

*Prof. dr Veselin Jovović*  
*Filozofski fakultet, Nikšić*

## **UTICAJ KINEMATIČKIH I STRUKTURALNIH ELEMENATA PRI FORMIRANJU OBLIKA KRIVULJE BRZINE KOD SPRINTERA U TRČANJU NA 100 METARA**

### **1. UVOD**

Trčanje na 100 m je tipična sprinterska disciplina cikličnog karaktera, koja se uglavnom izvodi u sagitalnoj ravni u ventralnom smjeru, pri čemu se tijelo naizmjenično nogama odupire o podlogu. Izvodi se maksimalnom snagom relativno kratkog trajanja. Upravo zato, sprint je uvijek predstavljao klasični kriterij za utvrđivanje brzinskih i eksplozivnih sposobnosti čovjeka.

Studenti fizičke kulture pri polaganju praktičnog ispita iz atletike polažu i trčanje na sto metara. Norma za muškarce je 13 s (srednja brzina je 7,69 m/s) a za žene 16 s (srednja brzina je 6,25 m/s). Utvrđivanjem krivulje brzine trčanja studentima, kao i drugim sportistima, može se dosta pomoći u pripremi ove discipline. Analizom dinamike brzine trčanja dobija se vrlo važna metodička informacija. Naime, njenom analizom mogu se otkriti postojeće greške u pojedinim fazama trčanja, kao i metodički propusti pri obuci i usavršavanju. To mogu biti dragocjene informacije na osnovu kojih se mogu koncipirati treninzi sprintera.

Svi kvaliteti pojedinca od kojih zavise rezultati u sprintu, podliježu usavršavanju u procesu treninga. Tokom višegodišnjeg treninga moguća su značajna poboljšanja rezultata.

Trčanje na kratkim stazama treba posmatrati kao jedinstveno kretanje u kome se izdvajaju četiri faze: položaj trkača na startu (niski start); startno ubrzanje; trčanje na stazi i finiše.

Brzina sprinterskog trčanja najviše zavisi od racionalnosti pokreta, umijeća trčanja bez suvišnog naprežavanja i nivoa brzinske izdržljivosti, odnosno od:

- 1) sposobnosti brze reakcije na znak startera (latentni i motorni period reakcije);
- 2) kvaliteta starnog ubrzanja (brzog postizanja maksimalne brzine);
- 3) održavanja maksimalne moguće brzine trkača na stazi i
- 4) kvaliteta trčanja u finišu.

Osnovne kinematičke veličine od kojih zavisi efikasnost trčanja su frekvencija koraka ( $f$ ) i dužina koraka ( $l$ ), na osnovu čega se izračunava brzina cikličnog kretanja  $v = f \cdot l$ .

Konačni kriterijum tehničke efikasnosti trčanja je postignuti rezultat. I pored težnje trkača da trči maksimalnom snagom, brzina trčanja značajno varira na pojedinim djelovima staze. Svakako, to nije rezultat taktike, jer je ona isključena u sprinterskom trčanju.

## 2. METODOLOGIJA

Mjerenja su izvršena na času atletike, pri provjeri rezultata trčanja na 100 m. Krivulju brzine trčanja ustanovili smo za tri osobe: studenta sa najboljim rezultatom  $M_1$ , studenta sa najslabijim rezultatom ( $M_2$ ) i studentkinju sa najslabijim rezultatom trčanja ( $\check{Z}$ ).

Krivulja brzine dobijena je mjerenjem prolaznih vremena na svakih deset metara do cilja trke. Pored konačnog rezultata utvrđena su vremena za svaku dionicu posebno. Utvrđena je prosječna brzina kretanja ( $v$ ), koja se može predstaviti kao put ( $s$ ) koji se pređe u jedinici vremena ( $t$ ), što se može izraziti jednačinom:  $s = v \cdot t$ , odakle je  $v = s/t$ , odnosno  $t = s/v$ .

