

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Aleksandra Maksimova

Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu tõhusus kardioloogilises rehabilitatsioonis

Efficacy of high-intensity interval training in cardiac rehabilitation

Bakalaureusetöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:

PhD, J. Sokk

TARTU 2020

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
SISSEJUHATUS	4
KARDIOLOOGILINE REHABILITATSIOON	6
1.1 Kardioloogilise rehabilitatsiooni põhikomponendid ja eesmärgid	7
1.2 Kardioloogilise rehabilitatsiooni faasid	9
1.3 Kardiovaskulaarseid haigusi põdenud patsientide sobivuse määramine kardioloogiliseks rehabilitatsiooniks	10
1.4 Treening kardioloogilises rehabilitatsioonis	11
1.4.1 Treeningsessioonide komponendid	12
1.4.2 Aeroobse iseloomuga treening	12
1.4.3 Jõutreening	13
2. KÕRGE INTENSIIVSUSEGA INTERVALLTREENING	14
2.1. Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu olemus	14
2.2. Juhised HIIT treeningu läbiviimiseks ja monitoorimiseks	16
2.3 HIIT treeningu progressiooni monitoorimine	18
2.4 Kardiovaskulaarseid haigusi põdenud patsientide sobivuse määramine kõrge intensiivsusega intervalltreeninguteks	19
3. KÕRGE INTENSIIVSUSEGA INTERVALLTREENINGU TULEMUSENA KAASNEVAD FÜSIOLOOGILISED JA BIOKEEMILISED MUUTUSED SÜDAMEHAIGETE ORGANISMIS	22
3.1 Kõrge intensiivsusega intervalltreening lühikeste intervallidega	22
3.1.1 15/15 kõrge intensiivsusega intervalltreeningu protokoll	23
3.1.2 30/30 kõrge intensiivsusega intervalltreeningu protokoll	26
3.2. Kõrge intensiivsusega intervalltreening keskmiste/pikkade intervallidega	30
3.2.1 4x4 kõrge intensiivsusega intervalltreeningu protokoll	31
3.3 Kõrge intensiivsusega intervalltreening kodustes tingimustes	34
KOKKUVÕTE	36
KASUTATUD KIRJANDUS	37
SUMMARY	44

KASUTATUD LÜHENDID

AHA (*American Heart Association*) - Ameerika Südame Assotsiatsioon

CHD (*coronary heart disease*) - koronaarne südamehaigus

CHF (*chronic heart failure*) - krooniline südamepuudulikkus

CR (*cardiac rehabilitation*) - kardioloogiline rehabilitatsioon

CRF (*cardiorespiratory fitness*) - kardiorespiratoorne võimekus

CVD(s) (*cardiovascular disease(s)*) - kardiovaskulaarne haigus(ed)

HIIT (*high-intensity interval training*) - kõrge intensiivsusega intervalltreening

HR (*heart rate*) – südame löögisagedus, pulss

HR_{max} (*heart rate maximum*) - maksimaalne südame löögisagedus

MICT (*moderate-intensity continuous training*) - mõõduka intensiivsusega kestev treening

PPO- (*peak power output*) - maksimaalne väljundvõimsus

PR (*primary prevention*) - esmane ennetamine

RPE (*rating of perceived exertion*) - pingutuse tajutav raskustase

SP (*secondary prevention*) - sekundaarne ennetamine

VO_{2max} (*maximal oxygen uptake*) - maksimaalne hapnikutarbimine

VO_{2peak} (*peak oxygen uptake*) - maksimaalne hapniku tarbimine

SISSEJUHATUS

Vaatamata diagnostika ja teraapia olulisele paranemisele on kardiovaskulaarsed haigused (CVD) endiselt oluliseks tervishoiu ja sotsiaal-majandusliku valdkonna tõhusamat sekkumist vajavaks probleemiks nii lääne- kui ka arengumaades ning haigusjuhtumite juurdekasv on tihedalt seotud majanduskasvuga. Tervishoiuasutused ja elanikkond on hakanud mõistma, et kardiovaskulaarsete haigustega võitlemist mõjutab suuresti elustiili muutmine ja sekundaarne ennetamine (SP), sellepärast on üha rohkem hakatud rõhutama SP ja kardioloogilise rehabilitatsiooni (CR) tähtsust haigestumuse ja suremuse vähendamisel (Piepoli et al., 2012). CR/SP-programmid on tunnustatud CVD-ga patsientide hoolduse standardina, mille lahutamatuks osaks on treening (Hamm et al., 2011).

Kõrge intensiivsusega intervalltreeningut (HIIT) tunnustatakse rahvusvahelistes kliinilistes treenimisjuhistes kui sobivat ja kasulikku lisa mõõduka intensiivsusega kestvale treeningule (MICT) (Taylor et al., 2019). Ameerika Südameassotsiatsioon (AHA) lisas selle treeningmetoodika oma soovitusesse CVD-ga patsientide jaoks, kuigi ilma selgelt antud treenimisjuhisteta. HIIT-i määratlus on keeruline, kuna eksisteerib piiramatu arv võimalikke töö- ja taastumisintervallide kombinatsioone, mida tuleks kohandada suurele hulgale CR-ile suunatud patsientidele (Guiraud et al., 2012).

Antud bakalaureusetöö koosneb kolmest osast: esimene osa annab teaduskirjandusel põhineva ülevaate kardioloogilisest rehabilitatsioonist ja selle põhikomponentidest ning kasutatavatest treeningute tüüpidest. Teine osa keskendub HIIT-i olemusele ning HIIT-i läbiviimise ja monitoorimise metoodikale. Kolmandas osas vaadeldakse erinevate HIIT-protokollidega kaasnevaid füsioloogilisi ja biokeemilisi muutusi südamehaigete organismis.

Käesoleva bakalaureusetöö autor valis antud teema, sest tema arvates tuleks MICT-i kõrval, mida tavaliselt kasutatakse CR-is, võtta kasutusele uusi treeningmeetodeid, millega oleks võimalik saavutada paremat efekti südamehaigete seisundi parandamiseks ennetades haiguse süvenemist ja suremust, täiustades rehabilitatsiooniplaane ja lühendades taastumisaega. Lisaks on antud valdkonda bakalaureusetöös vähe käsitletud.

Töö eesmärgiks oli välja selgitada, milliseid muutusi südamehaigete organismis kutsus esile HIIT ning anda ülevaade sellest, kuidas on vaja HIIT-i rakendada CR-is.

Bakalaureusetöö võiks huvi pakkuda füsioteraapia bakalaureuseõppe tudengitele ja füsioterapeutidele, kes tegelevad CVD-ga patsientidega.

Antud bakalaureusetöö põhineb teaduskirjandusel, kus suurema osa allikatest moodustavad teadusartiklid, mis pärinevad andmebaasidest nagu *PubMed*, *Scopus*, *Google Scholar* ja *PEDro*. Lisaks on bakalaureusetöö autor kasutanud raamatuid, elektroonilisi kliinilisi juhiseid ja elektroonilist andmebaasi.

Märksõnad: intervalltreening, kardioloogiline rehabilitatsioon, kardiovaskulaarne haigus

Keywords: *interval training, cardiac rehabilitation, cardiovascular disease*

1. KARDIOLOOGILINE REHABILITATSIOON

Süda on inimese kardiovaskulaarsüsteemi keskne organ, mis pumpab arteriaalsse süsteemi verd ja tagab selle liikumise veresoontes (Mori et al., 2019). Anatoomiliselt on süda lihasorgan, mis töötab inimese terve elu jooksul. Süda pumpab vereringesse umbes 5-6 liitrit verd minutis ning see maht suureneb liikumise ja füüsilise töö ajal ja väheneb puhkamisel (Mori et al., 2016). Süda ja veresooned moodustavad koos kardiovaskulaarsüsteemi, mis täites transpordi funktsiooni, tagab rütmilise füsioloogiliste ja biokeemiliste protsesside kulgemise inimorganismis. Läbi veresoonte jõuavad vajalikud ained kudede ja organiteni ning sealt väljuvad ainevahetuse lõpp-produktid ja süsihappegaas. Vereringe tagab metaboolsete protsesside toimimise inimorganismis ja just seepärast on see erinevate homöostaasi määratlevate funktsionaalsete süsteemide komponent (Owen et al., 2018). Kardiovaskulaarsüsteem täidab reguleerivat- ja kaitsefunktsiooni ning koos närvi- ja humoraalse süsteemiga mängib tähtsat rolli organismi terviklikkuse tagamisel (Anderson et al., 2009). Kardiovaskulaarsüsteemis toimuvad patoloogilised füsioloogilised ja morfoloogilised muutused viivad CVD tekkeni (Owen et al., 2018).

CVD-ed on peamine surmapõhjus kogu maailmas, põhjustades umbes 17,9 miljonit surma igal aastal. CVD-ed - on südame-veresoonkonna haiguste rühm, mille hulka kuuluvad koronaarne südamehaigus (CHD), tserebrovaskulaarne haigus, reumaatiline südamehaigus ja muud seisundid. Neli viiest CVD surmast on tingitud müokardi infarktist (MI) ja aju insultist kusjuures kolmandik neist juhtub enneaegselt - alla 70-aastastel inimestel (GBD, 2017; Koongstvedt, 2001).

Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) toetab liikmesriike krooniliste haiguste ennetamisel, nendega hakkama saamisel ja jälgimisel, töötades välja ülemaailmseid strateegiad haiguse esinemissageduse, haigestumuse ja suremuse vähendamiseks. Need strateegiad hõlmavad riskifaktorite vähendamist, hooldusstandardite väljatöötamist, tervishoiusüsteemi suutlikkuse suurendamist CVD-ga patsientide hooldamisel ning haigus mustrite ja suundumuste seiramist. WHO teeb koostööd partner-riikidega ka kulutõhusate ja õiglaste tervishoiualaste uuenduste väljatöötamisel CVD-ga võitlemisel (WHO, 2020).

CVD-ga võitlemisel on tähtsal kohal preventiivne kardioloogia (PC), mida võib määratleda kui laialdast multidistsiplinaarset sekkumist, mille eesmärk on edendada südame-veresoonkonna tervist nii esmasel ennetamisel (PP) kui ka SP-il. See hõlmab professionaalset CVD riskifaktoritega isikute koormatud eluviisi sekkumist ja

kardioprotektiivsete ravimiteraapiate valikulist kasutamist haigestumuse ja suremuse vähendamiseks (Piepoli et al., 2014).

SP ja CR kuuluvad PC alla. CR on tõenduspõhine sekkumine, mida Euroopa Kardioloogide Selts (ESC) defineerib kui “koordineeritud mitmetahulisi sekkumisi, mis on kavandatud südamehaige kehalise, psühholoogilise ja sotsiaalse funktsioneerimise optimeerimiseks lisaks alusprotsesside progressiooni stabiliseerimisele, aeglustamisele või isegi tagasipööramisele, vähendades seeläbi haigestumust ja suremust”. CR täiendab sekundaarset ennetustööd, hõlmates tavaliselt mitmeid rehabilitatsioonimeetodeid (Camm et al., 2009).

1.1 Kardioloogilise rehabilitatsiooni põhikomponendid ja eesmärgid

SP ja CR-programmid on liikunud lihtsate sekkumiste juurest keerukamate teenuste juurde, millel on ühine eesmärk - mõlemad püüavad vältida tulevasi kardioloogilisi sündmusi ja aeglustada haiguse kulgu. CR programmid hõlmavad laiaulatuslikke professionaalseid sekkumisi isiku eluviisiga seotud aspektides, mis põhinevad muutuste käitumismudelitel (st. suitsetamisest loobumine, tervisliku toidu valimine ja kehaline aktiivsus) koos erinevate strateegiatega (alates perepõhistest sekkumistest lõpetades struktureeritud ja keerukate modaalsustega) (Piepoli et al., 2014). Selle lähenemisviisi lahutamatuks osaks on riskifaktorite juhtimine - vererõhu, vere lipiidide ja - glükoosi taseme tõhususe kontroll ning kardioprotektiivsete ravimite asjakohane väljakirjutamine ja manustamine. Pakutakse ka psühhosotsiaalset ja kutsealast tuge, mis on vajalik patsientide võimalikult täisväärtusliku elu taastamiseks (Hamm et al., 2011).

