

STARTNA AKCELERACIJA U VRHUNSKIH SPRIINTERA OBA SPOLA

Milan Čoh

Fakuleta za šport, Ljubljana, Slovenija

Izvorni znanstveni članak

UDK: 796.42

Primljeno: 28.06.93.

Prihvaćeno: 20.12.93.

Sažetak:

Cilj istraživanja bio je ustvrditi zakonitosti razvoja startne akceleracije u vezi s niskim startom u vrhunskih sprintera oba spola. Startna akceleracija, jedna od temeljnih sprinterskih sposobnosti, bila je definirana trčanjem na 30 metara. Za proučavanje navedene problematike upotrijebili smo novu mjernu tehnologiju koju su razvili suradnici Laboratorija za biomehaniku Instituta za šport u Ljubljani i Odjela za tehnologiju mjerenja na Metalurškom Institutu u Ljubljani. Mjerni postupak temelji se na praćenju brzine gibanja težišta trkača kojeg registrira AKCELEROMETAR. Parametre startne akcije utvrđivali smo pomoću specijalnog startnog bloka s instaliranom mjernom sondom.

Za analizu povezanosti parametara startne akceleracije i startne akceleracije s kriterijskim rezultatom bila je upotrijebljena korelacijska analiza.

Najveće razlike u startnoj akciji među sprinterima, po spolu, nastaju radi veličine razvijene sile na startnom bloku, dok su razlike u vremenu reakcije minimalne. Dinamika startne akceleracije se kod oba spola najviše razlikuje u prva tri metra, što je posljedica različitih mehanizama za proizvodnju velike snage. Stupanj učinkovitosti startne akceleracije je tako kod sprintera i sprinterki u najvećoj povezanosti s parametrima razvijene snage na startnom bloku, pozicijom startnih blokova i motoričkom reakcijom u vremenu. Najznačajniji pokazatelji startne reakcije su relativna snaga odraza i relativni impuls odraza.

Ključne riječi: sprinteri, startna akceleracija, vrhunski sport

Izvlaček

STARTNA AKCELERACIJA PRI VRHUNSKIH SPRIINTERJIH IN SPRIINTERKAH

Namen raziskave je bil ugotoviti zakonitosti razvoja štartne akceleracije v povezavi z nizkim štartom pri vrhunskih šprinterjih in šprinterkah. Štartna akceleracija, ki je ena od temeljnih šprinterskih sposobnosti je bila definirana z tekom na 30 metrov. Za proučevanje omenjene problematike smo uporabili novo merilno tehnologijo, ki so jo razvili sodelavci Laboratorija za biomehaniko na Inštitutu za šport v Ljubljani in Oddelka za merilno tehnologijo pri Metalurškem inštitutu v Ljubljani. Merski postopek temelji na spremljanju hitrosti gibanja težišča tekača, ki ga registrira AKCELEROMETER. Parametre štartne akcije pa smo ugotovljali s pomočjo specialnega štartnega bloka z instalirano merilno sondo.

Za analizo povezanosti parametrov štartne akcije in štartne akceleracije z kriterijskim rezultatom je bila uporabljena korelacijska analiza.

Največje razlike v štartni akciji med šprinterji in šprinterkami nastanejo zaradi velikosti razvite sile na štartna bloka, medtem ko so razlike v področju reakcijskih časov minimalne. Dinamika štartne akceleracije se med spoloma najbolj razlikuje v prvih treh metrih, kar je posledica različnih mehanizmov za produkcijo velike sile.

Stopnja učinkovitosti štartne akceleracije je tako pri šprinterjih kot pri šprinterkah v največji povezavi s parametri razvite sile na štartna bloka, pozicijo štartnih blokov in motoričnim reakcijskim časom. Najpomembnejša kazalnika štartne akcije sta relativna sila odraza in relativni impulz odraza.

Abstract**STARTING ACCELERATION OF TOP SPRINTERS (MEN AND WOMEN)**

The objective of this research was to establish the principles of development of the starting acceleration of top sprinters of both genders. The starting acceleration, as one of the basic sprinting abilities, was defined by the 30-metre-run. To record the data, we have used a new technology in measurement, which has been developed by the associates of the Laboratory for Biomechanics at the Institute for Sport in Ljubljana and the Department for Measurement Technology at the Metallurgic Institute in Ljubljana. The speed of the runner's centre of gravity has been recorded by the ACCELEROMETER. The parameters of start action have been established by means of a special starting block that had an installed measuring probe.

