

UTJECAJ HIIT TRENINGA NA PACIJENTE OBOLJELE OD KORONARNE BOLESTI

Kos, Tamara

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:194514>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-21**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ FIZIOTERAPIJA

Tamara Kos

UTJECAJ HIIT TRENINGA NA PACIJENTE OBOLJELE OD KARDIOVASKULARNIH
BOLESTI

Završni rad

Rijeka, 2020.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF HEALTH STUDIES
UNDERGRADUATE STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Tamara Kos

EFFECT OF HIIT TRAINING ON PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASES

Final work

Rijeka, 2020.

Mentor rada: Aleksandra Mihelčić, prof. reh.

Završni rad obranjen je dana 12.7.2021. na Fakultetu Zdravstvenih studija u Rijeci
pred povjerenstvom u sastavu:

1. Aleksandra Mihelčić
2. Kristijan Zulle
3. Verner Marijaničić

Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija
Studij	Preddiplomski stručni studij fizioterapije
Vrsta studentskog rada	Završni rad
Ime i prezime studenta	Tamara Kos
JMBAG	0351006477

Podatci o radu studenta:

Naslov rada	UTJECAJ HIIT TRENINGA NA PACIJENTE OBOLJELE OD KARDIOVASKULARNIH BOLESTI
Ime i prezime mentora	Viši predavač Aleksandra Mihelčić pro.reh.
Datum predaje rada	05. srpanj 2021.
Identifikacijski br. podneska	1614088465
Datum provjere rada	30. lipnja 2021.
Ime datoteke	rening_kod_pacijenta_oboljelih_od_kardiovaskularnih_bolesti...
Veličina datoteke	1.9M
Broj znakova	55,345
Broj riječi	8,576
Broj stranica	42

Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	4%
-----------------	----

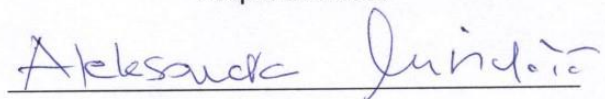
Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	30. lipnja 2021.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/> DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Završni rad sačinjen prema pravilniku o izradi diplomskih radova FZSRI-a.

Datum

30. lipanj 2021.

Potpis mentora



Sadržaj

1. UVOD	1
2. ANATOMIJA KARDIOVASKULARNOG SUSTAVA	2
2.1. <i>Anatomija srca</i>	2
2.1.2. <i>Topografija i oblik</i>	2
2.1.3. <i>Stjenke srca</i>	3
2.1.4. <i>Osrčje</i>	3
2.1.5. <i>Srčane komore</i>	4
2.2. <i>Anatomija krvnih žila</i>	5
2.2.2. <i>Stjenke krvnih žila</i>	5
3. FIZIOLOGIJA KARDIOVASKULARNOG SUSTAVA	6
3.1. <i>Žičana opskrba</i>	6
3.2. <i>Provodno srčano mišićje</i>	7
3.3. <i>Koronarna cirkulacija</i>	7
4. KARDIOVASKULANE BOLESTI	8
4.1. <i>Čimbenici rizika</i>	9
4.2. <i>Prevenција</i>	10
5. HIIT TRENING	11
5.1. <i>Opća načela i posebna razmatranja HIIT treninga</i>	12
5.2. <i>Anaerobni trening i metabolizam</i>	20
6. UTJECAJ HIIT TRENINGA NA KARDIOVASKULARNI SUSTAV	22
6.1. <i>Fiziološki mehanizmi HIIT treninga</i>	23
6.2. <i>Kontinuirani trening umjerenog intenziteta</i>	24
6.3. <i>Razlika između HIIT treninga i kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta</i>	25
6.4. <i>HIIT trening sa kratkim, umjerenim i dugim intervalima u pacijenata oboljelih od kardiovaskularnih bolesti</i>	27
6.5. <i>Sigurnost HIIT treninga</i>	29

6.6. <i>Prikaz slučaja 1</i>	31
7. ZAKLJUČAK	34
Literatura	35
Privitak A: Popis ilustracija.....	39
Kratki životopis pristupnika	40

SAŽETAK

Kardiovaskularne bolesti su sve rasprostranjenije bolesti širom svijeta. U takvim bolestima, kardiološka rehabilitacija je rješenje koje dovodi do smanjenja oboljenja i povećane stope ozdravljenja takvih bolesnika. Upravu tu je našao svoje mjesto kontinuirani trening umjerenog intenziteta, koji je najučestaliji način trening u tih bolesnika. Međutim, posljednjih godina se je povećao interes za HIIT trening, zbog svojih brojnih pozitivnih učinaka na organizam. HIIT bi se definirao kao trening sa ponavljanim setovima vježbi kratkog do umjerenog trajanja (10 sekundi do 5 minuta) s intenzitetom koji je veći od anaerobnog praga. Djelotvornost HIIT treninga je u nekim pogledima nekad i značajnija u usporedbi sa kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta. Pozitivni učinci HIIT treninga su brojni: poboljšanje kardioloških parametara, povećanje kvalitete života i smanjen morbiditet i mortalitet od kardiovaskularnih bolesti. Unatoč tome, postoji određeni strah od implementacije HIIT treninga u redoviti režim kardiološke rehabilitacije zbog ideje da HIIT trening povećava rizik od kardioloških incidenata u usporedbi sa kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta. Međutim, dokazano je kako je HIIT trening sigurna opcija fizikalne terapije, koja djeluje značajno na maksimalni srčani puls, maksimalnu brzinu potrošnje kisika koja se mjeri tokom postepenog vježbanja (VO₂ max) i metaboličke ekvivalente zadataka. Stoga ostaje samo individualno prilagođavanje treninga pacijentu uz strog probir, kako bi takav trening bio siguran i efektivan za korištenje.

KLJUČNE RIJEČI: HIIT trening, kardiovaskularne bolesti, kardiološka rehabilitacija

ABSTRACT

Cardiovascular diseases are increasingly common diseases around the world. In such diseases, cardiac rehabilitation is a solution that leads to a reduction in disease and an increased healing rate of such patients. Continuous moderate intensity training, which is the most common way of training in these patients, has found its place here. However, in recent years, interest in HIIT training has increased, due to its many positive effects on the body. HIIT would be defined as training with repeated sets of exercises of short to moderate duration (10 seconds to 5 minutes) with an intensity greater than the anaerobic threshold. The effectiveness of HIIT training is sometimes more significant in some aspects compared to continuous moderate intensity training. The positive effects of HIIT training are numerous: improved cardiac parameters, increased quality of life, and reduced morbidity and mortality from cardiovascular diseases. Nevertheless, there is some fear with the idea of implementing HIIT training in a regular cardiac rehabilitation regimen due to the thought that HIIT training increases the risk of cardiac incidents compared to continuous moderate intensity training. However, HIIT training has been shown to be a safe option for physical therapy, which has a significant effect on maximum heart rate, maximum oxygen consumption rate measured during gradual exercise (VO₂ max), and metabolic equivalents of tasks. Therefore, only individual adjustment of training to the patient with strict screening remains, so that such training is safe and effective to use.

KEY WORDS: HIIT training, cardiovascular diseases, cardiac rehabilitation

1. UVOD

Kardiovaskularne bolesti predstavljaju značajan zdravstveni problem širom svijeta, te su u rastućem broju. Upravo je zbog toga bitna kardiološka rehabilitacija, koja služi kao sekundarna prevencija i liječenje takvih bolesnika. Osim farmakološkog liječenja, nužna je fizikalna terapija u kojoj je ključna kineziterapija. Terapija vježbanjem smanjuje mortalitet i incidenciju padova uz to što popravljaju kvalitetu života, opće stanje bolesnika i kondiciju pacijenata. U kardioloških bolesnika, najčešće se koristi kontinuirani trening umjerenog intenziteta, koji je najpopularniji i široko rasprostranjen. Takav trening sa sobom nosi razne kratkoročne i dugoročne benefite koji su pogodni za kardiovaskularno zdravlje. Međutim, posljednjih godina sve veća pažnja se pridodaje HIIT treningu – intervalnom treningu visokog intenziteta (eng. *High intensity interval training*). Smatra se kako HIIT trening ima iste, ako ne i bolje učinke od kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta te sa svojim učinkom djeluje na razne kardiološke faktore. Najbitnije, čini se da HIIT trening je jednako siguran za pacijente koliko i kontinuirani trening umjerenog intenziteta. HIIT je relativno nov način vježbanja, te je time nedovoljno istražen. Potrebna su dodatna istraživanja koja će pokazati njegovu učinkovitost, koja je već sad pruža nadu u poboljšanje kardiološke rehabilitacije i zdravlja kardioloških bolesnika.

U ovom završnom radu koristila se znanstveno istraživačka literatura dostupna na on-line bazama podataka. Za pretraživanje jest korištena tražilica PubMed. PubMed je besplatna tražilica koja omogućuje pristup radova iz biomedicinskog područja MEDLINE-u.

Za pretraživanje baze podataka putem PubMed koristili su se termini: HIIT training, High intensity interval training, Physical therapy, Coronary artery disease, Heart failure, Cardiac rehabilitation. Korištenjem termina HIIT training, High intensity interval training, Physical therapy, Coronary artery disease, Heart failure, Cardiac rehabilitation uz uključivanje filtera full free text dobiveno je 17 radova koji odgovaraju navedenom cilju ovog rada.

2. ANATOMIJA KARDIOVASKULARNOG SUSTAVA

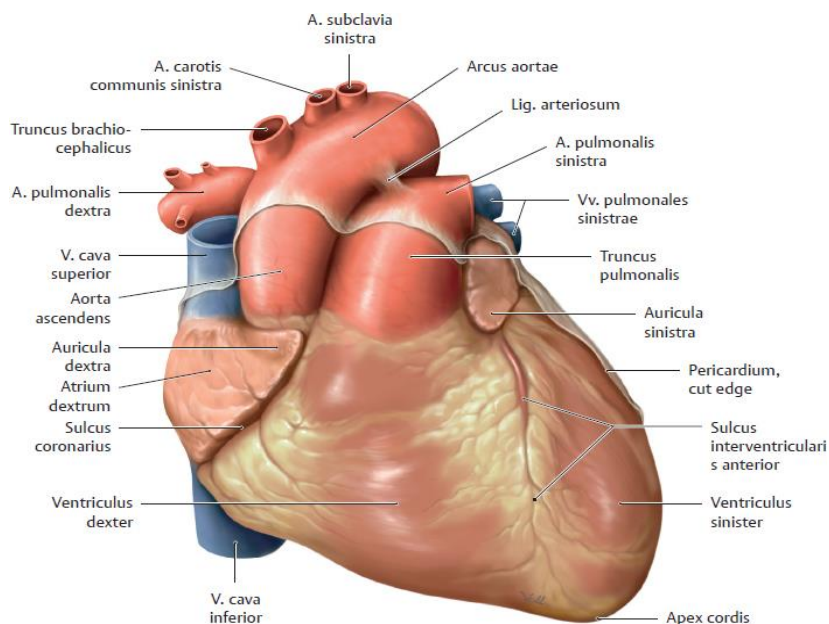
Kardiovaskularni ili krvožilni sustav je organski sustav koji osigurava cirkulaciju krvi i transport hranjivih tvari (kisik, ugljikov dioksid, hormoni, krvne stanice) u stanice u tijelu i iz stanica. Na taj način osigurava prehranu tijelu i bori se protiv raznih bolesti, održava temperaturu organizma, pH i homeostazu. Krvožilni sustav čini srce i krvne žile.

2.1. Anatomija srca

Srce je glavni organ kardiovaskularnog sustava, odnosno mišićna pumpa koja dovodi do protoka krvi kroz cjelovitu mrežu krvnih žila.