Pomoću ovih jednačina 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 za sva tri trkača ponaosob.

## 3. DISKUSIJA REZULTATA

Startno ubrzanje ili brzina akceleracije je prva faza efektivnog trčanja. Ona umnogome zavisi od kvaliteta sportiste, naročito žena, što pokazuju dobijeni rezultati (tabela 1, grafik 1). Već u prvih 20-30 m trkači razvijaju veliku brzinu, blizu prosječne i ka maksimalnoj veličini, tim više što je bolja pripremljenost sprintera. Ukoliko je vrijeme od starta do postizanja maksimalne brzine trčanja kraće, utoliko se start sprintera smatra uspješnijim.

Tabela 1. Kinematički pokazatelji brzine tri trkača različitih sposobnosti u sprintu na 100 m

Parametri	Ispitanici	Dionice									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$t$	$M_1$	1.57	2.80	3.99	5.08	6.12	7.18	8.22	9.28	10.36	11.51
	$M_2$	1.95	3.50	4.87	6.12	7.33	8.54	9.80	11.04	12.33	13.81
	$\check{Z}$	2.48	4.43	6.08	7.51	8.97	10.45	11.95	13.52	15.18	17.25
$t, s/v$	$M_1$	1.57	1.23	1.19	1.09	1.04	1.06	1.04	1.06	1.08	1.15
	$M_2$	1.95	1.55	1.37	1.25	1.21	1.21	1.26	1.24	1.29	1.48
	$\check{Z}$	2.48	1.95	1.65	1.43	1.46	1.48	1.50	1.57	1.66	2.07
$v, m/s$	$M_1$	6.33	8.11	8.35	9.11	9.60	9.42	9.60	9.40	9.25	8.72
	$M_2$	5.11	6.45	7.25	8.0	8.25	8.20	7.90	8.05	7.70	6.72
	$\check{Z}$	4.02	5.12	6.05	6.98	6.82	6.72	6.64	6.35	6.0	4.81

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.

Dužina i frekvencija prvih koraka nakon starta progresivno se povećavaju od 30 do 40 metara, odnosno nakon 16-20 koraka, kada dolazi do njihove stabilizacije.

Pri povećanju brzine kretanja mijenjaju se njegove kinematičke osobine. Prije svaga, udeo faze podupiranja sve je manji, a udeo faze leta sve veći. Kod vrhunskih sprintera faza leta dostiže 60% trajanja koraka. Znači, promjena brzine trčanja ostvaruje se samo promjenom njegovih osnovnih kinematičkih veličina – dužine i frekvencije koraka. Analize i mjerenja pokazuju da pri povećanju brzine trčanja, dužina i frekvencija koraka srazmjerno rastu. Međutim, pokazalo se da pri postizanju velike brzine trčanja (preko 7 m/s), dužina koraka počinje sve sporije da raste i pri brzini 8-9 m/s dostiže svoj maksimum. Istovremeno, frekvencija koraka nastavlja sve brže da raste, pa se uglavnom njenim povećanjem dostiže maksimalna brzina trčanja.

Više autora je utvrdilo da brzina trčanja raste s povećanjem dužine koraka, ali samo do vrijednosti od 210 do 225 cm. Nakon toga prirast dužine koraka neće značajno uticati na prirast brzine trčanja, koja se stabilizuje na oko 10,2 m/s. Prirast brzine zavisi i od prirasta frekvencije koraka, ali samo do vrijednosti 4,50-4,60 koraka u sekundi, što odgovara brzini od 9,5 m/s.

Maksimalna brzina trčanja postiže se između 30 i 60 m. 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.

