Николаос Болас¹
Ирина Јухас²
Ненад Јанковић²
Милан Матић²

796.422.14.015
Оригинални научни чланак

¹ Гимназија у Сересу, Грчка

² Универзитет у Београду, Факултет спорта и физичког васпитања

УТИЦАЈ ДВА МОДЕЛА ТРЕНИНГА НА ПРОСЕЧНЕ ПРОМЕНЕ БРЗИНЕ У ТРЧАЊУ НА 2400 М

Сажетак

Трчање равномерном брзином је, како у физичком, тако и у тактичком погледу, значајан фактор у постизању резултата у трчању на средње и дуге дистанце. Одговарајућа стратегија трчања тактички ефикасне трке започиње одабирањем оптималне брзине трчања. На узорку испитаника (N=43), који су сачињавали студенти Факултета спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду, примењена су два модела тренинга у трајању од шест недеља. Циљ истраживања је био да се утврди како ће примењени модели тренинга трчања утицати на одступање брзине трчања од средње вредности у трчању на дистанци од 2400 м када се трчи на најбољи резултат, као и колико ће примењени модели тренинга утицати на побољшање аеробних способности, изражено кроз максималну потрошњу кисеоника. Анализа добијених резултата је показала да није било статистички значајних разлика просечног одступања брзина трчања од средње брзине трчања на 2400 м код обе експерименталне групе на иницијалном ($\Gamma_1=2.44\pm 1.74\%$ и $\Gamma_2=1\pm 0.75\%$) и финалном мерењу ($\Gamma_1=3.72\pm 3.69\%$ и $\Gamma_2=4.57\pm 3.63\%$). Иако се нису појавиле статистички значајне разлике после тренажног стимулуса на оба финална мерења, испитаници су остварили бољи резултат, односно поправили брзину трчања на финалном ($\Gamma_1=4.12\pm 0.48\text{ m/s}$ и $\Gamma_2=4.23\pm 0.31\text{ m/s}$) у односу на иницијално мерење ($\Gamma_1=3.7\pm 0.36\text{ m/s}$ и $\Gamma_2=3.84\pm 0.38\text{ m/s}$). Резултати истраживања су показали да код обе групе постоји статистички значајан напредак на финалном ($\Gamma_1=56.05\pm 6.91\text{ ml/kg/min}$ и $\Gamma_2=59.55\pm 6.95\text{ ml/kg/min}$) у односу на иницијално мерење ($\Gamma_1=53.71\pm 7.23\text{ ml/kg/min}$ и $\Gamma_2=54.58\pm 6.49\text{ ml/kg/min}$) у показатељу максималне потрошње кисеоника, тако да су оба тренажна метода имала значајан утицај на ову варијаблу. Резултати истраживања би могли да имају значајан допринос у раду са студентима и школском популацијом уз претпоставку да се на часовима теоријске и практичне наставе прво образују, а затим оспособе да сами створе „осећај простора и времена“ у правцу повећања ефикасности трчања на средњим и дугим дистанцама, које се у крајњем манифестује кроз остварени бољи резултат.

Кључне речи: АТЛЕТИКА / СРЕДЊА ДИСТАНЦА / ТЕМПО

УВОД

Темпо трчања је у тесној корелацији са тактиком трчања у трци. За свако такмичење у сваком спорту припрема се састоји и из тактичког плана како би се обезбедило што бољи пласман односно победа. Увежбавање и примена тактике до-

лази у обзир већ у почетним облицима тренинга и такмичења, и то у најједноставнијем облику. Касније тактика има већи значај када се на виши ниво подигне техничко мајсторство и физичка припрема.

Трчање тактички ефикасне трке може бити одлучујући фактор у постизању очекиваних резултата и пласмана. Одговарајућа стратегија започиње одабирањем оптималне брзине трчања. Трчање на средњим и дугим дистанцама су врло популарне атлетске дисциплине у свету. Да би успели да се одупру разним тактичким варијантама тркачи на средњим и дугим дистанцама морају да су добро тренирани у погледу промене темпа трчања и да имају тзв. “осећај за темпо трчања”.

Важна карактеристика сваког тактичког поступка јесте способност спортисте да према новоствореним условима одмах примењује одговарајућу тактичку варијанту корисну у специфичним условима (Стефановић, 1981, 2006; Озолин, Воронкин, и Примаков, 1989)

Тактика у трчању на средњим и дугим дистанцама у ствари обухвата сва расположива средства која се користе ради постизања циља, било да би неко победио, постигао висок пласман или најбољи лични резултат (Φραγκιαδάκης, Μπόλλας, Μεγαλοϊκονόμου / Fragiadakis, Bollas, & Megaloikonou, 2003). Основни предуслов успешне тркачке тактике је изванредна физичка и ментална припрема, као и добра процена темпа и дозирање напора. Трчање равномерном брзином карактерише се минималним променама брзине током целе трке. Више истраживања експерименталног и теоријског карактера су потврдила да се под равномерним трчањем подразумева такав начин кретања где не долази до већих промена брзине трчања (до $\pm 3\%$) (Хоменков, 1977; Dick, 1980a; Dick, 1980b; Петровић и сар., 1980; Суслов, Попов, Кулаков, и Тихонов, 1982; Суслов, Максименко, Никитушкин, Брейзер, и Тихонов, 1990; Стефановић, 1993; Малацко, и Рађо, 2004; Фратрић, 2006; Стефановић, Јухас и Јанковић, 2008).

Код тактике “за постизање резултата” циљ трчања мора да буде тако осмишљен да се трчи што равномерније, избегава свако прекидање уједначеног ритма, при чему се штеди енергија, да се по сваку цену одржи напор и темпо.

Трчање на истом нивоу оптерећења се заснива на одабирању брзине на основу субјективне процене замора. Ова стратегија омогућава финиш без превеликог замора, али онемогућава оптимални резултат и погодна је за тркаче почетнике. Један до главних циљева тркача на 800 м је да

првих 400 м истрчи на нивоу близу 93% од максималног резултата на 400 м (Vigil, 1995). Други круг трке представља критичну тачку трке. Други круг би требао да буде око 89% од максималне брзине на 400 м (Vigil, 1995). Слично трци на 800 м, у трци на 1500 м последњи круг је најбржи са критичном тачком на око 300 м пре циља. За разлику од трке на 800 м, где је први круг бржи, на 1500 м темпо се појачава из круга у круг (Brown, 2005). Увежбавање и примена тактике треба да буду заступљени већ у почетним облицима тренинга и такмичења, и то у најједноставнијем облику, преко контролисања темпа трчања. Касније тактика може бити сложенија и имати већи значај, када се на виши ниво подигну техничко мајсторство и физичка припрема. Карактеристика сваког тактичког поступка јесте стварање способности да спортиста према новоствореним условима одмах примењује одговарајућу тактичку варијанту корисну у специфичним условима (Стефановић, 1981, 2006; Озолин, Воронкин и Примаков, 1989). “Победничка” тактика се најчешће реализује у ситуацијама које се односе на квалификационе трке, односно када се трчи “на победу”. Ако је реална процена да не постоји шанса за победу, најбоља тактика тркачу је да пружи све од себе и да трчи што брже може, са надом да ће постићи своје најбрже време и да задржи нешто резервне енергије за финиш.