We have used the correlation analysis in order to show the correlation of parameters of starting acceleration and the criterion result.

The largest differences in start action between genders appear because of the size of the force developed on the starting block, while the differences in reaction times are minimal. Between genders, the largest differences in the dynamics of starting acceleration appear in the first three metres. This is the result of different mechanisms that develop considerable strength. The efficiency level of the starting acceleration of both men and women sprinters is connected, to the maximum extent, with the parameters of the strength developed on the starting block, to the position of the starting blocks and to the motor reaction speed. The most significant indicators of starting reaction are the relative take-off force and relative take-off impulse.

Key words: sprinters, starting acceleration, top sport

Zusammenfassung**STARTAKZELERATION BEI DEN SPITZENSPRINTERN BEIDER GESCHLECHTER**

Das Ziel dieser Forschung war, die Entwicklungsprinzipien der Startakzeleration im Zusammenhang mit dem Start bei den Spitzensprintern beider Geschlechter festzustellen. Die Startakzeleration, eine der Grundfähigkeiten der Sprinter, wurde bei dem 30-Meter-Lauf definiert. Zur Erforschung wurde die neue Meßtechnologie verwendet, die von den Mitarbeitern des Biochemischen Laboratoriums beim Sportinstitut in Ljubljana und von der Abteilung für Meßtechnologie beim Metallurgischen Institut in Ljubljana entwickelt wurde. Es wurde die Bewegungsgeschwindigkeit des Schwerpunktes des Läufers mit dem Akzelerometer gemessen. Parameter der Startaktion wurden mittels des speziellen Startblocks mit installierter Meßsonde festgestellt.

Durch die Korrelationsanalyse wurde der Zusammenhang der Parameter der Startakzeleration und des Kriteriumsresultats gezeigt.

Die größten Unterschiede bei der Startaktion, bedingt durch den Geschlechtsunterschied, entstehen wegen der entwickelten Kraftintensität am Startblock, während die Unterschiede im Bereich der Reaktionszeiten minimal sind. Der Unterschied in der Dynamik der Startakzeleration, geschlechtlich bedingt, ist in den ersten drei Metern der Strecke am auffallendsten, was durch verschiedene Krafterzeugungsmechanismen bedingt ist.

Effizienzgrad der Startakzeleration ist sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in engster Beziehung zu den Parametern der am Startblock entwickelten Kraft, zu der Position der Startblöcke und zu der motorischen Reaktion im bestimmten Zeitintervall. Die wichtigsten Parameter der Startaktion sind die relative Absprungkraft und der relative Absprungimpuls.

Schlüsselwörter: Sprinter, Startakzeleration, Spitzensport

1. Uvod

Sprinterska brzina vrlo je kompleksan pokazatelj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti trkača kao i morfoloških karakteristika i stupnja biomehantičke racionalnosti gibanja u specifičnim uvjetima maksimalnog naprežanja. Sprint je trčanje maksimalno mogućom brzinom. Ta se brzina u pojedinim segmentima sprinterske staze jako mijenja. Promjene u sprinterskoj brzini najizrazitije su upravo u fazi startne akceleracije. U tom dijelu vrhunski sprinteri postižu 90 do 95% svoje maksimalne brzine. Faza se sastoji od dva međusobno tijesno povezana dijela. Aciklički dio predstavlja startnu akciju, a ciklički dio startnu akceleraciju.

Predmet i problem

Predmet istraživanja je startna akceleracija iz niskog starta kod vrhunskih sprintera i sprinterki. Startna

je akceleracija definirana trčanjem na 30 metara.

Učinkovitost startne akceleracije ovisi o njezinoj optimalnoj povezanosti s niskim startom. Radi se o relativno standardiziranom aktu kretanja koji je definiran položajem trkača u startnim blokovima. Na samu startnu akciju utječu različiti činitelji. Jedan od njih je brzina reakcije na startni signal.

