Kinematički model starta i prelaska preko prepone hrvatske rekorderke na 100 m prepone

Šimunčić, Anja

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:446430

Rights / Prava: Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Anja Šimunčić

KINEMATIČKI MODEL STARTA I PRELASKA PREKO PREPONE HRVATSKE REKORDERKE NA 100 m PREPONE

(diplomski rad)

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Ljubomir Antekolović

Zagreb, rujan 2017.

KINEMATIČKI MODEL STARTA I PRELASKA PREKO PREPONE HRVATSKE REKORDERKE NA 100 m PREPONE

Sažetak

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi osnovne kinematičke pokazatelje starta, startnog ubrzanja i prelaska preko prve prepone hrvatske rekorderke u disciplini trčanja 100 metara s preponama. Utvrđivali su se podaci položaja težišta tijela (TT) kod starta, startnog ubrzanja te prelaska preko prve prepone, zatim duljine koraka, brzine TT-a, kutovi u zglobu koljena i kuka i još neki. Navedeni podatci su prikupljeni zbog toga što o njima uvelike ovisi rezultat utrke na 100 metara s preponama. Hrvatska rekorderka A.I. tada je imala 31. godinu i izvodila je navedene dijelove utrke, po tri puta iz startnog bloka na startni pucanj, te su podaci za ovaj rad uzeti iz najbrže izvedenih pokušaja. Prikupljeni podaci obrađeni su u APAS-u, a grafički prikazi izrađeni su u modulu APAS View i u programu Kineovea.

Ključne riječi: atletika, 100 metara prepone, vrhunska atletičarka, startni položaj, startno ubrzanje

KINEMATIC MODEL OF START AND CROSSING THE HUDRLE OF CROATIAN RECORDER ON 100 METER HURDLES

Summary

The aim of the present thesis was to determine fundamental kinematic indicators of start, start acceleration and crossing the first hurdle of Croatian recorder in a discipline 100 meter hurdles. Determined were the positions of the center of gravity at start, start acceleration and crossing the first hudrle, then the length of the stride, the velocity of the center of gravity, the angles of the knee and hip, and others. These data were collected because the final result of a 100 meter hurdles race depends on them. Then the Croatian recorder A.I. had 31 years and performed the mentioned parts of the race, three times from the starting block on the start signal, and the data were taken from the fastest attempts. The collected data was processed in the APAS and the graphical views were made in the APAS View module and in the Kinovea program.

Key words: athletics, 100 meters hurdles, top athlete, start position, start acceleration

SADRŽAJ

1. UVOD....5
   1.1. POVIJEST PREPONA....5
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA....14
3. CILJ RADA....18
4. METODE RADA....19
   4.1. UZORAK ISPITANIKA....19
   4.2. UZORAK VARIJABLI....19
   4.3. PRIKUPLJANJE PODATAKA....19
   4.4. OBRADA PODATAKA....20
5. REZULTATI I RASPRAVA....21
   5.1. START I STARTNO UBRZANJE....21
   5.2. PRELAZAK PREKO PRVE PREPONE....29
6. ZAKLJUČAK....32
7. LITERATURA....33

1. UVOD

1.1.POVIJEST PREPONA

Prvi zapisi trčanja preko prepona pojavljuju se u Engleskoj u 19. stoljeću (1837. godine). Tijekom vremena dobilo je naziv preponsko trčanje. U početku su to bila trčanja preko prirodnih prepreka (*cross country*) gdje su prepone predstavljale obične živice. Njih su kasnije zamijenile drvene prepreke koje su bile zabijene u podlogu, a zatim prijenosne koje su imale oblik kozlića na kojem se pile drva. Kao posebna disciplina definirano je šezdesetih godina 19. stoljeća (1864. godine) na pruzi od 120 jardi (109,74 metra) u susretu Oxforda - Cambridgea, s visinom prepona od 0,914 metara i njihovom udaljenošću od 10 jardi (9,14 metra). Početkom 20. stoljeća pojavile su se lakše prepone koje su imale oblik slova "T", a od 1935. godine upotrebljavaju se metalne prepone koje imaju oblik slova "L" s otežanom osnovom teškom 3,6 kg. Englez A. Daniel pretrčao je 1864. godine prugu od 120 jardi za 17,6 sekundi. 1866. godine je prvi puta zabilježeno pretrčavanje između prepona u tri koraka (Molvash i Nongreif). Godine 1890. utvrđena je konačna visina prepona na 106,7 cm za muškarce. Disciplina 110 m s preponama uvrštena je u raspored Olimpijskih igara 1896. godine. u Ateni, a pobjednik je bio T. Kurtis (USA) s vremenom 17,6 sekundi. Danas svjetski rekord u istoj disciplini iznosi 12,80 sekundi s vjetrom + 0,3 m/s, koji je istrčao A.Merritt (USA) 2012. godine u Bruxellesu. U trčanju žena na 80 m prepone prvi SR zabilježen je 1926. godine, a postavila ga je L. Sychrova (ČSR) sa 12,8 sekundi gdje je visina prepona bila 76,2 cm. Disciplina je prvi put bila provedena na X. OI u Los Angelesu (1932. god). Prva Olimpijska pobjednica bila je amerikanka Babe Didrickson. Od 1968. godine na OI u Mexicu žene prelaze na 100 m sa preponama s današnjom visinom prepona od 83,8 cm. Od 1972. godine na XX. OI u Munchenu uvodi se pruga od 100 m za žene. Pobjednica je bila Annelie Erhart iz Demokratske Republike Njemačke s vremenom od 12,59 sekundi. Aktualna svjetska rekorderka na 100 m s preponama je Kendra Harrison (USA) sa 12,20 sekundi koji je istrčala 2016. godine (tablica 3).

Tablica 3. *Najbolji rezultati svih vremena (prema: International Association of Athletics Federations, IAAF, 2017).*

POZICIJA	REZULTAT (s)	ATLETIČARKA	GODINA ROĐENJA	SRŽAVA ZA KOJU NASTUPA	MJESTO	GODINA
1	12.20	Kendra HARRISON	1992.	USA	London	2016.
2	12.21	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Stara Zagora	1988.
	12.24	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Stara Zagora	1988.
	12.24	Kendra HARRISON	1992.	USA	Eugene	2016.
3	12.25	Ginka ZAGORCHEVA	1958.	BUL	Dráma	1987.
	12.26	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Ljubljana	1986.
4	12.26	Ludmila ENGQUIST	1964.	RUS	Sevilla	1992.
4	12.26	Brianna ROLLINS	1991.	USA	Des Moine	2013.
	12.27	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Stara Zagora	1988.
	12.28	Ludmila ENGQUIST	1964.	URS	Kyiv	1991.
	12.28	Ludmila ENGQUIST	1964.	EUN	Sevilla	1992.
6	12.28	Sally PEARSON	1986.	AUS	Daegu	2011.
	12.28	Kendra HARRISON	1992.	USA	Székesfehérvár	2017.
	12.29	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Köln	1986.
	12.32	Ludmila ENGQUIST	1964.	EUN	Saint-Denis	1992.
	12.33	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Fürth	1987.
7	12.33	Gail DEVERS	1966.	USA	Sacramento	2000.
	12.34	Ginka ZAGORCHEVA	1958.	BUL	Roma	1987.
8	12.34	Sharika NELVIS	1990.	USA	Eugene	2015.
	12.34	Brianna ROLLINS	1991.	USA	Eugene	2016.
	12.35	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Köln	1986.
	12.35	Sally PEARSON	1986.	AUS	London	2012.
9	12.35	Jasmin STOWERS	1991.	USA	Doha	2015.
10	12.36	Grazyna RABSZTYN	1952.	POL	Warszawa	1980.
	12.36	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Sofia	1986.
	12.36	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Schwechat	1988.
	12.36	Sally PEARSON	1986.	AUS	Daegu	2011.
	12.36	Kendra HARRISON	1992.	USA	Athens	2016.
	12.37	Yordanka DONKOVA	1961.	BUL	Berlin	1986.
	12.37	Gail DEVERS	1966.	USA	Sevilla	1999.

WOMEN - SENIOR - OUTDOOR

TYPE	MARK	WIND	COMPETITOR	DOB	COUNTRY	VENUE	DATE
World Records	12.20	+0.3	Kendra HARRISON	18 SEP 1992	USA	London (Olympic Stadium)	22 JUL 2016
World Leading 2017	12.28	+0.1	Kendra HARRISON	18 SEP 1992	USA	Székesfehérvár (Sóstói Stadion)	04 JUL 2017
IAAF World Championships Record	12.28	+1.1	Sally PEARSON	19 SEP 1986	AUS	Daegu (DS)	03 SEP 2011
Olympic Games Records	12.35	-0.2	Sally PEARSON	19 SEP 1986	AUS	London (Olympic Stadium)	07 AUG 2012
Area Records - AFRICA	12.44	+0.4	Glory ALOZIE	30 DEC 1977	NGR	Monaco (Stade Louis II)	08 AUG 1998
Area Records - AFRICA	12.44	0.0	Glory ALOZIE	30 DEC 1977	NGR	Bruxelles	28 AUG 1998
Area Records - AFRICA	12.44	+0.7	Glory ALOZIE	30 DEC 1977	NGR	Sevilla (La Cartuja)	28 AUG 1999
Area Records - ASIA	12.44	-0.8	Olga SHISHIGINA	23 DEC 1968	KAZ	Luzern	27 JUN 1995
Area Records - EUROPE	12.21	+0.7	Yordanka DONKOVA	28 SEP 1961	BUL	Stara Zagora (Beroe Stadium)	20 AUG 1988
Area Records - NORTH,CENTRAL AMERICA&C.	12.20	+0.3	Kendra HARRISON	18 SEP 1992	USA	London (Olympic Stadium)	22 JUL 2016

Slika 1. *Ženski rekordi na 100 metara s preponama*

Hrvatski državni rekord, kojeg je postavila Andrea Ivančević 2015. godine u Székesfehérvár-u, iznosi 12,87 sekundi (tablica 4).

