

UDK: 796.422.012.13-055.2(047.31)

Veselin Jovović*Fakultet za sport i fizičko vaspitanje, Nikšić*

KINEMATIČKA ANALIZA I ŠEMATSKI PRIKAZ KRIVULJE BRZINE PRODUŽENOG SPRINTA STARIJIH JUNIORKI

UVOD

Trčanje na 400 m spada u najteže atletske discipline sprinterskog karaktera, koje zahtijeva od trkača odličnu fizičku spremnost, visoku tehniku trčanja na stazi i odgovarajući nivo razvoja motornih kvaliteta: brzine, snage i brzinske izdržljivosti (Homenkov, 1977). Ogroman zamor koji se javlja u toku trke posljedica je velike energetske potrošnje, pa se taktika trke bazira na umjeću da se čitava staza pretrči tako da se na njenim pojedinim dionicama postižu rezultati bliski najboljim. Iz navedenih razloga ne postoji sprinter/ka koji distancu od 400 m može pretrčati maksimalnom brzinom. Nedovoljna brzina trčanja na prvoj polovini staze omogućava sportisti da dobro trči u finišu, ali mu smeta da postigne najbolji rezultat, dok veoma velika brzina u početku, ne omogućava održavanje neophodne brzine u drugoj polovini staze. Analize trčanja su pokazale da većina najboljih svjetskih atletičara/ki na prvoj polovini staze postižu za 1,5-2 sekunde bolje vrijeme, u odnosu sa drugih 200 m. To su trkači/ce tzv. «sprinterskoga tipa». Ipak, ima i onih atletičara/ki koji postižu nešto bolje vrijeme u drugom dijelu staze, što govori o visokom nivou brzinske izdržljivosti dotičnih sprintera/ki (Gagua, 2001; Šesterova i Šuteeva, 2005).

Startno ubrzanje ili brzina akceleracije je prva faza efektivnog trčanja. Prosječno vrijeme reakcije umnogome zavisi od kvaliteta trkača i kod vrhunskih atletičara ono iznosi oko 220 ms (na 100 m 164 ms, a 200 m 186 ms). Startno ubrzanje traje 20-25 koraka (na 100 i 200 m 10-15 koraka), kada se dostiže oko 95% maksimalne brzine i dužina koraka se stabilizuje (Oreščuk, 1999). Start i prvi koraci su za sprintera naročito važni i tu je neophodna velika koncentracija pažnje, koordinacija pokreta i odgovarajuća snaga i brzina. Na kvalitet startnog ubrzanja bitno utiče dužina i način obavljanja prvog i sljedećih koraka poslije starta. Porast brzine ostvaruje se svakim novim korakom jer se sila svakog novog odraza dodaje već postojećoj inerciji kretanja tijela. Ako je vrijeme od starta do postizanja maksimalne brzine kraće start sprintera se smatra uspješnijim (Gagua, 2001; Jovović, 2005).

U vrijeme kada su muskarci trčali iznad 47 s i žene iznad 54 s ova disciplina se smatrala trkom na srednje staze. Međutim, vrhunski atletičari/ke koje trče punom snagom čitav krug pretvorili su trku na 400 m u kontinuirano trčanje bez predaha, duž cijele distance. Zato je danas karakteristična pojava da vrhunske sprinterke ovu stazu pretrčavaju brže od 50 s. Naglo poboljšanje rezultata u trčanju na 400 m objašnjava se u prvom redu korjenitim revidiranjem metodike treninga. Shodno tome sve su aktuelniji problemi selekcije, kao i specifične fizičke pripreme i stvaranje sopstvenog modela taktike trčanja na 400 m.

Analizom dinamike brzine trčanja dobija se vrlo važna metodička informacija za dalju tehničko-taktičku pripremu mladih sprintera/ki. Krivulja brzine nam omogućava da se otkriju postojeće greške u pojedinim fazama trčanja, kao i metodički propusti pri obuci i usavršavanju ove discipline. To mogu biti dragocjene informacije na osnovu kojih se u velikom dijelu može koncipirati fizička i trenažno-taktička priprema 400-metrašica.