2.1.2. Topografija i oblik

Srce (*cor*) se nalazi u središnjem djelu prsne šupljine, tzv. *mediastinum*, u razini prsnih kralježaka T5 – T8. U odnosu na sagitalnu ravninu, jedna trećina srca se nalazi u desnoj antimeri tijela. Srce ima oblik prevrnute četverostrane piramide, te se prema tome na srcu razlikuju baza, vrh, dvije površine i dva ruba srca. Baza srca (*basis cordis*) je širi dio srca koji je usmjeren prema natrag, gore i udesno; suprotno tome, vrh srca (*apex cordis*) je usmjeren naprijed, dolje i ulijevo. Na spomenutoj bazi, nalaze se krvne žile koje čine krunu srca (*corona cordis*): *vena cava superior*, *aorta* i *truncus pulmonalis*. Površine srce su podijeljene na prednju i stražnju: *facies sternocostalis* i *facies diafragmatica*. Rubovi srca se dijele na desni, oštiji (*margo dexter*) i lijevi, zaobljeniji (*facies pulmonalis sinistra*).

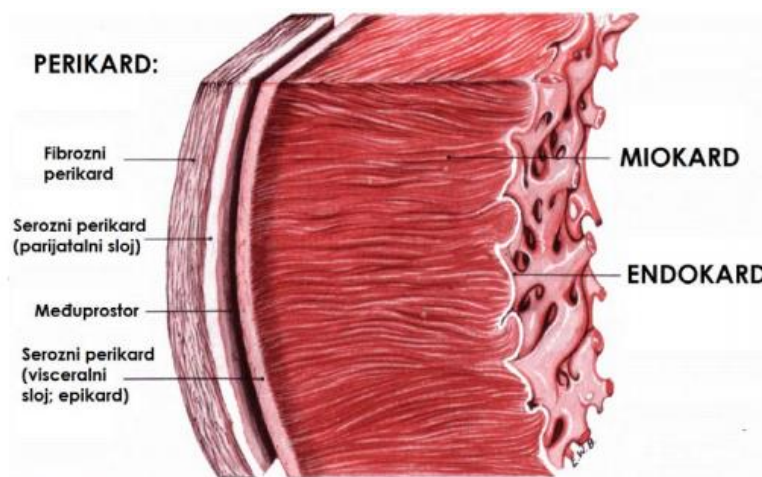


Slika 1. Anatomija srca

Izvor: https://basicmedicalkey.com/wp-content/uploads/2017/01/9781626231689_f0145.jpg

2.1.3. Stjenke srca

Srce je šuplji mišićni organ, građen od tri slojeva. Vanjski sloj se naziva **epikard** (*epicardium*), koji je visceralni list perikarda, serozne ovojnice srca. Sama površina epikarda je vlažna, sjajna i glatka. Središnji sloj se naziva **miokard** ili mišićnica (*myocardium*) kojega izgrađuje srčano mišićno tkivo, tzv. radna muskulatura srca. Mišićna vlakna su raspoređena u slojevima. Mišićnica kljetki je deblja nego ona u pretkljetkama. Pogotovo lijeva, koja pumpa krv u veliki optok gdje je tlak najveći. Unutarnji sloj srca čini **endokard** (*endocardium*) kojeg gradi endotel. Na nekim mjestima u ventrikulima nalaze se izbočenja samog endokarda, tzv. *trabeculae corneae*, koje ublažavaju udar struje krvi tijekom sistole atrija.



Slika 2. Stjenke srca

Izvor:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.pmf.unizg.hr%2Fislandora%2Fobject%2Fpmf%253A2258%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw3Igf1W6wXBF244VvNroK0&ust=1624770661198000&source=images&cd=vfe&ved=0CAoQjRxqFwoTCMCXvI3FtPECFQAAAAAdAAABAW>

2.1.4. Osrčje

Osrčje ili *pericardium* je serozna ovojnica koja obavija srce i početne dijelove krvnih žila. Vanjski sloj osrčja naziva se *paricardium fibrosum* ili **fibrozni sloj**, koji je zapravo vezivna vreća u kojoj se nalazi srce te služi za održavanje stalnog položaja srca. Unutarnji sloj je **serozna ovojnica** ili *pericardium serosum* kojeg čini parijetalni i visceralni list. Parijetalni list je srastao uz fibroznju ovojnicu, dok je serozni vezan uz epikard. Između njih se nalazi šupljina nazvana *cavitas pericardiaca* u kojoj se nalazi serozna tekućina. Ta tekućina omogućuje klizanje jedne površine o drugoj, odnosno nesmetano gibanje srca tokom sistole i dijastole.

2.1.5. Srčane komore

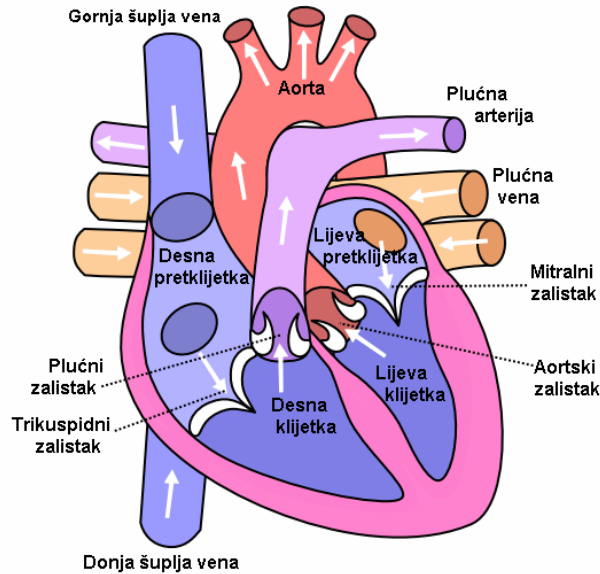
Šupljina srca dijeli se na desnu i lijevu pretkljetku (*atrium dexter et sinister*) i na desnu i lijevu klijetku (*ventriculus cordis dexter et sinister*). Lijevu i desnu stranu dijeli srčana pregrada. Dio pregrade između atrija naziva se *septum interatriale*, dok se između ventrikula naziva *septum interventriculare*.

U **desnu pretkljetku** ulijevaju se gornja i donja šuplja vena (*vena cava superior et inferior*), koje dovode neoksigeniranu krv iz periferije. Između desnog atrija i ventrikula se nalazi atrioventrikularno ušće (*ostium atroventricularis*), kroz koje se tokom sistole krv potiskuje iz desnoj atrija u desni ventrikul. Čini ga zalistak desnog atrioventrikularnog ušća, tzv. *valva atrioventriculatis dextra* ili *valva tricuspidalis* (trolisni zalistak).

Desnu klijetka ima oblik trostrane piramide. Na bazi ventrikula nalaze se dva ušća: *ostium atrioventriculare dextrum* i *ostium trunci pulmonalis* (desno arterijsko ušće). Krv se iz ventrikula istiskuje tijekom sistole kroz desno arterijsko ušće u plućnu arteriju (*truncus pulmonalis*) koja odvodi vensku krv u pluća. Na tom mjestu se nalazi zalistak desnog arterijskog ušća – *valva trunci pulmonalis* koju oblikuju tri semilunarna zaliska.

U **lijevu pretkljetku** ulijevaju se četiri plućne vene (*venae pulmonales*), koje dovode arterijsku krv iz srca. Krv dalje prolazi iz lijeve pretkljetke u klijetku, kroz lijevo atrioventrikularno ušće (*ostium atrioventriculare sinistrum*) koje čini *valva atrioventricularis sinistra* ili *valva bicuspidalis*, odnosno *mitralis*.

Krv se nadalje slijeva u **lijevu klijetku**, koja tijekom sistole ju potiskuje kroz lijevo arterijsko ušće (*ostium aortale*) u aortu. Aorta odvodi arterijsku krv u periferiju tijela.



Slika 3. Srčane komore

Izvor:

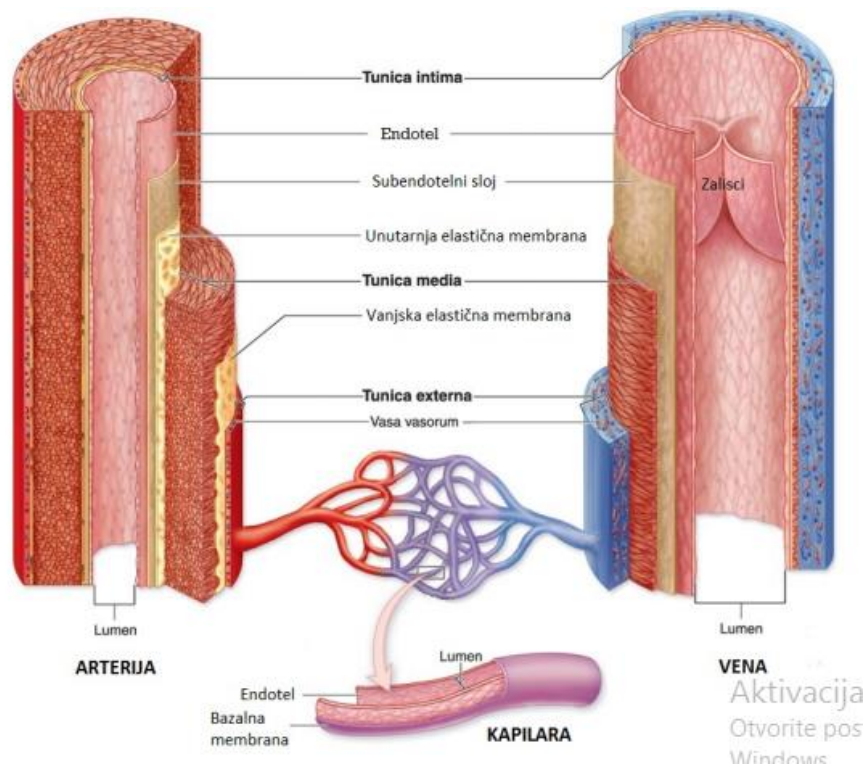
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Heart_labelled_large_prevedeno.PNG

2.2. Anatomija krvnih žila

Kontinuirani protok krvi kroz kardiovaskularni sustav osiguravaju arterije, arteriole, kapilare, venule i vene. Arterije odvođe krv od srca ka periferiji, gdje se granaju u manje arterije, arteriole. Arteriole dovode krv u kapilare, koje tvore kapilarnu mrežu oko stanica. Kroz stjenku kapilara se odvija izmjena tekućine, hranjivih i otpadnih tvari između krvi i stanice. Kapilare odvođe krv u venule, te potom vene.

2.2.2. Stjenke krvnih žila

Stjenke krvnih žila su izgrađene od tri sloja. Vanjski sloj se naziva *tunica adventitia* ili *externa*, kojeg gradi vezivno tkivo. Srednji sloj se naziva *tunica media* ili mišićnica koje izgrađuju koncentrični slojevi glatkih mišićnih stanica. Unutarnji sloj čini *tunica intima* ili *interna* koju grade endotelne stanice i rahlo tkivo.



Slika 4. Stjenke krvnih žila

Izvor:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.pmf.unizg.hr%2Fislandora%2Fobject%2Fpmf%253A2258%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&psig=AOvVaw3Igf1W6wXBF244VvNroK0&ust=1624770661198000&source=images&cd=vfe&ved=0CAoQjRxqFwoTCMCXvI3FtPECFQAAAAAdAAABAW>

3. FIZIOLOGIJA KARDIOVAKULARNOG SUTAVA

3.1. Žičana opskrba

Srce prima živčane signale od živca lualice, tzv. nervus vagus, i nekih živca iz simpatičkog trupa. Iako oni utječu na rad srca i silu kontrakcije, ne kontroliraju ga. N. vagus pruža srcu (i drugim organima u prsnoj koži i trbuhu) parasimpatičku stimulaciju, smanjujući frekvenciju pulsa. Suprotno, živci koji izlaze iz simpatičkog trupa grudnih ganglija stimuliraju oslobađanje norepinephrina. Norepinephrin smanjuje vrijeme repolarizacije te ubrzava vrijeme depolarizacije, čime povećava pulsnu frekvenciju.