Tablica 4. *Hrvatski rezultati svih vremena na 100 metara prepone za žene (prema: Hrvatski atletski savez, 2017).*

REZULTAT (VJETAR)	ATLETIČARKA	GODINA ROĐENJA	MJESTO	GODINA
12,87 (-0,1)	**Andrea IVANČEVIĆ**	**1984.**	**Székesfehérvár**	**2015.**
13,09 (-0,3)	Ivana LONČAREK	1991.	Pitesti	2016.
13,44 (+1,4)	Arna EREGA	1988.	Lubbock, TX	2010.
13,47(+0,6)	Margita PAPIĆ	1961.	Budapest	1985.
13,79 (0,0)	Marina BANOVIĆ	1982.	Rijeka	2012.
13,81	Đurđa FOČIĆ	1948.	Atena	1973.
13,83 (0,0)	Martina MAKOŠ	1981.	Velenje	2002.
13,84 (+0,2)	Alena HRUŠOCI	1995.	Lafayette, LA	2016.
13,96 (0,0)	Milena LESKOVAC	1949.	Zagreb	1971.
14,04 (-0,4)	Dragana CIGANOVIĆ	1977.	Zagreb	2003.
14,14 (+0,5)	Ivana ĆUK	1992.	Varaždin	2011.

Nakon višegodišnjeg bavljenja gimnastikom, hrvatska rekorderka A.I. s petnaest godina krenula je u atletiku i danas iza sebe ima izvrsnu trkačku karijeru. A. I. je nedvojbeno najbolja hrvatska sprinterica. Osim nekoliko ostvarenih hrvatskih državnih rekorda, Hrvatsku je predstavljala na Europskim prvenstvima na otvorenom i u dvorani te na Svjetskim prvenstvima.

Na Olimpijskim igrama 2016. godine u Rio de Janeiru osvojila je četvrto mjesto u svojoj kvalifikacijskoj skupini i po vremenu (12,93 s) ostvarila ulazak u polufinale te ukupno završila na trinaestom mjestu. A. I. je prva hrvatska atletičarka koja je dionicu od 100 metara s preponama istrčala ispod trinaest sekundi. Također, nakon B. Zorka iz 2002. godine, donijela je prvo trkačko finale na EP u dvorani u Pragu. Tamo je 2015. godine u polufinalu poboljšala svoj tadašnji hrvatski državni rekord od 8,02 s i s rezultatom od 7,97 s postala prva hrvatska atletičarka koja je dionicu od 60 metara s preponama istrčala ispod osam sekundi. U završnici istog tog natjecanja ponovila je rezultat iz kvalifikacija (8,02 s) i s tim rezultatom osvojila 7. mjesto. Ova hrvatska atletičarka vlasnica je državnih rekorda na 60 metara i 100 metara bez prepona te u istim disciplinama s preponama (tablica 1).

Tablica 1. *Hrvatski državni rekordi A. I. na otvorenom i u dvorani za žene*

	Disciplina	**rezultat (vjetar)**	**Datum**
NA OTVORENOM (Ž)	100m	11,30 s (+1,1)	25.07.2015.
	100m pr.	12,87 s (-1,0)	07.07.2015.
U DVORANI (Ž)	60 m	7,29 s 7,29 s =	01.03.2015. 01.03.2016.
	60 m pr.	7,91 s	18.03.2016.

„Trčanje preko prepona spada u složene koordinirane tehničke atletske discipline s cikličnim, brzinsko - snažnim kretanjem“ (*Smajlović, 2010*). Preponsko trčanje javlja se u vidu posebnih disciplina na 100 metara i 400 metara za žene, na 110 metara i 400 metara za muškarce te kao jedna od disciplina u atletskom višeboju i kod muškaraca i kod žena. „Za vrhunske rezultate u ovoj disciplini neophodna je visoka razina tehnike, koordinacije, ritma, brzine, ravnoteže i snage“ (*Babić, 2010*) te je isto tako važna fleksibilnost u području kukova. Disciplina trčanja na 100 metara prepone sastoji se od deset prepona, preko kojih se pretrčava preponskim korakom i jedan od osnovnih preduvjeta za postizanje vrhunskog rezultata u toj disciplini je savladavanje tehnike. Glavnu ulogu u trčanju ove, ali i ostalih preponskih disciplina, ima brzina pokreta i eksplozivna snaga. Osnovni cilj trčanja preko prepona jest ekonomičnost kretanja uz minimalan gubitak brzine te je ovakav oblik trčanja poznat po tome što je na stazi postavljeno, ovisno o dužini discipline, više prepona na različitim udaljenostima.

Tablica 2. *Standardne karakteristike trčanja na 100 metara prepone za žene*

Dužina staze	100 m
Visina prepona	0,840 m
Udaljenost od starta do prve prepone	13,0 m
Udaljenost između prepona	8,5 m
Udaljenost od zadnje prepone do cilja	10,5 m

Preponašicu se istovremeno mora promatrati iz različitih kutova jer se tako otkrivaju greške koje se ne uočavaju kada istu atletičarku gledamo samo s jedne strane. Preponašici mora biti u cilju doći u što kraćem vremenu do ciljne linije. Svaka atletičarka ima svoj stil pretrčavanja preko prepona koji se može razvijati s ciljem što manjeg gubitka brzine. Osnovni cilj treninga u disciplinama pretrčavanja prepona je smanjiti razliku između rezultata kojeg atletičarka postiže bez prepona na istoj dužini s preponama. Pretrčavanje prepona predstavlja kompleks kretnji koje pomažu razvoju opće koordinacije, ovladavanju elemenata trčanja i skokova u složenim uvjetima. Trčanje preko prepona spada u skupinu atletskih sprinterskih disciplina koju karakterizira odlična koordinacija pokreta, velika mišićna pokretljivost te odgovarajuća fizička pripremljenost, slična kao u sprintu. U preponskom trčanju vrlo je važno brzo trčati između prepona te imati što manji gubitak brzine prilikom prelaska prepona. Prepone su visoke i ne može ih se lako pretrčati bez pravilno savladane tehnike. Postavljaju se na stazu sa podnožjima okrenutima prema nadolazećoj preponašici. Prednja ploha letve prepone mora biti poravnata sa prednjim rubom oznake na stazi (u smjeru trčanja). Prepona mora biti široka najmanje 1,18 m i najviše 1,20 m. Dužina podnožja ne smije biti viša od 70 cm. Ukupna težina prepone ne smije biti manja od 10 kg i one su izrađene od metala s gornjom poprečnom prečkom izrađenom od drveta. Sve utrke preko prepona trče se u odvojenim stazama i svaka natjecateljica trči u svojoj stazi od početka do kraja utrke. Svaka atletičarka započinje utrku u disciplini 100 metara prepone niskim startom iz startnog bloka. Natjecateljica se mora diskvalificirati ako ona vuče stopalo pored prepone ispod visine gornjeg ruba poprečne letve, ili ako preskoči preponu koja nije u njenoj stazi i/ili ako rukom ili nogom namjerno sruši preponu. Da bi svjetski rekord bio priznat, svih deset prepona mora udovoljiti svim specifikacijama ovih pravila *(Međunarodna pravila za atletska natjecanja, 2001).*

Zbog lakše analize i upoznavanja s tehnikom trčanja preko prepona, preponsku utrku dijelimo na *(Šnajder, 1997)*:

- Start i startno ubrzanje
- Napad na preponu i prijelaz preko nje
- Trčanje između prepona

- START I STARTNO UBRZANJE

Niski start se u trčanju preko prepona vrši u težim uvjetima nego u sprinterskim disciplinama. Početni startni položaj u startnom bloku odnosi se na položaj u kojem postavlja tijelo na zadanu startnu zapovijed „NA MJESTA!“. Natjecatelj na tu zapovijed dolazi ispred startnog bloka i osloni se dlanovima o stazu ispred startne crte. Odraznu nogu postavlja na prednji, a zamašnu nogu na stražnji oslonac startnog bloka. Ispružene i u širini ramena ruke postavlja iza startne crte. Tijelo je opruženo, a težina tijela ravnomjerno je raspoređena između ruku, stopala noge na prednjem osloncu i koljena zamašne noge. Položaj tijela na startnu zapovijed „POZOR“ izgleda tako da su noge malo ispružene i koljeno noge oslonjene na stražnji blok se podigne od podloge. Zbog toga se TT tijela prenosi naprijed i gore. Tada je težina tijela ravnomjerno raspoređena između ruku i noge na prednjem bloku. Prednji dio stopala cijelom se površinom oslanja o površinu startnog bloka. Tijelo je malo povijeno, a zdjelica podignuta više od razine ramena (stupanj podizanja je individualan). U ovoj je fazi važno da se težina tijela ne prenosi previše na ruke zbog mogućeg produženja vremena od startnog signala do odvajanja ruku od podloge. Također, važna je koncentracija na startni signal (pucanj), jer vrijeme između zapovijedi „POZOR“ i startnog signala za početak trčanja nije pravilima određeno. Startno kretanje nakon startnog signala počinje brzim i zamašnim radom ruku. Nakon odvajanja ruku od tla tijelo gubi ravnotežu i da bi se ta ravnoteža održala vrši se snažan odraz od startnog bloka. Nakon izlaska iz bloka preponašica tijelo ispravlja ranije kako bi se pripremila na hvatanje ritma za prelazak preko prepona. “Efikasno trčanje do prve prepone podrazumijeva ritam od osam koraka, ranije otvaranje tijela, posljednji korak kraći od prethodnog, učinkovitu preponsku startnu progresiju te postavljanje odrazne noge na optimalno mjesto prije napada na preponu“ *(Smajlović, 2010:101).* „Posljednji korak prije prepone mora biti kraći od prethodnog. Greška

je ukoliko je taj korak produžen jer to otežava pravilan odraz, napad i prijelaz preko prepone“ *(Smajlović, 2010:100-101).*