Vrijeme koje je potrebno od prijema slušnog podražaja (startni pucanj) do odgovora efekorskog sistema (mišići) naziva se latentno reakcijsko vrijeme. Tijesno je povezano sa senzornim i motoričkim funkcijama u retikularnoj formaciji. Kod vrhunskih sprintera latentno reakcijsko vrijeme traje 0.10 do 0.17 sekundi i treningom se može poboljšati za 10 do 20%.

Druga faza startne reakcije je motoričko vrijeme reakcije. U mišićima nogu raste tonus koji se



transformira u izotoničku eksplozivnu kontrakciju mišića opružaća nogu oslonjenih na startne blokove. Motoričko vrijeme reakcije traje sve dok noge ne napuste startne blokove. Uz brzinu napuštanja startnih blokova kvaliteta niskog starta ovisi i o veličini sile koju trkač razvije na potpornoj površini startnih blokova. Kad trkač razvije veliku silu na startne blokove u optimalnom vremenu (impuls sile), to se manifestira njegovom većom početnom brzinom što je uvjet učinkovite startne akceleracije. Vrijeme trajanja startne akcije kod vrhunskih sprintera iznosi od 0.22 do 0.35 sekundi što znači približno 3% cjelokupnog vremena trčanja na 100 metara (Ozolin 1986).

Izvedba prvog koraka znači prijelaz iz starta u startnu akceleraciju. To se gibanje izvodi u specifičnim uvjetima kad je sila inercije mase mirujućeg tijela najveća i kada trkač razvija brzinu pod povećanim nagibom. Sile koje stvaraju propulziju gibanja trkača moraju imati što veće horizontalne komponente.

Dinamika promjene brzine u sprinterskom je trčanju najizrazitija upravo u startnoj akceleraciji. To je posljedica povećanja dužine i frekvencije koraka. Progresijom tih dvaju parametara mijenja se i kinematička struktura koraka. Vrijeme trajanja potpornih faza koraka smanjuje se, a vrijeme letnih faza produžuje. Prosječno trajanje potpornih faza u prvih 10 metara kod vrhunskih sprintera iznosi 135 milisekunda, u drugih 10 metara 105 milisekunda i u trećih 10 metara 95 milisekunda.

Utvrdjivanje optimalne krivulje brzine u sprinterskom trčanju predmet je proučavanja brojnih autora, jer na taj način moguće pravilno usmjeravati proces treninga sprintera. Učinkovitost u stupnjevanju brzine temeljna je sprinterska sposobnost koja sa bioenergetskog vidika reprezentira snagu alaktatnog anaerobnog mehanizma. Kriterij kvalitete startne akceleracije je strmina krivulje povećavanja brzine.

Cilj je istraživanja ustvrditi relevantne dinamičke parametre koji utječu na učinkovitost izvedbe startne akceleracije. Pri tome je od ključnog značenja sama mjerna tehnologija. Postoji više načina mjerenja i različiti tehnološki pristupi. U ovom istraživačkom projektu primijenjen je AKCELEROMETAR, mjerni instrumentarij koji je nastao kao plod suradnje laboratorija za biomehaniku na Fakultetu za šport i Odjela za mjernu tehnologiju Fakulteta za prirodnoznanstvo u Ljubljani.

Mjerni se instrumentarij sastoji od sljedećih komponenata:

- startne klape (E)
- startnog bloka s mjernom sondom pritiska (A)
- akcelerometra (B)
- četverokanalnog pretvarača (HP 3852A Data Acquisition Control Unit) (G)
- pojačala (Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH) (G)
- računala IBM PC/AT (D).

Postupak mjerenja zasniva se na brzini povučene vrpce koju vuče trkač. Mjerač puta (akcelerometar) daje signal niskog napona koji ide u pretvarač. Izlaz iz pretvarača je digitalni signal koji ide u kompjutorsku jedinicu gdje se podaci pohranjuju. S četverokanalnim pretvaračem povezana je i startna klapa i mjerna sonda na startnom bloku. Program za izračunavanje parametara startne akceleracije temelji se na funkcijskoj aproksimaciji pojedinih točaka puta (splines). Pomoću mjerne sonde registriramo silu djelovanja na startni blok i odgovarajuća vremena.

