

# Fiziološka prilagodba i učinci intervalnog metaboličkog treninga visokog intenziteta

---

Sitaš, Barbara

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki fakultet Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:265:536752>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-05-07**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Kinesiology Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Kineziološki fakultet Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Barbara Sitaš

**FIZIOLOŠKA PRILAGODBA I UČINCI INTERVALNOG  
METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA**

Završni rad

Osijek, 2022.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Kineziološki fakultet Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

Barbara Sitaš

**FIZIOLOŠKA PRILAGODBA I UČINCI INTERVALNOG  
METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA**

Završni rad

JMBAG: 0267043352

e-mail: [bsitas@kifos.hr](mailto:bsitas@kifos.hr)

Mentor: Doc. dr. sc. Danijela Kuna

Osijek, 2022.

University Josip Juraj Strossmayer of Osijek Faculty of Kinesiology Osijek  
Undergraduate university study of Kinesiology

Barbara Sitaš

**PHYSIOLOGICAL ADAPTATION AND EFFECTS OF  
INTERVAL METABOLIC TRAINING OF HIGH INTENSITY**

Undergraduate thesis

Osijek, 2022.

## IZJAVA

### **O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA**

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Kineziološki fakultet Osijek, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0. Hrvatska*.
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Kineziološkog fakulteta Osijek, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, NN br. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 02/07, 46/07, 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15).
4. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

**Ime i prezime studenta/studentice:** Barbara Sitaš

**JMBAG:** 0267043352

**e-mail za kontakt:** [bsitas@kifos.hr](mailto:bsitas@kifos.hr)

**Naziv studija:** Preddiplomski sveučilišni studij Kineziologija

**Naslov rada:** Fiziološka prilagodba i učinci intervalnog metaboličkog treninga visokog intenziteta

**Mentorica završnog rada:** doc. dr. sc. Danijela Kuna

U Osijeku, 22.9.2022. godine



Potpis

## **Fiziološka prilagodba i učinci intervalnog metaboličkog treninga visokog intenziteta**

### **SAŽETAK**

Redovitom tjelesnom aktivnošću može se smanjiti štetni utjecaj suvremenog načina života, poboljšati kvaliteta života i unaprijediti sveukupno zdravlje i tjelesna kondicija. Pravilno usmjereni, dobro dozirani i stručno vođeni programi treninga najsigurniji su put ka očuvanju i unaprjeđenju cjelokupnog tjelesnog fitnesa i zdravstvenog statusa. Intervalni metabolički trening visokog intenziteta odlična je metoda koja utječe na poboljšanje aerobne i anaerobne sposobnosti, smanjenje kardio-metaboličkih čimbenika rizika te sastav tijela. To je ponavljanja izvedba relativno kratkih intervala rada visokog intenziteta, razmaknutih s intervalima rada niskog intenziteta ili intervalima odmora, pri čemu isti ne omogućavaju potpuni oporavak. Optimalni odabir metode intervalnog treninga visokog intenziteta uvjetuje poznavanje fizioloških i mehaničkih zahtjeva sporta. Ovaj rad primarno se odnosi na teorijsko razmatranje intervalne metode treninga za razvoj anaerobne izdržljivosti. Poznavanje fiziološke podloge odgovora organizma na intervalni metabolički trening visokog intenziteta, kao i specifičnosti metoda treninga, te zona opterećenja ključni su elementi kojim će se ovaj rad baviti.

**Ključne riječi:** Tjelesno vježbanje, intervalni trening, akutne reakcije

## **Physiological adaptation and effects of interval metabolic training of high intensity**

### **ABSTRACT**

Regular physical activity can reduce the harmful impact of the modern lifestyle, improve the quality of life and improve overall health and physical condition. Properly directed, well-dosed and expertly managed training programs are the surest way to preserve and improve overall physical fitness and health status. Interval metabolic training of high intensity is an excellent method that affects the improvement of aerobic and anaerobic capacity, reduction of cardio-metabolic risk factors and body composition. It is the repeated performance of relatively short intervals of high-intensity work, separated by intervals of low-intensity work or rest intervals, whereby they do not allow for full recovery. The optimal selection of a high-intensity interval training method requires knowledge of the physiological and mechanical demands of the sport. This paper primarily refers to the theoretical consideration of the interval training method for the development of anaerobic endurance. Knowledge of the physiological basis of the body's response to high-intensity interval metabolic training, as well as the specificity of training methods and load zones are the key elements that will be dealt with in this work.

**Keywords:** Physical exercise, interval training, acute reactions

## SADRŽAJ

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                                                                                                 | 1  |
| 1. ANAEROBNI TRENING IZDRŽLJIVOSTI.....                                                                                       | 2  |
| 2. OSNOVNI CILJ METABOLIČKOG INTERVALNOG TRENINGA VISOKOG<br>INTENZITETA.....                                                 | 4  |
| 3. VRSTE INTERVALNOG METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG<br>INTENZITETA.....                                                        | 6  |
| 3.1. KRATKI RADNI INTERVALI .....                                                                                             | 8  |
| 3.2. DUGI RADNI INTERVALI.....                                                                                                | 8  |
| 3.3. INTERVALNI TRENING SPRINTA .....                                                                                         | 9  |
| 3.4. PONAVLJANI TRENING SPRINTA .....                                                                                         | 10 |
| 4. ZONE AKTIVIRANJA ENERGETSKIH TRENAŽNIH PROCESA.....                                                                        | 10 |
| 6. PROGRAMIRANJE INTERVALNOG METABOLIČKOG TRENINGA<br>VISOKOG INTENZITETA.....                                                | 12 |
| 7. FIZIOLOŠKI ODGOVOR NA INTERVALNI METABOLIČKI TRENING<br>VISOKOG INTENZITETA.....                                           | 15 |
| 7.1. UČINCI METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA NA<br>VOLUMEN I SASTAV TIJELA .....                                     | 16 |
| 7.2. UČINCI METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA NA<br>KARDIO-METABOLIČKI SASTAV .....                                   | 17 |
| 7.3. UČINCI METABOLIČKOG INTERVALNOG TRENINGA VISOKOG<br>INTENZITETA NA ČIMBENIKE RIZIKA OD KARDIOVASKULARNIH<br>BOLESTI..... | 18 |
| 7.4. UČINCI DUGIH INTERVALA NA VELIČINU I SASTAV TIJELA<br>ODRASLIH OSOBA .....                                               | 19 |
| 8. UTJECAJ INTERVALNOG TRENINGA NA NEKE FIZIOLOŠKE PARAMETRE<br>U ORGANIZMU .....                                             | 20 |
| 9. ZAKLJUČAK .....                                                                                                            | 22 |
| 10. LITERATURA.....                                                                                                           | 23 |

## 1. UVOD

U današnje vrijeme veliki naglasak se stavlja na unaprjeđenje zdravstvenog fitnesa koji smanjuje rizik od razvoja i nastanka koronarnih bolesti. U odnosu na druge motoričke sposobnosti, razvoj funkcionalnih sposobnosti najviše utječe na opće zdravstveno stanje organizma. Pod tim se primarno podrazumijeva pozitivni utjecaj treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti na razvoj i rad unutarnjih organa, hormonalnog i lokomotornog sustava. Takve vrste treninga jačaju zdravlje, otpornost organizma i dovode do brojnih pozitivnih promjena u srcu uslijed čega se preveniraju bolesti kardio-vaskularnog sustava. Osim toga, poboljšava se efikasnost organizma u fizičkom, ali i psihičkom kontekstu. U estetskom smislu prednosti aerobnog i anaerobnog treninga se ogledaju u postizanju željenog smanjenja potkožne masti, sprječavanju nastanka celulita, oblikovanju željenih kontura tijela te u održavanju mladenačkog izgleda kože.

