

Slavenko Likić  
Nusret Smajlović  
Marija Bilić

## POVEZANOST MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I KINEMATIČKIH PARAMETARA ATLETSKOG SPRINTA

Izvorni naučni rad

### Sažetak

Istraživanje povezanosti morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara atletskog sprinta na 50 metara provedeno je na uzorku od 81 ispitanika izdvojenog iz populacije dječaka, učenika četvrtog razreda osnovnih škola, uzrasta 10-12 godina. Uzorak varijabli je obuhvatio morfološke karakteristike (12 varijabli) i kinematičke parametre trčanja na 50 metara (7 varijabli). Analizom varijabli za procjenu morfoloških karakteristika uzorka dječaka uzrasta 10-12 godina ustanovljeno je da isti imaju prosječne vrijednosti longitudinalne dimenzionalnosti skeleta: visina tijela 145,3 cm, dužina noge 83 cm i dužina stopala 22,9 cm; prosječne vrijednosti transverzalne dimenzionalnosti skeleta: širina zdjelice 20,8 cm, dijametar skočnog zgloba 6,5 cm, dijametar zgloba koljena 9 cm. Dječaci uzrasta 10-12 godina u prosjeku pretrčavaju dionicu atletskog sprinta na 50m u vremenu 9,91 sekunda, sa rasponom između minimalnog i maksimalnog rezultata 3,26 sekundi. Njihova prosječno ostvarena maksimalna brzina iznosi 6,02 m/s. Kros – korelacijska analiza je primijenjena sa ciljem uvida u nivoe korelacijske povezanosti morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara atletskog sprinta. Rezultati kros-korelacijske analize su utvrdili pozitivne korelacijske povezanosti dužine nogu, visine tijela i dužine stopala sa kinematičkim parametrom dužina koraka, što može voditi ka konstataciji da dužina koraka pri atletskom sprintu zavisi o longitudinalnim dimenzijama, prvenstveno o dužini nogu i visini tijela. Također su utvrđene negativne korelacijske povezanosti varijabli frekvencije koraka, trajanja kontakta i trajanja leta pri atletskom sprintu, te ostvarene maksimalne brzine trčanja sa varijablama kojima su procijenjeni kožni nabori, što može ukazivati da veće vrijednosti adipoznog tkiva negativno djeluju na rezultatsku uspješnost u atletskom sprintu.

**Ključne riječi:** atletski sprint, morfološke karakteristike, kinematički parametri, dužina i frekvencija koraka, trajanje kontakta i leta

## RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND KINEMATIC PARAMETERS IN THE ATHLETIC SPRINT

Original scientific work

### Abstract

Research on the relations between morphological characteristics and kinematic parameters of athletic sprint 50 meters was conducted on a sample of 81 respondents selected from a population of boys attending the fourth grade of primary school age 10-12 years. The sample of variables included morphological characteristics (12 variables) and kinematic parameters of athletic sprint (7 variables). The analysis of variables which assess the morphological characteristics of the sample of boys aged 10-12 years was found to have the following average values of longitudinal skeleton dimensionality: 145,3 cm body height, leg length 83 cm and foot length 22,9 cm, the average value of transverse skeleton dimensionality: pelvic width 20,8 cm, ankle diameter 6,5 cm, knee joint diameter of 9 cm. Boys aged 10-12 years on average run in the 50m sprint in a time of 9,91 seconds, with a range between minimum and maximum results of 3,26 seconds. Their average achieved maximum speed is 6,02 m/s. Cross - correlation analysis was applied with the aim of establishing the level of correlation between the morphological characteristics and kinematic parameters of athletic sprint. The results of cross-correlation analysis found a positive correlation between leg length, body height and foot length in relation to the kinematic parameter

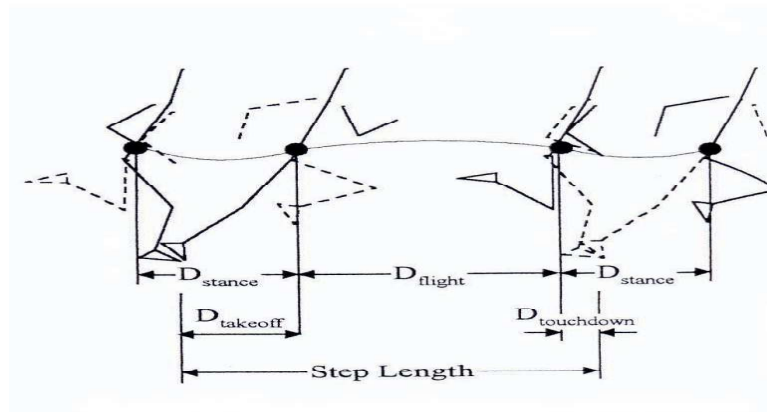
step length, which can lead to a finding that the length of steps in an athletic sprint depends on the longitudinal dimensions, primarily on the length of the legs and body height. It also were determined a negative correlation between the variables step frequency, duration of contact and duration of the flight during the athletic sprint, and maximal running speed in relation to the variables of skin folds, which may indicate that higher values of adipose tissue negatively affects the success of the athletic sprint.

**Keywords:** athletic sprint, morphological characteristics, kinematic parameters, step length and frequency, duration of contact and flight.

## 1. UVOD

Trčanje je elementarna urođena forma kretanja sa već izgrađenim programom u centralnom nervnom sistemu. Efikasnost trčanja sa gledišta brzine je relativna individualna kategorija, koja je zavisna od različitih naslijeđenih funkcija. U razvoju djece se koristi termin „prirodni biološki razvitak sprinterske brzine“, koji zavisi od visine tijela, tjelesne mase, razvoja bio-motoričkih sposobnosti i forme motoričkog stereotipa kretanja (Bračić, Tomažin i Čoh, 2009). Maksimalna brzina trčanja zavisi od različitih faktora koji su povezani sa morfološkim i fiziološkim karakteristikama, energetskim mehanizmima, starosnom dobi, genetskim naslijeđem, motoričkim sposobnostima, intermuskularnom i intramuskularnom koordinacijom i optimalnom biomehaničkom tehnikom kretanja (Čoh, Bračić i Smajlović, 2009). Nasuprot jednostavnoj prirodnoj formi trčanja, motorička forma atletskog sprinta se odlikuje visoko koordiniranim trčanjem maksimalnog intenziteta, usmjerenim na brzu smjenu amortizacije i odraznog impulsa, te umijećem relaksacije mišića pri visoko intenzivnom karakteru naprezanja. Promjenjivi kinematički parametri trkaćeg koraka kojima je određena brzina trčanja u pojedinim fazama atletskog sprinta su: frekvencija koraka, dužina koraka, trajanje kontakta i trajanje leta. Kinematička struktura sprinterskog trkaćeg koraka je predstavljena na Dijagramu 1.

Dijagram 1 – Kinematička struktura sprinterskog koraka (prema Čoh, Bračić i Smajlović 2010)



Maksimalna brzina trčanja u atletskom sprintu je zapravo rezultat optimalnog odnosa kinematičkih parametara dužine i frekvencije koraka. Oba su parametra međuzavisna i također povezana sa procesima centralne regulacije kretanja, morfološkim karakteristikama, motoričkim sposobnostima i energetskim procesima. Najpovoljniji odnos vrijednosti kinematičkih parametara trčanja u atletskom sprintu je determiniran antropometrijskim karakteristikama i motoričkim sposobnostima (Mero, Komi i Gregor, 1992). Dužina koraka zavisi uglavnom o visini tijela, o dužini noge ili o biodinamičkim osobinama, npr. odraznoj snazi. S druge strane, frekvencija koraka zavisi o funkcioniranju centralnog nervnog sistema i izrazito je genetski određena (Čoh, Mihajlović i Praprotnik, 2001). Rezultatski potencijal u atletskom sprintu je u najvećoj mjeri određen sa dva faktora: nivoom maksimalne brzine trčanja i sposobnošću akceleracije brzine (Smajlović, 2010).

## 2. METOD RADA

### 2.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje povezanosti morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara atletskog sprinta na 50 metara provedeno je na uzorku od 81 ispitanika izdvojenog iz populacije dječaka, učenika četvrtog razreda osnovnih škola, uzrasta 10-12 godina.

### 2.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli za procjenu morfoloških karakteristika je obuhvatio set od dvanaest varijabli: visina tijela (ALVT), dužina noge (ALDN), dužina stopala (ALDST), širina zdjelice (ATŠZ), dijametar skočnog zgloba (ATDSZ), dijametar zgloba koljena (ATDKZ), obim natkoljenice (AVONAT), obim potkoljenice (AVOPOT), masa tijela (AVMT), nabor na leđima (ANL), nabor stomaka (ANS), nabor potkoljenice (ANPOT). Uzorak varijabli za procjenu kinematičkih parametara trčanja u atletskom sprintu na 50 m je obuhvatio set od sedam varijabli: rezultat sprinterskog trčanja na 50 m (KT50m), ostvarena maksimalna brzina trčanja (KVMAX), vrijeme trčanja na 20 m iz letećeg starta (KTLS20m), frekvencija koraka (KFK), dužina koraka (KDK), trajanje kontakta (KTK), trajanje leta (KTL). Morfološke karakteristike su izmjerene standardnim antropometrijskim instrumentarijem. Kinematički parametri su izmjereni pomoću tehnologije Opto – track (Microgate, Italija) i sistema infracrvenih fotočelija (Brower – Timing System). Fotočelije su postavljene na svakih 5 m dionice od starta do cilja. Frekvencija i dužina koraka, te trajanje perioda kontakta i leta tokom trkačkog koraka registrirani su na etapi 20 – 40 m dionice atletskog sprinta na 50 m.

### 2.3. Metode analize podataka

Za ovo istraživanje izračunata je mjera centralne tendencije (AS) i pripadajuće mjere apsolutnog raspršenja rezultata od aritmetičke sredine. Kros–korelacijska analiza je primijenjena sa ciljem uvida u nivo povezanosti morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara atletskog sprinta.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Pregledom rezultata morfoloških karakteristika uzorka dječaka uzrasta 10-12 godina, ustanovljene su sljedeće prosječne vrijednosti longitudinalne dimenzionalnosti skeleta (tabela 1): visina tijela (ALVT) 145,3 cm, dužina noge (ALDN) 83 cm i dužina stopala (ALDN) 22,9 cm; prosječne vrijednosti transverzalne dimenzionalnosti skeleta: širina zdjelice (ATŠZ) 20,8 cm, dijametar skočnog zgloba (ATDSZ) 6,5 cm, dijametar zgloba koljena (ATDKZ) 9 cm.

Tabela 1 – Deskriptivne vrijednosti varijabli morfoloških karakteristika (N=81)

Varijable	AS	MIN	MAX	RASPON	SD
ALVT	145,30	130,40	161,50	31,10	6,603
ALDN	83,04	72,50	97,20	24,70	5,021
ALDST	22,89	19,00	26,00	7,00	1,319
ATŠZ	20,80	16,20	26,80	10,60	2,680
ATDSZ	6,54	5,60	7,80	2,20	,435
ATDKZ	9,04	7,00	11,00	4,00	,846
AVONAT	45,22	32,60	59,50	26,90	6,179
AVOPOT	30,79	24,40	39,40	15,00	3,344
AVMT	39,73	25,70	70,70	45,00	8,883
ANL	9,97	3,40	39,00	35,60	7,4631
ANS	9,72	3,00	39,00	36,00	7,7685
ANPOT	17,95	5,80	39,00	33,20	6,4160

Uočljive su velike vrijednosti raspona rezultata u varijablama longitudinalne dimenzionalnosti skeleta, te posebno u varijablama morfološke dimenzionalnosti volumena i mase tijela, što se može objasniti neujednačenim biološkim razvojem u odnosu na hronološku dob ispitanika. U skladu sa tri važna perioda rasta i razvoja djece dobna skupina 11-12 godina odlikuje se najbržim tjelesnim rastom i povećanjem tjelesne mase (Bračić, Tomažin i Čoh, 2009).

Pregledom rezultata kinematičkih parametara trčanja, istraživanog uzorka ispitanika su ustanovljene sljedeće prosječne vrijednosti (tabela 2): dječaci prosječno pretrčavaju dionicu trčanja u atletskom sprintu na 50 m (KT50 m) u vremenu 9,91 sekunda, sa rasponom između minimalnog i maksimalnog rezultata 3,26 sekundi. Naravno da u slučaju rezultata u atletskom sprintu na 50 m (KT50 m) bolji rezultat predstavlja minimalna (8,52 s), a slabiji rezultat predstavlja maksimalna vrijednost raspona (11,78 s). Prosječna vrijednost ostvarene maksimalne brzine trčanja (KVMAX) tretiranog uzorka dječaka uzrasta 10-12 godina je 6,02 m/s. Pregledom rezultata ustanovljeno je da samo jedan ispitanik je, tokom trčanja na dionici atletskog sprinta na 50 m, ostvario maksimalnu brzinu veću od sedam metara u sekundi (max. 7,04 m/s), dok je najslabija vrijednost ostvarene maksimalne brzine bila 4,9 m/s. Prosječna vrijednost u varijabli trčanje iz letećeg starta na 20 m (KTLS20 m, etapa 20. – 40. metar dionice atletskog sprinta na 50 m) je 3,48 sekundi, te sa vrijednošću raspona rezultata 1,14. Dječaci uzrasta 10-12 godina, istraživanog uzorka ispitanika, su ostvarili prosječnu vrijednost frekvencije koraka (KFK) od 3,96 koraka u sekundi. Minimalna vrijednost distribucije u ovom uzorku, odnosno u slučaju frekvencije koraka, je logički slabija vrijednost 3,39, dok je maksimalna ustanovljena vrijednost frekvencije koraka jednog ispitanika bila 4,47. Dječaci uzrasta 10-12 godina, u tretiranom uzorku ispitanika, su ostvarili prosječnu vrijednost dužine koraka (KDK) od 145,5 cm. Maksimalna ostvarena vrijednost dužine koraka u tretiranom uzorku je bila 177 cm, a minimalna vrijednost dužine koraka je bila 123 cm. Prosječna vrijednost distribucije varijable trajanje kontakta (KTK) je 0,15, što znači da su dječaci u prosjeku ostvarivali kontakt sa tlom u trajanju od 15 milisekundi, te sa maksimalnom kao logički slabijom vrijednošću (max. 0,18, odnosno trajanjem kontakta od 18 milisekundi) i minimalnom kao logički boljom vrijednošću (min. 0,12, odnosno trajanjem kontakta od 12 milisekundi) distribucije. Prosječna vrijednost distribucije u varijabli trajanja leta (KTL) iznosi 10, što znači da je prosječno trajanje leta iznosilo 10 milisekundi sa pojedinačnim vrijednostima trajanja leta od 7 milisekundi do 13 milisekundi (min. = ,07 i max. = ,13).

Tabela 2 – Deskriptivne vrijednosti varijabli kinematičkih parametara trčanja (N=81)

Varijable	AS	MIN	MAX	RASPON	SD
KT50m	9,91	8,52	11,78	3,26	,666
KVMAX	6,02	4,90	7,04	2,14	,433
KTLS20m	3,48	3,03	4,17	1,14	,261
KFK	3,96	3,39	4,47	1,08	,255
KDK	145,51	123,00	177,00	54,00	10,719
KTK	,15	,12	,18	,06	,015
KTL	,10	,07	,13	,06	,012

Kros-korelacijskom analizom je utvrđen nivo korelacijske povezanosti morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara trčanja pri atletskom sprintu na 50 m, ispitivanog uzorka dječaka uzrasta 10 – 12 godina. Sve korelacije su ostvarene na nivou statističke značajnosti  $p < ,05$ . Ustanovljeni koeficijenti korelacije ukazuju na korelacijsku povezanost na bivarijatnom nivou između tretiranih antropoloških prostora, kojima su utvrđeni odnosi između analiziranih parova varijabli, ali ne i utjecaji između istih. Rezultati kros-korelacijske analize između morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara trčanja su prikazani u Tabeli 3. Varijabla rezultat u atletskom sprintu na 50 m (KT50m) je ostvarila srednje visoku korelaciju sa varijablom kožni nabor leđa (ANL,  $r = 0,42$ ), nisku, međutim statistički značajnu, korelaciju sa preostale dvije varijable kožnih nabora (ANS,  $r = 0,35$  i ANPOT,  $r = 0,34$ ) i vrlo nisku korelaciju sa varijablom dijametar zgloba koljena (ATDKZ,  $r = 0,20$ ). Ostale morfološke varijable nisu pokazale statistički značajnu povezanost sa varijablom KT50 m.

Tabela 3 – Kros-korelacije kinematičkih parametara trčanja i morfoloških karakteristika

Varijabla	ALVT	ALDN	ALDST	ATŠZ	ATDSZ	ATDKZ	AVONAT	AVPOT	AVMT	ANL	ANS	ANPOT
KT50m	-0,15	-0,05	-0,11	-0,04	-0,18	0,20	0,10	0,10	0,14	0,42	0,35	0,34
KVMAX	0,21	0,13	0,13	0,07	0,18	-0,15	-0,05	-0,06	-0,09	-0,35	-0,27	-0,27
KTLS20m	-0,20	-0,09	-0,15	-0,04	-0,21	0,13	0,02	0,03	0,06	0,34	0,27	0,27
KFK	-0,30	-0,33	-0,27	-0,18	-0,26	-0,25	-0,18	-0,27	-0,30	-0,23	-0,26	-0,21
KDK	0,47	0,36	0,39	0,19	0,43	0,12	0,15	0,19	0,20	-0,14	-0,05	-0,08
KTK	0,18	0,28	0,20	0,19	0,18	0,31	0,35	0,36	0,42	0,48	0,44	0,41
KTL	0,13	0,04	0,08	-0,06	0,08	-0,06	-0,19	-0,10	-0,14	-0,29	-0,21	-0,23

Varijabla ostvarena maksimalna brzina trčanja (KVMAX) ima niske ali statistički značajne negativne korelacije sa sve tri varijable kožnih nabora, pri tome ima najveću povezanost sa varijablom kožni nabor leđa (ANL,  $r = -0,35$ ) i vrlo nisku korelaciju sa jednom varijablom longitudinalne dimenzionalnosti visina tijela (ALVT,  $r = ,21$ ). Varijabla trčanje na 20 m sa letećim startom (KTLS20m) ima također niske statistički značajne korelacije sa tri varijable kožnih nabora, pri tome najveću korelaciju je ostvarila sa varijablom kožni nabor leđa (ANL,  $r = 0,34$ ) i vrlo niske korelacije sa varijablom longitudinalne dimenzionalnosti visina tijela (ALVT,  $r = -0,20$ ) i varijablom transverzalne dimenzionalnosti dijаметar skočnog zgloba (ATDSZ,  $r = -0,21$ ). Kinematička varijabla frekvencija koraka (KFK) je ostvarila nisku korelacijsku povezanost sa svim tretiranim morfološkim varijablama, osim varijabli širina zdjelice (ATŠZ) i obim natkoljenice (AVONAT). Kinematička varijabla dužina koraka (KDK) je ostvarila srednje visoku povezanost sa varijablom longitudinalne dimenzionalnosti visina tijela (ALVT,  $r = 0,47$ ) i transverzalnom varijablom dijаметar skočnog zgloba (ATDSZ,  $r = 0,43$ ), te statistički značajnu nisku korelacijsku povezanost sa varijablama dužina noge (ALDN,  $r = 0,36$ ) i dužina stopala (ALDST,  $r = 0,39$ ) i varijablom masa tijela (AVMT,  $r = 0,20$ ). Kinematička varijabla trajanje kontakta (KTK) je ostvarila srednje visoke korelacije sa varijablama masa tijela (AVMT,  $r = 0,42$ ), nabor leđa (ANL,  $r = 0,48$ ), nabor stomaka (ANS,  $r = 0,44$ ) i nabor potkoljenice (ANPOT,  $r = 0,41$ ), te statistički značajne niske korelacije sa varijablama dijаметar zgloba koljena (ATDKZ,  $r = 0,31$ ), obimi natkoljenice i potkoljenice (AVONAT,  $r = 0,35$  i AVPOT,  $r = 0,36$ ) i dužina noge i stopala (ALDN,  $r = 0,28$  i ALDST,  $r = 0,20$ ). Kinematička varijabla trajanje leta (KTL) je ostvarila statistički značajne niske korelacije s negativnim predznakom samo sa tri tretirane varijable kožnih nabora (ANL, ANS i ANPOT) i vrijednostima korelacijske povezanosti između  $r = -0,21$  i  $r = -0,29$ . Komparirajući dobivene rezultate kros-korelacijske analize sa rezultatima studije Bračić, Tomažin i Čoh (2009), koji su na uzorku mladih atletičara uzrasta 7-14 godina (podijeljenih u četiri uzrasne skupine) analizirali korelacije između varijabli kinematičkih parametara i nekih morfoloških varijabli, uočljivo je da dobivene korelacijske vrijednosti u oba istraživanja imaju pozitivnu vrijednost korelacije između morfološke varijable dužina noge (ALDN) i kinematičke varijable dužine koraka (KDK) pri atletskom sprintu na 50 m. Ipak u istraživanju Bračića i sar. (2009) je ustanovljena veća vrijednost korelacije varijabli dužina noge i dužina koraka pri atletskom sprintu kod dvije slične uzrasne skupine (uzrast 9-10 godina,  $r = 0,584$  i 11-12 godina,  $r = 0,750$ ), što su znatno veće ustanovljene vrijednosti nego korelacija dobivena u ovoj studiji koja iznosi  $r = 0,36$ . Razlog većih korelacijskih vrijednosti u istraživanju Bračića i sar. (2009) može biti u kvalitetnijem i homogenijem uzorku ispitanika, koji je doista sličnog uzrasta kao heterogeni uzorak ovog istraživanja, ali ipak predstavlja uzorak selektiranih mladih atletičara. Istraživanja na uzorcima najboljih svjetskih sprintera su također ustanovila visoke korelacije između longitudinalnih dimenzija visine tijela i dužine noge sa maksimalnom dužinom koraka (Mero, Komi i Gregor, 1992). U ovoj studiji je kinematička varijabla dužina koraka (KDK) ostvarila značajne pozitivne korelacije i sa druge dvije longitudinalne varijable, posebno sa varijablom visina tijela (ALVT,  $r = 0,47$ ), ali i varijablom dužina stopala (ALDST,  $r = 0,39$ ). Usporedna analiza dobivenih rezultata sa analiziranim rezultatima i zaključcima ranijih istraživanja, koja ukazuju da se najveće povećanje dužine koraka dešava upravo u razdoblju najvećeg povećanja dužine donjih ekstremiteta (Mann i Sprague, 1980, Mero, Komi i Gregor,