- NAPAD NA PREPONU I PRIJELAZ PREKO NJE

Važno je savladati pravilan ritam starta i napada na prvu preponu. Prijelaz preko prve prepone je važan za tehniku prelaska sljedećih prepona, jer o tome ovisi i pravilan ritam trčanja između i prelazak preko ostalih prepona. Primjer dužina tih osam koraka startnog ubrzanja Tončev (2001) je postavio gledajući od startne linije: 57 cm – 110 cm – 128 cm – 142 cm – 154 cm – 165 cm – 175 cm – 167 cm – i odraz 202 cm ispred prepone. Također, valja spomenuti da je skraćenje posljednjeg koraka manje izraženo kod žena u odnosu na muškarce. Prelazak preko prepona još se naziva i preponski korak. Za uspješno svladavanje prve prepone, preponašica se mora odraziti s udaljenosti od oko 200 - 220 cm, što često dovodi do neprirodnog trčanja, jer prisiljava trkača na skraćenje ili produženje koraka. Kako bi se što više isključilo djelovanje reakcije podloge odrazne noge te zbog potrebe za višim TT-om tijela i pripreme za pretklon tijela pri napadu na preponu, osmi korak startnog ubrzanja skraćuje se za 15 do 20 cm. Kako bi se uspješno prešla prepona, trkač se mora snažno odraziti prema naprijed i gore, uz potrebne pokrete rukama te zamašnom nogom. Uspješnost prijelaza preko prepone ovisi o odgovarajućoj koordinaciji pokreta zbog što nižeg prijelaza preko prepona i što bržeg nastavka sprinterskog trčanja poremećenog produženom etapom leta. S biomehaničke točke gledanja, opća tendencija pri prijelazu prepone mora biti stvaranje što povoljnijih uvjeta, kako bi se etapa leta u preponskom trčanju približila optimalnoj visini vremena etape leta adekvatnoga sprinterskoga koraka. Udaljenost od prepone do mjesta doskoka iznosi oko 100 do 150 cm. Svaka trkačica treba težiti najpovoljnijem funkcionalnom skraćenju ovog razmaka, koji između ostalog ovisi o putanji leta, visini preponašice te aktivnosti preponašice pri silasku s prepone. Više preponašice s dužim nogama imaju znatnu prednost pri svladavanju prepone, zbog povoljnijega višeg položaja TT-a tijela, zbog čega je određena visina tijela preduvjet za uspješnije trčanje preko prepona. Premali kut odraza na preponu može prouzrokovati rušenje prepone i smanjenje brzine te i pad preponašice. Odraz mora biti vrlo snažan jer se tako skraćuje vrijeme prijelaza preko prepone. Prešavši trenutak vertikale uz malo savijanje odrazne noge u koljenu i kuku, trkačica započinje njenim opružanjem. Istodobno započinje zamašnom nogom savijenom u koljenu s brzim kretanjem naprijed i gore. Koljeno se pokretom iz kuka velikom brzinom usmjeri gore i

naprijed, kako bi se na kraju naglo zaustavilo. Istodobno sa zamašnom nogom se naprijed ispruži i suprotna ruka. Ruka je u početku malo savijena u laktu, da bi se, kad dođe do opružanja zamašne noge, i ona opružila. Druga ruka izvodi kratak zamah iz prednjeg u stražnji položaj do položaja u kojem je nadlaktica u ravnini sa srednjom crtom tijela zbog održavanja ravnoteže preponašice. Početkom napada na preponu dolazi i do pretklona tijela, savijanjem u zdjeličnom pojasu. Nakon odraza i napada na preponu, trkačica se nalazi u etapi leta, odnosno kretanja iznad prepone. U toj etapi zamašna noga se potpuno opruži u koljenu te usmjeri naprijed, a njezino opružanje počinje od trenutka kad koljeno dosegne visinu letvice na preponi. Istovremeno se tijelo još znatnije pretkloni. Flektirano stopalo zamašne noge prema potkoljenici, opruženo koljeno i najpovoljniji pretklon tijela omogućavaju prijelaz preko prepone s minimalnim podizanjem TT-a tijela i dobre uvjete za brzo spuštanje zamašne noge na stazu. Završetkom odraza, odrazna noga puno zaostaje za zamašnom, međutim kad završi opružanje zamašne, odrazna ju velikom brzinom počinje stizati. Prijelaz odrazne noge preko prepona najteži je dio preponske tehnike zbog njezina neprirodna kretanja. Noga prelazi preponu sa strane, savijena u koljenu, a stopalo, koljeno i natkoljenica na jednakoj su visini, gotovo paralelna s podlogom. Ovakav položaj naziva se preponski sijed, a zahtjeva izvanrednu fleksibilnost zdjeličnog pojasa. Kut između natkoljenice i potkoljenice odrazne noge je mali, da bi se odrazna noga što brže prenijela preko prepone i dalje ispred tijela. Stopalo je flektirano prema potkoljenici. Nakon položaja preponskog sjeda, dolazi do silaska s prepone i aktivnog potiskivanja zamašne noge prema podlozi radi što skorijeg dodira s njom. Doskok se izvodi na gotovo potpuno opruženu nogu u zglobu koljena i kuka, nedaleko od prepone (105 do 120 cm za žene). Prvi doticaj s podlogom ima prednji dio stopala, kako bi se izbjegla jaka reakcija podloge. Odrazna noga nastavlja svoj put bočnim kretanjem, te se koljeno podiže visoko prema grudima u smjeru trčanja. Svi pokreti moraju biti slobodni i koordinirani kako se ne bi narušila dinamička ravnoteža. Dok se na odraz ispred prepone utroši 0,14 - 0,15 sekundi, vrijeme oslonca iza prepone traje 0,093 - 0,103 sekundi. Kad je trkač završio silazak s prepone, počinje etapa trčanja između njih.

- TRČANJE IZMEĐU PREPONA

O brzini i ritmu koraka između prepona u velikoj mjeri ovisi uspjeh i sportski rezultat. Pretrčavanje razmaka između prepona izvodi se u 3 koraka. Disciplina trčanja preko prepona na 100 metara sastoji se od devet uzastopnih ciklusa od po tri sprinterska koraka između prepone. Prvi korak mora biti kraći od sljedeća dva, ali nikako ne smije biti prekratak jer bi to značilo da će sljedeća dva koraka biti preduga, a to uvelike usporava trčanje. „Odnos dužine koraka u trčanju između prepona treba biti takav da prvi korak bude najkraći, drugi najduži, dok je treći kraći od drugoga za 10 do 15 cm" *(Šnajder, 1997:152).* Najčešća greška je skraćenje prvog koraka i preveliko produžavanje ostalih dvaju koraka *(Smajlović, 2010).* "Važno je pravilno izvođenje spuštanja i prizemljenja, da bi prvi korak bio efikasan" (*Tončev, 2001:135).*

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Efikasnost i kvaliteta natjecateljske aktivnosti u trčanju na 100 metara s preponama određena je stabilnim ritmom trčanja između prepona, brzinom pretrčavanja prepone, racionalnom tehnikom prelaska svih prepona u utrci, specifičnom sprinterskom izdržljivosti te sposobnosti postizanja i održavanja maksimalne brzine u sprinterskoj izvedbi. U dostupnim istraživanjima autori najčešće istražuju pojedine elemente tehnike pretrčavanja prepona.

Tako je među prvim istraživanjima vezanim za ovu temu Ecker (1977) u svojem radu proučavao odnose između visina TT-a trkača i visine prepone na 400 m i 110 m s preponama. Zaključio je da trkači na 400 metara nemaju smanjenu horizontalnu brzinu kao trkači na 110 m s preponama. Ecker navodi da je razlog tome što trkač na 400 m prepone podiže svoj TT visoko pa ne troši puno vremena u zraku, već može provesti više vremena na podlozi održavajući horizontalnu brzinu.

Zatim su Rash, Garrett i Voisin (1990) analizirali 6 od 10 najboljih američkih preponašica na 100 m s preponama. Koristeći tri 16 mm Locam high-speed kamere (100/fps) analizirali su kinematičke parametre prvih pet koraka nakon starta iz bloka te korake ispred, iznad i nakon prelaska prepone. Zaključili su da su preponašice koje su najkraće bile u zraku tijekom prva dva koraka nakon izlaska iz bloka imale najveći brzinu tijekom prvih pet koraka. Također, rezultati upućuju na to da nije upitna potreba savijanja koljena zamašne noge nakon prelaska prepone kako bi se smanjilo horizontalno usporavanje već mogućnost da se centar masa dovede iznad ili ispred TT-a stopala zamašne noge.