Aerobne i anaerobne sposobnosti su međusobno ovisne jer bez razvoja aerobnih nema mogućnosti da određena osoba manifestira i razvije anaerobne. Aerobna izdržljivost definira se kao sposobnost sustava za transport i iskorištavanje kisika i mišićnog sustava da dopremi i u biokemijskim procesima za proizvodnju energije iskoristi kisik radi obavljanja mišićnog rada. S druge strane, anaerobna izdržljivost se definira kao sposobnost organizma da iskoristi glikolitičke izvore u anaerobnoj proizvodnji energije za obavljanje mišićnog rada i da pri tome efikasno tolerira biokemijske promjene koje nastaju u mišićnoj stanici (Sekulić, 2016). Zbog ovih različitosti, u sustavu aerobnog i anaerobnog režima rada, razlikuju se analize stanja aerobnih u odnosu na analizu stanja anaerobnih funkcionalnih sposobnosti. Unutar metoda treninga izdržljivosti, posebno mjesto zauzima intervalna metoda treninga koju karakterizira izmjena intervala rada i odmora, pri čemu intervali odmora ne omogućavaju potpuni oporavak.

Glavni cilj ovog rada odnosi se na teorijsko razmatranje intervalne metode treninga za razvoj anaerobne izdržljivosti. Poznavanje fiziološke podloge odgovora organizma na intervalni metabolički trening visokog intenziteta, kao i specifičnosti metoda treninga, te zona opterećenja ključni su elementi koji će se obraditi u ovome radu.

## 2. ANAEROBNI TRENING IZDRŽLJIVOSTI

U širem smislu, izdržljivost se definira kao sposobnost provođenja aktivnosti u dužem vremenskom periodu bez sniženja razine njene efikasnosti (Prskalo, 2004). U užem smislu, aerobna izdržljivost se definira kao sposobnost sustava za transport i iskorištavanje kisika, te mišićnog sustava, da dopremi i u bio-kemijskim procesima za proizvodnju energije iskoristi kisik radi obavljanja mišićnog rada. S druge strane, anaerobna izdržljivost se definira se kao sposobnost organizma da iskoristi glikolitičke izvore u anaerobnoj proizvodnji energije za obavljanje mišićnog rada i da pri tome efikasno tolerira biokemijske promjene koje nastaju u mišićnoj stanici (Sekulić, 2015). U vezi s navedenim, trening izdržljivosti se dijeli na aerobni i anaerobni trening. Aerobni trening se provodi uz pomoć cikličkih aktivnosti koje uključuju velike mišićne grupe i pri kojima je metabolizam resinteze adenozin trifosfata (ATP-a) dominantno (>50%) oksidativnog – aerobnog karaktera. Anaerobni trening se provodi uz pomoć cikličkih i acikličkih aktivnosti koje uključuju velike mišićne grupe i pri kojima je metabolizam resinteze ATP-a dominantno (>50%) anaerobnog (fosfatnog i glikolitičkog) karaktera.

Metode treninga koje se primjenjuju u svrhu unapređenja izdržljivosti su: kontinuirana metoda – nema prekida u radu, niti promjene intenziteta rada, diskontinuirana – nema prekida u radu, ali postoje promjene u intenzitetu rada, intervalna metoda - izmjena intervala rada i odmora, pri čemu intervali odmora ne omogućavaju potpuni oporavak i metoda ponavljanja - izmjena intervala rada i odmora, pri čemu intervali odmora omogućavaju potpuni oporavak (Sekulić, 2016). Intervalni trening visokog intenziteta je ponavljana izvedba relativno kratkih intervala rada visokog intenziteta, razmaknutih s intervalima rada niskog intenziteta ili intervalima odmora, pri čemu isti ne omogućavaju potpuni oporavak.

Razlikuju se dugi intervali od 45 sec do 5-6 min, kratki intervali 10-45 sec, intervalni trening sprinta 20-30 sec te ponavljani trening sprinta manje od 10 sec, (Zapata-Lamana i sur., 2019). Intervalni trening visokog intenziteta u sportu se primjenjuje radi poboljšanja sportske izvedbe, odnosno aerobne i anaerobne sposobnosti, dok se u fitnessu ponajprije primjenjuje radi poboljšanja aerobne sposobnosti, glavnog markera tjelesnog zdravlja, i smanjenja kardio-metaboličkih čimbenika rizika te promjene sastava tijela.

Anaerobne funkcionalne sposobnosti definirane su kao sposobnosti organizma da iskoristi glikolitičke izvore u anaerobnoj proizvodnji energije za obavljanje mišićnog rada i da efikasno tolerira biokemijske promjene koje pri tom nastaju u mišićnoj stanici (Sekulić i Metikoš, 2007). Anaerobni prag je najveća doza koncentracije mliječne kiseline u krvi tijekom trenažne aktivnosti, pri kojoj aerobni energetske procesi održavaju tu koncentraciju stalnom. Drugim riječima, anaerobni prag izražava najveći intenzitet aktivnosti u kojoj brzina stvaranja piruvata ne prelazi brzinu oksidativne fosforilacije (Heimer i Jaklinović-Fressl, 2006). To znači da za intenzivnu aktivnosti tijelo iskorištava anaerobne energetske kapacitete (adenozin-tri-fosfat, kreatin-fosfat, glikogen), a nusprodukt je povećana koncentracija mliječne kiseline i kisikov dug poznati pod pojmom EPOC-a (excess post-exercise oxygen consumption).

Umor koji se javlja kod sportaša ovisi o razini treniranosti i njegovom fiziološkom odgovoru, zbog čega je potrebno: podignuti funkcionalne mogućnosti fosfagenog energetske kapaciteta, usavršiti glikolitički energetske proces za izvođenje aktivnosti submaksimalnog i maksimalnog intenziteta te povećati efikasnost živčano-mišićnih struktura u specifičnim kisikova duga i povećane koncentracije laktata (Bangsbo, 2007).

Pravilno programiran anaerobni trening osigurava više značajnih efekata. Willmore i Costill (2004) navode najvažnije funkcionalne učinke intervalnog metaboličkog treninga visokog intenziteta, a to su:

- povećanje fosfagenih i glikolitičkih anaerobnih pričuva,
- povećanje količine mišićnih enzima koji sudjeluju u anaerobnim procesima,
- veća sinkronizacija živčano-mišićnog i energetske sustava,
- povećanje tolerancije na laktate i njihovo uklanjanje.