3.2. *Provodno srčano mišićje*

Provodno srčano mišićje ili radna srčana muskulatura koja stvara i provodi živčani podražaji. Ti živčani podražaji su odgovorni za ritmičku kontrakciju, koji počinje kontrakcijom aatrija te potom kontrakcijom ventrikula. Predvodnik rada srca je sinuatrijski čvor (*nodus sinuatrialis*) koji stvara impulse 60 – 80 puta u minuti. Impuls se najprije širi kroz stjenke atrijske koje se kontrahiraju (dijastola atrijske), te potom relaksiraju (sistola atrijske). Puls se spušta u atrioventrikularni čvor (*nodus atrioventricularis*) i Hissov snop, koji čini vezu između mišićnice atrijske i ventrikula. Hissov snop se dijeli u dva kraka, koji se spuštaju kroz međuventrikularnu pregradu do vrha srca, te potom se razgranjuju po ostaloj stijenci ventrikula.

3.3. *Koronarna cirkulacija*

Koronarna cirkulacija služi tome da dovede u srčano tkivo kisik i hranjive tvari, te odvede otpadne tvari. U tu cirkulaciju su uključene koronarne arterije, vene i limfne žile.

Arterije koje opskrbljuju srčano tkivo su arterije koje se prve granaju iz aorte: lijeva i desna koronarna arterija. Desna koronarna arterija sa svojim granama prehranjuje desnu klijetku, desnu pretklijetku, sinuatrijski i atrioventrikularni čvor, interatrijalnu pregradu, dio lijeve atrijske, poteroinferiornu trećinu interventrikularne pregrade i dio stražnje strane lijeve pretklijetke. Lijeva koronarna arterija sa svojim granama prehranjuje lijevu pretklijetku, lijevu klijetku i interventrikularnu pregradu.

Koronarni sinus prima neoksigenu krv iz četiri vene: velika, srednja, mala i stražnja srčana vena. Velika srčana vena prima krv iz lijeve pretklijetke i obe klijetke, srednja srčana vena odvodi krv iz obje pretklijetke, dok stražnja srčana vena prima krv iz stražnjeg dijela lijeve klijetke. (1)

4. KARDIOVASKULANE BOLESTI

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji, kardiovaskularne bolesti u najčešći uzrok smrti u svijetu. Kardiovaskularne bolesti su skupina bolesti srca i krvnih žila, koje uključuju široki spektar simptoma. Najčešće bolesti jesu koronarna bolest srca, cerebrovaskularne bolesti, bolesti perifernih arterija, reumatska bolest srca, razne kongenitalne bolesti srca, duboka venska tromboza i plućna embolija. Srčani i moždani udar su akutna stanja koja nastaju zbog zastoja u protoku krvi do srca ili mozga. Najčešći uzrok srčanog i moždanog udara, kao i ostalih kardiovaskularnih bolesti je prisustvo raznih čimbenika rizika. (2)

Koronarna bolest srca jest aterosklototska bolest velikih koronarnih arterija srca bez kliničkih znakova. Dijeli se na koronarnu bolest bez ishemije miokarda i sa ishemijom miokarda ("nijema" ishemija). Koronarna bolest bez ishemije miokarda ima postojeće aterosklerotske promjene, ali one ne dovode do značajne opstrukcije niti do ishemije. Za razliku od nje, koronarna bolest srca sa ishemijom miokarda ima objektivne znakove ishemije na elektrokardiogramu, testu opterećenja ili ehokardiografiji, ali je bez angine. (3)

Cerebrovaskularne bolesti uključuju bolesti cerebrovaskularne cirkulacije, odnosno krvnih žila koje opskrbljuju mozak. One se dijele na ishemijske događaje i na cerebralna krvarenja, sa širokim spektrom etiologija. Ishemijski događaji se klasificiraju s obzirom na lokaciju, odnosno jesu li se dogodili u karotidnoj ili vertebrobasilarnoj cirkulaciji. Najčešći incidenti su tranzitorna ishemična ataka koja traje od par minuta od 24 sata i moždani udar čiji neurološki utjecaj traje više od 24 sata.

Reumatska bolest srca je stanje u kojem su srčani zalisci trajno oštećeni reumatskom groznicom. To je skupina srčanih poremećaja koji mogu biti akutni ili kronični, te nastaju najčešće 10 do 20 godina nakon same reumatske groznice. Iako reumatska bolest srca može zahvatiti bilo koji oblik srca, najčešće su pogođeni srčani zalisci, od kojih je najčešći mitralni zalistak. Posljedice takvog stanja uzrokuju stenozu srčanog zaliska i regurgitaciju mitralnog zaliska koje dovode do nepravilnog protoka krvi.

Pod kongenitalnim bolestima srca podrazumijevaju se svi defekti srca i velikih krvnih žila, koji su prisutni pri rođenju. Posljedice takvih bolesti variraju od minimalnih do životno ugrožavajućih. Kongenitalne bolesti srca nastaju najčešće u prvih šest tjedana gestacije, te se vrlo često otkrivaju ultrazvukom. Iako postoji široki spektar kongenitalnih bolesti srca, najčešće su mogu podijeliti na bolesti srčanih zalistaka, bolesti srčane pregrade i bolesti krvnih žila. Najčešći simptomi vidljivi pri rođenju su blijeda, plava koža, problemi sa disanjem i hranjenjem, niska porođajna težina i usporen rast. Neka djeca ne razviju odmah simptome, već nakon nekoliko godina, te ona uključuju: aritmije, otežano disanje, vrtoglavice, mučnine i gubitak svijesti.

Duboka venska tromboza nastaje kada stvoreni krvni ugrušak začepi venu, najčešće u donjim ekstremitetima. Iako može proći asimptomatski, najčešće dolazi do oticanja, boli, povećane osjetljivosti, crvenila i uvećanja vena u oboljelom ekstremitetu. Simptomi najčešće nastaju nakon nekoliko sati ili dana nakon začepjivanja same krvne žile. Mehanizam nastanka duboke venske tromboze najčešće uključuje kombinaciju smanjenog protoka krvi uz povećanu sklonost zgrušavanju krvi, promjene na krvnim žilama i upale krvnih žila. U tim slučajevima potrebno je strogo mirovanje kako bi se spriječilo otkidanje tromba te začepjivanje neke druge žile te uzimanje farmakoterapije u obliku antikoagulansa. Upravo to se dogodi kod plućne embolije: začepjenje plućne arterije embolusom. Simptomi plućne embolije su šaroliki, te najčešće uključuju dispneju, bol u prsima (značajniju pri inspiriju) te hemoptizu. Otkidani tromb isto tako može uzrokovati srčani ili moždani udar, koji mogu biti opasni po život pacijenta. (3)

4.1. Čimbenici rizika

Čimbenici rizika su slični za sve kardiovaskularne bolesti. Čimbenici rizika su specifične značajke pojedinaca i njihovih navika koje su povezane sa nastanku patoloških promjena. Čim osoba ima više izraženih čimbenika rizika, to je veća šansa sa obolijevanje, zbog toga što više čimbenika umnožavaju svoje djelovanje. Sukladno tome, opasnije je imati više blagih rizičnih činitelja nego jedan, jako izražen. Najznačajniji faktor je dislipidemija, nakon čega slijedi arterijska hipertenzija, pušenje, šećerna bolest, muški spol, menopauza i oralni kontraceptivi, psihosocijalni čimbenici, pretilost, nedostatna tjelesna aktivnost i nasljeđe. (2)

4.2. *Prevenција*

Čimbenici koji utječu na bolest mogu biti promjenjivi i nepromjenjivi. U promjenjive čimbenike spadaju pušenje, hipertenzija, hiperkolesterolemija i šećerna bolest, dok u nepromjenjive spadaju činitelji kao što su dob, spol, genska predispozicija i slično. S obzirom da se na nepromjenjive činitelje ne može djelovati, veliki je naglasak na terapijskim mjerama usredotočenim na promjenjive činitelje. U primarnu prevenciju spadaju sve mjere koje se vrše u cilju sprječavanja nastanka bolesti. Tu spadaju mjere koje su usredotočene na sprječavanje nastanka čimbenika rizika i mjere koje uklanjaju postojeće faktore rizika. U sekundarnoj prevenciji je bolest već dokazana, te se nastoji spriječiti njezin napredak. Najznačajniji i najkritičniji promjenjivi faktor rizika je hiperkolesterolemija. Liječenje koje smanjuje hiperkolesterolemiju smanjuje samu učestalost kardiovaskularnih bolesti, ali i smrtnost. Od izrazite važnosti u sekundarnoj prevenciji je pokušati smanjiti arterijsku hipertenziju i pušenje. Količina i trajanje pušenja je proporcionalno povezano sa negativnim učinkom na organizam. Dokazano je da kod osoba koje su prestale pušiti, nakon tri godine im se značajno smanjuje rizik za nastanak ili pogoršanje bolesti, dok kod onih koji ne puše 10 godina, rizik se gotovo izjednačava sa onima u nepušača. Šećerna bolest je također bitan faktor u sekundarnoj prevenciji, osobito u žena. (2)

5. HIIT TRENING

Starenjem dolazi do promjena u kardiovaskularnoj strukturi i funkciji, koje mogu dovesti do povećanoj broja oboljelih i umrlih od kardiovaskularnih bolesti. Pozitivno je to što je sve popularnije liječenje (i prevencija) kardiovaskularnih bolesti fizičkom aktivnošću, sa čime se produkuje životni vijek i kvaliteta života. Kardiološka rehabilitacija vježbanjem je vrijedan i bitan način nefarmakološke terapije koji učinkovito djeluje na kardiološko zdravlje. Rezultati same kardiološke rehabilitacije fizičkom aktivnošću ponajviše ovise o intenzitetu, trajanju, frekvenciji i tipu vježbi. Već desetljećima se preporuča terapija kardiološkim bolesnicima trening umjerenog intenziteta. Međutim, u posljednjih petnaestak godina sve je više popularniji HIIT trening, odnosno Intervalni trening visokog intenziteta (eng. *High intensity interval training* - HIIT). Nedavno, napravljeno je nekoliko meta analiza na temu HIIT treninga. U tim analizama je vidljivo kako se daje podrška HIIT treningu uz tvrdnju da je to održiv i izvediv način treninga koji djeluje povoljno na zdravlje srca krvnih žila u mlađe i starije populacije.

HIIT bi se definirao kao trening sa ponavljanim setovima vježbi kratkog do umjerenog trajanja (10 sekundi do 5 minuta) s intenzitetom koji je veći od anaerobnog praga. Iako anaerobni prag ima mnoge definicije, najprihvaćenija je ideja da je to prag nakon koje se mliječna kiselina počinje brzo nakupljati u krvi. Setovi vježbi su razdvojeni razdobljem rada u niskom intenzitetu ili neaktivnosti kako bi se omogućio djelomični, ali ne potpuni oporavak. (4)

Osim što djeluje povoljno na kapacitet vježbanja, pomaže u liječenju raznih kardioloških bolesti kao što su koronarna bolest srca i kronično zatajivanje srca. Pogotovo je bitna razlika između HIIT treninga i kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta, pa i njihov odnos. HIIT trening služi kao povoljna nadopuna kontinuiranom treningu umjerenog intenziteta, te iskorištava potpuni kardiovaskularni potencijal pacijenata. (5)

5.1. *Opća načela i posebna razmatranja HIIT treninga*

Najčešći objektivni parametri koji se uzimaju u obzir kod određivanja HIIT treninga su maksimalni srčani puls, maksimalna brzina potrošnje kisika koja se mjeri tokom postepenog vježbanja (VO₂ max) i metaboličke ekvivalente zadataka (omjer brzine kojom pojedinac troši energiju u odnosu na masu pojedinca, dok obavlja određenu fizičku aktivnost u usporedbi sa referentnim vrijednostima).

