

## АНАЛИЗА И ТРЕНД РЕЗУЛТАТА ТРКАЧА ИЗ СРБИЈЕ НА БЕОГРАДСКОМ МАРАТОНУ У ПЕРИОДУ 2007–2019. ГОДИНЕ

Станимир Стојиљковић<sup>1</sup>, Милан Матић<sup>1</sup>, Иван Ђук<sup>2</sup>, Љубица Папић<sup>3</sup>

Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, Србија  
Факултет за физичку културу и менаџмент у спорту, Универзитет Сингидунум, Србија  
Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, студент ДАС, Србија

### Сажетак

Београдски маратон се одржава од 1988. године и има најдужу традицију у региону Западног Балкана. Тренд броја учесника Београдског маратона показује значајан пораст у периоду 2007-2019. Са порастом броја учесника у свету, примећен је и тренд опадања резултата на маратонским тркама. Циљ овог рада је да утврди трендове резултата учесника из Србије на Београдском маратону у периоду 2007-2019. године. Генерална сазнајна претпоставка је да са порастом броја учесника, долази до опадања просечних резултата на трци. Резултати на званичном сајту Београдског маратона, коришћени су као извор података за ово неекспериментално истраживање. Анализирани су сви резултати маратонаца из Србије ( $n=3554$ ) у периоду 2007-2019. године. Линеарна регресиона анализа коришћена је за процену тренда резултата свих мушкараца из Србије, њихову дистрибуцију по узрасту од по 10 година, као и 10 првопласираних укупно и у свакој од група. Линеарни тренд модел на узорку свих маратонаца из Србије показује да резултати током година постају значајно лошији, за 2:14 минута годишње. Тренд значајног опадања резултата, у распону од 1:52 до 3:02 минута годишње, запажа се и у свим старосним групама до 50 година. Линеарни тренд модели добијени на подзорцима десет првопласираних мушкараца, у свакој од анализираних узрасних група, не прелазе ниво статистичке значајности, сем у оној 50–60 година старости, у којој постоји значајан тренд побољшања резултата, за 2:10 минута годишње. Резултати такмичара из Србије на Београдском маратону, у посматраном периоду опадају, уз истовремени пораст броја учесника овог догађаја. Може се претпоставити да просечни резултати опадају јер маратон у све већем броју трче рекреативци, док се број категорисаних спортиста тркача не повећава значајно, што у неку руку одсликава и конзервативност и непромељивост унутар атлетских дисциплина трчања дугог и маратонског трајања.

**Кључне речи:** ТРЧАЊЕ / СТАРОСНЕ КАТЕГОРИЈЕ / РЕГРЕСИОНИ МОДЕЛИ

**Кореспонденција са аутором:** Станимир Стојиљковић, Е-mail: stanimir.stojiljkovic@fsfv.bg.ac.rs

## УВОД

Трчање је физичка активност у којој човек савладава тежину сопственог тела, ангажује велику мишићну масу, захтева силу, снагу, координацију и нарочито добру кардиоваскуларну издржљивост (Wilkinson, Dunne, Palfy, Sturgeon, & Fox, 2014). Оно, као доминантан облик тренинга аеробне издржљивости, доводи до ефеката као што су: смањење телесних масти, повећана максимална потрошња кисеоника, побољшана економика трчања, повећан респираторни капацитет, смањен ниво концентрације лактата у крви при субмаксималном интензитету, повећана густина митохондрија и капилара и побољшана ензимска активност (Свонк, и Шарп, 2018). Трчање је природни облик кретања, обим и интензитет могу прецизно да се дозирају, места за трчање су приступачна, опрема није скупа, а позитивни ефекти трчања на здравље су евидентни (Стојиљковић, Митић, Мандарић, и Нешић, 2012). Истраживања показују да старење као биолошки процес, може бити значајно успорено бројним факторима животног стила, међу којима се истиче тренинг и трчање маратона (Leyk et al., 2009).

Прва маратонска трка је одржана на Првим модерним летњим олимпијским играма 1896. године у Атини, а дистанца од 42,195km је постала официјелна 1908. године на Олимпијским играма у Лондону (Burfoot, 2007; Wilcock, 2008). Седамдесетих и осамдесетих година прошлог века, заједно са нарастајућим трендом здравственог и физичког фитнеса и рекреативног вежбања уопште, долази и до велике експанзије маратонских догађаја, који постају све популарнији (Valentine, 1982; Maffetone, Malcata, Rivera, & Laursen, 2017; Knechtle, Di Gangi, Rüst, Rosemann, & Nikolaidis, 2018). Више деценија уназад, заједно са порастом броја догађаја, број тркача рекреативаца се значајно повећава, што се најјасније уочава анализом броја учесника на тркама полумаратона и маратона. Број учесника на маратонским тркама континуирано расте од почетка 80-их година прошлог века, а у новије време нарочито расте број жена и старијих тркача (Jokl, Sethi, & Cooper, 2004; Lepers, & Cattagni, 2012; Hunter, & Stevens, 2013; Burfoot, 2007; Vitti, Nikolaidis, Villiger, Onywera, & Knechtle, 2020; Knechtle, Di Gangi, Rüst, & Nikolaidis, 2020).

Београдски маратон (БГ маратон) се одржава од 1988. године и има најдужу традицију у региону Западног Балкана. Демографски подаци учесника „БГ маратона“, са кашњењем од деценију или две, данас прате светске трендове, пре свега по броју учесника, а нарочито жена, који у последњих 13 година расте по стопи већој него на највећим светским маратонима, код којих се нагли пораст броја учесница десио раније, а последњих година је дошло до стагнације. Укупан број учесника из Србије који су истрчали „БГ маратон“ 2007. године био је 81, а након тога је број учесника константно растао, да би у 2019. години износио 611 тркача. У периоду 2007–2009. године однос броја жена и мушкараца из Србије се кретао од 1:15,2; 1:35 и 1:13,9 (на приближно 15, 35, односно 14 мушкараца, долазила је једна жена која је истрчала маратон), а десет година касније, у периоду од 2017 до 2019. године, однос броја жена и мушкараца је био доста повољнији за жене: приближно 1:7; 1:6,6 и 1:6 – на сваких 6–7 мушкараца долазила је једна жена која је истрчала маратон (Стојиљковић, Митић, и Папић, 2019). Однос броја жена и мушкараца на маратонским тркама у свету је углавном још повољнији него на „БГ маратону“. У периоду 2008–2018. године, однос броја жена и мушкараца на маратону у Ослу је био 1:3,9 (Nikolaidis, Cuk, Clemente-Suárez, Villiger, & Knechtle, 2021), на маратону у Берлину 2018. године 1:2,3 (Reusser et al., 2021), а на маратону у Бостону 2016. године чак 1:1,2 (Knechtle, Di Gangi, Rüst, & Nikolaidis, 2020).

