

*Damir Znaor
Marko Erceg
Frane Žuvela*

Originalni znanstveni rad

FAKTORI USPJEŠNOSTI PRI IZVEDBI RAZLIČITIH UDARACA KOD IGRAČA FUTSALA

1. UVOD

Futsal je ekipni sport koji svojom strukturom pripada kompleksnim sportskim aktivnostima. Zbog izrazite dinamičnosti i brzine igre, futsal se smatra jednim od atraktivnijih i kompleksnijih sportova današnjice. Udarac na gol smatra se glavnim faktorom za vrijeme napadačke faze igre te upravo kvaliteta udarca često pokazuje razliku u kvaliteti igrača. Udarac je pokret otvorenog kinetičkog lanca koji zahtijeva integraciju snage, mobilnosti, stabilnosti i preciznosti. Prema dosadašnjim istraživanjima (Young i Rath, 2011; Dorge i sur., 2002) pokazalo se kako je za udarac važna jakost stajne noge, jakost dubokih mišića trupa, jakost abduktora noge te mišića rotatora zdjelice. Kao i u većini ekipnih sportskih igara ambideksternost (sposobnost kvalitetnog izvođenja kretnje objema stranama tijela) smatra se jednim od važnijih faktora uspješnosti u futsalu. Većina nogometaša ima jedan dominantan ekstremitet za izvođenje udaraca te često takvo stanje dovodi do funkcionalne asimetrije i razlike u motoričkim sposobnostima, posebice u snazi i koordinaciji. Carey i sur. 2001. govore kako vrhunski nogometaši, dešnjaci ili ljevaci, imaju sličan postotak uspješnih dodavanja s dominantnom i nedominantnom nogom. Navode kako uspješni sportaši moraju dodavati i šutirati vrlo precizno dominantnom i nedominantnom nogom što je danas u modernom sportu iznimno važno. Upravo motorički aspekt funkcionalne asimetrije u izvođenju udarca koji je nedovoljno objašnjen u dosadašnjim istraživanjima predstavlja osnovni problem ovog istraživanja.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja bio je identificirati one motoričke sposobnosti koje imaju najveći utjecaj na brzinu tri različita tipa udarca kod igrača futsala pionirske dobi.

3. METODE RADA

3.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na 40 igrača futsala mladih dobni kategorija, članova MNK Vrgorac koji redovito treniraju 3 puta tjedno i igraju natjecateljske utakmice 1

put tjedno. U vrijeme mjerenja prosječna kronološka dob je iznosila $12,9 \pm 1,34$ godina, dok je prosječna trenažna dob iznosila $3,5 \pm 0,7$ godina. Ispitanici su bili prosječno visoki $162,4 \pm 12,63$ cm, dok je prosječna masa bila $53,0 \pm 12,70$ kg. Indeks tjelesne mase iznosio je $19,90 \pm 3,03$.

3.2. Uzorak varijabli

Izmjerena je tjelesna visina i masa iz kojih je izračunat indeks tjelesne mase (ITM). Prediktorske varijable čini skup od 16 testova: za procjenu funkcionalne pokretljivosti (aktivno podizanje pružene noge, dorzalna fleksija, aktivna fleksija kuka u ležanju na leđima obje noge), za procjenu snage i brzine (bacanje medicine od 2 kg iznad glave, skok udalj s mjesta, troskok iz mjesta s obje noge, sprint 10 m, sprint 20 m), za procjenu statične mišićne izdržljivosti (plenk – statička izdržljivosti fleksora kuka, upor strance lijevi i desni – statička izdržljivosti laterofleksora kuka, Sorrensov test statičke izdržljivosti ekstenzora trupa). Kriterijski skup od 6 varijabli predstavljaju udarci (brzina udarca) s dominantnom i nedominantnom nogom (udarac iz kretanja sredinom hrpta stopala, udarac iz kretanja vrhom stopala, udarac iz kretanja unutarnjim dijelom stopala).

