

*Dražen Harasin
Dragan Milanović
Ivan Milinović*

Prethodno znanstveno priopćenje

RAZLIKE U VRŠNOJ BRZINI KUGLE U OKRETU IZMEĐU BOLJIH I LOŠIJH BACAČA KUGLE

1. UVOD

Najvažniji faktor koji u bacanju kugle utječe na duljinu hica je početna brzina kugle. Početna brzina kugle rezultat je brzine koju kugla zadobije u inicijalnom ubrzanju tijekom okreta i brzine koju zadobije u finalnom ubrzanju tijekom faze izbačaja. Treneri i znanstvenici se slažu da je aktivnost bacača u fazi finalnog naprežanja (izbačaja) najvažnija za početnu brzinu kugle. Brzina kugle postignuta u toj fazi tehnike bacanja kugle čini 85 - 90% početne brzine kugle, odnosno u skladu s tim, oko 10 - 15% početne brzine kugle rezultat je inicijalnog ubrzanja (izvođenja okreta). Tijekom inicijalne faze dinamičkog stereotipa rotacione tehnike bacanja kugle (okreta) brzina kugle može doseći vrijednost od $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Bacač u fazu maksimalnog naprežanja ne ulazi s ovom brzinom kugle, već ona na početku druge dvopotporne faze iznosi $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, što znači da se oko 60 - 70% inicijalne brzine kugle izgubi. Budući da je početna brzina kugle vektorska suma brzine kugle postignute u okretu (brzina kugle neposredno prije druge dvopotporne faze bacanja) i brzine kugle postignute u izbačaju, za pretpostaviti je da će početna brzina kugle biti veća, ako bacač u fazu izbačaja uđe sa što većom brzinom kugle.

1.1. Problem

Kako postići veću brzinu kugle na početku finalne faze bacanja, budući da je poznato da je pad brzine kugle u bespotpornoj fazi bacanja neminovan? Jedna od mogućnosti, možda je, da se ostvari što veća brzina kugle tijekom okreta, jer tada je veća mogućnost da se i nakon očekivanog pada brzine kugle u bespotpornoj i na početku druge jednopotporne faze kugla na početku druge dvopotporne faze giba većom brzinom. Odnosno, postoji mogućnost (ako je u pitanju relativno opadanje brzine kugle) da će se kugla na početku druge dvopotporne faze gibati većom brzinom i nakon pada brzine, ako joj je bila veća vršna brzina tijekom okreta.

2. CILJ I HIPOTEZA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razliku između vektora aritmetičkih sredina vršnih brzina kugle u okretu lošijih bacača kugle i vektora aritmetičkih sredina vršnih brzina kugle u okretu boljih bacača kugle u pokušajima ostvarenim na međunarodnim natjecanjima. Da bi se odgovorilo na pitanje kako vršna brzina kugle u fazi inicijalnog ubrzanja (okreta) utječe na početnu brzinu kugle, bilo je potrebno testirati hipotezu H_0 : *Nema statistički značajne razlike u vršnoj brzini kugle u okretu boljih bacača kugle i vršnoj brzini kugle u okretu lošijih bacača kugle.*

3. METODE

Varijabla u ovom istraživanju je vršna brzina kugle u okretu 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 subuzorka. Prvi subuzorak, koji čine pokušaji lošijih bacača kugle (preko 16 m, a manji od 17 m), definiran je 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 videozapisa potrebnog za kinematičku analizu obavljena je s dvije digitalne videokamere mini DV, marke Panasonic NV-GS200 brzine 50 slika u sekundi. Nakon obrade videozapisa 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, standardna devijacija, minimum i maksimum. Prikupljeni podaci su obrađeni programskim paketom «Statistica». Varijable uključene u analizu opisane su korištenjem modula «Descriptive statistics». Statističke značajnosti razlika između vektora aritmetičkih sredina vršnih brzina kugle u okretu lošijih bacača i vektora aritmetičkih sredina vršnih brzina kugle u okretu boljih bacača određeni su pomoću modula «t-test for independent samples». Razina statističke značajnosti postavljena je na razinu $p < 0,05$.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Prije nego što se pristupilo utvrđivanju razlika definiranih ciljeva ovog istraživačkog rada određeni su deskriptivni statistički parametri originalnih vrijednosti vršne brzine kugle u rotacijskoj tehnici bacanja kugle boljih i lošijih bacača kugle. Ti su parametri za skupinu lošijih bacača (skupina jedan) i za skupinu boljih bacača kugle (skupina dva) prikazani u Tablici 1.