Под утицајем тренинга испољавање телесне радне способности у свакој атлетској дисциплини трчања на средњим и дугим дистанцама има специфични карактер и зависи од односа нивоа развоја аеробних и анаеробних способности спортиста. Спортски резултат нпр. у трчању на дугим дистанцама зависи углавном од аеробне моћи, аеробног капацитета и гликолитичког анаеробног капацитета. Свакој атлетској дисциплини трчања на средњим и дугим дистанцама својствено је специфично комплетирање водећих метаболичких фактора, који показују одређени утицај на ниво спортских достигнућа. Према Брдарићу (1994) однос аеробних и анаеробних способности код тркача на 10.000 m који је настао под утицајем тренинга има следећу структуру: аеробни фактори учествују са 72.6%, док анаеробни са 27.4%. Највећи је допринос аеробне моћи (VO_{2max}) – 45.63%, која омогућује да се у високом темпу трчи трка на 10.000 м. Исти аутор наводи да аеробни капацитет омогућује да се ае-

робна способност у највећем степену искористи за време трке на 10.000 м. Гликолитички капацитет омогућује тркачу промену темпа током трке и финиш на крају трке. Висока аеробна способност и високи гликолитички капацитет омогућавају тркачу да испуни у потпуности тактички план, да у току трке више пута промени темпо трчања, као и да финишира последњих 400 м, а ако треба и последњих 1000 м.

Картер, Џонс и Даст (Carter, Jones, & Doust, 1999) су пратили утицај шестонедељног тренинга издржљивости на више варијабли, између осталих и на максималну потрошњу кисеоника и брзину трчања при анаеробном прагу. Експерименталну групу су сачињавали испитаници ($N=16$) узраста 23 година и просечне телесне тежине 70 kg. После експерименталног програма резултати су показали статистички значајно повећање максималне потрошње кисеоника са 47.9 на 52.2 mlO₂/kg/min и брзине трчања при анаеробном прагу са 13.3 на 13.9 km/h.

Тактика позитивног темпа, карактерише се постепеним смањивањем брзине трчања током трке. Студије су показале да врхунски тркачи на 800 м у првих 200 м трче брзином 107.4% од просека на 800м. У других 400 м та брзина је 98.3% а последњи 200 м је 97.5%. У поређењу са тактиком трчања истим темпом, ова тактика је показала и већи фрикциони пик потрошње кисеоника ($89.3 \pm 2.4\%$ насупрот $92.5 \pm 3.1\%$ VO_{2max} респективно) (Sandals, et al., 2005). Ова тактика се показала релативно успешном, али само повремено. Услед замора долази до опадања брзине, а на крају трке се бележе веће количине лактата, већа респираторна размена гасова, као и субјективни осећај оптерећења у односу на тактику трчања истом брзином (Abbis, & Laursen, 2008).

Студије случаја на светском рекорду Гебреселасија и на ултрамаратону у Сиднеју, показала су велики варијабилитет у тактикама брзине на микроскопском нивоу (Angus, & Waterhouse, 2011). У истраживању трке на 10.000 м на тредмилу и у реалним условима, показано је да тркачи вишег и нижег нивоа користе различите тактике у трчању на 10.000 м. Важне детерминанте у избору тактике брзине које значајно корелирају са брзином на почетку, средини и крају трке на 10.000 м укључују максималну брзину трчања, економичност трчања и лактатни праг (Lima-Silva, et al., 2010).

У складу са досадашњим научним истраживањима сличних проблематика и циљева дефинисан је циљ истраживања, који се односи на то да се утврди како ће се два модела тренинга трчања манифестовати на испољавање одступања брзине трчања од средње вредности у трчању на дистанци од 2400 m када се трчи на најбољи резултат и да ли ће примењени модели тренинга утицати на побољшање VO_{2max}.

МЕТОД

Узорак испитаника

Узорак испитаника се састојао од студената Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду који су се добровољно пријавили за извођење експерименталног поступка. Укупан број испитаника на иницијалном и финалном мерењу био је $N=43$. Испитаници су били мушког пола, старости 21-22 године и могу се окарактерисати као средње трениране особе. Пре укључивања у експеримент били су упознати са суштином извођења експеримента. Испитаници су подељени у две експерименталне групе:

- прва експериментална група (Г1) код које је примењен модел тренинга у коме испитаници нису добијали информације о пролазним временима код претрчаних сваких 400 м, већ само након истрчане целе дистанце и
- друга експериментална група (Г2) код које је примењен модел тренинга трчања у коме су испитаници добијали информације о пролазним временима код претрчаних сваких 400 м.

Узорак варијабли

Узорак варијабли се састојао од: просечне брзине трчања на 2400 м - v_{sr} (m/s), просечне промене брзине трчања на сваких 400 м од средње вредности на 2400 м, изражене у процентима и максималне потрошње кисеоника - VO_{2max} (ml/kg/min).

Експериментални протокол

За спровођење овог експеримента био је предвиђен тренажни програм уз коришћење

интервалног метода тренинга (Стефановић, 1984; Стефановић, 1992; Тончев, 1993; Томаш, и Ђорђевић, 1996; Боллас, 2004). Експеримент је трајао шест недеља, односно 18 тренажних јединица, Испитаници обе експерименталне групе су се трудили да на иницијалном и финалном мерењу остваре што боље резултате на трци, уз што мање осцилације брзине трчања. Наведени експериментални план и програм је спроведен у оквиру часова практичне наставе (три пута недељно по један час тренинга) из предмета Теорија и методика атлетике на Факултету спорта и физичког васпитања у Београду, на атлетској стази стадиона у Спортском центру Кошутњак. Мерење функционалних способности обављено је у преподневним часовима у Методолошко-истраживачкој лабораторији Факултета спорта и физичког васпитања у Београду. Пре иницијалног мерења резултата у трчању на дистанци од 2400 m сви испитаници су били тестирани путем Астрандовог теста, ради стварања хомогених група.

На иницијалном и финалном мерењу свим испитаницима је било измерено време (t) на дистанци од 2400 m, израчуната просечна брзина трчања (v_{sr}) и просечна промена брзине од средње вредности (%). Током експеримента испитаници су се трудили да трче равномерним темпом, тј. да остваре што мање просечне промене брзине трчања од средње вредности, односно да створе осећај за ефикасан темпо трчања.

Процењивање максималне аеробне способности, односно максималног утrophка кисеоника (VO_{2max}) је извршено коришћењем Астрандовог теста (Astrand & Rodahl, 1986), а резултати су исказани у ml/kg/min. Трчање на 2400m се одржавало по атлетским правилима (2009) на атлетској стази.

Обрада података

Након спроведеног експеримента добијени подаци су статистички обрађени. Из простора дескриптивне статистике коришћене су репрентативне мере просечних вредности и стандардних девијација. Како би се утврдили ефекти тренинга на праћене варијабле урађена је анализа варијансе са поновљеним мерењима (иницијално и финално мерење) у односу на две групе испитаника (Г1 и Г2) - комбинована анализа варијансе.

У случају да је добијен значајан утицај главних

фактора (време и група) и интеракције времена и групе накнадном обрадом, онда је извршена анализа једноставних утицаја тренинга (времена) на сваку групу посебно. Утврђивање разлика између различитих нивоа једног фактора остварено је на основу *Bonferoni post-hoc* анализе. Ефекат статистичке значајности утврђен је на нивоу p вредности која је подешена на вредност $\leq 0,05$.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У Табели 1 приказане су вредности просечне брзине трчања (m/s) и стандардна одступања на иницијалном и финалном мерењу за обе групе испитаника.

