribucija rezultata kod oba testa značajno ne odstupa od normalne, te da testovi imaju dobru diskriminativnost. Usporedbom parametara distribucije testova mesbld i mesbll dolazimo do potvrde o boljim svojstvima testa mesbll po pitanju diskriminativnosti i homogenosti testa. Test mesbll ima i veći koeficijent platikurtičnosti distribucije od testa mesbld. Visoki indeks reprezentativnosti nam govori da je ovim testom dobivena zadovoljavajuća količina informacija o predmetu mjerenja. Pouzdanost testa u svim modelima mjerenja je visoka iz čega proizlazi da mjerni instrument u svim svojim dijelovima dosljedno mjeri isti konstrukt i da ne sadrži veliku količinu pogreške mjerenja. Testovi konstruirani u funkciju vrednovanja snage, preciznosti i tehnike udarca sredinom hrpta stopala predstavljaju pouzdan način testiranja sposobnosti nogometaša. Najbolji od tri testa pokazao se test za procjenu eksplozivne snage udarca mesbl. Test mesbld i mesbll pokazao se kao test koji ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike ali i zadovoljavajuće parametre distribucije, dok kod testova mp6pl, mp6pd, sthstl i sthstd su testovi čija distribucija statistički značajno odstupa od normalne. Na osnovi analize deskriptivnih parametara i metrijskih karakteristika testova za vrednovanje snage, preciznosti i tehnike udarca možemo zaključiti da i u budućim istraživanjima možemo primjenjivati test za procjenu snage udarca primjenom radara (Radar Gun, Texas), dok je za testove, preciznosti i tehnike udarca sredinom hrpta stopala potrebno ponovo provjeriti njihove metrijske karakteristike i parametre distribucije da bi uspjeli konstruirati testove koji su pouzdani i imaju odgovarajuće parametre distribucije. U nogometnoj praksi moguće je primjenjivati paralelno sva tri testa nakon čega bi trebalo rezultate standardizirati i zbrojiti kako bi se dobila zajednička mjera sva tri faktora koja su bitna za procjenu udarca sredinom hrpta stopla po lopti koja miruje. S obzirom na složenost nogometne igre i uvjete u kojima se sve izvode udarci i razlike u cilju s kojima se izvodi udarac u nogometu je gotovo ne moguće konstruirati jedan univerzalni test za procjenu preciznosti neko je potrebno konstruirati nekolicinu testova koji bi procjenili sve tipove udaraca. Neki autori

smatraju da je potrebno konstruirati posebno testove za igrače u polju vodeći računa o linijama (Cabri, Prof, Dufour, 1988).

## 5. ZAKLJUČAK

Test za procjenu eksplozivne snage tipa šuta ima zadovoljavajuće deskriptivne parametre i metrijske karakteristike, bez obzira da li se promatra test za procjenu eksplozivne snage tipa šuta sa desnom ili sa lijevom nogom (mesbld i mesbll). Nešto bolje parametre ima test mesbll od testa mesbld, jedan od razloga je što test mesbll ima veći varijabilitet – veću varijancu od testa mesbld. Na osnovi analize deskriptivnih parametara te analize metrijskih karakteristika čestica testa mesbld i testa mesbll moguće je utvrditi kako primijenjeni protokol mjerenja predstavlja vrlo pouzdan način za procjenu eksplozivne snage tipa udarca. Sve do sada navedeno ide u prilog tome da se radi o testu iskoristivom u praksi, no bilo bi dobro pristupiti i konstrukciji testova preciznosti i tehnike šuta jer kako je već navedeno jedino se njihovom kombinacijom može dobiti jasna slika o kvaliteti udarca u nogometu.

## 6. LITERATURA

1. Metikoš, D., Hofman, E., Prot, F., Pintar, Ž., Oreb, G. (1989.). Mjerenje bazičnih motoričkih dimenzija sportaša, Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
2. Momirović, K., Wolf, B. i Popovic, A. (1999.). Uvod u teoriju merenja. I. Interne metrijske karakteristike kompozitnih mernih instrumenata. Pristina: Univerzitet u Pristini.
3. Weineck, J. (1999.). Optimales Fussballtraining. Nürberg: Spitta-Veri.
4. Drabik, J. (1996.). Children and sport training: How Your future champions should Exercise to be healthy, Fit, and Happy. Stadion Publishing Company, Inc. Island Pond, Vermont.
5. Cabri, J., De Prof, E., Dufour, W. & Clarys, J.P. (1998.). The relationship between muscular strength and kick performance. In: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy W, eds. Science and football. London, (pp. 168-93), UK: E. and F. N. Spon.
6. Jerković, S. (1986.). Relacije između antropometrijskih, dinamometrijskih i situaciono motoričkih dimenzija i uspjeha u nogometnoj igri. Dizertacija. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.

\* prikazani rezultati proizašli su iz znanstvenog projekta br. 034-0342618-222 – (Razvoj algoritama za testiranje multivarijantnih strukturalnih hipoteza) potvrđenog uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske