



Jan Filipič,
Milan Čoh

Trendi razvoja olimpijskega teka na 100 metrov

Izvleček

Namen študije je bil analizirati trende olimpijskega sprinterskega teka na 100 metrov v obdobju zadnjih 28 let. Ugotavljali smo razvoj in spremembe na področju rezultatov teka na 100 metrov, starost, morfološke spremenljivke in reakcijske čase sprinterjev ter primerjali razlike med spoloma. V študiji smo na podlagi podatkov, pridobljenih iz spletnega vira, analizirali 128 sprinterjev in sprinterk, ki so nastopili na olimpijskih igrah v finalnih tekih na 100 metrov v obdobju 1984–2012. Podatke smo statistično obdelali s pomočjo IBM SPSS Statistics 20 in za ugotavljanje razlik med spoloma uporabili ANOVO. Rezultati so pokazali, da se trendi razvoja olimpijskega teka na 100 metrov pri obeh spolih tekmovalcev različno spreminjajo in da različno stari ter v morfoloških značilnostih neenaki sprinterji in sprinterke dosegajo vrhunske rezultate, znotraj katerih so izjemno majhne razlike.

Ključne besede: olimpijske igre, šprinterski tek na 100 metrov, morfološke spremenljivke, reakcijski čas, trend.



<http://www.nbcolympics.com/news/how-watch-usain-bolt-and-justin-gatlin-2016-olympics>

Developmental trends of the olympic games' 100-meter sprint

Abstract

The aim of the research is to analyse the trends of the Olympic Games' 100-meter sprint from the last 28 years. Within the framework of the present graduation thesis, the changes in the following fields were established: the results of the 100-meter sprint, the age of the athletes, some morphological variables of the competitors, the reaction times and the gender differences were compared. Comprised within the research, which is gathered online, is the data analysis of the 128 male and female sprinters who participated in the final 100-meter sprint events at the Olympic Games between 1984 and 2012. The data was statistically processed utilizing IBM SPSS Statistics 20 software. In order to determine the gender differences, an ANOVA was used. According to the results of the analysis, the developmental trends of the Olympic's 100-meter sprint are changing differently for both female and male competitors. The sprinters of different ages and morphological characteristics are achieving top results with extremely small differences.

Key Words: Olympic Games, 100-meter Sprint, Morphological Variables, Reaction time, Trend.

■ Uvod

Tek na 100 metrov je najkrajša olimpijska sprinterska disciplina. Že od nekdaj velja za kraljevo disciplino atletike. Finale teka na 100 metrov na Olimpijskih igrah (OI) je približno deset sekund trajajoč spektakel najhitrejših zemljanov na svetu, ki si ga po zadnjih ocenah nekaterih televizijskih hiš ogleda več kot milijarda ljudi in je nedvomno najbolj gledana atletska disciplina na tovrstnih dogodkih.

Prvi svetovni rekord pri sprinterjih je Mednarodna atletska organizacija (IAAF) priznala leta 1912, ko sta bila s časoma 10,6 sekunde najhitrejša Don Lippincott in Jackson Scholz. Pri sprinterkah je bil prvi in uradno zabeležen svetovni rekord leta 1922 s strani Mednarodne federacije športa žensk (FSFI), ki se je leta 1936 združila z IAAF. Leta 1975 je IAAF sprejela avtomatsko elektronsko merjenje rekordnih časov za tekmovalce do 400 metrov, dve leti kasneje pa za sprinterske discipline zahtevala merjenje časa na stotinko sekunde natančno. Jim Hines s časom 9,95 sekunde, Wyomia Tyus in Renate Stecher, obe s časom 11,07 sekunde na 100 metrov, so vsi zmagovalci OI iz leta 1968 oziroma 1972 in s tem postali prvi rekorderji z elektronsko izmerjenim časom. Sedaj svetovni rekord pri sprinterjih znaša 9,58 sekunde in je v lasti Usaina Bolta, pri sprinterkah pa najhitrejši čas pripada Florence Griffith – Joyner z 10,49 sekunde. Do 21. junija 2011 je IAAF pri sprinterjih v teku na 100 metrov priznala 67 veljavnih rekordov, pri sprinterkah pa 43 rekordov.

Namen študije je ugotoviti trende sprinterskega teka na olimpijskih igrah v obdobju od leta 1984 do 2012. Ugotavljali in primerjali smo razvoj in spremembe na področju rezultatov, reakcijskih časov, morfoloških karakteristik sprinterjev in sprinterk na 100 metrov. Ugotoviti smo želeli tudi razlike med spoloma.

Tabela 1

Osnovne statistične značilnosti spremenljivk sprinterjev s testom ANOVA v obdobju 1984–2012

■ Metode dela

Vzorec merjenecv

V opazovani vzorec so bili vključeni sprinterji in sprinterke, ki so tekmovali v finalu teka na 100 metrov med letoma 1984 in 2012 na OI. Nanizanih je bilo osem OI v obdobju 28 let in na vsakih igrah je tekmovalo 8 finalistov in 8 finalistk teka na 100 metrov. Vseh tekmovalcev skupaj je bilo torej 128, od tega je 64 sprinterjev in 64 sprinterk, razen pri spremenljivkah reakcijskega časa, kjer je bilo 63 sprinterjev in 64 sprinterk, ter končnega časa in povprečne hitrosti teka, kjer je 120 tekmovalcev, od tega 58 sprinterjev in 62 sprinterk.

Vzorec spremenljivk

Določili smo dva sklopa spremenljivk. Prvi sklop predstavljajo spremenljivke, ki smo jih pridobili na spletni strani in so izmerjene, drugi sklop pa so spremenljivke, ki so izpeljane iz le-teh in so izračunane. To sta bili indeks telesne mase (ITM) in povprečna hitrost teka, ostale so starost, telesna višina, telesna teža, končni čas na 100 metrov in reakcijski čas. Med morfološke spremenljivke smo šteli telesno težo, indeks telesne mase in telesno višino.