Табела 1. Вредности просечне брзине трчања (m/s) и стандардна одступања на иницијалном и финалном мерењу

Група	Мерење	v_{sr} (m/s)	SD
Г1	Иницијално	3.70	.36
	Финално	4.12	.48
Г2	Иницијално	3.84	.38
	Финално	4.23	.31

У Табели 2 помоћу комбиноване анализе варијансе приказан је утицај тренажног периода (времена) и утицај групе на варијаблу просечна брзина трке за две групе испитаника (Г1 – прва група, Г2 – друга група).

Табела 2. Ефекат променљиве унутар истих испитаника и различитих испитаника

Унутар истих испитаника		
	F	Sig.
Време	123.84	.000
Време*група	.205	.653
Унутар различитих испитаника		
	F	Sig.
Група 1 и 2	1.138	.292

Добијени резултати показују да су обе групе значајно побољшале време на крају трке на финалном у односу на иницијално мерење. *Bonferoni post-hoc* анализом је утврђено да нема разлике у добијеним резултатима код различитих група испитаника.

На сликама 1 и 2 приказане су вредности просечног одступања од средње брзине трчања у трци на 2400 м, на иницијалном и финалном мерењу за обе групе испитаника (Г1 и Г2).

Слика 1. Графички приказ процентуалног одступања у односу на просечну брзину у трчању на 2400 м на иницијалном мерењу

Слика 2. Графички приказ процентуалног одступања у односу на просечну брзину у трчању на 2400 м на финалном мерењу

У Табели 3 приказана су одступања брзине трчања на сваких 400 м од средње вредности у трчању на 2400 м на иницијалном и финалном мерењу, а у табелама 4, 5 и 6. резултати комбиноване анализе варијансе којом је тестиран утицај тренажног периода (времена) и утицај групе испитаника.

Табела 3. Резултати дескриптивне анализе одступања брзине трчања на сваких 400 м од средње вредности у трчању на 2400 м на иницијалном и финалном мерењу

	Одступања брзине трчања на сваких 400 м											
	0	400	400	800	800	1200	1200	1600	1600	2000	2000	2400
Мерење	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Г1 Иниц.	3.09	1.84	1.74	1.12	2.72	2.13	2.01	1.5	2.28	1.74	2.82	2.09
Г1 Фин.	6.59	6.35	2.21	1.44	4.10	7.15	2.24	1.76	3.16	2	3.99	3.41
Г2 Иниц.	1.33	1.11	0.65	0.41	0.66	.52	1.15	1.11	1.05	0.58	1.11	.76
Г2 Фин.	8.72	6.38	3.5	3.07	3.13	2.68	3.11	2.25	4.23	3.08	4.74	4.32

Табела 4. Ефекат променљиве унутар истих испитаника

Дистанца (m)	0-400		400-800		800-1200		1200-1600		1600-2000		2000-2400	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
време	29.96	.000	16.22	.000	4.72	.036	8.013	.007	20.14	.000	11.32	.002
време*група	3.69	.06	8.36	.006	.381	.541	5.003	.031	6.46	.02	2.97	.09

Табела 5. Ефекат променљиве између различитих испитаника

Дистанца (m)	0-400		400-800		800-1200		1200-1600		1600-2000		2000-2400	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
Група 1 и 2	.03	.86	.07	.8	3.72	.06	.00	.99	0.03	.87	.65	.42

Табела 6. Анализа једноставних утицаја времена у односу на сваку групу посебно

Дистанца (m)		0	400	800	1200	1600	2000
		400	800	1200	1600	2000	2400
Група	Време иницијално	Време финално	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
Г1	1	2		.45		.69	.20
	2	1		.45		.69	.20
Г2	1	2		.00		.00	.00
	2	1		.00		.00	.00

После спроведеног експеримента резултати истраживања су показали да модел тренинга који је подразумевао да испитаници нису добијали информације о пролазним временима код претрчаних сваких 400 м, већ након истрчане дистанце, није имао значајан ефекат на то да се смањи варијабилитет одступања брзине трчања у трци на 2400 м код прве експерименталне групе. Модел тренинга који је подразумевао да су испитаници добијали информације о пролазним временима код претрчаних сваких 400 м није имао значајан ефекат на то да се смањи варијабилитет одступања брзине трчања на 2400 м код друге експерименталне групе.

Резултати дескриптивне анализе на иницијалном и финалном мерењу за варијаблу максимална потрошња кисеоника приказани су у Табели 7, а резултати комбиноване анализе варијансе којом је тестиран утицај тренажног периода (времена) и утицај групе испитаника приказани су у Табелама 8 и 9.

Табела 7. Вредности максималне потрошње кисеоника на иницијалном и финалном мерењу

	Група	M	SD	N
Иницијално мерење	Г1	53.71	7.23	19
	Г2	54.58	6.49	24
Финално мерење	Г1	56.05	6.91	19
	Г2	59.55	6.95	24

Табела 8. Ефекат променљиве унутар истих и различитих испитаника

Унутар истих испитаника		
	F	Sig.
Време	46.55	.00
Време*група	6.02	.02
Унутар различитих испитаника		
	F	Sig.
Група 1 и 2	1.15	0.29

Табела 9. Анализа једноставних утицаја времена у односу на сваку групу посебно

Група	Време иницијално	Време финално	Sig.
Г1	1	2	.006
	2	1	.006
Г2	1	2	.000
	2	1	.000

Резултати показују да код обе групе постоји статистички значајан напредак у потрошњи кисеоника, тако да су оба тренажна метода имала значајан утицај на ову варијаблу. Како је уочена интеракција времена и групе, приступило се анализи једноставних утицаја како би се за сваку експерименталну групу испитао ефекат времена, тј. тренажног периода. Тренажни модел код групе Г2 је утицао на то да се статистички значајно увећа утросак кисеоника који је измерен Астрандовим тестом, за разлику од групе тренажног модела који је користила група Г1, где је такође уочен

статистички значајан напредак у овој варијабли, али са нешто мањим интензитетом промена у односу на промене остварене у групи Г2. Ово се може приписати томе да су контрола и дозирање интензитета били ефикаснији уколико су испитаници имали повратну информацију о пролазним брзинама. Претпоставка је да се тиме утицало на бољу адаптацију кардиваскуларног система, на тај начин што је обезбеђено да се контролише темпо трчања.

На основу остварених резултата може се закључити да су обе групе испитаника значајно повећавале просечно одступање од просечне брзине трчања на финалном у односу на иницијално мерење. То се може приписати томе да су обе групе испитаника имајући већу брзину трчања утицале значајно на већи варијабилитет у просечној промени брзине трчања. Претпоставка је да нису имали довољно искуства као професионални тркачи што би им омогућило да унапреде и темпо трчања.

ЗАКЉУЧАК

С обзиром да просечна промена брзине игра важну улогу у трчању на средњим и дугим дистанцама, то се овим истраживањем желело сазнати како ће се после тренажног стимулуса средње тренирани испитаници понашати током трке на 2400 м када се трчи „на најбољи резултат“.