MATERIJAL I METODE

Na osnovu kinematičke analize ustanovili smo krivulju brzine, u trčanju na 400 m, za 4 atletičarke i to: Kolet Beson (Francuska), sa trkom kojom je osvojila prvo mjesto na Olimpijskim igrama u Meksiku 1968. godine, i trkama tri članice AK «Jedinstvo» iz Bijelog Polja, odnosno juniorske reprezentativke Crne Gore: Jovane Kljajević, Marije Vuković i Dijane Rakočević.

Krivulja brzine dobijena je mjerenjem prolaznih vremena na svakih 50 m, do cilja trke. Pored konačnog rezultata utvrđena su vremena za svaku dionicu trke i prosječna brzina kretanja (v), koja se može predstaviti kao put (s) koji se pređe u jedinici vremena (t). Izračunavanjem pojedinih parametara utvrđeni su osnovni kinematički elementi: brzina kretanja, pređeni put i proteklo vrijeme, kako po dionicama tako i za čitavu stazu, na osnovu čega je dobijen dijagram brzine navedenih atletičarki.

REZULTAT I DISKUSIJA

Konačni kriterijum tehničke efikasnosti trčanja na 400 m je postignuti rezultat. I pored težnje da se trči maksimalnom snagom, brzina trčanja značajno varira na pojedinim djelovima staze. Kinematička analiza rezultata pokazuje da kod sve četiri sprinterke prvih 50 m protiče u ubrzanju, pa njihove krivulje brzine linearno rastu (Tabela 1, Grafik 1). Nakon pretrčanih 50 m, prelaze svoju prosječnu brzinu i krivulja raste ka maksimalnoj veličini, što ukazuje na pojedinačne kvalitete sprinterki. Može se primijetiti da je kod sve četiri sprinterke postignuta brzina veća u prvih 200 metara, i to sa razlikom od 1,77-3,4 sec. To se posebno odnosi na olimpijsku šampionku Kolet Beson (Ž1) čiji rezultat iznosi $t = 52.0$ sec i brzina trčanja od 7.69 m/s. Ona je prvih 200 m pretrčala za 24.3 sec a drugih 200 m za 27,7 sec, što je slabije za čak 3.4 sec. Takav način trčanja uslovalo je značajan pad krivulje brzine u drugom dijelu staze. Ovdje se može govoriti o tipičnoj atletičarki «sprinterskoga tipa», jer da je i drugih 200 m pretrčala u istom vremenu, to bi i danas bio jedan od šest najboljih svjetskih rezultata. Jovana Kljajević (Ž2) je sa rezultatom $t = 56.79$ sec i brzinom trčanja od 7.04 m/s, prvih 200 m pretrčala za 27,45 sec a drugih 200 m za 29,34 sec, što je slabije za 1.89 sec. Marija Vuković (Ž3) je sa rezultatom $t = 57.17$ sec i brzinom trčanja od 6.99 m/s, prvih 200 m pretrčala za 27,67 sec, a drugih 200 m za 29,5 sec, što je slabije za 1.83 sec. Dijana Rakočević (Ž4) je sa rezultatom $t = 57.43$ sec i brzinom trčanja od 6.96 m/s, prvih 200 m pretrčala za 27,83 sec, a drugih 200 m za 29,6 sec, što je slabije za 1.77 sec, pa je i kod ove sprinterke krivulja brzine značajno pala u drugom dijelu staze i to posebno u finišu. Ipak, naše junorke (Ž2, Ž3 i Ž4) pokazale su dosta slične

krivulje brzine, tj. skoro su ravnomjerno trčale, a time ispoljile i vrlo slične brzinske kvalitete.