Nadalje, McDonald i Dapena (1991) su snimali 23 preponaša i 9 preponašica tijekom natjecanja u Americi 1988. godine. Analizirali su tehniku pretrčavanja prepona u disciplinama 110 m prepone za muškarce i 100 m prepone za žene. Rezultati su pokazali povećanje vertikalne brzine i smanjenje horizontalne brzine tijekom odraza prije prepone. Vrh TT kod muškaraca je točno iznad prepona, dok je kod žena 0,30 m prije prepona. Istraživanje je pokazalo da žene koriste veću parabolu „leta“ prelaska preko prepone. Da je ta parabola kraća, ona bi skratila preponski korak, što bi značilo da bi trebalo povećati dužinu koraka između prepona. Autori su zaključili da žene ne bi trebale imitirati mušku tehniku pretrčavanja prepona.

Winckler (1994) je u svom radu opisao biomehaničku analizu discipline 100 m s preponama. Autor navodi da faza ubrzanja ne prestaje nakon prve prepone, već da atletičarka

postepeno ubrzava do četvrte i pete prepone. Održavanje brzine je najočitije od šeste do devete prepone. Start do prve prepone se izvodi u 8 koraka i to je bitno kako bi atletičarka kasnije ušla u ritam trčanja. Autor opisuje da se ne smije smatrati greškom ako napadna noga nije potpuno ispružena i da se napadna noga i suprotna ruka kreću paralelno. Pretrčavanje između prepona se izvodi u 3 koraka te je svaki korak različite dužine. Autor navodi i probleme u tehnici pretrčavanja prepona kao što su predalek odraz ispred prepone, previsok odraz na preponu, udaranje koljenom u preponu, gubitak ravnoteže nakon silaska s prepone, i dr.

Nadalje, u ostalim provedenim istraživanjima tu su Čoh i Dolenc (1996), koji su proveli biomehaničku analizu trčanja do 4. i 5. prepone slovenske atletičarke Brigite Bukovec. Rezultati su pokazali da je B.B. između 4. i 5. prepone i dalje bila u fazi ubrzavanja te da je udaljenost od točke odraza do 4. prepone bio 216 cm, a prije 5. prepone 209 cm. Točka silaska iza 4. prepone je 113 cm udaljena od prepone, a iza 5. prepone ta udaljenost iznosi 100 cm.

Zatim su Čoh, Kastelic i Pintarič (1997) proveli biomehaničku analizu trčanja na 100 metara s preponama, već spomenute slovenske atletičarke B.B. Oni su u ovom istraživanju proučavali kinematičke i kinetičke parametre starta, startnog ubrzanja i tehniku trčanja do 5. i 6. prepone. Uzeli su u obzir one elemente za koje su autori smatrali da najviše doprinose konačnom rezultatu. Kinematička analiza provedena je pomoću 2-D Ariel sistema. Start, startno ubrzanje te trčanje između 5. i 6. prepone snimani su pomoću 3 sinkronizirane kamere s frekvencijom od 50 Hz. Kamere su fiksirane na visini od 1,20 m. Autori su došli do zaključka da je bitna pozicija startnog bloka u odnosu na startnu liniju (0,46 m) i kut između natkoljenice i potkoljenice u startnom bloku (107°). Startna reakcija kod B.B. je bila 0,162 sekundi i ona uvelike ovisi o jačini potiska prednjeg i stražnjeg stopala. Jedan od najvažnijih kriterija kvalitete startnog ubrzanja je brzina horizontalnog kretanja iz startnog bloka. Kod proučavanja kinematičkih parametara trčanja između 5. i 6. prepone autori su došli do zaključka da je B.B. imala razvijenu maksimalnu brzinu kretanja te je dužina koraka između prepona iznosila 531 m (1. korak 1,62 m – 30,5 %, 2. korak 1,92 m – 36,2 % i 3. korak 1,77 m – 33,3 %).

Kampmiller, Slamka i Vanderka (1999) analizirali su biomehaničke razlike u tehnici na 110 metara s preponama kod 2 atletičara I. Kovača i P. Nedelickya. Autori su pokušali utvrditi koje razlike u njihovoj tehnici su ključne za bolji rezultat. Mjerenje je obavljeno u finalu međunarodnog mitinga 1997. godine u Bratislavi. I.K je imao rezultat od 13,13 s, a P.N 13,97

s. Autori su zaključili da je položaj TT-a ispred prepona niži kod I.K. nego kod P.N. te da je to sigurno doprinijelo boljem rezultatu kod atletičara I.K.

Gonzales, Mallo, Veiga i Navarro (2008) pokušali su odrediti značaj dužine koraka na utrkama 60 metara s preponama na različitim razinama natjecanja. Analizirane su sve utrke na 44. Španjolskom dvoranskom prvenstvu i na 12. IAAF-ovom Svjetskom dvoranskom prvenstvu u Valenciji 2008. godine. Sve utrke su analizirane korištenjem 2–D video sistema. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da je najbolja muška skupina koristila manju udaljenost u prvih 8 koraka ($p < 0.05$), udaljenost odraza od prepone je bila veća (0,11 m; $p < 0.001$), udaljenost od prepone do točke silaska je bila kraća (0,17 m; $p < 0.001$), a dužina koraka između prepona je bila duža. Najbolja ženska skupina je koristila duži korak između prepona. Kod muških skupina su pokazane statistički značajne razlike.

Iskra i Čoh (2012) proveli su biomehaničko istraživanje tehnike kvalitete prelaska prepone u trčanju na 110 m prepone. Svrha istraživanja bila je utvrđivanje i analiza onih kinematičkih i dinamičkih parametara koji u najvećoj mjeri generiraju efikasno razrješenje preponske tehnike. Test je izvođen iz startnog bloka s praćenjem 5 prepona postavljenih u skladu s pravilima natjecanja na uzorku od 4 atletičara. Kinematička analiza provedena je korištenjem 3-D Ariel video sistema. Dobiveno je da je efikasna tehnika prelaska prepona zavisna od sljedećih faktora: kontaktno vrijeme odraza, optimalni odnos kočione faze prema propulziji odraza, odnos točke odraza prema doskočnoj relativno u odnosu na preponu, vrijeme leta, kratko kočenje kod doskoka visoka pozicija TT-a kod doskoka i minimalna redukcija horizontalne sile kod TT doskoka.

Pilianidis i suradnici (2012) su utvrđivali povezanost između vremena startne reakcije i rezultata u sprinterskim disciplinama u finalima Olimpijskih igara u Sydneyju 2000. godine, Ateni 2004. godine i u Pekingu 2008. godine. Analizirani su rezultati 67 atletičara i 68 atletičarki koji su nastupili u disciplinama trčanja na 100m, 200m i 110 m i 100m s preponama. Evaluacija vremena startne reakcije i rezultata u sprintu bazirala se na izvješćima koje je službeno objavila Međunarodna atletska federacija (IAAF). Između ostalog, vremena startne reakcije u disciplinama trčanje na 110m i 100 m s preponama bila su statistički značajno bolja u Ateni 2004. godine nego u Sydneyju 2000. godine. Zaključili su da rezultati ovog istraživanja pokazuju da su se u modernoj atletici, vrijeme startne reakcije i ukupno vrijeme trčanja jednako poboljšali.

Primjećujemo da se tek mali broj autora dosad bavio problematikom dinamike trčanja u disciplini 100 metara s preponama. Dinamika trčanja bi se trebala istraživati u natjecateljskim uvjetima, što nije jednostavno, i to može biti jedan od razloga zašto nema više objavljenih radova na ovu temu. Također, discipline pretrčavanja prepona je, zbog njihove specifičnosti, teže i kompleksnije istraživati. Objavljeni podaci biomehaničkih analiza pojedinih znanstvenih radova uvelike će doprinijeti ovome radu, što u usporedbi elemenata dijelova utrke, što u usporedbi rezultata dobivenih u dosadašnjim istraživanjima te u analizi rezultata dobivenih ovim istraživanjem. Također, buduća istraživanja bi uvelike trebala doprinijeti razvoju treninga ove discipline kako bi se ujedno uvelike razvila spomenuta disciplina.

3. CILJ RADA

Cilj ovog rada bio je utvrditi osnovne kinematičke pokazatelje startnog položaja, startnog ubrzanja i prelaska preko prve prepone hrvatske rekorderke u disciplini 100 metara s preponama.

Problem rada odnosi se na to da metodički postupak učenja kompleksnih metodičkih kretnji u atletici zahtijeva uvid u modelnu izvedbu vrhunskih atletičara/ki za koju se pretpostavlja da je efikasna i racionalna. Iz tog razloga važno je sustavno prikupljanje podataka o načinu izvođenja tehničkih elemenata kod najboljih hrvatskih atletičara/ki.

Kako je broj istraživanja vezanih za temu discipline 100 metara s preponama jako malen, za potrebe ovog diplomskog rada i usporedbu dobivenih rezultata koristit će se već navedena istraživanja i njihovi dobiveni rezultati, koji će usporediti tehniku hrvatske preponašice s nekim svjetskim preponašicama i preponašima i doprinijeti daljnjem razvoju treninga kod spomenute atletičarke.

4. METODE RADA

Mjerenje je izvedeno u veljači 2016. godine, u fazi zimskog natjecateljskog perioda u atletskoj dvorani u Zagrebu.

4.1.UZORAK ISPITANIKA

Mjerenje je izvedeno na ispitanici, hrvatskoj rekorderki A.I., tada trideset jednogodišnjoj preponašici, visokoj 1,68 m i teškoj 62 kg. U trenutku snimanja nije imala zdravstvenih poteškoća (ozljeda) i bila je u svakodnevnom režimu treniranja.

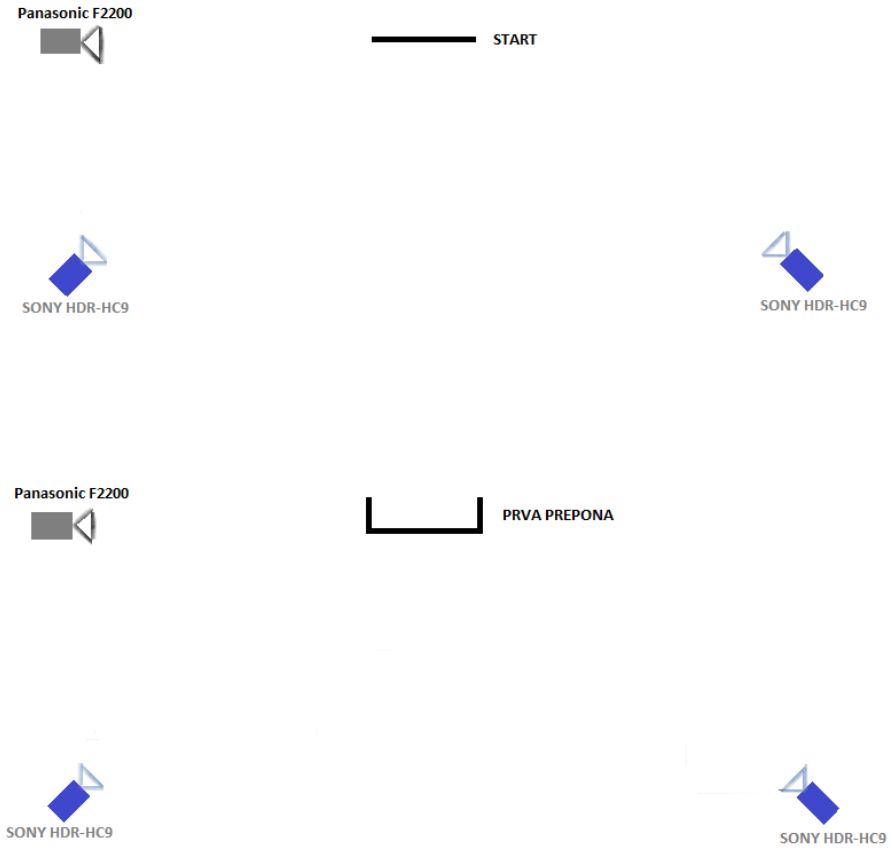
4.2.UZORAK VARIJABLI

Predmet analize u disciplini 100 metara s preponama bile su sljedeće varijable:

- Položaj težišta tijela u startu, startnom ubrzanju i prelasku preko prepone
- Duljina koraka
- Brzina težišta tijela
- Udaljenost između projekcije TT-a i površine oslonca
- Kutovi u zglobu koljena i kuka

4.3.PRIKUPLJANJE PODATAKA

Za prikupljanje podataka i utvrđivanje kinematičkih parametara korišten je 3D video sustav za kinematičku analizu APAS (Ariel Performance Analysis System). Dvije kamere MiniDV Sony HDR-HC9 (50 slika u sekundi) postavljene pod kutom od 90° snimale su start , a dvije su snimale prijelaz preko prve prepone. Dvije kamere Panasonic FZ200 (200 slika u sekundi) bile su postavljene okomito na start i prvu preponu. Analizirani prostor bio je kalibriran s referentnim okvirom (180 × 180 × 180 cm).



Slika 2. *Prikaz postavljenih kamera u odnosu na startnu liniju i prvu preponu*

4.4.OBRADA PODATAKA

Izračunavanje 3D kinematičkih veličina izvršeno je APAS procedurom, a dodatna provjera prostornih pomaka i vremenskog trajanja pojedinih faza izvršena je 2D analizom na temelju video zapisa velike brzine (200 slika u sekundi) u programu Kinovea. Grafički prikazi izrađeni su također u modulu APAS View i Kineovea 0.8.15.

5. REZULTATI I RASPRAVA

Prije svega, svi rezultati su podijeljeni u dvije velike skupine koje se odnose na START I STARTNO UBRZANJE i na PRELAZAK PREKO PRVE PREPONE.

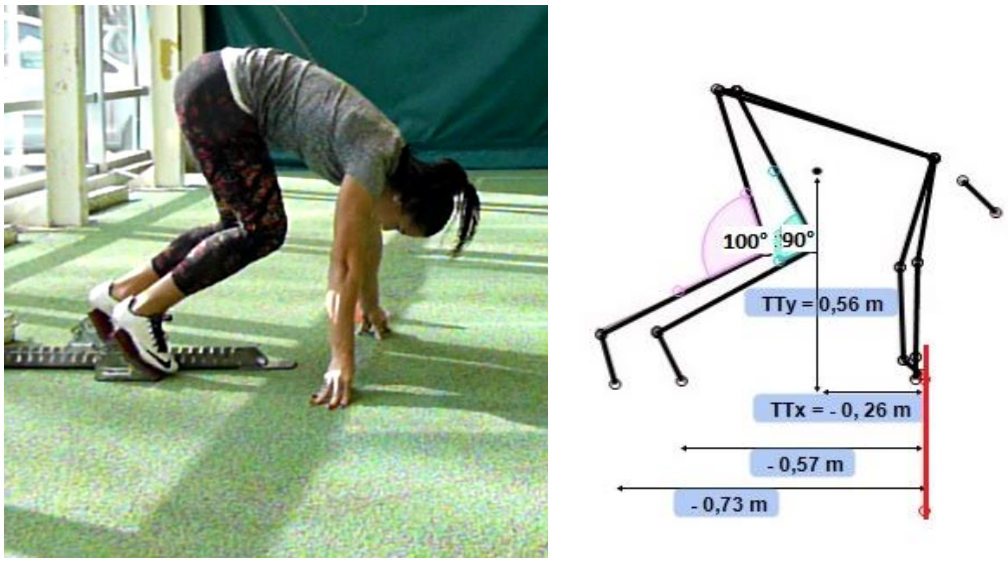
5.1.START I STARTNO UBRZANJE

Kod A.I. pri ulasku u startni blok desno stopalo je postavljeno na prednji, a lijevo stopalo na stražnji oslonac što znači da joj je desna noga odrazna, a lijeva zamašna. Stopalo odrazne noge postavljeno je na udaljenosti od 57,48 cm iza startne linije, a stopalo zamašne na udaljenosti od 73,46 cm. Kod slovenske atletičarke B.B (Čoh, Kastelic, Terčelj, 1996) primjećuju se udaljenosti odraznog stopala od 0,46 m i zamašnog od 0,71 m od startne linije. Prema tim podacima nedvojbeno je da A.I. starta iz srednjeg niskog starta (stopalo bliže startnoj liniji je udaljeno za 2 i pol stope, a stražnje stopalo je udaljeno za još pola stope od prednjeg), kao što je vidljivo na slici 3. Kod takve vrste niskog starta težina je ravnomjerno raspoređena na ruke i noge i moguće je optimalno skupljanje noge za jako odupiranje prema naprijed. Kod ovog načina starta prvi koraci su ritmičniji (Tončev, 2001; 106).



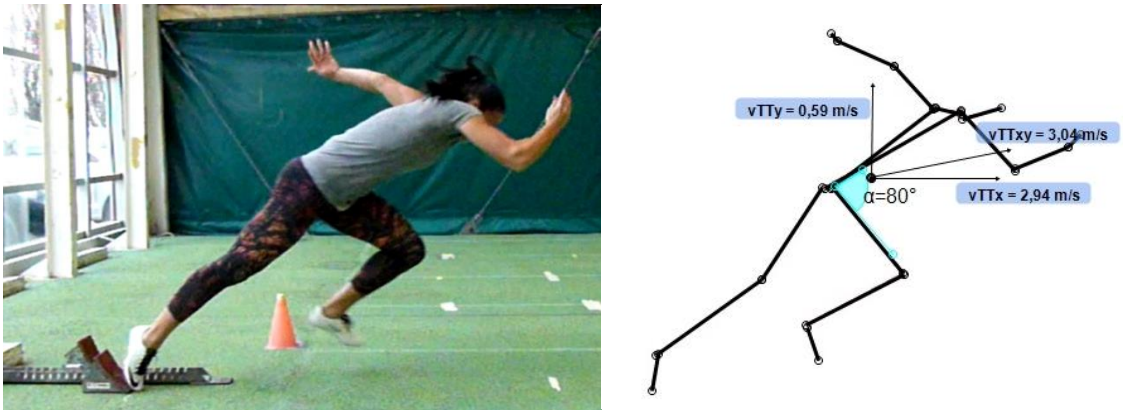
Slika 3. *Položaj A.I. u startnom bloku na startnu zapovijed „NA MJESTA“*

Pri položaju tijela na drugu startnu zapovijed „POZOR“ (slika 4) zabilježeni su kutovi između natkoljenice i potkoljenice kod A.I. na prednjem osloncu od 90,48°, a kut na stražnjem iznosi 100,08°. Preporučaju se kutovi na prednjem osloncu od 65 – 100° te na stražnjem od oko 100 – 120° (Schot, 1992). S obzirom na kutove B.B. koji iznose 90,1° i 107°, primijećeno je da A.I. ima manji razmak od B.B. kod stopala postavljenih na oslonce u startnom bloku pa tako B.B. ima veći kut kod zamašne noge.



Slika 4. *Položaj A.I. na startnu zapovijed „POZOR“, udaljenosti L i D stopala i TT-a od startne linije te kutovi u koljenu*

Na slici 4 također je prikazana visina TT-a od 56,28 cm i udaljenost od 26,95 cm iza startne linije. Visina TT-a A.I. u ovoj poziciji je na 33,3 % njene tjelesne visine (1,68 m). Na primjer, kod atletičarke B.B. (Čoh, Kastelic, Terčelj, 1996) zabilježena visina TT-a je na 0,54 m i to je 32,1 % njene TV=1,68 m. Gledano s biomehaničkog stajališta starta A.I. je u optimalnoj startnoj poziciji. Ramena kod A.I. su za 0,7 cm ispred startne linije. Za učinkovit odriv od startnog bloka važan je kut u koljenu stražnje noge, koji u ovom slučaju kod A.I. iznosi 100,08°. S udaljenosti TT-a od 26,95 cm od startne linije dati su preponašici optimalni uvjeti za realizaciju horizontalne startne brzine.



Slika 5. *Brzine TT-a A.I. za vrijeme startne reakcije na startni znak*

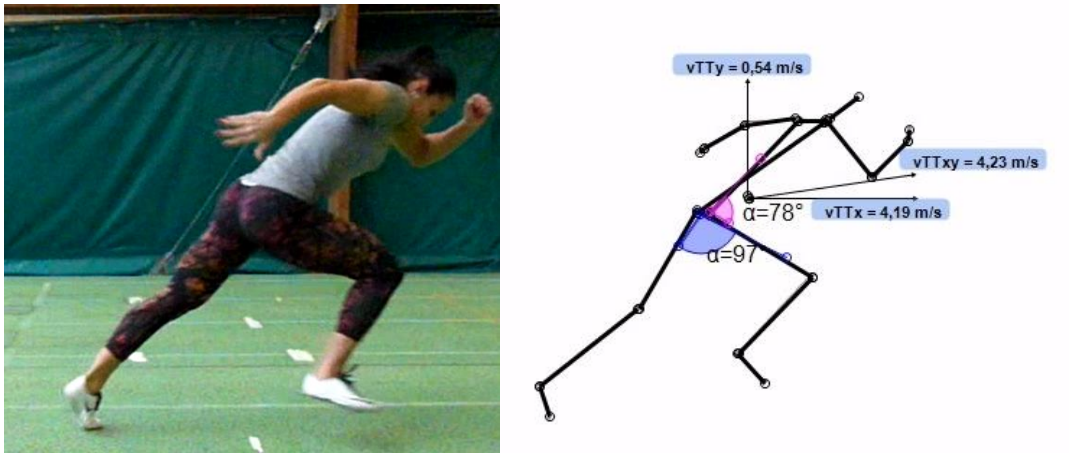
Zabilježeni su podaci za vertikalnu brzinu TT-a kod startne reakcije A.I. od 0,59 m/s te za horizontalnu 2,94 m/s. Prema Baumannu (1979) horizontalna brzina TT-a pri napuštanju bloka trebala bi za atletičarke iznositi između 2,54 – 2,87 m/s. Ukupna brzina TT-a kod startne reakcije A.I. zabilježena je od 3,04 m/s. Kod B.B. primijećena je vertikalna brzina TT-a od 0,79 m/s, horizontalna 3,23 m/s te ukupna brzina TT-a 3,32 m/s. Također, zabilježeni su kutovi kod startne reakcije preponašice A. I. između lijeve natkoljenice i trupa u vrijednosti od 80° te između desne i lijeve natkoljenice 88°.

Prvi kontakt stopala s podlogom, odnosno prvi korak kod A.I. je stopalom lijeve noge. Polazeći od starta treba krenuti maksimalnom frekvencijom koraka te je kod A.I. zabilježena dužina koraka od 41,30 cm od startne linije. Ako dužinu koraka gledamo od prednjeg kontakta stopala u startnom bloku do prvog kontakta nakon startne linije, on tada kod A.I. iznosi 98,78 cm. Ako se dužina prvog koraka A.I. (0,98 m) usporedi s dužinom prvog koraka B.B. (1,05 m) primjećuje se da A.I. ima kraći prvi korak od B.B. i to za 7 cm. Atletičarka A.I., isto kao i slovenska atletičarka B.B., udaljenost od startnog bloka do prve prepone pretrčavaju u 8 koraka.



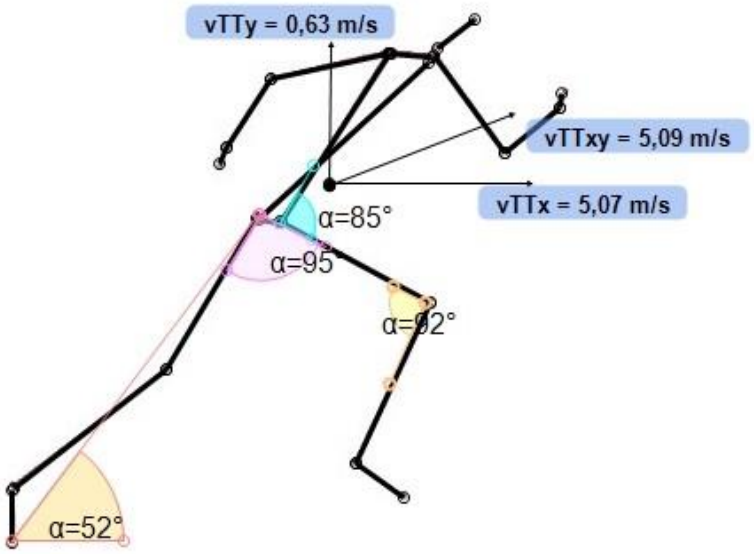
Slika 6. *Prvi kontakt stopala s podlogom A.I. nakon startnog signala*

Kod odriva u prvom koraku lijevom nogom A.I primijećen je kut između natkoljenica od 97° te kut između trupa i desne natkoljenice od 78°. TT-a u prvom koraku pomaknuto je prema naprijed od startne crte na 51,70 cm. Zabilježena je vertikalna brzina TT-a od 0,54 m/s te horizontalna od 4,19 m/s, dok je ukupna brzina TT-a u prvom koraku 4,23 m/s. Usporede li se brzine TT-a A.I. s brzinama B.B. (vTTy=0,67 m/s, vTTx=4,39 m/s, vTTxy=4,44 m/s) primjetno je da A.I. ima manje vrijednosti rezultata u svim brzinama TT-a u prvom koraku.



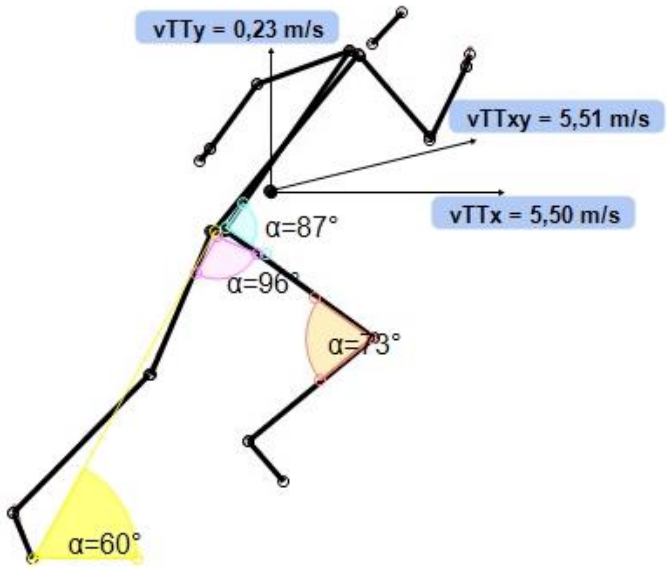
Slika 7. *Brzine TT-a i kutovi u prvom koraku A.I.*

Drugi kontakt stopala s podlogom izvršen je na udaljenosti od 156,15 cm od startne linije, što znači da je dužina koraka desne noge (gledano od prvog kontakta lijevog stopala s podlogom nakon startnog signala do prvog kontakta desnog stopala) 114,85 cm, iz čega se primjećuje da razlika između prvog i drugog koraka iznosi 73,55 cm u korist drugog koraka. Uspoređujući dužine drugog koraka A.I. (1,14 m) i B.B. (1,18 m) može se primijetiti duži korak za 4 cm kod B.B. Drugi korak A.I. izveden je desnom nogom i tu je zabilježen kut između natkoljenica od 95° te kut između trupa i lijeve natkoljenice od 85°. Prema položaju trupa i lijeve natkoljenice, odnosno prema kutu između njih, može se primijetiti kako se već u drugom koraku trup ispravlja, što je vrlo bitno zbog ritma trčanja između i za prelazak preko prepona. Težište tijela se tijekom drugog koraka nalazi na 153,92 cm od startne linije, dok je stopalo postavljeno na 156,15 cm. Iz priloženog se može primijetiti da je TT u drugom koraku za oko 2 cm ispred postavljanja stopala. Vertikalna brzina TT-a u drugom koraku (0,63 m/s) veća je nego u startnoj reakciji i u prvom koraku, dok je horizontalna 5,07 m/s. Zabilježena ukupna brzina TT-a drugog koraka je 5,09 m/s. Zabilježene brzine TT-a kod B.B. u drugom koraku su: vertikalna 0,38 m/s, horizontalna 5,26 m/s te ukupna 5,27 m/s.