Анализа добијених резултата је показала да су у погледу просечног одступања брзине трчања на сваких 400 м од средње брзине трчања на 2400 м обе експерименталне групе имале приближно исте вредности на иницијалном и финалном мерењу. Иако се нису појавиле статистички значајне разлике после тренажног стимулу-

са на оба финална мерења, испитаници су остварили бољи резултат, односно поправили брзину трчања. После спроведеног експерименталног рада резултати истраживања су показали да модел тренинга који је подразумевао да испитаници нису добијали информације о пролазним временима код претрчаних сваких 400 м, већ након истрчане дистанце није имао значајан ефекат на то да се смањи варијабилитет одступања брзине трчања у трци на 2400 м код прве експерименталне групе. Модел тренинга који је подразумевао да су испитаници добијали информације о пролазним временима код претрчаних сваких 400 м није имао значајан ефекат на то да се смањи варијабилитет одступања брзине трчања на 2400 м код друге експерименталне групе. Обе експерименталне групе испитаника имале су значајно побољшање резултата из функционалног простора (максимална потрошња кисеоника).

Резултати овог истраживања су нашли практичну примену за тренинг и оцењивање на практичној настави из наставног предмета Теорија и методика атлетике код студената Факултета спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду мушког пола у трчању на 2400 м.

Резултати истраживања би могли да имају значајан научни и стручни допринос развоју атлетске теорије и праксе код студената и школске популације, уз претпоставку да се на часовима теоријске и практичне наставе атлетике прво образују, а затим у релативно дужем временском периоду оспособе да сами створе „осећај простора и времена“ у трчању на средњим и дугим дистанцама у правцу повећања ефикасности трчања које се у крајњем манифестује кроз остварени бољи резултат. Добијени резултати би могли да у одређеној мери помогну унапређењу сазнања из области тактике трчања, односно оптималног коришћења темпа трчања на средњим и дугим дистанцама у циљу постизања бољих резултата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abbis, C.R., & Laursen, P.B. (2008). Describing and Understanding Pacing Strategies during Athletic Competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239–252.
2. Angus, S.D., & Waterhouse, B.J. (2011). Pacing strategy from high-frequency field data: more evidence for neural regulation? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(12), 2405–2411.

3. Astrand, P.O., & Rodahl, T. (1986). *Textbook of Work Physiology*. Third Edition. New York: McGraw-Hill, USA.
4. Болас, Н. (2004). *Моделовање тренинга усмереног на побољшање темпа трчања* (Необјављена магистарска теза). Факултет спорта и физичког васпитања, Београд.
5. Брдарић, Р. (1994). *Биохемија спорта*. Београд: Виша тренерска школа.
6. Brown, E. (2005). Running strategy of female middle distance runners attempting the 800 m and 1500 m „Double” at a major championship: a performance analysis and qualitative investigation. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(3), 73–88.
7. Vigil, J. (1995). *Road to the Top*. Albuquerque, NM: Creative Designs Publishing.
8. Dick, F. W. (1980a). *Sports training principles*. London: Lepus books.
9. Dick, F. W. (1980b). *Тренинг врхунских атлетичара*. Београд: НИП „Партизан”.
10. Lima-Silva, A.E., Bertuzzi, R.C., Pires, F.O., Barros, R.V., Gagliardi, J.F., Hammond, J., Kiss, M.A. & Bishop, D.J. (2010). Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 1045–1053.
11. Malacko, J., i Rađo, I. (2004). *Tehnologija sporta i sportskog treninga*. Sarajevo: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
12. Озолин, Н.Г., Воронкин, В.И., и Примаков, Ю.Н. (1989). *Легкая атлетика*. Москва: Физкультура и спорт.
13. Петровић, Д. и сарадници (1980). *Спортски тренинг*. Београд: НИП „Партизан”.
14. Правила за атлетска такмичења (2009). Београд: Атлетски савез Србије.
15. Sandals, L.E., Wood, D.M., Draper, S.B., et al. (2006). Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. *International Journal of Sports Medicine*, 27(1), 37–42.
16. Стефановић, Ђ. (1981). Утицај промене интензитета напора на ефикасност трчања код средње и дугопругашица. *Спортска пракса*, 2, 8–11.
17. Стефановић, Ђ. (1984). Брзина трчања врхунских дугопругаша на такмичењима. *Спортска пракса*, 3, 10–13.
18. Стефановић, Ђ. (1992). Интервални метод тренинга за побољшање издржљивости у трчању. *Годишњак*, 1, 205–207.
19. Стефановић, Ђ. (1993). *Брзина трчања у атлетици*. Београд: Факултет физичке културе Универзитета у Приштини.
20. Стефановић, Ђ. (2006). *Теорија и пракса спортског тренинга*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду.
21. Стефановић, Ђ. Јухас, И. и Јанковић, Н. (2008). *Теорија и методика атлетике*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања.
22. Суслов, Ф.П., Попов, Ю.А., Кулаков, В.Н., и Тихонов, С.А. (1982). *Бег на средние и длинные дистанции*. Москва: Физкультура и спорт.
23. Суслов, Ф.П., Максименко, Г.Н., Никитушкин, В.Г., Брейзер, В.В., и Тихонов, С.А. (1990). *Подготовка сильнейших бегунов мира*. Киев: Вища школа.
24. Томаш, Д., и Ђорђевић, Д. (1996). План дозирања аеробно-анаеробне кондиције и капацитета у тренингу јуниора тркача на средњим стазама на основу VO_{2max} процене. *Годишњак*, 8, 328–331.
25. Тончев, И. (1993). *Развој издржљивости код тркача*. Нови Сад: Факултет физичке културе.
26. Фратрић, Ф. (2006). *Теорија и методика спортског тренинга*. Нови Сад: Покрајински завод за спорт.
27. Φραγκιαδάκης, Γ., Μπόλλας, Ν. και Μεγαλοοικονόμου, Β. (2003). „ΦΡΑΓΜΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ” ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ. 11th International Congress on Physical Education & Sport, 16-18. May, Komotini, Greece
28. Хоменков, Л. С. (1977). *Атлетика* (превод са руског). Београд: НИПУ „Партизан”.
29. Carter, H., Jones, A.M., & Doust, J.H. (1999). Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. *Journal of sports sciences*, 17, 957–967.