Са порастом броја учесника, у свету је примећен и тренд опадања резултата на маратонским тркама (Ahmadyar, Rüst, Rosemann, & Knechtle, 2015; Lehto, 2016; Knechtle, Di Gangi, Rüst, Rosemann, & Nikolaidis, 2018; Vitti, Nikolaidis, Villiger, Onywera, & Knechtle, 2020; Reusser et al., 2021). Опадање је израженије код мушкараца, тако да се резултатска разлика између жена и мушкараца смањује (Knechtle, Di Gangi, Rüst, & Nikolaidis, 2020).

Резултат на маратонској трци зависи и од година старости тркача. Најбоље резултате постижу маратонци у старосним категоријама до 40 година (Reusser et al., 2021), односно до 50 година старости (Zavorsky, Tomko, & Smoliga, 2017), а затим резултати лагано опадају. Током година

одржавања maratona, резултати мушкараца и жена опадају у свим старосним групама од по 10 година (Reusser et al., 2021), односно у свим категоријама до 70 година старости (Knechtle, Rosemann, Zingg, & Rüst, 2015).

**Циљ** овог неексперименталног посматрања је да анализира и утврди трендове резултата maratona из Србије, на „БГ maratону“ у периоду 2007–2019. године. Генерална сазнајна претпоставка је да је током календарских година, са порастом броја учесника, дошло до опадања просечних резултата на трци. Такође се претпоставља да нема разлике у тренду резултата између учесника у различитим старосним групама (категорије).

## МЕТОД РАДА

Резултати на званичном сајту „БГ maratona“, коришћени су као извор података за истраживање. Издвојени и анализирани су година трке, пол, године старости, држава за коју такмичар наступа, пласман и резултат на трци. Праћени су подаци од 2007. године од када, у званичним подацима о учесницима трке, постоје подаци о земљи из које учесници долазе. Анализирани су резултати maratona из Србије, укупно 3554 резултата, који су у периоду 2007–2019. године завршили трку унутар временског лимита од 6 сати (једино је 2007. године лимит био 5 сати). Посебно су издвојени резултати по старосним категоријама од по 10 година старости, као и резултати 10 првопласираних мушкараца у посматраном периоду.

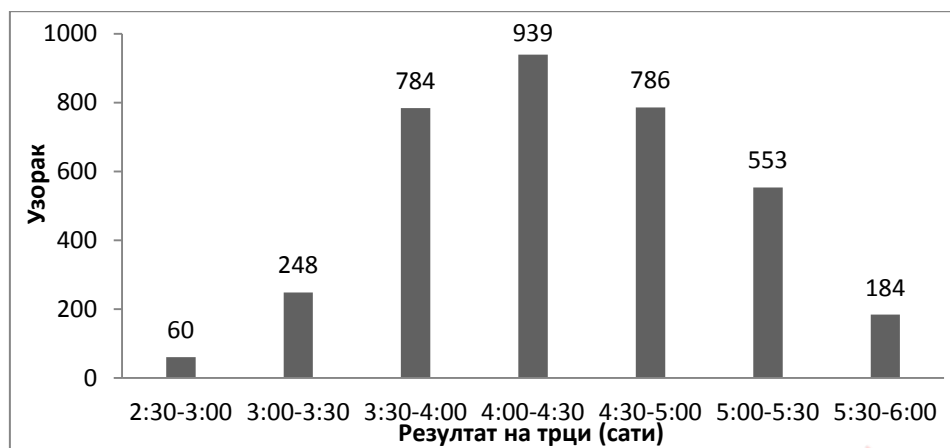
У раду нису анализирани резултати maratонки из Србије, јер иако се константно повећава, њихов број је још увек доста мали, у првих осам година анализiranог периода је био испод 20, а у последњих 5 година број жена које су истрчале „БГ maratон“ је порастао од 42 у 2015. до 87 у 2019. години (Стојиљковић, Матић, & Папић, 2019).

## Статистичка обрада података

Резултати су обрађени коришћењем софтвера СПСС 21.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) и Office Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). Издвојени су дескриптивни, компаративни и регресиони статистички атрибути узорка. Из поља дескриптивне статистике израчунати су основни централни и дисперзиони параметри: аритметичка средина (AS) и стандардна девијација (SD). Анализом варијансе са једним фактором модалитета (Single Factor ANOVA – Post hoc Tukey HSD), проверена је значајност разлика просечних резултата на maratону, између пет старосних категорија од по 10 година, на узорку свих maratonaца, као и на подузорку 10 првопласираних maratonaца у свакој старосној категорији. Линеарна регресиона анализа (Linear regression analyses) коришћена је за процену тренда резултата: свих мушкараца из Србије; мушкараца по старосним категоријама од по 10 година, у категоријама где је било бар 10 мушкараца који су истрчали maratон; 10 првопласираних мушкараца из Србије укупно; 10 првопласираних у свакој од старосних категорија у којима је било бар 10 мушкараца који су истрчали maratон (сем за 2012. годину у којој нема података о годинама старости тркача). Вредновање статистичке значајности разлика је утврђено на нивоу  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛТАТИ

На графикону 1 приказани су резултати учесника из Србије који су истрчали „БГ maratон“ у периоду 2007–2019. године ( $n=3554$ ). Регистровани резултати су подељени у временске интервале од по 30 минута. Може се увидети да ни један мушкарац из Србије у анализiranом периоду од 13 година, није истрчао „БГ maratон“ за време краће од 2:30 сати (150 минута). Највећи број посматраних учесника истрчао је maratонску трку у интервалу 4–4:30 сати или 939 maratonaца (26,4%), а по пола сата брже и спорије било је још по 22% тркача. Брже од 3:30 сати, maratон је истрчало укупно 8,7% maratonaца из Србије (само 1,7% испод 3 сата), а у интервалу 5–6 сати преосталих 20,7%.



Графикон 1 Дистрибуција учесника из Србије према резултатима на „БГ маратону“ у анализираном периоду

У табели 1 приказани су резултати учесника из Србије који су истрчали „БГ маратон“ у периоду 2007–2019. године по годинама догађаја, укупно (n=3554) и по старосним категоријама (n=3368, јер за 2012. годину не постоје подаци о годинама старости учесника). Највећи број учесника био је у старосној категорији 30+ (30–40 година) – 1098 маратонаца (30,9%); нешто мање у категорији -30 (до 30 година) – 1000 маратонаца (28,1%); док након 40 година старости број маратонаца константно линеарно опада. Просечна старост свих маратонаца из Србије у периоду 2007–2019. године била је  $37,1 \pm 11,6$  година, а линеарни тренд модел и формула линеарне регресије показали су да не постоји значајан тренд промене ( $p=0,517$ ), па се може закључити да се просечна старост учесника „БГ маратона“ из Србије није мењала у посматраном периоду.