Sekkumised, mille eesmärk on konkreetselt mõjutada psühholoogilisi või psühhosotsiaalseid näitajaid, on mitmekesised ja võivad ulatuda organisatsiooni jõupingutustest patsiendi suhtluse ja toe parandamisel kuni empiiriliselt toetatud psühhoteraapiani, mida kasutatakse südamehaigel diagnoositud psühhopatoloogia tuvastamiseks. Lisaks võivad psühholoogilised / psühhosotsiaalsed sekkumised sisaldada ka muid CR elemente, näiteks toitumis-, elustiili- või liikumise nõuandeid. Mõnikord võib kasutada psühholoogilisi tehnikaid, kuid ainult sel juhul, kui sellega püütakse saavutada ravieesmärke (Anderson & Taylor, 2014).

Antud bakalaureusetöö autori arvates on rehabilitatsiooni protsess kahepoolne, kus osapoolteks nii tervisehoiutöötajad kui patsiendid. Sel ajal kui tervishoiutöötajatel on vastav haridus, tuleb patsientidel kujundada õigeid oskusi ja hoiakuid, mis aitaks neil toime tulla esseisvate väljakutsetega, ja siin on esmatähtis roll patsientide harimisel.

Patsientide harimine on protsess, mille käigus tervishoiutöötajad jagavad patsientidele infot, mis muudab nende tervisekäitumist ja viib nende tervisliku seisundi paranemiseni (Koongstvedt, 2001). Südamehaigete harimine võib toimuda mitmel viisil: klassiruumis või kodus, rühmas või individuaalselt, kohandatud või üldine. Südamehaigeid nõustavate tervishoiutöötajate ülesandeks on jagada selget ja arusaadavat infot CR programmi põhieesmärgi ja iga komponendi tähtsuse kohta. Haritud patsiendid võivad ise tegutseda tervise edendajatena ja aidata koostööpartnerite võrgustiku loomisel; see töötab organiseeritult CR-i ja SP-i osutamise toetamiseks (Piepoli et al., 2014).

Kuigi treening on CR-i aluseks (Anderson & Taylor, 2014) on eelmainitud komponendid muutunud olulisteks tänu CR-i märkimisväärsele arenemisele, millega alustati juba 1950-ndatel, kui Levine ja Lown (Mampuya al., 2012) kahtlesid esmakordselt ägeda müokardiinfarkti järgses pikaajalise voodirežiimi praktika toimes.

CR põhikomponentidel baseeruvad teenused, mida osutatakse interdistsiplinaarse lähenemisviisi kaudu, optimeerivad kardiovaskulaarse riski vähendamist, soodustavad tervislikku käitumist ja selle järgimist, vähendades puude teket ja edendavad CVD-ga patsientide aktiivset eluviisi. Samuti on CR ja SP osutunud tõhusaks CVD riskifaktorite juhtimisel ning CHD-ga patsientide haigestumuse ja suremuse vähendamisel, mille tulemusena tunnustatakse CR/SP teenuseid CVD-ga patsientide hoolduse standardina (Hamm et al., 2011). CR tugineb terviklikule lähenemisviisile, et käsitleda patsiendi elu aspekte - see julgustab patsienti muutma käitumist, mis omakorda tagab pikaajalise elulemuse (Dobson et al., 2012). Üldiselt on PC-sekkumise tulemuseks patsiendi parem kliiniline stabiilsus ja sümptomite kontroll, vähenenud üldine kardiovaskulaarne risk, suurenenud farmakoloogiliste nõuannete järgimine ja paranenud tervisekäitumise profiil - mis tagab patsiendi kõrgema elukvaliteedi, sotsiaalse integratsiooni ja haiguse parema prognoosi (Piepoli et al., 2014). Selleks, et õigesti rakendada CR põhikomponentidel baseeruvaid teenuseid on riiklikud ja rahvusvahelised organisatsioonid avaldanud teenuste osutamise juhiseid koos raamistikega (NICE, 2013; McMurray et al., 2012, Yancy et al., 2013).

Antud bakalaureusetöö autori arvates on multidistsiplinaarses meeskonnas läbi viidud CR asendamatu raviviis südamehaigetele. Meditsiinis tuleb patsienti käsitleda kui tervikut, sest nii organismis toimuvad protsessid, kui ka isiklikku elu puudutavad sündmused mõjutavad inimese tervist. Üks meditsiinitöötaja suudab vaevalt pidada silmas kõiki patsiendiga seotud aspekte, et panna õige diagnoos, ravida haigust ning aidata patsiendil jätkata täisväärtuslikku elu pärast hospitaliseerimist. Kui iga meeskonna spetsialist järgib täpselt oma erialal

ettenähtud juhiseid ja täidab rehabilitatsiooni protsessiga seotud ülesandeid, tagab see patsiendile jõulise toe ning soodustab paranemist. Ühtki multidistsiplinaarse meeskonna spetsialisti ei tohi alaväärtustada, sest kõik patsiendi elu aspektid on ühtselt tähtsad ning tagavad tema heaolu ja mõjutavad tervist, kuigi rehabilitatsiooniplaani koostades on vaja hinnata, mis valdkonnas vajab patsient kõige enam sekkumist ja nõustamist.

1.2 Kardioloogilise rehabilitatsiooni faasid

CR koosneb kolmest faasist (Piepoli et al., 2014):

Esimene faas kujutab endast varajast sekkumist patsiendi haiglas viibimise ajal, sealhulgas patsiendi varajane mobilisatsioon ja immobilisatsioonist tulenevate komplikatsioonide ennetamine. Järjest lühema haiglas viibimise aja tõttu on CR-i I faas vähem formaliseeritud (McMahon et al., 2017).

Sageli põhjustab hospitaliseerimine patsientidel ebakindlust normaalse elu taastumise ja toimimise osas. See võib omakorda põhjustada patsiendil psühholoogilisi ja füüsilisi probleeme koos hilisema viivitusega tööle naasmisel ja / või ebahariliku tervisekäitumise omaksvõtmisega (Dobson et al., 2012).

Teises faasis osutatakse patsientidele sekundaarseid ennetavaid rehabilitatsiooni teenuseid pärast CVD sündmust, mille eesmärgiks on kliinilise seisundi stabiliseerimine, riski faktorite stratifitseerimine ja pikaajalise sekkumise edendamine. Seda võib läbi viia nii statsionaarselt (*in-patient*) kui ka ambulatoorselt (*out-patient*).

- Struktureeritud *in-patient* CR-programmi tuleb käsitleda ülemineku etapina ebastabiilses seisundis olevatel patsientidel, kellel on suurem risk juhtumi kordumiseks, soodustades seisundi stabiliseerumist enne ambulatoorse CR-programmiga alustamist.
- Varajane *out-patient* CR osutab ennetavaid rehabilitatsiooni teenuseid iseseisvatele patsientidele ambulatoorses keskkonnas kohe pärast CVD juhtumit, tavaliselt esimese kolme kuni kuue kuu jooksul ning vähemalt kaheksa kuni 12 nädala jooksul, jätkates paindlikumal mudelil, eelistatult ühe aasta jooksul pärast sündmust.
- CR jätkatakse kodus spetsiaalset treeningkava järgides, CR-meeskonna ülesandeks on panna paika rehabilitatsiooni kava ning toetada patsienti vajalike õppematerjalidega,

rõhutada CR-keskuse perioodiliste visiitide tähtsust ja hoida patsiendiga sidet. Programmi komponendid ja tegevused on sarnased varajase *out-patient* CR programmiga.

Kolmas faas on pikaajaline *out-patient* CR, mille eesmärk on pakkuda ennetavaid rehabilitatsiooni teenuseid ambulatoorselt ja / või väljaspool haiglat.

CR esimeste komponentide rakendamine peab algama võimalikult kiiresti pärast patsiendi haiglasse sattumist. CR-i jätkamine on vajalik komponent CR eesmärkide saavutamiseks ja nende säilitamiseks pikaajalises ja lühiajalises perspektiivis (Piepoli et al., 2014).

Patsientidel, kelle CR jäi lõpetamata on suurenenud kardiovaskulaarse sündmuse kordumise risk pikaajalises perspektiivis. Ägeda koronaarse sündroomi (ACS) järgsetel patsientidel, kes pole läbinud “standardset” 12-nädalast CR-programmi, esines pikaajaliste järelkontrollide ajal sagedamini südame kahjulikke sündmusi, võrreldes nende patsientidega, kes läbisid CR-programmi täies mahus (McMahon et al., 2017).

1.3 Kardiovaskulaarseid haigusi põdenud patsientide sobivuse määramine kardioloogiliseks rehabilitatsiooniks

On olulisi tõendeid, mille kohaselt tuleks PC/CR-programmiga alustada haiglas ja jätkata pärast haiglast väljumist *out-patient* rehabilitatsiooni vormis. ESC juhiste järgi loetakse *out-patient* CR-programmis osalemiseks sobilikeks patsientideks neid, kellel on diagnoositud üks või mitu järgmistest seisunditest viimase 12 kuu jooksul ja kes pole osalenud varajases *out-patient* CR-i/SP-i ennetusprogrammis (Piepoli et al., 2014):

- Koronaarne südamehaigus;
- Hiljutised kardiovaskulaarsed operatsioonid ja sekkumine (pärgarterite või südame struktuursed haigused, sh südameklapi rikked);
- Krooniline südamepuudulikkus (CHF);
- Südame siirdamine;
- Suhkurtõbi ja metaboolne sündroom;
- Perifeersete arterite haigus ja suurte veresoonte operatsioon / sekkumine;
- Südametööd toetava seadme (VAD) kasutajad;
- Südamestimulaator, siirdataud kardioverter-defibrillaator (ICD) ja südame resünkroniseerimisravi (CRT) saaja (Piepoli et al., 2014).

PC/CR osalemise potentsiaalset õigust omavate isikute osalemist CR-programmis võivad piirata teatud probleemid. Takistusteks võivad olla:

- Patsiendiga seotud takistus, nt patsiendi keeldumine, depressioon, sotsiaalne eraldatus, piiratud rahalised vahendid ja transpordi puudumine;
- Süsteemiga seotud takistus, nt tervishoiusüsteemiga seotud ja/või ühiskondlikud probleemid (nt CR-programmi puudumine, hüvitise puudumine, halb transpordi infrastruktuur) (Shanmugasegaram et al., 2012).

Märgitakse, et isegi kui mõnel patsiendil võivad CR-osalemisel olla probleemid, on peaaegu kõik CVD-ga patsiendid võimelised saama kasu vähemalt mõnest PC/CR-programmi komponendist (Piepoli et al., 2014).

Kõigile patsientidele, kes lastakse haiglast välja CVD hospitaliseerimise järgselt on ettenähtud CR-programm, mis on struktuurselt kavandatud ja alustatud, et soodustada elustiili muutmist ja patsiendi pikaajalist jälgimist (McCreery et al., 2013).

1.4 Treening kardioloogilises rehabilitatsioonis

Struktureeritud treening on CR-programmi õnnestumise tähtsaim komponent. Treeningpõhise taastusravi tõttu väheneb patsientidel oluliselt nii üldine kui ka CVD-st põhjustatud suremus võrreldes tavapärase meditsiinilise abiga ilma struktureeritud treeningkava ja nõustamiseta, kusjuures positiivsed tulemused on saadud pigem pikaajalise kui lühiajalise patsiendi jälgimise tulemusena. Treeningpõhine CR annab häid tulemusi surmaga lõppeva ja mittefataalse südame infarkti kordumises vähenenud riskiga uuritavatel, neil on paranenud südame- ja südame-veresoonkonna funktsioon ning CVD riskifaktorite profiil, võrreldes CR grupi tulemusi treenimata grupiga. (Price et al., 2016)

AHA standardites (2013) on kirjeldatud, millised etapid tuleb südamehaigel läbida enne treening protsessiga alustamist. Eelkõige peavad CVD või muude krooniliste haigusseisunditega patsiendid läbima meditsiinilise kontrolli, et kindlustada kliinilist stabiilsust, et meditsiinitöötajad saaksid anda konkreetseid soovitusi kehalise aktiivsuse osas ning juhendada treeningu ohutut edenemist. Patsientide kliiniline testimine kavandatakse treeningute alustamise eelselt, et välja selgitada patsiendid, kellel peaks treenimine olema keelatud või edasi lükatud, ja need, kellel ei ole treeningutest tõenäoliselt kasu, ning koostada

välja valitud osalejatele sobiv treeningkava. Välja valitud patsientide koormustesti eesmärgiks on määrata nende kehalise võimekuse algfase ja maksimaalne südame löögisagedus (*HR_{max}*) ning kindlaks teha treeningu ohutus, hinnates treeningu ajal tekkivaid sümptomeid ja jälgides elektrokardiograafilisi (EKG) südame isheemiaid või südame rütmihäireid, mis oleks treeningutele vastunäidustuseks või nõuaks teistsugust terapeutilist lähenemist. Kuigi koormustesti ei teha absoluutselt kõikidele patsientidele ei nõua paljud programmid seda testi kliiniliselt stabiilsetel CVD-ga patsientidel, et hõlbustada treeningrežiimiga alustamist. Nendel patsientidel määratakse sümptomid ja treeningu soorituse lähtetase esimesel treeningsessioonil (Fletcher et al., 2013).