Ciljevi istraživanja

U istraživanju su odabrani sljedeći ciljevi:

1. ustvrditi modelne parametre startne akcije i startne akceleracije
2. ustvrditi razlike između parametara startne akcije i akceleracije kod sprintera i sprinterki
3. ustvrditi povezanost parametara startne akcije i startne akceleracije kod sprintera i sprinterki.

Metode rada

Uzorak ispitanika

Uzorkom je bilo obuhvaćeno 12 vrhunskih atletičara (5 sprintera i 7 sprinterki), državnih reprezentativaca Republike Slovenije.

Uzorak varijabli (promjenljivih veličina)

(R1BČ) U1BC - udaljenost prvog startnog bloka od startne crte (cm)

(R2BČ) U2BC - udaljenost drugog startnog bloka od startne crte (cm)

(LRČA) LRVR - latentno vrijeme reakcije (sek.)

(MRČA) MRVR - motoričko vrijeme reakcije (sek.)

(PCTT) PCTT - pomak CCT (sek.)

(MPSB) MPSB - maksimalni tlak na startni blok (sek.)

(SRČA) SRVR - startno vrijeme reakcije (sek.)

(SODR) SODR - sila odraza (N)

(RSODR) RSODR - relativna sila odraza (N/kg)

(RIODR) RIODR - relativni impuls odraza (Ns/kg)

Parametri startne akceleracije

(3OMNS) 3OMNS - vrijeme trčanja 30 m iz niskog starta (sek.)

(NHITR) NBRZ - najveća brzina (m/s)

(TMAXH) TMAXB - trenutak najveće brzine (sek)

(MAXPO) MAXU - maksimalno ubrzanje (m/s^2)

(POVHIT) PBTZ - prosječna brzina (m/s)

(PPO1M) PU1M - prosječno ubrzanje u 1. m (m/s^2)

(PPO2M) PU2M - prosječno ubrzanje u 2. m

(PPO3M) PU3M - prosječno ubrzanje u 3. m

(PPO4M) PU4M - prosječno ubrzanje u 4. m

(PPO5M) PU5M - prosječno ubrzanje u 5. m

(PPO10M) PU10M - prosječno ubrzanje u 10. m

(PPO15M) PU15M - prosječno ubrzanje u 15. m

(PPO20M) PU20M - prosječno ubrzanje u 20. m

(PPO25M) PU25M - prosječno ubrzanje u 25. m

(PPO30M) PU30M - prosječno ubrzanje u 30. m

(PPO1SE) PU1S - prosječno ubrzanje u 1. sek.

(PPO2SE) PU2S - prosječno ubrzanje u 2. sek.

(PPO3SE) PU3SE - prosječno ubrzanje u 3. sek.

(PPO4SE) PU4SE - prosječno ubrzanje u 4. sek.

Rezultati

S obzirom na osnovne statističke parametre startne akcije (tablice 1 i 2, graf 1, graf 2) možemo zaključiti da su najveće rezlike između sprintera i sprinterki u razvoju sile na startni blok. To posebno vrijedi za apsolutnu silu odraza kao i za relativni impuls odraza.

Relativno veliki stupanj izjednačenosti pokazuju sprinteri i sprinterke u području reakcijskih vremena. Sva reakcijska vremena, osim latentnog vremena, kod atletičarki su kraća nego kod atletičara. Atletičarke u prosjeku napuštaju startni blok 0.02 sekunde ranije nego atletičari.

Tablica 1: Osnovni statistički parametri:
Startna akcija - sprinteri

	X	SD	MIN	MAX
R1BČ	56.00	5.55	50.00	62.00
R2BČ	87.80	5.93	82.00	95.00
LRČA	0.14	2.05	0.12	0.18
MRČA	0.21	4.03	0.18	0.26
PCTT	0.25	4.68	0.16	0.30
MPSB	0.25	3.32	0.21	0.30
SRČA	0.35	4.75	0.26	0.42
SODR	708.20	140.40	54.20	9.83
RSODR	0.86	17.90	0.63	1.20
RIODR	1.43	41.70	0.78	1.88