Maksimalna brzina potrošnje kisika je zlatni standard u kapacitetu vježbanja pojedinca. Široko je poznat parametar korišten u određivanju intenziteta vježbanja. Maksimalna brzina potrošnje kisika i maksimalni srčani puls su najčešće istraživani parametri i imaju najviše potkrepljenih dokaza koji potvrđuju njihovu efikasnost. Unatoč tome, postoje ograničenja u njihovom korištenju. Prvo ograničenje je nepostizanje pravog maksimalnog kapaciteta. Do toga dolazi kada se testiranje prekine zbog osobnih subjektivnih razloga: pojačana simptomatologija, osjećaj slabosti i anksioznost. Uz to, nekim pacijentima je zbog zdravstvenih razloga kao što su uznapredovali zastoj srca ili stanoza lijeve koronarne arterije kontraindicirano testiranje. Sljedeće ograničenje dolazi zbog farmakološke terapije koju uzimaju pacijenti. Najčešće su to lijekovi kao što su beta blokatori, koji dovode do sniženih rezultata istraživanja. Treće ograničenje je posljedica loše opskrbe sa kardiopulmonalnom testnom opremom ustanove u kojim se provodi testiranje. Posljednje ograničenje dolazi od samog testiranja. Maksimalni srčani puls izračunava se tako da se oduzmu godine od 220. Međutim, rezultat može podcijeniti ili precijeniti realnu brojku. Time se može preopteretiti ili previše rasteretiti pacijenta treningom. (4, 17)

Tablica 1. Maksimalna potrošnja kisika podijeljena po godinama i spolu

Žene							
Godine	Vrlo loše	Loše	Oskudno	Prosječno	Dobro	Vrlo dobro	Odlično
20-24	<27	27-31	32-36	37-41	42-46	47-51	>51
25-29	<26	26-30	31-35	36-40	41-44	45-49	>49
30-34	<25	25-29	30-33	34-37	38-42	43-46	>46
35-39	<24	24-27	28-31	32-35	36-40	41-44	>44
40-44	<22	22-25	26-29	30-33	34-37	38-41	>41
45-49	<21	21-23	24-27	28-31	32-35	36-38	>38
50-54	<19	19-22	23-25	26-29	30-32	33-36	>36
55-59	<18	18-20	21-23	24-27	28-30	31-33	>33
60-65	<16	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	>30

Muškarci							
Godine	Vrlo loše	Loše	Oskudno	Prosječno	Dobro	Vrlo dobro	Odlično
20-24	<32	32-37	38-43	44-50	51-56	57-62	>62
25-29	<31	31-35	36-42	43-48	49-53	54-59	>59
30-34	<29	29-34	35-40	41-45	46-51	42-56	>56
35-39	<28	28-32	33-38	39-43	44-48	49-54	>54
40-44	<26	26-31	32-35	36-41	42-46	47-51	>51
45-49	<25	25-29	30-34	35-39	40-43	44-48	>48
50-54	<24	24-27	28-32	33-36	37-41	42-46	>46
55-59	<22	22-26	27-30	31-34	35-39	40-43	>43
60-65	<21	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	>40

Izvor: <https://mensrunninguk.co.uk/wp-content/uploads/2016/03/vo2maxvalues.gif>

$$1 \text{ MET} = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \times \text{h}} = 4.184 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times \text{h}} = 1.162 \frac{\text{W}}{\text{kg}}$$

Slika 5. Formula metaboličkog ekvivalenta bazirana na potrošnji kisika i tjelesnoj masi

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Metabolic_equivalent_of_task

$$1 \text{ MET} = 58.2 \frac{\text{J}}{\text{s} \times \text{BSA}} = 58.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 18.4 \frac{\text{Btu}}{\text{h} \times \text{ft}^2}$$

Slika 6. Formula metaboličkog ekvivalenta bazirana na proizvedenim vatima i površini tijela

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Metabolic_equivalent_of_task

Tablica 2. Metabolički ekvivalent podijeljen po aktivnosti

Razina vježbanja	Ekvivalentna aktivnost
1 – 4 MET bodova	Standardne aktivnosti kod kuće
	Hod po kući
	Osobna higijena, hranjenje
5 – 9 MET bodova	Hod uz stepenice
	Duža relacija hoda na ravnom
	Kratko trčanje
	Umjerene aktivnosti (ples, planinarenje)
>10 MET bodova	Teži sportovi (plivanje, tenis, bicikliranje)
	Teški profesionalni / kućni poslovi

Izvor:

https://ijaweb.org/articles/2017/61/9/images/IndianJAnaesth_2017_61_9_705_214506_t2.jpg

Uz objektivne parametre, promatraju se subjektivni parametri koji uključuju Borgovu skalu percipiranog napora i Skalu percipirane dispneje tokom napora. Lagani su za korištenje i veoma korisni alat u prepisivanju intenziteta HIIT treninga. Pogotovo zbog ograničenja koje nose objektivne metode, subjektivni testovi mogu optimizirati pacijentove rezultate jer se i po njima kroji sam trening.

Tablica 3. Borgova skala percipiranog napora

Ocjena	Percipirani napor
6	Bez napora
7	Ekstremno blagi napor
8	
9	Vrlo blagi napor
10	
11	Blagi napor
12	
13	Donekle teško
14	
15	Teško
16	
17	Vrlo teško
18	
19	Ekstremno težak napor
20	Maksimalni napor

Izvor:

https://www.alpfitness.com/images/table_01.png

Tablica 4. Skala percipirane dispneje tokom napora

Ocjena	Percipirana dispneja tokom napora
0	Bez dispneje
0,5	Jedva primjetna dispneja
1	Vrlo blaga
2	Blaga
3	Umjerena
4	Donekle teška
5	Teška
6	
7	Teška
8	
9	Ekstremno teška
10	Maksimalna

Izvor:

<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/94f13bf09e0c8746e06a70b129ec39ca35ff9867/5-Figure3-1.png>

Konkretno, kod treninga visokih intenziteta kod kojih je intenzitet vježbanja jednak 85% - 95% maksimalnog srčanog ritma, preporuka je da ocjena na Borgovoj skali percipiranog napora bude 15 – 17. Kod treninga nižih intenziteta (50 – 75% maksimalnog srčanog ritma), preporuka je da ocjena na Borgovoj skali percipiranog napora bude 12 – 14. Kada dolazi do odstupanja, npr. značajnija povećana ocjena na Borgovoj skali u odnosu na intenzitet vježbanja, preporuka je da se koristi samo Borgova skala kao metodu procjene. Razlog tome jesu sama ograničenja vezana uz mjerenje maksimalnog srčanog ritma i optimizacija pacijentove privrženosti treningu. (4)

Kompleksnost kardiovaskularnih oboljenja u starijih osoba predstavlja prepreku u postavljanju optimalne terapije. Zato je bitno uzeti u obzir specifične karakteristike pacijenta, kako bi rehabilitacija bila što uspješnija. Tu spada slabost, razna oboljenja, problemi sa ravnotežom i problemi sa razumijevanjem. Ključ svega predstavlja maksimalno modificirani trening, pogotovo u pacijenata koji osim kardiovaskularnih bolesti boluju od bolesti mišićno koštanog sustava ili imaju povećan rizik od pada. Značajni su i subjektivni testovi koji upotpunjuju cijelu sliku o zdravstvenom stanju bolesnika. (6)

5.2. Anaerobni trening i metabolizam

Anaerobne vježbe su one koje umjesto trošenja kisika razgrađuju glukozu i glikogen. Kada je potrebno energije više nego što može osigurati aerobni metabolizam, aktivira se anaerobni. Primjer za takav trening je upravo HIIT trening, sa kojim se u anaerobim uvjetima dostiže i 90% maksimalnog broja srčanih otkucaja i <85% $\dot{V}O_2\text{max}$ (maksimalna brzina potrošnje kisika). Glukoza se razgrađuje procesom koji se naziva glikoliza. Tim procesom nastaje proizvod koji služi kao energija stanicama: ATP ili adenzin trifosfat. Kao nusprodukt te razgradnje, nastaje mliječna kiselina koja se nakuplja u krvi. Efekt nakupljanja laktata u krvi je višestruk. Iako se smatra da kratkoročno uzrokuje mišićni zamor, dugoročni učinci anaerobnog treninga i nakupljanja laktata su puno više korisniji: povećanje mišićne snage i jakosti, povećanje poprečnog presjeka skeletnih mišića, poboljšanje metabolizma, povećan prag tolerancije na nakupljanje mliječne kiseline i pozitivno djelovanje na psihološko zdravlje.

Iako se tradicionalno smatra da je mišićni zamor posljedica nakupljanja mliječne kiseline, neki podaci ukazuju da to nije jedini razlog. Faktori koji utječu na mišićni zamor su razni i kompleksni, od kojih su neki: dostupnost energije i kisika, tolerancija na neugodu i bol i razni psihološki činitelji. S obzirom na to, anaerobni trening nije lako izračunati. Najčešće se mjeri količina nakupljene mliječne kiseline u skeletnim mišićima, iako se može mjeriti i sa količinom deficita kisika. (7)

Mišićna vlakna tipa 2, odnosno spora, bijela ili glikolitička mišićna vlakna dobivaju energiju glikolizom. Ona su za razliku od mišićnih vlakna tipa 1 brzo kontrahirajuća i brzo okidajuća, ali su iz tog razloga slabo otporna na zamor. Iako je svaki skeletni mišić građen od sporih i dugih vlakana, omjer je promjenjiv. Predominacija bijelih vlakana je u mišićima ekstremiteta. Ona se dijele na 2A, 2B i 2X vlakna. 2A vlakna su brzo kontrahirajuća, glikolitičko oksidativna, koja imaju veći oksidativni kapacitet od ostalih brzih, ali manje nego spora. 2B i 2X su ista, čista glikolitička brza vlakna, dok je jedina razlika da se 2X vlakna nazale u životinja. (8)

Za razliku od anaerobnog treninga, aerobni koristi aktivnosti srednjeg intenziteta koja bi se izvodile kroz duže vrijeme. To su aktivnosti kao hodanje, trčanje, bicikliranje, i sl. Za takve aktivnosti koristi se kisik za stvaranje energije kroz duži period vremena. Međutim, za mnogo sportova je potrebno razvijanje aerobnog i anaerobnog metabolizma. Većina sportova se koristi aerobnim sustavom, te onda kada su potrebne nagle količine energije se prebace na anaerobni.

Najpoznatiji, lako pamtljiv način za izračunavanje maksimalnog broja otkucaja srca (HR_{max} – eng. *HeartRate max*) je: $HR_{max} = 220 - \text{godine života}$.

Tablica 5. Zone srčanih otkucaja

Otkucaji srca u minutu	ZONE TRENINGA									
	Godište									
	20	25	30	35	40	45	50	55	65	70
100%	200	195	190	180	175	170	165	160	155	150
	VO2 Max (Maksimalni napor)									
90%	180	176	171	167	162	158	153	149	140	135
	Anaerobna zona (Hardkor trening)									
80%	160	156	152	148	144	140	136	132	124	120
	Aerobna zona (Kardio trening/izdržljivost)									
70%	140	137	133	130	126	123	119	116	109	105
	Kontrola težine (fitnes/sagorevanje masti)									
60%	120	117	114	111	108	105	102	99	93	90
	Uobičajene aktivnosti (održavanje/zagrevanje)									
50%	100	98	95	93	90	88	85	83	78	75

Izvor: <https://i1.wp.com/www.trcanje.rs/wp-content/uploads/2009/05/Zone-treninga-tabela1.png?resize=1076%2C641&ssl=1>

6. UTJECAJ HIIT TRENINGA NA KARDIOVASKULARNI SUSTAV

Kardiovaskularne bolesti su jedne od najzastupljenijih bolesti u svjetskoj populaciji i predstavljaju veliki javnozdravstveni problem. Unatoč tome što je redovita fizička aktivnost moćan alat u sprječavanju i liječenju tih bolesti, koristi se nedovoljno i uz slabu efikasnost. Kardiološka rehabilitacija bolesnika je učinkovita, te smanjuje mortalitet i morbiditet. Iako je kontinuirani trening umjerenog intenziteta pouzdana metoda rehabilitacije, posljednjih godina se teži učinkovitijem i djelotvornijem trenažnom procesu kao što je HIIT trening. Prema Rogmno O. i sur. (2004), HIIT trening povećava dva do tri puta kapacitet vježbanja, te prema Pattyn N. i sur. (2014) povećava maksimalnu brzinu potrošnje kisika u kardioloških bolesnika. Usprkos značajnom pozitivnom impaktu na organizam, postavlja se pitanje zašto se ovakav trening ne uvrsti u redoviti režim kardiološke rehabilitacije.