1.4.1 Treeningsessioonide komponendid

Treeningsessioone viiakse tavaliselt läbi lühikese soojendus- ja jahumise osaga (madala intensiivsusega aeroobne osa ja venitusarjutused) enne ja pärast intensiivsemat ja pikemat treenitava ettevalmistamist vastupidavus- või jõutreeninguks. Sageli viiakse vastupidavustreening läbi päevadel, mis vaheldub jõutreeningutega, kuid mõlemat treeningtüüpi saab kombineerida ühes treening sessioonis patsientidel, kes on piisavalt jõulised ja terved, et pingutust taluda. Venitusarjutusi, mille eesmärgiks on parandada või säilitada liigeste normaalset liikuvusulatust (ROM) ning soodustada konkreetse seatud eesmärgi saavutamist, lisatakse sageli treeningu soojendus- või jahtumise ossa. Aeroobse iseloomuga treening ja jõutreening on kaks peamist treening sessiooni komponenti CR-s (Fletcher et al., 2013).

1.4.2 Aeroobse iseloomuga treening

Aeroobse iseloomuga vastupidavustreening on CR-programmide treening komponendi alus. See parandab kardiorespiratoorset võimekust (CRF) ja funktsionaalset võimekust, vähendab haigusega seotud sümptomeid ja koronaarseid riskitegureid, aidates vähendada MI-st tingitud suremust. Aeroobse vastupidavuse treenimise soovitusel on lisatud kõikidesse CR-juhistesse, kuigi aeroobse iseloomuga treeningu sooritamise soovitatav intensiivsus on riigiti erinev. CR juhtivad teadusuuringud soovivad rehabilitatsiooniprogrammi vältel treenida aeroobse iseloomuga tegevusi sooritades mõõduka kuni kõrge intensiivsusega tsoonis. Minimaalselt tuleb sooritada aeroobseid treeninguid 3 korda nädalas (Price et al., 2016).

Hiljutised andmed viitavad sellele, et HIIT tagab patsientide treenimisvõime suurema ja kiirema paranemise (McMahon et al., 2017).

1.4.3 Jõutreening

Dünaamilistest harjutustest koosnev jõutreening on kasulik CR-programmis osalevatele patsientidele. Vaatamata sellele, et jõutreeningu mõju CVD riskifaktorite muutmisele on väiksem kui traditsioonilisel vastupidavustreeningul, võib lihasjõu suurenemine ja lihasmassi kasvu potentsiaal aidata patsientidel saada kehaliselt aktiivsemaks, kiirendada ainevahetust ning parandada eakamatel patsientidel igapäevaste tegevuste sooritusvõimet ja vähendada kukkumisohtu (Fletcher et al., 2013).

Programmid sisaldavad 8–10 suuri lihasrühmi koormavaid harjutusi mida sooritatakse 2–3 korda nädalas, harjutused kutsuvad esile adaptiivseid protsesse ja soodsat arengut lihasjõus. Nii lihasjõu kui ka lihasvastupidavuse tasakaalustatud paranemise saavutamiseks soovitatakse südamehaigetel sooritada 8-12 kordust ühes harjutusseerias, lisaraskuse protsent peaks olema 60%-80% ühest kordusmaksimumist (1RM) või 10-15 kordust lisaraskuse protsendiga 60%-70% RM-ist eakatele ja tõsiselt langenud sooritusvõimega südamehaigetele. Koormust tuleks suurendada, kui südamehaige on võimeline mugavalt esialgselt kavas määratud kordusvahemikku (nt. 12 kordust ühes harjutusseeris) ületama (Piepoli et al., 2016).

On kinnitatud, et kombineeritult on jõutreening ja aeroobse iseloomuga treening parem kui aeroobse iseloomuga treening üksi skeletilihaste massi kasvatamise soodustamiseks ning keharasva vähendamiseks läbi paranenud ainevahetuse puhkeolekus. Jõutreeningu lisamine CR-programmile võib optimeerida suurenenud lihasjõu tagajärjel aeroobse iseloomuga treeningu toimet, mis avaldab mõju patsiendi sooritusvõimele (Marzolini et al., 2012).

2. KÕRGE INTENSIIVSUSEGA INTERVALLTREENING

2.1. Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu olemus

HIIT-i tunnustatakse rahvusvahelistes kliinilistes juhistes kui sobivat ja kasulikku lisandit MICT-ile. HIIT treeningul vaheldub intensiivne ja kohati anaeroobse iseloomuga treeningtsükkel rahulikuma aeroobse iseloomuga taastumise tsükliga, milleks võib olla aktiivne või passiivne puhkus, mõõduka või kerge intensiivsusega (Fox et al., 1973). Peamine huvi HIIT treeningu vastu seisneb selles, et HIIT treeningul on võimalik säilitada kõrge intensiivsusega tööperioode kauem võrreldes MICT-iga (Billat, 2001)

Sporditreeningus kirjeldatakse tavaliselt kolme tüüpi intervalltreeninguid, mis kutsuvad organismis esile erinevaid füsioloogilisi reaktsioone: pikad intervallid (3-15 minutit, intensiivsus 85-90% VO_{2max}), keskmised intervallid (1-3 minutit, intensiivsus 95-100% VO_{2max}) ja lühikesed intervallid (10 sekundist kuni 1 minutini, 100-120% VO_{2max}) (Guiraud et al., 2012). Hiljuti kirjeldati intervalltreeningu uut vormi, mis koosneb korduvatest 30-sekundilistest treeningperioodidest intensiivsusega umbes 250% VO_{2max} , millele järgnevad 4-minutilised puhkeperioodid intensiivsusel 65% VO_{2max} (Gibala et al., 2006).

HIIT-i võib jagada kahte suurde rühma - suure mahuga HIIT (*high volume* HIIT) ja väikese mahuga HIIT (*low volume* HIIT). Enamus tõendus põhjustest materjalidest, mis viitavad CRF-i paranemisele kliinilises populatsioonis, põhineb Norra uurimisrühma välja töötatud suure mahuga HIIT-protokollil - 4×4 -minutilist intervalli (Fox et al., 1973; Billat, 2001; Saltin 1976). See lähenemisviis on osutunud ohutuks CHD-ga patsientidel. Suuremahulised HIIT-protokollid on protokollid, kus kõrge intensiivsusega intervalli tööaeg on ≥ 15 minutit, kusjuures teised HIIT-protokollid on määratletud kui madalamahuline HIIT. Madalamahulised HIIT protokollid koosnevad pika kestusega intervallidest (nt 1×4 min), on näidatud CRF patsientide funktsionaalse võimekuse paranemist võrreldes suure mahuga HIIT-iga ja isegi paremat paranemist võrreldes MICT-iga. Vastupidiselt on madalamahuline HIIT mitmete lühikese kestusega intervallidega ≤ 1 min (nt 10×1 min) näidanud sarnast CRF patsientide paranemist võrreldes MICTi tulemustega (Taylor et al., 2019).

Intervalltreeningut iseloomustavad erinevad parameetrid, mis kutsuvad esile erinevaid füsioloogilisi reaktsioone (Saltin et al., 1976). Intervalltreeningu klassifikatsioon põhineb

kolmel parameetril: (i) suhtarv (*ratio*), mis on treeningu ja taastumise kestuse suhe; ii) keskmine intensiivsus, mis on treeningu ja taastumise aja intensiivsuse keskmine; ja iii) amplituud, mis vastab treeningu ja taastumise intensiivsuste erinevusele, jagatud keskmise intensiivsusega, mis on väljendatud protsentides (tabel 1). Treeningu ühe parameetri muutmine, nagu kestus, intensiivsus või taastumise tüüp, mõjutab oluliselt akuutset füsioloogilist vastust ning arvatavasti ka pikaajalist adaptatsiooni koormusele (Guiraud et al., 2012).

Tabel 1. Saltini (1976) parameetrite kalkulatsiooni näited kaheks erinevaks intervalltreeningu protokolliks (A, B) (Saltin et al., 1976).

Saltini parameetrid	Protokoll A	Protokoll B
Tööintervalli kestus	15 sek.	1 min
Tööintervalli intensiivsus (PPO)	120% PPO-st	100% PPO-st
Taastumisintervalli kestus	15 sek.	30 sek.
Taastumisintervalli kestus ja tüüp	Passiivne (0%)	Aktiivne (50% PPO-st)
Suhe	1/1	2/1
Keskmine intensiivsus	60%	83%
Amplituud	200%	60%

PPO - *peak power output* - maksimaalne väljundvõimsus.

Näiteks, taastumisaja lühenemisega suureneb keskmine treeningu intensiivsus, mis omakorda suurendab ka energiakulu (Midgley et al., 2007; Rozenek et al., 2007). Taastumise tüüp mõjutab lisaks ka soorituse taset. Passiivne taastumine võimaldab enamate treeningseeriade sooritamist noortel sportlastel, vastupidavus aladega tegelevatel sportlastel (Dupont et al., 2003; Thevenet et al., 2007) ja CVD-ga patsientidel (Guiraud et al., 2010; Meyer et al., 2012).

HIIT treeningu intensiivsust määratletakse lähtuvalt järgmistest näitajatest: maksimaalne südame löögisagedus protsentides (%HR $_{max}$), südame löögisageduse reserv protsentides (%HRR), maksimaalne hapnikutarbimine (VO $_2$ $_{max}$), maksimaalne hapnikutarbimise reserv protsentides (%VO $_2$ R), pingutuse tajutav raskusaste (RPE), metaboolne ekvivalent (MET) või treeningu soorituse kiirus (Ross et al., 2016).

HIIT-i laialdaseks kasutamiseks kliinilises populatsioonis puuduvad universaalsed kriteeriumid või raamistik. Lisaks on ohutusprobleemid endiselt takistuseks HIIT-i rakendamisel tava praktikas. Endiselt on ebaselge, milline on HIIT-i optimaalne aja ja koormuse vahekord tervisenäitajate maksimeerimiseks (Guiraud et al., 2012).

2.2. Juhised HIIT treeningu läbiviimiseks ja monitoorimiseks

HIIT-i kasutamisel rehabilitatsioonis on väga oluline, et nii füsioterapeut kui ka patsient oleksid võimelised koos treeningprotsessi monitoorima ja korrigeerima. Selleks, et HIIT treening annaks maksimaalse efekti on vaja valida õiged pulsitsoonid ning osata neid seostada RPE skaalaga. RPE-i ja südame löögisageduse (HR) kombineeritud monitoorimine HIIT-i ajal aitab treeningu intensiivsuse eesmärkidest paremini kinni pidada kui ainult RPE määramine. RPE skaala ülemised ja alumised väärtused peaksid kajastama aistinguid äärmiselt raskest/maksimaalsest pingutusest ja aistinguid pingutuse puudumisest, mis annab lihas- ja kardiovaskulaarsete aistingute integreeritud hinnangu (Taylor et al., 2019)

Taylor et al. (2019) on välja töötanud juhised HIIT treeningute läbiviimiseks ja monitoorimiseks kliinilises keskkonnas ning antud raamistik on kohandatud Norra 4 × 4-minutilise HIIT-mudeli järgi (sessiooni kestvus 33–38 minutit) 30-minutiliseks sessiooniks lühikese soojenduse - (tavaliselt 5–10 minutit) ja jahtumise osaga (tavaliselt 3 minutit) treeningu efektiivsuse suurendamiseks.

Kuigi südamehaigetel või antihüpertensiivseid ravimeid tarvital patsientidel on soovitatav pikendada jahtumise perioodi 3–5 minutini, et vähendada organismi treeningjärgset hüpoteensivset vastust ning suurendada soojenduse osa 10 minutini treeningutest tingitud stenokardiaga patsientidel. Antud juhised sisaldavad 4 sammu HR-tsoonide arvutamiseks, valideerimiseks ja kalibreerimiseks HIIT treeningutest suurema kasu saamiseks.