### **3. OSNOVNI CILJ METABOLIČKOG INTERVALNOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA**

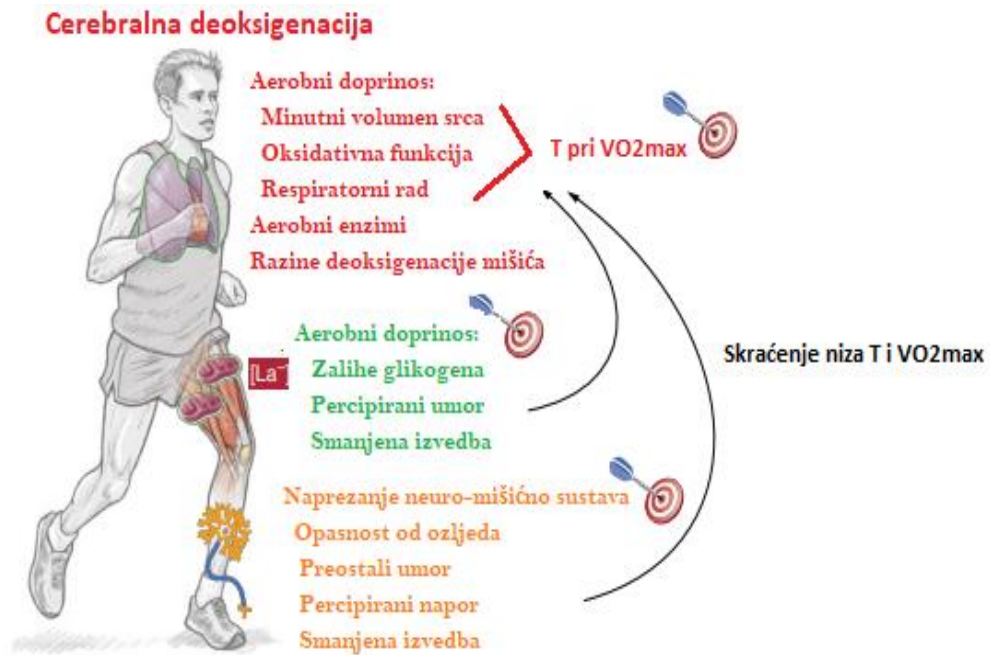
Intervalni metabolički trening visokog intenziteta izaziva vrlo visok postotak podražaja submaksimalnog i maksimalnog opterećenja. Rad u ovoj vrsti treninga omogućuje regrutiranje velikih motoričkih jedinica (mišića tipa II vlakna) i postizanje maksimalne brzine ventilacije i minutnog volumena srca, što, zauzvrat, poboljšava oksidativne procese i time povećava maksimalan primitak kisika (Milanović, 2013). Generalni cilj metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta je poboljšanje učinkovitosti aerobnih i anaerobnih funkcionalnih sposobnosti.

Pokazalo se da metabolički trening visokog intenziteta povećava aerobnu i anaerobnu izvedbu unutar kratkog vremena (Bayati i sur., 2011; Hazell i sur., 2010) te rezultira fiziološkim dobrobitima uključujući poboljšanja aerobnog kapaciteta, kardiorespiratorne kondicije, tolerancije glukoze, izdržljivosti vježbanja, oksidativnog kapaciteta skeletnih mišića, sadržaja glikogena i smanjenja stope proizvodnje laktata i iskorištavanja glikogena (Gibala i sur., 2010; Nybo i sur., 2010). Ova vrsta treninga ima pozitivni utjecaj na aerobne sposobnosti, respiratorni sustav te maksimalni primitak kisika u jedinici vremena (Weston i sur., 2014).

Na slici su prikazani ciljevi važni za intervalni metabolički trening visokog intenziteta. Kao što je prikazano, postoje fiziološke reakcije koje su nastale kao rezultat metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta, a to su promjene aerobnog sustava ili anaerobnog glikolitičkog sustava te promjene neuromuskularnog sustava. Ova vrsta treninga djeluje na poboljšanje tolerancije laktata u krvi te odgađanje pojave umora, zbog čega sportske performanse postaju bolje. Kod promjena neuromuskularnog sustava smanjuje se opasnost od ozljeda, odgađa se umor te se smanjuje percipirani napor.

## Slika 1

*Ključni strukturni i metabolički ciljevi važni za intervalni metabolički trening visokog intenziteta (Laursen i sur., 2019)*



#### **4. VRSTE INTERVALNOG METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA**

Za precizno programiranje metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta potrebno je poznavati vježbačev intenzitet u kojemu on postiže svoj maksimalni kardiorespiratorni napor (Milanović, 2013). Nakon utvrđivanja inicijalnog stanja sportaša započinje se sa progresivnim testom opterećenja, to su najčešće monostrukturne ciklične aktivnosti kao što su trčanje i biciklizam.

Na temelju tih rezultata programira se metabolički intervalni trening visokog intenziteta. Fiziološkom analizom procjenjuje se dominacija energetskog aerobnog, anaerobnog, fosfagenog i anaerobnog glikolitičkog mehanizma tijekom izvedbe određenih sportskih aktivnosti. U svrhu definiranja fiziološkog opterećenja organizma, najčešće se koriste fiziološke varijable poput koncentracije laktata u krvi (La), frekvencije srca (FS), apsolutni ( $VO_{2max}$ ) i relativni ( $RVO_{2max}$ ) primitak kisika, te subjektivna procjena opterećenja (SPO) (Jacobs, 1986).

Intervalni metabolički trening visokog intenziteta se može podijeliti prema djelovanju na ljudski organizam, a to su:

- metabolički intervalni trening - utječe na povećanje tolerancije na laktate i vitalnih kapaciteta
- energetski intervalni trening - usmjeren na poboljšanje C-reaktivnog proteina, aerobnih kapaciteta i anaerobne glikolize
- živčano – mišićni trening - odnosi se na poboljšanje efikasnosti živčanog sustava, mišićne aktivacije i mišićne uzbuđenosti.

Prema duljini trajanja radnih intervala, postoje različite vrste metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta koji će ukratko biti opisani u nastavku rada, a prema Bucheitu (2013) se dijele na: duge intervale, kratke intervale, intervalni trening sprinta te ponavljani trening sprinta (Slika 2).

## Slika 2

*Klasifikacija metaboličkog treninga visokog intenziteta (Bucheit, 2013)*



#### **4.1. KRATKI RADNI INTERVALI**

Kratki radni intervali su intervali kraći od 1 minute. Obično se izvode od 100% do 130% maksimalne frekvencije srca. Razlikuju se tri varijacije: kratki intervali s aktivnim odmorom, kratki intervali s pasivnim odmorom i tempo trčanje. Nakon formiranja kratkih intervala, nakon prilagodbe organizma, potrebno je povećati intenzitet tako da se: poveća broj ponavljanja u seriji, smanji odmor između intervala (od 30 sekundi rada do 30 sekundi odmora, na 30 sekundi rada do 20 sekundi odmora) ili produži trajanje radnog intervala (na primjer sa 15 sekundi rada 15 sekundi odmora na 20 sekundi rada i 15 sekundi odmora), poveća intenzitet u fazi aktivnog oporavka (npr. s 45% na 55%) ili poveća intenzitet radnog intervala.

Primarni cilj ovakvih vrsta treninga u atletskim sprinterskim disciplinama je podizanje razine anaerobnog praga, dok je primjerice u momčadskim sportovima glavni cilj ovakve vrste treninga priprema sportaša za brze reakcije u situacijskim uvjetima gdje do izražaja dolaze izmjena naglih kratkih ubrzanja i odmora.

#### **4.2. DUGI RADNI INTERVALI**

Dugi intervali su intervali duži od 1 minute, obično se izvode od 80% do 105% maksimalne frekvencije srca. Pasivni dugi intervali (PLI) imaju pasivnu pauzu između intervala. Tijekom te pauze, sportaši mogu stajati ili hodati. Ovaj pasivni prekid omogućuje malo veći intenzitet u usporedbi s dugom aktivnom pauzom intervalima. Dugi aktivni intervali uključuju aktivno razdoblje oporavka u kojem sportaš treba (u ovom slučaju) trčati na 50-70% maksimalne frekvencije srca.

Nakon određenog vremena potrebno je povećati intenzitet tako da se poveća ukupno trajanje povećanjem broja ponavljanja u seriji (npr. od 10x1min do 15x1min), poveća ukupno trajanje povećanje broja serija (npr. od 2x8x1min do 3x6x1min), smanji vrijeme oporavka između intervala (npr. od 1 minute rada do 1 minute odmora, na 1 minuta rada do 45 sekundi odmora), produži trajanje radnog intervala (npr. s 1 minute rada i 1 minute odmora, na 1:15 rada 1 min odmora) te poveća intenzitet u fazi aktivnog oporavka. Primarni cilj za ovu vrstu intervala je razvoj brzinske izdržljivosti i poboljšanje tolerancije na laktate.