Tablica 3: Osnovni statistički parametri:
Startna akcija - sprinteri

	X	SD	MIN	MAX
30MNS	4.41	9.13	4.30	4.56
NHITR	8.91	15.42	8.67	9.12
TMAXH	4.28	11.91	4.13	4.45
MAXPO	12.16	208.73	8.18	14.41
POVHIT	6.80	13.80	6.57	6.97
PPO1M	8.01	97.78	6.27	9.17
PPO2M	6.55	58.73	5.55	7.31
PPO3M	5.66	36.28	5.05	6.18
PPO4M	5.13	26.57	4.66	5.54
PPO5M	4.76	23.35	4.33	5.12
PPO10	3.64	15.67	3.38	3.87
PPO15	3.01	11.14	2.84	3.16
PPO20	2.59	9.06	2.45	2.70
PPO25	2.28	7.44	2.18	2.37
PPO30	2.01	8.06	1.88	2.11
PPO1SE	5.23	16.22	5.05	5.54
PPO2SE	3.63	10.30	3.49	3.78
PPO3SE	2.74	4.65	2.66	2.79
PPO4SE	2.20	3.07	2.16	2.26

Iz rezultata u tablicama 3 i 4 vidi se dinamika startne akceleracije koja je bila definirana na 30 metara. Konačno vrijeme, kao generalni pokazatelj učinkovitosti stupnjevanja sprinterske brzine, kod atletičara je kraće za 0.49 sekunde u odnosu na atletičarke. Najočitija razlika između obje kategorije jest u ubrzanju prva 3 metra nakon starta, gdje je dominantan mehanizam za produkciju sile. Ujedno se brza snaga manifestira startnim ubrzanjem koje sprintera "katapultira" sa startnih blokova. Kod sprintera startno ubrzanje (brzina napuštanja startnih blokova) iznosi 12.16 m/s, a kod sprinterki 10.95 m/

Tablica 2: Osnovni statistički parametri:
Startna akcija - sprinterke

	X	SD	MIN	MAX
R1BČ	51.10	4.72	42.00	57.00
R2BČ	78.60	4.84	69.00	85.00
LRČA	0.15	3.84	0.10	0.23
MRČA	0.18	2.49	0.15	0.22
PCTT	0.24	4.39	0.19	0.35
MPSB	0.23	4.34	0.16	0.34
SRČA	0.33	4.59	0.25	0.41
SODR	338.70	99.01	16.40	5.24
RSODR	0.60	17.68	0.32	1.01
RIODR	1.01	34.18	0.52	1.71

Tablica 4: Osnovni statistički parametri:
Startna akcija - sprinterke

	X	SD	MIN	MAX
30MNS	4.90	13.29	4.73	5.10
NHITR	7.77	25.96	7.40	8.13
TMAXH	4.73	24.36	4.33	5.10
MAXPO	10.95	90.46	8.86	12.59
POVHIT	6.12	16.57	5.88	6.35
PPO1M	7.11	47.61	6.06	8.00
PPO2M	5.76	34.24	5.09	6.36
PPO3M	4.94	26.59	4.49	5.35
PPO4M	4.43	22.96	4.08	4.75
PPO5M	4.06	20.92	3.76	4.35
PPO10	3.02	15.36	2.82	3.25
PPO15	2.45	12.48	2.27	2.62
PPO20	2.07	11.09	1.89	2.22
PPO25	1.80	10.29	1.64	1.94
PPO30	1.58	9.44	1.45	1.71
PPO1SE	4.88	23.21	4.49	5.24
PPO2SE	3.17	14.84	2.97	3.36
PPO3SE	2.38	7.77	2.27	2.50
PPO4SE	1.90	6.30	1.80	1.99

s. Sprinteri u prvoj sekundi razvijaju 1.35 m/s² veće startno ubrzanje nego sprinterke, u drugoj 0.46 m/s², u trećoj sekundi 0.36 m/s² i u četvrtoj 0.30 m/s² veće ubrzanje nego sprinterke.

S obzirom na rezultate korelacijskih koeficijenata (tablica 5) između varijabli startne akcije i startne akceleracije stupnjevanje brzine kod atletičara ovisi o poziciji startnih blokova, motoričkog reakcijskog vremena, pomaka CTT, apsolutne i relativne sile odraza od startnih blokova i relativnog odraznog impulsa sa startnih blokova.