Tablica 1. Deskriptivni statistički pokazatelji varijabli (AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, mini. – minimalna vrijednost, maks. – maksimalna vrijednost)

	AS	SD	mini.	maks.
Grupa 1	3,286000	0,263025	2,91	3,66
Grupa 2	2,401000	0,431598	1,82	3,28

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da prosječna vrijednost vršne brzine kugle u okretu lošijih bacača iznosi $3,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ i veća je od vrijednosti vršne brzine kugle u okretu boljih bacača koja iznosi $2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Već iz ovih vrijednosti, odnosno iz činjenice da bolji bacači kugle ne nastoje u okretu znatno ubrzati kuglu, mogu se naslutiti odgovori na pitanje o tomu kako vršna brzina kugle u okretu utječe na efikasnost rotacijske tehnike bacanja kugle. Prema dobivenim podacima bolji bacači su u okretu postizali brzinu kugle u rasponu između $1,82 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ i $3,28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, u prosjeku $2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, što je u skladu s rezultatima koji su dobiveni u ranijim istraživanjima i tvrdnjama da je oko 10 - 15% početne brzine kugle rezultat inicijalnog ubrzanja (izvođenja okreta). Pregledom ostalih deskriptivnih statističkih parametara varijable koja je korištena u ovom istraživanju može se vidjeti da su vrijednosti standardne devijacije bacača kugle više razine kvalitete veće od vrijednosti standardne devijacije bacača kugle niže razine kvalitete.

Nakon utvrđivanja deskriptivnih parametara primijenjeni su statistički postupci za utvrđivanje razlika između vektora aritmetičkih sredina vršnih brzina kugle u okretu boljih i lošijih bacača kugle. Ta analiza će dati odgovor na glavnu hipotezu ovog istraživanja o razlikama dva niza kinematičkih vrijednosti u rotacijskoj tehnici bacanja kugle. Rezultati te analize prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Razlike između vektora aritmetičkih sredina vršnih brzina kugle u okretu boljih bacača kugle i vršnih brzina kugle u okretu lošijih bacača kugle u rotacijskoj tehnici bacanja kugle (*t*-test, *df*-stupnjevi slobode i *p*-značajnost razlika)

	t	df	p
v_kugla	5,537105	18	0,000029

Analizirani su uzorci boljih i lošijih vrhunskih bacača kugle, a na osnovi razlika među dobivenim aritmetičkim sredinama uzoraka izračunata je *t*-vrijednost koja iznosi 5,537105. *T*-vrijednost te veličine, uz 18 stupnjeva slobode, definitivno ukazuje na statistički značajnu razliku aritmetičkih sredina uzoraka tj., drugim riječima, potvrđuje da uzorci proizlaze iz dvije, prema proučavanom svojstvu, različite populacije. Vjerojatnost da je uočena razlika između vrijednosti vršne

brzine kugle u rotacijskoj tehnici bacanja kugle boljih i lošijih bacača kugle slučajna je zanemariva. Nulta hipoteza da *nema statistički značajne razlike u vršnoj brzini kugle u okretu boljih bacača kugle i vršnoj brzini kugle u okretu lošijih bacača kugle* može se odbaciti. Ako razlika nije slučajna, a s gotovo sto postotnom sigurnošću može se kazati da nije, na diferenciranje među populacijama morali su utjecati određeni faktori. Ova razlika u prvom redu govori o tome da bolji bacači kugle ne nastoje ubrzati kuglu na početku izvođenja okreta, a s tim potvrđuje i činjenicu da iako bi veća brzina kugle (eventualno) na početku faze finalnog ubrzanja mogla povoljno utjecati na početnu brzinu kugle, ne znači da ju treba ubrzavati odmah na početku okreta.