### 4.3. INTERVALNI TRENING SPRINTA

Intervalni trening sprinta označava vrstu treninga u kojem dominira trčanje u cijelosti dulje od 15-20 sekundi. Neki treneri ovu vrstu treninga nazivaju proizvodnjom laktata ili treningom tolerancije na laktate, ali u atletskim krugovima te se metode obično nazivaju specifičnom izdržljivošću ili intenzivnim tempom, no terminologija se dosta razlikuje jer se ciljevi ovih treninga razlikuju među trenerima. Kada je u pitanju metabolički trening visokog intenziteta, u njega se može svrstati intervalni trening sprinta (SIT). Intervalni trening sprinta se sastoji od dvije vrste: intenzivne i ekstenzivne varijacije.

Intenzivni intervalni trening sprinta uistinu je sveobuhvatni sprint, koji se izvodi od 15 do čak 45 sekundi sa gotovo potpunim oporavkom između radnih serija. U atletskim krugovima ova se vrsta vježbanja obično naziva specifična izdržljivost, ali radi se s potpunim oporavkom između ponavljanja (na primjer 15 sekundi radnog intervala bi uključivalo 8 minuta do 22 minute odmora), što označava udio radnog intervala i odmora od čak 1:30 do 1:90). Prilikom svakog sljedećeg radnog intervala moguć je pad ili rast u izvedbi brzine i tempa.

Ekstenzivni intervalni trening sprinta je nešto što treneri atletike obično nazivaju intenzivni tempo. Obično se izvodi na 70% ili manje od srednje vrijednosti brzina na udaljenosti od 100 do 200 m, dok intenzivan tempo iznosi oko 80 do 90% prosjeka brzine. Ekstenzivni intervalni trening sprinta je nešto manje sveobuhvatan od intenzivnog treninga sprinta, što dopušta kraći odmor i/ili duža ponavljanja. Omjer rada i odmora je 1:4 do 6 ili manji.. Ekstenzivni intervalni trening sprinta može se izračunati pomoću 80 do 90% srednje brzine udaljenosti ili 70 do 80% postotka vremena za danu udaljenost odnosno vrijeme. Intervali sprinta rade se s kratkim brojem ponavljanja od otprilike 3 do 5 tijekom jednog ili više setova (1 do 3 seta). Oporavak između ponavljanja i između serija može biti aktivan ili pasivan.

Uz adaptaciju organizma, moguće je povećati opseg rada tako da se poveća: trajanje radnog intervala (npr. sa 30 sekundi na 40 sekundi), poveća udaljenost (sa 20 metara sprinta na 40 metara sprinta), poveća broj radnih intervala, koristi strategija započinjanja s dužim intervalima, koristi ekstenzivni sprinterski intervalni trening (npr. 40 do 60 sek), smanjenjem trajanja sprinta u kraći, intenzivniji sprinterski intervalni trening (npr. sa 20 do 30 sek). Ova vrsta treninga nije preporučljiva da se izvodi u kratkom vremenskom zbog mogućnosti pretreniranosti.

#### **4.4. PONAVLJANI TRENING SPRINTA**

Trening ponavljanja sprinta uključuje izvođenje kraćih sprinteva (npr. od 2 do 8 sekundi) s kraćim odmorom između (manje od 20 sekundi) za 6 do 10 ili više ponavljanja (Bishop, Girard i Mendez-Villanueva, 2011; Buchheit i Laursen, 2013a; 2013b; Girard, Mendez-Villanueva i Bishop, 2011). Mnogi treneri smatraju ponavljani trening sprinta zlatnim standardom za kondicijsku pripremu u timskim sportovima budući da predstavlja način na koji sportaši igraju utakmice. Format treninga za ponavljani trening sprinta vrti se oko kratkih sprinteva (npr. 2 do 8 sekundi) uz kratak odmor manji od 20 sekundi. Izvodi se veliki broj ponavljanja (6 do 10 ili više) koristeći 2 do 4 serije s pauzom od 5 do 10 minuta.

Uvažavajući princip progresivnosti moguće je povećati obujam rada tako da se:

- poveća broj radnih intervala (na primjer sa 6 sprintova na 8 sprintova)
- smanji trajanje odmora (sa 25 na 20 sekundi)
- produži trajanje ili dužinu sprinta da se uvedu određeni tehnički i taktički elementi.

#### **5. ZONE AKTIVIRANJA ENERGETSKIH TRENAŽNIH PROCESA**

Funkcionalnu pripremljenost sportaša možemo podijeliti u dvije cjeline: aerobne energetske procese i anaerobne energetske kapacitete. U skladu s tempom i opsegom aktivnosti mogu prevladavati aerobni, anaerobni ili miješani energetske procesi. Prema Seileru, 2010., aerobni trening izdržljivosti u raspon intenziteta od približno 50% do 100% maksimalnog primitka kisika se dijeli na pet zona intenziteta.

Ova ljestvica je tipična za ljestvice zona intenziteta koje se koriste za propisivanje i praćenje treninga izdržljivosti. Kao opću smjernicu na temelju višegodišnjih testiranja skijaša, trkača i veslača, Norveška olimpijska federacija je razvila ljestvicu u nastavku na način da:

- prva zona obuhvaća aktivnosti od 50 do 65% maksimalnog primitka kisika, od 60 do 72% maksimalne frekvencije srca od 0.8 do 1.5mmol/L laktata u krvi.
- druga zona obuhvaća aktivnosti od 66 do 80% maksimalnog primitka kisika, od 72 do 82% maksimalne frekvencije srca te koncentracijom laktata od 1.5 do 2.5mmol/L.
- treća zona obuhvaća aktivnosti od 50 do 90 minuta, od 81 do 87% maksimalnog primitka kisika, od 82 do 87% maksimalne frekvencije srca te koncentracijom laktata u krvi od 2.5 do 4mmol/L.
- četvrta zona je dominantna kod aktivnosti trajanja od 30 do 60 minuta, maksimalnog primitka kisika od 88 do 93%, maksimalne frekvencije srca od 88 do 92% te koncentracijom laktata u krvi od 4 do 6mmol/L.
- peta zona obuhvaća aktivnosti trajanja od 15 do 30 minuta, maksimalnog primitka kisika od 94 do 100%, maksimalne frekvencije srca od 93 do 100% te koncentracijom laktata u krvi od 6 do 10mmol/l.

Prema Wilmoru i Costillu (2004) i Kenneyu i suradnici (2012) zone aktiviranja energetske procesa dijele na način da prva zona označava intenzivnu aktivnost do 5 sekunda. Glavni izvor energije je ATP i dijelom kreatin fosfat (CP). U tom načinu rada dominira anaerobni glikolitički energetske procesi.

Druga zona se također pojavljuje prilikom submaksimalnog opterećenja u trajanju od 5 do 30 sekunda. Također se troše rezerve ATP-a, CP-a i manjim dijelom glikogena.

Rad u trećoj zoni podrazumijeva izvođenje na visokom intenzitetu (80 do 90%) u trajanju od 30 do 120 sekundi. Energija se dobiva razgradnjom glikogena u anaerobnim uvjetima i dijelom aerobnom glikolizom.

Rad u četvrtoj zoni označava izvođenje aktivnosti do 30 minuta umjerenim intenzitetom od 60 do 70% i osnovni energetske izvor se dobiva razgradnjom ugljikohidrata i slobodnih masnih kiselina.