3.3. Opis eksperimentalnog postupka

Prva faza istraživanja uključivala je mjerenje funkcionalne pokretljivosti donjih ekstremiteta. Zbog važnosti optimalne funkcije, odabrani su testovi za procjenu pokretljivosti kuka (fleksija i ekstenzija), koljena (ekstenzija) te dorzalna fleksija. Druga faza podrazumijevala je mjerenje segmenata bazične kondicijske pripreme. Odrađena je procjena snage i linearne brzine trčanja primjenom pet motoričkih testova. Treća faza istraživanja uključivala je mjerenje statičke mišićne izdržljivosti trupa kroz izometrijske zadatke fleksije, ekstenzije i latero-fleksije trupa. Posebna faza istraživanja uključivala je mjerenja brzine udarca dominantne i nedominantne noge. Ispitanici su testirani na futsal terenu, a podloga je bila parket. Zadatak je bio maksimalno snažno, nakon vođenja lopte u duljini od 3 m, s linije 9 m uputiti udarac u središte gola. Iza gola je stajao mjeritelj s Pocket radarom koji je mjerio brzinu udarca u km/h. Ispitanici su imali priliku 3 puta šutirati s dominantnom i jednako toliko puta s nedominantnom nogom. Završna faza istraživanja uključivala je obradu i interpretaciju rezultata u skladu s postavljenim ciljem istraživanja.

3.4. Metode za obradu podataka

Nakon provedenog mjerenja, dobiveni podaci uneseni su u program Statistica for "Windows Ver.12.0". Analizirali su se osnovni statistički parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalne i maksimalne vrijednosti rezultata mjerenja,

mjere oblika i zakrivljenosti distribucije) svih varijabli. Normaliteti distribucija testirani su Kolmogorov – Smirnovljevim postupkom. Globalni i parcijalni utjecaj motoričkih varijabli analiziran je primjenom multiple linearne regresijske analize.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Tablica 1. Brzina udarca i osnovni statistički parametri motoričkih varijabli futsal igrača aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (Min) i maksimum rezultata (Max), mjere oblika (Skew) i zakrivljenosti (Kurt) distribucije, maxD (maksimalna udaljenost između relativne kumulativne teoretske frekvencije (normalne) i relativne kumulativne empirijske frekvencije (dobivene mjerenjem), KS (Kolmogorov – Smirnovljev) test normaliteta distribucije

	AS	Min	Max	SD	Skew	Kurt	maxD	KS test
USHS N	49,33	9,00	89,00	19,48	-0,26	-0,62	0,08	p > .20
USHS D	65,40	21,00	93,00	15,62	-0,56	0,34	0,13	p > .20
UVS N	54,95	11,00	82,00	17,67	-0,62	-0,26	0,09	p > .20
UVS D	63,85	27,00	107,00	18,26	-0,19	-0,05	0,13	p > .20
UUDS N	43,33	9,00	72,00	18,25	-0,37	-0,85	0,12	p > .20
UUDS D	57,67	14,00	85,00	16,89	-0,84	0,25	0,15	p > .20
APPN N (°)	66,95	50,00	90,00	9,02	0,72	0,40	0,11	p > .20
APPN D (°)	69,83	55,00	86,00	9,18	0,35	-1,04	0,15	p > .20
DF N (cm)	10,80	6,00	20,00	2,95	0,68	0,31	0,16	p > .20
DF D (cm)	12,35	6,00	22,00	3,10	0,84	1,33	0,14	p > .20
FK N(°)	116,90	95,00	140,00	11,71	0,13	-0,76	0,10	p > .20
FK D (°)	113,38	95,00	132,00	8,73	0,17	-0,35	0,08	p > .20
BC MED (cm)	583,10	310,00	1090,00	178,83	0,91	0,92	0,10	p > .20
SDM (cm)	174,07	120,00	229,00	30,58	0,03	-1,18	0,11	p > .20
TM N (cm)	466,98	273,00	680,00	88,72	-0,12	-0,05	0,06	p > .20
TM D (cm)	472,63	320,00	640,00	79,50	-0,03	-0,80	0,09	p > .20
SPR 10 (sek)	2,10	1,33	2,60	0,21	-0,70	3,98	0,14	p > .20
SPR 20 (sek)	3,83	3,16	4,59	0,37	0,31	-0,71	0,13	p > .20
PLENK (sek)	89,00	5,00	190,00	41,84	0,46	-0,11	0,11	p > .20
UP LAT N (sek)	42,22	4,00	81,00	21,73	0,02	-1,14	0,11	p > .20
UP LAT D(sek)	47,58	14,00	96,00	23,28	0,46	-0,90	0,14	p > .20
STIET (sek)	60,22	7,00	145,00	29,75	0,66	0,27	0,14	p > .20