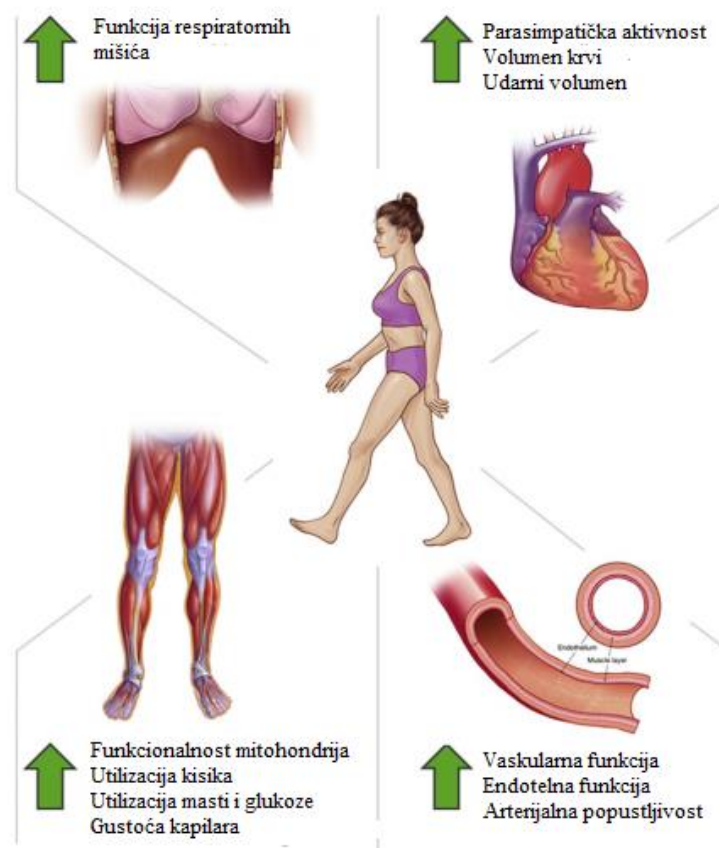
Starenjem dolazi do alternacija u kardiovaskularnom sustavu, te do promjena u funkciji kardioloških organa koji dovode do povećanog morbiditeta i mortaliteta od kardiovaskularnih bolesti. Jasno je da poboljšanjem aerobnog i anaerobnog kapaciteta dolazi do poboljšanja općeg stanja pacijenata i smanjenog rizika od obolijevanja ili od komplikacija kardioloških bolesti, međutim, još uvijek nije definiran optimalni trenažni proces koji bi se suočio sa ovim bolestima.

Intervalni trening visokog intenziteta dokazano djeluje na kardiološku funkciju, uključujući poboljšanu aerobnu kondiciju, smanjen krvni tlak, poboljšanu kontrolu lipida i glukoze u krvi. Stoga je od nedavno nastala ideja da je takav trening održiv način za poboljšavanje stanje kardiovaskularnog sustava kroz poboljšanje kardiovaskularnog fitnesa, pretežito u starijih i osoba koje žive sjedilačkim načinom života. Daje obećavajuće rezultate u liječenju svih kardioloških bolesti, a posebno koronarne bolesti srca, infarkta miokarda i kronične hipertenzije. (9)

Još relativno neistražen, HIIT trening postavlja nekoliko pitanja. Iako postoje preporuke, u treningu nisu dovoljno pouzdano definirani intenziteti u periodima rada u visokom i niskom intenzitetu, trajanje i omjer tih intenziteta i sama sigurnost pacijenata. U starijih pacijenata, potrebno je uzeti u obzir slabost, rizik od padova i ostale rizikofaktore tokom izvođenja treninga.

6.1. Fiziološki mehanizmi HIIT treninga

Iako ima mnogo dokaza da HIIT trening povećava maksimalnu potrošnju kisika u zdravih i pacijenata koji boluju od kardiovaskularnih bolesti, još uvijek su specifični mehanizmi koji dovode do takvog rezultata nejasni. Smatra se da maksimalna potrošnja kisika dolazi zbog poboljšanja stanja sistema koji prenose i koriste kisik. Tu spadaju respiratorni sustav sa povećanim unosom kisika, kardiovaskularni sustav sa povećanim transportom kisika, perfuzijom i difuzijom u tkivu i mišićno koštani sustav sa poboljšanom upotrebom kisika. (4)



Slika 7. Ključni fiziološki mehanizmi HIIT treninga koji dovode do poboljšanja maksimalne potrošnje kisika

Izvor: Dun Y, Smith JR, Liu S, Olson TP. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. Clin Geriatr Med. 2019 Nov;35(4):469-487. doi: 10.1016/j.cger.2019.07.011. Epub 2019 Jul 12. PMID: 31543179; PMCID: PMC6760312.

6.2. Kontinuirani trening umjerenog intenziteta

Kontinuirani trening umjerenog intenziteta ili CAET (Eng. *Continuous aerobic exercise training*) je trenažni program koji sadrži intenzitete vježbanja od 40 – 50% $\dot{V}O_2\text{max}$ u početnika sa smanjenim mogućnostima fizičke izvedbe i/ili većim srčanim rizikom i 50 – 75% $\dot{V}O_2\text{max}$ u pojedinaca sa boljom fizičkom spremom i smanjenim srčanim rizikom u trajanju od minimalno 20 minuta. Glavni cilj kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta je trening kroz duži period vremena, ali umjerenog, stabilnog intenziteta. Aktivnosti koje uključuje takav trening su pretežito aerobne: hodanje, trčanje, bicikliranje, nordijsko hodanje, plivanje, *jogging*, aerobno plesanje, hodanje po stepenicama i sl. U početnika, najčešće se preporučuje hodanje, pošto je ono jednostavno, nije potrebna nikakva oprema ili stručni nadzor i može se vršiti bilo gdje. Za razliku od intervalnog treninga, kontinuirani trening nema stanki između setova vježbi, već se vrše aktivnosti niskog intenziteta. (10)

CAET trening je vrlo dobar za održavanje dobrog općeg stanja pojedinaca, pogotovo za vlastiti respiratorni i kardiovaskularni sistem. Pogotovo u kardiovaskularnih bolesnika, takav trening poboljšava izdržljivost koja je značajna za aktivnosti svakodnevnog života, kako bi se spriječila zaduha. Uz to, odličan način je za smanjenje tjelesne mase. Kroz takav trening aktiviraju se velike mišićne skupine, te uz konzistentan rad i pravilnu prehranu dolazi do smanjenja obujma masnog tkiva. Djeluje pozitivno na psihičko stanje pojedinca i smanjuje razinu stresa.

Kontinuirani trening umjerenog intenziteta je trening koji se globalno i učestalo preporuča kardiološkim bolesnicima. Takav trening poboljšava prognozu bolesti, relativno lako se izvršava, siguran je i ima vrlo malo kontraindikacija kod pacijenata sa stabilnim oblikom bolesti. Kratkoročno i dugoročno ima značajne učinke na zdravlje bolesnika. Utjecaj treninga je neupitan, i nosi mnoge benefite: poboljšanje mišićne funkcije, smanjenje i/ili kontroliranje dislipidemije, ublažavanje simptoma bolesti (zaduha, nesаница i psihičke tegobe), poboljšavanje ventilacije pluća, poboljšavanje $\dot{V}O_2\text{max}$, te smanjenje morbiditeta i mortaliteta. (11, 14)

6.3. Razlika između HIIT treninga i kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta

Kontinuirani trening umjerenog intenziteta je temeljni režim rehabilitacije koronarne bolesti, ali i ostalih kardiovaskularnih bolesti. Iako je siguran i relativno bez kontraindikacija, ne iskorištava maksimalni kapacitet pacijenta.

Najveća razlika između HIIT treninga i kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta je razlika u maksimalnog brzini potrošnje kisika. Značajnije promjene su se dogodile tokom izvođenja HIIT treninga. Razlika je značajna i u kapacitetu vježbanja i sveukupnoj kvaliteti života. U istraživanju koje su proveli Cornelissen i sur. 2017., pokazalo se da pacijenti koji su bili povrgnuti HIIT treningu su imali značajno veću kvalitetu života i kapacitet vježbanja za razliku od onih koji su bili podvrgnuti kontinuiranom treningu umjerenog intenziteta.

Problem koji se često veže uz pacijente koji su radno aktivni je nedostatak vremena. HIIT trening, svojim povećanim intenzitetom smanjuje vrijeme treninga. Zbog toga je to vremenski efikasniji režim za kojeg je potrebno manje vremena (prosječno 20 minuta manje), dok nosi slične ili bolje rezultate. (14)

U nekih pacijenata, negativna strana HIIT treninga je njihovo nezadovoljstvo. Pogotovo u pacijenata koji su pretežito neaktivni i žive sjedilačkim načinom života, njihovo zadovoljstvo se smanjuje povećanim intenzitetom vježbanja. U tom smislu, nezadovoljstvo HIIT treningom može negativno utjecati na pacijentovo adaptiranje HIIT treninga u svakodnevni život, ali i cjeloživotni fizički aktivan život. (22) Uz to, primijećeno je kako su pacijenti muškog spola skloniji se podvrgnuti treningu koji je višeg intenziteta za razliku od pacijentica. Većina studija u kojem sudjeluju oba spola, manje od 10% ispitanika su ženskog spola. (11)

Nadalje, negativna strana HIIT treninga je potreba za aktivnim zdravstvenim nadzorom. Većina pacijenata nije u mogućnosti pravilno obavljati HIIT trening kod kuće, odnosno, održavati srčanu frekvenciju u optimalnoj razini. Samo 58% pacijenata koji su trebali integrirati HIIT trening u svoju svakodnevicu, je to i učinilo. Čak i neki pacijenti (pretežito muškog spola) koji su dobro podnosili trening tokom nadgledanog trenažnog režima u rehabilitacijskoj jedinici, odustaju od istog nakon otpusta. Dok kod kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta, pacijenti su skloniji se pridržavati režima treninga kod kuće. Superiorno HIIT treningu, 81% pacijenata je uklopilo kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta u svoj svakodnevni život, 6 mjeseci nakon otpusta. (12)

Bitno je naglasiti kako je HIIT trening sve popularniji zbog širenja društvenim mrežama, pogotovo u muškaraca i žena srednje životne dobi koji koriste trening kao redoviti preventivni trening.

Tablica 6. Usporedba HIIT treninga i kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta u bolesnika oboljelih od koronarne bolesti srca

Autor studije	VO ₂ max	Submaksimalni performans	Tjelesna masa/ usporedba	Otkucaji srca u mirovanju	Krvni tlak u mirovanju	Krvni tlak tokom aktivnosti	Kontrola glukoze u krvi	Lipidi u krvi	Kardiološki performans
Rognmo ²⁴	HIIT* > MICT*	NR	NR	HIIT = MICT	NR	HIIT = MICT	NR	NR	NR
Warburton ⁹	HIIT* = MICT*	HIIT* > MICT*	NR	NR	NR	HIIT* = MICT*	NR	NR	HIIT* = MICT*
Amundsen ¹⁵	HIIT* = MICT*	NR	NR	HIIT = MICT	NR	NR	NR	NR	HIIT ≥ MICT
Moholdt ¹⁶	HIIT* > MICT*	NR	HIIT = MICT	HIIT* = MICT*	NR	NR	HIIT = MICT	HIIT = MICT	HIIT* ≥ MICT
Moholdt ²³	HIIT* > MICT*	NR	HIIT = MICT	HIIT = MICT*	NR	NR	HIIT = MICT	HIIT* = MICT	NR
Currie ²⁰	HIIT* = MICT*	HIIT* = MICT*	NR	HIIT* = MICT*	HIIT = MICT	HIIT = MICT	NR	NR	NR
Keteyian ⁶	HIIT* > MICT	NR	NR	HIIT = MICT	HIIT = MICT	HIIT = MICT	NR	NR	HIIT* = MICT*
Conraads ¹⁹	HIIT* > MICT*	NR	HIIT = MICT	HIIT* = MICT*	HIIT = MICT	NR	HIIT = MICT	HIIT = MICT	NR
Cardozo ¹⁴	HIIT* > MICT	NR	NR	NR	NR	HIIT = MICT	NR	NR	HIIT > MICT
Jagureguizar ¹⁰	HIIT* > MICT*	HIIT* > MICT*	NR	HIIT = MICT	HIIT = MICT	HIIT* < MICT	NR	NR	NR
Pattyn ²²	HIIT = MICT	HIIT* > MICT*	HIIT = MICT	HIIT = MICT	HIIT* < MICT*	NR	HIIT = MICT	HIIT < MICT	NR

Izvor: Quindry JC, Franklin BA, Chapman M, Humphrey R, Mathis S. Benefits and Risks of High-Intensity Interval Training in Patients With Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol.* 2019 Apr 15;123(8):1370-1377. doi: 10.1016/j.amjcard.2019.01.008. Epub 2019 Jan 24. PMID: 30732854.