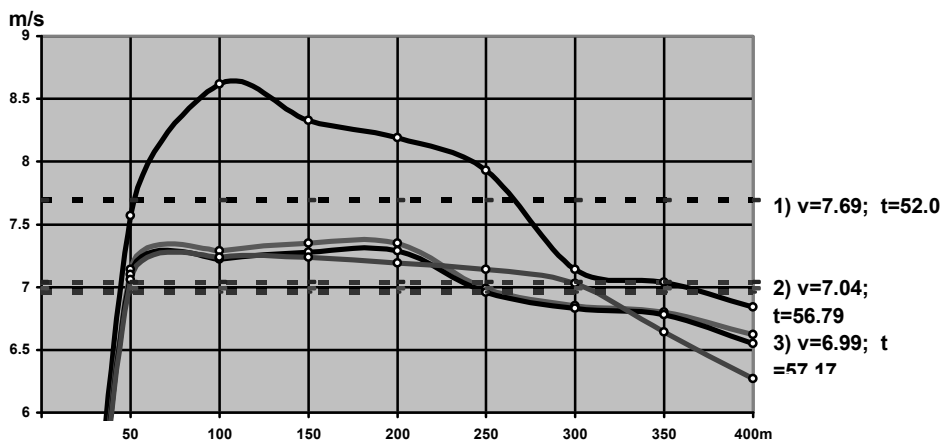
Tabela 1. Kinematički pokazatelji brzine sprinterki u trčanju na 400 m

Para- metri	Ispit- anice	D i o n i c e							
		50	100	150	200	250	300	350	400
t ukupno	Ž1	6.4	12.2	18.2	24.3	30.6	37.6	44.7	52.0
	Ž2	7.0	13.85	20.65	27.45	34.6	41.89	49.24	56.79
	Ž3	7.04	13.96	20.82	27.67	34.85	42.17	49.54	57.17
	Ž4	7.08	13.98	20.88	27.83	34.83	41.94	49.46	57.43
t dionice s/v	Ž1	6.6	5.8	6.0	6.1	6.3	7.0	7.1	7.3
	Ž2	7.0	6.85	6.8	6.8	7.15	7.29	7.35	7.55
	Ž3	7.04	6.92	6.86	6.85	7.18	7.32	7.37	7.63
	Ž4	7.08	6.9	6.9	6.95	7.0	7.11	7.53	7.97
v m/s	Ž1	7.57	8.62	8.33	8.19	7.93	7.14	7.04	6.84
	Ž2	7.14	7.29	7.35	7.35	6.99	6.85	6.8	6.62
	Ž3	7.1	7.22	7.28	7.29	6.96	6.83	6.78	6.55
	Ž4	7.06	7.24	7.24	7.19	7.14	7.03	6.64	6.27

Kod sve četiri atletičarke maksimalna brzina trčanja postiže se između 50 i 100 m, ali njena veličina tijesno je vezana za kvalitet sprinterki. Njen motorički ekvivalent je brzinska snaga sportiste, što odgovara relaciji sila-brzina mišića. Ona u velikoj mjeri zavisi od brzine pojedinačnog pokreta, maksimalne snage i frekvencije pokreta. Jasna granica između startnog ubrzanja i trčanja na stazi ne postoji. Startno ubrzanje smatra se završenim kad sportista postigne 92-95% brzine. Što se ranije to postigne, kvalitetnije je startno ubrzanje, što se vidi iz dijagrama krivulja brzine.

Od 100-200 metara (na pravom dijelu staze) postignuta brzina se uz manje oscilacije održava kod Ž2, Ž3 i Ž4, dok kod Ž1 poslije 100 m krivulja brzine počinje naglo da pada, posebno u dijelu staze između 250 i 300 metra, zatim se narednih 50 metara stabilizuje, da bi u finišu ponovo linearno opadala. Kod Ž2 i Ž3 primjećujemo da brzina raste sve do 200 m nakon čega nastupa njen lagani pad do 250 m. Na dionici od 250 do 350 m obje ove mlade sprinterke usporavaju pad krivulje brzine, da bi nakon toga tj. u posljednjih 50 m slijedio nagli pad brzine trčanja. Krivulje brzine kod ove dvije sprinterke se skoro poklapaju, što potvrđuju njihove prosječne brzine po dionicama, prolazna vremena, kao i krajnji rezultat. Kod Ž4, kao i kod prve dvije juniorke, maksimalna brzina postignuta je u prvih 100 m. Nakon toga trčanje se odvijalo približno konstantnom brzinom na većem dijelu staze, tj. do pretrčanih 300 metara, nakon čega slijedi njen nagli pad u narednih 100 m do cilja.

