

# ANALIZA DINAMIKE STARTNE AKCIJE U VRHUNSKIH SPRIINTERA

Milan Čoh, Aleš Dolenc

Fakulteta za šport Univerze v Ljubljani, Slovenija

Izvorni znanstveni članak

UDK 796 42:796 03

Primijeno 15 11 1996

Prihvaćeno 15 12 1996

## Sažetak

Cilj analize bio je utvrditi najvažnije parametre startne akcije i njihovu korelaciju sa startnim ubrzanjem. Ispitivani uzorak obuhvatio je 8 muškaraca i 6 žena sprintera slovenske nacionalne selekcije. Za kriterijski test korišten je sprint od 30 m iz niskoga starta. Parametri startne akcije mjereni su specijalnim elektronskim startnim blokovima, a parametri startnog ubrzanja sustavom fotočelija koje su bile postavljene na 5, 10, 15, 20, 25 i 30 m. Analizom je obuhvaćeno 16 varijabli startne akcije i 6 varijabli startnog ubrzanja. Primijenjena je metoda korelacijske analize na razini vjerojatnosti pogreške od 5% kako bi se ustanovila povezanost između startne akcije i startnog ubrzanja.

Ustanovljeno je da su se muškarci i žene sprinteri najviše razlikovali u veličini horizontalne sile i impulsa sile pritiska na startne blokove, dok su se najmanje razlikovali u vremenima reakcije.

Rezultati korelacijske analize pokazuju da je kod muških sprintera startno ubrzanje ponajprije povezano s vremenom startne reakcije ( $R = 0,83$  s), maksimalnom silom pritiska na prednji startni blok ( $R = 0,78$  N) i gradijentom sile na prednji startni blok ( $R = 0,60$  N/s). Kod ženskih sprintera učinkovitost startnog ubrzanja ovisi o vremenu latentne reakcije ( $R = 0,63$  s), vremenu startne reakcije ( $R = 0,92$  s), maksimalnoj sili pritiska na stražnji startni blok ( $R = 0,66$  N) i impulsu sile odriva od stražnjega startnog bloka ( $R = 0,74$  N/s). Dijagrami startnog ubrzanja pokazuju da muški sprinteri izvođe odraz sa startnih blokova na ekscentrično-koncentričan način, a žene sprinteri na koncentričan način.

Dobiveni rezultati važni su za optimalizaciju startne tehnike i startne brzine. Istodobno nam omogućavaju bolje planiranje i kontrolu procesa treniranja tehnike kod sprintera.

**Ključne riječi** sprint, biomehanika, analiza dinamike, vrhunski sprinteri

## Abstract

### STARTING ACTION DYNAMICS ANALYSIS IN TOP SPRIINTERA

The objective of the analysis has been to establish some most important parameters of the starting action and their correlation with the starting acceleration. The sample of the tested subjects comprised 8 male sprinters and 6 female sprinters of the national team of Slovenia. The criterion test was a 30m sprint from the crouch start. The parameters of the starting action were measured by special electronic starting blocks, and the parameters of the starting acceleration by a system of photocells, placed at spacings of 5-10-15-20-30 metres. In the analysis, 16 variables of the starting action and 6 variables of the starting acceleration were considered. In order to establish the association between the starting action and starting acceleration, the method of correlation analysis at an error probability level of 5% was adopted.

The largest differences between male and female sprinters were established in the magnitude of the horizontal force and the force impulse exerted on the starting blocks, while the smallest differences could be seen in the reaction times.

The results of the correlation analysis show that the starting acceleration in male sprinters is primarily correlated with the starting reaction time ( $R = 0,83$ ), the maximal pressure exerted on the front starting block ( $R = 0,78$ ), and the force gradient on the front starting block ( $R = 0,60$ ). However, in female sprinters, the efficiency of the starting acceleration depends on the latent reaction time ( $R = 0,63$ ), the starting reaction time ( $R = 0,92$ ), the maximal pressure exerted on the rear starting block ( $R = 0,66$ ), and the impulse of the push-off force exerted on the rear starting block ( $R = 0,74$ ). The diagrams of the starting acceleration show that male sprinters perform the push-off from the starting blocks in an eccentric-concentric manner, while female sprinters carry it out in a concentric manner.