1. samm hõlmab maksimaalse HR määramist. Kuigi treeningul tehtav maksimaalse pingutusega katse on ideaalne meetod maksimaalse südame löögisageduse (HR_{max}) ja HR-sihttsoonide määramiseks, saab kasutada ka spetsiaalseid võrrandeid (nt. $HR_{max} = 211 - (0,64 \times age)$). Ehkki võrrandeid tuleb kohandada (nt. $HR_{max} = 164 - (0,7 \times age)$) beeta-blokaatoreid kasutavatele patsientidele ning beeta-blokaatorite mõju suurus HR_{max} -le võib patsientidel olla väga erinev, saab kõige usaldusväärsemalt seda määrata koormustestil.

2. samm hõlmab HR-sihttsooni arvutamist, mis vastab 85–95% HR_{max} .

3. samm hõlmab HR-sihttsooni valideerimist RPE abil. Selleks soovitatakse alustada kõrge intensiivsusega intervall koormusega, mis vastab hindetele 15 (raske) RPE Borg 6-20 skaalal ning lõpetada intervall väsimustundega, mis vastaks hindetele 17-18 (väga raske) RPE. Patsiendi hingamine peab muutuma raskeks, kuid ta peab suutma rääkida lühikeste lausetega. Tööintervalli lõpus peab patsiendil tekkima tahe intervall katkestada, kuid ta ei tohi olla täielikult kurnatud. Kui patsient ei suuda 4 minuti jooksul hoida etteantud intensiivsust ning lõpetab intervalli enneaegselt, on tõenäoliselt treeningu intensiivsus liiga raske ja seda tuleks järgmisel intervallil vähendada. Füsioterapeut võib aga jätta tähelepanuta patsiendi RPE hinnangu, kui ilmneb, et patsiendil on raske RPE-d õigesti defineerida. Selles etapis tuleks arvesse võtta füsioterapeudi oskused ja kogemused ning kogemused konkreetse patsiendiga.

Treeningu oluline osa on aeg, mis kulub HR-sihttsooni saavutamiseks kõrge intensiivsusega intervalli jooksul. Norra lähenemisviisi põhjal peaks patsient HR-sihttsooni saavutama esimene 4-minutilise kõrge intensiivsusega intervalli jooksul. Valideerimise ajal, kui 4-minutilise intervalli RPE on väiksem kui 17, tuleb töökoormust suurendada. Järgnevate kõrge intensiivsusega intervallides (s.o 2., 3. ja 4.) on soovitatav jõuda HR-sihttsooni poole intervalli ajaga s.t 2 minutiga. Seega, kui RPE on väiksem kui 17 kahe minuti möödumisel, tuleks töökoormust suurendada. Tuleb rõhutada, et õige töökoormuse leidmiseks tuleks kasutada esimest HIIT sessiooni ning töökoormuse (kiirus, vatt, jne.) suurenemine peab olema tagasihoidlik, kui RPE ei ole õigesti määratud. Kui töökoormuse kohandamine on liiga suur, suurendab see kurnatuse tekke ohtu ja suutmatust treeningu protokollit täita.

4a samm. Valideerimise ajal tuleks iga intervalli jooksul registreerida kõrgeim HR. HR-sihttsoon on valideeritud, kui HR jääb selle protsessi ajal HR-sihttsooni. Kui HR tõuseb

üle HR_{max} (arvutatud 1. etapis) või jääb allapoole HR sihtsooni (arvutatud 2. etapis), näitab see, et HR sihtsoon on ebatäpne.

Etapp 4b hõlmab HR-sihtsooni kalibreerimist, kui valideerimisprotsess peab seda ebatäpseks. Kalibreerimise võimaluste hulka kuuluvad: maksimaalse pingutusega koormustesti kordamine või uue HR_{max} arvutamine kasutades võrrandit. Teine võimalus on HR sihtsooni ümberarvutamine (2. samm), kasutades % HRR-i, mis vastab 80–90% HRR-ile. Ehkki %HRR kasutatakse peamiselt uuringutes, on see veel üks treeningu intensiivsuse määramise meetod, mis on sobivam kõrge / madala puhkeoleku HR-ga patsientidele. Kui täpset HR-sihtsooni ei ole võimalik määratleda, saavad patsiendid jätkata ainult RPE kasutamist, kuna on tõestatud, et see kutsub esile sarnaseid HR-vastuseid patsientidel, kelle koormus on HR-i sihtsoonis 85% HRR, mis võrdub 90% HR_{max} -ga (Taylor et al., 2019).

Pärast esmast meditsiinilist kontrolli tuleb patsiente pidevalt monitoorida, et tuvastada tervises seisundi muutusi ja organismi vastust ravimitele, mis võiksid välistada HIIT treeningutes osalemist või mõjutada HR-i. Puhkeoleku HR ja vererõhk (BP) on peamised näitajad, mida tuleb patsiendil pidevalt mõõta. Südame arütmia esinemise tuvastamiseks on soovitatav kasutada EKG-d. Kui EKG-d pole võimalik kasutada, siis võib manuaalselt palpeerida pulssi, kuid see meetod on vähem sensitiivne ning sellega saab tuvastada ainult ilmseid südame arütmiaid. Lisaks tuleb patsientidelt küsida, kuidas nad ennast tunnevad, kas neil esinevad stenokardia, peapööritust, südamepekslemise või hingelduse sümptomeid ning patsiente tuleb julgustada teatama kõigist sümptomitest HIIT-sessiooni ajal või pärast seda. BP-d, RPE-d, HR-i ja teiste sümptomite esinemist tuleb jälgida kogu HIIT-i sessiooni vältel, et vajaduse korral katkestada HIIT treening. Kui treeningu ajal ilmnevad patsiendil uued sümptomid või ootamatud seisundid, tuleb treeningsessiooni peatada ja suunata patsient meditsiinilisse kontrolli (Fletcher et al., 2013; ACSM, 2014; Riebe et al., 2015).

2.3 HIIT treeningu progressiooni monitoorimine

Tagamaks sobivat patsiendi progressiooni, soovitatakse monitoorida treeningu koormust ning jälgida, et koormus suureneks kindla ajavahemiku järgselt. Eesmärgiks peab olema koormuse tõstmine (nt. kiirus/kaldenurk suurenemine jooksurajal, vattide suurenemine veloergomeetril) nädalast - nädalasse. Selleks, et tagada jooksurajal kiiruse progresseerumist, võib lisada koormust (kiirust) kahel esimesel töö intervallil, kuid viimastel intervallidel jätta parameetrid

muutmata. Selline lähenemine võimaldab järk-järgult progresseeruda ning soovitud RPE taseme hoidmist. HIIT treeningute progresseerumise hindamiseks on olulisteks näitajateks RPE ja HR hoidmine määratud sihtsoonides (Wisløff et al., 2017).

Treeningu intensiivsuse jälgimine on füsioterapeutidele oluline, et jälgida treeningu režiimist kinnipidamist. Taylor et al. (2019) soovivad oma juhistes kindlaks määrata kõrgeim HR-i ja lõplik RPE-d igas kõrge intensiivsusega intervallis, mida edaspidi saab kasutada iga nelja järgmiste intensiivsuse indikaatori arvatamiseks (Taylor et al., 2019):

1. Kõrgeim treeningu HR (kõrgeim HR-i väärtus kogu HIIT treeningu sessiooni jooksul),
2. Treeningu keskmine HR (iga intervalli kõrgeima HR-i väärtuste keskmine),
3. Treeningu kõrgeim RPE (kõrgeim RPE-i väärtus kogu HIIT treeningu sessiooni jooksul),
4. Treeningu keskmine RPE (iga intervalli lõpp-RPE-i väärtuse keskmine).

Füsioterapeut peab patsienti õpetama, et patsient jälgiks treeningsessioonil oma HR-i väärtusi ning oskaks hinnata väsimust RPE skaalal, seega täita spetsiaalset päevikut või andmelehte. Esitades andmeid HR-i ja RPE intensiivsuse kohta kliinilistes aruannetes soovitatakse esitada nelja treeningu intensiivsuse indikaatorid keskmiste andmetena (kõikidest sessioonidest). HR väärtused tuleks väljendada protsendina HR_{max} -ist koos koormustesti tulemusena saadud HR_{max} -ga (juhul kui koormustest teostati) (Taylor et al., 2019).

2.4 Kardiovaskulaarseid haigusi põdenud patsientide sobivuse määramine kõrge intensiivsusega intervalltreeninguteks

Hinnates patsiendi sobivust HIIT treeningutel osalemiseks, tuleks läbi viia patsiendi esialgne hindamine, mis aitaks tuvastada tema treeningutel osalemise absoluutsed vastunäidustused. HIIT-i ajal saavutatakse tihti sooritusel maksimaalne intensiivsus, seega tuleb kindlasti arvesse võtta AHA poolt välja töötatud absoluutseid vastunäidustusi koormustesti sooritamiseks ja treeninguteks. Fletcher et al. (2013) ja ACSM (2014) on kohandanud AHA poolt välja töötatud määrused, seega absoluutseks vastunäidustuseks võib pidada:

- Obstruktiivne südame vasaku pea arteri haigus
- Ebastabiilne rinnaangiin
- Kontrollimatu südame arütmia
- Akuutne endokardiit, müokardiit või perikardiit
- Mõõdukas kuni raske aordi stenoos

- Dekompenseeritud südamepuudulikkus
- Akuutne pulmonaalne embol või süvaveeni tromboos
- Aordi dissektsioon
- Kõrgema astme südameblokaad
- Obstruktiivne hüpertroofiline kardiomiopaatia
- Hiljutine insult või transitoorne isheemiline atakk (TIA)
- Kontrollimatu diabeet
- Retinopaatia
- Raske autonoomne või perifeerne neuropaatia
- Äge süsteemne haigus või palavik
- Äge või krooniline neerupuudulikkus
- Pulmonaalne fibroos või interstitsiaalne kopsuhaigus
- Hiljutine müokardiinfarkt (<4 nädalat), koronaararterite šunteerimine (<4 nädalat) või perkutaanne koronaarne sekkumine (<3 nädalat).

ACSMi juhistes on välja toodud vastunäidustused HIIT treeninguks ning aspektid mida tuleb kontrollida enne treening sessiooni algust (ACSM, 2014):

- Patsiendi üldine halb enesetunne;
- Hetkel esinev stenokardia, peapööritus või hingeldus;
- Puhkeoleku HR > 120 (või > 100 lamavas asendis);
- Atüüpiliste südame arütmiate esinemine (tuvastatakse telemeetria abil või pulsi palpeerimisel);
- Puhkeoleku vererõhk > 180/110 mmHg;
- Hüperglükeemiline seisund viimase 24 tunni jooksul, mille ravimisel oli vajadus teiste inimeste sekkumiseks;
- Vere glükoosi tase <4,0 mmol/L;
- Vere glükoosi tase >15,0 mmol/L hüperglükeemia sümptomitega.

ACSMi juhistes on HIIT treeningu kiire lõpetamise näidustuseks (ACSM, 2014):

- Sümptomid nagu rinnaangiin, düspnoe, kerge peapööritus, segasus või halva perfusiooni tunnused;
- Hapniku saturatsioon < 88%;
- Vererõhu tõus > 220/105 mmHg;

- Süstoolse vererõhu langus >10 mmHg kõrge intensiivsusega intervalli jooksul;
- HR-i aeglustumine suuremal töökoormusel või ebatüüpilise südame arütmia areng.

3. KÕRGE INTENSIIVSUSEGA INTERVALLTREENINGU TULEMUSENA KAASNEVAD FÜSIoloogILISED JA BIOKEEMILISED MUUTUSED SÜDAMEHAIGETE ORGANISMIS

HIIT on pälvinud tähelepanu ja kiitust kardioloogiliste patsientide rehabilitatsioonis, kuna on tõestatud, et kliinilises praktikas parandab intervallide sisaldav treeningmeetod kardiorespiratoorset funktsiooni (Hsu et al., 2019).

Samuti võimaldab see meetod lühikese ajaga saavutada rehabilitatsioonis püstitatud eesmärgid, kuid vaatamata headele tulemustele uuritakse seda meetodit üha rohkem, et välja selgitada treeningu erinevaid aspekte ja koormuste kombinatsioone (Saltin et al., 1976; Guiraud et al., 2012).

Üksiku parameetri, näiteks intervallide kestuse, intensiivsuse või taastumise tüübi (aktiivne või passiivne) muutmine mõjutab märkimisväärselt akuutset füsioloogilist vastust ja eeldatavalt pikaajalisi adaptatsioone (Guiraud et al., 2012).