Grafikon 1. Krivulje brzine sprinterki u trčanju na 400 m



Na grafikonu je uočljivo da se, za razliku od K. Beson kod koje je maksimalna brzina trčanja vrlo kratko trajala, (oko 40 m) kod sve tri naše mlade sprinterke ona se održavala od 150 m (kod Ž2 i Ž3) do čak 250 metara kod Ž4. Ovdje se misli na onu dionicu na kojoj se trči maksimalno brzo ili do 2% nižom brzinom. Ona zavisi od kvaliteta sprintera i zasniva se na motoričkim sposobnostima: frekvenciji pokreta, eksplozivnoj snazi (gradijentu sile odraza) i brzinskoj izdržljivosti, što pokazuju krivulje brzine. U ovoj fazi dolazi do punog izražaja optimalna tehnika trčanja, odnosno koordinacija pokreta. Ona u manjoj mjeri zavisi od forme trčanja (neophodan je što oštrij ugao odraznog impulsa u sagitalnoj ravni i što manje amplitude oscilacija u frontalnoj ravni). Mnogo važniji faktor je mišićna sinergija, tj. vremenska raspodjela kontrakcija recipročnih mišićnih grupa donjih ekstremiteta (što kraći odraz i što brže opuštanje ekstenzora u fazi leta), usklađeniji ritam gornjih ekstremiteta, kao i disanje koje je prirodnije nego u trčanju na 100 i 200 m.

Sa aspekta ostvarivanja što boljeg rezultata posebnu važnost ima faza finiša. Ovdje se radi o specifičnim energetskim procesima tokom produžene motoričke aktivnosti koja zahtijeva visoke sposobnosti brzinske izdržljivosti, u čijoj osnovi se nalazi efikasnost energetskih procesa anaerobnog laktatnog tipa. Ova sposobnost fiziološki zavisi od kapaciteta anaerobnih energetskih potencijala, a motorički je uslovljena kvalitetom mišićne sinergije kao i od maksimalne brzine trčanja, što pokazuju i krivulje brzine našeg uzorka ispitanica. Zapravo, pokazalo se da kod sve četiri atletičarke brzina trčanja u finišu opada. Kod Ž₁ brzina trčanja počinje da opada već nakon pretrčanih 100 m (sa ulaskom u pravi dio staze), a posebno nakon 200 m (sa ulaskom u drugu krivinu). Manja brzina trčanja u finišu dijelom je uslovljena i smanjenjem frekvencije koraka i povećanjem njihove dužine. Naime, kod faze prednjeg podupiranja, sila reakcije podloge djeluje u težište tijela trkača u vertikalnom pravcu sa smjerom naviše i horizontalnom pravcu sa smjerom unazad. Znači,

povećanjem dužine koraka povećava se horizontalna komponenta koja ima suprotan smjer od smjera trčanja, tako da povećana sila reakcije podloge neposredno djeluje na smanjenje brzine trčanja.

Do sličnih rezultata došle su i Šesterova i Šuteeva (2005), gdje su na osnovu analize promjena brzine kretanja u pretrčavanju 400 m, finalista Olimpijskih igara u Atini, utvrđene osobenosti trčanja u ovoj disciplini. Dijagram brzine je pokazao da na prvom 100-metarskom dijelu staze sprinteri postepeno povećavaju brzinu trčanja, sa težnjom da dostignu svoj maksimum. Takođe, pokazalo se da se maksimalna brzina trčanja kod vrhunskih sprintera održava najviše do 200 m. U drugom dijelu staze, a posebno u zadnjih 100 m, brzina trčanja postepeno je opadala kod svih osam učesnika ove finalne trke na 400 m.

ZAKLJUČAK

Opšte vrijeme pretrčavanja 400-metarske staze zavisi od umijeća sprintera da brzo reaguje na znak startera, kvaliteta startnog ubrzanja, ostvarene brzine pokreta pri trčanju na stazi i brzinske izdržljivosti. Znači, krivulja brzine je direktno zavisna od motoričkih sposobnosti, tehničke umješnosti, morfoloških osobina i stanja specijalne pripremljenosti sprintera. Ubrzanje najviše zavisi od kvaliteta sportiste. Sa povećanjem brzine trčanja mijenjaju se i njegove kinematičke osobine: udeo faze kontakta je sve manji a faze leta sve veći. Nakon starta brzina trčanja se konstantno povećava i svoj maksimum dostiže između 50 i 100 m. Nakon toga dolazi do njene primjetne oscilacije u pojedinim etapama trke. Maksimalna brzina trčanja ostvaruje se u prvom dijelu staze (između 50 i 250 m) i iznosi najviše 150-200 m, što zavisi od kvaliteta trkača. Ona se zasniva na motoričkim sposobnostima sprintera: frekvenciji pokreta, eksplozivnoj snazi i brzinskoj izdržljivosti.