Granična vrijednost KS testa za N=40 iznosi 0,21

LEGENDA: USHS – brzina udarca nakon vođenja sredinom hrpta stopala, UVS – brzina udarca nakon vođenja vrhom stopala, UUDS – brzina udarca nakon vođenja unutarnjim dijelom stopala, N – nedominantna noga, D – dominantna noga, APPNN – aktivno podizanje pružene noge, DF – dorzalna fleksija stopala, FK – aktivna fleksija kuka u ležanju na leđima, BC MED - bacanje medicine iznad glave, SDM – skok udalj s mjesta, TM – troskok iz mjesta, SPR 10 – sprint na 10 m, SPR 20 – sprint na 20 m, PLENK – izdržljivost fleksora trupa, UP LAT – izdržljivost laterofleksora trupa, STIET – Sorrensov test izdržljivosti ekstenzora trupa, N – nedominantna noga, D – dominantna noga

Visina i masa ispitanika u ovom istraživanju slična je podacima iz prethodnih istraživanja (Malina i sur. 2004, 2005), dok nešto niže vrijednosti ITM-a vjerojatno možemo objasniti manjom prosječnom masom ispitanika kod kojih očito postoji dobar broj onih koji još nisu ušli u fazu ubrzanog rasta i razvoja (pubertet) te imaju manje mišićne mase. Rezultati iz Tablice 1 prikazuju asimetriju svih tipova udaraca između dominantne i nedominantne noge. Najveća razlika je kod udarca sredinom hrpta stopala, što se slaže s istraživanjem Nunome i sur. (2006) gdje je zabilježena značajna asimetrija dominantne i nedominantne noge profesionalnih igrača kod udarca sredinom hrpta stopala. Također, prikazani su deskriptivni parametri svih mjenjenih motoričkih varijabli. Kao što je vidljivo, ni jedna vrijednost max D ne prelazi vrijednost TESTA te možemo ustvrditi kako sve varijable imaju distribuciju za koju se može tvrditi da ne odstupa značajno od normale.

Tablica 2. Rezultati regresijske analize udaraca iz kretanja nakon vođenja lopte

VARIJABLE	USHS		UVS		UUDS	
	β N	β D	β N	β D	β N	β D
APPN N (°)	0,27	-0,11	0,23	0,07	0,11	-0,20
APPN D (°)	0,34	0,24	-0,19	0,08	-0,12	0,43
DF N (cm)	0,26	0,06	0,37	-0,09	0,42	0,17
DF D (cm)	-0,53	-0,30	-0,42	-0,06	-0,88	-0,39
FK N (°)	0,34*	0,12	0,01	0,02	0,12	0,29
FK D (°)	-0,16	-0,15	-0,10	0,01	-0,18	-0,31
BM (cm)	0,99***	0,18	0,59	0,54	0,44	0,09
SDM (cm)	0,48	0,76*	-0,19	-0,01	0,68	0,57
TM N (cm)	0,59	0,07	0,47	0,49	-0,44	0,38
TM D (cm)	0,05	0,02	-0,12	-0,00	-0,18	-0,02
SPR 10 (sek)	0,33	0,00	0,13	0,13	0,09	-0,06
SPR 20 (sek)	0,13	0,09	0,06	0,00	-0,36	0,14
PLENK (sek)	0,32*	0,10	0,19	0,20	0,14	0,11
UL N (sek)	0,12	0,09	0,29	0,06	0,12	0,11
UL D (sek)	-0,36	-0,09	-0,28	-0,16	-0,31	-0,14
STIET (sek)	0,27	0,14	0,06	0,04	0,14	-0,06
Multiple R	0,87***	0,87***	0,78**	0,86***	0,82**	0,93***
R2	76%	76%	62%	75%	68%	86%