Tablica 5: Povezanost parametara startne akcije i startne akceleracije

Sprinteri

	PU30	MAXU	PU1M	PU2M	PU3M	PU4M	PU5M	PU10	PU15	PU20
U1BC	0.78	0.60	0.61	0.63	0.66	0.69	0.70	0.80	0.84	0.69
U2BC	0.66	0.49	0.54	0.59	0.63	0.61	0.61	0.73	0.76	0.63
TT	-0.11	-0.16	-0.05	0.01	0.05	-0.02	-0.06	0.02	0.02	-0.03
LRVR	-0.02	-0.16	-0.19	-0.20	-0.18	-0.16	-0.14	-0.11	-0.03	-0.11
MRVR	0.64	0.73	0.65	0.58	0.52	0.56	0.58	0.54	0.52	0.59
PCTT	0.78	0.70	0.66	0.60	0.61	0.66	0.69	0.73	0.77	0.69
MPSB	0.44	0.31	0.25	0.20	0.20	0.27	0.32	0.37	0.44	0.31
SRVR	0.51	0.54	0.46	0.46	0.40	0.42	0.45	0.41	0.42	0.44
SODR	0.68	0.77	0.77	0.74	0.70	0.63	0.59	0.59	0.56	0.74
RSODR	0.73	0.80	0.79	0.76	0.70	0.65	0.63	0.61	0.60	0.76
RIODR	0.78	0.82	0.77	0.72	0.67	0.68	0.69	0.67	0.66	0.75

*karakteristika .61

Sprinterke

	PU30	MAXU	PU1M	PU2M	PU3M	PU4M	PU5M	PU10	PU15	PU20
U1BC	0.59	0.38	0.36	0.35	0.40	0.50	0.53	0.53	0.50	0.49
U2BC	0.50	0.39	0.33	0.30	0.34	0.43	0.46	0.44	0.41	0.40
TT	0.30	-0.01	0.04	0.09	0.13	0.16	0.18	0.25	0.34	0.37
LRVR	-0.14	-0.04	-0.14	-0.19	-0.16	-0.08	-0.08	0.20	0.24	0.26
MRVR	0.13	0.17	0.24	0.27	0.27	0.23	0.23	0.22	0.20	0.22
PCTT	0.14	0.27	0.31	0.29	0.22	0.12	0.11	0.21	0.24	0.26
MPSB	0.23	0.19	0.31	0.36	0.33	0.25	0.23	0.32	0.34	0.38
SRVR	0.20	0.13	0.26	0.31	0.29	0.21	0.20	0.30	0.32	0.36
SODR	0.50	0.18	0.39	0.50	0.56	0.55	0.55	0.58	0.55	0.58
RSODR	0.47	0.18	0.39	0.50	0.55	0.54	0.53	0.55	0.52	0.54
RIODR	0.45	0.30	0.47	0.55	0.59	0.57	0.57	0.55	0.49	0.51

*karakteristika .45

Maksimalno ubrzanje sa startnih blokova usko je povezano s motoričnim reakcijskim vremenom i parametrima sile odraza sa startnih blokova. Startna brzina koja je definirana izvedbom prvog koraka u startnoj akceleraciji ovisi od pozicije startnih blokova, motoričnom reakcijskom vremenu i prije svega od relativne sile odraza sa startnih blokova. Sa tim je parametrima statistički karakteristično povezana i dinamika brzine u startnoj akceleraciji.