Табела 1 Резултати учесника из Србије на „БГ маратону“ у периоду 2007–2019. године, укупно и по старосним категоријама

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	СВИ
-30	n	20	31	45	35	44	73	104	134	132	149	106	127	1000	
	AS (min)	246,6	260,6	268,8	279,8	258,9	272,7	277,8	265,7	282,9	269,8	288,4	274,3	<b>273,6</b>	
	SD	40,9	40,6	43,7	43,6	36,1	40,1	40,4	41,0	36,5	38,8	41,7	36,7	40,3	
30+	n	21	28	31	46	42		68	83	110	128	180	177	184	1098
	AS (min)	220,0	245,7	250,6	253,9	243,0		262,3	266,4	244,2	277,8	256,2	271,2	261,2	<b>260,2</b>
	SD	45,7	41,1	41,3	36,8	36,7		40,5	40,3	37,1	41,5	40,3	41,6	38,0	41,4
40+	n	18	28	27	23	33		43	53	70	81	129	126	141	772
	AS (min)	214,4	241,1	239,4	248,5	241,0		258,7	255,8	240,5	270,0	257,6	269,9	257,8	<b>256,1</b>
	SD	32,5	36,4	41,7	37,5	36,8		30,8	35,6	32,0	37,8	38,7	42,3	38,4	39,4
50+	n	15	14	17	18	22		18	22	33	38	43	47	50	337
	AS (min)	240,7	255,5	256,0	256,9	258,6		257,6	259,1	245,7	275,7	256,8	277,7	259,1	<b>260,6</b>
	SD	22,8	24,9	37,8	25,7	33,6		47,8	42,9	26,8	37,1	37,8	45,9	36,8	38,0
60+	n	2	4	5	6	8		14	14	18	19	25	24	22	161
	AS (min)	232,7	256,1	267,8	268,8	243,5		272,2	272,7	261,2	272,7	265,7	287,5	275,1	<b>270,2</b>
	SD	33,9	38,2	39,2	41,9	43,9		40,4	27,7	30,2	32,1	32,5	34,7	28,2	34,3
СВИ	n	76	105	125	128	149	186	216	276	365	398	526	480	524	3554
	AS (min)	230,1	250,6	256,2	261,2	249,6	265,2	265,3	268,4	252,4	277,5	260,9	276,1	263,8	<b>263,8</b>
	SD	38,9	38,0	42,7	39,2	37,0	39,9	39,4	39,8	38,0	38,4	39,2	42,5	37,8	40,5

Напомена: n – број испитаника; AS – аритметичка средина; SD – стандардна девијација

Што се тиче резултата, може се приметити да најбоље резултате постижу учесници у категорији 40+ (40–50 година), а затим у две најближе категорије (категирије 30–40 и 50–60 година старости). Занимљиво је да најлошије резултате постижу најмлађи маратонци (испод 30 година), за 3 минута лошије од најстаријих (преко 60 година старости). Просечан резултат свих учесника у посматраном периоду од 13 година, био је 4:23:48(263,8 минута), а гледано по календарским

годинама, најбољи је био 2007. године (када је било и најмање учесника) – 3:50:06. Најлошији је регистрован 2016. године (4:37:30).

Статистички утврђена значајност разлика просечних резултата на „БГ маратону“, између различитих категорија, проверена је анализом варијансе, која је показала да између одређених старосних категорија, постоје значајне разлике (табела 2). Иако је у категорији 40+ постигнут најбољи просечан резултат (око 4 минута бољи од суседне две категорије), између резултата постигнутих у ове три категорије, нема значајне разлике. Најлошије резултате постизали су маратонци испод 30 и преко 60 година старости и између ове две старосне групе такође нема значајне разлике (иако старији имају 3:29 минута бољи резултат од млађих). Статистички су значајне разлике између категорије 30- и свих осталих категорија, сем најстарије, као и између најстарије и две категорије са најбољим резултатима (30+ и 40+). На основу резултата се може закључити да су на „БГ маратону“ у периоду 2007–2019. године, учесници узраста 30–60 година постизали значајно боље резултате од млађих и старијих учесника, који се међусобно нису разликовали.

**Табела 2** Анализа просечних резултата категорија учесника из Србије на „БГ маратону“ у анализираном периоду

Мултипла компарација						
Зависна варијабла: Резултат на маратону ( <i>Tukey HSD</i> )						
Старосне категорије Сви (n=3368)	Просечна разлика (min)	Стандардна грешка	p	95% Интервал поверења		
				Доња граница	Горња граница	
-30	30+	<b>13,432***</b>	1,747	0,0000	8,663	18,201
	40+	<b>17,511***</b>	1,915	0,0000	12,284	22,738
	50+	<b>13,028***</b>	2,518	0,0000	6,156	19,899
	60+	3,484	3,394	0,8433	-5,781	12,748
30+	40+	4,079	1,877	0,1905	-1,046	9,203
	50+	-0,405	2,489	0,9998	-7,198	6,389
	60+	<b>-9,949*</b>	3,373	0,0266	-19,155	-0,742
40+	50+	-4,483	2,610	0,4230	-11,606	2,640
	60+	<b>14,027***</b>	3,463	0,0005	-23,479	-4,575
50+	60+	-9,544	3,830	0,0926	-19,996	0,908

**Напомена:** n – број испитаника; p – статистичка значајност

\* – просечна разлика је значајна на нивоу 0,05; \*\*\* – просечна разлика је значајна на нивоу 0,001

У табели 3 приказани су резултати 10 првопласираних такмичара из Србије који су истрчали „БГ маратон“ у периоду 2007–2019. године, по годинама догађаја, укупно и по учесничким категоријама (сем 2012. године, где не постоје подаци о годинама старости учесника). У категорији 60+ година старости, тек од 2013. године, број оних који су прешли линију циља је већи од 10, па за претходни период нема резултата. За разлику од просечних резултата свих такмичара по категоријама, где су најбржи били они у категорији 40–50 година (табела 1), када се посматра само 10 првопласираних, може се приметити да најбоље резултате постижу нешто млађи маратонци у категорији 30+ (30–40 година), а затим у две најближе категорије (катеорије 40+ и 30-). Најлошије резултате постижу маратонци у две најстарије категорије (50+ и 60+). Када се посматрају просечни резултати 10 првопласираних без обзира на старосну категорију, најбољи резултат је остварен 2007. године – 2:44:36, а најлошији 2010. године – 3:12:12, док је просечан резултат 10 првопласираних, свих година у посматраном периоду, готово тачно три сата – 3:00:24.