U tablici su prikazani rezultati nekoliko istraživanja koji su uspoređivali HIIT trening i kontinuirani trening umjerenog intenziteta u bolesnika oboljelih od koronarne bolesti srca. Najznačajniji faktor se nalazi u posljednjem stupcu, kardiološki performans. Pokazalo se da HIIT trening ima isti, pa čak i bolji utjecaj na kardiološki performans od kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta.

6.4. HIIT trening sa kratkim, umjerenim i dugim intervalima u pacijenata oboljelih od kardiovaskularnih bolesti

Trajanje i omjer treninga visokog i niskog intenziteta su ključni parametri u kojima se razlikuje HIIT trening od kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta. Postoje tri klasične kategorije HIIT treninga, te svaka izaziva poseban fiziološki odgovor. Sve kategorije ostaju u 85 – 95% maksimalnih srčanih otkucaja, a jedina razlika između njih je duljina trajanja vježbi tog intenziteta.

HIIT trening sa dugim intervalima je najčešća korištena kategorija u starijih pacijenata oboljelih od kardiovaskularnih bolesti. On uključuje četiri seta vježbi visokog intenziteta, svaki u trajanju od 4 minute između kojih se vrše aktivnosti niskog intenziteta u tri seta po tri minute. Manje korišten, HIIT trening sa umjerenim intervalima sastoji se od osam setova koji se vrše u dvije minute, razdvojeni sa sedam setova po dvije minute vježbi niskog intenziteta. Najmanje korišten je HIIT trening sa kratkim intervalima, kojeg najčešće koriste stariji pacijenti ili oni oboljeli od zatajenja srca. Takav trening se sastoji od deset setova vježbi visokog intenziteta koji se vrše u jednoj minuti, razdvojeni sa devet setova vježbi niskog intenziteta, svaki u trajanju od jedne minute. (16)

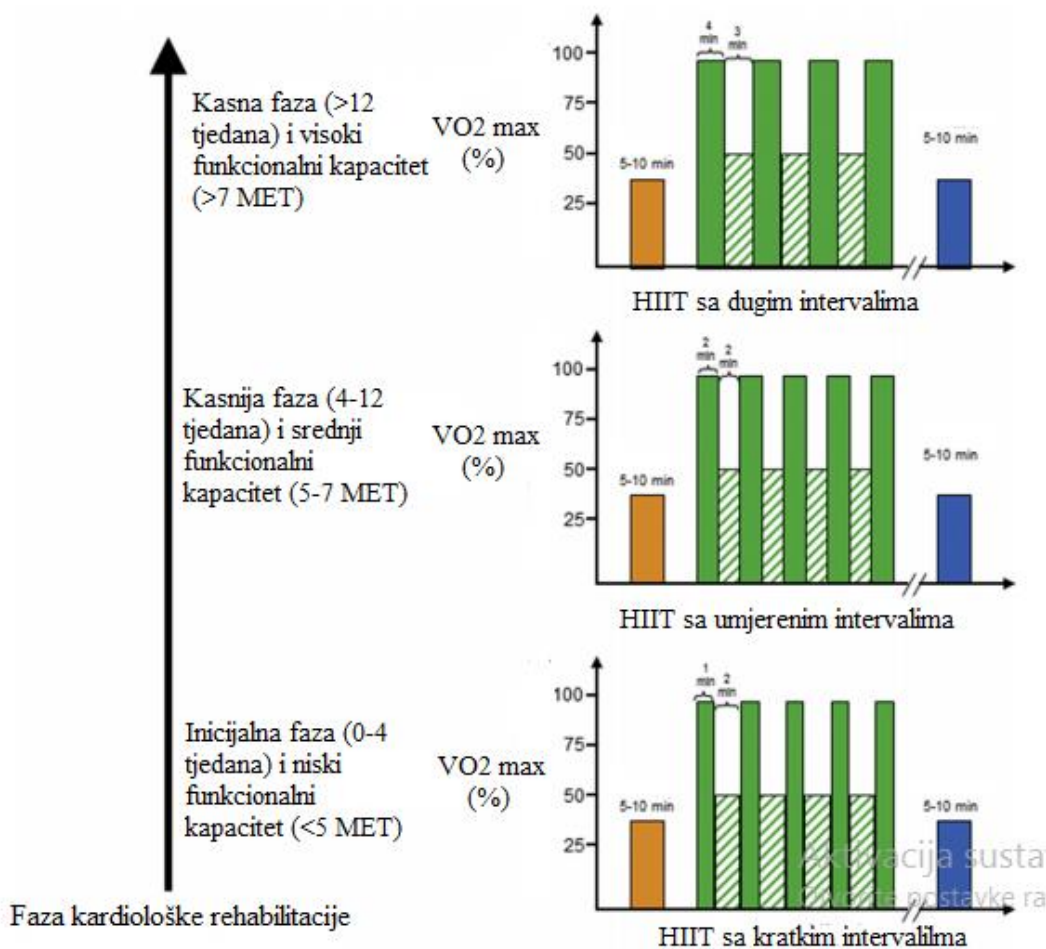
Sva tri protokola su sigurna za korištenje, međutim, smatra se kako je najdjelotvorniji HIIT trening sa dugim intervalima. Međutim, pacijente koji tek započinju sa treningom, ne može se uključiti u takav režim. Zato jer preporuka da takvi pacijenti započnu sa HIIT treningom sa niskim i umjerenim intervalima, te polako napreduju do HIIT treninga sa dugim intervalima kako bi pridobili fiziološke benefite koje nosi takav trening i poboljšali svoju toleranciju na takvu aktivnost. (4)

Tablica 7. HIIT trening sa kratkim, umjerenim i dugim intervalima u sportaša i starijih pacijenata oboljelih od kardiovaskularnih bolesti

	Interval	Trajanje intervala	Intenzitet			Omjer trajanja intervala	Ključni ciljevi
Sportaši	Dugi	3–15/3–15 min	85%–90%	HR	VO ₂	1:1	Poboljšanje funkcionalnosti i aerobnog metabolizma
	Umjereni	1–3/1–3 min	95%–100%	HR	VO ₂	1:1	Poboljšanje funkcionalnosti anaerobnog i aerobnog metaboličkog sustava
	Kratki	10–60/10–60 s	100%–120%	HR	VO ₂	1:1	Poboljšanje funkcije ATP sustava
Stariji pacijenti oboljeli od kardiovaskularnih	Dugi	3–4/3–4 min	85%–95% peak HR		VO ₂	1:1	VO ₂ max , V _E /VCO ₂ , VAT, QoL ^{4-6,12,13,32-34}
	Umjereni	1–2/1–4 min	85%–95% peak HR		VO ₂	1:1–4	VO ₂ max , VO ₂ /Puls , QoL ^{15,35,66}
	Kratki	15–60/15–120 s	85%–95% peak HR		VO ₂	1:1–8	VO ₂ max , VO ₂ /Puls ^{14,27,28,68}

Izvor: Dun Y, Smith JR, Liu S, Olson TP. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. Clin Geriatr Med. 2019 Nov;35(4):469-487. doi: 10.1016/j.cger.2019.07.011. Epub 2019 Jul 12. PMID: 31543179; PMCID: PMC6760312.

Uz to, trening se preporučuje u odnosu na dobivene rezultate metaboličke ekvivalente. HIIT trening sa kratkim intervalima se preporuča pacijentima koji imaju manje od četiri bodova ili u početnim fazama rehabilitacije (0-4 tjedna). HIIT trening sa umjerenim i dugim intervalima se preporuča tek kod bolesnika koji imaju više od pet bodova ili su u kasnijim fazama rehabilitacije.



Slika 8. Progresija HIIT treninga u odnosu na metabolički ekvivalent i dužinu trajanja rehabilitacije

Izvor: Dun Y, Smith JR, Liu S, Olson TP. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. Clin Geriatr Med. 2019 Nov;35(4):469-487. doi: 10.1016/j.cger.2019.07.011. Epub 2019 Jul 12. PMID: 31543179; PMCID: PMC6760312.

6.5. Sigurnost HIIT treninga

Sigurnost izvođenja HIIT treninga je bitno i često pitanje koje se postavlja, pogotovo o starijih pacijenata i onih oboljelih od kardiovaskularnih bolesti. To se pitanje često postavlja zbog percipiranog povećanog rizika od infarkta miokarda, pogotovo u osoba koje žive sjedilačkim načinom života. Nedovoljno istražena sigurnost HIIT treninga je jedan od razloga zašto se HIIT trening ne implementira u kardiološku rehabilitaciju. Najnovije studije govore o tome kako HIIT trening nosi sa sobom nizak rizik od nepoželjnih kardiovaskularnih posljedica. Uz to, treba uzeti obzir moguće komorbiditete koji bi mogli biti kontraindikacija za izvođenje treninga, kao što su: sarkopenija, kognitivne disfunkcije i problemi sa ravnotežom.

U meta analizi koju su proveli Wewege i sur. u 2018. g. uključeno je 23 studija sa 1117 pacijenta koju su dovršili studijski program. Studije su uglavnom uspoređivale HIIT trening sa kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta. Od 1117 pacijenata, 547 je bilo podvrgnuto HIIT treningu. Od 23 studije, njih 13 je uključivalo pacijente oboljele od koronarne bolesti i 9 studija sa pacijentima oboljelih od zatajenja srca. Prosječna dob ispitanika je 61 ± 5 godina, 83% ispitanika bilo muškog spola sa prosječnim indeksom tjelesne mase $27,8 \pm 2,1$ kg/m². Sve studije ispitivale su pojedince sa stabilnim simptomima bolesti. Rezultati meta analize donose samo pet štetnih događaja nastalih zbog HIIT treninga. Od pet, dvoje incidenata je bilo vezano uz kardiovaskularni sustav. Od dvoje incidenata, jedan je bio blaže prirode (sinkopa) i jedan teže (ventrikularna aritmija sa srčanim zastojem). Oba incidenata su se dogodila u studijama u kojima su bili pacijenti oboljeli od zatajenja srca, koji su obavljali trenažni režim sa dugim intervalima (4 seta po 4 minute razdvojeni sa aktivnim odmorom u trajanju od 3 minute) sa intenzitetom od 88% maksimalnih srčanih otkucaja.

U prosjeku, teži štetni kardiovaskularni incident (kao što je zastoj srca) dogodio se po stopi od 1 na 17083 HIIT treninga, dok je stopa svih kardiovaskularnih incidenata 1 na 8541 HIIT treninga. Sveukupno, u usporedbi HIIT treninga sa kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta ne postoji značajni rizik od nastanka incidenata. Stoga, HIIT trening je jednako siguran trenažni proces koji se može implementirati u kardiološku rehabilitaciju.