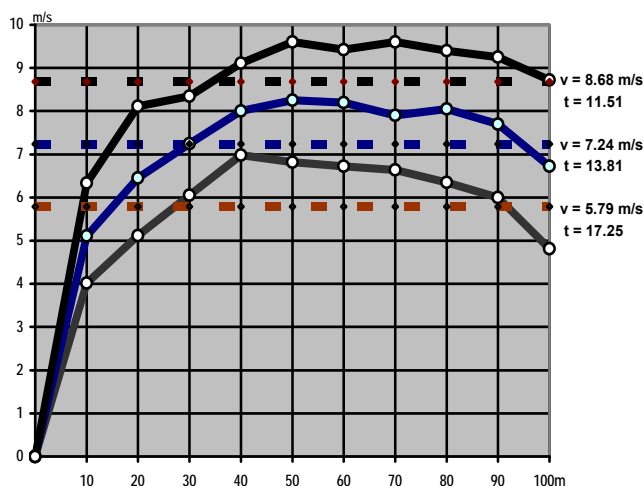
Jasna granica između startnog ubrzanja i trčanja na stazi ne postoji. Startno ubrzanje smatra se završenim kad sportista postigne 92-95% brzine. Što se ranije to postigne, kvalitetnije je startno ubrzanje, što se vidi iz dijagrama krivulja brzine (grafik 1).

Na grafikonu su prikazane tri krive. Gornja karakteriše krivulju brzine studenta koji je ostvario najbolji rezultat ( $t = 11.51$  s i srednju brzinu trčanja od 8.68 m/s). Srednja krivulja predstavlja dinamiku brzine trčanja studenta sa najslabijim rezultatom u grupi ( $t = 13.81$  i srednjom brzinom od 7.24 m/s). Donja krivulja brzine odnosi se na studentkinju koja je ostvarila najslabiji rezultat ( $t = 17.25$  s i srednju brzinu trčanja od 5.79 m/s).

Na grafikonu je uočljivo da se brzina trčanja naglo povećava do 30 tj. 40 m. Nakon toga dolazi do njene primjetne oscilacije u pojedinim etapama, u narednih 20-40 m. Kod finiša dolazi do manjeg ili većeg pada brzine trčanja, što zavisi od pola i kvaliteta sportiste.

Maksimalna brzina trčanja karakteristična je za srednji dio trke i zasniva se na motoričkim sposobnostima: frekvenciji pokreta i eksplozivnoj snazi (gradijentu sile odraza). 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, odnosno vremenska raspodjela kontrakcija recipročnih mišićnih grupa donjih ekstremiteta (što kraći odraz i što brže opuštanje ekstenzora u fazi leta) i usklađeni ritam gornjih ekstremiteta.



Grafik 1. Šematski prikaz krivulje brzine u trčanju na 100 m kod tri trkača različitih sposobnosti

Etapa maksimalne brzine u trčanju na 100 m može se održavati 20-40 m. To zavisi od kvaliteta i pripreme sprintera, što pokazuju i naše krivulje brzine. Prema Mihajlovu (1989) maksimalna brzina trčanja održava se od 25-30 m i to između 45 i 75-og metra dionice. Ovdje se misli na onu dionicu na kojoj se trči maksimalno brzo ili 1% nižom brzinom.

U poslednjoj etapi trke dominantna je brzinska izdržljivost. Ova sposobnost fiziološki zavisi od kapaciteta anaerobnih energetske potencijala, a motorički je uslovljena kvalitetom mišićne sinergije kao i od maksimalne brzine trčanja. Sposobnost zadržavanja visoke brzine trčanja najviše zavisi od kvaliteta trkača, što pokazuju i naše krivulje brzine.

Kod većine trkača brzina u finišu opada. To je pravilu uslovljeno znatnim smanjenjem frekvencije koraka i povećanjem njihove dužine. Naime, kod faze prednjeg podupiranja, sila reakcije podloge djeluje u težište tijela trkača u sagitalnoj ravni, 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.

#### 4. ZAKLJUČCI

Opšte vrijeme pretrčavanja 100-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 i morfoloških osobina dotičnog trkača.

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.

Nakon starta brzina trčanja se naglo povećava do 30, odnosno 40 m, a zatim dolazi do njene primjetne oscilacije u pojedinim etapama trke. 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.