EINFLUSS VON ZWEI TRAININGSMODELLEN AUF DURCHSCHNITTliche GESCHWINDIGKEITSVERÄNDERUNGEN IM 2.400-METER-LAUF

Zusammenfassung

Laufen in gleichmäßiger Geschwindigkeit stellt im körperlichen, so auch im taktischen Sinne einen bedeutenden Faktor in der Erzielung von Ergebnissen im Mittelstrecken- und Langstreckenlauf dar. Die entsprechende Laufstrategie eines taktisch effizienten Rennens beginnt mit der Auswahl der optimalen Laufgeschwindigkeit. Bei den Versuchspersonen (N = 43) bzw. Studenten der Universität für Sport und Körperkultur wurden zwei Modelle in der Dauer von sechs Wochen angewendet. Ziel der Untersuchung war es festzustellen, wie die angewandten Trainingsmodelle die Abweichung der Laufgeschwindigkeit von dem Mittelwert im 2.400-Meter-Lauf beeinflussen, wenn das beste Ergebnis gelaufen wird, sowie in welchem Maße die angewandten Trainingsmodelle die Verbesserung der aeroben Fähigkeiten, ausgedrückt durch den maximalen Sauerstoffverbrauch, beeinflussen. Die Analyse der Ergebnisse hat gezeigt, dass es keine statistisch relevanten Unterschiede der durchschnittlichen Abweichung der Laufgeschwindigkeit von der mittleren Laufgeschwindigkeit auf einer 2.400-Meter-Strecke bei beiden Experimentalgruppen im Laufe der Anfangs- ($G1 = 2.44 \pm 1.74\%$ und $G2 = 1 \pm 0.75\%$) und der Endmessung ($G1 = 3.72 \pm 3.69\%$ und $G2 = 4.57 \pm 3.63\%$) gibt. Obwohl keine statistisch relevanten Unterschiede nach dem Trainingsstimulus bei beiden Endmessungen festgestellt werden konnten, erzielten die Versuchspersonen bessere Ergebnisse bzw. verbesserten ihre Laufgeschwindigkeit bei der Endmessung ($G1 = 4.12 \pm 0.48$ m/s und $G2 = 4.23 \pm 0.31$ m/s) in Bezug auf die Anfangsmessung ($G1 = 3.7 \pm 0.36$ m/s und $G2 = 3.84 \pm 0.38$ m/s). Ergebnisse der Untersuchung haben gezeigt, dass bei beiden Gruppen ein statistisch relevanter Fortschritt bei der Endmessung ($G1 = 56.05 \pm 6.91$ ml/kg/min und $G2 = 59.55 \pm 6.95$ ml/kg/min) im Vergleich zur Anfangsmessung ($G1 = 53.71 \pm 7.23$ ml/kg/min und $G2 = 54.58 \pm 6.49$ ml/kg/min) im maximalen Sauerstoffverbrauch präsent ist, so dass sich beide Trainingsmethoden deutlich auf diese Variable auswirkten. Die Ergebnisse der Untersuchung könnten einen bedeutenden Beitrag in der Arbeit mit Studenten und Schülern leisten – unter der Annahme, dass diese im theoretischen und praktischen Unterricht zuerst ausgebildet und dann befähigt werden, selbst ein „Gefühl für Raum und Zeit“ zu entwickeln mit dem Ziele der Verbesserung der Laufeffizienz auf Mittel- und Langstrecken, die schließlich durch ein besseres erzieltes Ergebnis zum Ausdruck kommt.

Schlüsselwörter: ATHLETIK / MITTELSTRECKE / TEMPO

Примљен: 27.03.2014.
Прихваћен: 05.05.2014.

Nikolaos Bolas¹
Irina Juhas²
Nenad Janković²
Milan Matic²

796.422.14.015
Original scientific paper

¹High School in Seres, Greece

²University of Belgrade, Faculty of Sport and Physical Education, Serbia

THE EFFECT OF TWO TRAINING MODELS ON THE AVERAGE CHANGES IN RUNNING SPEED IN 2400M RACES

Abstract

Running at an even pace is, in both physical and tactical aspect, an essential factor when achieving good results in middle and long distance races. The appropriate strategy for running a tactically effective race starts by selecting the optimal running speed. Two models of training lasting for six weeks were applied on the group of subjects (N=43) composed of students from the Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade. The aim of the study was to determine how the applied models of training would affect the deviations of running speed from the mean values in 2400m races when running for the best result and also, how the applied models of training would affect the improvement of aerobic capacities, showed through maximal oxygen uptake. The analysis of the obtained results showed that no statistically significant differences in the average deviations of running speed from the mean values in 2400m races were recorded in any of the experimental groups either in the initial ($G1=2.44\pm1.74\%$ and $G2=1\pm0.75\%$) or the final measurements ($G1=3.72\pm3.69\%$ and $G2=4.57\pm3.63\%$). Although there were no statistically significant differences after training stimulus in either final measurements, the subjects achieved better result, that is, they improved the running speed in the final ($G1=4.12\pm0.48\text{ m/s}$ and $G2=4.23\pm0.31\text{ m/s}$) as compared with the initial measurement ($G1=3.7\pm0.36\text{ m/s}$ and $G2=3.84\pm0.38\text{ m/s}$). The results of the study showed that in both groups, there was a statistically significant improvement in the final measurement ($G1=56.05\pm6.91\text{ ml/kg/min}$ and $G2=59.55\pm6.95\text{ ml/kg/min}$) as compared to the initial measurement ($G1=53.71\pm7.23\text{ ml/kg/min}$ and $G2=54.58\pm6.49\text{ ml/kg/min}$) regarding the maximal oxygen uptake so that both training models have a significant effect on this variable. The results obtained could have a significant contribution when working with students and school population, assuming that in the lessons of theory and practical teaching they are first educated and then, over a relatively extended period of time, are enabled to develop their own 'sense of space and time' with an aim to increase the efficiency of running in middle and long distance races, which in the end manifests itself through achieving better results.

Key words: ATHLETICS / MIDDLE DISTANCE / PACE

INTRODUCTION

The pace of running is closely correlated with the tactics of running a race. For each competition in any sport, the preparation also includes a tactical plan to ensure the best possible placement or victory. Practicing and applying the tactics is to be included even

in the early forms of training and competitions, but in its simplest form. Later on, when the technical mastery and physical preparation have been raised to a higher level, the tactics is more important.

Running a tactically effective race can be a decisive factor in achieving the expected results and placements. The appropriate strategy begins by selecting the optimal running speed. Running middle and long distances are very popular athletic disciplines in the world. In order to be able to resist various tactical approaches, runners in middle and long distance races have to be well trained in terms of pace and have so called 'feeling for the pace of running.'

An important feature of each tactical method is the ability of athletes to apply immediately the appropriate tactical approach which would be useful under specific conditions and in line with the newly created circumstances (Stefanovic, 1981, 2006; Ozolin, Voronkin and Primakov, 1989).

Tactics in running middle and long distance races actually engages all available resources to fulfill a goal, whether to win, achieve a high placement or a personal best result (Fragkiadakis, Bollas and Megaloikonomu, 2003). The main prerequisite for successful running tactics is excellent physical and mental preparation, as well as good pace planning and effort regulation. Running at an even pace is characterized by minimal changes in speed throughout the race. Numerous experimental and theoretical researches have shown that even paced running implies such a movement where there are no major changes in the running speed (up to $\pm 3\%$) (Homenkov, 1977, Dick 1980, Dick, 1980b; Petrovic et al., 1980, Suslov, Popov, Kulakov and Tihonov, 1982; Suslov, Maksimenko, Nikituskin, Brejzer and Tihonov, 1990, Stefanovic, 1993; Malacko and Radjo, 2004; Fratric 2006; Stefanovic, Juhas and Jankovic, 2008).

When applying tactics „to achieve results” the goal of running has to be formulated in such a way so as to run as evenly as possible avoiding any interruptions of the uniform rhythm, thus saving energy while maintaining effort and pace at any price.

Running at the same level of exertion is based on choosing the speed according to the subjective assessment of fatigue. This strategy enables a finish without too much fatigue. However, it prevents runners from achieving optimal result and is therefore more convenient for beginners. One of the main goals for a runner in 800m races is to run the first 400m at a level close to 93% of the maximal result at 400m (Vigil, 1995). The second lap of the race represents the critical point of the race. The second lap should be run at

89% of maximal speed at 400m (Vigil, 1995). Like in an 800m race, in a 1500m race the last lap is the fastest with a critical point at about 300m before the finish. Unlike an 800m race, where the first lap is faster, in a 1500m race the pace increases from lap to lap (Brown, 2005). Practicing and application of tactics should be included even in the early forms of training and competitions but in its simplest form by controlling the pace of running. Later on, the tactics can be more complex and have a greater importance when technical skill and physical preparation have been raised to a higher level. It is characteristic of every tactical method to create ability in the athletes to, complying with the newly created conditions, immediately apply the appropriate tactical approach useful under specific circumstances (Stefanovic, 1981, 2006; Ozolin, Voronkin and Primakov, 1989). „The winning” tactics is most often implemented in situations related to the qualification races or when running „to win.” If a realistic assessment says that there is no chance for winning, the best tactics a runner can apply is to do his best and run as fast as he can, hoping that he will achieve his fastest time, and to keep some reserve energy for the finish.