**Табела 3** Просечни резултати 10 првопласираних учесника из Србије на „БГ маратону“ у периоду 2007–2019. године, укупно и по старосним категоријама

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Просек свих година
-30	AS (min)	217,2	216,2	204,8	228,4	213,4		206,3	201,9	191,2	218,8	209,1	207,1	201,9	<b>209,7</b>
	SD	37,7	30,3	32,2	24,5	11,5		21,5	16,8	19,8	13,6	3,7	13,8	13,8	
30+	AS (min)	178,6	200,1	206,9	202,9	198,5		200,6	205,1	182,1	203,4	175,3	188,3	188,6	<b>194,2</b>
	SD	21,1	22,1	20,7	13,6	14,5		20,6	10,2	14,1	8,4	15,3	17,3	9,9	
40+	AS (min)	188,7	204,7	199,5	218,9	199,7		219,1	206,3	193,0	208,9	193,2	191,0	189,2	<b>201,0</b>
	SD	16,1	11,4	13,2	16,1	17,7		12,9	14,1	17,6	19,9	9,9	13,1	12,7	
50+	AS (min)	228,4	243,5	231,2	239,0	231,1		226,6	220,3	214,7	231,3	209,0	219,0	208,3	<b>225,2</b>
	SD	16,9	16,9	15,6	17,6	18,0		34,7	19,8	13,4	25,5	12,8	18,2	15,3	
60+	AS (min)							252,4	260,0	241,5	248,9	237,0	254,1	251,1	<b>249,3</b>
	SD							23,2	18,7	14,7	11,9	16,3	24,8	20,6	
Укупно	AS (min)	164,6	181,4	178,0	192,2	183,8	191,7	180,7	187,6	168,4	189,0	172,6	176,4	178,3	<b>180,4</b>
	SD	8,1	14,9	15,8	11,3	7,7	9,8	14,2	11,0	9,3	10,1	13,1	6,6	8,4	

Напомена: AS – аритметичка средина; SD – стандардна девијација

Статистичка значајност разлика просечних резултата 10 првопласираних маратонаца, између различитих категорија, утврђена је анализом варијансе, која је показала да између свих старосних категорија постоје веома значајне разлике, сем између две најбрже категорије: 30+ и 40+ година старости (табела 4). На основу резултата се може закључити да су на „БГ маратону“ у периоду 2007–2019. године, учесници пласирани у првих 10, у категоријама 30–50 година (који се међусобно нису разликовали), постизали значајно боље резултате од учесника осталих категорија. Иза ове две категорије следе категорија најмлађих (до 30 година), затим старијих (50–60 година) и на крају најстаријих маратонаца (преко 60 година). Све утврђене разлике између ових група су статистички значајне.

**Табела 4** Поређење просечних резултата 10 првопласираних учесника из Србије по старосним категоријама на „БГ маратону“ у анализираном периоду

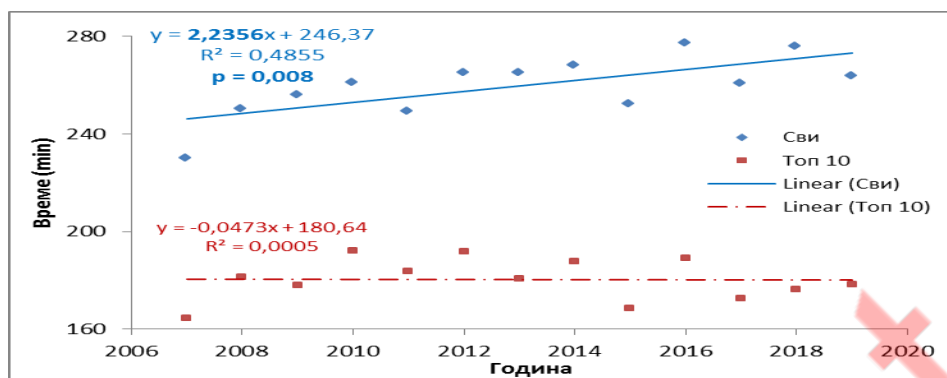
Мултипла компарација						
Зависна варијабла: Резултат на маратону (Tukey HSD)						
Старосне категорије Топ 10 (n=550)	Просечна разлика (min)	Стандардна грешка	p	95% Интервал поверења		
				Доња граница	Горња граница	
-30	30+	<b>15,500***</b>	2,614	0,0000	8,346	22,654
	40+	<b>8,692**</b>	2,614	0,0083	1,538	15,845
	50+	<b>-15,533***</b>	2,614	0,0000	-22,687	-8,380
	60+	<b>-39,557***</b>	3,045	0,0000	-47,891	-31,223
30+	40+	-6,808	2,614	0,0709	-13,962	0,345
	50+	<b>-31,033***</b>	2,614	0,0000	-38,187	-23,880
	60+	<b>-55,057***</b>	3,045	0,0000	-63,391	-46,723
40+	50+	<b>-24,225***</b>	2,614	0,0000	-31,379	-17,071
	60+	<b>-48,249***</b>	3,045	0,0000	-56,583	-39,915
50+	60+	<b>-24,024***</b>	3,045	0,0000	-32,358	-15,690

Напомена: n – број испитаника; p – статистичка значајност

\*\* – просечна разлика је значајна на нивоу 0,01; \*\*\* – просечна разлика је значајна на нивоу 0,001

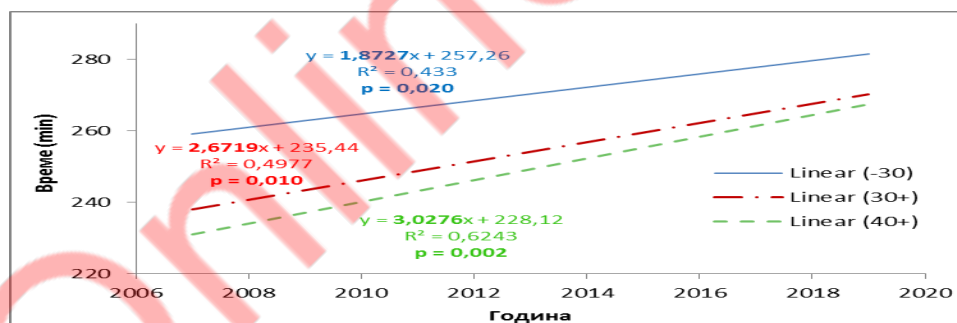
На графикону 2 приказани су резултати по годинама, линеарни тренд модели и формуле линеарне регресије резултата свих учесника из Србије и резултата 10 првопласираних маратонаца из Србије, у периоду 2007–2019. године. У посматраном периоду, на укупном узорку, уочава се значајан тренд пораста времена на трци за око 2:14 минута годишње ( $p=0,008$ ), што значи да резултати постају све лошији. На узорку 10 првопласираних маратонаца из Србије не постоји статистички значајан

тренд промене резултата, па се може рећи да резултати најбољих маратонаца из Србије стагнирају. Наравно, ради се само о истрчаном времену, при чему нису анализирани променљиви временски параметри на константној траси „БГ маратона“.