Peta zona obuhvaća izvođenje aktivnosti intenziteta nižeg od 60% te glavni izvor energije se dobiva razgradnjom slobodnih masnih kiselina.

## **6. PROGRAMIRANJE INTERVALNOG METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA**

Programiranje sportskog treninga podrazumijeva skup upravljačkih akcija koje se provode trenutačno i u vremenu, a kojima se jasno određuju sadržaji, opterećenja i metode sportske pripreme, što podrazumijeva izbor, doziranje i distribuciju operatora treninga, natjecanja i oporavka u definiranim ciklusima sportske pripreme (Milanović, 2013). Optimalan poticaj za izazvati maksimalnu kardiovaskularnu i perifernu prilagodbu je onaj u kojoj sportaši provode najmanje nekoliko minuta po sesiji u 'crvenoj zoni' od najmanje 90 % maksimalnog primitka kisika.

Programiranje intervalnog metaboličkog treninga visokog intenziteta sastoji se od manipulacija do devet varijabli, koje uključuju intenzitet i trajanje intervala rada, intenzitet i trajanje intervala rasterećenja, modalitet vježbanja, broj ponavljanja, broj serija, kao i oporavak između serija trajanje i intenzitet. Manipulacija bilo kojim od ovih varijabli može utjecati na akutne fiziološke reakcije na treningu (Laursen, 2019).

Preporučene vrste aktivnosti za intervalni metabolički trening visokog intenziteta u sportovima izdržljivosti su sprintovi sa izmjenom brzine nakon kojih slijedi aktivni ili pasivni odmor. Intenzitet opterećenja bi trebao iznositi od 85 do 95% maksimalne frekvencije srca. Ovo opterećenje stvara buran fiziološki odgovor na tijelo, te time i reakciju tijela na submaksimalna i maksimalna opterećenja. Korisno je izvesti 5 ponavljanja u nekoliko serija. Trajanje radnog intervala bi trebalo iznositi od 2 pa do 6 minuta, ovisno o treniranosti. Odmor između serija iznosi od 1 do 2 minute, dok između serija 3 do 4 minute. Ukupno trajanje radnog intervala u treningu iznosi 5 do 10 minuta u zoni maksimalnog primitka kisika. Doziranje opterećenja u trčanju dionica od 100 metara definira se tako da se ta dionica trči različitim brzinom trčanja. Situacijski trening sprinta se provodi pod opterećenjem od 95 do 100% najboljeg rezultata. Također se dionice od 100 metara mogu koristiti i u treningu drugih kondicijskih sposobnosti (Milanović, 2013).

Opće preporuke za programiranje intervalnog metaboličkog treninga visokog intenziteta su individualizacija intenziteta vježbanja i ciljanje određenih akutnih fizioloških odgovora te kod visoko treniranih sportaša upotreba intervalnog metaboličkog treninga visokog intenziteta s dugim i kratkim formatima, čime će se postići maksimalan primitak kisika i izvedba. Između zagrijavanja i početka glavnog dijela treninga treba postojati mala pauza kako bi se maksimalni primitak kisika ubrzao.

Postoje brojna istraživanja u vezi visoko intenzivnog intervalnog treninga, jedan od njih se bavi povećanjem broja sprintova unutar serije (Bishop i sur., 2004). Navedena istraživanja su pokazala najveći napredak u maksimalnom primitku kisika izvedbom intervalnih treninga, u odnosu na kontinuirani trening. Stoga se preporučuju treninzi od 80 do 90% VO<sub>2</sub>max s omjerom rada 2:1.

Ferrari i suradnici (2008) su proveli istraživanje koji je obuhvaćao primjenu metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta 2 puta tjedno tijekom 7 tjedana. Rezultati navedenog istraživanja treninga sprinta zabilježili su napredak od 5 do 6%, dok je kod intervalnog treninga zabilježen napredak veći od 10% (Edge i sur., 2005). Rezultati istraživanja Edge i suradnika je dalo značajnije rezultate jer je populacija istraživanja obuhvaćala sedentarne osobe pa su rezultati bili značajniji u odnosu na istraživanje Ferrarija i suradnika.

Trening ponavljanih sprintova rezultira boljim brzinsko eksplozivnim komponentama kao što su napredak u sprintu i prosjeku ponavljanih sprinteva (Buchheit i sur., 2010; Ferrari i sur., 2008; Mohr i sur., 2007). Provedena istraživanja sugeriraju da primjena visokog intervalnog treninga poboljšava kardiorespiratorne sposobnosti i brzinu oporavka između radnih intervala kroz povećanje maksimalnog primitka kisika, resinteze kreatinfosfata i puferskog kapaciteta. U nastavku se nalazi pregled istraživanja treninga ponavljanih sprinteva i njihovi rezultati (Tablica 1).

**Tablica 1***Pregled istraživanja treninga ponavljanih sprintova (Bok i sur., 2013)*

| <b>Autor</b>                                                                                     | <b>Volumen treninga</b>             | <b>Program treninga</b>                                                                                                                        | <b>Efekti</b>                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009)             | 2 puta tjedno,<br>10 tjedana ukupno | 2 x 7:15“(92%<br>Vo2max)- 15“ pauze do<br>2 x 12”15“(15“(93%)-<br>15“ pauze)                                                                   | RSAb $\uparrow$ 3.5%<br>RSAm $\uparrow$ 3.4%<br>RSA%dec $\uparrow$ 3%                                                                                |
| Serpiello, F. R., McKenna, M. J., Stepto, N. K., Bishop, D. J., & Aughey, R. J. (2011)           | 1 put tjedno,<br>10 tjedana ukupno  | 3 serije 5 x 4“ sprint na<br>traci, 20“ pauze, 4:30<br>između serija, po<br>treningu 15 sprintova,<br>ukupno 150 sprintova,<br>otprilike 3750m | RSAb $\uparrow$ *5.5%<br>RSAm $\uparrow$ *8.8.%<br>VO2max $\uparrow$ * 2%<br>YYIRT $\uparrow$ *8%                                                    |
| Bravo, D. F., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008) | 2 puta tjedno,<br>7 tjedna ukupno   | 3 x 6 x 40m povratni<br>sprintovi, 20“ pauze,<br>pauze 4“ između serija,<br>po treningu 720m, 252<br>sprinta 10080m                            | RSAm $\uparrow$ *2.1%<br>RSA%dec $\leftrightarrow$<br>CMJ $\leftrightarrow$<br>10m $\leftrightarrow$<br>VO2max $\uparrow$ * 5%<br>YYRIT $\uparrow$ * |

Legenda: RSAm prosjek ponavljanih sprinteva, RSAb najbolji sprint u testu ponavljanih sprinteva, RSA%dec postotak opadanja sprinta, DMJ skok s pripremom, VO2max maksimalni primitak kisika, YYRT Yo Yo intermittent recovery test.  $\uparrow$  veličina povećanja

## **7. FIZIOLOŠKI ODGOVOR NA INTERVALNI METABOLIČKI TRENING VISOKOG INTENZITETA**

Fiziološki odgovor sustava predstavlja kvalitativne i kvantitativne promjene u sportaševom organizmu koji nastaju odgovarajućim trenažnim intenzitetom. Nakon odgovarajuće trenažne aktivnosti ljudski organizam podložen je brojnim promjenama koje se mogu podijeliti na kratkoročne i dugoročne. Kratkoročna reakcija nakon metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta je narušavanje homeostaze organizma. Nakon narušene homeostaze dolazi do adaptacije organizma te samog oporavka (ovisno o opterećenju treninga), te postoje dugoročne promjene ukoliko sportaš primjenjuje trenažne aktivnosti odgovarajućeg intenziteta (prilagodba živčanog, mišićnog i dišnog sustava i druge) (Sekulić, 2006).