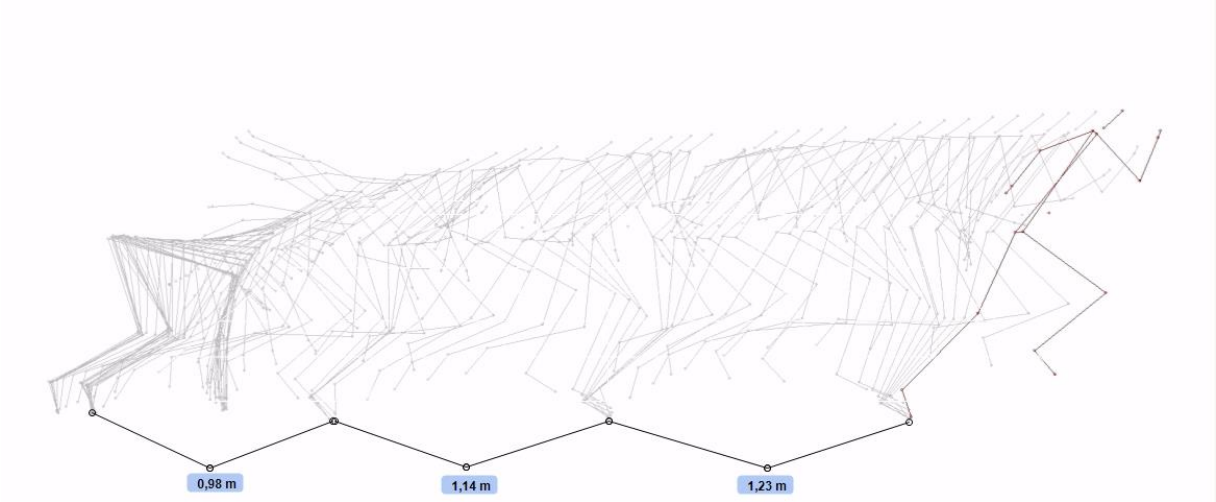
Slika 8. *Prikaz zabilježenih kutova i brzina TT-a u drugom koraku*

Treći kontakt s podlogom izvršen je na udaljenosti od 279,92 cm od startne linije. Zabilježena dužina trećeg koraka kod A.I. je 123,77 cm. To je za 2 cm kraći korak od trećeg koraka B.B. Vrijednost kutova zabilježena između natkoljenica je 96°, dok je između trupa i desne natkoljenice 87°. Ako se ove vrijednosti usporede sa vrijednostima kutova tijekom prvog i drugog koraka moguće je primijetiti da kut između natkoljenica ostaje približno isti (±1°) dok se kut između trupa i natkoljenice podignute prema trupu i dalje povećava zbog pripreme za hvatanje ritma odgovarajućeg za napad na prepone. Kao što je i ranije spomenuto, to se događa brže kod ove discipline s preponama u odnosu na sprinterske discipline. Položaj TT-a u trećem koraku A.I. je na 282,67 cm od startne linije, a kako je već spomenuto da se stopalo u ovom koraku nalazi na 279,92 cm, to znači da je TT postavljeno ispred položaja stopala u kontaktu s podlogom.



Slika 9. *Prikaz kutova i brzina TT-a zabilježenih u trećem koraka*

Kao što je prikazano (slika 9), vertikalna brzina TT-a u trećem koraku je 0,23 m/s, a horizontalna 5,50 m/s. Ukupna brzina TT-a ovdje je 5,51 m/s. Nadalje, slika 9 prikazuje i zabilježene kutove koji u trećem koraku kod A.I. imaju vrijednosti od 87° između trupa i natkoljenice, zatim 96° između natkoljenica lijeve i desne noge te kut odraza u vrijednosti od 60°.



Slika 10. *Kinogram starta i dužine koraka A.I.*

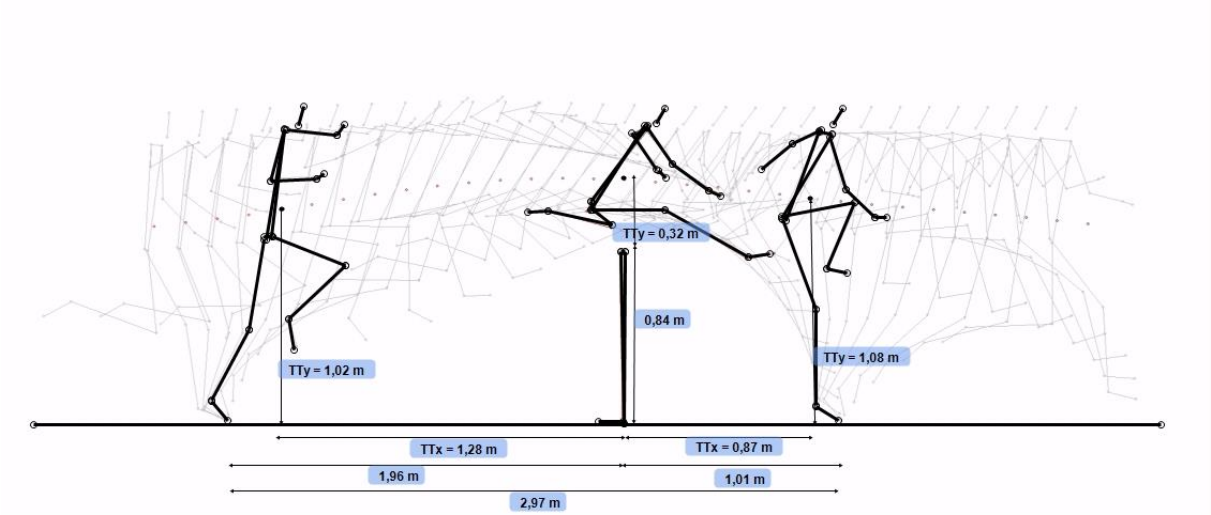
Tablica 5. *Brzine TT-a u startu i startnom ubrzanju kod A.I.*

STARTNA REAKCIJA	
vTTy	0,59 m/s
vTTx	2,94 m/s
vTTxy	3,04 m/s
PRVI KORAK	
vTTy	0,54 m/s
vTTx	4,19 m/s
vTTxy	4,23 m/s
DRUGI KORAK	
vTTy	0,63 m/s
vTTx	5,07 m/s
vTTxy	5,09 m/s
TREĆI KORAK	
vTTy	0,23 m/s
vTTx	5,50 m/s
vTTxy	5,51 m/s

Tablica 6. *Kutovi po segmentima starta i startnog ubrzanja A.I.*

POLOŽAJ A.I. U STARTNOM BLOKU	
L koljeno	100 °
D koljeno	90 °
L stopalo	102 °
D stopalo	92 °
STARTNA REAKCIJA A.I.	
Trup – L natkoljenica	80 °
L – D natkoljenica	88 °
L koljeno	73 °
Kut odraza D stopala	48 °
PRVI KORAK	
Trup – D natkoljenica	78 °
D – L natkoljenica	97 °
D koljeno	73 °
Kut odraza L stopala	55 °
DRUGI KORAK	
Trup – L natkoljenica	85 °
L – D natkoljenica	95 °
L koljeno	88 °
Kut odraza D stopala	52 °
TREĆI KORAK	
Trup – D natkoljenica	87 °
D –L natkoljenica	96 °
D koljeno	75 °
Kut odraza L stopala	60°