1992, Bračić, Tomažin i Čoh, 2009), može voditi ka konstataciji da dužina koraka zavisi o longitudinalnim dimenzijama, prvenstveno dužini nogu (ALDN) i visini tijela (ALVT). Ustanovljene su negativne korelacije između svih varijabli morfoloških karakteristika i frekvencije koraka (KFK). Također je važno istaknuti značajne vrijednosti korelacijske povezanosti varijable trajanje kontakta (KTK) i negativne korelacijske povezanosti varijable trajanje leta (KTL) sa svim varijablama voluminoznosti/mase tijela i posebno varijablama kožnih nabora. Sve tri varijable kožnih nabora (ANL, ANS i ANPOT) su ostvarile značajne i negativne korelacijske povezanosti sa varijablama kinematičkih parametara frekvencije koraka (KFK), trajanja leta (KTL) i varijablom ostvarena maksimalna brzina trčanja (KVMAX), što u konačnici ukazuje na negativan odnos adipoznog tkiva prema rezultatskom potencijalu u atletskom sprintu.

#### 4. ZAKLJUČAK

U ovoj studiji je kinematička varijabla dužina koraka (KDK) ostvarila značajne pozitivne korelacije sa tri longitudinalne varijable (ALVT,  $r = 0,47$ ; ALDN,  $r = 0,36$ ; ALDST,  $r = 0,39$ ), što može voditi ka konstataciji da dužina koraka zavisi o longitudinalnim dimenzijama, prvenstveno o dužini nogu i visini tijela, što je već potvrđeno u velikom broju dosadašnjih istraživanja. Utvrđene su negativne korelacijske povezanosti varijabli kožnih nabora (ANL, ANS i ANPOT) sa varijablama kinematičkih parametara (frekvencija koraka – KFK, trajanje kontakta – KTK i trajanje leta – KTL), kao i varijablom ostvarena maksimalna brzina trčanja (KVMAX), što može ukazivati na negativan odnos adipoznog tkiva prema rezultatskom potencijalu dječaka uzrasta 10 – 12 godina, u atletskom sprintu na 50 metara.

#### 5. LITERATURA

1. Bračić, M., K. Tomažin, M. Čoh (2009). Dejavniki razvoja maksimalne hitrosti pri mladih atletinjah starih od 7 do 14 let. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
2. Čoh, M., M. Bračić, N. Smajlović (2010). Methodical aspects of maximum speed development. *Sport Science*, 3(2), str. 11-14.
3. Čoh, M., S. Mihajlović, U. Praprotnik (2001). Morfološke in kinematične značilnosti vrhunskih šprinterjev. U M. Čoh (ur.) *Biomehanika atletike*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
4. Likić, S. (2011). Manifestacije kinematičkih parametara, morfoloških karakteristika i brzinsko – snažnih kvaliteta dječaka na ostvarivanje maksimalne brzine trčanja i rezultatske uspješnosti u atletskom sprintu. (Doktorska disertacija). Mostar: Nastavnički fakultet Univerziteta „Džemal Bijedić“, Odsjek za sport i zdravlje.
5. Mann, R., P. Sprague (1980). A kinetic analysis of the ground leg during sprint running. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51, 334-348.
6. Mero, A., P.V. Komi, R.J. Gregor (1992). Biomechanics of sprint running: A review. *Sports Medicine*, 13, 376-392.
7. Smajlović, N. (2010). *Atletika*. Sarajevo: FASTO.