Tuginedes sellele, et sporditreeningus kirjeldatakse kolme tüüpi intervalltreeninguid (lühikesed, keskmised ja pikad) (Guiraud et al., 2012), otsustas bakalaureusetöö autor uurida teaduskirjandust eesmärgiga välja selgitada, milliste ajaliste parameetritega intervallide kasutatakse HIIT-iks treeningupõhises CR-is. Uurimise käigus selgus, et eksisteerib erineva intervallide kestusega HIIT-protokollide kaks kategooriat: lühikesed intervallid kestusega vähem kui 1 min ja keskmised kuni pikad intervallid kestusega 1-4 minutit ning viimaseid kombineeritakse tavaliselt aktiivsete taastumisintervallidega. Seega otsustas bakalaureusetöö autor anda ülevaate kõige populaarsematest HIIT-protokollidest mõlemas kategoorias ja nendega kaasnevatest füsioloogilistest ja biokeemilistest muutustest südamehaigete organismis.

3.1 Kõrge intensiivsusega intervalltreening lühikeste intervallidega

Teaduskirjandust analüüses, selgus, et on läbi viidud kaks uuringut (Guiraud et al., 2010; Meyer et al., 2012), leidmaks parim HIIT protokoll ning optimeerida treeninguid südamehaigetele. Mõlemad uuringuid tõid välja, et parimateks protokollideks võib pidada kahe lühikese intervalliga HIIT-protokolle: 15-sekundilistest tööintervallidest ja 15-sekundilistest passiivsest taastumisintervallidest koosnev HIIT-protokoll (15/15 HIIT-rotokoll) ja 30-sekundilistest tööintervallidest ja 30-sekundilistest

taastumisintervallidest koosnev HIIT-protokoll (30/30 HIIT-protokoll). Samuti näitavad tõendus põhised materjalid, et neid protokolle on kõige enam uuritud. Järgnevalt annab bakalaureusetöö autor põhjalikuma ülevaate nendest protokollidest.

3.1.1 15/15 kõrge intensiivsusega intervalltreeningu protokoll

Guiraud et al. (2010) uuringus, mille eesmärgiks oli võrrelda kardiopulmonaalseid vastuseid neljale HIIT-protokollile, et välja valida üks universaalne. Üheksateist stabiilse CHD-ga patsienti osales neljas erinevas HIIT-protokollile ülesehitatud treeningsessioonis; tööintervallide intensiivsus oli 100% uuritavate maksimaalsest aeroobsest võimekusest (MAP), kuid intervalli kestus varieerus (15 s A ja B protokollis, 60 s C ja D protokollis) kusjuures tööintervallid vaheldusid aktiivsete või passiivsete taastumisintervallidega (0% MAP A ja C protokollis, 50% MAP B ja D protokollis), mille kestus oli tööintervallidega võrdne.

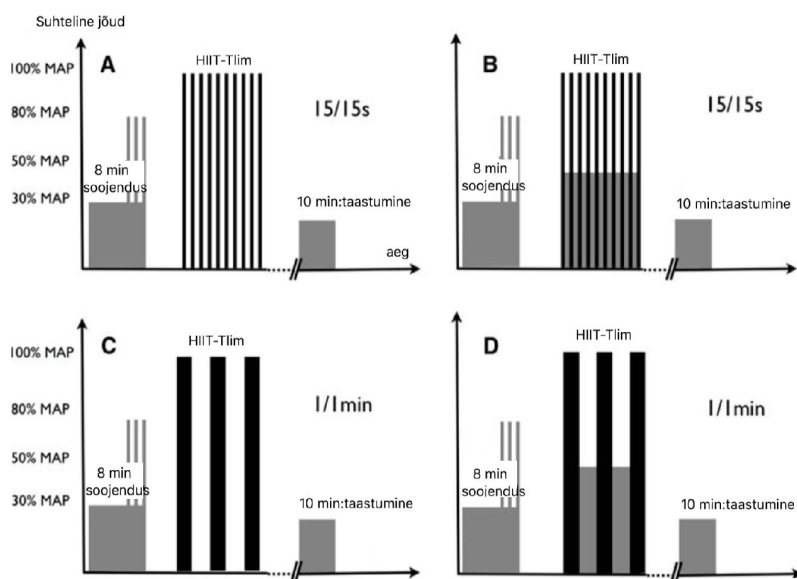
Iga HIIT-sessioon viidi läbi veloergomeetril ning algas soojendusega, mis koosnes 5-minutilise intervallist intensiivsusel 50% MAP-ist, millele järgnes kolm seeriat 10-sekundilist tööintervalli (80% MAP-ist), mis vaheldusid üheminutilise aktiivsete taastumisintervallidega (50% MAP-ist). 5-minutiline passiivne taastumisfaas eraldas soojendusosa HIIT-i põhiosast. Pärast igat HIIT-sessiooni sooritati südame vagaalsete reaktsioonide vältimiseks 3-minutiline aktiivne taastumine (30 W), millele järgnes 7-minutiline passiivne taastumisfaas - patsiendid istusid toolil ning neil mõõdeti vererõhku 2-minutiliste intervallidega ning jälgiti pidevalt EKG-d. Iga HIIT-sessioon kestis maksimaalselt 35 minutit (Joonis 1).

Passiivsete taastumisintervallidega protokollide kasutamise tulemuseks oli pikenenud aeg kurnatusseisundi tekkimiseni, sõltumata töö- ja taastumisintervallide kestusest, samuti oli aeg kurnatuseni treeningul pikem protokollis A võrreldes C protokolliga.

Vaatamata kurnatusseisundi saavutamise aja erinevustele protokollide vahel, oli VO_2 peak-ilt suuremal % veedetud aeg sarnane protokolliti, kuid 90 ja 95% VO_2 max-il oli treeningintervallis veedetud aeg C protokollis lühem võrreldes B ja D protokollidega. Kui võtta arvesse tajutavat koormust, patsientide mugavust ja üle 80% VO_2 max-ist kulutatud aega, siis protokoll A oli optimaalseim HIIT-sessioon CHD-ga patsientidele (Guiraud et al., 2010).

Guiraud et al. (2011) tegid lisauuringu, et vaadelda lähemalt A protokollil üles ehitatud HIIT-treeningust tulenevaid organismi akuutseid vastuseid ning lisaks võrrelda neid MICT-iga kaasnevate muutustega uuritavate organismis.

Joonis 1. Neli HIIT-protokoll (A, B, C ja D) (Guiraud et al., 2010).



HIIT - *high intensity interval training* - kõrge intensiivsusega intervalltreening;

MAP - *maximal aerobic power* - maksimaalne aeroobne võimsus;

Tlim - *time limit* – ajalimiit.

Uuringus kasutatud protokollid (HIIT ja MICT) olid energiakulu osas samaväärsed. Arvestades AHA soovitusi treeningute läbiviimiseks CHD-ga patsientidel valiti MICT-sessiooni intensiivsuseks 70% maksimaalsest väljundvõimsusest (PPO) ning järgides isokalorilise kalkulatsiooni reeglit määrati treeningu kestuseks 28,7 minutit. HIIT-sessioon koosnes 10-minutilise soojendusosast (50% PPO-st), millele järgnes kaks 10-minutilist tööseeriat, mis koosnesid korduvatest 15-sekundilistest intervallidest (100% PPO-st), mis vaheldusid 15-sekundiliste passiivsete taastumisintervallidega. Kahe seeria vahel oli uuritavatel lubatud teha 4-minutiline passiivne taastumine ning pärast viimast 15-sekundilist tööintervalli algas 5-minutiline jahtumisfaas.

HIIT protokoll kasutamise tulemusena oli uuritavatel madalam keskmine kopsude ventilatsioon võrreldes MICT grupiga (MICT $58,9 \pm 14,21/\text{min}^{-1}$; HIIT $49,8 \pm 8,2 \text{ l}/\text{min}^{-1}$; $p < 0,001$), kuigi metaboolse vajaduse erinevus oli väike. Kõik uuritavad eelistasid HIIT-i peamiselt seetõttu, et Borg skaalal mõõdetud tajutav pingutus oli madalam ($p < 0,05$). Ühelgi osalejalt ei tuvastatud veres troponiin T seerumi kontsentratsiooni tõusu treeningusessiooni alguses ega ka 20 minutit pärast treeningut ja 24 tunni möödumisel, välistades sellega patsientidel treeningutest põhjustatud võimalikku südamelihase kahjustust (Guiraud et al., 2011).

Käesoleva bakalaureusetöö autori arvates Guiraud et al. (2011) kasutatud HIIT-protokoll võib olla kasulik kehakaalu langetamiseks ülekaalulistel ja rasvunud patsientidel, kelle jaoks MICT-is osalemine võib olla piiratud väsimuse ja düspnoe tõttu (Coquart et al., 2008). See on eriti tähtis käsitledes CVD-ga patsiente, kuna ebatervislikust dieedist, alkoholi liigtarbimisest ja vähenenud füüsilisest aktiivsusest tingitud rasvumine on CVD riskifaktor (WHO, 2020). Veel usub bakalaureusetöö autor, et kuna düspnoe, mida suuremal määral kogevad MICT-is osalevad patsiendid, on treeningul osalemist limiteeriv faktor võib HIIT osutada tõhusaks treenimisviisiks, et parandada treeningkavast pikaajalist kinnipidamist CR-programmides.

Meyer et al. (2009) uurisid ülalmainitud HIIT protokolliga organismi akuutseid kardiopulmonaarseid vastuseid isehemia ja stenokardiaga patsiendil. 67-aastane meespatsient stabiilse stenokardiaga osales 34-minutilise HIIT-sessioonis, mis oli tema jaoks hästi talutav ja ei põhjustanud südame rütmihäireid ei treeningu ajal ega pärast treeningut, ega põhjustanud südamekahjustuse biomarkerite suurenemist. Lisaks kadusid uuritavaal täielikult kõik isehemia kliinilised ja elektrilised nähud 24 minutit pärast treeningu algust ning seejärel rohkem ei ilmnunud. Uuringu tulemuseks oli see, et HIIT on efektiivne ja ohutu stabiilse CHD-ga patsientidele.

Guiraud et al. (2013) uuringu eesmärgiks oli välja selgitada, kas stabiilsetel, füüsiliselt võimekatel CHD-ga patsientidel võib ühekordne HIIT-sessioon põhjustada veresoonte kahjustusi ja ringlevate endoteeli ja trombotsüütide mikroosakeste (EMPs, PMPs) arvu suurenemist. Üheksateist CHD-ga meespatsienti (vanuses 62 ± 11 aastat) läbisid juhuslikus järjekorras ühe HIIT-sessiooni ülalmainitud protokolliga järgi ning isokalorilise MICT-sessiooni. EMP-d (CD31 β ja/või CD62E β ja CD42b); PMP-d (CD42b β); nitraadid ja nitritid; prostatsükliin; ja südamevormi (cTnT) troponiin T mõõdeti 10 minutit enne treeningut ja 20 minutit, 24 tundi ja 72 tundi pärast mõlemat treeningut. Uuringu käigus selgus, et EMP-d, PMP-d, nitraadid ja nitritid, prostatsükliin ja cTnT püsisid muutumatuna nii pärast HIIT- kui ka MICT-sessiooni ajal.

Tuginedes eelmainitud uuringute tulemustele julgeb antud bakalaureusetöö autor tõdeda, et 15-sekundilistest tööintervallidest (100% PPO-st) ja 15-sekundilistest passiivsetest taastumisintervallidest (0% PPO-st) koosnev HIIT-protokoll on paremini talutav ja efektiivsem stabiilse CHD-ga patsientidel võrreldes MICT treeninguga ning see on ohutu ja ei põhjusta muutusi südame endoteeli funktsiooni markerites. Käesoleva bakalaureusetöö autori arvates on Meyer et al. (2009) läbi viidud uuringu miinuseks väike uuritavate arv: uuringus

osales üks uuritav ning seetõttu ei saa uuringu põhjal tõsiseltvõetavaid järeldusi teha. Seega südame isheemia ja stenokardiaga patsientide organismi akuutsed kardiopulmonaarsed vastuseid käsitletud HIIT-protokollile vajavad detailsemat uurimist ning lisaks tuleks uurida ka südamehaigete organismi pikaajalisi füsioloogilisi ja biokeemilisi vastuseid eelmainitud HIIT-protokollile.