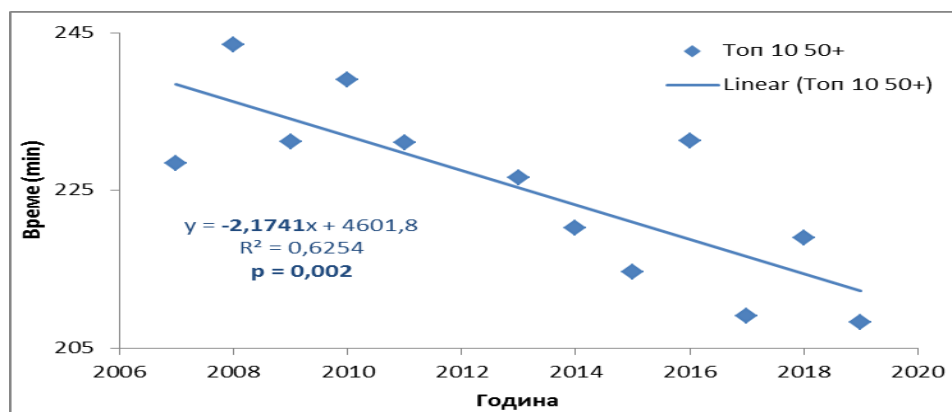
Графикон 2 Тренд резултата свих и топ 10 учесника из Србије на „БГ маратону“ у анализираном периоду

На графикону 3 приказани су линеарни тренд модели и формуле линеарне регресије резултата узорка у којима постоји значајан тренд промене резултата, у периоду 2007–2019. године. У посматраном периоду, у три старосне категорије испод 50 година, које у збиру чине око 85% свих маратонаца из Србије, уочава се значајан тренд пораста времена на трци, у складу са општим трендом. Пораст времена трчања трасе креће се у распону од 1:52 минута годишње у категорији испод 30 година ( $p=0,02$ ), преко 2:40 минута у категорији 30–40 година ( $p=0,01$ ), до 3:02 минута годишње у категорији 40–50 година старости ( $p=0,002$ ). У две старосне категорије преко 50 година не постоји статистички значајан тренд промене резултата, па се може рећи да се резултати старијих маратонаца не мењају статистички значајно.



Графикон 3 Тренд резултата учесника из Србије у старосним категоријама до 50 година на „БГ маратону“ у анализираном периоду

На графикону 4 приказани су резултати по годинама, линеарни тренд модел и формула линеарне регресије резултата 10 првопласираних маратонаца из Србије у категорији 50–60 година старости, у којој постоји значајан тренд позитивне промене резултата, у периоду 2007–2019. године. У посматраном периоду, у овој категорији уочава се значајан тренд смањења времена на трци за око 2:10 минута годишње ( $p=0,002$ ), што је у супротности са општим трендом. У свим осталим старосним категоријама, код 10 првопласираних маратонаца не постоји статистички значајан тренд промене резултата, па се може рећи да су резултати релативно стабилни са тенденцијом стагнације.



Графикон 4 Тренд резултата топ 10 учесника из Србије у категорији 50–60 година на „БГ марафону“ у анализираном периоду

## ДИСКУСИЈА

### Резултати свих такмичара

Највећи број учесника из Србије на „БГ марафону“ у периоду 2007–2019. године, био је у старосној категорији од 30–40 година ( $n=1098$ ), нешто мање их је било у категорији до 30 година ( $n=1000$ ), док је број учесника у категоријама преко 40 година, знатно мањи и опада линеарно (табела 1).

Просечна старост марафонаца из Србије у посматраном периоду била је  $37,1 \pm 11,6$  година. Просечна старост свих мушкараца из Швајцарске, који су истрчали марафон, на свим тркама у Швајцарској, у периоду 1999–2014. године ( $n=35084$ ), износила је  $41,8 \pm 10,5$  година, а старост жена ( $n=8376$ ), била је готово идентична:  $41,9 \pm 10,7$  година (Knechtle, Nikolaidis, Onywera, Zingg, Rosemann, & Rüst, 2016). Просечна старост свих мушкараца, који су истрчали марафон у Њујорку у периоду 1970–2017. године, ( $n=825186$ ), износила је  $41,7 \pm 9,2$  година, док су жене ( $n=349145$ ), биле нешто млађе:  $39,7 \pm 8,7$  година (Vitti, Nikolaidis, Villiger, Onywera, & Knechtle, 2020). Може се закључити да су учесници „БГ марафона“, у просеку пет година млађи од учесника марафона у Швајцарској и Њујорку. Ово је разумљиво с обзиром да број учесника из Србије на „БГ марафону“ бележи прираст у свим старосним групама, са израженом већом динамиком повећања у групи 30–40 година, а споријом у узрасној групи 50–60 година. У овој групи се региструје релативан пад броја учесника, у односу на укупан број учесника „БГ марафона“ (Стојиљковић, Матић, и Папић, 2019).

Просечано трајање трчања трасе - резултат свих учесника из Србије, који су истрчали „БГ марафон“ у периоду 2007–2019. године износи 4:23:48 (табела 1), а у складу са тим, највећи број учесника (26,4%), трчао је трасу у интервалу 4–4:30 сати (графикон 1). Иако је тешко поредити резултате на различитим марафонским тркама, због бројних егзогених фактора (датум трке, климатски услови, географска ширина, надморска висина, конфигурација стазе, број и квалитет учесника, итд.), ипак, ради темељнијег разумевања тренда „БГ марафона“, наводимо резултате неколико великих светских марафона. Просечан резултат свих мушкараца који су завршили марафон у Бостону, у периоду 1997–2017. године ( $n=242636$ ), био је 3:45:38 (Knechtle, Di Gangi, Rüst, Rosemann, & Nikolaidis, 2018). На истом марафону, просечан резултат свих мушкараца био је 3:48:38 у периоду 2002–2012. године ( $n=119343$ ), односно 3:44:04 у периоду 2012–2017. године ( $n=83386$ ) (Knechtle, Di Gangi, Rüst, & Nikolaidis, 2020). Просечан резултат свих мушкараца који су завршили марафон у Њујорку, у периоду 1970–2017. године ( $n=825186$ ), био је 4:15:31, али има тренд раста, тако да је просечан резултат у периоду од 2000–2017. године био око 4 сата и 23 минута (Vitti, Nikolaidis, Villiger, Onywera, & Knechtle, 2020). Може се закључити да је просечан резултат учесника из Србије на „БГ марафону“, готово идентичан просечном резултату марафонаца у Њујорку, док је за 35–40 минута лошији од резултата учесника у Бостону, у сличном календарском периоду.