The results obtained are important for the optimisation of the starting technique and starting speed. At the same time they also enable a better control and planning of the process of the technical training of sprinters.

**Keywords** sprint, biomechanics, dynamics analysis, top sprinters

## Uvod

Rezultati u sprintu ovise o brojnim motoričkim, bioenergetskim, morfološkim i biomehaničkim parametrima. Dinamiku sprinterske brzine tvore 4 faze: start, startno ubrzanje, maksimalna brzina trčanja i finiš. Ključni čimbenici uspješnosti u sprintu jesu start i startno ubrzanje koji, prema rezultatima istraživanja nekih autora (Korchemny, 1992; Delecluse, Coppenolle, 1992; Vittori, 1996), u konačnom rezultatu sprinta na 100 m sudjeluju s 50-65%. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi dinamičke parametre starta i njihovu korelaciju s parametrima startnog ubrzanja u vrhunskih sprintera, muškaraca i žena.

## Metode

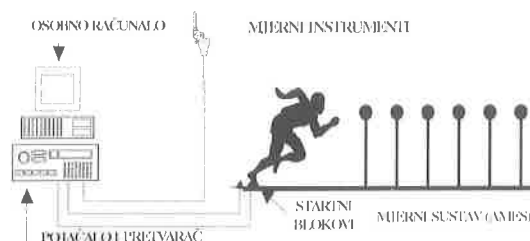
Ispitivani uzorak uključivao je 6 žena i 8 muškaraca sprintera slovenske atletske reprezentacije. Parametri starta bili su određeni s pomoću specijalnih elektronskih startnih blokova (MMIP) (slika 1), koje su razvili stručnjaci u Laboratoriji za biomehaniku pri Fakulteti za šport u Ljubljani, a u suradnji s Katedrom za preoblikovanje materijala Fakultete prirodnih znanosti i tehnologije u Ljubljani. Parametri startnog ubrzanja određeni su s pomoću fotoćelija (AMES) koje su bile postavljene na pojedinim odsječcima razdaljine 5, 10, 15, 20, 25 i 30 m.

### Parametri starta:

- LRC - vrijeme latentne reakcije (interval od pucnja startnoga pištolja do motoričke reakcije)
- MRC - vrijeme motoričke reakcije (od početka motoričke reakcije do napuštanja startnih blokova)
- SRC - vrijeme startne reakcije (interval od pucnja startnoga pištolja do napuštanja startnih blokova)
- MSP - maksimalna sila pritiska (vrh krivulje razvoja sile na prednjem, odnosno stražnjem startnom bloku)
- TMP - točka maksimalnoga pritiska (vrijeme potrebno sprinteru da razvije maksimalnu silu na startnom bloku)
- ISP - impuls sile odraza (razvoj sile u jedinici vremena)
- MGS - maskimalni gradijent sile (strmina rasta sile u jedinici vremena)
- PBL - udaljenost startnog bloka od startne linije

### Parametri startnog ubrzanja:

Točke mjerenja vremena startnog ubrzanja na 5, 10, 15, 20, 25 i 30 m.



Slika 1: Mjerni instrumenti za start i startno ubrzanje.

## Rezultati

Na temelju dinamičkih parametara starta (slike 2 i 3) te podataka iznesenih u tablici 1, moglo se utvrditi sljedeće:

- Dinamički parametri starta pokazuju da nema značajnih razlika između muškaraca i žena sprintera glede vremena latentne reakcije. Muškarci sprinteri napuštaju prednji startni blok u prosjeku 0,02 sekunde brže od žena i u prvih 5 metara nakon starta razvijaju brzinu koja je 0,24 m/s veća.
- Najuočljivija razlika javlja se u maksimalnoj sili pritiska na startne blokove. Prosječna sila kojom muški sprinteri djeluju na prednji startni blok iznosi 779 N, a u žena ona iznosi 587N. Vrhunski sprinteri razvijaju silu od 1000 N i više (Delecluse, 1992).
- Muški sprinteri razvijaju jednolikiju silu na startne blokove. Razlika između prednjega i stražnjega startnog bloka iznosi samo 48 N. U ženskih sprintera ta razlika sila iznosi 62 N.
- Prosječan impuls sile na prvi startni blok iznosi 168 N/s u muškaraca sprintera, dok je u žena samo 117 N/s. Ta je razlika posljedica različitih mogućnosti aktiviranja snage u jedinici vremena.
- Korelacijska analiza jasno pokazuje da je kod žena sprintera vrijeme latentne reakcije važan čimbenik starta i startnog ubrzanja, dok je kod muških sprintera važno vrijeme motoričke reakcije.
- U prvih je 10 metara korelacija između vremena startne reakcije i startnog ubrzanja vrlo visoka, posebice kod žena sprintera.
- Kod žena sprintera važnije je vrijeme startne reakcije stražnje noge, a kod muškaraca prednje.