N – nedominantna noga; D – dominantna noga; USHS - udarac sredinom hrpta stopala; UVS – udarac vrhom stopala; UUDS – udarac unutarnjim dijelom stopala; APPN – aktivno podizanje pružene noge; DF – dorzalna fleksija stopala; FK – aktivna fleksija kuka u ležanju na leđima; BM - bacanje medicine iznad glave; SDM – skok udalj s mjesta; TM – troskok iz mjesta; SPR 10 – sprint na 10 m; SPR20 – sprint na 20 m; PLENK – izdržljivost fleksora trupa; UL – izdržljivost laterofleksora trupa; STIET – sorrensov test izdržljivosti ekstenzora trupa; Multiple R – koeficijent multiple korelacije; R2 – koeficijent determinacije; * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Koeficijent multiple korelacije kriterijskih varijabli USHS dominantnom i nedominantnom nogom iznosi 0,87 na razini prihvaćanja 0,000 čime se objašnjava 76% ukupne varijance. Kod udarca sredinom hrpta stopala nedominantne noge značajni utjecaj imaju varijable BM i PLENK što ukazuje na važnost jakog trupa na brzinu udarca u futsalu. Značajnu povezanost varijable BM (bacanje medicine s rukama iznad glave) možemo opravdati činjenicom kako ova varijabla zahtijeva potpunu kontrolu tijela, jakost trupa i predstavlja vrlo sličan obrazac pokreta kao kod udarca koji zahtijeva integraciju kompletnog motoričkog lanca s dominantom naglašenošću trupa. PLENK je test jakosti mišića prednjeg kinetičkog lanca koji je vrlo bitan u generiranju sile pri izvođenju udarca. Slične rezultate dobili su u istraživanju Pedersen i sur. (2006) gdje su nogometaši provodili funkcionalni trening s naglaskom na jakost trupa, a rezultat je bio povećana brzina udarca u kontrolnoj grupi (grupa koja je provodila funkcionalni trening). Značajan je utjecaj vidljiv i kod varijable FK N (fleksija kuka nedominantne noge) što nam govori da je mobilnost kuka važna u generiranju sile kod brzine udarca. Kod dominantne strane vidimo pozitivan utjecaj samo jedne varijable SDM (skok udalj s mjesta). SDM je test horizontalne skočnosti koji integrira koordinaciju cijelog tijela i snagu donjih ekstremiteta, sličan obrazac kao kod udarca. Gledajući biomehaničku sliku udarca, zamašna noga zahtijeva što veću jakost mišića natkoljenice jer se generira veća sila. Varijabla SDM predstavlja test eksplozivne snage horizontalne skočnosti i logičan je utjecaj na kriterij. Rubley i suradnici, 2011, su u svojoj studiji napravili eksperiment gdje su dokazali da poboljšanje skočnosti povećava brzinu udarca. Kod udarca vrhom stopala dominantne i nedominantne strane prediktorski skup varijabli na zadovoljavajućoj razini ($p < 0,0001$ i $p < 0,001$) značajno utječe na kriterij, te objašnjava 75% i 62% ukupne varijance, ali parcijalna povezanost ni jedne varijable nije značajna. Koeficijent multiple korelacije kriterijskih varijabli UUDS dominantnom (0,93) i nedominantnom nogom (0,82) na zadovoljavajućoj razini prihvaćanja objašnjava 86% kod dominantne i 68% kod nedominantne noge ukupne varijance. Kod udarca unutarnjim dijelom stopala nedominantne strane vidimo samo negativan utjecaj varijable DF D. Varijabla DF je test pokretljivosti zgloba stopala, a njegova referentna vrijednost je 12 ± 2 cm. Ako pogledamo vrijednosti aritmetičke sredine varijable za procjenu dorzalne fleksije dominantne noge ($DF D = 12$ cm), vidimo kako su vrijednosti optimalnog karaktera što eventualno može ukazivati na dominaciji pokretljivosti naspram stabilnosti. Optimalna funkcija svakog ljudskog pokreta integrirana je optimalnom izbalansiranošću stabilnosti i pokretljivosti pojedinih zglobova kod pojedinih kinezioloških manifestacija. Većina autora (Cook 2010, Starret 2013) naglašava važnost optimalne sinergije stabilnosti i pokretljivosti te kako dominacija jedne sposobnosti može narušiti drugu sposobnost. Povećan opseg pokreta u skočnom zglobu može dovesti do nestabilnosti zgloba, a samim