Način zbiranja podatkov

Osnovni vir podatkov je predstavljala spletna stran <http://www.sports-reference.com/olympics/>. Časi na OI so bili izmerjeni s pomočjo treh različnih svetovnih in uradnih časomerilnih organizacij Omega, Seiko in Swatch. Morfološke značilnosti sprinterjev in sprinterk v teku na 100 metrov, najdene na isti spletni strani, so bile izmerjene po standardnih postopkih antropološkega merjenja.

Metode obdelave podatkov

Podatke smo obdelali s programsko opremo Microsoft Office Excel 2007 in IBM SPSS Statistics 20. Osnovna statistika (srednja

vrednost, standardni odklon, največja in najmanjša vrednost) je bila opravljena na podatkih reakcijskega časa, končnega časa, povprečne hitrosti, starosti, telesne teže, višine in ITM-ja. Trende smo prikazali s histogrami in z linearno črto tako, da smo izračunali povprečne vrednosti za vsake OI. Za ugotavljanje razlik med spoloma in posameznimi skupinami v posameznih obdobjih v srednjih vrednostih spremenljivk smo uporabili test ANOVA. Testiranje statistične značilnosti razlik smo ugotavljali na ravni 5-odstotnega tveganja.

■ Rezultati in razprava

Primerjava osnovne statistike spremenljivk starosti, višine, teže, indeksa telesne mase, končnega časa, hitrosti teka in reakcijskega časa za sprinterje in sprinterke ter preverjanje statistične značilnosti med spoloma in posameznimi skupinami na posameznih OI s testom ANOVA.

Iz Tabel 1 in 2 osnovne statistike spremenljivk sprinterjev in sprinterk na 100 metrov v celotnem opazovanem časovnem obdobju vidimo, da se starost tekmovalcev giblje med 19. in 36. letom, starost tekmovalk pa med 19. in 40. letom starosti. Povprečni starosti, ki je pri sprinterjih 25,3 in pri sprinterkah 26,3 leta, se med obema spoloma razlikujeta za približno eno leto. Povprečna višina sprinterjev je za kar 14 cm ali 8,5 % višja od povprečne višine sprinterk, v teži pa je ta razlika celo 20 kg oziroma 32,6 %, zato je pričakovano ITM pri sprinterjih višji za 2,7 oz. 12,8 %. Povprečna teža sprinterjev namreč znaša 78,6 kg, višina 181,7 cm, medtem ko je pri sprinterkah povprečna teža 59,2 kg in višina 167,5 cm. Podobne rezultate je dobil tudi Uth (2005), ki je preučeval čase 50 najhitrejših sprinterjev in sprinterk na 100 metrov na svetu. Povprečna starost sprinterjev je znašala 25,58 let,

OSNOVNA STATISTIKA

ANOVA

Sprinterji	Spremenljivke	N	Min	Max	Mean	SD	Skew	Kurt	Sig. (znotraj spolov)	Sig. (med spoloma)
	Čas (sek)	58	9,63	10,35	10,01	0,157	0,065	-0,138	0,000	0,000
	Hitrost (m/s)	58	9,66	10,38	9,99	0,156	0,017	-0,103	0,000	0,000
	Reakcijski čas (sek)	63	0,124	0,216	0,160	0,020	0,573	-0,025	0,008	0,003
	Starost (leta)	64	19,00	36,00	25,34	3,330	0,549	0,491	0,022	0,189
	Višina (cm)	64	170,00	196,00	181,73	5,985	0,718	-0,259	0,287	0,000
	Teža (kg)	64	67,00	94,00	78,56	6,392	0,646	-0,038	0,517	0,000
	Indeks telesne mase	64	20,78	27,17	23,77	1,348	0,436	0,011	0,491	0,000

Tabela 2

Osnovne statistične značilnosti spremenljivk sprinterk s testom ANOVA v obdobju 1984–2012

	OSNOVNA STATISTIKA								ANOVA	
	Spremenljivke	N	Min	Max	Mean	SD	Skew	Kurt	Sig. (znotraj spolov)	Sig. (med spoloma)
Sprinterke	Čas (sek)	62	10,54	11,62	11,05	0,188	0,302	0,856	0,000	0,000
	Hitrost (m/s)	62	8,61	9,49	9,06	0,153	-0,150	0,745	0,000	0,000
	Reakcijski čas (sek)	64	0,128	0,253	0,172	0,026	0,930	1,077	0,000	0,003
	Starost (leta)	64	19,00	40,00	26,25	4,361	1,280	1,883	0,114	0,189
	Višina (cm)	64	157,00	181,00	167,53	5,773	0,423	-0,525	0,938	0,000
	Teža (kg)	64	52,00	68,00	59,23	4,151	-0,034	-0,633	0,566	0,000
	Indeks telesne mase	64	18,04	24,09	21,13	1,487	0,020	-1,028	0,275	0,000

Legenda: število atletov (N), minimalni (MIN) in maksimalni (MAX) rezultat, povprečna vrednost (MEAN), standardni odklon (SD), koeficient variabilnosti: skewness (SKEW) in kurtosis (KURT), statistična značilnost na ravni 5-odstotnega tveganja (SIG.).

sprinter 25,7 let, povprečna telesna višina sprinterjev 180,24 cm, sprinterk 167,8 cm, povprečna teža telesa sprinterjev 77,02 kg, sprinterk 58,15 kg in povprečni ITM sprinterjev 23,69 in sprinterk 20,64. Sklepamo lahko, da se najboljši sprinterji in sprinterke po telesnih značilnostih in starosti skorajda ne razlikujejo.

Najhitrejši čas je pri sprinterjih dosegel Usain Bolt na zadnjih Ol v Londonu in je tudi najvišji tekmovalec s 196 cm, pri sprinterkah pa je najhitreje tekla Florence Griffith Joyner leta 1988. Razlika med povprečnimi časi na 100 metrov med obema spoloma znaša dobro sekundo. Sodeč po končnem času sta prej omenjena tekmovalca dosegla najvišji povprečni hitrosti teka na 100 metrov, in sicer je pri sprinterjih ta vrednost 10,38 m/s pri sprinterkah pa 9,49 m/s. Razlika povprečne hitrosti teka na vseh Ol je pri sprinterkah za 0,93 m/s nižja kot pri sprinterjih, izraženo v procentih je to 10,26 %.

