

*Dražen Harasin
Dragan Milanović
Ivan Milinović*

Prethodno znanstveno priopćenje

RAZLIKE U KUTNIM POMACIMA DONJIH EKSTREMITETA U IZBAČAJU IZMEĐU BOLJIH I LOŠIJIH BACAČA KUGLE

1. UVOD

Optimalne vrijednosti parametara horizontalne duljine leta kugle (o kojima ovisi rezultat u bacanju kugle), početne brzine, kuta izbačaja i visine izbačaja u relaciji su s individualnim kvalitetama sportaša (u prvom redu s kapacitetom eksplozivne snage i duljine tijela), ali i u relaciji s primjenom najprikladnije kretne strukture bacanja (Young, 2003., Lanka, 2000., Bartonietz, 1994.). Najveći prirast brzine kugle koja je najvažniji čimbenik rezultata podudara se akcijom bacača u drugoj dvopotpornoj fazi bacanja (85% početne brzine kugle). Početna brzina kugle (odnosno uspješnost, rezultat) često se objašnjava kroz prizmu povezanosti s prostorom kapaciteta snage donjih ekstremiteta (Zatsiorsky i sur. 1981.), pa treneri ponekad ističu da se kugla "baca nogama". Čak su i rezultati nekih istraživanja (Milanović i sur., 1986., Milanović, 1976.) ukazali na diferenciranje među u bacanju kugle boljim i lošijim entitetima s obzirom na testove maksimalne snage kod kojih je potrebno angažiranje donjih ekstremiteta. No, na osnovi toga ipak ne možemo biti sigurni je li kvalitetniji bacači, u odnosu na manje kvalitetne, bacaju efikasnije zbog svoje sposobnosti da brže opružaju donje ekstremitete ili zbog toga što u drugu dvopotpurnu fazu dolaze na više savijene zglobove što im omogućava veće kutne pomake, odnosno djelovanje na duljem putu u ovoj fazi tehnike, odnosno, ako je tako, zbog toga što koriste optimalnija rješenja u smislu zakona mehanike. Je li diferenciranje u kvaliteti rezultat samo razlike u snazi donjih ekstremiteta (brže ih opruže) ili je pod utjecajem drugih rješenja u kretanju (učine veći kutni pomak) još je uvijek otvoreno pitanje.

2. CILJ I HIPOTEZA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razliku između vektora aritmetičkih sredina kutnih pomaka donji ekstremiteta u drugoj dvopotpornoj fazi bacanja lošijih bacača kugle i vektora aritmetičkih sredina kutnih pomaka donji ekstremiteta u drugoj dvopotpornoj fazi bacanja boljih bacača kugle u pokušajima ostvarenim na međunarodnim natjecanjima. Da bi se odgovorilo na pitanje kako kutni pomaci donjih ekstremiteta u drugoj dvopotpornoj fazi bacanja utječu na efikasnost tehnike, bilo je potrebno testirati hipotezu H_0 : *Nema statistički značajne razlike u*

kutnim pomacima donjih ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja boljih bacača kugle i kutnim pomacima donjih ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja lošijih bacača kugle.

3. METODE

Varijable u ovom istraživanju su kutni pomaci donjih ekstremiteta (kutni pomak u lijevom koljenu, kutni pomak u desnom koljenu, kutni pomak u lijevom kuku i kutni pomak u desnom kuku) u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja u rotacijskoj tehnici bacanja kugle. Uzorak entiteta u ovom istraživanju čine pokušaji vrhunskih bacača kugle ostvareni na međunarodnim natjecanjima. U skladu s potrebama eksperimenta izvor informacija bio je prikupljen na dva subzorka. Prvi subuzorak koji čine pokušaji lošijih bacača kugle (preko 16 m, a manji od 17 m) definiran skupom od ukupno 10 pokušaja. Drugi subuzorak entiteta koji čine pokušaji boljih bacača kugle (od 19 m do preko 20,44 m) definiran je ukupno također s 10 pokušaja. Akvizicija video zapisa potrebnog za kinematičku analizu obavljena je s dvije digitalne video kamere mini DV, marke Panasonic NV-GS200 brzine 50 slika u sekundi. Nakon obrade video zapisa kroz niz faza standardnih za programski paket APAS (frame grabbing, digitalizacija, transformacija, filtriranje) izračunate su potrebne kinematičke varijable. Za sve varijable su izračunati osnovni statistički parametri distribucije varijabli: Aritmetička sredina i standardna devijacija. Prikupljeni podaci su obrađeni programskim paketom "Statistica". Varijable uključene u analizu opisane su korištenjem modula "Descriptive statistics". Statističke značajnosti razlika između vektora aritmetičkih sredina kutnih pomaka donji ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja lošijih bacača i vektora aritmetičkih sredina kutnih pomaka donji ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja boljih bacača određeni su pomoću modula "*t*-test for independent samples". Razina statističke značajnosti postavljena je na razinu $p < 0,01$.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Prije nego što se pristupilo utvrđivanju razlika definiranih ciljevima ovog istraživačkog rada određeni su deskriptivni statistički parametri originalnih vrijednosti kutnih pomaka donji ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja u rotacijskoj tehnici bacanja kugle boljih i lošijih bacača kugle. Ovi su parametri za skupinu lošijih bacača (grupa 1) i za skupinu boljih bacača kugle (grupa 2) prikazani u Tablici 1.