Glavno je pitanje koji su faktori utjecali da bolji bacači ne nastoje na početku okreta predati kugli veću brzinu. Razlozi za to sigurno su uvjetovani biomehaničkim čimbenicima. Jedan od faktora koji je utjecao na to vjerojatno je i utjecaj preraspodjele količine gibanja sustava bacač-kugla u finalnoj fazi rotacijske tehnike bacanja kugle. Ako bi se promatrala samo razlika između vršne brzine kugle u okretu, a kad bi se zanemarile razlike u brzini cijelog sustava i utjecaj ove kinematičke veličine na početnu brzinu kugle, ne bi se moglo biti potpuno sigurno u razloge ovog nastojanja (ne ubrzavati kuglu intenzivno na početku tehnike) boljih bacača kugle. Dapače, upravo u ovom “nenastojanju” bi se mogao kriti razlog za efikasnije ubrzanje cijelog sustava i bolje pretpostavke za preraspodjelu količine gibanja u finalnoj fazi tehnike. Dakle, vjerojatno nije u pitanju samo brzina kugle koje se postiže u fazi inicijalne akceleracije (odnosno relacija ove veličine s početnom brzinom kugle), nego brzina cijelog sustava, čime se stvaraju pretpostavke za preraspodjelu većeg momenta gibanja cijelog sustava na trup i na koncu na rameni pojas i ruku koja potiskuje kuglu u fazi finalnog naprežanja. To se ne može dokazati s ovim istraživanjem, pa se o ovoj mogućnosti raspravlja isključivo hipotetski. Za točno odgovoriti na ovo pitanje potrebno je provesti drugo istraživanje, koje bi u obzir uzelo i druge kinematičke parametre, i na osnovi njega o tomu raspraviti, jer možda promjene među nekima od drugih faktora, bez obzira na nižu vrijednost vršne brzine kugle u okretu pozitivno utječu na početnu brzinu kugle.

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 dinamici gibanja sprave 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. Statistički značajna razlika između vrijednosti vršne brzine kugle u okretu kod boljih i lošijih bacača kugle u rotacijskoj tehnici

bacanja kugle dokaz je da se u finalnu fazu bacanja kugle ne ulazi s velikom brzinom kugle tako da se kugla nastoji ubrzati na početku okreta. Ovo istraživanje pomoglo je definiranju racionalnijeg obrasca kretanja bacača u fazi inicijalne akceleracije bacanja kugle i na taj način omogućilo trenerima da znaju na koji način treba izvoditi okret u rotacijskoj tehnici bacanja kugle. Vodeći računa o velikom broju faktora koji utječu na efikasnost tehnike, na osnovi ovog istraživanja ne možemo biti sigurni da li na ovakvu dinamiku gibanja kugle utječe brzina gibanja sustava. Razmišljanja o ovakvoj tendenciji rezultata potiču na pitanje koliki je utjecaj pojedinih varijabli dinamike brzine sustava i sprave 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. Gemer G.V., (1990): Overview of the Shot Put technique, *New Studies in Athletics*, 5 (1) 31-34.
3. Lanka, J. (2000). Shot putting In *Biomechanics in sport* (izdao V. M. Zatsiorsky), str. 435-457. International Olympic Committee.
4. Milanović, D., Hofman, E., Puhanić, V., Šnajder, V. (1986.) *Atletika-znanstvene osnove*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
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.