time i negativnih efekata na izvođenje udarca. Negativan utjecaj dobivenih vrijednosti pokretljivosti zgloba dominante noge i pozitivan utjecaj nedominantne noge pokazuje nam važnost optimalnog balansa između stabilnosti i mobilnosti. Slične rezultate dobili su u istraživanju Ismail, Adnan i Sulaiman (2014) u kojemu govore kako je zglob u stopalu jedan od najvažnijih parametara koji određuju kvalitetu udarca u futsalu. Kod udarca unutarnjim dijelom stopala dominantne strane vidimo značajan utjecaj prethodno objašnjene varijable SDM, FK N i APPN D (aktivno podizanje pružene dominantne noge). Utjecaj FK N možemo obrazložiti pomoću Gray Cook – ovog koncepta koji kaže da za funkcionalnost zgloba je bitna optimalan balans između stabilnosti i mobilnosti. Kod udarca dominantnom nogom, nedominantna noga služi kao stabilizator i zato možemo pretpostaviti da mobilnost kuka nedominantne noge značajno pridonosi kriteriju jer ne narušava stabilnost unutar tog zgloba. Kod APPN D razlog povezanosti nalazimo u biomehaničkoj analizi gdje, prilikom završne faze udarca, kod dominantne se noge vrši koncentrična kontrakcija mišića prednje strane natkoljenice, a u mišićima stražnje strane natkoljenice ekscentrična kontrakcija (izduživanje mišića).

5. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati ukazuju kako postoji određeni utjecaj eksplozivne snage, snažne izdržljivosti i pokretljivosti (slobode pokreta) na brzinu udarca primjenom različitih tehnika. Određene različitosti predikcije brzine udarca dominantne i nedominantne noge pokazuju kako je kreiranje optimalnog (funkcionalnog) obrasca pokreta na novoj neuromotoričkoj i anatomske platforme integrirano velikim brojem varijabli, primarno dobrom koordinacijom. Udarci donjim ekstremitetima pripadaju kineziološkim manifestacijama koje predstavljaju jednu od bazičnih ljudskih aktivnosti. Njihova je funkcija prvenstveno definirana optimalnom integracijom temeljnih principa kretanja koje u svojoj osnovi uključuju optimalnu pokretljivost zglobova i fleksibilnost mekog tkiva, centriranost zglobova i kralježnice, te dobru kinesteziju. Informacije proizišle iz ovog istraživanja mogu pomoći trenerima prilikom modeliranja trenajnih procesa, a sve s ciljem poboljšanja kvalitete udarca. Dobiveni rezultati predstavljaju temelje za daljnja istraživanja koja bi trebala biti usmjerena definiranju funkcionalnosti pokreta i njegovom utjecaju na brzinu pojedinog udarca u futsalu.

6. LITERATURA

1. Carey, D., Smith, D., Martin, D., Smith, G., Skriver, J., Rutland, A., & Shepherd, J. (2007). The bipedal ape: Plasticity and asymmetry in footedness. School of Psychology, University of Aberdeen, Scotland, United Kingdom, 650-665.
2. Cook, G. (2010). Movement: Functional movement system. On Target Publications, Aptos CA 95001, USA.
3. Dorge, H., Andersen, T.B., Sérensen, H. & Simonsen, E.B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the nonpreferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 293-299.
4. Malina, M., Eisenmann, Y., Cumming, S., BasilRibeiro, B. & Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5), 555-562.
5. Malina, R.M., Cumming, P., Morano, P., Barron, M., & Miller, J. (2005). Maturity Status of Youth Football Players: A Noninvasive Estimate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(6), 1044-1052.
6. Nunome, H., Ikegami, Y., Kozakai, R., Apriantono, T., & Sano, S. (2006). Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and nonpreferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 24(5), 529-541.
7. Pedersen, J.I., Magnussen, R., Kuffel, E., Seiler, S. (2006). Sling exercise training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 38(5), 243-260.
8. Rubley, M.D., Haase, A.C., Holcomb, W.R., Girouard, T.J., & Tandy, R.D. (2011). The effect of plyometric training on power and kicking distance in female adolescent soccer players. *Journal of Strength&Conditioning Research*, 25(1), 129-134.
9. Starret, K. (2013). Ready to run. Victory Belt Publishing Inc.
10. Young, W.B, & Rath, D.A. (2011). Enhancing foot velocity in football kicking: the role of strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 561-576.
11. Ismail S., Adnan, R., & Sulaiman, N. (2014). Moderate Effort Instep Kick in Futsal. *Procedia Engineering*, 72(1), 186-191.