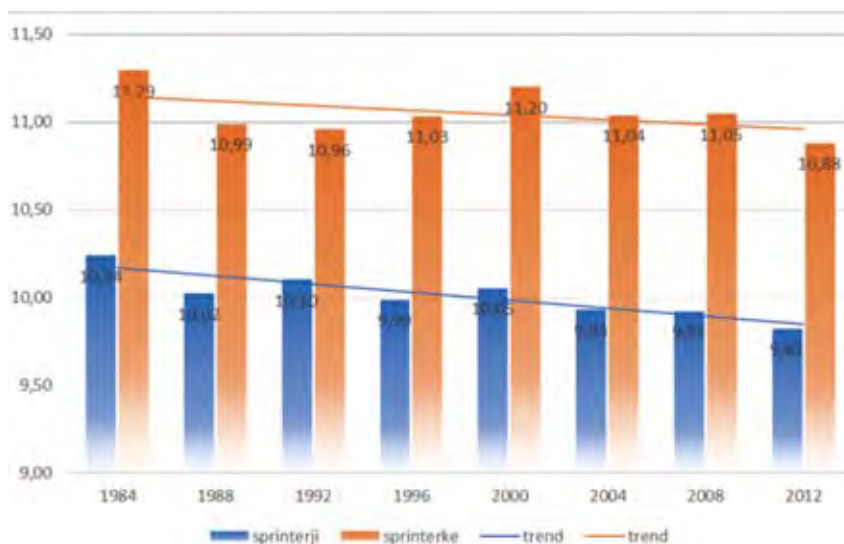
Sprinterji dosegajo nižje povprečne vrednosti reakcijskih časov kakor sprinterke, kar pomeni, da je njihov reakcijski čas za 7 % boljši od reakcijskega časa sprinterk. Razlika v povprečnih reakcijskih časih med sprinterji in sprinterkami je tudi statistično značilna ($p = 0,003$). Da so najboljši sprinterji izjemno izenačeni v štartni akciji, vidimo na podlagi odklonov od povprečnih vrednosti reakcijskih časov, ki pri sprinterjih in sprinterkah nihajo največ do 0,026 sekunde, kar je izjemno malo in enako dokazuje tudi študija Moravca, Ruzicka, Susanka, Dostala, Kodejsa in Noska, M. (1988).

Možen vzrok za slabše povprečne reakcijske čase sprinterk je mogoče iskati v tehnologiji štartnih blokov. Do pred kratkim je veljalo, da se štartna reakcija konča takrat, ko atlet preseže silo 25 kg na eno izmed opor štartnega bloka, kar je iz vidika giba-

nja nenaravno. Sedaj se je to spremenilo in reakcijo giba določa strmina krivulje sile. Najnižja vrednost reakcijskega časa po pravilih znaša 100 ms, vse, kar je manj, se smatra kot napačen štart. Nekateri raziskovalci trdijo, da določena meja atletom ne omogoča najhitrejših štartov, saj obstaja tudi nekaj študij, ki dokazujejo, da lahko sprinterji presežejo mejo 100 ms. Vrednosti so v nekaterih primerih lahko celo nižje od 80 ms. Ker je strmina krivulje naraščajoče sile, ki deluje na štartne bloke, povezana s sposobnostjo razvijanja sile v čim krajšem času, je nedvomno, da sprinterke mejo 25 kg dosežejo pozneje kot sprinterji (Komi, Ishikawa and Salmi, 2009).

Najnižji zabeležen reakcijski čas pri sprinterjih je 0,124 s, pri sprinterkah pa 0,128 s, kar pomeni, da je razlika zelo majhna. Glede na statistične analize reakcijskih časov na glavnih tekmovanjih je 130 ms ali manj odličen rezultat pri sprinterjih in 135 ms ali manj pri

sprinterkah (Gambeta, 1991). Časi najboljših sprinterjev znašajo nekje med 100 do 600 ms, večina vrednosti pa je v območju okoli 160 do 300 ms (Martin and Buoncristiani, 1995), Schmolinsky (2000) pa navaja, da dobri sprinterji dosegajo reakcijske čase od 0,12 do 0,18 s. Pričakovali smo zelo nizke povprečne vrednosti reakcijskih časov, saj so Bračič in Čoh (2009), Babič (2008) in Moravec, Ruzicka, Susanka, Dostal, Kodejs in Nosek (1988) v svojih raziskavah ugotovili, da se reakcijski časi v teku na 100 metrov in tudi ostalih sprinterskih disciplinah izboljšujejo s pomembnostjo tekmovanja. To pomeni, da atleti z višanjem ravni tekmovanja stopnjujejo svojo pripravljenost in osredotočenost na hiter štart in reakcijski čas, in ker Ol nedvomno spadajo med najpomembnejša tekmovanja v karieri športnikov, so ti s pomočjo ustreznega načrtovanja (ciklizacije) treningov v tem času prav gotovo na najvišji možni ravni zmogljivosti in pripravljenosti.



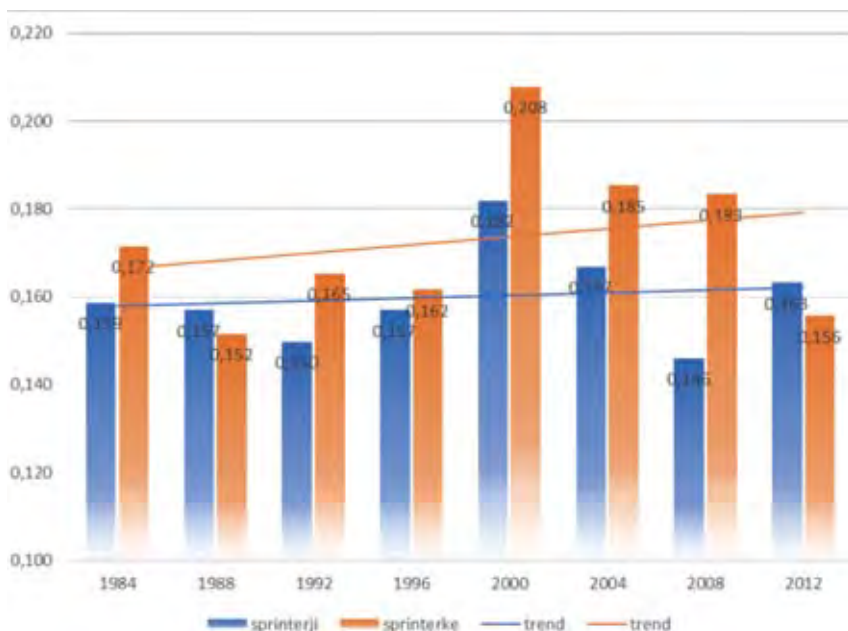
Slika 1. Vrednosti povprečnih časov sprinterjev in sprinterk v letih 1984–2012.

Rezultatski trendi med sprinterji in sprinterkami na OL

S Slike 1 lahko ugotovimo, da se povprečni končni časi finalnih skupin olimpijskega teka na 100 metrov zmanjšujejo. Tako pri sprinterjih kot pri sprinterkah je viden napredek. Pri sprinterkah se torej trend razvoja časov na 100 metrov izboljšuje oziroma povprečna hitrost sprinterk, ki je neposredno povezana z rezultatom teka na 100 metrov, narašča. Za sprinterje bi lahko dejali, da je trend razvoja rezultatov iz vsakega olimpijskega obdobja konstanten. Nekoliko slabši povprečni rezultati so nastopili leta 1984, 1992 in 2000, a so te razlike zelo majhne. Največji preskok je bil dosežen v zadnjem obdobju. To potrjujejo na novo doseženi olimpijski rekordi teka na 100 metrov Usaina Bolta. Pri sprinterkah je trend razvoja manj izrazit kot pri sprinterjih, kar pomeni, da je njihov napredek v tem obdobju manjši, je pa očitno. Pri slednjih je dinamika razvoja rezultatov bolj razgibana kot pri sprinterjih. Leta 1988 in 1992 so sprinterke dosegale najboljše čase, potem pa je sledila stagnacija rezultatov. Razlog za dobre rezultate v finalnem teku leta 1988 je bil premočan veter v hrbet (3 m/s). Časi teka so se na naslednjih štirih OL dvignili nad mejo 11 sekund, med njimi pa je bila najpočasnejša finalna skupina sprinterk iz leta 2000. Najboljši povprečni čas celotnega opazovanega obdobja so sprinterke dosegle na zadnjih OL.

Trendi reakcijskih časov med sprinterji in sprinterkami na OL

Sprinterji dosegajo nižje vrednosti povprečnih reakcijskih časov kot sprinterke tako skozi celotno obdobje kot tudi skozi posamezne OL, izjema sta leti 1988 in 2012, ko so sprinterke dosegle malenkost boljše reakcijske čase (Slika 2). Zanimivo je, da je trend povprečnih reakcijskih časov sprinterk v teku na 100 metrov rahlo negativen, pri sprinterjih pa trend stagnira. Pri sprinterkah je torej padec reakcijskih časov večji kot pri sprinterjih, pri katerih tega ne moremo trditi. Največjo spremembo dinamike



Slika 2. Vrednosti povprečnih reakcijskih časov sprinterjev in sprinterk v letih 1984–2012.

reakcijskih časov lahko opazimo leta 2000 pri obeh spolih tekmovalcev. Povprečni reakcijski časi tekmovalcev so bili v tem letu namreč očitno slabši kot v letih prej, pri sprinterjih je bila sicer razlika manjša kot pri sprinterkah.

Po letu 2000 zasledimo pozitiven trend razvoja reakcijskih časov pri obeh spolih tekmovalcev, ki se počasi poravnava s preteklimi povprečnimi vrednostmi reakcijskih časov, in sicer pri sprinterjih nekoliko bolj. Prvi vzrok je mogoče iskati v novem načinu štarta. Od leta 1995 so na svetovnih prvenstvih začeli uporabljati tako imenovano »tiho« štartno pištolo, na OL leta 1996 in 2000 pa je niso. Pri klasični »glasni« štartni pištoli na pok so se pojavljale težave z različno oddaljenostjo atletov od štartne pištole, ki jo je držal štarter v roki, dvignjeno visoko v zrak. V trenutku poka štartne pištole je zvok, ki po zraku potuje s hitrostjo približno 350 m/s, prišel prej do tistih, ki so bili bližje štarterju. Že v potovanju zvoka so se pojavljale razlike, kaj šele v zaznavanju in odzivu štartne akcije atletov na zvočni si-

gnal. Zato so uporabili novo tehniko štarta s »tiho« pištolo. Ta je bila povezana z vsakim štartnim blokom, ki je zadaj imel vgrajeno zvočno napravo in tako zagotovil atletom, da so vsi imeli enake možnosti oziroma so vsi bili enako oddaljeni od zvočne naprave, iz katere je pripotoval električni signal zvoka štartne pištole (Lennart and Dapena, 2003).

Drugi vzrok pa je v uvedbi dveh novih pravil napačnega štarta v tekaških atletskih disciplinah. Do konca leta 2002 je vsak atlet imel pravico do enega napačnega štarta, ne da bi bil pri tem početju diskvalificiran. Od začetka leta 2003 naprej pa je začelo veljati prvo novo pravilo enega napačnega štarta na tekmo, kar pomeni, da je kateri koli atlet, ki je v ponovljeni štartni proceduri prehitro štartal, bil izključen iz tekmo- vanja brez možnosti ponovnega štarta. Prve OL, ki so bile deležne novega pravila, so bile leta 2004 v Atenah. Ugotovljeno je bilo, da se od uvedbe tega novega pravila tendenca reakcijskih časov na 100 metrov pri obeh spolih ni poslabšala (Ditrollo and

Tabela 3

Osnovna statistika povprečnih reakcijskih časov po spolu in rasi

REAKCIJSKI ČASI (sek)						
Spol	Rasa	N	Min	Max	Mean	SD
Sprinterji	Črnopolti	58	0,124	0,216	0,159	0,020
Sprinterke	Črnopolte	51	0,128	0,253	0,174	0,025
	Belopolte	12	0,133	0,223	0,164	0,030

Legenda: število atletov (N), minimalni (MIN) in maksimalni (MAX) rezultat, povprečna vrednost (MEAN) in standardni odklon (SD).

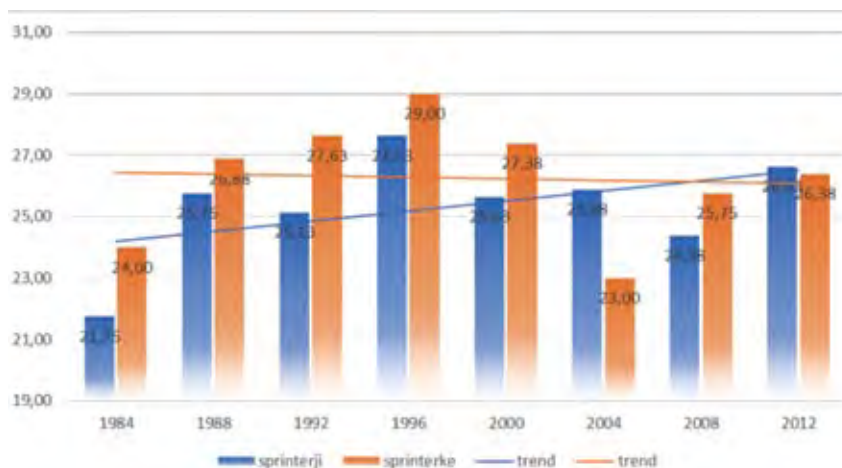
Kilding, 2004). Ugotovili smo, da se je trend razvoja reakcijskih časov po uvedbi novega pravila leta 2003 pri sprinterjih in sprinterkah izboljšal tudi na račun uporabe »tihe« štartne pištole na OI leta 2004. Drugo novo pravilo je začelo veljati leta 2010, po tem pravilu so bili atleti ob prvem napačnem štartu takoj diskvalificirani. Učinek tega pravila je viden na OI leta 2012, ko so sprinterke dosegle presenetljivo zelo dober povprečni reakcijski čas, ki je bil boljši kot pri sprinterjih. Spremembe trenda razvoja reakcijskih časov lahko torej bolj pripišemo natančnejši tehnologiji merjenja reakcijskih časov in številnim uvedbam novih štartnih pravil kot pa samemu uspehu sprinterjev in sprinterk.

V Tabeli 3 vidimo, da se nobenemu od belopoltnih sprinterjev v zadnjih 28 letih ni uspelo prebiti v finalni tek na 100 metrov na OI.

Vseh 58 veljavnih reakcijskih časov pripada temnopoltim sprinterjem, zato pri njih ne moremo narediti primerjalnih analiz med belopoltnimi in temnopoltimi tekmovalci. Pri tekmovalkah je v celotnem obdobju nastopilo 51 črnopoltnih in 12 belopoltnih sprinterk. Najhitrejši reakcijski čas med vsemi je dosegla črnopolta sprinterka Kelly-Ann Baptiste na OI v Londonu, najhitrejša med belopoltnimi pa je bila Nataliya Pomošchnikova-Voronova leta 1996. Najslabši reakcijski čas med vsemi je dosegla črnopolta sprinterka Sevatheda Fynes na OI v Sydneyju. Iz Tabele 3 ugotovimo, da belopolte sprinterke v primerjavi s črnopoltnimi dosegajo boljše povprečne reakcijske čase. Razlika med njimi je sicer minimalna in znaša 0,01 sekunde.

Starostni trendi med sprinterji in sprinterkami na OI

Trend povprečne starosti se skozi obdobje 28 let tekmoval na OI giblje različno glede na spol, vendar razlike v povprečnih vrednostih starosti med sprinterji in sprinterkami niso statistično značilne ($p = 0,189$). S primerjavo povprečnih vrednosti starosti sprinterjev po posameznih obdobjih smo ugotovili, da obstajajo statistično pomembne razlike ($p = 0,022$), medtem ko pri sprinterkah tega ne moremo trditi ($p = 0,114$). Presenetljivo so sprinterji in sprinterke z največjo povprečno starostjo nastopili leta 1996 (Slika 3). Potem je vrednost starosti skokovito padla, pri sprinterkah bolj kot pri sprinterjih. Možen razlog za to je, da je v tistem času prišlo do generacijske menjave tekmovalcev v teku na 100 metrov. Pri



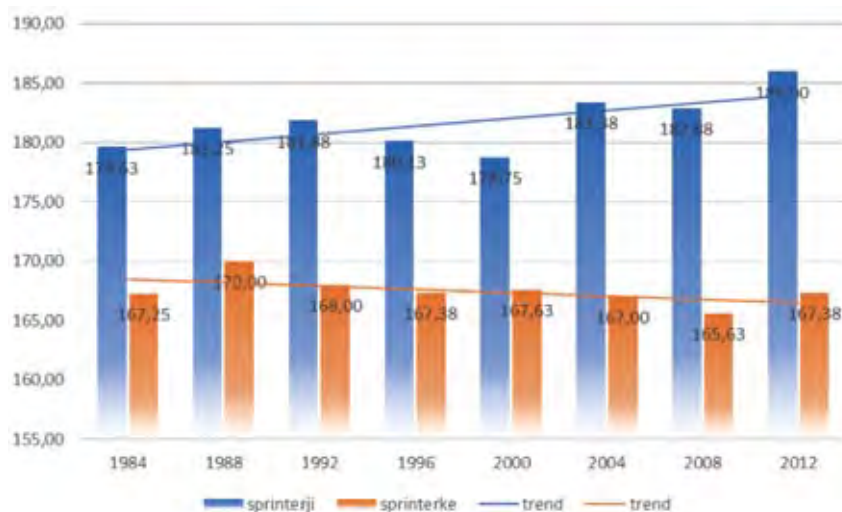
Slika 3. Vrednosti povprečne starosti sprinterjev in sprinterk v letih 1984–2012.

