

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА
МАСТЕР АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ



УТИЦАЈ ПЛАНА И ПРОГРАМА ТРЕНИНГА ЗА
ПОЛУМАРАТОН НА ФУНКЦИОНАЛНЕ СПОСОБНОСТИ И
ТЕЛЕСНИ САСТАВ ЖЕНА РЕКРЕАТИВАЦА

Мастер рад

Ментор:

ред. проф. др Станимир Стојиљковић

Студент:

Љубица Папић

Чланови комисије:

1. ред. проф. др Марија Мацура

2. доц. др Игор Ранисављевић

Београд, 2019.

Мастер рад је урађен у оквиру заједничког пројекта Катедре за теорију и технологију спорта и рекреације и Катедре биомедицинских наука, под називом: „Мониторинг функционалних способности кардио-респираторног система студената Факултета спорта и физичког васпитања“. Пројекат је званично одобрен од стране Наставно-научног већа ФСФВ, одлуком 02-бр. 639/19-2, од 11.04.2019. године.

Сажетак

Предмет овог истраживања је утицај плана и програма тренинга за полумаратон на функционалне способности и телесни састав жена рекреативаца. Узорак испитаника чини 19 одраслих особа женског пола, старости од $43,84 \pm 6,71$ година, из Београдског тркачког клуба (BRC). Узорак варијабли чиниле су: максимална потрошња кисеоника (VO_2max) – процењивала се на основу 20-метарског „Shuttle run“ теста; темпо трчања на анаеробном прагу – процењивала се на основу теста трчања на 5km; време на 5km – мерило се на тесту трчања максималним интензитетом на дистанци од 5km; телесна маса, проценат телесне масти и мишићна маса – мерила се биоелектричном импеданцом, модел In body 720. Експерименталном плану и програму претходило је иницијално мерење ових варијабли, а након програма је следило финално мерење. Резултати *t*-теста максималне потрошње кисеоника, времена на тесту трчања на 5km и темпа на анаеробном прагу показују да је разлика између иницијалног и финалног мерења статистички значајна на нивоу значајности 0,001. Поређење резултата иницијалног и финалног мерења процента масти и количине мишићне масе указују на статистички значајне промене на нивоу значајности 0,05. Једино код поређења резултата телесне масе није било статистички значајних промена. Може се закључити да је експериментални план и програм тренинга у трајању од осам недеља, у великој мери утицао на побољшање свих праћених варијабли, сем телесне масе где није било промена.

Кључне речи: *максимална потрошња кисеоника, анаеробни праг, телесни састав, тренажни процес, трчање, рекреација.*

Summary

The subject of this research is the impact of the half marathon training plan and program on the functional abilities and body composition of women who run recreationally. The sample consists of 19 adult women, average age $43,84 \pm 6,71$, from Belgrade Running Club (BRC). The sample of variables consisted of: maximum oxygen uptake ($VO_2\max$) - estimated on the basis of a "Shuttle run" test; anaerobic threshold running pace – estimated based on 5km running test; run time at 5km - measured at running test with maximum intensity at 5km distance; body mass, body fat percentage and muscle mass – measured by bioelectrical impedance, model *In body 720*. An initial measurement of these variables was done prior to the implementation of the experimental plan and program and final measurement was conducted after the training program. The results of the *paired t-test* of maximum oxygen uptake, result on the 5km run test, and tempo on the anaerobic threshold indicate that the difference between the initial and final measurements was statistically significant at level of 0.001. Comparison of the results of the initial and final measurements of the percentage of fat and the amount of muscle mass indicate statistically significant changes at the significance level of 0.05. The only comparison that did not produce significant statistical changes is in body weight. It can be concluded that the eight-week experimental training plan and program greatly influenced the improvement of all the variables monitored except for body weight, there were no changes.

Key words: *maximal oxygen uptake, anaerobic threshold, body composition, training process, running, recreation.*

Садржај

1. УВОД.....	7
2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР РАДА	8
2.1. Трчање на дуге дистанце	8
2.1.1. Полумаратон	8
2.1.2. Рекреативно трчање	10
2.1.3. Утицај рекреативног трчања на функционалне способности и телесни састав	11
2.2. Специфични тестови у трчању на дуге дистанце	15
2.2.1. Тестови за одређивање максималне потрошње кисеоника	15
2.2.2. Тестови за одређивање анаеробног прага	19
2.3. Остали тестови.....	21
2.3.1. Телесна висина (ТВ) и телесна маса (ТМ)	21
2.3.2. Индекс телесне масе (ВМІ).....	21
2.3.3. Телесни састав	22
2.4. Тренинг за полумаратон	23
2.4.1. Оптерећење у тренингу за полумаратон	23
2.4.2. Планирање и периодизација у тренингу рекреативаца за полумаратон	27
3. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	30
3.1. ПРЕДМЕТ	30
3.2. ЦИЉ РАДА	30
3.3. ЗАДАЦИ РАДА	30
3.4. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ	30
4. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	31
4.1. Ток и поступак истраживања	31
4.2. Узорак испитаника	31
4.3. Узорак варијабли	32
4.3.1. Протокол „Shuttle run“ теста.....	32

4.3.2.	Протокол теста трчања на 5km.....	32
4.3.3.	Протокол мерења телесног састава биоектричном импеданцом In body 720.....	33
4.4.	Статистичка обрада података.....	35
5.	РЕЗУЛТАТИ ИНИЦИЈАЛНОГ ТЕСТИРАЊА	36
6.	РЕАЛИЗАЦИЈА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПЛАНА И ПРОГРАМА.....	37
7.	РЕЗУЛТАТИ ФИНАЛНОГ ТЕСТИРАЊА	40
8.	ПОРЕЂЕЊЕ РЕЗУЛТАТА ИНИЦИЈАЛНОГ И ФИНАЛНОГ МЕРЕЊА СА ДИСКУСИЈОМ.	41
9.	ЗАКЉУЧАК.....	45
10.	ЛИТЕРАТУРА	46

1. УВОД

У последњој деценији технологија широм света изузетно великом брзином напредује. Оно што је негативна последица ове чињенице јесте исто тако велико напредовање хипокинезије и нездравог начина живота. Велики број деце, омладине, али и радно способног становништва не испуњава минимум физичке активности на дневном нивоу. Лекари и други стручњаци из области здравља, алармирају на велики број оболелих од болести „данашњице“. Да би се спречила ова негативна последица модерног начина живота и побољшало здрвље, људи све чешће прибегавају самосталном или организованом вежбању.

Одабир врсте вежбања се највише повезује са доступношћу исте. Из тог разлога трчање на дуге дистанце, још од 1980. године постаје све популарније у свету (Sierra и сар., 2015). Све су масовнији наступи рекреативаца на званичним тркама на дуге дистанце, од три километра па све до ултрамаратона. Значајан пораст учешћа рекреативаца се може видети, како код мушкараца, тако и код жена, на дистанци полумаратона. На Београдском полумаратону је 2012. године трку завршило 251 жена, док их је 2019. године било 1700 (<http://www.bgdmarathon.org/rezultati.aspx>, преузето 20.06.2019.).

Полумаратон спада у спортове дуготрајне издржљивости. Најбољи светски такмичари полумаратон завршавају за нешто мање од сат времена, а за многе рекреативце трка траје преко два сата. За оптерећења која носе овакви подухвати, неопходна је правилна припрема организма, како не би дошло до штетних последица.

Проблем овог рада је утицај тренажног процеса на функционалне способности и телесни састав тркача рекреативаца.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР РАДА

2.1. Трчање на дуге дистанце

Постоје записи, цртежи и рељефи о трчању на дугим дистанцама у старом Египту. Најранији подаци о организацији трчања налазе се у Мемфису. Култна трка која се одвијала по равној површини у полукругу око зидина града одржавала се од 4100. године пре Хр (Стефановић, Јухас, Јанковић, 2008, стр. 76).

Техника трчања на дугим дистанцама не мора бити пресудна, али је један од значајнијих фактора успеха у трчању на средњим и дугим дистанцама. Она се састоји из старта, стартног убрзања, трчања на дистанци и финиша. За време трчања на дистанци труп и глава су релативно мирни. Глава се налази у продужетку кичменог стуба са погледом усмереним напред у правцу трчања. Труп је незнатно нагнут напред. Угао у зглобу лакта је око 90° или мањи са енергичним замахом уназад. При трчању на дугим дистанцама дужина корака је доминантнији фактор брзине трчања од фреквенције корака (Стефановић, Јухас, Јанковић, 2008, стр.77-78).

2.1.1. Полумаратон

Маратонска трка уведена је као нова дисциплина на првим обновљеним Олимпијским играма (ОИ) 1896. године у Атини. Настала је у знак сећања на атинског ратника по имену Филипидес. Наиме, он је после победе Атињана над Персијанцима на Маратонском пољу (490. пре Хр.), трчећи под пуном ратном опремом до Атине (36.074м, чија је путања означена зеленом бојом на *слици 1*), саопштио радосну вест о победи, а затим пао мртав од исцрпљености. Дужина стазе је била различита из године у годину, од 40.000m, па до 42.750m. На ОИ у Лондону (1908. године) први пут се трчало на дужини од 42.195m (Стефановић, Јухас, Јанковић, 2008. стр. 89). Ова дистанца од тада постаје званична дужина маратона (Стојиљковић и сар., 2012, стр. 21).



Слика 1. Путања коју је ратник Филипидес претрчао да би саопштио вест о победи Персијанаца, по којој је настала дисциплина маратона.

Трчање маратона је дуго била, по правилу, само мушка дисциплина. Међутим, једна млада Гркиња из Атине је преобучена у мушкарца трчала маратон још на првим обновљеним ОИ 1896. године. Од тих игара жене су се упорно бориле за учешће на атлетским шампионатима. У Монте Карлу је 1921. године основана

Међународна женска спортска федерација (*The International Women's Sport Federation*). Главни разлог оснивања ове федерације било је одбијање Међународне асоцијације атлетских

федерација да подржи и промовише женску атлетику. Ова организација је затим организовала Женске светске игре 1921., 1922. и 1923. године у Монте Карлу. Ово су биле прве прилике за жене да учествују у међународним атлетским такмичењима. Успех на овим играма довео је до настанка женских „олимпијских игара“, одржаних четири пута (1922., 1926., 1930. и 1934. године). У периоду између 1961. и 1972. године жене се одлучују да учествују на тркама упркос забрани (Јухас и Репић-Ђујић, 2016, стр. 16-17). На Конгресу Међународне асоцијације атлетских федерација у Москви (1980. године) одлучено је да се маратон за жене уведе у програм националних првенстава. На састанку Међународног олимпијског комитета (1982. године) одлучено је да маратон за жене буде у програму ОИ у Лос Анђелесу (1984. године) (Martin & Gunn, 2000, према Јухас и Репић-Ђујић, 2016, стр. 25). Од ОИ у Сеулу, 1988. године, маратон на ОИ трче и жене (Стојиљковић, 2005, стр. 12).

У Србији се маратон први пут појавио 2. маја 1910. године. Трчало се у Београду, на дистанци од Обреновца до Кошутњака, која је била нешто краћа и износила је 33km. Маратонска трка одржана 27. маја 1912. године на дистанци Кошутњак-Умка-Кошутњак, дужине 40.200m, је представљала квалификације за ОИ у Стокхолму 1912. (Стефановић, Јухас, Јанковић, 2008, стр. 89-90). Од 1988. године је у нашој земљи са организацијом првог Београдског маратона започела нова етапа у развоју ове атлетске дисциплине (Јухас и Репић-Ђујић, 2016, стр. 45).