Када се посматрају резултати најбољих такмичара, просечан резултат 10 првопласираних мушкараца из Србије на „БГ маратону“, у периоду 2007–2019. године, је готово тачно три сата – 3:00:24 (табела 3). У периоду 1972–2017. године, просечан резултат 10 првопласираних мушкараца на маратону у Бостону био је далеко бољи – 2:13:30 (Knechtle, Di Gangi, Rüst, & Nikolaidis, 2020), што је могуће објаснити чињеницама да маратон у Бостону има далеко дужу традицију, веће новчане награде и већи број врхунских светских такмичара. На разлику у постигнутим резултатима утицаја има и конфигурација стазе у Београду, која је захтевнија, са већим бројем успона. Познато је да резултати на Бостонском маратону не могу бити признати као светски рекорд, јер стаза не задовољава два стандарда Међународне атлетске федерације (ИААФ): 1) креће се у једном смеру, па је могуће да ветар читаво време дува у леђа такмичарима (по правилу старт и циљ не смеју бити удаљени ваздушном линијом више од 50% дистанце, односно 21,1km); 2) циљ је на недозвољено нижој надморској висини од старта (дозвољена је максимална разлика до 1m надморске висине по километру стазе, односно до 42m висинске разлике између старта и циља), тако да у Бостону преовлађују низбрдице (Maffetone, Malcata, Rivera, & Laursen, 2017).

### **Особеност „БГ маратона“ по старосним категоријама**

Гледано по старосним категоријама, најбољи просечан резултат на БГ маратону у периоду 2007–2019. године, имају тркачи у старосној групи - категорији 40–50 година (4:16:06). Нису значајно лошији ни резултати у две суседне анализирани старосне групе (30–40 и 50–60 година). Значајно спорији су учесници у старосним групама 60+ и 30-, које се резултатски међусобно не разликују (табеле 1 и 2). Када се посматра 10 првопласираних по старосним групама, значајно боље резултате постизали су маратонци старости 30–50 година. Постигнути резултати ове две групе се статистички не разликују, иако су они у групи 30+ (просечан резултат 3:14:12), скоро 7 минута бржи од учесника категорије 40+. По динамици резултата следе категорија 30-, затим 50+ и на крају 60+ (табеле 3 и 4).

У комапаративном приступу проблему сазнања ове студије важно је истаћи и закључке сервеја маратона у Берлину. Када се посматрају сви такмичари по старосним категоријама, као и пет првопласираних по старосним категоријама од по 10 година, најбоље резултате постижу мушкарци и жене у старосним категоријама до 40 година, а затим резултати лагано опадају (Reusser et al., 2021). Поред Берлина, када се посматрају просечни резултати свих маратонаца по старосним категоријама, на маратонима у Њујорку, Бостону и Чикагу, у периоду од 2001–2016. године, код мушкараца, нису утврђене статистички значајне разлике у категоријама до 50 година, док након 50 година живота резултати опадају (Zavorsky, Tomko, & Smoliga, 2017). На узорку свих мушкараца који су завршили трке на 50km широм света у периоду 1975–2016. године, (n=370369), најбоље резултате постизали су мушкарци у категорији 30–35 година старости, али на узорку 10 првопласираних по старосним категоријама, најбољи резултати су били у категорији 35–40 година (Nikolaidis, & Knechtle, 2018). Резултати наведених истраживања су слични резултатима ове студије, којом је утврђено да најбоље резултате постижу нешто старији такмичари (40–50 година) док учесници узраста 30–40 година (односно 30–50 у ширем распону), показују резултатску доминацију међу 10 првопласираних. Може се очекивати да ће са трендом повећања броја учесника, нарочито у категорији 30+ на „БГ маратону“, доћи и до померања најбољих резултата, ка млађим узрастима.

### **Општи тренд промена резултата**

Линеарни тренд модел на узорку свих учесника из Србије показује да у посматраном периоду 2007–2019. године, резултати из године у годину постају лошији, са трендом погоршања од око 2:14 минута годишње (графикон 2). У складу са овим трендом, значајно опадање резултата (у распону 1:52–3:02 минута годишње), запажа се и у свим старосним групама до 50 година (око 85% учесника из Србије) (графикон 3). Код маратонаца старијих од 50 година, резултати се не мењају значајно.

На Бостонском маратону у периоду 1972–2017. године, просечан резултат свих мушкараца се погоршавао од 3:01:07 у периоду 1972–1982. године ( $n=23777$ ), до 3:48:38 у периоду 2002–2012. године ( $n=119343$ ), односно 3:44:04 у периоду 2012–2017. године ( $n=83386$ ) (Knechtle, Di Gangi, Rüst, & Nikolaidis, 2020). Када се пореде два последња 20-огодишња периода, резултати свих мушкараца који су завршили маратон у Бостону, просечно су спорији за 20 минута: у периоду 1977–1997, просечан резултат је био 3:25:51, а у периоду 1997–2017. године, резултат је био 3:45:38 (Knechtle, Di Gangi, Rüst, Rosemann, & Nikolaidis, 2018). Иако су резултати мушкараца на Бостонском маратону доста бољи од резултата тркача из Србије на „БГ маратону“ у приближно сличном посматраном периоду, тренд резултата је истоветан, опадајући, са повећањем броја учесника. Резултати мушкараца и жена на Берлинском маратону константно опадају у периоду 1974–2019. године, како на укупном узорку, тако и у свим старосним категоријама од по 10 година (Reusser et al., 2021), што је слично резултатима овог истраживања, у коме се уочава тренд опадања резултата у категоријама до 50 година, које чине око 85% свих учесника. На два маратона у Швајцарској (градски маратон у Лозани и планински „Јунгфрау“ маратон), број учесника, мушкараца и жена, се повећавао у већини старосних категорија у периоду од 2000–2014. године. Истовремено резултати су бивали све лошији током година, у свим категоријама до 70 година старости (сем у категорији 25–30 година на маратону у Лозани, где није било значајних промена) (Knechtle, Rosemann, Zingg, & Rüst, 2015). Резултати свих мушкараца ( $n=370369$ ) и жена ( $n=124045$ ), на тркама од 50km широм света, константно опадају у периоду 1975–2016. године, уз истовремени велик пораст броја учесника (Nikolaidis, & Knechtle, 2018). У наведеним истраживањима се запажа тренд врло сличан тренду на „БГ маратону“ да последњих деценија просечни резултат постаје значајно лошији, уз истовремени значајан пораст броја учесника. Број учесника маратона широм света, у последњим деценијама се повећава, углавном на рачун броја рекреативаца, много више него категорисаних тркача (Lepers, & Stapley, 2016), па је логично да просечни резултати опадају, као што показују резултати свих досадашњих истраживања. Вредан пажње је податак „БГ маратона“ да резултати такмичара преко 50 година остају релативно стабилни са тенденциом стагнације.