3.1.2 30/30 kõrge intensiivsusega intervalltreeningu protokoll

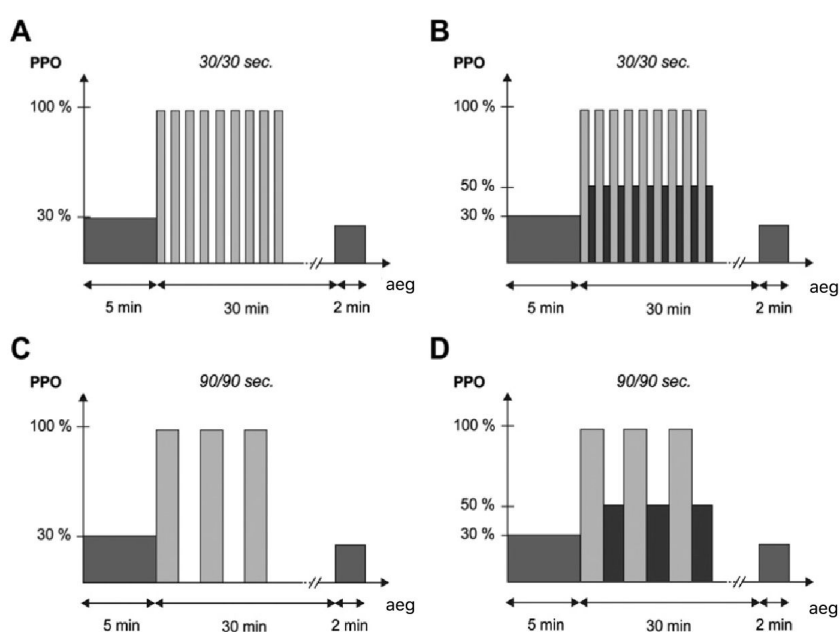
Meyer et al. (2012) viisid läbi uuringu eesmärgiga leida universaalne HIIT protokoll, kuid seal sooviti optimeerida treeninguid kroonilise südamepuudulikkusega (CHF) patsientidel. Kaksikümmend stabiilse süstoolse CHF-ga meesuuritavat osales 4 erinevas juhuslikult järjestatud HIIT-sessioonil, hapnikutarbimise määramisega. Protokollides (A, B, C ja D) määrati treeningu intensiivsuseks 100% PPO-st. Intervalli kestus oli 30 sekundit (A ja B) või 90 sekundit (C ja D) ning taastumine oli kas passiivne (A ja C) või aktiivne (50% PPO-st B- ja D-rühmas). Tööintervallide aeg intensiivsusega üle 85% VO_{2peak} -ist ja ventilatoorset läve ületav aeg olid kõigis 4 HIIT protokollides sarnane. Passiivsete taastumisintervallidega treeningsessioonid olid oluliselt pikemad (A: $1,651 \pm 347$ s; C: $1\,574 \pm 382$ s), võrreldes aktiivsete taastumisintervallidega treeningutega (B: 986 ± 542 s; D: 961 ± 556 s). Võrdluseks ei valitud lühema või pikema kestusega protokolle, kuna uuringueelsed testid näitasid, et paljud uuritavad ei suutnud 15 sekundi jooksul saavutada soovitud pedalleerimise kadentsi e. rütmi sagedust ega suutnud säilitada intensiivsust enam kui 90 sekundit.

Iga HIIT sessioon algas 5-minutilise soojendusosaga intensiivsusel 30% PPO-st. Tööintervallide intensiivsuseks määrati 100% PPO-st, mis määrati kardiopulmonaalse koormustestiga. Protokollid varieerusid intervallide kestuse (30 sekundit protokollides A ja B; 90 sekundit protokollides C ja D) ning taastumise tüübi osas (aktiivne taastumine 50% PPO-st protokollides B ja D; passiivne taastumine 0% PPO-st protokollides A ja C). Iga uuritav treenis maksimaalselt 30 minutit või kuni kurnatuseni: väsimusest, hingeldusest, pearinglusest või võimetusest säilitada pedaali kadentsi kiirusel enam kui 60 pööret minutis (rpm). Treeningu põhiosale järgnes 2-minutiline aktiivne taastumine koormusel 20 W ning treeningsessioon lõppes 3 minutilise passiivse taastumisega toolil istudes (Joonis 2).

Uuringu tulemused näitasid, et HIIT protokollid lühikeste tööintervallidega (30 s), mis vahelduvad passiivsete taastumisintervallidega on paremini talutavad ja need võimaldavad uuritavatel treeningu aega pikendada, võrreldes protokollidega, mis koosnevad pikematest

tööintervallidest või aktiivsete taastumisintervallidega, ilma et see mõjutaks 85% VO_{2peak} intensiivsusel veedetud treeningaega. Kui võtta arvesse madalam RPE, uuritavate mugavus ja sarnane aeg veedetud VO_{2peak} -i suuremal protsendil tundus HIIT-protokoll lühikeste tööintervallidega (30 s) ja passiivse taastumisega (protokoll A) uuritavate seas optimaalne. On huvitav, et hapniku pulss, mis teadaolevalt sõltub südame löögimahust ja arteriovenoosset erinevusest, oli protokoll A ajal oluliselt kõrgem võrreldes kõigi teiste protokollidega, mis viitab sellele, et lühikesed tööintervallid passiivse taastumisega mõjutavad tugevalt südame vasaku vatsakese kontraktiilsust ja/või lihaste hapniku omastamist võrreldes pikemate tööintervallide või aktiivse taastumisega (Meyer et al., 2012).

Joonis 2. Neli HIIT-protokoll (A, B, C ja D) (Meyer et al., 2012).



PPO - *peak power output* - maksimaalne väljundvõimsus.

Järgnevalt annab bakalaureusetöö autor ülevaate uuringutest, mille eesmärgiks oli välja selgitada millised organismi füsioloogilised vastused kaasnevad lühikeste tööintervallide (30 s) ja passiivse taastumisega (30 s) koosnevatest HIIT-protokolliga.

Besnier et al. (2019) uuringu eesmärgiks oli kinnitada HIIT-i paremust võrreldes MICT-iga südame löögisageduse varieeruvuse (HRV) suurendamisel, CRF-i ja südamefunktsiooni parandamisel lühikese kestusega intensiivse südame rehabilitatsiooniprogrammi raames.

Lühikesse rehabilitatsiooniprogrammi leiti (27 ± 4 päeva) 31 vabatahtlikku kroonilise südamepuudulikkusega (CHF) uuritavat, kes jagati kahte rühma: MICT ja HIIT.

Rehabilitatsiooniprogramm keskendus kardiovaskulaarsete riskifaktorite kontrollile, dieedi pidamisele, terapeutiliste harjutuste seanssidele ja vajadusel psühholoogilisele toele.

Rehabilitatsiooniprogrammi kestus oli 3 tundi päevas, 5 päeva nädalas, 3,5 nädalat. Igapäevane aktiivne tegevus hõlmas vastupidavustreeninguid (HIIT või MICT) veloergomeetril, 30 minutit terapeutiliste harjutuste sooritamist või jõutreeningut soojenduseks ning 45 minutit kõndimist õues. Kõik treeningsessioonid viidi läbi füsioterapeudi ja kardioloogi järelvalve all. HIIT sisaldas kahte 8-minutilist intervalltreeningu plokki, mille vahel oli 4 minutiline passiivne taastumine. Iga 8-minutiline plokk koosnes vaheldumisi 30-sekundilisest tööintervallide st (100% PPO-st) ja 30-sekundilisest passiivsest taastumisest (st. kokku 8 seeriat plokis). MICT treeningsessioon koosnes 30-minutilisest sõidust veloergomeetril (60% PPO-st). Iga treeningsessioon algas 5-minutilise soojendusosaga ja lõppes 5-minutilise jahtumisosaga (30% PPO-st).

Uuringu tulemused näitasid HIIT treeningu positiivset trendi CHF-ga patsientidel. Kõrgsageduslik võimsus normaliseeritud ühikutes (HFnu%) mõõdetuna kui HRV suurenes koos HIIT-iga (21,2% -lt 26,4% -ni), kuid püsis võrreldes MICT-iga muutumatuna (23,1% -lt 21,9% -ni, $p = 0,444$). Uuritavate puhkeoleku pulss langes mõlemas rühmas märkimisväärselt (68,2 kuni 64,6 l/min MICT-i korral ja 66,0 kuni 63,5 l/min HIIT-i korral; ilma olulise rühmadevahelise erinevusega, $p = 0,578$). VO_{2peak} -i paranemine oli suurem HIIT-i rühmas kui MICT-i rühmas (+ 21% vs. + 5%; $p = 0,009$). Südame vasaku vatsakese väljutusfraktsioon (LVEF) paranes ainult HIIT treeningu korral (36,2% -lt 39,5% -ni).

Käesoleva bakalaureusetöö autori arvates võib uuringu tulemuste põhjal väita, et ülal kirjeldatud lühikese rehabilitatsiooniprogrammi raames oli HIIT võrreldes klaasikalise MICT-programmiga märkimisväärselt parem VO_{2peak} -i suurenemisel ning parasümpaatilise tooni paranemisel, kuna VO_{2max} muutus on seotud parasümpaatilise tooni suurenemisega (Stanley et al., 2013). Võib öelda, et HIIT annab võrreldes MICT-ga paremaid ja kiiremaid tulemusi südame äkksurma peamiste ennustavate faktorite osas (VO_{2peak} , südame vagaalne toon, südame löögisageduse reserv (HRreserve), LVEF).

Normandin et al. (2013) uuringu eesmärgiks oli võrrelda langenud südame väljutusfraktsiooniga ning südamepuudulikkusega (HFREF) patsientide akuutseid kardiopulmonaalseid vastuseid, treeningutest kinnipidamist, tolerantsust ja optimeeritud HIIT-i ohutust võrrelduna MICT-iga.

Kakskümmend HFREF-iga uuritavat (vanuses $61 \pm 9,9$ aastat) määrati juhuslikult HIIT-rühma, mille treeningsessiooni põhiosa koosnes kahest 8-minutilisest treeningtsüklist - vaheldumisi 30-sekundiline tööintervall intensiivsusel 100% PPO-st ja 30-sekundiline

passiivne taastumisintervall ning MICT-rühm, mille treeningsessiooni põhiosa koosnes 22-minutilise pidevast sõidust veloergomeetril intensiivsusel 60% PPO-st; treeningkavad olid koostatud tuginedes isokalorilistele reeglile. Gaasivahetust, EKG ja RR määrati pidevalt kogu sekkumise jooksul. Südame troponiini T (cTnT), C-reaktiivset valku (CRP) ja aju natriureetilist peptiidi (BNP) määrati enne, 20 minutit pärast ja 24 tundi pärast HIIT-i ja MICT-i.

Uuringu lõpus selgus, et kardiopulmonaalsed vastused ei erinenud MICT-i ja HIIT-i rühmade vahel. Suuremat treeningutest kinnipidamist ja efektiivsust täheldati HIIT-i korral samasuguse tajutava pingutuse ja $>90\%$ VO_{2peak} -il veedetud ajaga võrreldes MICT-iga. Ei HIIT ega MICT põhjustanud olulisi südame rütmihäireid ning CRP, BNP ega cTnT suurenemist.

Uuringu tulemused näitavad, et optimeeritud HIIT-protokoll stimuleerib kardiovaskulaarset funktsiooni HFREF-iga patsientidel ning on seotud märkimisväärselt kõrgema treeningsessioonide lõpetamise määraga (suurendades seega potentsiaalselt treeningutest kinnipidamist). Lisaks oli optimeeritud HIIT-protokoll tõhusam, võimaldades HFPEF-iga uuritavatel trennida MICT-iga võrreldes suurema võimsusega ja sarnase tolerantsiga. Lõpuks viidi optimeeritud HIIT-i treeningsessioonid läbi südame arütmia, südamelihase kahjustuse või südame decompensatsiooni ilmnemiseta (Normandin et al., 2013).

Guiraud et al. (2013) uuringus kontrolliti hüpoteesi, et HIIT suurendab südame vagaalset modulatsiooni ning vähendab sellega südame arütmia juhtumeid CHF-ga patsientidel.

18 CHF-iga patsienti läbis alghindamise ning seejärel jagati uuritavad kas HIIE-sessiooni või isokalorilisse MICT-i rühma. Uuringu käigus hinnati HR-i, HR-i varieeruvuse parameetreid ja südame arütmia juhtumeid 24-tunnise Holteri EKG-salvestuste abil pärast alghindamist, HIIT ja MICT seansse.