sprinterjih trend povprečne starosti raste, pri sprinterkah pa malenkost pada. Zasedimo, da se povprečna starost v posameznih olimpijskih obdobjih giblje med 22. in 29. letom starosti. Ti podatki zgovorno kažejo, da vrhunski rezultati v teku na 100 metrov nastopijo šele po 20. letu starosti. Najboljše rezultate v teku na 100 metrov atleti dosežejo prej kot v ostalih sprinterskih disciplinah, ker razvoj vzdržljivosti v hitrosti temelji na ravni sposobnosti teka v maksimalni hitrosti, ki je temeljna gibalna sposobnost za nadaljnji razvoj ostalih pojavnih oblik hitrosti. Ugotovimo torej, da je povprečna starost sprinterk je višja kot pri sprinterji in kot navaja Škof (2007) mlajšim atletom in atletinjam biološki razvoj mišičnega, vezivnega in kostnega sistema, ki se zaključi šele v zgodnjem odraslem obdobju oziroma ob koncu adolescence, to je nekje po 20. letu, onemogoča, da bi dosegali absolutno najboljše rezultate v vseh oblikah hitrosti in agilnosti v teh obdobjih. Pri ženskah rezul-

tati v teh sposobnostih nekoliko zaostajajo za moškimi in jih dosegajo pozneje, ravno zato je povprečna starost sprinterk višja kot pri sprinterjih.

Trendi telesne višine med sprinterji in sprinterkami na OI

Iz Slike 4 je ta pojav tendence morfoloških sprememb pri sprinterjih bolj očiten, saj se povprečna višina tekmovalcev zvišuje. Prav ta, ki je največja zlasti v obdobju zadnjih 10 let, je pri sprinterjih zagotovo eden izmed dejavnikov, da se je trend razvoja rezultatov pri sprinterjih v istem časovnem obdobju izboljšal. Znotraj spolov po posameznih obdobjih ne prihaja do statistično značilnih razlik, so pa statično značilne razlike med spoloma v srednjih vrednostih. Različne raziskave kažejo na to, da se sodobni sprinterji in sprinterke v povprečni telesni višini razlikujejo v primerjavi z nekdanjimi tekmovalci. Slednji so bili manjši, robustni,



Slika 4. Vrednosti povprečne telesne višine sprinterjev in sprinterk v letih 1984–2012.

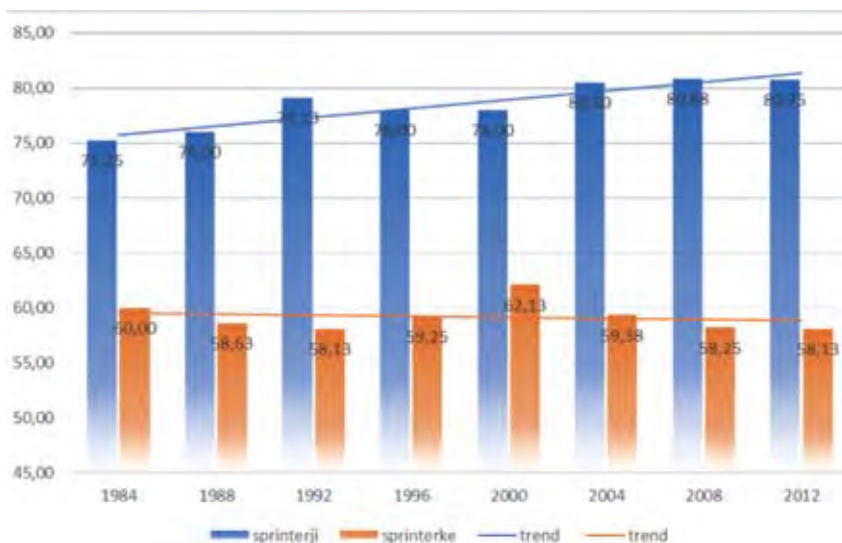
močni in kratkih udov, pri katerih je prišla do izraza frekvenca koraka, današnji sprinterji pa so višji z manjšimi obsegi in večjimi longitudinalnimi dimenzijami udov, kar jim omogoča večjo dolžino koraka.

Med najpomembnejšimi morfološki značilnostmi sta telesna višina oz. dolžina nog, ki neposredno vplivata na največjo hitrost teka. Telesna višina je dokazano povezana z dolžino koraka. Le-ta skupaj z dolžino nog odločujoče oblikuje tekaški korak. A kot ugotavlja Čoh idr. (1992, 1995), so pri otrocih morfološke značilnosti pozitivno povezane z longitudinalnimi merami telesa in udov, pri vrhunskih sprinterjih pa so pomembne, vendar ne odločujoče za njihov uspeh, kajti največje uspehe so in lahko dosegajo sprinterji z različnimi konstitucijskimi tipi.

Trendi telesne teže med sprinterji in sprinterkami na OI

Podobno, kot se spreminja povprečna telesna višina sprinterjev in sprinterk, se spreminja tudi povprečna telesna teža (Slika 5). Pomeni, da znotraj spolov po posameznih obdobjih ne prihaja do statistično značilnih razlik, so pa statično značilne razlike med spoloma v srednjih vrednostih. Splošno znano je, da imajo ljudje – tako ženske kot moški – z višjo telesno višino večjo telesno težo in obratno. Sprinterjem se povprečna telesna teža v posameznih olimpijskih obdobjih povečuje. Največjo povprečno težo so zabeležili na OI v Pekingu leta 2008, najmanjšo pa na prvih OI v našem preučevanem časovnem obdobju. Povprečna teža sprinterk se rahlo zmanjšuje, kajti najnižje vrednosti so ravno v zadnjih obdobjih. Opazen je vrh povprečne teže sprinterk iz leta 2000, ki sodeč po grafu povprečne telesne višine ni v povezavi z njim. Vrh predstavlja največjo povprečno težo sprinterk, to je okrog 62 kg. Očitno je v tem obdobju šlo za skupino sprinterk, ki so bile v primerjavi z ostalimi tekmovalkami iz različnih obdobji nadpovprečno težke, vendar moramo upoštevati, da imamo opravka z vrhunskimi sprinterkami, zato so razlike v teh vrednostih zelo majhne.