Postizanje idealnih akutnih reakcija rezultat su primjene precizno odabranih odgovarajućih intenziteta i ekstenziteta trenažnih opterećenja. Zato je vrlo važno poznavati akutne reakcije nakon treninga. Reakcije pratimo pomoću određenih metoda, a najpoznatija metoda za praćenje metaboličkih reakcija u intervalnom treningu je frekvencija rada srca (Milanović, 2013).

Aerobni kapacitet je obrnuto proporcionalan kardiovaskularnoj smrtnosti i morbiditetu i sve više dokaza upućuje na to da je intervalni trening visokog intenziteta (HIIT) učinkovitiji od kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta (MICT) u poboljšanju kardiorespiratornih funkcija. Kardiorespiratorni fitnes jaka je odrednica morbiditeta i mortaliteta. Kod sportaša i opće populacije utvrđeno je da je intervalni trening visokog intenziteta (HIIT) bolji od kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta (MICT) u poboljšanju kreatin-fosfata (Bok, 2019).

## **7.1. UČINCI METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA NA VOLUMEN I SASTAV TIJELA**

Metabolički trening visokog intenziteta, za razliku od kontinuiranog aerobnog treninga, zahtjeva submaksimalni napor srca. Time se značajno povećava maksimalni primitak kisika, inzulinski odgovor, također je niži percipirani umor te ventrikularna i endotelna funkcija organizma (Laursen, i sur., 2014).

Viana i suradnici (2019) su istraživali postoji li razlika između kontinuiranog aerobnog treninga i metaboličkog treninga visokog intenziteta na sastav tijela. Prilikom svih istraživanja uključene su dvije vrste metaboličkog treninga visokog intenziteta. To su bili treninzi ponavljanih sprintova te intervalni trening visokog intenziteta. Varijable su obuhvaćale dob ispitanika, spol, tjelesnu masu, indeks tjelesne mase, maksimalni primitak kisika, regionalnu masnu masu (kg) te postotak ukupne i regionalne tjelesne masti. Istraživanje je obuhvaćalo populaciju ljudi normalne tjelesne mase. Utvrdili su da visoko intenzivni intervalni trening, u odnosu kontinuirani aerobni trening, ima statistički značajno doprinos u smanjenju ukupne apsolutne masne mase (kg) .

Zhang i suradnici (2018) su ispitivali utjecaj metaboličkog treninga visokog intenziteta uz stručno odabranu vrstu prehrane. Rezultati istraživanja su pokazali značajnije učinke kod grupe koja je uz metabolički intervalni trening visokog intenziteta imala točno određeni režim prehrane te je ta vrsta treninga, uz prehranu, rezultirala većim gubitkom ukupne apsolutne masne mase (kg) nego kod grupe koja je trenirala kontinuiranim aerobnim treningom kada je obuka bila nadzirana.

Prethodno navedenim istraživanjima dokazano je da metabolički trening visokog intenziteta u odnosu na kontinuirane metode aerobnog režima rada, omogućuje veće smanjenje postotka masnog tkiva, odnosno ukupne apsolutne masne mase. S obzirom na to da ova vrsta treninga zahtjeva značajno veću potrošnju energije u odnosu na kontinuirani aerobni trening, dolazi do većeg i produženog odgovora organizma koji se ogleda u vidu povećane potrošnje kisika i energetske sustava. To dovodi i do veće energetske potrošnje i ubrzanog rada organizma i nakon završetka treninga.

## **7.2. UČINCI METABOLIČKOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA NA KARDIO-METABOLIČKI SASTAV**

Batacan i suradnici (2017) su proveli meta analizu istraživanja u kojoj je bilo ukupno uključeno 65 studija. Prvu grupu istraživanja činilo je 19 studija u kojima se ispitivao utjecaj intervalnog treninga visokog intenziteta kod ispitanika kojima je dijagnosticirana hipertenzija, dijabetes, metabolički sindrom, postinfarkt miokarda i koronarna arterija. Drugu grupu istraživanja činilo je 37 studija kojim se ispitivao utjecaj visoko intenzivnog metaboličkog treninga kod ispitanika s prekomjernom tjelesnom masom.

Modaliteti vježbanja uključivali su trčanje na traci, plivanje i vožnju bicikla. Temeljem dobivenih rezultata istraživanja ustanovljeno je da je metabolički intervalni trening visokog intenziteta učinkovita intervencija u poboljšanju kardiometaboličkog zdravlja kod ispitanika s prekomjernom tjelesnom masom. Konkretno, metabolički intervalni trening visokog intenziteta blagotvorno je utjecao na povećanje maksimalnog primitka kisika, smanjenja razine glukoze u krvi, promjene sastava tijela, smanjenja postotka tjelesne masti te smanjenja otkucaja srca u mirovanju.

Statistički značajnije promjene utvrđene su kod osoba prekomjerne tjelesne mase u odnosu na osobe optimalne tjelesne mase. Metabolički intervalni trening visokog intenziteta je značajno poboljšao krvni tlak u populaciji s prekomjernom tjelesnom masom uz prosječno smanjenje od 4,74 mm Hg. Nije bilo dokaza koji bi sugerirali da metabolički intervalni trening može utjecati na udio lipida u krvi ni kod ispitanika s prekomjernom ni normalnom tjelesnom masom. Zaključno, metabolički visoko intenzivni intervalni trening zahtijeva minimalno vrijeme te može poslužiti kao vremenski učinkovita zamjena i nadopuna kontinuiranom aerobnom treningu u svrhu poboljšanja kardiometaboličkog zdravlja.

### **7.3. UČINCI METABOLIČKOG INTERVALNOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA NA ČIMBENIKE RIZIKA OD KARDIOVASKULARNIH BOLESTI**

Sultana i suradnici (2019) su proveli pregledno istraživanje s ciljem procjene učinaka intervalnog treninga visokog intenziteta (HIIT) i kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta (MICT) na čimbenike rizika od kardiovaskularnih bolesti (KVB) kod odraslih osoba s prekomjernom tjelesnom masom. Pretraživanjem šest baza podataka obuhvaćena su 22 članka. Učestalost treninga bila je od 3 do 5 puta tjedno, a ukupni vremenski ciklus od 4 do 12 tjedana. Sudionici uključeni u ovo istraživanje provodili su treninge brzog hodanja i trčanja. Ciljani intenzitet opterećenja korišten u grupi koja je provodila kontinuirani trening umjerenog intenziteta je bio od 60 do 75% VO<sub>2</sub>max, dok je u grupi intervalnog treninga visokog intenziteta bio od 85 do 95% VO<sub>2</sub>max.

Obje grupe su rezultirale statistički značajnim smanjenjem težine, indeksom tjelesne mase, postotkom masti, ukupnog kolesterola i poboljšanjem maksimalnog primitka kisika. Utvrđeno je kako intervalni trening visokog intenziteta ima slične doprinose kao i kontinuirani trening umjerenog intenziteta u svrhu poboljšanja sastava tijela i maksimalnog primitka kisika, iako se trening visokog intenziteta provodio manje vremena u odnosu na grupu koja je provodila kontinuirani trening umjerenog intenziteta, i to za 9,7 minuta na jednom treningu.