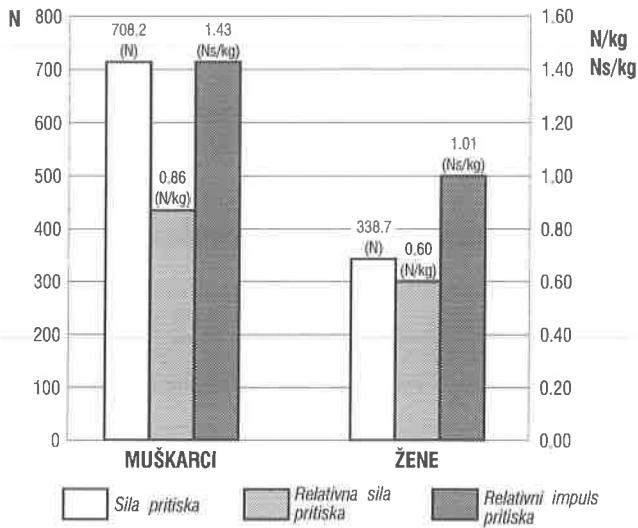
Kod atletičarki mogu se ustvrditi slične povezanosti, no one su ipak malo niže. Startne akceleracije su najjače povezane s varijablama odraza od startnih blokova i pozicijom startnih blokova. Za razliku od atletičara, kod atletičarki ne možemo ustvrditi nikakvu povezanost između startne akceleracije i reakcijskog vremena.

Diskusija

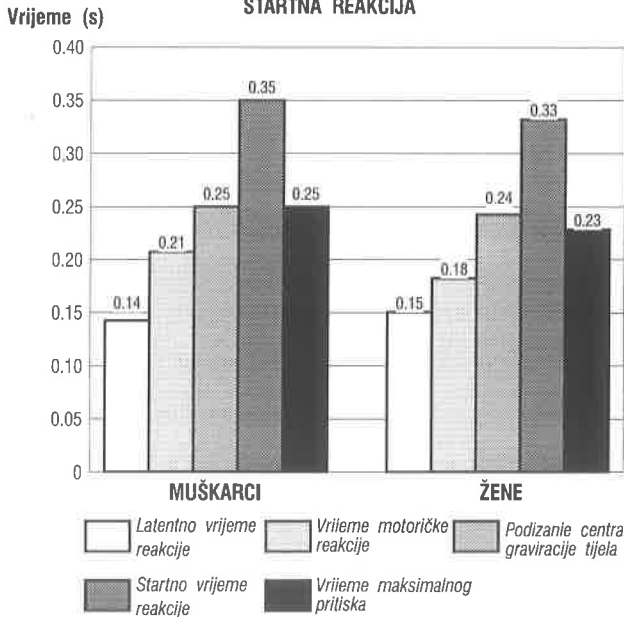
Kod obiju kategorija atletičara startna je pozicija odnosno postavljanje startnih blokova iznimno važan činitelj učinkovitog starta i s tim u vezi povezane startne akceleracije. Veća udaljenost startnih blokova od startne crte omogućuje biomehanički povoljnije uvjete odraza od startnih blokova. Istovremeno, veća udaljenost omogućuje trkaču oštrij odrazni kut prednjeg startnog bloka. To se manifestira i u samom ubrzanju težišta trkača sa startnih blokova kao i u dinamici startne akceleracije.

Brzina reakcije na startni signal neosporno je značajan element učinkovite startne akcije i startne akceleracije. Ipak to vrijedi samo za motoričko reakcijsko vrijeme kod atletičara. Kod atletičarki ta je povezanost, iznenađujuće, posve nekarakteristična. Latentno