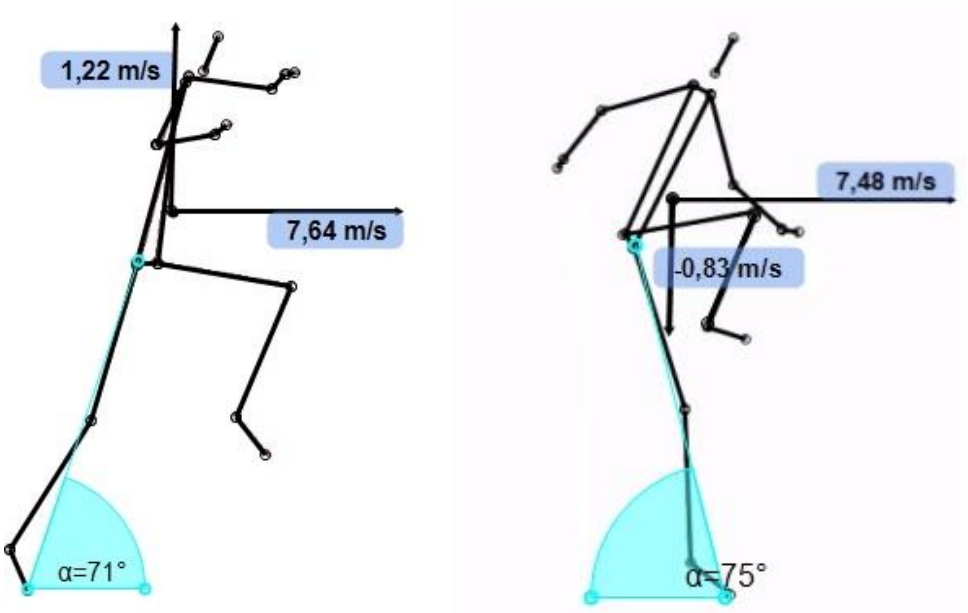
5.2. PRELAZAK PREKO PRVE PREPONE



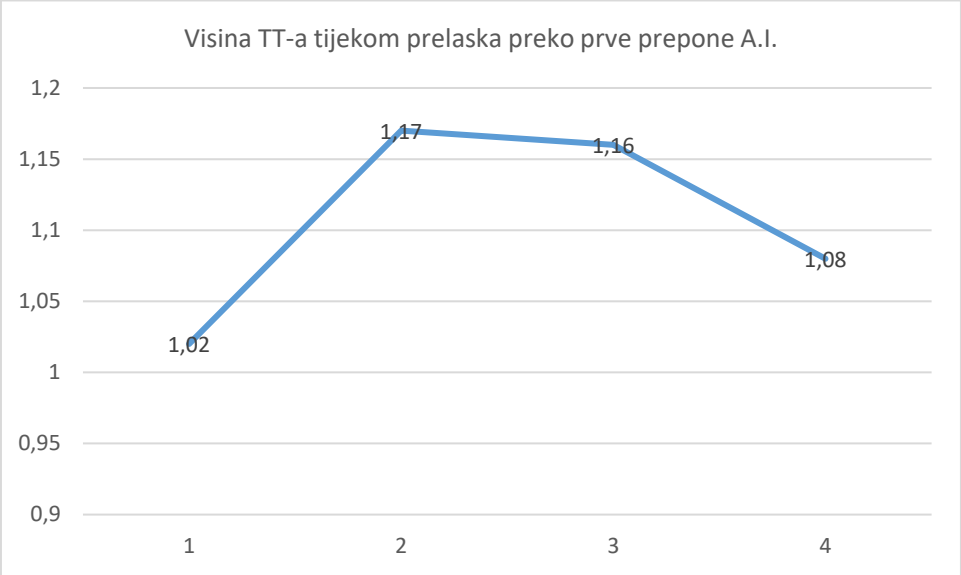
Slika 11. *Kinematička analiza prelaska preko prve prepone A.I.*

Zabilježena ukupna dužina preponskog koraka (eng. total stride length) kod prelaska preko prve prepone A.I. je 297,31 cm. Odraz prije prepone (eng. take-off distance), koji je kod preponašica A.I. izveden desnom nogom, iznosi 196,3 cm, što je 65,9 % od ukupne dužine koraka. Doskok nakon prelaska prepone (eng. landing distance) udaljen je 101,0 cm od prepone, što je 34 % od ukupne dužine preponskog koraka. Udaljenost od prepone do mjesta doskoka prema nekim autorima trebala bi iznositi oko 100 do 150 cm. Svaki preponaš treba težiti najpovoljnijem funkcionalnom skraćenju ovog razmaka, koji između ostalog ovisi o putanji leta, visini preponaša te aktivnosti trkača pri silasku s prepone. Doskok nakon prelaska prepone izvodi se na gotovo potpuno opruženu nogu u zglobu koljena i kuka, nedaleko od prepone na oko 105 do 120 cm za žene. Kod A.I. je taj doskok zabilježen na udaljenosti od 101 cm. TT je kod pripreme za odraz preko prepone na visini od 102,2 cm i udaljeno je 128,3 cm, a zatim se približava za 9,6 cm kod odraza i tako je na udaljenosti od 118,7 cm od prepone. Zabilježena najviša točka TT-a je točno za 32 cm iznad prepone (prisjetimo se da je visina prepone 84 cm), što znači da se nalazi na 116,8 cm visine. Apsolutno najviša točka parabole leta TT-a je 30 cm ispred prepone i to na visini od 117,6 cm. Kao što je već spomenuto, prvi kontakt stopala s podlogom nakon prepone (kod A.I. lijevom nogom) udaljen je 101 cm od prepone. Kod tog prvog kontakta nakon prelaska prepone TT je udaljen 87 cm na osi x i zabilježen je na visini od 108,7 cm. Prema tome, visina TT-a spuštena je za 8,1 cm od visine istog u položaju A.I. točno

iznad prepone. Također, na istoj vertikalnoj visini zabilježen je TT kad je u istom kontaktu sa stopalom lijeve noge udaljen za 146 cm od prepone, odnosno za 59 cm od prethodne točke po horizontalnoj osi. Idući korak kod A.I. izveden je desnim stopalom i dugačak je 144 cm, a TT je u ovom slučaju na udaljenosti od 206 cm iza prepone.



Slika 12. *Horizontalne i vertikalne brzine TT-a te kut odraza prije i u doskoku nakon prelaska preko prve prepone A.I*



Slika 13. *Prikaz visina TT-a kod prelaska preko prve prepone A.I.*

Na slici 13 prikazana su kretanja visine TT-a tijekom prelaska preko prepone. Visina TT-a A.I. kod odraza prikazana je prvom vrijednosti od 1,02 m (na osi y) ispred prepone i 1,37 m (na osi x) od iste. Visina TT-a na udaljenosti od 30 cm prije prepone, što je ujedno i najviša točka koju dostiže TT preponašice A.I., prikazana je drugom vrijednosti (1,17 m na osi y). Visina TT-a točno iznad prepone prikazana je trećom vrijednosti (1,16 m), dok je visina tijekom doskoka nakon prepone prikazana četvrtom vrijednost (1,08 m). Rezultati McDonalda i Dapene (1991) pokazali su povećanje vertikalne brzine i smanjenje horizontalne tijekom odraza prije prepone. Najveća vertikalna vrijednost TT-a kod muškaraca je točno iznad prepona dok je kod žena to 30 cm prije prepona. Istraživanje je pokazalo da žene koriste veću parabolu „leta“ prelaska preko prepone. Da je ta parabola kraća, ona bi skratila preponski korak, što bi značilo da bi trebalo povećati dužinu koraka između prepona.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu su prikazani prikupljeni osnovni kinematički pokazatelji startnog položaja, startnog ubrzanja i prelaska preko prve prepone hrvatske rekorderke u disciplini 100 metara s preponama. Predmet analize u spomenutoj disciplini bile su varijable kao što su položaj težišta tijela u startu, startnom ubrzanju i prelasku preko prepone, duljina koraka, brzine težišta tijela, udaljenosti između projekcije TT-a i oslonaca te razni kutovi. Dobiveni rezultati predstavljeni su i uspoređeni s rezultatima drugih istraživanja te predstavljaju korisne povratne informacije u daljnjem trenažnom procesu (modeliranju tehničkoga treninga), kako spomenute hrvatske rekorderke tako i ostalih preponaša i preponašica. U ovom su radu prikupljeni podaci koji se odnose na start, startno ubrzanje i prelazak preko prve prepone te su ti segmenti samo jedan dio cjelokupne discipline. Kako je konkurencija u navedenoj, ali i u ostalim disciplinama s preponama, sve jača tako te discipline zahtijevaju sve naprednija istraživanja.

7. LITERATURA

1. Babić, V. (2010). Atletika hodanja i trčanja. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Borčić, L. (2013). Dinamika trčanja u disciplini 400 m prepone za muške (diplomski rad). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
3. Bowerman, W.J., Freeman, W.H., T.A.C., Gambeta, V. (1999). Atletika. Zagreb: Gopal d.o.o.
4. Čoh, M., Dolenec, A. (2009). Comparison of a photocell and optojump measurements of maximum running velocity. Kinesiologia Slovenica, 15 (2), 16-24.
5. Čoh, M., Kastelic, J., Terčelj, M. (1996). Biomehanski model teka 100 metrov z ovirami. U Teki – Teki čez ovire (str. 130-142). Ljubljana: Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani.
6. Filipčić Ujaković, S. (2013). Dinamika trčanja kod žena. (Diplomski rad). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
7. Grgić, D. (2017). Dinamika trčanja u disciplini 400 metara (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
8. HAS (2016). Tablice svih vremena – 100 metara prepone žene. S mreže skinuto u srpnju 2017. s: https://www.has.hr/index.php/tablice/tablice-svih-vremena/tablice-svih-vremena-zene/43-tablice-svih-vremena/enske/68-100-m-prepone
9. IAAF (2016). Rekordi u disciplini 100 metara prepone. S mreže skinuto u srpnju 2017. S: https://www.iaaf.org/records/toplists/hurdles/100-metres-hurdles/outdoor/women/senior
10. Iskra, J., Čoh, M. (2006). A review of biomechanical studies in hurdle races. Kinesiologia Slovenica. 1318-2269, 12 (1), 84-102.
11. Ivančević, A. (2015). Dinamika trčanja u disciplini 100 metara prepone (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
12. Milanović, D, Hofman, E, Puhanić, V., Šnajder, V. (1986). Atletika – znanstvene osnove. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
13. SHAS (2001). Međunarodna pravila za atletska natjecanja. Zagreb: Savez hrvatskih atletskih sudaca.
14. Smajlović, N. (2010). Atletika. Sarajevo: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja Univerziteta u Sarajevu.

15. Šnajder, V. (1997). NA MJESTA, POZOR… hodanje i trčanje u tjelesnoj i zdravstvenoj kulturi. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
16. Šnajder, V., Milanović, D. (1991). Atletika hodanja i trčanja, strukturna i biomehanička analiza tehnike. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
17. Tončev, I. (2001). ATLETIKA tehnika i obučavanje. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture Univerziteta u Novom Sadu.
18. Životić, D. (2001). Atletska trčanja. Beograd: Atletski savez Srbije.
19. Wikipedija (2017). 100 m hurdles. S mreže skinuto u kolovozu 2017. s: https://en.wikipedia.org/wiki/2017_World_Championships_in_Athletics_%E2%80%93_Women%27s_100_metres_hurdles