Weston i suradnici (2014) su napravili pregled istraživanja koja su se bavila utjecajem intervalnog treninga i kontinuiranog aerobnog treninga na promjene organizma kod sedentarnih osoba. Meta-analiza uspoređivala je srednju razliku prije intervencije u odnosu na postintervenciju (maksimalnog primitka kisika) između metaboličkog visokog intenzivnog intervalnog treninga i kontinuiranog aerobnog treninga. U meta-analizu uključeno je 10 studija s 273 bolesnika. Sudionici su imali hipertenziju, koronarnu arterijsku bolest, zatajenje srca, metabolički sindrom i pretilost. Došlo je do značajno većeg povećanja maksimalnog primitka kisika od 9,1% kod osoba koje su trenirale intervalnim treningom u usporedbi s osobama koje su provodili aerobni kontinuirani trening. Zaključeno je da metabolički intervalni trening visokog ima značajnije učinke kod pacijenata s kroničnim arterijskim bolestima u odnosu na kontinuirani aerobni trening.

### **7.3. UČINCI DUGIH INTERVALA NA VELIČINU I SASTAV TIJELA ODRASLIH OSOBA**

Sultana i suradnici (2019) su proveli istraživanje kojemu je cilj bio ispitati učinak različitih vrsta treninga: kontinuiranog aerobnog treninga (MICT), intervalnog treninga (HIIT) i kontroliranim režimom prehrane bez vježbanja. Provedene su meta-analize za usporedbe između grupa (HIIT skupina u odnosu na skupinu koja je imala određeni tip prehrane, ali nije vježbala i HIIT skupina u odnosu na kontinuirani aerobni trening) za promjene u ukupnom tijelu: masna masa (kg), postotak tjelesne masti (%), nemasna tjelesna masa (kg) i kardiorespiratorna čvrstoća. Rezultati nisu pokazali značajnu razliku između intervalnog treninga i kontroliranog načina prehrane. Međutim, HIIT skupina značajno je poboljšala kardiorespiratornu čvrstoću u usporedbi s kontrolnom skupinom koja nije vježbala ( $p < 0,001$ ) i MICT ( $p = 0,017$ ).

Ovi podaci sugeriraju da je intervalni trening neučinkovit za modulaciju ukupne mase tjelesne masti ili ukupne tjelesne masti postotak u usporedbi s kontrolom bez vježbe. Novi nalaz meta-analize daje zaključak da nema značajnog učinka intervalnog treninga na nemasnu tjelesnu masu u usporedbi s kontrolom bez vježbanja, i dok većina studija je favorizirala poboljšanje nemasne tjelesne mase intervalnim treningom u odnosu na trening umjerenog intenziteta, to nije bilo značajno. Unatoč nižem obujmu treninga, intervalni trening izaziva veća poboljšanja kardiorespiratorne čvrstoće nego kod kontrole prehrane bez vježbanja.

Tako se potvrđuje kako visoko intenzivni intervalni trening djeluje na poboljšanje kardiorespiratornih funkcija i da je veličina učinka slična i/ili bolja u odnosu na kontinuirani aerobni trening i kontrolu prehrane bez vježbanja.

## **8. UTJECAJ INTERVALNOG TRENINGA NA NEKE FIZIOLOŠKE PARAMETRE U ORGANIZMU**

Batacan i suradnici (2017) su napravili pregledno istraživanje utjecaja metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta na krvni tlak, razinu glukoze i masnoće u krvi kod osoba normalne i prekomjerne tjelesne mase dobi od 18 do 35 godina.. Trenažni programi su trajali od 2 do 12 tjedana. Utjecaj metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta na razinu masnoća u krvi je bio pozitivan, ali zbog relativno malog broja prethodno provedenih istraživanja nisu doneseni čvrsti zaključci.

Međutim, utvrđeno je kako programi metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta u trajanju od 3 mjeseca snižavaju razinu ukupnog kolesterola, lošeg „LDL“-kolesterola i triglicerida te povisuju razinu dobrog „HDL“-kolesterola kod osoba prekomjerne tjelesne mase, kao i kod pretilih osoba.

Istraživanja pokazuju da provedba HIIT-a u trajanju od 2 do 12 tjedana utječe na sniženje sistoličkog i dijastoličkoga krvnog tlaka odraslih osoba te djece i adolescenata. Značajnije promjene krvnog tlaka zabilježeno je kod odraslih osoba nego kod djece te kod prekomjerno teških i pretilih osoba u odnosu prema osobama normalne težine.

Najveći napredak zabilježen kod sedentarnih osoba, a najmanji kod sportaša. Razlog tome je vrlo jednostavan. Osobe mlađe životne dobi i sportaši već imaju vrlo dobru kondiciju i izdržljivost i time ova vrsta treninga nije toliko dala značajne promjene u odnosu na neaktivne osobe koje su zabilježile značajan napredak (oko 30%). U navedenom radu se nalaze podatci iz opisanih istraživanja.

**Tablica 2**

*Usporedba rezultata istraživanja metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta na krvni tlak, razine glukoze i masnoće u krvi (Bok, 2019)*

| Parametar             | Studija                                                                              | Populacija                                                  | Trajanje                                           | Rezultati (apsolutne vrijednosti)                                                                                        | Rezultati (relativne vrijednosti, %)                                       |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Krvni tlak            | Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). | 18-35 godina, osobe normalne (NT) i prekomjerne težine (PT) | <12tj<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>>12tj | SKT↓2,13mmHg (NT)<br>DKT↓1,41mmHg (NT)<br>SKT-<br>↓2,1mmHg (PT)<br><br>SKT*↓<br>4,57mmHg (PT)<br>DKT*-<br>↓2,94mmHg (PT) | SKT↓1,85% (NT)<br>DKT↓2,15% (NT)<br>SKT-<br>↓1,58% (PT)<br>DKT*↓5,14% (PT) |
| Razina glukoze u krvi | Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). | 18-35godina, osobe normalne (NT) i prekomjerne težine (PT)  | <12tj<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>>12tj | *↓0,29mmol/l (PT)<br>↓0,29mmol/L (PT)                                                                                    | *↓5,05% (PT)<br>↓4,7% (PT)                                                 |
|                       | Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014)                         | 8-18 godina, zdrave osobe prekomjerne težine                | 2-12tj                                             | ↓0,18mmol/L                                                                                                              | ↓3,7%                                                                      |
| Razina masnoća u krvi | Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). | >18 godina, osobe normalne (NT) i prekomjerne težine (PT)   | >12tj                                              | TC↓0,12mmol/L (PT)<br>HDL-C+0,08mmol/L (PT)<br>LDL-C↓0,09mmol/L (PT)<br>TG↓0,08mmol/L (PT)                               | ↓2,48%<br>↑6,5%<br>↓3,31%<br>↓5,21%                                        |
|                       | Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014)                         | 8-18godina, zdrave osobe i prekomjerno teške osobe          | 2-12 tj                                            | TC↓0,25mmol/L<br>HDL-C↑ 0,17mmol/L<br>LDL-C*↓0,36mmol/L<br>TG↑ 0,02mmol/L                                                | ↓6%<br>↑ 13,9%<br>↓14,6%<br>↑ 1,7%                                         |

Legenda: SKT – sistolički krvni tlak, DKT – dijastolički krvni tlak, TC – ukupni kolesterol, HDL-C – kolesterol velike gustoće, LDL-C – kolesterol male gustoće, TG – trigliceridi, \* – statistički značajno na razini  $p \leq 0,05$  ili 0,001 ↓ smanjenje ↑ povećanje

## 9. ZAKLJUČAK

Intervalni metabolički trening visokog intenziteta vrlo je efikasan način poboljšanja kardiorespiratornih funkcionalnih sposobnosti. Bilo koja vrsta redovite tjelesne aktivnosti odličan je način za smanjenje štetnog utjecaja suvremenog načina života, poboljšanja kvalitete života i prevencije brojnih bolesti današnjice.