Након првих обновљених ОИ почело је да се трчи и на упола краћој дистанци од маратона, која је износила 21,0975km и добила назив полумаратон (Стојиљковић, 2005, стр. 12). Дисциплина полумаратона није на програму међународних такмичења, попут олимпијских игара и светских првенстава. Конфигурација стаза је променљивог карактера, јер се трчи на друмовима и улицама градова. Први пут је такмичење у полумаратону одржано 1992. године у Њукаслу, Уједињено Краљевство. Од 1992. године сваке следеће године (са изузетком 2006. и 2007. када се се одржавала трка на 20km) Међународна асоцијација атлетских федерација (ИААФ) организује трку на полумаратонској дистанци (Обрадовић, 2017, стр. 4).

У последњој деценији се дистанца полумаратона изузетно популаризовала, нарочито код рекреативаца, чије је учешће масовно широм света. У односу на маратон и ултрамаратон, ова дисциплина захтева мања улагања у виду енергије, али и времена, па се самим тим особе које нису спортисти лакше оптедељују за њену припрему.

Полумаратон се данас трчи у већини великих градова света и Европе. У Београду постоји већ 32 године, док је најстарији у Сомбору са традицијом од 40 година. Такође, трка на 21,1km одржава се у све више мањих градова у нашој земљи.

2.1.2. Рекреативно трчање

Трчање спада у природне облике кретања. Обим и интензитет се лако могу дозирати, опрема није захтевна ни скупа, утицај правилно дозираног тренинга трчања на кардиореспираторни систем је врло позитиван, троши се доста калорија, итд (Стојиљковић, 2005, стр. 11).

Под рекреацијом се подразумева таква концепција вежбања у којој је основни циљ да се предупредe штетни утицаји савременог начина живота и обезбеде квалитет и здрав начин живота (Кукољ, 2006). Појам рекреативног трчања односи се пре свега на дуготрајно трчање умереног интензитета, које траје од неколико десетина минута (20-30минута) па до сат и више времена (Стојиљковић, 2005, стр. 11).

Трчање је спорт који не захтева велика улагања и у коме се може учествовати независно од година, док тело не да сигнал да више није за то. Потреба за одржавањем способности за продужавање периода квалитетног начина живота, као и за надметање са самим собом и са другима, условили су да се све више особа у зрелијим годинама редовно бави трчањем и учествује у тркама по путу (Јухас и Репић-Ћујић, 2016, стр 34).

2.1.3. Утицај рекреативног трчања на функционалне способности и телесни састав

Тренинг функционалних способности карактерише стимулацију и подизање ефикасности аеробних и анаеробних енергетских механизма, првенствено преко усавршавања функција кардиореспираторног система и метаболичких (аеробних и анаеробних) функција мишићних ћелија. За овакав циљ најпогоднији су континуирани и интервални метод тренинга. Као ефикасно средство у постизању овог циља може послужити континуирано трчање, трчање различитих деоница и трчање са променом темпа. Целокупни функционални потенцијал спортисте/рекреативца одређују заједно аеробни и анаеробни енергетски процеси (Фратрић, 2006, стр. 380-381).

Аеробни процеси представљају потпуну оксидацију угљених хидрата или масти, при чему као нуспродукт остају угљен диоксид и вода. Они се једноставно елиминишу из организма, тако да аеробни процеси могу да тају јако дуго (Стојиљковић, 2005, стр. 30).

Најзначајнија моторичка (функционална) способност у рекреацији јесте кардиореспираторна (аеробна) издржљивост (Стојиљковић, 2005), на чијем се развоју базирало ово истраживање. Аеробна издржљивост представља способност кардиоваскуларног и респираторног система да снабдева тело кисеоником током континуиране физичке активности (ACSM, 2017, стр. 2). Кардиореспираторна издржљивост је добра збирна мера способности тела да изводи континуиране, ритмичке, динамичне физичке активности које укључују велике мишићне групе (Tomkinson и сарадници, 2019). Тако је и за трчање полумаратона је неопходна добро развијена кардиоваскуларна издржљивост, која представља превентивно средство против настанка кардиоваскуларних болести (Chen и сарадници, 2017). Директни показатељ аеробне

издржљивости организма јесте вредност максималне потрошње кисеоника (Кукољ, 2006, стр. 130; Јовановић, 1999, стр. 11).

2.1.3.1. Максимална потрошња кисеоника (VO_{2max})

Максимална потрошња кисеоника (VO_{2max}) представља меру количине кисеоника коју особа може да удахне и искористи у току вежбања за један минут. Елитни спортисти у спортовима издржљивости, као што је Ленс Армстронг, имају веома високе вредности ове VO_{2max} -а, које су мерене у милилитрима искоришћеног кисеоника по килограму телесне масе у току једног минута (Verstegen and Williams, 2007, стр. 45). Код особе која води седентаран начин живота, она може варирати од 20ml/kg/min, док код врхунски утренираног спортисте достиже вредности до 85 ml/kg/min (Kibble & Halsey, 2013, стр. 199). Највеће измерене вредности VO_{2max} -а које наводи Николић (2003) код мушкараца (94ml/kg/min) и жена (77ml/kg/min) забележене су код крос кантри скијаша. Релативна потрошња кисеоника код жена неспортиста је 5-10ml/kg/min мања него код мушкараца неспортиста, док разлика између жена спортиста и мушкараца спортиста износи 15-20 ml/kg/min (Стојиљковић и сар, 2012, стр. 26).

Најзначајнији фактори који утичу на вредност VO_{2max} су:

- Пол и године – мишићна маса и димензија срца највише утичу (у корист мушкараца) на разлике међу половима;
- Наследни фактори – код једнојајчаних близанаца је детерминисана 93%;
- Мишићна маса укључена у рад – што је већа, то је већа могућност да се достигне VO_{2max} ;
- Конституција – од укупне варијабилности VO_{2max} -а међу појединцима, 69% отпада на телесну масу, 4% на телесну висину, а само 1% на масу без масног ткива. Тако да би код поређења особа различитих телесних маса вредност VO_{2max} требало релативизовати (kg/TM/min) (Николић, 2003).

Многе студије показују да нетрениран почетник може подићи свој VO_{2max} 15-20% за само 12-16 седмица регуларног тренинга. Међутим, када се једном постигне висок ниво тренираности, даља повећања су много тежа. Такође, уколико спортиста буде потпуно

неактиван 3-4 седмице, то га може коштати 27-30% од његовог аеробног капацитета (Јовановић, 1999, стр. 12).

Тренинг континуираног трчања и тренинг трчања високог интензитета доводе до значајног побољшања аеробног капацитета (Hottenrott, Ludyga и Schulze, 2012). Ова два типа тренинга су реализована у овом истраживању, те је једна од хипотеза и повећање вредности $VO_2\max$ -а.

2.1.3.2. Анаеробни праг

Други важан термин везан за функционалне способности организма, поред $VO_2\max$ -а, на чију промену трчање може знатно да утиче, јесте анаеробни праг. Анаеробни праг је највећи интензитет вежбања, при коме још увек постоји равнотежа између продукције и елиминације лактата (Стојиљковић и сар., 2012, стр. 71).

Синоним за анаеробни праг је лактатни праг. Овај праг је, може се рећи, најважнија варијабла у тренингу издржљивости. Он одређује када ће организам напустити свој ефикасни аеробни систем и прећи на мање ефикасан, али и даље снажан лактатни систем. Што је лактатни праг ближи максималној потрошњи кисеоника, то је боље. Циљ тренажног процеса јесте да се повећа интензитет рада на лактатном прагу и да се он достигне на вишим фреквенцијама срца. На тај начин би се продужила аеробна зона, тако да се у њој можемо кретати већим интензитетом (Verstegen and Williams, 2007, стр. 45-46). Лактатни праг се достиже при интензитету рада који ангажује 50-90% од $VO_2\max$. Доња граница је везана за особе које не тренирају, док је горња везана за спортисте (Угарковић, 2001, стр. 190).

Високи аеробни капацитет позитивно утиче на анаеробни капацитет (Howald, 1977, према Бомпи, 2009, стр. 397). Из тог разлога је важно да тренажни процес обухвати боравак одређени временски период у различитим зонама интензитета.

2.1.3.3. Телесни састав

Поред прве две варијабле, тренинг издржљивости има значајну улогу у промени телесног састава. Телесни састав подразумева релативну заступљеност различитих конститутивних

елемената у укупној телесној маси човека (Стојиљковић и сар., 2012, стр. 323). Људски организам се састоји од различитих компоненти, а то су: мускулатура, масно ткиво, кости, нервно ткиво, тетиве, итд. Свака од ових компоненти има другачију густину (Benardot, 2010, стр. 210).

Са становишта функционалности, читав организам се може поделити на две целине – масну телесну масу (*fat mass* - сегмент који се састоји од масти и има низак садржај воде) и безмасну телесну масу (*fat-free mass* - компоненту тела богату водом, >65%). Масна телесна маса састоји се од есенцијалних и депонованих масти. Око 12-15% укупне телесне масе одраслих жена чине есенцијалне масти. Оне представљају неопходну компоненту можданог ткива, нерава, коштане сржи, срчаног мишића и ћелијских зидова и без њих људски организам не би могао да опстане. Комбиновањем компонената есенцијалних и депоа масти, нормалан проценат садржаја масти у организму жена износи 26% (Benardot, 2010, стр. 210).

Физичка активност треба да буде у средишту било које жељене промене у телесној структури. Поред ње, значајна одступања енергетске равнотеже на дневном нивоу, такође могу да утичу на промену телесне структуре (Benardot, 2010, стр. 214-215).

Као извор енергије, липолиза почиње полако да се укључује у рад тек код активности које могу да трају више од 10 минута, док значајну улогу преузима у зони умереног интензитета (код активности које трају од 30 минута до више часова) (Стојиљковић и сар., 2012, стр. 26). Такође, резултати студије Valimaki-а и сарадника (2016) указују на то да акутно физичко вежбање повећава транспорт продуката оксидације липида HDL-ом, али је то такође повезано и са историјом тренинга као и генетиком. Ова тврдња значи да овим рекреативним трчањем можемо утицати на телесни састав рекреативаца на рачун смањења масне компоненте.

Поред ових варијабли, важан фактор који утиче на аеробну издржљивост јесте економика вежбања. Економика вежбања представља меру коштања енергије током активности на одређеној брзини. Спортисти са бољом економиком вежбања троше мање енергије током вежбања ради одржавања одређене брзине кретања (нпр. брзине трчања). Код трчања,

бољи тркачи имају нешто краћу дужину корака и нешто већу фреквенцију корака у поређењу са мање успешним тркачима (Haff i Triplett, 2017).

2.2. Специфични тестови у трчању на дуге дистанце

2.2.1. Тестови за одређивање максималне потрошње кисеоника

Максималну потрошњу кисеоника можемо одредити лабораторијским путем, директним мерењем VO_{2max} -а тестом прогресивно растућег оптерећења на тредмилу/бицикл ергометру, или проценити неким од теренских тестова. Постоје тестови који захтевају максимално напрезање испитаника, али и они безбеднији који су субмаксималаног оптерећења.