- Kod žena sprintera startno je ubrzanje povezano s maksimalnom silom pritiska na stražnji startni blok, a kod muškaraca odlučujući je pritisak na prednji startni blok.
- Parametri starta pokazuju kako žene sprinteri odziv sa startnih blokova izvode koncentrično, a muškarci sprinteri ekscentrično-koncentrično. S gledišta učinkovitosti ovo potonje je povoljnije zbog činjenice da uključuje korištenje elastične energije mišića.
- Muškarci sprinteri koji su postigli maksimalnu startnu brzinu od 3,87 m/s u prvih pet metara, također su djelovali najvećom silom na prednji startni blok (1038 N).
- Uspješniji sprinteri se od manje uspješnih ne razlikuju samo prema veličini razvijene sile, nego i prema vremenu koje im je potrebno za razvoj sile (TMP).
- Vremena potrebna za razvijanje maksimalne sile na prednjem i stražnjem startnom bloku visoko su korelirana, posebice kod startnog ubrzanja u prvih 5 metara.
- Unutar skupina muškaraca i žena sprintera postoje velike razlike u gradijentima sile na startnim blokovima.

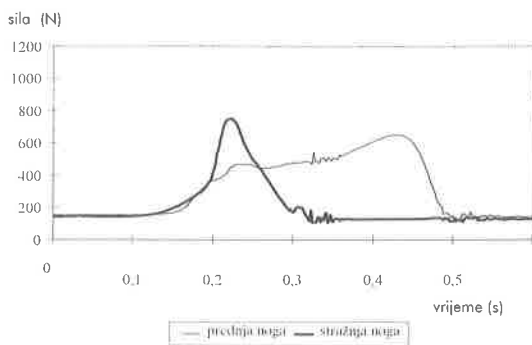
Bolji muški i ženski sprinteri imaju veći gradijent sile na prednjem startnom bloku. Taj parametar značajno je povezan sa startnim ubrzanjem kod atletičarki u prvih 5 metara, dok je kod atletičara najveća korelacija sa startnim ubrzanjem između 10 i 30 metara.

- Položaj startnih blokova (udaljenost od prvoga startnog bloka do startne crte i udaljenost između startnih blokova) ne utječe izravno na razvoj startne brzine. Mogli smo samo utvrditi kako startni blokovi koji su postavljeni na većoj udaljenosti omogućavaju kraće startno vrijeme reakcije kod muškaraca sprintera i veću maksimalnu silu na stražnjem startnom bloku kod žena sprintera. Premda dosadašnja istraživanja (Korchemny, 1992; Vittori, 1996) pokazuju da veća udaljenost između startnih blokova i startne crte omogućava učinkovitiji odraz i racionalniji odzivni kut kod napuštanja startnih blokova ( $42^{\circ}$ - $56^{\circ}$  stupnjeva), te prema tome bolji prijelaz u startno ubrzanje, tu činjenicu u naših atletičara i atletičarki nismo mogli potvrditi.