U ovome završnom radu naglasak je stavljen na intervalnu vrstu treninga, koja se sve češće primjenjuje kod vrhunskih sportaša te rekreativnih sportaša. Istraživanja su potvrdile brojne promjene koje su rezultat trenažne aktivnosti koje se očituju smanjenjem krvnog tlaka, masnih naslaga, kardiorespiratornim mogućnostima, kvalitetom sna, poboljšanjem krvne slike te općenito kvalitete života.

Također je prikazan primjer treninga ponavljаног sprinta te njihovi rezultati. Rezultati sugeriraju da primjena visokog intervalnog treninga poboljšava kardiorespiratorne sposobnosti i brzog oporavka između radnih intervala kroz povećanje maksimalnog primitka kisika i puferskog kapaciteta.

Metabolički intervalni trening visokog intenziteta rezultira značajnim smanjenjem arterijskog krvnog tlaka i superiornim poboljšanjima kardiorespiratorne sposobnosti, kao što pokazuju povećanja maksimalnog primitka kisika, u usporedbi s tradicionalnim produženim treningom maksimalnog primitka kisika, u usporedbi s tradicionalnim produženim treningom. Dodavanje programa treninga snage uz provođenje metaboličkog intervalnog treninga visokog intenziteta bi omogućio dodatnu optimizaciju mišićne funkcije, ali bi zahtijevalo prekomjerno vrijeme za završetak oba aspekta treninga.

## 10. LITERATURA

- Astorino, T.A., Allen, R.P., Roberson, D.W., & Jurancich, M. (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO<sub>2</sub>max and muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 138-145.
- Balić, M. (2021.). *Visokointenzivan trening* (Doktorska disertacija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Kineziološki fakultet Osijek).
- Bok, D. (2019). Visokointenzivni intervalni trening: čaroban trening za zdraviji život. *Medicus*, 28(2 Tjelesna aktivnost), 155-165.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 2(2), 111-127.
- Bala, G., Malacko, J., & Momirović, K. (1982). Metodološke osnove istraživanja u fizičkoj kulturi. Novi Sad.
- Batacan Jr, R. B. (2017). J Duncan M., Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br. J. Sports Med*, 51, 494-503.
- Bravo, D. F., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International journal of sports medicine*, 29(08), 668-674.
- Bishop, D., Edge, J., Davis, C., & Goodman, C. (2004). Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(5), 807-813.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability—Part I. *Sports medicine*, 41(8), 673-694.
- Bok, D. (2019). Analiza sadržaja i trenažnih programa u kondicijskoj pripremi sportaša: zašto je akutna reakcija važna? U L. Milanović, V. Wertheimer, I. Jukić (ur.). *Zbornik radova 17. godišnje međunarodne konferencije "Kondicijska priprema sportaša"*, 53-62.

- Borg, L. E., Clynne, M. A., & Bullen, T. D. (1997). The variable role of slab-derived fluids in the generation of a suite of primitive calc-alkaline lavas from the southernmost Cascades, California. *The Canadian Mineralogist*, 35(2), 425-452.
- Buchheit, M. (2014). Programming high-intensity training in handball. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 4(3), 120-128.
- Buckley, S., Knapp, K., Lackie, A., Lewry, C., Horvey, K., Benko, C., ... & Butcher, S. (2015). Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1157-1162.
- Edge, J., Bishop, D., Goodman, C., & Dawson, B. (2005). Effects of high-and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(11), 1975.
- Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., ... & Porcari, J. P. (2015). The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *Journal of sports science & medicine*, 14(4), 747.
- Gist, N. H., Fedewa, M. V., Dishman, R. K., & Cureton, K. J. (2014). Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 44(2), 269-279.
- Hannan, A. L., Hing, W., Simas, V., Climstein, M., Coombes, J. S., Jayasinghe, R., ... & Furness, J. (2018). High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis.
- Hansen, D. M. (2014). Optimal Tempo Training Concepts for Performance and Recovery. *Strength Power Speed*.
- Hazell, T. J., MacPherson, R. E., Gravelle, B. M., & Lemon, P. W. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European journal of applied physiology*, 110(1), 153-160.
- Jacobs, R. A., Flück, D., Bonne, T. C., Bürgi, S., Christensen, P. M., Toigo, M., & Lundby, C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of applied physiology*.

- Jaklinović-Fressl, Ž., & Milanović, D. (2021). Marking the Golden Anniversary of Kinesiology—some highlights from an editorial point of view. *Kinesiology*, 53(1), 172-176.
- Jajčević, Z. (2010). Povijest športa i tjelovježbe. Zagreb: Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu i Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Jovanović, M. (2018). HIIT priručnik. Intervalni trening visokog intenziteta i agilna periodizacija. *Ultimativni koncepti atletičara*
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2021). *Physiology of sport and exercise. Human kinetics.*
- Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Science and application of high-intensity interval training.* Human Kinetics.
- Little, J. P., Safdar, A., Wilkin, G. P., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *The Journal of physiology*, 588(6), 1011-1022.
- Logan, G. R. M., Harris, N., Duncan, S., Plank, L. D., Merien, F., & Schofield, G. (2016). Low-active male adolescents: a dose response to high-intensity interval training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 481-490.
- Milanović, D. (2013). Teorija treninga. Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
- Nybo, L., Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Mohr, M., Hornstrup, T., Simonsen, L., ... & Krstrup, P. (2010). High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health. *Med Sci Sports Exerc*, 42(10), 1951-8.
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Vegge, G., Tønnessen, E., & Slettaløkken, G. (2015). Short intervals induce superior training adaptations compared with long intervals in cyclists—An effort-matched approach. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25(2), 143-151.
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(3), 276-291.
- Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji- uvod u osnovne kineziološke transformacije. Sveučilište u Splitu*
- Sekulić, D., (2016). Analiza stanja i transformacijski postupci u kineziologiji Split: Kineziološki fakultet u Splitu
- Serpiello, F. R., McKenna, M. J., Stepto, N. K., Bishop, D. J., & Aughey, R. J. (2011). Performance and physiological responses to repeated-sprint exercise: a novel multiple-set

- approach. *European journal of applied physiology*, 111(4), 669-678.
- Sloth, M., Sloth, D., Overgaard, K., & Dalgas, U. (2013). Effects of sprint interval training on VO<sub>2</sub>max and aerobic exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(6), e341-e352
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports medicine*, 35(12), 1025-1044.
- Su, L., Fu, J., Sun, S., Zhao, G., Cheng, W., Dou, C., & Quan, M. (2019). Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PloS one*, 14(1), e0210644.
- Sultana, R. N., Sabag, A., Keating, S. E., & Johnson, N. A. (2019). The effect of low-volume high-intensity interval training on body composition and cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(11), 1687-1721.
- Viana, R. B., Naves, J. P. A., Coswig, V. S., De Lira, C. A. B., Steele, J., Fisher, J. P., & Gentil, P. (2019). Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *British journal of sports medicine*.
- Viru, A. (1995). Adaptacija u sportskom treningu . CRC Press INC (s dozvolom izdavača preveo S.Heimer), Fakultet za fizičku kulturu sveučilišta u Zagrebu
- Zapata, L. R., Cuevas, I. C., Fuentes, V., Espindola, C. S., Romero, E. P., Sepulveda, C., & Alvarez, M. M. (2019). HIITing Health in School: Can High Intensity Interval Training Be a Useful and Reliable Tool for Health on a School-Based Environment? A Systematic Review.
- Way, K. L., Sultana, R. N., Sabag, A., Baker, M. K., & Johnson, N. A. (2019). The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24 h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 22(4), 385-391.
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 48(16), 1227-1234.