Maksimalna brzina trčanja ostvaruje se u srednjem dijelu staze (između 40 i 50 m) i iznosi od 20-40 m, što zavisi od pola i kvaliteta trkača. Ona se zasniva na motoričkim sposobnostima sprintera: frekvenciji pokreta i eksplozivnoj snazi.

Trčanje na 100 m završava se etapom finiša. Brzina trčanja u finišu opada, što je po pravilu uslovljeno značajnim 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. Opadanje brzine trčanja u finišu zavisi od pola i kvaliteta brzinske izdržljivosti sportiste.

Najpovoljniji odnos brzinskih vrijednosti kod sprintera određeni su njihovim morfološkim karakteristikama i motoričkim sposobnostima, kao i stanjem specijalne pripremljenosti.

#### 5. LITERATURA

1. Bubanj, R. (1998): *Osnovi primenjene biomehanike u sportu*. SIA, Niš-Novi Sad.
2. Homenkov, L. S. (1977): *Atletika*. NIP «Partizan», Beograd.
3. Jovović, V. (2006): *Atletika – biomehanika, tehnika i metodika*. SIA, Nikšić.
4. Jovović, V. (2005): *Biomehanika sporta*. Filozofski fakultet, Nikšić.
5. Mihajlov, V. V. (1989): *Put k fizičeskomu soveršenstvu*. «Fizkultura i sport», Moskva.
6. Milanović, D. i sar. (1986): *Atletika – znanstvene osnove*. FFK, Zagreb.
7. Opavski, P. (2005): *Relacije između brzine trčanja u krivini i nagiba tela*. «Sport Mont», br. 6-7:13-18, Podgorica
8. Tončev, I. (2000): *Osnovi biomehanike sa primenom u atletici*. Viša škola za sportske trenere, Beograd.

## THE INFLUENCE OF KINEMATICS AND STRUCTURAL ELEMENTS WHILE FORMING THE SHAPE OF SPRINTER'S CURVE OF SPEED DURING RUNNING ON 100 METERS

The speed of running on the track mostly depends on rational moves, capability of running without unneeded exerting, and the runner's level of speed persistence. There is opinion that the best sprinters on 100 m finish their starting acceleration at 22 – 30 metres. However, the analysis shows that in that period sprinter reaches 90-95% of maximum speed. The most sprinters reach the greatest speed only on 50-55 m. After that, maximum speed is kept only on 25-30 m, and after that, mainly, it falls down, and that is because of the difficulty of keeping the optimal frequency and the length of steps at the finish of run.

„Dan”, 10. februar 2006.

### ЦРНОГОРСКА СПОРТСКА АКАДЕМИЈА ОРГАНИЗУЈЕ 2. КОНГРЕС И 3. МЕЂУНАРОДНУ НАУЧНУ КОНФЕРЕНЦИЈУ

# До сада пристигло 76 радова

У организацији Црногорске спортске академије у Будви ће се од 6. до 9. априла одржати Други конгрес и Трећа Међународна научна конференција ове спортске асоцијације. На адресу организатора већ је пристигло 76 радова на три задате стручне теме: 1. Методологија рада у спорту; 2. Нове технологије у спорту и 3. Друштвено-економски односи у спорту, у оквиру које су предвиђене три подтеме: 1. Спорт у функцији превенције социо-патолошких појава, 2. Физичко васпитање у функцији развоја дјете и омладине и 3. Менаџмент у спорту.

Наслове првих 50 пристиглих радова смо објавили у претходним додацима, а у данашњем броју објављујемо преосталих 26.