Treba uzeti u obzir da HIIT trening može biti sa niskim rizikom od incidenata pod kontroliranim uvjetima. Naravno, za to je potrebna detaljna i precizna procjena prije početka samog trenažnog procesa, kako bi se trening mogao maksimalno prilagoditi pacijentu. Treba se pridodati važnost kontinuiranom praćenju fizioloških odgovora (tlak, puls, procjena percipiranog napora) pacijenata tokom i nakon treninga. Posljednje, bitno je da svaki trenažni program bude postupan

u intenzitetu, započinjanjem sa kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta i gradacijom do HIIT treninga dugih intervala. Autori meta analize pridodaju posebnu važnost ovoj stavki, pošto se je teži kardiološki incident (zastoj srca) dogodio upravo u jednoj studiji koja nije implementirala kontinuirani trening umjerenog intenziteta u uvodni dio studijskog procesa. Kako bi sve to bilo moguće, potrebno je da ustanova koja se bavi HIIT treningom logistički opremljena, sa kvalitetnim i educiranim osobljem i dovoljnim resursima za rad. (13, 14)

Zaključno, apsolutne kontraindikacije za HIIT trening u kardioloških bolesnika jesu:

- Nestabilna angina pectoris;
- Nedavno preboljeli infarkt miokarda (<4 tjedna);
- Nedavno bolničko liječenje zbog kardiološke bolesti (<6 mjeseci);
- *Pacemaker* sa fiksiranim srčanim ritmom;
- Nekontrolirane aritmije;
- Simptomatska aortna stenoza;
- Nekontrolirani povišeni arterijski tlak (<180/100 mmHg);
- Nekontrolirana šećerna bolest;
- Simptomatska cerebrovaskularna bolest (<6 mjeseci);
- Teška zaduha u mirovanju;
- Tromboflebitis;
- Nedavna plućna embolija;
- Nedavni akutni miokarditis ili perikarditis. (13)

6.6. Prikaz slučaja 1

U istraživanju koje su proveli Fergal i sur. (2017) sudjelovalo je 44 muškaraca podijeljenih u dvije grupe. Prvu, interventnu grupu činili su muškarci sa sjedilačkim načinom života (godina 62.3 ± 4.6) i kontrolna grupa cjeloživotnih sportaša (godina 61.3 ± 5.1). Nakon analize svih kandidata, interventna skupina je podvrgnuta je šestotjednom programu koji sadrži HIIT trening uz aerobne prekondicijske vježbe. Cilj ovog istraživanja bio je usporediti utjecaj HIIT treninga na kardiološku funkciju starijih netreniranih muškaraca sa kardiološkom funkcijom muškaraca istih godina koji su sportaši. (15)

Rezultati ovog istraživanja, kao i mnogih sličnih ovome, su značajni. Autori navode relevantna poboljšanja u hemodinamskim faktorima u mirovanju (sistoličkog tlaka, srednjeg arterijskog krvnog tlaka i tzv. *rate pressure product* – koji govori o mogućnosti opterećenja miokarda). HIIT trening poboljšava metabolički kapacitet, dok u isto vrijeme ne izaziva patološko miokardialno naprezanje. Ovi zaključci su rezultat samog HIIT treninga, iako se smatra kako je aerobni trening koji se vršio prije glavnog treninga dao dodatni učinak.

Najznačajniji rezultati su kod krvnog tlaka ($\sim -7.7/-4.6$ mmHg) i srednjeg arterijskog tlaka (~ -5.5 mmHg), zbog toga jer je kronična hipertenzija jedan od ključnih rizikofaktora u kardioloških bolestima.

Promjene u kardiološkoj strukturi i funkciji nisu zamijećene, za razliku od drugih radova. Smatra se da su razlog tome različiti oblici HIIT treninga. Hwang i sur. (2016) za razliku od Fergal i sur. govore o poboljšanoj frakciji izbacivanja krvi iz lijeve klijetke. Poboljšana funkcija lijeve klijetke dovodi do normalizacije sistoličkog tlaka u perifernim arterijama.

Još jedan od problema ustanovljenja optimalnog trenažnog programa za kardiološke bolesnike je nedovoljna specificiranost vježbi u treningu koji se istražuje. Pogotovo su potrebna dodatna istraživanja na području HIIT treninga i njegovim vrstama, koji je još nedovoljno istražen režim.

Tablica 8. Prikaz rezultata istraživanja

	Interventna skupina			Kontrolna skupina		
	Faza A	Faza B	Faza C	Faza A	Faza B	Faza C
Karakteristike ispitanika:						
Broj ispitanika (n)	25	22	22	19	17	17
Dob (god)	62.7 ± 5.2			61.1 ± 5.4		
Visina (cm)	175 ± 6.1			173 ± 5.5		
Tjelesna težina (kg)	89.9 ± 17.2*	88.9 ± 16.6* ^a	89.0 ± 17.5* ^a	79.5 ± 12.3	79.3 ± 12.3	80.1 ± 12.6
Potvrda maksimalnog napora (max):						
BLa max (mmol.L ⁻¹)	9.8 ± 2.6	10.2 ± 2.3	9.1 ± 2.0	10.3 ± 2.3	10.7 ± 2.5	9.2 ± 2.4 ^b
RERmax	1.10 ± 0.07	1.09 ± 0.05	1.14 ± 0.08	1.13 ± 0.07	1.11 ± 0.06	1.15 ± 0.07
RPEmax	17.4 ± 1.4	17.4 ± 1.2	18.2 ± 1.1	18.2 ± 1.3	18.2 ± 1.2	18.6 ± 1.0
HRmax	156 ± 9	159 ± 9	161 ± 8.8	161 ± 14	165 ± 12	163 ± 12
Maksimalna kardiorespiratorna funkcija:						
VO _{2max} (L.min ⁻¹)	2.46 ± 0.43**	2.52 ± 0.36**	2.82 ± 0.58** ^{a,b}	3.08 ± 0.45	3.2 ± 0.57	3.45 ± 0.47 ^{a,b}
ṀE _{max} (L.min ⁻¹)	87.1 ± 20.6**	92.8 ± 17.7**	108.1 ± 21.3** ^{a,b}	117.4 ± 19.3	116.2 ± 21.1	129.4 ± 18.3 ^{a,b}
MET Capacity	7.9 ± 1.6**	8.5 ± 1.2**	9.4 ± 1.4** ^{a,b}	11.2 ± 1.7	11.6 ± 1.9	12.6 ± 1.8 ^{a,b}
VT % ṀO _{2max}	72.9 ± 10.3*	79.4 ± 8.8	81.3 ± 9.8	79.6 ± 8.5	79.1 ± 9.6	77.6 ± 7.5
AT % AbsṀO _{2max}	82.6 ± 10.0	83.4 ± 7.7	79.5 ± 8.9	84.6 ± 5.5	84.3 ± 8.6	82.6 ± 9.7
AT Abs ṀO _{2max} (L.min ⁻¹)	1.97 ± 0.39**	2.1 ± 0.38**	2.24 ± 0.49** ^a	2.61 ± 0.46	2.70 ± 0.55	2.84 ± 0.50 ^a
O ₂ Pulse ṀO _{2max} (mL.beat ⁻¹)	15.4 ± 2.5**	15.9 ± 2.3**	18.0 ± 4.0** ^a	19.2 ± 2.7	21.0 ± 3.2	21.1 ± 2.3 ^a
PO- ṀO _{2max} (W)	201 ± 42**	201 ± 33**	222 ± 30** ^{a,b}	253 ± 37	254 ± 34	264 ± 41 ^{a,b}

U prvoj tablici su navedene karakteristike ispitanika i ispitivani faktori u interventnoj skupini (SED) i interventnoj skupini (LEX). Tablica je podijeljena u tri faze: faza A – prije započinjanja istraživanja, faza B – nakon kondicijskog treninga i faza C – nakon HIIT treninga.

Starenjem dolazi do smanjenja maksimalnog srčanog pulsa, te u tom vidu ovaj rad nije donio statistički značajne promjene. Međutim, male ali bitne promjene su se pokazale u rezervi srčanih otkucaja, otprilike za 10% (rezerva srčanih otkucaja = max. srčani puls – puls u mirovanju). Autori navode kako je moguće da je do ovih promjena došlo zbog kronotropne augmentacije nakon HIIT treninga.

Tablica 9. Rezultati ehokardiograma, hemodinamske analize i miokardialnog naprezanja

	Interventna skupina			Kontrolna skupina		
	Faza A	Faza B	Faza C	Faza A	Faza B	Faza C
Ehokardiografija:						
LVM (g)	223 ± 48	232 ± 44	241 ± 39	249 ± 41	254 ± 59	265 ± 70
LVMi (g.m ⁻²)	89 ± 16.9	91.2 ± 11.8	97.2 ± 13.0	96 ± 16.2	98 ± 19.6	101 ± 22.3
IVSd (cm)	1.0 ± 0.15	1.0 ± 0.12	1.1 ± 0.08	1.0 ± 0.10	1.1 ± 0.16	1.2 ± 0.14 ^a
LVIDd (cm)	5.14 ± 0.52	5.10 ± 0.30	5.16 ± 0.53	5.27 ± 0.48	5.13 ± 0.64	5.07 ± 0.51 ^a
PWd (cm)	0.97 ± 0.13	1.01 ± 0.15	1.00 ± 0.09	1.05 ± 0.13	1.06 ± 0.12	1.10 ± 0.15
Hemodinamika:						
SV (ml.beat ⁻¹)	67 ± 23	69 ± 19	70 ± 18	77 ± 19	73 ± 21	75 ± 23
EF (%)	55.6 ± 8.6	53.6 ± 4.6	53.5 ± 7.1	60.9 ± 5.1	55.3 ± 4.4	56.2 ± 4.9
CO (L.min ⁻¹)	4.3 ± 1.5	4.7 ± 1.7	4.4 ± 1.4	4.7 ± 1.2	4.8 ± 1.3	4.5 ± 1.4
E wave (m/s)	0.68 ± 0.14	0.66 ± 0.13	0.68 ± 0.14	0.70 ± 0.11	0.68 ± 0.10	0.70 ± 0.97
A wave (m/s)	0.63 ± 0.15	0.54 ± 0.13	0.55 ± 0.15*	0.54 ± 0.07	0.52 ± 0.06	0.49 ± 0.09
E:A	1.12 ± 0.26	1.26 ± 0.27	1.28 ± 0.30 ^{ab}	1.31 ± 0.25	1.32 ± 0.26	1.46 ± 0.20
E' (cm/s)	-6.2 ± 1.3	-6.2 ± 1.3	-6.1 ± 1.3	-7.4 ± 1.4	-6.5 ± 1.5	-6.4 ± 1.4
DBP (mmHg)	87 ± 4.7*	83 ± 7.8	82 ± 7.8	82 ± 6.6	80 ± 6.6	79 ± 10.0
MAP (mmHg)	104 ± 5.8**	101 ± 9.8	99 ± 7.8 ^a	98 ± 7.7	96 ± 8.1	95 ± 10.4
PP (mmHg)	53 ± 7.4	52 ± 11.7	49 ± 9.4	48 ± 7.9	47 ± 8.6	49 ± 8.8
RHR (bpm)	65 ± 11.8	64 ± 10.6	60 ± 7.6*	59 ± 9.7	57 ± 10.3	56 ± 4.4
Srčano naprezanje:						
PLS (%)	-12.1 ± 2.78	-14.8 ± 2.1	-13.3 ± 3.9	-16.37 ± 5.2	-15.75 ± 4.6	-15.77 ± 2.9
SRS (%/s)	-1.2 ± 0.32	-1.04 ± 0.28	-1.18 ± 0.28	-1.0 ± 0.27	-1.0 ± 0.19	-0.94 ± 0.16
SRE (%/s)	1.4 ± 0.48	1.3 ± 0.31	1.22 ± 0.33	1.46 ± 0.31	1.47 ± 0.29	1.34 ± 0.29
SRA (%/s)	1.26 ± 0.36	1.27 ± 0.21	1.31 ± 0.26	1.23 ± 0.26	1.19 ± 0.31	1.22 ± 0.34

U drugoj tablici prikazani su rezultati ehokardiografije, hemodinamskih faktora i miokardialnog naprezanja u interventnoj skupini (SED) i kontrolnoj skupini (LEX). Tablica je podijeljena u tri faze: faza A – prije započinjanja istraživanja, faza B – nakon kondicijskog treninga i faza C – nakon HIIT treninga.