Tablica 1. Deskriptivni statistički pokazatelji varijabli (*ADLK* - kutni pomak u lijevom koljenu, *ADRK* - kutni pomak u desnom koljenu, *ADLH* - kutni pomak u lijevom kuku, *ADRH* - kutni pomak u desnom kuku, *AS1* – aritmetička sredina lošijih bacača kugle, *AS2* – aritmetička sredina boljih bacača kugle *SD1* – standardna devijacija lošijih bacača kugle i *SD2* - standardna devijacija boljih bacača kugle)

	AS1	AS2	SD1	SD2
ADLK	54,31	57,80	11,70	8,95
ADRK	37,92	37,78	10,04	5,51
ADLH	20,51	19,82	6,38	8,48
ADRH	42,02	31,73	9,82	16,58
R	16,87	19,64	0,45	0,55

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su prosječne vrijednosti kutnih pomaka lošijih bacača podjednake s prosječnim vrijednostima kutnih pomaka boljih bacača. Iznimke u ovom smislu su prosječne vrijednosti kutnog pomaka u zglobu desnog kuka, koje su manje kod boljih bacača kugle. Manje vrijednosti kutnog pomaka u zglobu desnog kuka u boljih bacača su vjerojatno posljedica veće rotacije osovine kukova u odnosu na osovinu ramena na kraju druge jednopotporne faze kod boljih bacača. Ovo se “prestizanje” kukova događa na kraju druge jednopotporne faze uz naglašeno okretanje desnog kuka prema naprijed pri čemu dolazi do opružanja desnog kuka, što kasnije u drugoj dvopotpornoj fazi osigurava veći potencijalni pomak između osovina kukova i ramena, a istodobno smanjuje mogući pomak u zglobu desnog kuka u istoj fazi. Pregledom drugog deskriptivnog statističkog parametra varijabli koje su korištene u ovom istraživanju može se vidjeti da su vrijednosti standardne devijacije kutnih pomaka u zglobovima kukova bacača kugle više razine kvalitete veće od vrijednosti standardne devijacije bacača kugle niže razine kvalitete, dok su vrijednosti standardne devijacije kutnih pomaka u zglobovima koljena bacača kugle više razine kvalitete manje od vrijednosti standardne devijacije bacača kugle niže razine kvalitete.

Nakon utvrđivanja deskriptivnih parametara primijenjeni su statistički postupci za utvrđivanje razlika između vektora aritmetičkih sredina kutnih pomaka donji ekstremiteta u drugoj dvopotpornoj fazi bacanja boljih i lošijih bacača kugle. Ova će analiza dati odgovor na glavnu hipotezu ovoga istraživanja o razlikama dva niza kinematičkih vrijednosti u rotacijskoj tehnici bacanja kugle. Rezultati ove analize prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Razlike između vektora aritmetičkih sredina kutnih pomaka donjih ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja boljih bacača kugle i kutnih pomaka donjih ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja lošijih bacača kugle u rotacijskoj tehnici bacanja kugle, *t*-test, *df*-stupnjevi slobode i *p*-značajnost razlika)

	t-vrijednost	df	p
ADLK	-0,7493	18	0,463334
ADRK	0,0366	18	0,971208
ADLH	0,2044	18	0,840327
ADRH	1,6893	18	0,108401