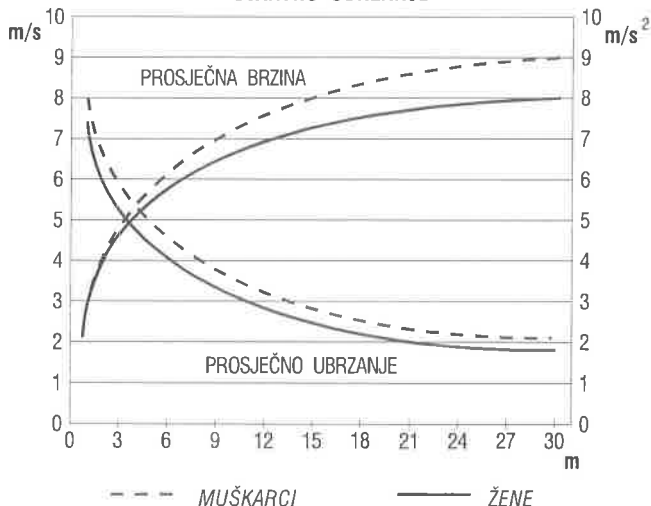
SILA PRITISKA NA STARTNI BLOK



STARTNA REAKCIJA



STARTNO UBRZANJE



vrijeme reakcije nema ni kod atletičara ni kod atletičarki nikakvu povezanost s brzinom izvedbe niskog starta, također ni s dinamikom brzine u startnoj akceleraciji. Ponovno možemo ustvrditi da se latentna vremena reakcije ne razlikuju bitno između spolova. Atletičari imaju u prosjeku samo 0.01 sekunde kraće reakcijsko vrijeme u odnosu na atletičarke. U motoričnoj fazi startnog vremena reakcije sprinterke imaju čak niže vrijednosti nego sprinteri, što je posljedica drukčijeg načina starta pri kojem je dominantna komponenta sila odraza od blokova.

Gledajući rezultate korelacijske analize, sila koju sprinter razvije na potpurnu površinu zadnjeg startnog bloka najvažniji je činitelj uspješnosti u startnoj akceleraciji jednako kod atletičara kao i kod atletičarki. No, pri tome uočavamo velike razlike u veličini razvijene sile. Kod sprintera prosječna apsolutna sila odraza iznosi 708 N, a kod sprinterki tek 330 N. Prema podacima ruskog autora Ozolina (1986), sila tlaka na zadnji startni blok veća je kod vrhunskih sprintera od 980 N.

Značajniju informativnu vrijednost od apsolutne sile ima parametar relativne sile razvijene na startni blok koja uzima u obzir i težinu atletičara. Indeks relativne sile kod atletičara iznosi 0.86 kg/kg, a kod atletičarki 0.60 kg/kg što ukazuje na učinkovitije mehanizme razvoja snage kod sprintera u specifičnim uvjetima niskog starta.

Uz apsolutnu i relativnu veličinu sile nesumnjivo je najznačajniji pokazatelj učinkovitog starta relativni impuls odraza koji pored razvijene sile uzima u obzir i vrijeme koje je potrebno za razvoj te sile. Relativni impuls ima statistički karakteristične povezanosti sa svim parametrima dinamike startne akceleracije, posebno maksimalnim startnim ubrzanjem, podjednako kod atletičara i atletičarki.

Osjetna razlika između atletičara i atletičarki pri razvoju sile na zadnjem startnom bloku posljedica je s jedne strane različitih mehanizama za produkciju sile koji proizlaze iz neurofizioloških karakteristika subjekata, a s druge strane radi se o dva različita načina izvođenja startne akcije. Dok sprinterke izvode akciju odraza sa startnih blokova samo koncentričnom kontrakcijom, kod atletičara opažamo ekscentrično-koncentrično mišićno naprezanje pri odrazu sa startnih blokova. Učinkovitiji je odraz tako posljedica prijenosa energije iz ekscentrične u koncentričnu mišićnu kontrakciju i odgovarajuće predaktivizacije.

Zaključak

Na uzorku od 12 vrhunskih sprintera i sprinterki istraživali smo zakonitosti razvoja startne akceleracije te njihovu povezanost s parametrima niskog starta. Postupak registracije brzine trkača temelji se na mjernoj tehnologiji koju su razvili Laboratorij za biomehaniku Instituta za šport i Odjel za mjernu tehnologiju Fakulteta za prirodnoznanstvo u Ljubljani.

Različiti stupanj učinkovitosti izvedbe niskog starta posljedica je veličine razvijene sile na startne blokove, dok je utjecaj vremena reakcije bitno manji. Dinamika startne akceleracije najviše se razlikuje kod atletičara i atletičarki u prva tri metra. Stupnjevanje brzine u startnoj akceleraciji, kod atletičara oba spola najuže je povezano s parametrima razvijene sile na startne blokove, te s pozicijom startnih blokova i motoričkim vremenom reakcije.

Literatura:

1. Ballreich, R., A. Kuhlow (1986): *Biomechanik der Leichtathletik*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
2. Cappenolle, W. Bohets (1987): *Evaluation of start and sprint action in athletics*. University of Leuven, Belgium
3. Ozolin, E. (1986): *Sprinterskij beg. Fizkultura i sport*, Moskva