Influenced by training, manifestation of the physical work capacity in every athletic discipline of running in middle and long distances has a specific nature and depends on the correlation in the levels of development between aerobic and anaerobic capacities of athletes. Sports results, such as when running long distances, depend mostly on aerobic power, aerobic capacity and anaerobic glycolytic capacity. Every athletic discipline of running middle and long distances is characterized by specific completion of major metabolic factors, which show a certain influence on the level of sports achievements. According to Brdaric (1994) the relationship between aerobic and anaerobic capacity in runners at 10.000m, which was created under the influence of training has the following structure: aerobic factors account for 72.6%, while anaerobic participate with 27.4%. The greatest contribution is that of aerobic power (VO_{2max}) - 45.63%, which enables running a 10.000m race at a high pace. The same author holds that aerobic capacity allows aerobic power to be used to the maximum in a 10.000m race. Glycolytic capacity enables a runner to change the pace during the race and in the finish at the end of the race. High aerobic power

and high glycolytic capacity allow it for the runner to fulfill entirely the tactical plan, to change the pace of running a few times during the race, as well as to finish the last 400m and even the last 1000m if needed.

Carter, Jones and Dust (1999) monitored the effect of six weeks' endurance training on several variables, among others, on the maximal oxygen uptake and running speed at the anaerobic threshold. The experimental group consisted of subjects ($N = 16$) aged 23 years and average body weight of 70 kg. After the experimental program results showed a statistically significant increase in maximal oxygen uptake from 47.9 to 52.2 mlO₂/kg/min and in running speed at the anaerobic threshold from 13.3 to 13.9 km / h.

Positive pace tactics is characterized by gradual reduction of the running speed during the race. Studies have revealed that top runners in 800m races, for the first 200m of the run, run at a speed of 107.4% of the average in 800m. For the following 400m the speed is at 98.3% and for the last 200m it is at 97.5%. Compared with the tactics of running at the same pace, this tactics also showed a higher friction peak of oxygen uptake ($89.3 \pm 2.4\%$ vs. $92.5 \pm 3.1\%$ VO₂max, respectively) (Sandal et al, 2005). This tactic proved to be relatively successful; however, only occasionally. Due to fatigue, there is a decline in speed, and at the end of the race there are registers of higher lactate levels, increased respiratory gas exchange and subjective feeling of exertion compared to the tactics of running at the same speed (Abbis & Laursen, 2008).

The case studies of the world record set by Gebreselassie and ultramarathon in Sidney showed a great variability regarding tactics of speed at the microscopic level (Angus & Waterhouse, 2011). A research on 10.000m treadmill race and in real conditions has shown that runners of higher and lower level use different tactics in running 10.000m races. Important determinants when choosing the speed tactics which significantly correlate with the speed at the start, in the middle and at the end of the race at 10.000m include the maximal running speed, running economy and lactate threshold (Lima-Silva et al, 2010).

In accordance with the past scientific researches with similar topics and objectives, the goal of the research was to determine how the two training models of running would influence the manifestation of

deviations in the running speed from the mean value in a 2400m run when running for the best result and whether the applied models of training would have an impact on the improvement of VO₂max.

METHOD

Sample of subjects

The sample of subjects consisted of students from the Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade, who have volunteered to perform the experimental procedure. The total number of subjects in the initial and final measurement was $N = 43$. The subjects were male, aged 21-22 years, and may be described as averagely-trained people. Prior to joining the experiment, they were informed about the essence of the experiment. The subjects were divided into two experimental groups:

- the first experimental group (G1) where the applied model of training was that the participants were not given information about the lap times at every 400m, but only after completing the whole distance and,
- the second experimental group (G2) where the applied model of training was that the participants received information about the lap times at every 400m.

Sample of the variables

The sample of the variables consisted of: the average running speed at 2400m - v_{sr} (m/s), the average change in running speed at every 400m from the mean value of 2400m run expressed in percentage and maximal oxygen uptake - VO₂max (ml/kg/min).

Experimental protocol

A training program with the use of the Interval training method was planned for conducting this experiment (Stefanovic et al. 1984; Stefanovic, 1992; Tonchev, 1993, Tomash and Djordjevic, 1996; Bollas, 2004). The experiment lasted for six weeks, or 18 training sessions. The subjects of both experimental groups were trying to achieve the best possible results in the race in the initial and final measurements, with the least oscillation in the running speed. The men-

tioned experimental curriculum was implemented during practical lessons (one lesson of training three times a week) of Theory and Methodology of Athletics at the Faculty of Sport and Physical Education in Belgrade, on the athletic track of the stadium in Kosutnjak Sports Center. The measurement of functional abilities was performed in the morning hours in the Methodological Research Laboratory of the Faculty of Sport and Physical Education in Belgrade. Before the initial measurement of the results in running a distance of 2400m, all subjects were tested by Astrand test, in order to create homogeneous groups.

The time (t) for 2400 m distance was measured; the average running speed (v_{sr}) and the average change of speed from the mean value (%) were calculated for all the subjects in the initial and final measurements. During the experiment, the subjects were trying to run at an even pace, i.e. to achieve the least average changes of the running speed from the mean value, or to create a sense of effective pace of running.

Assessment of maximal aerobic capacity, or maximal oxygen uptake (VO_{2max}) was performed by using Astrand test (Astrand & Rodahl, 1986), and the results are expressed in ml / kg / min. 2400m runs were organized according to the athletic rules (2009) on the athletic track.

Data Analysis

After completing the experiment, the obtained data were statistically analyzed. Representative measures of average values and standard deviations were used in the area of descriptive statistics. In order to determine the effects of training on the monitored variables, an analysis of variance with repeated measurements was performed (the initial and final measurements) in relation to the two groups (G1 and G2) – a combined analysis of variance.

In case when the subsequent data processing showed a significant effect of the key factors (time and group), as well as the interaction of time and group, then we did an analysis of simple impact of training (time) on each group separately. Identification of differences between the various levels of one factor was performed based on the Bonferroni Post Hoc analysis. The effect of the statistical significance was defined at the level of n value which was set to the value of ≤ 0.05 .

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the values of average running speed (m/s) and standard deviations in the initial and final measurements for both groups of subject.

Table 1. Values of average running speed (m/s) and standard deviations in the initial and final measurements

Group	Measurement	v_{sr} (m/s)	SD
G1	Initial	3.70	.36
	Final	4.12	.48
G2	Initial	3.84	.38
	Final	4.23	.31

Applying a combined analysis of variance, Table 2 represents the impact of the training period (time) and the impact of group on the average speed variable for the two groups of subjects (G1 – the first group, G2 – the second group).

Table 2. The effect of variable among the same and different subjects

Among the same subjects		
	F	Sig.
Time	123.84	.000
Time*group	.205	.653
Among different subjects		
	F	Sig.
Group 1 and 2	1.138	.292

The obtained results show that both groups improved the time significantly at the end of the race in the final compared to the initial measurement. *Bonferroni Post Hoc* analysis found that there were no differences in the obtained results among the different groups of subjects.

Pictures 1 and 2 illustrate the values of average deviations from the mean running speed in 2400m race in the initial and final measurements for both groups of subjects (G1 and G2).