2.2.1.1. Лабораторијски тест - директно мерење VO_{2max} тестом прогресивно растућег оптерећења на тредмилу

Лабораторијски тестови су најпрецизнији, али су скупљи јер захтевају скупу опрему, често дуго трају и не могу се тестирати више испитаника одједном. Тест прогресивно растућег оптерећења на тредмилу подразумева максимално напрезање испитаника и зато је неопходно присуство лекара. Максимално напрезање се може постићи употребом било ког ергометра, али се највише вредности могу измерити на тредмилу на коме се рад врши ходањем и трчањем (Шекељић, 1996, према Димитријевићу, 2015, стр. 10).



Слика 2. Почетна позиција на тесту директног мерења потрошње кисеоника прогресивно растућим оптерећењем на тредмилу (фотографисано на Институту за физиологију у Београду)

Овај тест се спроводи уз помоћ гасно вентилаторних анализатора у лабораторијским условима. Испитаник носи маску преко уста и носа, док трчи на тредмилу. Маска је повезана са прецизном апаратуром која анализира састав уданутог и издахнутог ваздуха издаха у дах, као што је приказано на слици 2. На основу разлике у количини кисеоника у удахнутом и издахнутом ваздуху апарат тачно мери количину утрошеног кисеоника.

Један од неколико протокола овог теста је подразумевао четири фазе. Прва фаза траје један минут и служи за проверу рада апаратуре, док испитаник стоји на тредмилу. Друга фаза траје три минута и служи за навикавање испитаника на кретање по тредмилу, загревање и даљу проверу апаратуре (испитаник хода по траци брзином 2km/h). Трећа фаза подразумева главни део теста: од четвртог до шестог минута трака се окреће брзином 6km/h, а затим се на свака два минута брзина траке повећава за 2km/h. Тест се прекида када се достигне $\dot{V}O_{2max}$; када испитаник не може даље да настави; када лекар процени на основу константног праћења ЕКГ-а да је то неопходно. Затим следи фаза активног одмора током које испитаник хода три минута по траци која се креће брзином 2km/h (Стојиљковић и сар., 2012, стр. 39).

2.2.1.2. Теренски тестови

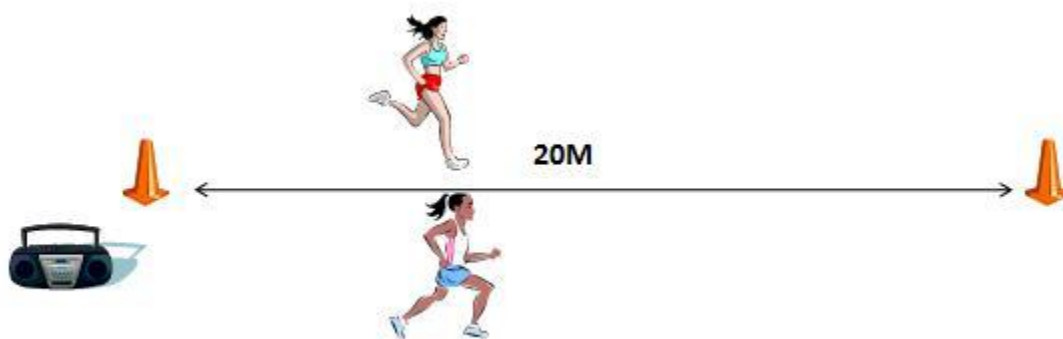
Теренски тестови процењују одређену вредност $VO_2\text{max}$ -а на основу других параметара и добијају се у другим мерним јединицама. Ови тестови су много више заступљени у рекреацији, јер су погодни за масовну употребу и не захтевају скупу опрему. Међутим, за разлику од лабораторијских, они су мање прецизни (Стојиљковић, 2012, стр. 30).

2.2.1.2.1. „Shuttle run“ тест

„Shuttle run“ тест је тест вишестепеног прогресивног оптерећења повратним трчањем на 20m. Тест је практичан јер се у исто време може тестирати више испитаника на релативно малом простору. Предност теста је што је темпо диктиран, тако да се оптерећење постепено увећава, чиме се елиминишу погрешне процене појединаца о избору темпа трчања (Стојиљковић и сар., 2012). Овај тест спада у групу теренских тестова за процену аеробног фитнеса, који се ради у контролисаним условима спољашње средине (Capino at all, 2018). Темпо трчања усклађује се са звучним сигнаlima (због чега се другачије назива и *Beep test*), тако што на звучни сигнал испитаници треба да пређу растојање између две линије (слика 3). Почетна брзина кретања је 8,5km/h, а сваки минут се интензитет кретања повећава за 0,5km/h. Тестирање је завршено када испитаници више нису у стању да одрже задати интензитет (Кукољ, 2006, стр. 247), односно када три пута за редом испитаник не стигне на време да пређе линију. Снимљени глас најављује сваку промену брзине (нивоа). Сваки ниво садржи одређени број деоница. Потребно је да испитаник у тренутку одустајања запамти ниво и број деоница. Друга могућност је мерење протеклог времена које се прати помоћу штоперице.

Када индивидуално мерење максималне потрошње кисеоника у лабораторијским условима није могуће, „Shuttle run“ тест представља корисну алтернативу за процену кардиореспираторног фитнеса. Овај тест има висок критеријум валидности везан за процену максималне потрошње кисеоника, поготово када се узимају у обзир и остале варијабле, као што су пол и телесна маса (0,78-0,95) (Mauorga-Vega, 2015). Мана овог теста је што доводи испитаника до максималног напрезања.

Процењена VO_{2max} се може израчунати различитим формулама на основу брзине, нивоа или времена достигнутог на тесту. Постоје и одговарајуће табеле из којих се може директно прочитати процењена VO_{2max} изражена у $mlO_2/kg/min$ на основу достигнуте брзине на тесту (Стојиљковић и сар., 2012, стр. 36). Такође се ове вредности могу израчунати уз помоћ неког од прилагођених онлајн калкулатора као што је на пример калкулатор на „Торенд Sports“ сајту (<https://www.topendsports.com/testing/beepcalc.htm>).



Слика 3. Скица "Shuttle run" теста (преузето са <http://www.honitonrc.com/bleep-test.html>)

2.2.1.2.2. Куперов тест

Куперов тест је пројектован за масовну употребу у теренским условима (Стојиљковић, 2012, стр. 32), што је и предност овог теста. Тест се спроводи на уређеној стази на којој су означени метри. Задатак испитаника је да трче 12 минута тако да за то време пређу што дужи пут. По истеку времена испитаници стају, а записничари записују пређени пут у метрима (Кукољ, 2006, стр. 247). Мана овог теста, поред тога што захтева максимално напрезање, и то што за неискусне испитанике овај задатак најчешће доведе у ситуацију да крену много брже од својих способности, те убрзо почну да успоравају како би издржали до краја. Загревање, које претходи главној фази, траје 5-7 минута. На завршетку теста евидентира се која је даљина пређена и на основу табличне вредности према полу и годинама се читава степен и ниво способности испитаника, односно максимална потрошња кисеоника (Стојиљковић, 2012, стр. 32).

2.2.1.2.3. УКК теста ходања 2km

Највећа предност УКК теста ходања 2km је што не захтева од испитаника максимално напрезање, већ се на основу субмаксималног интензитета приближно процењује колика је максимална аеробна способност. Тако да је овај тест мање прецизан, али безбеднији за испитанике. Тесту претходи загревање 5-10 минута. У току самог теста мери се време за које испитаник ходајући умереном брзином пређе растојање од 2km и фреквенција срца непосредно по завршетку теста. На основу резултата теста могуће је формулама добити два различита показатеља аеробне способности: VO_{2max} и фитнес индекс. За оба елемента неопходни су исти елементи: пол, узраст, телесна висина и телесна маса испитаника, постигнуто време на тесту и фреквенција срца на крају теста (Стојиљковић, 2012, стр. 34).

2.2.2. Тестови за одређивање анаеробног прага

2.2.2.1. Лабораторијски тест – одређивање вентилаторног прага на основу резултата добијених током директног мерење VO_{2max} тестом прогресивно растућег оптерећења на тредмилу

У резултатима већ описаног теста директног мерења VO_{2max} -а прогресивно растућим оптерећењем на тредмилу, добијају се и вредности пулса и брзине трчања на анаеробном прагу. Тако да нам овај тест обезбеђује комплетне повратне информације организма на задато оптерећење.

Одређивање анаеробног прага које се базира на праћењу гасних и вентилаторних промена у току физичке активности назива се вентилаторни праг. Вентилаторни еквивалент кисеоника је однос између удахнутог ваздуха и утрошеног кисеоника. У моменту када се повећа удео анаеробног метаболизма, повећава се и продукција угљен-диоксида. Да би се повећана количина угљен-диоксида елиминисала, повећава се и плућна вентилација. Повећањем плућне вентилације при истој потрошњи кисеоника, нагло се повећава вентилаторни еквивалент кисеоника. Вентилаторни праг је одређен као нагли пораст

вентилаторног еквивалента кисеоника, док истовремено вентилаторни еквивалент угљен-диоксида остаје на истом нивоу (Стојиљковић, 2005, стр. 57).

2.2.2.1.1. *Теренски тестови*

2.2.2.1.2. *Тест трчања на 5km, 10km и 1h*

Резултат на трци од 5km или 10km у трчању може да служи за одређивање анаеробног прага, али и свих зона интензитета испод и изнад њега. Из одређене табела које даје Friel (1998, стр. 44-45) се може прочитати вредност анаеробног прага изражене темпом трчања при анаеробном прагу, одређене на основу резултата (времена) трчања на овим тестовима. Предност ових тестова у односу на тест трчања на 1h је што трају доста краће.

Код теста трчања на 1h, како многи аутори наводе рачуница је једноставна, јер се сматра да просечни вежбачи могу да издрже интензитет на анаеробном прагу око сат времена. Недостатак овог теста је што траје дуже, па је оптерећење испитаника веће. Испитаник треба да приступи потпуно здрав, одморан и добро мотивисан. Након 15 минута загревања, испитаник трчи равномерним и за дато време максималним темпом по равној стази. Мери се пређено растојање и пулс. Пређени пут за један сат представља брзину, а пулс на крају рада одговара анаеробном прагу. Прецизнији податак је просечан пулс за време целог теста (Стојиљковић и сар., 2012, стр. 75).

2.2.2.1.3. *Конкони тест*

Конконијев тест темељи се на фреквенцији рада срца, измереној срчаним монитором при различитим брзинама (Конкони и др, 1982, према Arcelli i Capova, 2001). Изводи се на атлетској стази; након адекватног загревања, тркач ставља пулсметар и трчи неколико километара, мењајући брзину трчања сваких 200m. Брзина је у почетку врло лагана (10-12km/h), и поступно се повећава, око пола километра на сат сваких 200m. Тркач након сваких 200m треба стиснути пролаз на монитору како би се меморисала фреквенција рада срца сваког претрчаног сегмента. Добијене вредности се графички приказују (брзина на апсциси, а на ординати фреквенција рада срца). У почетку се оне линеарно повећавају.

Тачка у којој линија прелази у кривуљу указује на брзину трчања при којој пораст фреквенције рада срца постаје спорији од повећања брзине. Та вредност је названа преломна брзина и једнака је или врло блиска брзини анаеробног прага (Arcelli i Canova, 2001).

2.3. Остали тестови

2.3.1. Телесна висина (ТВ) и телесна маса (ТМ)

Мерење висине клијента се одређује тако што је клијент без обуће (бос) и у напетом усправном положају са састављеним стопалима. Клијент удахне ваздух и задржи га неколико секунди док мерење не буде готово. Мере ТМ се врши са што је могуће мање гардеробе и без обуће (Премовић, 2019, стр. 25).

Да би смо започели било коју процедуру мерења телесне структуре неопходно је прво измјерити ова два параметра. Неки апарати сами мере телесну тежину и помоћу сопствених софтвера и формула израчунавају тражене параметре (Премовић, 2019, стр. 25).

2.3.2. Индекс телесне масе (ВМІ)

Индекс телесне масе представља проценат укупне телесне масти. ВМІ се одређује као тежина у килограмима подељена са квадратом висине у метрима ($ВМІ = \text{тежина (kg)} / \text{висина (m}^2\text{)}$). Добијени резултат одређује стање ухрањености или степен гојазности, али не може проценити директан проценат масти (Премовић, 2019, стр. 25). ВМІ није добар показатељ ових варијабли уколико је измерен на особама које се баве спортом, јер велики проценат укупне телесне масе најчешће чини мишићно ткиво, те може показати да је особа гојазна.

2.3.3. Телесни састав

Процена телесног састава (композиције) заузима важно место у процени здравствених ризика у бројним медицинским гранама, као и у области физиологије спорта као важна компонента физиолошког профила спортисте, али и рекреативца. Постоје бројни приступи процени телесне композиције, који се могу грубо поделити на директне и индиректне. Данас се у клиничкој пракси користе индиректни модели, који на релативно једноставан и брз начин могу дати податке о уделу појединих компоненти телесног састава. Најједноставнија, и за ширу популацију најдоступнија метода је антропометријска, док се као методом растуће поузданости означава метода биоелектричне импеданце (Јаковљевић, 2016), која се и користила за мерење варијабли телесног састава у овом раду.



Слика 4. Заузет положај за мерење биоелектричном импеданцом In body 720 (преузето <https://www.physiosupplies.eu/inbody-720>)

Анализа биоелектричне инпеданце је неинванзивна и лако спроводљива метода за мерење телесне структуре (Dehghan and Merchant, 2008, према Премовићу, 2019). Положај за мерење биоелектричном импеданцом на моделу ваге In body 720 приказан је на слици 4. Основна претпоставка мерења овом методом је да ће запремина безмасног ткива у телу бити пропорцијална електричној проводљивости у телу. Биоелектрични анализатор проводи електричну струју малог напона кроз тело и затим мери отпор те струје. Теорија биоелектричне инпеданце је да су масти лош проводник струје пошто садрже мало воде (14% до 22%) док безмасно ткиво садржи 90% воде такође садржи електролите и одличан су проводник електричне енергије. То значи да биоелектрична инпеданца мери укупну воду у телу и користи прорачуне како би измерила проценат масти у телу (Премовић, 2019, стр. 32-33).

Да би се испоштовала процедура мерења овом методом неопходно је обезбедити следеће услове:

- Не јести и не пити четири сата пре мерења;
- Без физичке активности 12 сати пре мерења;
- Испразнити бешику пола сата пре мерења;
- Не конзумирати алкохол 48 сати пре теста (Премовић, 2019, стр. 33).

Према Мацури (2012, стр. 63) варирање хидратације утицаће на резултате, па овај начин одређовања композиције тела не треба примењивати код субјеката:

- Који је у PMS-у;
- Који узима диуретике;
- Који је окончао напоран програм вежби са много знојења
- Који пати од мамурлука (алкохол потискује антидиуретски хормон и проузрокује привремени губитак воде.

2.4. Тренинг за полумаратон

2.4.1. Оптерећење у тренингу за полумаратон

Тренажна оптерећења су оптерећења која снажно и селективно активирају енергетске механизме, централни и периферни нервни систем, транспортни (кардио-респираторни) систем, активности анаеробних и аеробних процеса и многе морфофункционалне и психичке реакције спортисте (Фратрић, 2006, стр. 363-364).

2.4.1.1. Методи оптерећења

Методи оптерећења су методи које примењујемо ако је основни циљ у тренингу да се остваре тренажни утицаји који су зависни од величине оптерећења. Сви методи оптерећења се деле на две групе: континуирани и интервални. Уколико у главном делу појединачног тренинга не постоји пауза, реч је о неком од континуираних метода. Ако се током вежбања направи једна или више пауза, примењен је интервални метод. Ни један ни други метод не може самостално решити све задатке тренинга, зато се они заједно примењују у тренажном процесу (Копривица, 2013, стр. 79). Одређени органи се развијају према коришћеној методи тренинга. Тако интервални тренинг јача срце, тренинг на

великој надморској висини и дуготрајни тренинг повећавају способности искористивости кисеоника (Ozolin, 1971, према Vompi, 2009, стр. 396).

У тренажном процесу припреме за полумаратон преовлађује континуирани метод. Две су варијанте овог метода:

1. Равномерни – када се у главном делу тренинга вежба са константним интензитетом или са његовим минималним колебањем.
2. Променљиви – карактерише се променом интензитета вежбања у главном делу тренинга. Овај метод се даље може поделити на: прогресивни, регресивни и валовити (Копривица, 2013, стр. 80-81).

Континуирано трчање спортином интензитетом (Енглески: Long, Slow Distance - LSD) је традиционални назив за тренинг на коме се примењује континуирани метод. Примарни физиолошки ефекат оваквог тренинга јесте побољшање кардиоваскуларних и терморегулативних функција, побољшана продукција енергије митохондрија, бољи оксидативни капацитет скелетних мишића, као и повећано коришћење масти као горива (Haff i Triplett, 2017, стр. 574).

Интервални метод има две варијанте:

- Понављајући интервални метод – прецизно је одређена серија понављања вежби истог трајања, интензитета и паузе (чешће је примењивана у плану и програму овог истраживања од променљивог интервалног метода).
- Променљиви интервални метод – вежбања која су различита по неким карактеристикама (нпр. фартлек). Он се даље може поделити на: прогресивни, регресивни и комбиновани променљиви метод (Копривица, 2013, стр. 82-83).

Бенефити интервалног тренинга се односе на повећање VO_{2max} и анаеробног метаболизма (Haff i Triplett, 2017, стр. 574).

2.4.1.2. *Компоненте оптерећења*

Оптерећење одређују следеће компоненте:

- Интензитет рада
- Обим рада
- Трајање и карактер паузе
- Карактер вежбе (Копривица, 2013, стр. 105).

2.4.1.2.1. Интензитет рада

Интензитет у тренингу означава степен уложеног напора (Копривица, 2013, стр. 105). Што више рада спортиста изводи по јединици времена, виши је интензитет. Јачина стимуланса зависи од брзине извођења вежби и измене интервала или одмора између понављања (Бомпа, 2009, стр. 99). Интензитет се одређује у зависности од циља и усмерености тренинга (Фратрић, 2006, стр. 365).

Главни узрок изазивања тренажних адаптација у телу је однос између интензитета и трајања тренинга. Генерално, што је већи интензитет тренинга, краће је трајање тренинга. Превише низак интензитет тренинга не доводи до надоптерећења система у телу, и самим тим не изазива одговарајуће физиолошке адаптације. Превише висок интензитет доводи до замора и прераног завршетка тренажне епизоде. Уколико није могуће измерити VO_2max , у тренажном програму се за праћење интензитета вежбања могу користити срчана фреквенција, субјективна процена замора, метаболички еквивалент или брзина извођења активности (Haff i Triplett, 2017, стр. 569). Према резултатима прегледне студије Kenneally-a, Casado-a и Santos-Concejero-a (2018), пирамидални и поларизовани тренинг су ефикаснији од тренинга на анаеробном прагу, код тркача на средње и дуге дистанце.

2.4.1.2.2. Зоне интензитета

Одређивање зона интензитета је наопходан предуслов за креирање програма за развој издржљивости. Суштина тренинга је у излагању организма одређеној зони интензитета (трчање одређеним брзинама) и касније адаптација на ту врсту напора (Папић и сар., 2019). На основу максималне фреквенције срца, аутори најчешће деле интензитет на четири, пет или шест зона (Trew, 1998; Стојиљковић и сар., 2012; Јовановић, 1999; Seiler i Tønnesen, 2009; Friel, 1998). Без обзира на различите класификације и терминологију, свака од наведених подела подразумева исти редослед укључивања физиолошких процеса у току одређеног рада.

Анализом релевантне литературе и стечених знања и искустава аутора у практичном раду, у табели 1 је дата подела на пет зона интензитета у односу на максималну срчану фреквенцу. У прве четири зоне интензитета се енергија потребна за рад добија доминантно из аеробних извора, док пета представља анаеробну зону. Пошто је реч о рекреативцима, периодизација тренажног процеса за полумаратон базира се на аеробном раду, те се зоне интензитета крећу од прве до четврте (Папић и сар., 2019).

Табела 1. Зоне интензитета (Панић и сар., 2018)

	ЗОНА 1	ЗОНА 2	ЗОНА 3	ЗОНА 4	ЗОНА 5
тип тренинга	ОПОРАВАК	LSD	ТЕМПО	ИНТЕРВАЛИ	ИНТЕРВАЛИ/СПРИНТ
трајање	20-30min	60-180min	30-60min	20-40min	од 3s до 3min
циљ	опоравак	развој аеробне издржљивости	развој специфичне издржљивости	померање границе анаеробног прага	развој VO_{2max} и лактатне толеранције
пулс	50-60% од максимума	60-70% од максимума	70-80% од максимума	80-85% од максимума	85-100% од максимума

LSD означава дуге споре дистанце (Енг. *Long Slow Distance*).

2.4.1.2.3. Обим рада

Обим у тренингу је количина извршеног рада (Копривица, 2013, стр. 106). Када се ради о трчању, онда се он изражава у временским или дужинским јединицама. Трајање рада је од велике важности и један је од фактора који изазива биолошки сигнал у мишићним влакнима и тако одређује адаптацију која ће довести до побољшања самог извођења активности (Arcelli i Canova, 2001, стр. 41).

2.4.1.2.4. Трајање и карактер паузе

Код интервалног метода се користе паузе у тренингу. У комбинацији са интензитетом рада, трајање паузе одређује усмереност тренажног рада. У почетку паузе опоравак је ваома брз, а затим постаје све спорији. На почетне вредности се најспорије враћају функције које су највише експлоатисане у току вежбања (Копривица, 2013, стр. 106).

Према оригиналној шеми интервалног тренинга коју је развила немачка школа, базични ефекат на срце се не постиже толико у интервалима оптерећења, колико у интервалима опоравка. У паузама се фреквенца срца веома брзо успорава, али се ударни волумен срца доста дуго одржава на виском нивоу у току пауза. Резултати испитивања Реиндела и сарадника су показали да се код интервалног тренинга највеће вредности количине кисеоника која се налази у ударном волумену (као директног показатеља ударног волумена срца) региструју на почетку пауза, а не на крају оптерећења (Фратрић, 2006, стр. 225).

У овом раду биће коришћене две врсте пауза: непотпуна и скраћена. Обе паузе подразумевају да следећи напор наступа у условима недовољног опоравка када тренинг има за циљ развој брзинске и специфичне издржљивости (Копривица, 2013, стр. 107).

Према карактеру, пауза може бити пасивна (без активности), активна (извођење једноставних вежби, ниског интензитета, који подстичу процесе опоравка) и комбинована (Копривица, 2013). У плану и програму овог истраживања се користила увек активна пауза.

2.4.1.2.5. Карактер вежбе

Карактер вежбе одређује правац у коме теку процеси адаптације (Копривица, 2013, стр. 107). Основна подела врсте активности је на цикличне и ацикличне. Трчање спада у цикличне активности, као вежба општег (глобалног) утицаја, приликом чијег извођења се ангажује најмање 2/3 свих мишића.

2.4.2. Планирање и периодизација у тренингу рекреативаца за полумаратон

Процес планирања је методички, научни поступак који помаже спортистима да постигну висок ниво тренинга и такмичења. То је најважније средство манипулације спорског тренинга које има тренер. Добро структурирани план даје смер и циљ свему што је направљено. У тренингу се, уствари, не планира рад, већ физиолошка реакција на тренажни план (Вотра, 2009, стр. 182).

Суштину периодизације чини хијерархијски систем тренажних јединица које се периодично понављају (Issurin, 2009, str. 2). У оквиру периодизације постоје три нивоа структуре тренинга: микроциклус – траје најчешће седам дана, мезоциклус – траје најчешће месец дана и макроциклус – траје најчешће годину дана (Копривица, 2013, стр. 124).

План и програм се праве краткорочно – за један тренинг и микроциклус, средњерочно – за мезоциклус и одређени тренажни период, па све до дугорочних планова – за годишњи и вишегодишњи период. У краткорочним плановима се налазе сви детаљи везани за појединачне тренинге, а у дугорочним плановима се налазе општи подаци као што су: најважније трке у сезони, приближан обим на месечном нивоу у различитим периодима

припреме, главни циљеви тренинга у одређеном тренажном периоду, итд. (Стојиљковић и сар. 2012, стр. 96).

Према Копривици (2013) макроциклус се дели у три тренажна периода који се надовезују један на други, а то су: припремни, такмичарски и прелазни. Припремни период даље обухвата општеприпремну и специфичноприпремну фазу. Циљ општеприпремне фазе код тркача на дуге стазе је да се створи добра аеробна база. Аеробна база подразумева адаптацију кардиоваскуларног и респираторног система, као и метаболичког система у мишићима. Оваква адаптација се формира трчањем умереним интензитетом дужи временски период или како Galloway (2003) наводи „лагани тренинзи као основа брзог трчања“. Након тога следи фаза у којој се на тренинзима примењују и виши интензитети од умереног у краћим интервалима. Такмичарски период има за циљ успешан наступ на циљаној трци и постизање планираних резултата (Копривица, 2013, стр. 163), док је циљ прелазног периода извођење спортисте из спортске форме и опоравак.

У спортовима издржљивости најчешће се планира један или два макроциклуса у току године. У обе варијанте припремни период траје најдуже, такмичарски краће, а прелазни најкраће (Стојиљковић и сар. 2012, стр. 97). Када је у питању полумаратон, најчешће се планира два макроциклуса годишње.

Повећање или смањење обима треба да буде 10-15% у односу на суседне мезоциклусе, осим у случају прелазног периода где је ова разлика изразитија. Да би се могле израчунати конкретне вредности обима (у сатима тренинга) за сваки од мезоциклуса потребно је претходно одредити годишњи обим или обим макроциклуса. Код редовних вежбача, он се планира у односу на анализу обима тренинга у претходној години (макроциклусу). Уколико је рекреативац задовољан тренажним процесом и резултатима из претходне сезоне, добро је планирати приближан или већи обим у наредној сезони. Сматра се да безбедно повећање годишњег обима тренинга за вежбаче са вишегодишњим стажом износи до 15%. Уколико је вежбач тешко поднео тренинг у претходној сезони, а ни резултати нису задовољавајући, могуће је да треба планирати мањи обим у следећој сезони (Стојиљковић и сар. 2012, стр. 98).

У делу припремног периода који се односи на мезоциклус опште припреме, дистрибуција обима по микроциклусима, изражена у процентима у односу на укупан обим мезоциклуса, би могла да изгледа овако: први микроциклус – 23%; други микроциклус – 26%; трећи микроциклус – 29%; четврти микроциклус – 22%. Затим мезоциклус специфичне

припреме би могао да изгледа овако: први микроциклус – 22%; други микроциклус – 27%; трећи микроциклус – 33%; четврти микроциклус – 18% (Town и Kearney, 1994, стр. 101-102 и 120). Оно што је заједничко за сваки мезоциклус јесте три микроциклуса прогресије оптерећења, а затим микроциклус опоравка, како би се постигао кумулативни ефекат тренинга.

Када се ради о такмичарском мезоциклусу, у страниј литератури се најчешће можемо срести са термином *тејперинг* (на енглеском *taper* – зашиљити), али се такође све чешће користи и код нас. Тејперинг представља период смањеног обима и повећаног интензитета тренинга до кога долази пре саме трке (McNeely и Sandler (2007), према Мујика, 2009, стр. 3). Виши интензитет у овом периоду се углавном задржава на темпу трке (Arcelli и Canova, 2001, str. 74). Оваква промена оптерећења у организму доводи до оптималног односа укупне запремине циркулишуће крви, црвених крвних зрнаца, концентрације мишићног гликогена, мишићне снаге и брзине замора приликом трчања (Мујика, 2009, стр. 72).

Након такмичарског мезоциклуса следи мезоциклус опоравка, односно прелазни период. У овом периоду се оптерећење смањује и на рачун обима и на рачун интензитета, како би спортиста потпуно одморан започео нову сезону.

У једном микроциклусу потребно је да варирају тренинзи већег и мањег обима, као и тренинзи вишег и нижег интензитета, како би се обезбедио комплетан утицај на организам тркача. Учесталост тренинга рекреативаца је углавном 3-6 пута недељно, док преко 6 пута недељно тренирају елитни спортисти (Стојиљковић и сар. 2012, стр. 100). Такође, добро је да у сваком микроциклусу или једном у два микроциклуса убацити трчање по валовитом терену. Овакво оптерећење утиче на развој снаге мишића, затим на непрекидно смењивање учешћа различитих мишићних влакана укључених у рад и побољшава ефикасност трчања (Arcelli и Canova, 2001, стр. 61).

3. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. ПРЕДМЕТ

Предмет овог рада је утицај плана и програма тренинга за полумаратон, на функционалне способности и телесни састав жена које се рекреативно баве трчањем.

3.2. ЦИЉ РАДА

Циљ рада је утврдити ефекте тренинга за полумаратон, у трајању од осам недеља, на изабране функционалне показатеље и телесни састав жена рекреативаца, које се рекреативно баве трчањем најмање претходних десет месеци.

3.3. ЗАДАЦИ РАДА

- Пре почетка тренажног процеса теренским тестовима (20-метарским „Shuttle run“ тестом, тестом трчања на 5km) и мерењем телесног састава биоелектричном импеданцом проценити: максималну потрошњу кисеоника, темпо трчања на анаеробном прагу, време трчања на 5km, телесну масу, проценат телесне масти и мишићну масу жена рекреативаца.
- Спровести осмонедељни тренажни процес припреме за полумаратон.
- Након спроведеног тренажног процеса поновити тестове са иницијалног мерења, анализирати резултате иницијалног и финалног тестирања и упоредити их.

3.4. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ

- Тренажни процес ће довести до повећања максималне потрошње кисеоника;
- Тренажни процес ће довести до смањења времена на трци од 5km;
- Тренажни процес ће довести до повећања брзине трчања на анаеробном прагу;
- Тренажни процес ће довести до смањења телесне масе;
- Тренажни процес ће довести до смањења процента телесне масти;
- Тренажни процес ће довести до смањења количине мишићне масе.

4. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

4.1. Ток и поступак истраживања

Овај рад је експерименталног карактера. Ток и поступак истраживања се одвијао кроз неколико фаза. Прва фаза је обухватила почетно тестирање, на основу чега се установило стање испитаника. Затим је следила фаза тренажног процеса која је трајала осам недеља, на почетку кога је испитаницима скренута пажња да одрже остале животне навике (исхрана, вежбе снаге, сан, шетње, итд.) које су биле и до тада, како би се њихов удео у резултатима овог истраживања свео на минимум. У претпоследњем микроциклусу тренажног програма је истрчана циљана трка на 21,1km. Након тренажног процеса су понављени тестови са почетка истраживања како би се установило да ли је дошло до напретка тестираних способности и у којој мери. Цело истраживање је обухватило период од 18.02.2019. до 28.04.2019. године.

4.2. Узорак испитаника

Узорак испитаника чинило је 19 одраслих особа женског пола из Београдског тркачког клуба (BRC). Испитаници су били просечне старости $43,84 \pm 6,71$ година (у распону од 33 – 59 година) са коефицијентом варијације 15,31%, што показује да је група била хомогена. Сви испитаници су се рекреативно бавили трчањем у клубу најмање 10 месеци уназад и истрчали су минимум један полумаратон. Пре укључивања у експеримент испитаници су били упознати са предметом истраживања и дали свој пристанак да учествују у њему. До укључивања у тренажни процес у клубу, испитаници нису били активни спортисти у спотовима у којима доминира издржљивост. На почетку експерименталног програма било је 25 испитаника. Током спровођења тренажног програма шест испитаника је било спречено да редовно долази на тренинге (најчешће због пословних путовања, прехлада или повреда).

4.3. Узорак варијабли

Узорак варијабли чине следеће варијабле:

- VO_{2max} – процењивао се на основу 20-метарског „Shuttle run“ теста.
- Темпо трчања на анаеробном прагу – процењивао се на основу теста трчања на 5km.
- Време на 5km – мерио се на тесту трчања максималним интензитетом на дистанци од 5km.
- Телесна маса, проценат телесне масти и мишићна маса - мерило се биоелектричном импедансом, модел In body 720.

Наведене варијабле су мерене пре и после тренажног процеса који је трајао 8 недеља. Основу тренажног програма чинило је трчање 3 пута недељно. Трајање појединачног тренинга је било у распону од 1h до 2h:30min.

4.3.1. Протокол „Shuttle run“ теста

Протокол „Shuttle run“ теста је детаљно описан у поглављу 2.2. (2.2.1.2.1.). Загревање приликом тестирања је подразумевало 5 минута вежби обликовња, затим 15 минута трчања у зони 1. Након тога испитаници су имали 3 минута да се припреме за почетак теста.

Формула која је коришћена у овом истраживању је $VO_{2max} = (V(km/h) \times 6.65 - 35.8) \times 0.95 + 0.182$ (Flouris, Metsios, Koutedakis, 2005) и рачуна се на основу достигнуте брзине на тесту.

4.3.2. Протокол теста трчања на 5km

Загревање подразумева 5 минута вежби обликовња, затим 15 минута трчања у зони 1. Након тога испитаници имају 3 минута да се припреме за почетак теста.

Испитаници трче 2,5km по равној стази до јасно обележеног окрета, а затим назад до линије са које су кренули. Време се мери од тренутка преласка стартне линије на почетку до тренутка преласка иза исте линије на крају трчања.

Резултат изражен у минутима на овом тесту се поредио са наредним на крају тренажног процеса, како би се одредио напредак тркача. Овим тестом се такође проценио темпо

трчања на анаеробном прагу, што је врло важно за одређивање зона интензитета тркача, а затим и формирање тренажног програма.