MICT-i kava koostati AHA soovitude kohaselt ning see koosnes 22-minutilise treeningust (60% PPO-st). Optimeeritud HIIT-sessioon koosnes 2-minutilise soojendusosast (50% PPO-st), millele järgnes kaks 8-minutist treeningsükli (100% PPO-st). Iga treeningsükkel koosnes korduvatest 30-sekundilistest tööintervallidest (100% PPO-st) vahelduvalt 30-sekundiliste passiivsete taastumisintervallidega. Kahe treeningsükli vahel oli neli minutit passiivset taastumist. Treeningsessioon lõppes 1-minutilise jahutumisosaga (25% PPO-st) pärast viimast 30-sekundilist tööintervalli. Varasemate uuringute põhjal hinnati mõlemat protokollid isokaloriliseks (Guiraud et al., 2013).

Uuringu tulemusi hinnates selgus, et HR oli pärast HIIT-i oluliselt langenud (68 ± 3 lööki minutis, $p < 0,01$), võrreldes alghindamise ja MICT-i väärtustega (vastavalt $71,1 \pm 2$ ja 69 ± 3 lööki minutis). HIIT tõi kaasa normaliseeritud kõrgsagedusliku võimsuse (*normalized high-frequency power*) olulise suurenemise (vastavalt $35,95\% \pm 2,83\%$ vs $31,56\% \pm 1,93\%$ ja $24,61\% \pm 2,62\%$ alghindamise ja MICT-i korral, $p < 0,01$). Pärast HIIT-i vähenesid uuritavatel märkimisväärselt enneaegsed südame vatsakeste kontraktsioonid (vastavalt 531 ± 338 vs 1007 ± 693 ja 1671 ± 1604 alghindamise ja MICT-i korral, $p < 0,01$) (Guiraud et al., 2013).

Seega võib bakalaureusetöö autor järjeldada, et HIIT-i ühekordne sessioon parandab CHF-ga patsientide kardiovaskulaarset autonoomset profiili, soodustades HR-i ja südame rütmihäirete olulist vähenemist 24 tunni jooksul pärast treeningut.

Käesoleva bakalaureusetöö autori arvates võib uuringute tulemuste põhjal väita, et lühikestest tööintervallidest (30 s; 100% PPO-st) ja passiivsest taastumisest (30 s; 0% PPO-st) koosnev HIIT-protokoll on efektiivne ja ohutu treenimisviis südamehaigetele. Sellise HIIT-protokollirakendamise tulemusena suureneb patsientide CRF ja paraneb südamefunktsioon: langeb puhkepulss, suureneb VO_2peak , paraneb LVEF, HRreserv, ja parasümpaatiline toon. Madalam RPE, suureneb patsientide mugavustunne ja tolerantsus ning võrreldes MICT-iga paraneb treeningutest kinnipidamine. Eriti tähtis on see, et HIIT-ga ei kaasne südame rütmihäired ega südamelihase kahjustust. Uurides teaduskirjandust, mis kajastab HF-iga patsientide organismi vastuseid optimeeritud HIIT-protokollile, leidis bakalaureusetöö autor, et võrreldes ühe MICT-sessiooniga kutsus HIIT-protokoll esile sarnase tsentraalse hemodünaamika (südame väljund) (Gayda et al., 2012) ja lihaste substraatide oksüdatsiooni suurenemise (Gayda et al., 2013).

3.2. Kõrge intensiivsusega intervalltreening keskmiste/pikkade intervallidega

Analüüsides teadusartikleid, mis kajastavad keskmiste/pikkade intervallidega HIIT-iga kaasnevaid füsioloogilisi ja biokeemilisi muutusi, märkas bakalaureusetöö autor, et kõige populaarsemaks on HIIT-protokoll, mis koosneb neljast 4-minutilise tööintervallist intensiivsusega umbes 85-95% HR_{max} -ist, mis vahelduvad 3-minutiliste aktiivse taastumise intervallidega intensiivsusel 50%-70% HR_{max} -ist (4x4 HIIT-protokoll). Järgnevalt annab bakalaureusetöö autor põhjalikuma ülevaate ülalnimetatud protokollist.

3.2.1 4x4 kõrge intensiivsusega intrevalltreeningu protokoll

Rognmo et al. (2004) uuringus jagati 21 stabiilse CHD-iga patsienti kahte rühma: HIIT- või MICT-rühma 10 nädalaks, et hinnata VO_2peak -i treeningust tingitud muutusi. HIIT-rühma treening koosnes 4 seeriast 4- minutiliste kõrge intensiivsusega (80–90% VO_2peak) intervallidega töö, kombineerituna madala intensiivsusega tööintervallidega (50% - 60% VO_2peak), treeningu pikkus oli 33 minutit. MICT-rühma treening kestis 41 minutit intensiivsusel 50–60% VO_2peak -st. Treeningmaht oli mõlemas rühmas võrdne hinnates VO_2peak -i %-i. Võrreldes algtasemega tõusis VO_2peak mõlemas rühmas märkimisväärselt, kuid HIIT-rühmas oli VO_2peak -i paranemine 17,9%-i, kusjuures MICT-rühmas 7,9%-i ($p < 0,05$). Oluliseks ohutuse märgiks on see, et ühelgi südamehaigel kummastki rühmas ei tekkinud treeningprogrammi ajal südameprobleeme.

Antud uuringu tulemuste põhjal järeltab bakalaureusetöö autor, et HIIT kutsub südamehaigetel esile suurema aeroobse võimekuse suurenemise võrreldes MICT-iga meditsiinilist riski suurendamata.

Wisløff et al. (2007) uuringus osalesid südame infarktjärgsed ja südamepuudulikkusega patsiendid, kes läbisid 12-nädalase treeningprogrammi, mille eesmärgiks oli hinnata VO_2peak -i kohanemine HIIT-, MICT- ja kontrollrühmas. Neli tööintervalli (iga intervall pikkusega 4 minutit), sooritatud koormusel 90% –95% HR_{peak} vaheldusid 3-minutiliste madala intensiivsusega taastumisintervallidega - 50–70% HR_{peak} . HIIT-rühma treeningute kestus oli 38 min, samal ajal kui MICT-rühm treenis 47 minutit koormusel 70–75% HR_{peak} -ist. HIIT-rühmas suurenes uuritavatel VO_2peak 46% võrra, MICT-rühmas oli muutus 14%-i ($p < 0,001$). LV lõppdiastoolne ja lõppsüstoolne maht vähenesid ainult HIIT-i korral vastavalt 18% ja 25% võrra; LV väljutusfraktsioon suurenes 35% võrra ja aju pro-natriureetiline peptiidi kontsentratsioon vähenes 40% võrra. Brahiaaalarteri endoteeli funktsiooni paranemine oli HIIT-i puhul suurem ($p < 0,05$) ning *vastus lateralis*'e mitokondriaalne funktsioon suurenes HIIT-i korral ($p < 0,01$). Samuti paranes uuritavate elukvaliteet mõlemas rühmas.

Molmen-Hansen et al. (2012) uuringu eesmärgiks oli uurida HIIT-i mõju müokardi funktsioonile hüpertensiooniga patsientidel, kuna antud treening on soovitatav hüpertensiooni kõigi staadiumide ennetamiseks, juhtimiseks ja kontrolli all hoidmiseks. Kokku osales

uuringus 88 essentsiaalse hüpertensiooniga patsienti (keskmine vanus $52,0 \pm 7,8$ aastat, 39 naist), uuritavad jagati kolme rühma: HIIT-rühm ($> 90\%$ HR_{max} või $85\text{--}90\%$ VO_{2max}), isokaloriline MICT-rühm ($\sim 70\%$ HR_{max} või 60% VO_{2max}) ja kontrollrühm. Treeningsessioonid viidi läbi jooksulindil, kolm korda nädalas 12 nädala jooksul. Uuringu tulemuseks oli, et VO_{2max} -i näitajate paranemine oli HIIT-rühmas (15% ; $p < 0,001$) suurem kui MICT-rühmas (5% ; $p < 0,01$). Samuti paranes südame endoteeli funktsioon pärast HIIT-sessioone. Tähteldati perifeerse takistuse (TPR) vähenemist ja vere voolu vahendatud dilatatsiooni (FMD) vähenemist HIIT-rühmas.

Moholdt et al. (2009) võrdlesid HIIT-i ja MICT-i mõju uuritavate VO_{2peak} -ile ja elukvaliteedile pärast koronaararterite šunteerimist (CABG). 59 CABG-iga patsienti jagati kahte rühma: HIIT-rühm (tööintervallid sooritati intensiivsusel 90% HR_{max} -ist) ja MICT-rühma (tööintervall sooritati intensiivsusel 70% HR_{max} -ist). Treeningsessioonid viidi läbi 4 nädala jooksul 5 korda nädalas rehabilitatsiooni keskuses. Esmaseks tulemusnäitajaks oli VO_{2peak} - algne, pärast taastusravi (4 nädalat) ja pärast 6-kuulist kodus treenimist (6 kuud). Uuringust selgus, et VO_{2peak} suurenes algtaseme ja 4 nädala vahel nii HIIT ($27,1 \pm 4,5$ vs $30,4 \pm 5,5$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, $p < 0,001$, mitte oluline rühma sisene erinevus) kui ka MICT-rühmas ($26,2 \pm 5,2$ vs $28,5 \pm 5,6$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, $p < 0,001$; mitte oluline rühma sisene erinevus). HIIT-i korral suurenes VO_{2peak} 4. nädala ja 6. kuu vahel ($30,4 \pm 5,5$ vs $32,2 \pm 7,0$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, $p < 0,001$), kuid MICT-rühmas ei muutunud antud näitaja oluliselt ($28,5 \pm 5,6$ vs $29,5 \pm 5,7$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ $p > 0,05$). Uuritavate elukvaliteet paranes mõlemas rühmas 4 nädalat pärast sekkumise algust ning paranes veel 6 kuu möödudes. Ehhokardiograafia süstoolses ja diastoolses südame vasaku vatsakese funktsioonis muutusi ei toimunud. Adiponektiini näitaja suurenes mõlemas rühmas 4. nädala ja 6. kuu vahel (Moholdt et al., 2009)

Uuringu tulemused näitavad, et VO_{2peak} , mis on südamehaigete tähtsaim elulemuse näitaja, suurenes nii pärast HIIT kui MICT treeningsessioone. Kuigi kuus kuud hiljem oli HIIT-rühmal VO_{2peak} oluliselt kõrgem kui MICT-rühmal. Seega HIIT ja MICT suurendavad uuritavate VO_{2peak} -i lühiajaliselt sarnaselt, kuid HIIT-il on pikaajalisem toime pärast CABG-d, seepärast peaks HIIT olema eelistatud rehabilitatsiooniprogrammi koostamisel (Moholdt et al., 2009)

Madssen et al. (2014) eesmärk oli uurida HIIT-i ja MICT-i mõju südame pärgarterite ateroskleroosile tõsise koronaararterite haigusega patsientidel optimaalse meditsiinilise ravi korral. 36 patsienti jagati HIIT-rühma ja MICT-rühma ning mõlemad rühmad treenisid 3 korda nädalas 12 nädala jooksul pärast intrakoronaarse stendi implanteerimist. Esmaseks tulemusnäitajaks oli aterosklerootiliste naastude koormuse muutus ning sekundaarseteks tulemusnäitajateks olid nekrootilised tuuma ja naastude kahjustatus. Treeningsessioonide lõppedes täheldati uuritavatel järgmisi muutusi. Nekrootiline tuum vähenes mõlemas rühmas määratletud koronaarsegmentides ja sõltumatutes kahjustuse piirkondades (*in separate lesions*). Naastukoormus vähenes mõlemas rühmas võrrelduna sõltumatute kahjustustega 10,7%. Kokkuvõtteks koronaararterite naastude struktuursed ja morfoloogilised muutused olid samaväärsed mõlemas rühmas. Võib järeldada, et regulaarse aeroobse treeningu ja optimaalse meditsiinilise ravi kombinatsioon kutsub 12 nädalaga esile määratletud südame pärgarteri kahjustuste nekrootilise tuuma ja naastude mõõduka taandumise (Madssen et al., 2014).

Ülaltoodud uuringute tulemuste põhjal saab antud bakalaureusetöö autor järeldada, et 4-minutilistest tööintervallidest (intensiivsus umbes 85-95% HR_{max} -ist) ja 3-minutilistest aktiivsetest taastumisintervallidest (intensiivsus 50%-70% HR_{max} -ist) koosnev HIIT-protokoll on efektiivne ning võrrelduna MICT-sessioonidega tulemuslikum.