Analizirani su uzorci boljih i lošijih vrhunskih bacača kugle, a na osnovi razlika među dobivenim aritmetičkim sredinama uzoraka izračunata je *t*-vrijednost koja iznosi -0,7493 za kutni pomak u lijevom koljenu, 0,0366 za kutni pomak u desnom koljenu, 0,2044 za kutni pomak u lijevom kuku i 1,6893 za kutni pomak u desnom kuku. *T*-vrijednosti tih veličina, uz 18 stupnjeva slobode ukazuju da ne postoji statistički značajne razlike aritmetičkih sredina uzoraka tj., drugim riječima, potvrđuje da uzorci ne proizlaze iz dvije, prema proučavanom svojstvu, različite populacije. Nulta hipoteza da nema statistički značajne razlike u kutnim pomacima donjih ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja boljih bacača kugle i kutnim pomacima donjih ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja lošijih bacača kugle može se prihvatiti. U skladu s prihvaćenom nultom hipotezom nema razlike između rješenja u pokretu (promatrano kroz prizmu varijabli kutnih pomaka donjih ekstremiteta) u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja između boljih i lošijih bacača te su na diferenciranje u kvaliteti među populacijama morali utjecati drugi faktori. Kako nema razlike u veličini kutnih pomaka, a evidentna je važnost opuštanja donjih ekstremiteta, navodi na zaključak da bacači više razine kvalitete vjerojatno brže opušaju noge od bacača niže razine kvalitete. Ovaj podatak u prvom redu govori o tome da se bolji bacači kugle od lošijih očigledno ne razlikuju prema tehnici nego prema snazi. Ovo se ne može dokazati s ovim istraživanjem, pa se o ovoj mogućnosti raspravlja jedino hipotetski. Za točno odgovoriti na ovo pitanje potrebno je provesti drugo istraživanje koje bi u obzir uzelo i druge kinematičke parametre (kutne brzine i kutna ubrzanja donjih ekstremiteta) i na osnovi dobivenih rezultata o tomu raspraviti, jer možda postoje razlike među tim kinematičkim varijablama.

5. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je usmjeren na utvrđivanje eventualne superiornosti jednog od dva različita nastojanja i ponašanja bacača tijekom rotacijske tehnike bacanja kugle. Utvrđivanje ove razlike u pomacima među segmentima donjih ekstremiteta tijekom dinamičkog stereotipa bacanja kugle između boljih i lošijih bacača proširilo je spoznaju o dinamičkom stereotipu bacanja kugle, pa tako otvorilo nove mogućnosti za povećanje početne brzine kugle. Ne postojanje statistički značajne razlike između vrijednosti kutnih pomaka donji ekstremiteta u drugoj dvopotpotpornoj fazi bacanja kod boljih i lošijih bacača kugle u rotacijskoj tehnici bacanja kugle dokaz je da u finalnoj fazi bacanja kugle postoje neke druge kinematičke vrijednosti koje su uzrokom u kvaliteti rezultata u bacanju kugle. Ovo istraživanje pomoglo je definiranju racionalnijeg obrasca kretanja bacača u finalnoj fazi bacanja kugle i na taj način omogućilo trenerima da znaju na koji način treba izvoditi izbačaj u rotacijskoj tehnici bacanja kugle. Vodeći računa o velikom broju faktora koji utječu na efikasnost tehnike, na osnovi ovog istraživanja ne može se biti sigurno je li na razliku u rezultatu utječe brzina opružanja donjih ekstremiteta. Ovakva razmišljanja potiču na pitanje koliki je utjecaj pojedinih varijabli kinematičke diferencijacije (kutne brzine i ubrzanja među segmentima sustava) na efikasnost tehnike bacanja kugle. Tako su rezultati ovog istraživanja, otvorivši niz novih pitanja na koja treba odgovoriti, otvorila nove hipoteze, pa su svakako osnova za naredna istraživanja koja treba provesti.

6. LITERATURA

1. Bartonietz, K. (1994.) Rotational shot put technique: Biomechanical findings and recommendations for training. *Track and Field Quarterly Review* 93 (3), 18-19.
2. Lanka, J. (2000) Shot putting In *Biomechanics in sport* (izdao V. M. Zatsiorsky), str. 435-457. International Olympic Committee.
3. Milanović, D., Hofman E., Puhanić V., Šnajder V., (1986.) *Atletika-znanstvene osnove*. Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
4. Milanović, D. (1976.) Relacije između manifestnih i latentnih dimenzija dizanja utega i rezultata u bacanju kugle, diska i koplja. *Kineziologija*, 6, 1-2, 193-204.
5. Young M.A. (2003.) Critical Factors in The Shot Put. *Track coach*, 5299-5305.
6. Zatsiorsky, V.M., Lanka, J.J.; Shalmanov, A.A. (1981.) Biomechanical analysis of shot putting technique. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 9, 353-389.