Темпо трчања на анаеробном прагу је израчунат на основу табеле и формуле коју је објавио Friel (1998, стр. 45). За резултате којих није било у табели (јер је време било спорије), темпо је израчунат на основу формуле истог аутора која се користи на једном од најквалитетнијих тренинг платформи на свету - Training peaks (<https://www.trainingpeaks.com/>).

4.3.3. Протокол мерења телесног састава биоелектричном импеданцом In body 720

Тестирање се радило у раним јутарњим часовима након првог мокрења и пре уноса течности и хране. Испитаници су били у антропометријској одећи, без металних детаља на себи.

Висина се мерила антропометром по Мартину на испитанику који је стојао у стандардном стојећем ставу на чврстој, хоризонталној подлози. Испитивач је стојао са леве стране испитаника, тако да му линија рамена испитаника сече грудну кост под правим углом. Антропометар се ставља иза леђа испитанику, вертикално, тако да је бар у једној тачки додиривао тело. Десном руком испитивач је држао антропометар тако да је палцем и кажипрстом померао клизни прстен, са остала три прста држао антропометар, а левом руком држао врх хоризонталне шипке тачно на средини темена испитаника. Читала се вредност и саопштавала записничару док је инструмент био на испитанику (Мацура, 2012, стр. 11).

Након измерене висине антропометром по Мартину, босим стопалом испитаник је стао на означена места на ваги и мировао док се није стабилизовала телесна маса на екрану. Након тога испитаник је узимао електроде у руке постављајући палац и длан на означена места. Зсузиман је усправан положај у опруженом ниском одручењу са погледом напред и благо навише. Испитаник је мировао док се нису очитали на екрану сви подаци. Након тога, испитаник је враћао електроде и силазио са ваге. Одштампани резултати (*слика 5*) су се даље анализирали.

I.D. Papić Ljubica (LB181128093316) AGE 23.0years HEIGHT 160.8cm GENDER Female DATE 2018/11/28 11:42:09

Body Composition Analysis						Nutritional Evaluation	
Component	Values	Total Body Water	Soft Lean Mass	Fat Free Mass	Weight	Normal Range	
I C W (l)	21.8	34.2	44.0	46.7	53.2	17.5 ~ 21.5	Protein <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Deficient
E C W (l)	12.8					10.8 ~ 13.2	Mineral <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Deficient
Protein (kg)	9.3					7.6 ~ 9.2	Fat <input type="checkbox"/> Normal <input checked="" type="checkbox"/> Deficient <input type="checkbox"/> Excessive
Mineral (kg)	3.16	NON-OSSEROUS: 2.29 OSSEOUS: 2.66				2.62 ~ 3.20	
Body Fat Mass (kg)	6.5					11.1 ~ 17.8	

Muscle-Fat Analysis						Weight Management							
	Under	Normal	Over	UNIT%	Normal Range								
Weight (kg)	35	70	85	100	115	130	145	160	175	190	205	47.3 ~ 63.9	Weight <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Under <input type="checkbox"/> Over
S M M (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	21.1 ~ 25.7	S M M <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Under <input checked="" type="checkbox"/> Strong
Body Fat Mass (kg)	40	60	80	100	180	220	280	340	400	460	520	11.1 ~ 17.8	Fat <input type="checkbox"/> Normal <input checked="" type="checkbox"/> Under <input type="checkbox"/> Over

Obesity Diagnosis						Obesity Diagnosis							
	Under	Normal	Over	Normal Range									
B M I (kg/m ²)	10	15	18.5	21	25.0	30	35	40	45	50	55	18.5 ~ 25.0	B M I <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Under <input type="checkbox"/> Over <input type="checkbox"/> Extremely Over
P B F (%)	0	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58	18.0 ~ 28.0	P B F <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Over <input type="checkbox"/> Extremely Over
W H R	0.85	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15	0.75 ~ 0.85	W H R <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Over <input type="checkbox"/> Extremely Over

Lean Balance						Body Balance								
	Under	Normal	Over	UNIT%	Segmental Edema	Edema								
Right Arm (kg)	40	60	80	100	120	140	160	180	200	0.324	0.371	0.41	0.40	Upper <input checked="" type="checkbox"/> Balanced <input type="checkbox"/> Slightly Unbalanced <input type="checkbox"/> Extremely Unbalanced
Left Arm (kg)	40	60	80	100	120	140	160	180	200	0.323	0.369	0.38	0.43	Lower <input checked="" type="checkbox"/> Balanced <input type="checkbox"/> Slightly Unbalanced <input type="checkbox"/> Extremely Unbalanced
Trunk (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	0.324	0.370	0.35	0.40	Upper-Lower <input checked="" type="checkbox"/> Balanced <input type="checkbox"/> Slightly Unbalanced <input type="checkbox"/> Extremely Unbalanced
Right Leg (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	0.320	0.366	0.33	0.38	
Left Leg (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	0.322	0.369	0.31	0.36	

Weight Control		Obesity Degree		Body Strength	
Target Weight	55.6kg	Obesity Degree	95.7% (90~110)	Upper	<input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Developed <input type="checkbox"/> Weak
Weight Control	2.4kg	Body Cell Mass	30.9kg (25.1 ~ 30.7)	Lower	<input type="checkbox"/> Normal <input checked="" type="checkbox"/> Developed <input type="checkbox"/> Weak
Fat Control	2.4kg	Bone Mineral Content	2.66kg (2.16 ~ 2.64)	Muscle	<input type="checkbox"/> Normal <input checked="" type="checkbox"/> Muscular <input type="checkbox"/> Weak
Muscle Control	0.0kg	Basal Metabolic Rate	1379kcal (1343~1166)		
Fitness Score	82Points	AC	26.7cm		
		AMC	22.9cm		

Visceral Fat Area

Impedance

Z	RA	LA	TR	RL	LL
1kHz	391.5	393.7	25.6	280.0	278.7
5kHz	382.5	386.1	24.7	274.3	273.4
50kHz	338.5	338.6	20.7	234.2	233.8
250kHz	300.6	302.2	16.9	206.7	206.2
500kHz	289.7	290.4	15.8	200.0	199.5
1MHz	280.8	280.8	15.0	195.7	194.9

Слика 5. Резултати мерења биоелектричном импеданцом, модел In body 720. Мерено у Београду на Факултету спорта и физичког васпитања.

4.4. Статистичка обрада података

Резултати истраживања обрађени су методама дескриптивне и компаративне статистике. Из области дескриптивне статистике урађене су мере централне тенденције (аритметичка средина) и мере дисперзије (стандардна девијација, минимална вредност, максимална вредност, интервал варијације и коефицијент варијације). Из области компаративне статистике урађен је t -тест за зависне узорке (*paired t-test*) како би се утврдила значајност разлика између иницијалног и финалног мерења, које су се јавиле као последица тренажног процеса.

5. РЕЗУЛТАТИ ИНИЦИЈАЛНОГ ТЕСТИРАЊА

У табели 2 су приказани дескриптивни статистички подаци (аритметичка средина – AVG, стандардна девијација – SD, минималан резултат - MIN, максималан резултат - MAX, интервал варијације - IV, коефицијент варијације – CV(%)) за варијабле: старост испитаника - starost, максимална потрошња кисеоника - VO₂max, резултат на тесту трчања од 5km – VR5km, темпо при анаеробном прагу - TAP, телесна маса – TM, масна компонента телесне композиције – masti и количина мишићне масе – mišići.

Табела 2. Резултати дескриптивне статистике свих варијабли на иницијалном мерењу.

varijabla	AVG	SD	MIN	MAX	IV	CV (%)
starost	43,84	6,71	33,00	59,00	26,00	15,31
VO ₂ max (ml/kg/min)	24,29	3,33	19,87	32,51	12,64	13,73
VR5km (min)	32,38	2,88	26,90	38,00	11,10	8,89
TAP (min/km)	6,86	0,55	5,80	7,93	2,13	8,06
TM (kg)	65,91	12,56	49,10	107,80	58,80	19,06
masti (%)	26,05	5,75	14,70	36,50	21,80	22,05
mišići (kg)	25,56	2,43	21,10	29,10	8,00	9,49

Просечна старост испитаника је $43,84 \pm 6,71$ година, са коефицијентом варијације 15,31%, што говори да је група била хомогена. Просечна вредност VO₂max-а на иницијалном тестирању је била $24,29 \pm 3,33$ ml/kg/min, док је коефицијент варијације 13,73%, што говори да је група била хомогена. Просечан резултат у тесту трчања на 5 km је био $32,38 \pm 2,88$ минута са коефицијентом варијације 8,89%, што даље показује да је група била изузетно хомогена. Просечна вредност темпа при анаеробном прагу је износила $6,86 \pm 0,55$ min/km са коефицијентом варијације 8,06%, што говори да је група била изузетно хомогена. Телесна маса испитаника је била $65,91 \pm 12,56$ kg, са коефицијентом варијације 19,06%; масна компонента је била $26,05 \pm 5,75$ %, са коефицијентом варијације 22,05%; количина мишићне масе је била $25,56 \pm 2,43$ kg, са коефицијентом варијације 9,49%. Према вредностима коефицијента варијације компоненти телесне композиције може се закључити да је група испитаника у варијаблима телесне масе и масне компоненте телесне композиције била хомогена, док је у варијабли количина мишићне масе група била изузетно хомогена.

6. РЕАЛИЗАЦИЈА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ПЛАНА И ПРОГРАМА

Експериментални план и програм, описан у табели 3, се реализовао у периоду од осам недеља. Овај период је обухватио последња два месеца шестомесечне припреме тркача за полумаратон у Београдском тркачком клубу. Експерименталном плану и програму је претходио микроциклус опоравка у коме су се вршила иницијална тестирања. Реализација експерименталног плана и програма, описаног у табели 3, је обухватила последњи мезоциклус припремног периода и такмичарски мезоциклус, након чега су следила финална тестирања.

Табела 3. Експериментални план и програм тренинга рекреативаца за полумаратон.

25.2.- 3.3.	40min	8x30s Z1-Z4, p 1min 30s Z1	45min	4x5min Z4, p 2min Z1	16km	Z1-Z2
4- 10.3.	35min	Z1-Z2	50min	3x6min Z3, p 2min Z1	60min	Z1-Z2
11- 17.3.	40min	4x1km Z4, p 1min hod, 1min Z1	55min	BRDA Z2-Z3	75min	5x(3min Z3, 3min Z4), p 1-3min Z1
18- 24.3.	40min	Z1-Z2	40min	Z1-Z2	18km	Z1-Z2
25- 31.3.	35min	6x1min Z4, p 2min Z1	50min	Z1-Z2	70min	Z1-Z2
1-7.4.	40min	6x45s Z1-Z4, p 1-2min Z1	55min	6x3min Z4, p 2min Z1	60min	Z1-Z2
8- 14.4.	40min	4x(2min Z3, 30s Z1, 30s Z4), p 1-2min Z1	30min	4x30s Z1-Z4, p 1min 30s Z1	21,1km	polumaraton
15- 21.4.	30min	Z1-Z2	30min	Z1-Z2	50min	Z1-Z2

У табели 3 болдирани бројеви и слова представљају укупан обим изражен у минутима или километрима, који је предвиђен за одређени тренинг. Скраћенице: Z - зона, p – пауза.