### **Тренд промена резултата најбољих такмичара**

Линеарни тренд модел 10 првопласираних маратонаца из Србије на „БГ маратону“ (графикон 2), као ни линеарни модели добијени на подзорцима 10 првопласираних мушкараца у старосним групама, не прелазе ниво статистичке значајности, односно резултати стагнирају. Изузетак је категорија 50+, где резултати 10 првопласираних у периоду 2007–2019. године, показују значајан тренд побољшања, за око 2:10 минута годишње (графикон 4).

На Бостонском маратону у периоду 1972–2017. године, просечан резултат 10 првопласираних такмичара био је 2:13:30, али без јасно израженог тренда промена у анализираном периоду. Резултати су се поправљали од прве до треће декаде посматраног периода, а затим погоршавали у наредних 15 година (Knechtle, Di Gangi, Rüst, & Nikolaidis, 2020). Код 10 првопласираних мушкараца и жена на Берлинском маратону у периоду 1974–2019. године, бележи се тренд побољшања резултата, али када се посматра последњих 20 година (2000–2019.), промена готово да и нема (Reusser et al., 2021). Може се рећи да резултати 10 најбоље пласираних тркача из Србије на „БГ маратону“ стагнирају, слично као и на маратонима у Берлину и Бостону. Ипак постоје и маратони где је забележен тренд поправљања резултата најбољих такмичара. Резултати 10 првопласираних на тркама серије Велики светски маратони (WMM – World Marathon Majors, серија којој су у анализираном периоду припадали маратони у Лондону, Берлину, Њујорку, Бостону и Чикагу), у периоду 2005–2014. године, показују тренд побољшања од ~1% на 7 година, како код мушкараца тако и код жена (Maffetone, Malcata, Rivera, & Laursen, 2017). На свим маратонима у Швајцарској, у периоду 2000–2010. године, значајно су поправили просечне резултате петорица првопласираних маратонаца ван Африке – са 2:27:00 на 2:20:24, као и петорица првопласираних такмичара из Африке – са 2:17:00 на 2:13:12 (Aschmann et al., 2013).

Када се посматрају најбољи такмичари по такмичарским категоријама, резултати на „БГ маратону“ углавном стагнирају, али је забележен значајан тренд поправљања резултата код 10 првопласираних тркача у категорији 50+, што је слично резултатима на маратону у Њујорку. У периоду 1983–1999. године, резултати 50 првопласираних мушкараца на маратону у Њујорку, имају негативан тренд (све лошији резултати), у свим категоријама до 50 година старости, док је у категоријама преко 50 година старости забележен напредак – резултати постају све бољи (Jokl, Sethi, & Cooper, 2004). Резултати 10 првопласираних мушкараца у старосним категоријама, на маратону у Њујорку, нису се значајно променили у периоду од 30 година (1980–2009. године), у категоријама до 65 година, али су се резултати 10 првопласираних у категоријама преко 65 година значајно поправили. Тако, у категорији 65–70 година старости, тркачи у последњој декади (2000–2009.) су били бржи за око 15 минута него у првој (1980–1989.), а ова разлика је у категорији 70–75 година још већа – око 17 минута (Lepers, & Cattagni, 2012).

У појашњењу анализе тренда појединих тркачких дисциплина, важно је истаћи да је анализа атлетских трка на дистанцама од 200 до 1500m, у периоду дужем од 100 година, показала да је прогресија резултата у почетку била велика, али да је сада достигла плато. Даљи напредак је ограничен ендогеним и екзогеним факторима природе и нуртуре, односно може се очекивати кроз повећање популације тркача, ефикаснију селекцију, напредак у технологијама и тренажним методама (Desgorces et al., 2012). Сличан закључак се може донети и за резултате на маратонској дистанци. Међутим у новије време, у периоду 2017–2020. године, оборени су сви мушки и женски светски рекорди на дистанцама од 5km до маратона, а сви рекордери су носили патике израђене по новој технологији, са плочом од карбонских влакана унутар ђона (carbon fiber plate), која повећава ефикасност трчања за више од 4%, а резултат на дугим стазама за више од 2% (Muniz-Pardos, Sutehall, Angeloudis, Guppy, Bosch, & Pitsiladis, 2021). Ове патике, због високе цене, тренутно нису доступне ширем кругу маратонаца, па се не може очекивати да у скорије време дође до побољшања просечних резултата свих такмичара, под утицајем нових патика, бар не на маратону у Београду.

## ЗАКЉУЧАК

Просечан резултат свих маратонаца из Србије, који су истрчали „БГ маратон“ у периоду 2007–2019. године (n=3554), износи 4:23:48 (263,8 минута), а највећи број учесника трчао је маратон у интервалу 4–4:30 сати: 939 маратонаца (26,4% свих учесника). Најбољи просечан резултат имају маратонци у категорији 40+(4:16:06; док су најспорији најмлађи маратонци (испод 30 година): 4:33:36.

Анализа тренда линеарног модела на узорку свих маратонаца из Србије показује да у посматраном периоду 2007–2019. године, резултати из године у годину постају значајно лошији, за око 2:14 минута годишње. Значајно опадање резултата (у распону 1:52–3:02 минута годишње), утврђено је у свим категоријама до 50 година (око 85% маратонаца из Србије), док су код маратонаца старијих од 50 година релативно стабилни са тенденцијом стагнације.

Просечан резултат 10 првопласираних учесника из Србије, који су истрчали „БГ маратон“ у периоду 2007–2019. године, креће се око 3 сата (3:00:24). Када се посматрају резултати 10 првопласираних по старосним категоријама, најбржи су маратонци у категорији 30+ (3:14:12); док су најспорији, природно, најстарији учесници, они у категорији 60+(4:09:18).

Тренд линеарног модела постигнутих резултата 10 првопласираних маратонаца из Србије, као ни линеарни модели 10 првопласираних мушкараца у старосним категоријама, не прелазе ниво статистичке значајности, сем код једне категорије. У категорији 50+ резултати 10 првопласираних у периоду 2007–2019. године, показују значајан тренд побољшања, за око 2:10 минута годишње.

Генерални закључак овог сервеја је да резултати маратонаца из Србије на „БГ маратону“, у периоду 2007–2019. године опадају, а истовремено се региструје пораст броја учесника. Детаљнија анализа претходног спортског стажа и програма припрема за „БГ маратон“ би усмерила сазнајни

процес ка учесницима и њиховим преференсама за трчање маратона унутар групе рекреативних тркача са ограниченим диспозицијама за лични прогрес. Број оних који тренирају редовно, у оптималној мери, као и број регистрованих и категорисаних спортиста – маратонаца, не повећава се значајно. Храбри чињеница да резултати маратонаца старијих од 50 година не опадају, а 10 првопласираних у категорији 50+ постижу све боље резултате, што је у оба случаја супротно општем тренду. Остаје да се види да ли ће у будућности сличан тренд бити забележен и у неким другим категоријама.