7. ZAKLJUČAK

HIIT trening ima zasigurno iste, ako ne i bolje učinke na kardiovaskularni sustav za razliku od kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta u nekoliko parametara. Pogotovo je bitna maksimalna brzina potrošnje kisika, kod koje dolazi do poboljšanja nakon HIIT treninga zbog raznih fizioloških adaptacija u kardiovaskularnom, pulmonalnom i mišićnokoštanom sustavu. Mnogi su pozitivni fiziološki učinci ovakvog trenažnog režima koji povećavaju toleranciju na vježbanje, smanjuju pojavnost i učinak kardioloških rizikofaktora, smanjuju krhkost pacijenata i djeluju na sveukupnu kvalitetu života. To je pogotovo bitno u pacijenata starije dobi, koji imaju povećan morbiditet i mortalitet zbog kardiovaskularnih oboljenja. Uz to, pokazalo se u nekoliko studija da je HIIT trening sigurna metoda vježbanja uz pravilne testove koji se vrše prije početka terapije, adekvatnu selekciju pacijenata i uz postupno uvođenje pacijenata u trening. U selekciji pacijenata, nužni su objektivni testovi koji pokazuju bolesnikovo stanje. No, korištenje samo objektivnih testova ne uzima u obzir pacijenta u cjelini, te je najpoželjnija kombinacija subjektivnih i objektivnih testova. Unatoč svojim brojnim pozitivnim učincima na organizam, medicina HIIT treningu pristupa sa dozom opreza. Najčešće nedoumice koje se nadovezuju uz HIIT trening je njegova implementacija, odnosno njegov intenzitet: niski ili visoki intervali, trajanje, omjer i sigurnost pacijenta. Još uvijek je najčešći trening koji se koristi kontinuirani trening umjerenog intenziteta, koji je dokazano siguran i široko rasprostranjen. Međutim, kontinuirani trening umjerenog intenziteta ne iskorištava potpuni potencijal pojedinca. Zbog toga se postavlja pitanje: zašto HIIT trening ne služi kao dopuna kontinuiranom treningu umjerenog intenziteta? Sistemska integracija HIIT treninga donesla bi mnoge benefite u kardioloških bolesnika, sa svojim dokazanim pozitivnim učincima i niskim rizikom od kardioloških incidenata. Kako bi to bilo moguće, neophodna su pravilna pretrenažana testiranja, selekcija pacijenata, uvođenje u trening sa kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta i nadzor tokom vježbanja. Potrebna su dodatna istraživanja koja će dokazati učinkovitost i sigurnost HIIT treninga, kako bi njegova provedba postala češća, te kako bi se time poboljšalo zdravlje kardioloških bolesnika.

Literatura

1. Drake R, Wayne Vogl A, Mithcell A. Gray's Anatomy for Students. Filadelfija: Churchill Livingstone Elsevier; 2015.
2. Vrhovac B, Jakšić B, Reiner Ž, Vucelić B. Interna medicina. Zagreb: Naklada Ljevak; 2008.
3. Cardiovascular diseases (CVDs) [Internet][Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
4. Dun Y, Smith JR, Liu S, Olson TP. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. Clin Geriatr Med. 2019 Nov;35(4):469-487. doi: 10.1016/j.cger.2019.07.011. Epub 2019 Jul 12. PMID: 31543179; PMCID: PMC6760312. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31543179/>
5. Gomes-Neto M, Durães AR, Reis HFCD, Neves VR, Martinez BP, Carvalho VO. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis. Eur J Prev Cardiol. 2017 Nov;24(16):1696-1707. doi: 10.1177/2047487317728370. Epub 2017 Aug 21. PMID: 28825321. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28825321/>
6. Keech A, Holgate K, Fildes J, Indraratna P, Cummins L, Lewis C, Yu J. High-intensity interval training for patients with coronary artery disease: Finding the optimal balance. Int J Cardiol. 2020 Jan 1;298:8-14. doi: 10.1016/j.ijcard.2019.09.060. Epub 2019 Oct 8. PMID: 31648826. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31648826/>
7. Konopka AR, Harber MP. Skeletal muscle hypertrophy after aerobic exercise training. Exerc Sport Sci Rev. 2014 Apr;42(2):53-61. doi: 10.1249/JES.0000000000000007. PMID: 24508740; PMCID: PMC4523889. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24508740/>
8. Wayne Scott, Jennifer Stevens, Stuart A Binder-Macleod, Human Skeletal Muscle Fiber Type Classifications, *Physical Therapy*, Volume 81, Issue 11, 1 November 2001, Pages 1810–1816 [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1093/ptj/81.11.1810>
9. Hwang CL, Yoo JK, Kim HK, Hwang MH, Handberg EM, Petersen JW, Christou DD. Novel all-extremity high-intensity interval training improves aerobic fitness, cardiac

function and insulin resistance in healthy older adults. *Exp Gerontol.* 2016 Sep;82:112
doi: 10.1016/j.exger.2016.06.009. Epub 2016 Jun 21. PMID: 27346646; PMCID:
PMC4975154. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27346646/>

10. Vitor Oliveira Carvalho, Alessandro Mezzani, Aerobic exercise training intensity in patients with chronic heart failure: principles of assessment and prescription, *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation*, Volume 18, Issue 1, 1 February 2011, Pages 5–14 [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32833a9c63>
11. Ribeiro PAB, Boidin M, Juneau M, Nigam A, Gayda M. High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017 Jan;60(1):50-57. doi: 10.1016/j.rehab.2016.04.004. Epub 2016 Jun 23. PMID: 27346629. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27346629/>
12. Quindry JC, Franklin BA, Chapman M, Humphrey R, Mathis S. Benefits and Risks of High-Intensity Interval Training in Patients With Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol.* 2019 Apr 15;123(8):1370-1377. doi: 10.1016/j.amjcard.2019.01.008. Epub 2019 Jan 24. PMID: 30732854. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30732854/>
13. Wewege MA, Ahn D, Yu J, Liou K, Keech A. High-Intensity Interval Training for Patients With Cardiovascular Disease-Is It Safe? A Systematic Review. *J Am Heart Assoc.* 2018 Nov 6;7(21):e009305. doi: 10.1161/JAHA.118.009305. PMID: 30376749; PMCID: PMC6404189. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30376749/>
14. Cornelissen VA, Buys R, Pattyn N. High intensity interval training in coronary artery disease patients, is it worth the effort? *Eur J Prev Cardiol.* 2017 Nov;24(16):1692-1695. doi: 10.1177/2047487317734051. Epub 2017 Sep 27. PMID: 28952801. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28952801/>
15. Grace F, Herbert P, Elliott AD, Richards J, Beaumont A, Sculthorpe NF. High intensity interval training (HIIT) improves resting blood pressure, metabolic (MET) capacity and heart rate reserve without compromising cardiac function in sedentary aging men. *Exp Gerontol.* 2018 Aug;109:75-81. doi: 10.1016/j.exger.2017.05.010. Epub 2017 May 13. PMID: 28511954. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28511954/>

16. Warburton DE, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A, Shoemaker P, Ignaszewski AP, Chan SY. Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 2005 May 1;95(9):1080-4. doi: 10.1016/j.amjcard.2004.12.063. PMID: 15842976. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15842976/>
17. Menz V, Marterer N, Amin SB, Faulhaber M, Hansen AB, Lawley JS. Functional Vs. Running Low-Volume High-Intensity Interval Training: Effects on VO₂max and Muscular Endurance. *J Sports Sci Med.* 2019 Aug 1;18(3):497-504. PMID: 31427872; PMCID: PMC6683610. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31427872/>
18. McGregor G, Nichols S, Hamborg T, Bryning L, Tudor-Edwards R, Markland D, Mercer J, Birkett S, Ennis S, Powell R, Begg B, Haykowsky MJ, Banerjee P, Ingle L, Shave R, Backx K. High-intensity interval training versus moderate-intensity steady-state training in UK cardiac rehabilitation programmes (HIIT or MISS UK): study protocol for a multicentre randomised controlled trial and economic evaluation. *BMJ Open.* 2016 Nov 16;6(11):e012843. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012843. PMID: 27852718; PMCID: PMC5129054. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27852718/>
19. Giallauria F, Smart NA, Cittadini A, Vigorito C. Exercise training modalities in chronic heart failure: does high intensity aerobic interval training make the difference? *Monaldi Arch Chest Dis.* 2016 Oct 14;86(1-2):754. doi: 10.4081/monaldi.2016.754. PMID: 27748470. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27748470/>
20. Ramírez-Vélez R, Hernández-Quiñones PA, Tordecilla-Sanders A, Álvarez C, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M, Correa-Bautista JE, Garcia-Hermoso A, Garcia RG. Effectiveness of HIIT compared to moderate continuous training in improving vascular parameters in inactive adults. *Lipids Health Dis.* 2019 Feb 4;18(1):42. doi: 10.1186/s12944-019-0981-z. PMID: 30717757; PMCID: PMC6362599. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30717757/>
21. Menz V, Marterer N, Amin SB, Faulhaber M, Hansen AB, Lawley JS. Functional Vs. Running Low-Volume High-Intensity Interval Training: Effects on VO₂max and Muscular Endurance. *J Sports Sci Med.* 2019 Aug 1;18(3):497-504. PMID: 31427872; PMCID: PMC6683610. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31427872/>

22. Arboleda-Serna VH, Feito Y, Patiño-Villada FA, Vargas-Romero AV, Arango-Vélez EF. Effects of high-intensity interval training compared to moderate-intensity continuous training on maximal oxygen consumption and blood pressure in healthy men: A randomized controlled trial. *Biomedica*. 2019 Sep 1;39(3):524-536. doi: 10.7705/biomedica.4451. PMID: 31584766; PMCID: PMC7357372. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31584766/>
23. Ramírez-Vélez R, Hernandez A, Castro K, Tordecilla-Sanders A, González-Ruiz K, Correa-Bautista JE, Izquierdo M, García-Hermoso A. High Intensity Interval- vs Resistance or Combined- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight Adults (Cardiometabolic HIIT-RT Study): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2016 Jun 24;17(1):298. doi: 10.1186/s13063-016-1422-1. PMID: 27342073; PMCID: PMC4919882. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27342073/>
24. Su L, Fu J, Sun S, Zhao G, Cheng W, et al. (2019) Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. [Posjećeno 17.6.2021.] Dostupno na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210644>

Privitak A: Popis ilustracija

Tablice

Tablica 1. Maksimalna potrošnja kisika podijeljena po godinama i spolu.....	17
Tablica 2. Metabolički ekvivalent podijeljen po aktivnosti.....	18
Tablica 3. Borgova skala percipiranog napora.....	19
Tablica 4. Skala percipirane disneje tokom napora.....	19
Tablica 5. Zone srčanih otkucaja.....	21
Tablica 6. Usporedba HIIT treninga i kontinuiranog treninga umjerenog intenziteta u bolesnika oboljelih od koronarne bolesti srca.....	26
Tablica 7. HIIT trening sa kratkim, umjerenim i dugim intervalima u sportaša i starijih pacijenata oboljelih od kardiovaskularnih bolesti.....	28
Tablica 8. Prikaz rezultata istraživanja.....	32
Tablica 9. Rezultati ehokardiograma, hemodinamske analize i miokardialnog naprezanja.....	33

Slike

Slika 1. Anatomija srca.....	6
Slika 2. Stjenke srca.....	7
Slika 3. Srčane komore.....	9
Slika 4. Stjenke krvnih žila.....	10
Slika 5. Formula metaboličkog ekvivalenta bazirana na potrošnji kisika i tjelesnoj masi.....	18
Slika 6. Formula metaboličkog ekvivalenta bazirana na proizvedenim vatima i površini tijela.....	18
Slika 7. Ključni fiziološki mehanizmi HIIT treninga koji dovode do poboljšanja maksimalne potrošnje kisika.....	23
Slika 8. Progresija HIIT treninga u odnosu na metabolički ekvivalent i dužinu trajanja rehabilitacije.....	28

KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA

Rođena sam 19.12.1998. godine u Rijeci. Pohađala sam Osnovnu školu Lupoglav u Lupoglavu, gdje sam i odrasla. Nakon osnovne škole, upisala sam Medicinsku školu u Rijeci koju sam uspješno završila. Odmah po završetku srednje škole, upisujem preddiplomski stručni studij Fizioterapije na Fakultetu zdravstvenih studija Rijeka.