Први мезоциклус припада припремном периоду и чине га четири микроциклуса (траје четири недеље). Други мезоциклус припада такмичарском периоду и чине га такође четири микроциклуса. Последњи микроциклуси оба мезоциклуса су намењени опоравку (трчање у зонама 1 и 2).

Резултати истраживања докторске дисертације Стојиљковића (2003), која је обрађивала врло сличну тему, су показали да нема статистички значајних разлика између групе испитаника која је тренирала у зонама испод анаеробног прага и групе испитаника која је одређени обим тренинга трчала изнад анаеробног прага. Оба експериментална програма тренинга су имала приближно једноко дејство, тако да је закључак да рекреативци не морају да у свој тренажни процес укључују и трчање интензитетом изнад анаеробног прага, који свакако носи са собом већи ризик од повреда и претренираности. Из тих разлога, у експерименталном програму приказаном у табели 3, зоне интензитета које су се користиле на тренингу су се кретале од прве до четврте.

Тренинзи су се радили напољу. Сваки тренинг је састављен из четири фазе: уводна, припремна, главна и завршна фаза. Уводна фаза је трајала 10 минута и подразумевала вежбе обликовања у комбинацији са трчањем у месту уколико је било много хладно. Затим је следила припремна фаза која је подразумевала 15 минута трчања у зони 1. Од петог до десетог минута припремне фазе су се радиле вежбе технике (низак/средњи скип, бацавање једном/обема потколеницама, висок скип једном ногом, комбинација претходних вежби, затим дечији поскок и поскоци из скочног зглоба). Након ове фазе следи главна фаза тренинга која је описана у табели 3. Укупан обим предвиђен за одређени тренинг је подразумевао припремну и главну фазу заједно. Последњих пет минута главне фазе се интензитет поново враћа на зону 1, како би се спустио пулс и организам постепено довео до стања мировања. Након главне фазе је следила завршна која је подразумевала 10 минута растезања.

Врло често се у спорту дешава да „не иде све по плану“, тако да се тада тренинзи, па и читави микро и мезоциклуси (или чак целе сезоне) мењају и прилагођавају због различитих околности (уколико се неко разболи, повреди, итд.). У рекреацији су овакве околности много чешће, јер се тренирање дешава у току слободног времена, чији велики део, поред прехлада и повреда, заузму, породица, пријатељи или лоша организација. Из тих разлога испитаници су имали план и програм код себе, тако да су одрађивали домаће задатке уколико нису стигли на тренинг. Домаћи задаци су регистровани апликацијом „Strava” и послати тренеру (аутору овог рада) на увид. Тренер је бележио одрађене

тренинге за сваког појединаца посебно. На тај начин се може довести у везу и проценат одрађених тренинга од укупног броја тренинга, са променама у резултатима на финалним тестирањима.

Након истрчаног полумаратона уследио је прелазни период, у току којег су се вршила финална тестирања. Према студији Wiewelhove и сарадника (2018) код рекреативаца тркача који истрче полумаратонску трку, најмање 24 часа након тога трају симптоми умора. Међутим, зна се да се не опорављају сви системи истом брзином, тако да су се поновна тестирања вршила након једног микроциклуса опоравка. Ова студија је такође дошла до закључка да се субјективни осећај умора ефикасније може смањити потапањем тела у хладну воду и масажом, него пасивним опоравком, док активни опоравак може имати чак и неповољан ефекат.

7. РЕЗУЛТАТИ ФИНАЛНОГ ТЕСТИРАЊА

У табели 5 су приказани дескриптивни статистички подаци (аритметичка средина – AVG, стандардна девијација – SD, минималан резултат - MIN, максималан резултат - MAX, интервал варијације - IV, коефицијент варијације - CV (%)) за варијабле: максимална потрошња кисеоника - VO₂max, резултат на тесту трчања од 5km – VR5km, темпо при анаеробном прагу - TAP, телесна маса – TM, масна компонента телесне композиције – masti и количина мишићне масе – mišići.

Табела 4. Резултати дескриптивне статистике свих варијабли на финалном мерењу.

varijabla	AVG	SD	MIN	MAX	IV	CV(%)
VO ₂ max (ml/kg/min)	29,98	4,34	23,03	38,82	15,79	14,47
VR5km (s)	30,32	2,94	24,92	35,58	10,67	9,69
TAP (min/km)	6,46	0,57	5,42	7,47	2,05	8,80
TM (kg)	65,48	12,51	49,80	107,90	58,10	19,11
masti (%)	24,96	5,56	14,60	33,10	18,50	22,28
mišići (kg)	25,97	2,74	21,50	30,10	8,60	10,56

Просечна вредност VO₂max-а на финалном тестирању је била 29,98 ± 4,34 ml/kg/min, док је коефицијент варијације 14,47%, што говори да је група била хомогена. Просечан резултат у тесту трчања на 5 km је био 30,32 ± 2,94 минута са коефицијентом варијације 8,89%, што даље показује да је група била изузетно хомогена. Просечна вредност темпа при анаеробном прагу је износила 6,46 ± 0,57min/km са коефицијентом варијације 8,80%, што говори да је група била изузетно хомогена. Телесна композиција испитаника је: телесна маса: 65,48 ± 12,51kg, са коефицијентом варијације 19,11%, што говори да је група била хомогена; масне компоненте телесне композиције: 24,96 ± 5,56%, са коефицијентом варијације 22,28%; количина мишићне масе: 25,97 ± 2,74kg, са коефицијентом варијације 10,56%. Према вредностима коефицијента варијације компоненти телесне композиције може се закључити да је група испитаника у свим варијаблима била хомогена.

8. ПОРЕЂЕЊЕ РЕЗУЛТАТА ИНИЦИЈАЛНОГ И ФИНАЛНОГ МЕРЕЊА СА ДИСКУСИЈОМ

У табели 5 приказани су резултати t -теста за зависне узорке (аритметичка средина на иницијалном мерењу - AVG inicijalno; аритметичка средина на финалном мерењу - AVG finalno; вредност t -теста – t ; ниво значајности – p) варијабли функционалног система и телесног састава исте групе испитаника на иницијалном и финалном мерењу: VO_{2max} – максимална потрошња кисеоника; VR5km - резултат на тесту трчања од 5km; TAP - темпа трчања при анаеробном прагу; TM – телесне масе; masti – масне компоненте телесне композиције; mišići – количине мишићне масе.

Табела 5. Поређење резултата на иницијалном и финалном мерењу (t -тест).

varijabla	AVG inicijalno	AVG finalno	t	p
VO_{2max} (ml/kg/min)	24,29	29,98	-7,407494026	3,3144E-06 ***
VR5km (min)	32,38	30,32	5,77319	1,7992E-05 ***
TAP (min/km)	6,86	6,46	5,738709061	1,9329E-05 ***
TM (kg)	65,91	65,48	1,199866348	0,247657
masti (%)	26,05	24,96	2,582162627	0,021717 *
mišići (kg)	25,56	25,97	-2,612268269	0,020482 *

Статистичка значајност: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Код вредности максималне потрошње кисеоника резултати t -теста показују да је разлика између иницијалног и финалног мерења статистички значајна на нивоу значајности 0,001 ($p=3,3144E-06$). Код теста на 5km резултати t -теста показују да је разлика између иницијалног и финалног мерења времена за које се истрчала дистанца, статистички значајна на нивоу значајности 0,001 ($p=1,799E-05$). Такође, код теста на 5km резултати t -теста показују да је разлика између иницијалног и финалног мерења темпа на анаеробном прагу, статистички значајна на нивоу значајности 0,001 ($p=1,9329E-05$). Резултати t -теста телесне масе показују да нема статистички значајне разлике између иницијалног и финалног мерења ($p=0,247657$). Резултати t -теста масне компоненте телесне композиције показују да је разлика између иницијалног и финалног мерења статистички значајна на нивоу значајности 0,05 ($p=0,021717$). Исти ниво значајности показују резултати t -теста количине мишићне масе ($p=0,020482$).

Резултати овог истраживања су потврдили хипотезу да ће дати тренажни програм довести до статистички значајног повећања максималне потрошње кисеоника која је процењена “Shuttle run” тестом. Поређење резултата овог теста је показала промене на иницијалном и финалном мерењу на статистички највишем нивоу значајности. На иницијалном мерењу је просечан резултат износио 24,29 ml/kg/min, док је на финалном ова вредност износила 29,98 ml/kg/min. Резултат максималне потрошње кисеоника се поправио за 5,69 ml/kg/min (23,43%). Према нормама максималне потрошње кисеоника за жене ова промена указује на побољшање за чак два нивоа (<https://www.topendsports.com/testing/beepcalc.htm>, преузето 12.09.2019.). У докторској дисертацији Стојиљковића (2003) која је истраживала у овој области, такође осмонедељни програм припреме довео је до статистички значајних промена VO_{2max} -а са 52,08 на 57,06 ml/kg/min. Вредност VO_{2max} -а се повећала за 4,98 ml/kg/min, што показује нешто мањи напредак ових испитаника него код наше студије. Оваква разлика се може повезати са вишим резултатима VO_{2max} -а на иницијалном мерењу у студији Стојиљковића.

Може се рећи да су резултати промене VO_{2max} -а у нашој студији статистички значајни, јер се примењивао различит интензитет на тренингу трчања, од ниског до високог, са различитим обимима у једном тренажном микроциклусу. На овај начин су се испровоцирале различите адаптације организма на напор и резултирале напретком у варијаблама функционалног система испитаника.

Хипотеза да ће тренажни процес довести до статистички значајног смањења времена на трци од 5km је такође потврђена на статистички највишем нивоу значајности. На иницијалном мерењу је просечно остварено време на трци износило 32,38 минута, док је на финалном мерењу ова вредност износила 30,32 минута, што је за 2,06 минута брже (6,36%). Последица овог резултата је иста статистичка значајност повећања брзине трчања на анаеробном прагу који се рачунао на основу времена на трци од 5km. Темпо трчања на анаеробном прагу на иницијалном мерењу је износио 6,86 минута по километру, док је на финалном времену ова вредност износила 6,46 минута по километру, односно просечна вредност темпа се променила за 24 секунде по километру (5,83%). На дужим дистанцама ова разлика у промени темпа трчања на анаеробном прагу доводи до великих побољшања резултата.

У Стојиљковићевој (2003) докторској дисертацији резултат на филаном мерењу теста на 5km се поправио за 3 минута. Овај резултат показује нешто већи напредак од оног који је остварен у нашој студији, што одговара чињеници да се испитаници у Стојиљковићевом

истраживању нису активно бавили спортовима у којима доминира аеробна издржљивост, те је и њихов остварени напредак током осмонедељног програма већи. Такође, темпо трчања на анаеробном прагу се побољшао за 53 секунде (16%) по километру, што је више него дупло више од побољшања код наших испитаника и може се приписати истој чињеници. У студији Silve и сарадника (2017) период од четири недеље високо интензивног интервалног тренинга (НИТ - High-Intensity Interval Training) довео је до побољшања психолошких варијабли везаних за перформансе издржљивости, али није променио перцепцију напора, стратегију пејса (темпа) и укупни резултат на тесту трчања од 5km. Ово истраживање је обухватило дупло краћи временски период од нашег, али ипак показује да тренинзи високог интензитета не доводе нужно до побољшања резултата у спортовима издржљивости. Hottenrott-a, Ludyga и Schulze (2012) су у својој студији, која је такође истраживала простор промена у организму тркача рекреативаца под утицајем тренажног процеса за полумаратон (у трајању од дванаест недеља), закључили да су кратки, интензивни тренинзи издржљивости од око 30min ефикасни у побољшању аеробне кондиције код тркача рекреативаца. Интензитет који рекреативац може да одржава 30min се користио у нашем истраживању, тако да се може рећи да је план и програм нашег истраживања прилагођен рекреативцима и њиховом побољшању функционалних способности.