Picture 1 Graphic illustration of deviations (%) from the average running speed in 2400m race in the initial measurement

Picture 2 Graphic illustration of deviations (%) from the average running speed in 2400m race in the final measurement

Table 3 represents the deviations from the mean running speed at every 400m in 2400m race in the initial and final measurements, whereas tables 4, 5, and 6 show the results of the combined analysis of variance which tested the impact of training period (time) and impact of the group of subjects.

Table 3 Descriptive analysis results of deviations from the mean running speed at every 400m in 2400m race in the initial and final measurement

Measurement	Deviations from the running speed at every 400m											
	0	400	400	800	800	1200	1200	1600	1600	2000	2000	2400
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
G1 Initial	3.09	1.84	1.74	1.12	2.72	2.13	2.01	1.5	2.28	1.74	2.82	2.09
G1 Final	6.59	6.35	2.21	1.44	4.10	7.15	2.24	1.76	3.16	2	3.99	3.41
G2 Initial	1.33	1.11	0.65	0.41	0.66	.52	1.15	1.11	1.05	0.58	1.11	.76
G2 Final	8.72	6.38	3.5	3.07	3.13	2.68	3.11	2.25	4.23	3.08	4.74	4.32

Table 4 The effect of variable among the same subjects

Distance (m)	0-400		400-800		800-1200		1200-1600		1600-2000		2000-2400	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
time	29.96	.000	16.22	.000	4.72	.036	8.013	.007	20.14	.000	11.32	.002
time*group	3.69	.06	8.36	.006	.381	.541	5.003	.031	6.46	.02	2.97	.09

Table 5 The effect of variable among the different subjects

Distance (m)	0-400		400-800		800-1200		1200-1600		1600-2000		2000-2400	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
Group 1 and 2	.03	.86	.07	.8	3.72	.06	.00	.99	0.03	.87	.65	.42

Table 6. The analysis of simple impact of time for each group

Distance (m)		0	400	800	1200	1600	2000
		400	800	1200	1600	2000	2400
Group	Time initial	Time final	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.	Sig.
G1	1	2		.45		.69	.20
	2	1		.45		.69	.20
G2	1	2		.00		.00	.00
	2	1		.00		.00	.00

Upon completing the experiment, the results of the research showed that the training model which implied that the subjects were not given information about the lap times every 400 m, but only after completing the distance, had no significant effect on reducing the variability of the running speed deviations in 2400m race in the first experimental group. The training model which implied that the subjects received information about lap times every 400m had no significant effect on reducing the variability of the running speed deviations in 2400m race in the second experimental group.

The descriptive analysis results for the variable of maximal oxygen uptake in the initial and final measurements are given Table 7, whereas the combined analysis results of the variance which tested the impact of the training period (time) and the impact of the group of subjects are given in Tables 8 and 9.

Table 7. Values of maximal oxygen uptake in the initial and final measurements

	Group	M	SD	N
Initial measurement	G1	53.71	7.23	19
	G2	54.58	6.49	24
Final Measurement	G1	56.05	6.91	19
	G2	59.55	6.95	24

Table 8. The effect of variable among the same and different subjects

Among the same subjects		
	F	Sig.
Time	46.55	.00
Time*group	6.02	.02
Among different subjects		
	F	Sig.
Group1 and 2	1.15	0.29

Table 9. The analysis of simple time effect as related to each group respectively

Group	Time initial	Time final	Sig.
G1	1	2	.006
	2	1	.006
G2	1	2	.000
	2	1	.000

The results show that with both groups there is a statistically significant improvement in oxygen uptake, so that both training models had a considerable effect on this variable. Since an interaction of time and group was identified, an analysis of simple impacts was performed so that the effect of time or the training period would be examined for each of the experimental groups. The training model of group G2 affected statistically significant increase in oxygen uptake measured by Astrand test, in contrast to the training model used by group G1, where a statistically significant improvement in this variable was also found, but with a slightly reduced intensity of the changes as compared to the changes recorded in group G2. This can be attributed to the fact that

the control and regulation of the intensity were more efficient when the subjects had a feedback about the lap speed. It is assumed that this led to better adaptation of the cardiovascular system which was achieved through better control of the running pace.

According to the achieved results it can be concluded that both groups significantly increased the average deviation from the average running speed in the final compared to the initial measurement. This can be attributed to the fact that both groups of subjects having achieved a higher running speed had a significant effect on a greater variability in the average change in the running speed. It is assumed that they did not have enough experience as professional runners which would enable them to improve the pace of running as well.

CONCLUSION

Given that the average change of speed plays a vital role in running middle and long distance races, this research was aimed to find out how averagely trained subjects, upon receiving the training stimulus, would behave during a 2400 m race when running for the „best result.”

The analysis of the obtained results showed that as for the average deviations in the running speed at every 400 m from the mean running speed during a 2400 m race, the both experimental groups had approximately the same values in the initial and final measurements. Although no statistically significant differences were recorded, upon receiving the training stimulus in both final measurements, the subjects performed better, that is, they improved the running

speed. Upon completion of the experimental work, the research results with the first experimental group showed that the training model which implied that the subjects were not given information about the lap times at every 400 m, but only after the completed distance, had no significant effect on reducing the variability of deviations in the running speed in 2400 m race. The training model which implied that the subjects received information about the lap times at every 400 m had no significant effect reducing the variability of deviations in the running speed in 2400 m race in the second experimental group. Both experimental groups of subjects significantly improved results in the functional area (maximal oxygen uptake).

The results of the research found a practical application in training and evaluation of male students in running 2400 m race in practical teaching of academic subject Theory and Methodology of Athletics at the Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade.

The findings of the research could have a significant scientific and professional contribution to the development of athletic theory and practice among students and school population, assuming that the lessons of theory and practical teaching of athletics first educate the students and then, over a relatively extended period of time, enable them to develop their own ‘sense of space and time’ in running middle and long distance races, with an aim to increase the efficiency of running which, in the end, manifests itself through achieving better results. The obtained results could, to a certain extent, help improve the knowledge in the field of running tactics, i.e. the optimization of running pace in middle and long distance races with the aim to achieve better results.

REFERENCES

1. Abbis, C.R., & Laursen, P.B. (2008). Describing and Understanding Pacing Strategies during Athletic Competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239–252.
2. Angus, S.D., & Waterhouse, B.J. (2011). Pacing strategy from high-frequency field data: more evidence for neural regulation? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(12), 2405–2411.
3. Astrand, P.O., & Rodahl, T. (1986). *Textbook of Work Physiology*. Third Edition. New York: McGraw-Hill, USA.
4. Bollas, N. (2004). *Modelovanje treninga usmerenog na poboljšanje tempa trčanja* [Modeling training aimed at improving the pace of running. In Serbian]. (Unpublished Master Thesis). Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd.