Eden izmed razlogov povečanja povprečne teže sprinterjev je tudi v spremenjeni sestavi dopolnilnih živil (suplementov), ki jih uživajo športniki pred, med in po treningih za hitrejšo regeneracijo telesa in boljše pripravo na naslednji trening, in zaradi drugega načina treniranja, usmerjenega v smislu povečanja mišične mase. To so pokazali avtorji Anzell, Potteiger, Kraemer



Slika 5. Vrednosti povprečne telesne teže sprinterjev in sprinterk v letih 1984–2012.

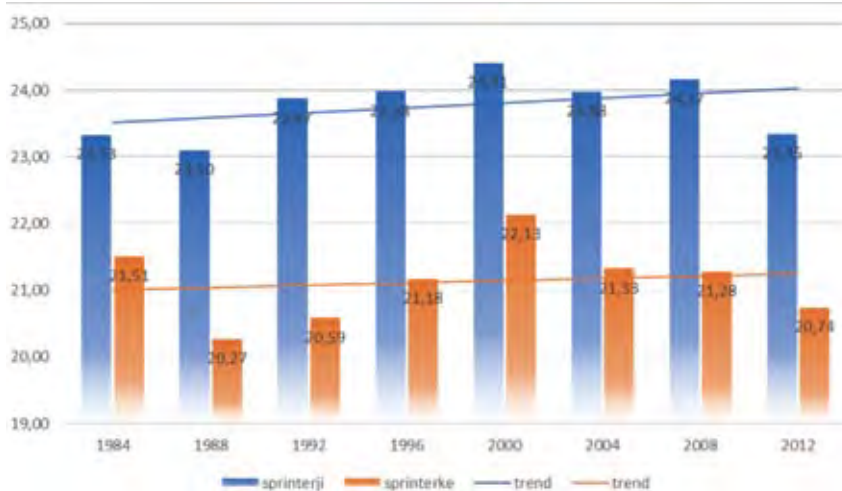
and Otieno (2013) na študiji ameriških nogometašev v letih 1942–2011 in ugotovili, da se njihova telesna višina ni statistično pomembno povečala, telesna teža pa se je. Vzrok je v uvedbi vaj, ki so namenjene povečevanju mišične mase in tako tudi moči. S tem se je povečala telesna teža nogometašev, hkrati pa se je spremenila telesna sestava. Drugi vzrok je v izpopolnjenih beljakovinskih živilih, kot je kreatin, ki so ga nogometaši sčasoma začeli uživati med zahtevnimi treningi, to pa je povzročilo povečanje telesne teže in mišične mase.

Znano je, da sprinterji v trenažnih procesih uporabljajo različne metode in sredstva treniranja, med katerimi je največ pliometričnih in sprinterskih gibalnih nalog. Iz tega lahko sklepamo, da je njihov delež maščobnega tkiva manjši, a ker v pripravljalnih obdobjih razvijajo hipertrofijo, ki poveča delež mišične mase, ta je v primerjavi z ma-

ščobnim tkivom gostejše in težje, je njihov ITM spet nekoliko večji kot sicer.

Trendi indeksa telesne mase med sprinterji in sprinterkami na OI

Trend vrednosti povprečnega ITM-ja iz posameznih OI se pri obeh spolih povečuje (Slika 6). Pri sprinterjih se je v obdobju od leta 1984 do 2012 povečal nekoliko bolj kot pri sprinterkah. Razlike med sprinterji in sprinterkami so v vrednostih ITM-ja očitne in se tudi statistično pomembno razlikujejo med seboj ($p = 0,000$), a te razlike niso pomembne znotraj vsake skupine atletov v posameznih obdobjih. Največje vrednosti pri obeh spolih zasledimo leta 2000, po tem letu pa začnejo padati. Verjetno je, da so sodobni sprinterji in sprinterke v zadnjem desetletju nagnjeni k temu, da se njihov ITM počasi povečuje. To pri sprinter-



Slika 6. Vrednosti povprečnega ITM-ja sprinterjev in sprinterk v letih 1984–2012.

jih pomeni, da iz prej interpretiranih grafov, ki prikazujejo trend razvoja telesne višine in teže, postajajo višji in dodatno težji, saj je dinamika teže v smeri rasti bolj izražena. Pri sprinterkah pa je ITM višji zaradi malenkostnega povečevanja razlike med telesno težo in telesno višino na stran telesne teže. Ugotovili smo, da kljub različnim trendom sprinterjev in sprinterk v telesni teži in višini, rahla rast ITM pri obeh spolih pomeni večjo rast telesne teže. Najnižje vrednosti ITM-ja so pri obeh spolih zabeležene v letu 1988. Predvidevamo, da je do tega pojava prišlo zato, ker je pred časi namreč veljalo, da so najuspešnejši tisti sprinterji, ki so kratkonogi in dosegajo višjo povprečno frekvenco koraka. Zato so bili najverjetneje modeli selekcijskih izborov sprinterjev in sprinterk v reprezentančne ekipe skozi posamezna starostna obdobja osnovani in bolj naklonjeni tekmovalcem z nižjo telesno višino.

Velika ali majhna teža je v sprintu zagotovo omejitveni dejavnik. Večja telesna teža zahteva od sprinterja večjo silo, da telo pospeši. Zato imajo močnejši sprinterji več mišične mase in večjo telesno težo kot šibkejši sprinterji. Na drugi strani sprinterji z manjšo telesno težo potrebujejo manj mišične mase in so šibkejši. Kot kaže, morajo sprinterji ohranjati optimalno raven ITM, ki se med spoloma razlikuje (Uth, 2005).