51. **Др Славо Обадов** (Факултет физичке културе, Н.Сад): „Утицај специфичних моторичких вјежби на базични моторички статус људста”;

52. **Др Патрик Дрид** (Факултет физичке културе, Н.Сад): „Анализа релација шудо техника и специфичне моторике”;

53. **Др Славо Обадов** (Факултет физичке културе, Н.Сад): „Структурална анализа садржаја кондиционе припреме у шуду”;

54. **Др Патрик Дрид** (Факултет физичке културе, Н.Сад): „Повезаност неких тестова специфичних моторичких способности у шуду”;

55. **Петар Протић** (Нови Сад): „Предметна класификација у науци о спорту”;

56. **Др Александар Ђорђевић** (СУП Београд): „Физичка снага као кљера у вршењу полицијског овлашћења”;

57. **Мр Горан Вучковић, Др Радош Радоновић** (Полицијска академија, Београд): „Утицај основне обуке гађања реализоване по моделу

међународних стандарда на ефикасност при употреби пиштоља код жена полицајана”;

58. **Др Александар Ђорђевић** (СУП Београд): „Корелативна зависност борилачких спортова у функцији полицијских вјештина”;

59. **Проф. др Павле Олашки** (Црногорска спортска академија): „Валидност тестова скокочности”;

60. **Проф. др Спасоје Бјелица** (Нови Сад): „Комуникације у спорту”;

61. **Петар Кривокапић** (Црногорска спортска академија): „Библиографија радова Др Душка Бјелице у ЈСЛ Спорт 16.11.1983.-1.10.1984.”;

62. **Др Бећир Шаботић** (Црногорска спортска академија): „Релација моторичких информација са ситуационо моторичким способностима у одбојци код 15-то годишњака”;

63. **Мр Шемсудин Пљоковић** (Факултет за трговину и банкарство, Универзитета БК Београд): „Информациони приступ тренажном процесу”;

64. **Проф. др Слајана Мијатовић** (Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду): „Иницијативе и предлози за увођење гимнастике у основне школе Кнежевине Србије”;

65. **Проф. др Ненад Живановић** (Факултет физичке културе, Ниш): „Спорт у 21. вијеку-појмовно и структурно одређење”;

66. **Доц. др Грујо Бјекковић** (Факултет физичке културе, Источно Сарајево, БиХ): „Игра као метод корективног вјежбања дјете предшколског узраста”;

67. **Доц. др Малиша Радовић** (Филозофски факултет, Никшић): „Саломодрана са методиком извођења”;

68. **Доц. др Грујо Бјекковић, Ђорђе Арнаут, проф.**: „Утврђивање стана деформитетакцименог стуба код

ученика средње школе”.

69. **Доц. др Драго Милошевић** (Филозофски факултет, Никшић): „Процена утицаја кружног облика рада на координације и флексибилности у настави физичког васпитања”;

70. **Доц. др Драго Милошевић** (Филозофски факултет, Никшић): „Значај и улога полигона у развоју биомоторичких знања ученика 1 циклуса деветогодишње основне школе”;

71. **Доц. др Кемал Идризовић** (Филозофски факултет, Никшић): „Предикторска вриједност моторичких манифестација у односу на пресекое као програмске садржаје у настави физичког васпитања”;

72. **Доц. др Кемал Идризовић**: „Утицај моторичких и морфолошких фактора на реализацију елемената акробатике у настави физичког васпитања”;

73. **Доц. др Виолета Шилак** (Факултет за менаџмент у спорту У БК, Београд):

Менаџмент спортског догађаја “Мини Олимпијске игре Земуи 2004”;

74. **Др Мирослав Фемич** (Дом здравља, Бијело Поље), **Др Савета Станишић** (Дом здравља, Беране): “Изненадна смрт спортиста”;

75. **Асс. мр Љилана М. Поповић** (Институт за клиничку физиологију, Медицински факултет Приштина у Косовској Митровици), **проф. др Дијана Мирић**, Институт за клиничку Биохемију, Мед.фак. у К.Митровици): „Утицај интензивне физичке активности на процес липидне пероксидације и антиоксидантно дејство аскорбинске киселине”;

76. **Доц. др Малиша Радовић** (Филозофски факултет, Никшић): „Методе организовања издржљивости и прогноза резултата у рвању грчко-римским стилем”.