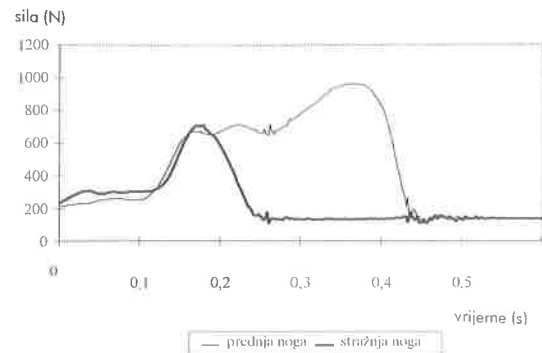
Tablica 1: Parametri starta i startnog ubrzanja kod žena (n=6) i muškaraca (n=8) sprintera

V	E	$\bar{X}$	muškarci					žene					
			r					r					
			5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	$\bar{X}$	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m
LRCR	s	0,12	0,30	0,02	0,19	0,16	0,18	0,12	0,54	0,62	0,63	0,62	0,55
LRCF	s	0,13	0,17	0,14	0,17	0,14	0,14	0,13	0,33	0,41	0,41	0,40	0,34
MRCR	s	0,17	0,49	0,44	0,52	0,33	0,37	0,19	0,33	0,36	0,37	0,37	0,29
MRCF	s	0,35	0,34	0,41	0,70*	0,63	0,67*	0,37	0,30	0,32	0,29	0,27	0,31
SRCR	s	0,29	0,68*	0,69*	0,39	0,22	0,24	0,32	0,77*	0,92**	0,90**	0,87**	0,86**
SRCF	s	0,48	0,53	0,83**	0,65*	0,59	0,64*	0,50	0,73*	0,83*	0,80*	0,77*	0,75*
TMPR	s	0,21	0,70*	0,55	0,47	0,31	0,35	0,21	0,33	0,37	0,38	0,41	0,32
TMPF	s	0,41	0,65*	0,59	0,57	0,50	0,55	0,43	0,55	0,52	0,52	0,51	0,45
MSPR	N	731	0,12	0,25	0,34	0,37	0,43	525	0,18	0,26	0,29	0,38	0,35
MSPF	N	779	0,28	0,65*	0,78**	0,74*	0,74*	587	0,18	0,26	0,29	0,38	0,35
ISPR	Ns	59	-0,22	-0,21	-0,32	-0,41	-0,45	52	-0,68	-0,71*	-0,74*	-0,73*	-0,69
ISPF	Ns	168	-0,23	-0,41	-0,54	-0,48	-0,48	117	0,22	0,11	0,12	0,08	0,01
MGSR	N/s	1732	-0,19	-0,15	-0,19	-0,18	-0,28	1506	-0,20	-0,36	-0,35	-0,36	-0,45
MGSF	N/s	993	-0,28	-0,44	-0,60	-0,53	-0,55	985	-0,50	-0,35	-0,43	-0,52	-0,48
PBLF	cm	53	0,00	0,05	0,02	0,11	0,00	49	0,56	0,30	0,36	0,37	0,27
PBLR	cm	82	0,05	0,23	0,26	0,42	0,32	71	0,24	0,01	0,01	0,02	0,02

Legenda: V - varijabla, E - jedinica mjerenja;  $\bar{X}$  - aritmetička sredina, r - korelacija; R - stražnji startni blok, F - prednji startni blok. \*p, \*\*p



Slika 2: Dijagram sile na startne blokove - žene sprinteri



Slika 3: Dijagram sile na startne blokove - muškarci sprinteri

## Zaključak

Mjerni instrumentarij nam omogućava utvrditi neke ključne parametre sprinterske brzine, posebice one koji su povezani sa startom i startnim ubrzanjem. Na temelju tako

dobivenih podataka moguće je optimalizirati start s obzirom na motoričke sposobnosti i osobine atletičara. Neizravno nam rezultati mogu pomoći u boljem planiranju i kontroli treninga sprintera.

## Literatura

1. Delecluse, C. i H. Coppenolle (1992). A mode for the scientific preparation of high level sprinter. *New Studies in Athletics*, 4:57-64.
2. Korchemny, R. (1992). A new concept for sprint start and acceleration training. *New Studies in Athletics*, 4: 65-72.
3. Sanderson, K. (1991). Development of apparatuses to provide immediate accurate feedback to sprinters in the normal training environment. *New Studies in Athletics*, 2:33-41.
4. Vittoro, C. (1996). Sprint training in Europe - The Italian experience. *Proceedings of the Congress of the European Athletics Coaches Association*, Roma