Zaključek

Na osnovi študije smo ugotovili, da rezultati na 100 metrov v zadnjih 28 letih pri sprinterjih in sprinterkah napredujejo. Sprinterji pri tem dosegajo značilno nižje vrednosti reakcijskih časov. Starejši tekmovalci obeh spolov dosegajo hitrejša reakcijska časa v primerjavi z mlajšimi, najverjetneje zaradi večje izkušnosti. V hitrosti startne reakcije se belopolte in temnopolte sprinterke ne razlikujejo, medtem ko pri sprinterjih tega nismo mogli ugotoviti, saj noben belopolti ni nastopil v finalnem teku. Starost tekmovalcev, ki se giblje med 19. in 40. letom, se pri sprinterjih povečuje, pri sprinterkah pa stagnira. Starost pri sprinterjih pomembno vpliva na kočni čas, medtem ko pri sprinterkah starost ne vpliva na rezultate. Telesna višina je pomemben dejavnik, ki vpliva na razvoj rezultatov v teku na 100 metrov, še posebej pri sprinterjih, ki postajajo v zadnjih 28 letih vedno višji. Trend razvoja indeksa telesne mase se pri obeh spolih tekmovalcev rahlo povečuje, vendar pri sprinterjih ne pogojuje končnega časa, medtem ko pri sprinterkah zanimivo manjši indeks telesne

mase pomeni tudi boljši rezultat. Ne glede na to vsi sprinterji in sprinterke z različnimi konstitucijami dosegajo vrhunske rezultate.

S to študijo bomo bolje razumeli dejavnike, ki razlikujejo sprinterje od sprinterk in namenili več pozornosti tistim vadbenim nalogam v trenažnem procesu, ki bi te razlike lahko zmanjšale. Nekaterih od teh dejavnikov ne moremo korenito spreminjati, saj njihov potek pri razvoju človeka nadzorujejo geni. Lahko bomo tudi natančneje napovedovali razvoj rezultatov in spremembe v morfoloških značilnostih sprinterjev in sprinterk v prihodnosti. Na ta način bi učinkoviteje prepoznavali talente med otroki in mladostniki ter jih usmerjali v atletiko.

Literatura

1. Anzell, A., Potteiger, J., Kraemer, W. and Otieno, S. (2013). Changes in height, body weight, and body composition in american football players from 1942 to 2011. *Journal of strength and conditioning research*, 27(2), 277–284.
2. Babić, V., Harasin, D., in Dizdar, D. (2007). Relationship of the variables of power and morphological characteristics with the kinematic indicators of maximal running speed. *Kinesiology*, 39(1), 28–39.
3. Bračič, M. in Čoh, M. (2009). Primerjalna analiza reakcijskih časov atletov v izbranih sprinterskih disciplinah-svetovno prvenstvo v Osaki leta 2007. V M. Čoh, *Sodobni diagnostični postopki v treningu atletov* (str. 171–183). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
4. Čoh, M. (1992). *Atletika : tehnika in metodika nekaterih atletskih disciplin*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
5. Čoh, M. (1995). *Sodobni postopki merjenja sprinterske hitrosti*. V B. Jošt, M. Čoh, I. Čuk, V. Kapus in J. Bednarik, *Kinematična analiza gibanj v izbranih panogah* (str. 138–148). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
6. Dintiman, G., Tellez, T. and Ward, R. (1997). *Sports Speed 2nd Edition*. Leisure Press, USA.
7. Gambeta, V. (1991). Essential considerations for the development of a teaching model for the 100 metres sprint. *New studies*, 6(2), 27–32.
8. Hoskisson, J. L. (1993). Sprint start. *Track field quarterly review*, 93(1), 13–14.
9. Joch, W. (1997). *Sprint*. Zagreb: Gopal.
10. Komi, P.V., Ishikawa, M. and Salmi, J. (2009). IAAF sprint start research project: Is the 100 ms limit still valid?. *New study*, 24(1), 37–47.

11. Lennart Julin, A. and Dapena, J. (2003). Sprinters at the 1996 Olympic games in Atlanta did not hear the starters gun through the loudspeakers on the starting blocks. *New studies*, 18(1), 23–27.
12. Mačkala, K. (2007). Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 metres. *New studies*, 22(2), 7–16.
13. Marković, G., Jukić, I., Milanović, D. and Metikoš, D. (2005). Effects of sprint and plyometric training on morphological characteristics in physically active men. *Kinesiology* 37(1), 32–39.
14. *Men's 100 metres world record progression*. (2013). Wikipedia. The free encyclopedia. Pridobljeno na https://en.wikipedia.org/wiki/Men's_100_metres_world_record_progression
15. Misjuk, M. and Viru, M. (2011). Running velocity dynamics in 100 m sprint: comparative analysis of the world top and estonian top male sprinters. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 17, 131–138.
16. Moravec, P., Ruzicka, J., Susanka, P. Dostal, E., Kodejs, M. in Nosek, M. (1988). The 1987 international athletic foundation/IAAF scientific project report: Time analysis of the 100 metres events at the II World championships in athletics. *New studies*, 3, 61–96.
17. Mureika, J. R. (2000). The lagality of wind and altitude assisted performances in the sprints. *New studies*, 15(3/4), 53–58.
18. Schiffer, J. (2009). The sprints. *New studies*, 24(1), 7–17.
19. Škof, B. (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
20. Thorland, W., Johnson, G., Fagot, T., Tharp, G. and Hammer, R. (1981). Body composition and somatotype characteristics of Junior Olympic athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 13(5), 332–338.
21. Uth, N. (2005). Anthropometric comparison of world-class sprinters and normal populations. *Journal of sports science and medicine*, 4, 608–616.
22. *Women's 100 metres world record progression*. (2013). Wikipedia. The free encyclopedia. Pridobljeno na http://en.wikipedia.org/wiki/Women's_100_metres_world_record_progression

prof. dr. Milan Čoh
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
milan.coh@fsp.uni-lj.si