5. Brdarić, R. (1994). *Biohemija sporta* [Biochemistry of sport. In Serbian]. Beograd: Voša trenerska škola.
6. Brown, E. (2005). Running strategy of female middle distance runners attempting the 800 m and 1500 m „Double” at a major championship: a performance analysis and qualitative investigation. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(3), 73–88.
7. Carter, H., Jones, A.M., i Doust, J.H. (1999). Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. *Journal of sports sciences*, 17, 957–967.
8. Dick, F. W. (1980). *Sports training principles*. London: Lepus books.
9. Dick, F. W. (1980). *Trening vrhunskih atletičara* [Training of top athletes. In Serbian]. Beograd: NIP “Partizan”.
10. Fratrić, F. (2006). *Teroija i metodika sportskog treninga* [Theory and methodic of sports training. In Serbian]. Novi Sad: Pokrajinski zavod za sport.
11. Fragkiadakis, G., Bollas, P., & Megalooikonomou, B. (2003). „ΦΡΑΓΜΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ” ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ [“DAM SPEED” in sports. In Greek]. 11th International Congress on Physical Education & Sport. Komotini, Greece.
12. Homenkov, L.S. (1977). *Atletika* (prevod sa ruskog) [Athletics (translation from Russian). In Serbian]. Beograd: NIPU “Partizan”.
13. Lima-Silva, A.E., Bertuzzi, R.C., Pires, F.O., Barros, R.V., Gagliardi, J.F., Hammond, J., Kiss, M.A., & Bishop, D.J. (2010). Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 1045–1053.
14. Malacko, J., & Rađo, I. (2004). *Tehnologija sporta i sportskog treninga* [Technology of sport and sports training. In Bosnian]. Sarajevo: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
15. Озолин, Н.Г., Воронкин, В.И., и Примаков, Ю.Н. (1989). *Легкая атлетика*. [Track and field. In Russian] Москва: Физкультура и спорт.
16. Pertović, D. & saradnici (1980). *Sportski trening*. [Sports training. In Serbian]. Beograd: NIP “Partizan”.
17. Pravila za atletska takmičenja [Rules for track and field competitions. In Serbian] (2009). Beograd: Atletski savez Srbije.
18. Sandals, L.E., Wood, D.M., Draper, S.B., et al. (2006). Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. *International Journal of Sports Medicine*, 27(1), 37–42.
19. Stefanović, Đ. (1981). Uticaj promene intenziteta napora na efikasnost trčanja kod srednje i dugoprugašica [The influence of the intensity of effort on the efficiency of running at medium and long-distance female runners. In Serbian]. *Sportska praksa*, 2, 8–11.
20. Stefanović, Đ. (1984). Brzina trčanja vrhunskih dugoprugaša na takmičenjima [Running speed of long-distance runners in the top competitions. In Serbian]. *Sportska praksa*, 3, 10–13.
21. Stefanović, Đ. (1992). Intervalni metod treninga za poboljšanje izdržljivosti u trčanju [Interval training method for improving endurance running. In Serbian]. *Godišnjak*, 2, 205–207.
22. Stefanović, Đ. (1993). *Brzina trčanja u atletici* [Speed running in track and field. In Serbian]. Beograd: Fakultet fizičke kulture Univerziteta u Prištini.
23. Stefanović, Đ. (2006). *Teorija i praksa sportskog treninga* [Theory and praxis of sports training. In Serbian]. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Beogradu.
24. Stefanović, Đ. Juhas, I., & Janković, N. (2008). *Teorija i metodika atletike* [Theory and methodic of track and field. In Serbian]. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja .
25. Суслов, Ф.П., Попов, Ю.А., Кулаков, В.Н., и Тихонов, С.А. (1982). *Бег на средние и длинные дистанции* [Running at medium and long-distance. In Russian]. Москва: Физкультура и спорт.
26. Суслов, Ф.П., Максименко, Г.Н., Никитушкин, В.Г., Брейзер, В.В., и Тихонов, С.А. (1990). *Подготовка сильнейших бегунов мира*. [Preparation of the strongest world runners. In Russian]. Киев: Вища школа.

27. Tomaš, D., & Đorđević, D. (1996). Plan doziranja aerobno-anaerobne kondicije i kapaciteta u treningu juniora trkača na srednjim stazama na osnovu VO_{2max} procene [Plan dosage aerobic-anaerobic fitness and training capacity in junior middle distance runner on the VO_{2max} assessment. In Serbian]. *Godišnjak*, 8, 328–331.
28. Tončev, I. (1993). *Razvoj izdržljivosti kod trkača* [Developing endurance in runners. In Serbian]. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture.
29. Vigil, J. (1995). *Road to the Top*. Albuquerque, NM: Creative Designs Publishing

EINFLUSS VON ZWEI TRAININGSMODELLEN AUF DURCHSCHNITTLLICHE GESCHWINDIGKEITSVERÄNDERUNGEN IM 2.400-METER-LAUF

Zusammenfassung

Laufen in gleichmäßiger Geschwindigkeit stellt im körperlichen, so auch im taktischen Sinne einen bedeutenden Faktor in der Erzielung von Ergebnissen im Mittelstrecken- und Langstreckenlauf dar. Die entsprechende Laufstrategie eines taktisch effizienten Rennens beginnt mit der Auswahl der optimalen Laufgeschwindigkeit. Bei den Versuchspersonen (N = 43) bzw. Studenten der Universität für Sport und Körperkultur wurden zwei Modelle in der Dauer von sechs Wochen angewendet. Ziel der Untersuchung war es festzustellen, wie die angewandten Trainingsmodelle die Abweichung der Laufgeschwindigkeit von dem Mittelwert im 2.400-Meter-Lauf beeinflussen, wenn das beste Ergebnis gelaufen wird, sowie in welchem Maße die angewandten Trainingsmodelle die Verbesserung der aeroben Fähigkeiten, ausgedrückt durch den maximalen Sauerstoffverbrauch, beeinflussen. Die Analyse der Ergebnisse hat gezeigt, dass es keine statistisch relevanten Unterschiede der durchschnittlichen Abweichung der Laufgeschwindigkeit von der mittleren Laufgeschwindigkeit auf einer 2.400-Meter-Strecke bei beiden Experimentalgruppen im Laufe der Anfangs- ($G1 = 2.44 \pm 1.74\%$ und $G2 = 1 \pm 0.75\%$) und der Endmessung ($G1 = 3.72 \pm 3.69\%$ und $G2 = 4.57 \pm 3.63\%$) gibt. Obwohl keine statistisch relevanten Unterschiede nach dem Trainingsstimulus bei beiden Endmessungen festgestellt werden konnten, erzielten die Versuchspersonen bessere Ergebnisse bzw. verbesserten ihre Laufgeschwindigkeit bei der Endmessung ($G1 = 4.12 \pm 0.48$ m/s und $G2 = 4.23 \pm 0.31$ m/s) in Bezug auf die Anfangsmessung ($G1 = 3.7 \pm 0.36$ m/s und $G2 = 3.84 \pm 0.38$ m/s). Ergebnisse der Untersuchung haben gezeigt, dass bei beiden Gruppen ein statistisch relevanter Fortschritt bei der Endmessung ($G1 = 56.05 \pm 6.91$ ml/kg/min und $G2 = 59.55 \pm 6.95$ ml/kg/min) im Vergleich zur Anfangsmessung ($G1 = 53.71 \pm 7.23$ ml/kg/min und $G2 = 54.58 \pm 6.49$ ml/kg/min) im maximalen Sauerstoffverbrauch präsent ist, so dass sich beide Trainingsmethoden deutlich auf diese Variable auswirkten. Die Ergebnisse der Untersuchung könnten einen bedeutenden Beitrag in der Arbeit mit Studenten und Schülern leisten – unter der Annahme, dass diese im theoretischen und praktischen Unterricht zuerst ausgebildet und dann befähigt werden, selbst ein „Gefühl für Raum und Zeit“ zu entwickeln mit dem Ziele der Verbesserung der Laufeffizienz auf Mittel- und Langstrecken, die schließlich durch ein besseres erzieltes Ergebnis zum Ausdruck kommt.

Schlüsselwörter: ATHLETIK / MITTELSTRECKE / TEMPO

Received: 27.03.2014.

Accepted: 05.05.2014.