Резултати овог истраживања не потврђују хипотезу да ће доћи до статистички значајног смањења телесне масе. Просечне вредности телесне масе су остале на приближно истом нивоу на оба мерења. Овакве резултате објашњава утицај исхране на варијаблу телесне масе, која се притом није контролисала нити на неки начин мерила. Међутим, код телесног састава дошло је до статистички значајних промена процента телесних масти, те је та хипотеза потврђена. Процент масти на иницијалном мерењу је износио 26,05, док је на финалном мерењу ова вредност износила 24,96, што показује разлику од 1,09 процената. У Стојиљковићевој (2003) докторској дисертацији дошло је до смањења масног ткива за 0,8 процената, што показује мањи напредак у односу на нашу студију. Овакав однос је и очекиван, јер је вредност процента масти на иницијалном мерењу наших испитаника била далеко већа. Хипотеза да ће доћи до смањења количине мишићне масе није потврђена. Резултати указују да је дошло и до статистички значајних промена мишићне масе у смеру повећања (1,6%), док је у Стојиљковићевој (2003) докторској дисертацији тренажни процес довео до статистички значајног смањења мишићног ткива у килограмима, али је у процентима повећано за 0,5% у односу на телесну масу. Ови резултати показују да је код испитаника у нашем истраживању дошло до прерасподеле

телесног састава, где се на рачун смањења масне компоненте повећала количина мишићне масе. Наравно, повећање мишићне масе указује да су тркачи упоредо радили и вежбе за развој снаге, међутим њихов обим и интензитет није праћен у овом истраживању. Прерасподела која је добијена уствари је била и главни циљ утицаја датог тренажног процеса на телесни састав.

Истраживање у склопу дипломског рада Велимировића (2015) обрађивао је врло сличну тему. Овај рад је истраживао промене функционалних способности кардиоваскуларног система и антропометријских димензија (телесне масе, обима и индекса телесне масе) под утицајем тренажног процеса за полумаратон, такође у области рекреације. Тренажни процес је трајао дванаест недеља и обухватао је тренинге трчања три пута недељно и вежбе за развој снаге у теретани. Тренажни процес је довео до статистички значајних промена код свих праћених варијабли, док у резултатима наше студије нема статистички значајне промене у телесној маси испитаника. Може се довести у везу дужина трајања тренажног процеса са разликама у резултатима поређења телесне масе у истраживању Велимировића и у нашем раду.

9. ЗАКЉУЧАК

Експериментални план и програм тренинга у трајању од осам недеља, статистички значајно је утицао на побољшање свих праћених варијабли, чиме су потврђене све хипотезе истраживања, осим две: хипотезе која предвиђа смањење телесне масе испитаника и оне која предвиђа да ће бити промене у мишићној маси испитника у смеру смањења. Максимална потрошња кисеоника се повећала за 23,43%. Резултат на 5km трчања се побољшао за 2,06 минута, односно 6,36%. Темпо трчања на анаеробном прагу се побољшао за 5,83%. Маса масне компоненте се смањила за 1,09%, док се истовремено мишићна маса повећала за 1,6%. Узимајући у обзир да су ови рекреативци тренирали по истом типу тренинга најмање претходних десет месеци, може се рећи да је напредак који су остварили за осам недеља изузетно велики.

Сprovedени програм може се применити и у раду са другим рекреативцима, са неопходним изменама у зависности од њихове почетне припремљености. Може се рећи да су недостаци овог истраживања то што није праћена исхрана, као ни обим и интензитет вежби снаге испитаника, које могу у одређеној мери допринети оваквим резултатима. Наредна истраживања би требало да обухвате и утицај ових животних навика испитаника упоредо са тренажним процесом за развој издржљивости.

10. ЛИТЕРАТУРА

1. Велимировић, М. (2015). *Промене функционалних способности кардиоваскуларног система под утицајем поступка припреме за трчање полумараотна спортских рекреативаца* (Завршни рад). Факултет спорта и физичког васпитања, Београд.
2. Димитријевић, М. (2015). *Компаративна анализа теренских и лабораторијског теста за процену издржљивости* (Мастер рад). Факултет спорта и физичког васпитања, Београд.
3. Јаковљевић, Д.К. (2016). Методе за процену телесне композиције. *Praxis Medica*. 45(3/4), 71-77.
4. Јовановић, Г. (1999). *Пулсметри у пракси*. Котор: БК „Котор“.
5. Јухас, И., Репић-Ђујић, В. (2016). *Маратон за жене у Србији*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитета у Београду.
6. Кукољ, М. (2006). *Антропомоторика*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду.
7. Мацура, М. (2012). *Биологија развоја човека са основама спортске медицине, практикум*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања.
8. Николић, З. (2003). *Физиологија физичке активности*. Београд: ФСФВ.
9. Обрадовић, Н. (2017). *План и програм тренинга у припреми тркача за циљано такмичење у полумаратону* (Завршни рад). Факултет спорта и физичког васпитања, Београд.
10. Папић, Љ., Стојиљковић, С., Копривица, В., Марковић, Б. (2018). Периодизација развоја издржљивости у припреми рекреативаца за први полумаратон. *Зборник радова: Међународна научна конференција „Ефекти примене физичке активности на антрополошки статус деце, омладине и одраслих“*, Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, Београд, стр. 41-54.
11. Премовић, Ђ. (2019). *Тестови за пројену физичких способности и тјелесне структуре одраслих особа у функцији њиховог здравља* (Мастер рад). Факултет спорта и физичког васпитања, Београд.
12. Стефановић, Ђ., Јухас, И., Јанковић, Н. (2008). *Теорија и методика атлетике*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања.
13. Стојиљковић, С. (2003). *Ефекти тренинга трчања у различитим зонама интензитета у односу на анаеробни праг*. (Докторска дисертација). Факултет спорта и физичког васпитања, Београд.

14. Стојиљковић, С. (2005). *Ефекти трчања у различитим зонама интензитета*. Београд: Задужбина Андрејевић.
15. Стојиљковић, С., Митић, Д., Мандарић, С., Нешић, Д. (2012). *Персонални фитнес*. Београд: Факултет спорта и физичког васпитања и аутор.
16. Угарковић, Д.Ј. (2001). *Основи спортске медицине*. Београд: Виша кошаркашка школа.
17. Фратрић, Ф. (2006). *Теорија и методика спортског тренинга*. Нови Сад: Покрајински завод за спорт.
18. American College of Sports Medicine (2017). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, tenth edition*, Wolters Kluwer - Lippincott.
19. Benardot, D. (2010). *Napredna sportska ishrana*. Beograd: Data status.
20. Bompa, T.O. (2009). *Periodizacija, Teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Gopal.
21. Buresh, R. (2018). Should Body Size Categories Be More Common in Endurance Running Events? *Current Sports Medicine Reports*. 17(5), 159–162.
22. Canino, M.C., Cohen, B.S., Redmond, J.E., Sharp, M.A., Zambraski, E.J., Foulis, S.A. (2018). The Relationship Between Soldier Performance on the Two-Mile Run and the 20-m ShuttleRunTest. *Mil Med*. 183(5-6):e182-e187.
23. Canova, R., Arcelli, E. (2001). *Trening za maraton*. Zagreb: Gopal.
24. Chen, Y.C., Tsai, J.C., Liou, Y.M., Chan, P. (2017). Effectiveness of endurance exercise training in patients with coronary artery disease: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 16(5):397-408.
25. Flouris, A.D., Metsios, G.S., Koutedakis, Y. (2005). Enhancing the efficacy of the 20 m multistage shuttle run test. *Br J Sports Med*. 39(3):166-70.
26. Friel, J. (1998). *The Triathlete's Training Bible*. Velo Press, Boulder, Colorado.
27. Galloway, J. (2003). *Od jogginga do maratona*. Zagreb: Gopal.
28. Haff, G.G., Triplett, N.T. (2017). *Osnove treninga snage i kondicionog treninga*. Beograd: Data Status.
29. Hottenrott, K., Ludvga, S., Schulze, S. (2012). Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. *J Sports Sci Med*. 11(3):483-8.
30. Hottenrott, K., Ludyga, S., Schulze, S. (2012). Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. *J Sports Sci Med*. 11(3):483-8.
31. Isurin, V. (2009). *Blok periodizacija: Prekretnica u sportskom treningu*. Beograd: Data Status.

32. Kenneally, M., Casado, A., Santos-Concejero, J. (2018). The Effect of Periodization and Training Intensity Distribution on Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *Int J Sports Physiol Perform.* 13(9):1114-1121.
33. Mayorga-Vega, D., Aguilar-Soto, P., Viciano J. (2015). Criterion-Related Validity of the 20-M Shuttle Run Test for Estimating Cardiorespiratory Fitness: A Meta-Analysis. *J Sports Sci Med.* 14(3):536-47.
34. Mujika, I. (2009). *Tapering and Peaking for Optimal Performance.* Human kinetics, Champaign, IL.
35. Seiler, S., Tønnessen, E. (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*, vol. 13, pp. 32-53.
36. Sierra, A.P., Benetti, M., Ghorayeb, N., Sierra, C., Bastos, F.C., Junior, A.R., Peduti Dal Molin Kiss, M.A. (2015). Analysis of Participation and Performance in Half Marathon Runners. *Journal of Sports Science* 3. 96-104.
37. Silva, R., Damasceno, M., Cruz, R., Silva-Cavalcante, M.D., Lima-Silva, A.E., Bishop, D.J., Bertuzzi, R. (2017). Effects of a 4-week high-intensity interval training on pacing during 5-km running trial. *Braz J Med Biol Res.* 50(12):e6335.
38. Tomkinson, G.R., Lang, J.J., Blanchard, J., Léger, L.A., Tremblay, M.S. (2019). The 20-m Shuttle Run: Assessment and Interpretation of Data in Relation to Youth Aerobic Fitness and Health. *Pediatr Exerc Sci.* 31(2):152-163.
39. Town, S., Kearney, T. (1994). *Swim, bike, run.* Human Kinetics, Champaign, Illinois.
40. Trew, S. (1998). *Triathlon – Achieving your personal best.* Autorsko izdanje.
41. Välimäki, I.A., Vuorimaa, T., Ahotupa, M., Vasankari, T. (2016). Effect of Continuous and Intermittent Exercises on Oxidised HDL and LDL Lipids in Runners. *Int J Sports Med.* 37(14):1103-1109.
42. Wiewelhoeve, T., Schneider, C., Döweling, A., Hanakam, F., Rasche, C., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., Ferrauti, A. (2018). Effects of different recovery strategies following a half-marathon on fatigue markers in recreational runners. *PLoS One.* 13(11):e0207313.
43. <http://www.bgdmarathon.org/rezultati.aspx>, преузето 20.06.2019.
44. <https://www.topendsports.com/testing/beepcalc.htm> преузето 06.08.2019.
45. <https://www.physiosupplies.eu/inbody-720> преузето 10.09.2019.
46. <https://www.trainingpeaks.com/> преузето 11.09.2019.