С обзиром да популарност трчања маратона наставља да расте, овакви резултати су од великог значаја за тренере који раде са маратонцима, као и за аналитичаре који испитују разлике у резултатима на дугим дистанцама код мушкараца и жена. Према резултатима овог и сличних истраживања о трендовима броја учесника и резултата на маратонским догађајима, клубови и тренери би требало да прилагоде програм вежбања у складу са чињеницом да више старијих и биолошки споријих тркача и тркачица, учествује у маратонским тркама, у односу на раније године.

У наредним истраживањима било би интересантно утврдити трендове резултата свих учесника „БГ маратона“: маратонаца из иностранства, жена маратонаца, као и трендове на полумаратонској трци која се одржава истог дана, на маратонској стази.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ahmadyar, B., Rüst, C. A., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2015). Participation and performance trends in elderly marathoners in four of the world's largest marathons during 2004–2011. *SpringerPlus*, 4(1):465. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1254-6>
2. Aschmann, A., Knechtle, B., Cribari, M., Rüst, C. A., Onywera, V., Rosemann, T., & Lepers, R. (2013). Performance and age of African and non-African runners in half- and full marathons held in Switzerland, 2000-2010. *Open access journal of sports medicine*, 4, 183–192. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S45918>
3. Burfoot, A. (2007). The history of the marathon. *Sports Medicine*, 37(4–5), 284–287.
4. Desgorces, F. D., Berthelot, G., Charmantier, A., Tafflet, M., Schaal, K., Jarne, P., & Toussaint, J. F. (2012). Similar slow down in running speed progression in species under human pressure. *Journal of Evolutionary Biology*, 25(9), 1792–1799.
5. Hunter, S., & Stevens, A. (2013). Sex differences in marathon running with advanced age: physiology or participation? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(1), 148–156.
6. Jokl, P., Sethi, P. M., & Cooper, A. J. (2004). Master's performance in the New York City Marathon 1983–1999. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 408–412.
7. Knechtle, B., Di Gangi, S., Rüst, C. A., & Nikolaidis, P. T. (2020). Performance differences between the sexes in the Boston Marathon from 1972 to 2017. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 566–576.
8. Knechtle, B., Di Gangi, S., Rüst, C. A., Rosemann, T., & Nikolaidis, P. T. (2018). Men's participation and performance in the Boston marathon from 1897 to 2017. *International Journal of Sports Medicine*, 39(13), 1018–1027. doi:10.1055/a-0660-0061
9. Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., Onywera, V. O., Zingg, M. A., Rosemann, T., & Rüst, C. A. (2016). Male and female Ethiopian and Kenyan runners are the fastest and the youngest in both half and full marathon. *SpringerPlus*, 5, 223. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1915-0>
10. Knechtle, B., Rosemann, T., Zingg, M. A., & Rüst, C. A. (2015). Increase in participation but decrease in performance in age group mountain marathoners in the 'Jungfrau Marathon': a Swiss phenomenon?. *SpringerPlus*, 4, 523. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1330-y>
11. Knechtle, B., Valeri, F., Zingg, M. A., Rosemann, T., & Rüst, C. A. (2014). What is the age for the fastest ultra-marathon performance in time-limited races from 6 h to 10 days?. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 36(5), 9715. <https://doi.org/10.1007/s11357-014-9715-3>
12. Lehto, N. (2016). Effects of age on marathon finishing time among male amateur runners in Stockholm Marathon 1979–2014. *Journal of Sport and Health Science*, 5(3), 349–354.
13. Lepers, R., & Cattagni, T. (2012). Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? *Age*, 34(3), 773–781.
14. Lepers, R., & Stapley, P. J. (2016). Master athletes are extending the limits of human endurance. *Frontiers in Physiology*, 7, 613. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00613>
15. Leyk, D., Erley, O., Gorges, W., Ridder, D., Rütter, T., Wunderlich, M., Sievert, A., Essfeld, D., Piekarski, C., & Erren, T. (2009). Performance, training and lifestyle parameters of marathon runners aged 20–80 years: Results of the PACE-study. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 360–365.
16. Maffetone, P. B., Malcata, R., Rivera, I., & Laursen, P. B. (2017). The Boston marathon versus the World marathon majors. *PLoS One* 12(9): e0184024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184024>
17. Muniz-Pardos, B., Sutthall, S., Angeloudis, K., Guppy, F. M., Bosch, A., & Pitsiladis, Y. (2021). Recent improvements in marathon run times are likely technological, not physiological. *Sports Medicine*, 51, 371–378. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01420-7>

18. Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2018). Age of peak performance in 50-km ultramarathoners - is it older than in marathoners?. *Open access journal of sports medicine*, 9, 37–45. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S154816>
19. Nikolaidis, P. T., Cuk, I., Clemente-Suárez, V. J., Villiger, E., & Knechtle, B. (2021). Number of finishers and performance of age group women and men in long distance running: Comparison among 10km, half-marathon and marathon races in Oslo. *Research in Sports Medicine*, 29(1), 55–66.
20. Reusser, M., Sousa, C. V., Villiger, E., Alvero Cruz, J. R., Hill, L., Rosemann, T., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2021). Increased participation and decreased performance in recreational master athletes in "Berlin Marathon" 1974-2019. *Frontiers in physiology*, 12, 631237. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.631237>
21. Stojiljković, S., Mitić, M., & Papić, Lj. (2019). The trend in the number of participants from Serbia in the Belgrade Marathon from 2007 to 2019: the effect of gender and age. *Facta Universitatis, Series Physical Education and Sport*, 17(2), 353–369.
22. Stojiljković, S., Mitić, D., Mandarić, S., i Nešić, D. (2012). *Personalni fimes*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja i autor.
23. Svonk, E., i Šarp, K. (2018). Adaptacije na trenažne programe za razvoj aerobne izdržljivosti. U G.G. Haff, i N.T. Triplett (ur.), *Osnove treninga snage i kondicionog treninga, četvrto izdanje* (str. 115–133). Beograd: Data Status.
24. Valentine A. S. (1982). The middle-aged marathon runner. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, 28, 941–945.
25. Vitti, A., Nikolaidis, P. T., Villiger, E., Onywera, V., & Knechtle, B. (2020). The "New York City Marathon": participation and performance trends of 1.2M runners during half-century. *Research in Sports Medicine*, 28(1), 121–137.
26. Wilcock, B. (2008). The 1908 Olympic marathon. *Journal of Olympic History* 16(1), 31–47.
27. Wilkinson, H., Dunne, J., Palfy, G., Sturgeon, A., & Fox, S. – editors (2014). *The complete running & marathon book*. London: Dorling Kindersley Limited.
28. Zavorsky, G. S., Tomko, K. A., & Smoliga, J. M. (2017). Declines in marathon performance: Sex differences in elite and recreational athletes. *PLoS one*, 12(2), e0172121. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172121>