Trčanje na 400 m završava se etapom finiša. Brzina trčanja u finišu opada i uslovljena je kvalitetom brzinske izdržljivosti sportiste, ali i smanjenjem frekvencije koraka i povećanjem njegove dužine. Povećanjem dužine koraka povećava se horizontalna komponenta koja ima suprotan smjer od smjera trčanja, tako da povećana sila reakcije podloge neposredno djeluje na smanjenje brzine trčanja.

Na osnovu analize i karakterističnih oscilacija krivulje brzine mogu se dobiti značajne informacije i otkriti postojeće greške u pojedinim fazama trčanja, kao i metodički propusti pri obuci i usavršavanju sprinterskog trčanja. Svi kvaliteti pojedinca, od kojih zavise rezultati u trčanju na 400 m, podliježu usavršavanju u procesu treninga. Tokom višegodišnjeg treninga moguća su značajna poboljšanja rezultata.

LITERATURA

1. Gagua, E. D. (2001). *Trenirovka sprintera*. Moskva: Olimpija Pres, Tera-Sport.
2. Homenkov, L. S. (1977). *Atletika*. Beograd: NIP «Partizan».
3. Jovović, V. (2006). *Atletika – biomehanika, tehnika i metodika*. Nikšić: Samostalno autorsko izdanje.
4. Jovović, V. (2005). *Biomehanika sporta*. Nikšić: Filozofski fakultet i autor.

5. Jovović, V. (2006). Uticaj kinematičkih i strukturalnih elemenata pri formiranju oblika krivulje brzine kod sprintera u trčanju na 100 metara. «Sport Mont», Podgorica, (10-11) IV: 89-94.
6. Mihajlov, V. V. (1989). Put k fizičeskome soveršenstvu. Moskva: «Fiskultura i sport».
7. Opavski, P. (2005). Relacije između brzine trčanja u krivini i nagiba tela. «Sport Mont», Podgorica (6-7), 13-18.
8. Oreščuk, S. A. (1993). Biomehaničeskije osnovi tehniki bega. Harkov: Učebnoe posebie, Osnova.
9. Tončev, I. (2000). Osnovi biomehanike sa primenom u atletici. Beograd: Viša škola za sportske trenere.
10. Šesterova L. E., Šuteeva T. N. (2005). Osobenosti tehniko-taktičeskoj dejatelnosti begunov na 400 m. Harkovsk: Plan NIR katedri legkoj atletiki, HGAFK.

KINEMATIC ANALYSIS AND SCHEMATIC REPRESENTATION OF EXTENDED SPRINT SPEED CURVES FOR OLDER JUNIOR GIRLS

Schematic representation of extended sprint speed curves was carried out on the basis of analysis of achieved results of four sprinter girls at 400 metres distance. Kinematic analysis was carried out for top three young Montenegrin athletes ,who are the members of AC 'JEDINSTVO' from Bijelo Polje, Their results are currently the best, or among the best results in Montenegro and they are very similar to the results Kolet Beson (France) achieved when she won the Olympic Games in Mexico in 1968. The speed curve is calculated by measuring the starting time on every 50m, from the start of the race to its finish. By calculating certain parametres the fundamental kinematic elements were established. : speed motion, crossed path and time. According to these kinetic elements, the speed diagram for all four sprinters was gained. Characteristic oscilations of the speed curve reveal the basic signs of quality of running and abilities to dispose their strength on the path. Also, this diagram indicates to some methodical oversight and mistakes made during the training and advancement in running technicques. These information are really valuable because they can serve a lot in some future training and preparation of the young sprinters.

Key words: *kinematic analysis, speed curve, extended sprint, junior girls.*