Võttes aga arvesse ülalpool käsitletud uuringute metoodikat ja tulemusi ning tuginedes teistes teadusallikates (Guiraud et al., 2010; Guiraud et al., 2012) toodud analüüsile võib öelda, et antud HIIT- protokollil võivad olla teatud piirangud. Käsitletaval HIIT-protokollil on kõrgem keskmine intensiivsus (% VO_{2peak}), ta on vähem talutav (kõrgem RPE) ning väiksema treeningud lõpetanud patsientide osakaaluga. Käesoleva bakalaureusetöö autori arvates tuleks sellise HIIT-protokolli kasutamist soovitada kas hea füüsilise võimekusega patsientidele või väikese kardiaalse riskiga patsientidele, kui protokoll kasutatakse treeningutega alustamise faasis. Käsitlev HIIT-protokoll võib olla sobiv halva füüsilise vormiga ja suure kardiaalse riskiga patsientidele MICT-i ja lühikeste intervallidega HIIT-i järgnevas treeningpõhises CR faasis. Kokkuvõtteks pikkade intervallidega HIIT-i tuleb kasutada treeningpõhises CR-is, kuna sellega kaasnevad kõrged füsioloogilised stiimulid, kuid tuleb arvestada patsiendi võimekusega ja CR-i faasiga.

Bakalaureusetöö autori arvates peab CVD-ga patsientide treeningprogramm koosnema nii HIIT-ist kui ka MICT-ist, vaatamata sellele, et HIIT on näidanud paremaid tulemusi CRF-i

parandamisel. Inimene peab arenema mitmekülgseks ning selleks, et reaalses elus kõikide tegevustega hakkama saada on tähtsad nii HIIT-i (nt. hilinedes bussile on vaja läbida teelõik maksimaalse kiirusega) kui ka MICT-i jooksul (nt. osaledes jalgrattamatkal on vaja läbida pikk maa keskmise kiirusega) saavutatud kohanemised.

3.3 Kõrge intensiivsusega intervalltreening kodustes tingimustes

Teaduskirjandust analüüsid selgus, et HIIT treeningut saab läbi viia nii kodustes tingimustes kui ka spetsialiseeritud rehabilitatsiooni keskustes ning saada samaväärseid tulemusi.

Seda kajastab Moholdt et al. (2012) uuring, mille eesmärgiks oli kinnitada, et HIIT treeningut saab tõhusalt läbi viia kodus, kus võrreldi VO_{2max} -i muutusi koduse HIIT-treeningsessiooni rühmas ja tavapärasest ravi saava rehabilitatsioonikeskuse rühma vahel pärast neljanädalast programmi. Sekundaarseteks tulemusnäitajateks olid elukvaliteedi näitaja, glükoosi tase vere seerumis, glükeeritud hemoglobiin, ferritiin, kolesterool ja kõrge tihedusega lipoproteiini (HDL) kolesterool ning triglütseriidid.

30 patsienti jagati pärast koronaarterite šunteerimist kas residentaalse taastusraviasutuse rühma või kodu HIIT-treeningrühma. Taastusraviasutuses viibimise ajal tegid uuritavad 30 treeningut: 4 madala intensiivsusega, 16 keskmise intensiivsusega ja 10 kõrge intensiivsusega. Igapäevased aktiivsed tegevused hõlmasid väljas jalutamist, murdmaasuusatamist talve perioodil, veloergomeetril sõitu siseruumides, pallimänge ja jõutreeninguid. Uuringu põhirõhk oli vastupidavustreeningutel (80% treeningutest). Taastusravi programm hõlmas ka toitumisnõustamist, suitsetamisest loobumise programmi ja loenguid tervislikust eluviisist. Pärast taastusravikeskusest välja kirjutamist soovitati patsientidel jätkata kodus treenimist ning kuue kuu pärast kutsuti nad uuesti järelkontrolli. Taastusraviasutuse rühm ei saanud treeningpäevikut ega konkreetseid nõuandeid, kuidas treenida kodustes tingimustes, kuna see on taastusravi keskuste tavapraktika, kuid patsiente julgustati siiski jätkama kodus treenimist. Kodu HIIT-treeningsessiooni rühma uuritavad said suulised juhised HIIT-i sooritamiseks. Uuritavaid nõustati 60 minuti jooksul miks HIIT on tõhus kehalise võimekuse parandamiseks ning anti praktilised juhised, kuidas treeninguid iseseisvalt sooritada. HIIT-rühm pidi treenima kodus kolm korda nädalas kuue kuu jooksul. Iga treeningsessioon algas 10-minutilise soojendusosaga, millele järgnes neli 4-minutilist intensiivset tööintervalli. Tööintervalli jooksul pidid uuritavad tugevalt hingama, ilma jala- või rinnavaluta ning intervalli nõutud intensiivsus oli 85–95% HR_{max} -ist. Intensiivsed tööintervallid vaheldusid

3-minutiliste mõõduka intensiivsusega taastumisintervallidega (70% HR_{max}-ist). HIIT-treening kestis 38 minutit, millest 16 minutit olid kõrge intensiivsusega. HIIT-treeningute sooritamiseks oli uuritaval lubatud valida endale sobiv suuri lihasgruppe koormav meelepärane tegevus: kõndimine, sörkimine, ujumine või jalgrattasõit. Juhul kui uuritaval tekkisid treeningu ajal või pärast treeningut sümptomid, pidid nad kohe kontakteeruma rehabilitatsioonikeskuse personali või perearstiga. Programmi alguses said kõik uuritavad kirjalikud HIIT-programmi kirjeldavad juhised, vajalikku infot tervislikust eluviisist ning treeningpäeviku. Mõlemad rühmad tulid pärast kuue kuu möödumist järeltestimisele.

Uuringu peamiseks tulemuseks oli see, et kodu HIIT-treeningssessioonidega rühma ja tavapärasest hooldust saava rehabilitatsioonikeskuse rühma uuritavatel suurenes VO_{2max} vastavalt 18,8% ja 17,4%. Elukvaliteedi näitaja paranes mõlemas rühmas. Rehabilitatsioonikeskuse rühmal oli HDL-kolesterooli sisaldus veres märkimisväärselt suurem võrreldes algtasemega (1,1 ± 0,3 vs 1,4 ± 0,2, rühmasisene erinevus, p < 0,05); see oli tingitud keskuses saadud toitumisnõustamisest ja praktilisest kokanduskursusest, kuid HIIT-rühm sai ainult kirjalikud toitumisega seotud materjalid. Mõlemas rühmas suurenes glükeeritud hemoglobiini tase võrreldes alghindamise ja järeltestimise tulemusi (rühmasisene erinevus, p < 0,05) (Moholdt et al., 2012).

Ülaltoodud tulemuste põhjal saab bakalaureusetöö autor tõdeda, et nii rehabilitatsioonikeskuse rühmale kui HIIT-rühmale koostatud kava parandab patsientide VO_{2peak}-i pärast koronaarterite šunteerimise operatsiooni ning kodu HIIT-programm on südamehaigusega patsientidel teostatav treeningvõimalus. Bakalaureusetöö autori arvamust toetavad samuti kaks uuringut, mille alusel HIIT-programm oli tõhus treeningu ajal eesmärgistatud intensiivsuse hoidmises, treeningutest kinnipidamises ja VO_{2peak}-i suurenemises nii lühikese kolmenädalase (Aamot et al., 2014) kui ka pikaajalise üheaastase rehabilitatsiooni programmi raames (Aamot et al., 2016) CHD-iga patsientid.

KOKKUVÕTE

CVD-ed jäävad peamiseks surmapõhjuseks kogu maailmas ning seepärast püütakse leida üha uusi võimalusi nende ravimiseks ja ennetamiseks. SP, mille alla kuulub ka CR, on oluline osa CVD-ga patsientide kaasaegsest ravist. Üheks CR-programmi oluliseks komponendiks on füüsiline treening.

HIIT on tunnustatud treenimismeetod kardioloogilises rehabilitatsioonis ning sellega kaasnevat füsioloogilisi ja biokeemilisi muutusi südamehaigete organismis ja teisi meetodi tõhusust kajastavaid näitajaid uuritakse pidevalt, uurides erinevat HIIT-protokolle mitmete CVD korral.

Käesolevas bakalaureusetöös läbi töötatud artiklite tulemustest selgus, et HIIT on efektiivne treenimismeetod, mis parandab patsientide kardiorespiratoorset funktsiooni ja südamefunktsiooni ning annab häid ja kiireid tulemusi südame äkksurma ennustavate faktorite osas. Samuti suureneb HIIT tulemusel märkimisväärselt VO_{2peak} , mis on südamehaigete tähtsaim elulemuse näitaja, ning HIIT ei põhjusta südame rütmihäireid ega südamelihase kahjustust põhjustavate ainete eritumist. HIIT-i jooksul patsientide poolt tajutav madalam pingutus, suurem mugavustunne ja tolerantsus võrreldes MICT-iga kindlustavad kõrgema treeningssessioonide lõpetamise määra, suurendades treeningutest kinnipidamist.

Kokkuvõttvalt võib nentida, et HIIT-i tuleb kasutada CVD-ga patsientide treeningprogrammi raames ning HIIT-i kasutamine CR-is on õigustatud.

Käesoleva bakalaureusetöö autori arvates tuleks treeningprogrammi koostades ja treeningssessioonide läbiviimisel kasutada erinevat HIIT-protokolle, lähtudes rehabilitatsiooni faasist, patsiendi võimekusest ja enesetundest. HIIT-i tuleb kombineerida MICT-iga, et mitmekesistada treeningprogrammi ning võimaldada patsientidel adapteeruda erinevate aeroobse iseloomuga koormuse tüüpidega.

Tulevikus oleks vaja läbi viia uuringuid, võrdlemaks omavahel enam levinud HIIT-protokollidega kaasnevat akuutset ja pikaajalist organismi vastust erinevate CVD korral ning koostada konkreetsemad juhiseid tervishoiuspetsialistidele HIIT-i läbiviimiseks.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aamot IL, Forbord SH, Gustad K, Løckra V, Stensen A, et al. Home-based Versus Hospital-Based High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Study. *Eur J Prev Cardiol* 2014 Sep;21(9):1070-8.
2. Aamot IL, Karlsen T, Dalen H, Støylen A. Long-term Exercise Adherence After High-intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Study. *Physiother Res Int* 2016 Mar;21(1):54-64.
3. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins. 2014.
4. Anderson L, Taylor RS. Cardiac rehabilitation for people with heart disease: an overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(12):CD011273.
5. Besnier F, Labrunée M, Richard L, Faggianelli F, Kerros H, et al. Short-term Effects of a 3-week Interval Training Program on Heart Rate Variability in Chronic Heart Failure. A Randomised Controlled Trial. *Ann Phys Rehabil Med* 2019 Sep;62(5):321-328.
6. Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Med* 2001; 31 (1): 13-31.
7. Camm A, Luscher T, Serruys P. Cardiac rehabilitation. The ESC textbook of cardiovascular medicine. Oxford, UK: Oxford University Press; 2009.
8. Coquart JB, Lemaire C, Dubart AE, Luttenbacher DP, Douillard C, et al. Intermittent versus continuous exercise: effects of perceptually lower exercise in obese women. *Med Sci Sports Exerc* 2008 Aug; 40 (8): 1546-53.
9. Dobson LE, Lewin RJ, Doherty P, Batin PD, Megarry S, Gale CP. Is cardiac rehabilitation still relevant in the new millennium? *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2012 Jan;13(1):32-7.
10. Dupont G, Blondel N, Berthoin S. Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. *Eur J Appl Physiol* 2003 Aug; 89 (6): 548-54

11. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R., Balady GJ, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013 Aug 20;128(8):873-934.
12. Fox EL, Bartels RL, Billings CE, Mathews DK, Bason R, et al. Intensity and distance of interval training programs and changes in aerobic power. *Med Sci Sports* 1973 Spring; 5 (1): 18-22.
13. Freyssin C, Verkindt C, Prieur F, Benaich P, Maunier S, et al. Cardiac Rehabilitation in Chronic Heart Failure: Effect of an 8-week, High-Intensity Interval Training Versus Continuous Training. *Arch Phys Med Rehabil* 2012 Aug;93(8):1359-64.
14. Gayda M, Normandin E, Meyer P, Juneau M, Haykowsky M, et al. Central Hemodynamic Responses During Acute High-Intensity Interval Exercise and Moderate Continuous Exercise in Patients With Heart Failure. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012 Dec;37(6):1171-8.
15. Gayda M, Normandin E, Meyer P, Juneau M, Nigam A. Comparison of Carbohydrate and Lipid Oxidation During Continuous and Intermittent Exercise in Patients With Chronic Heart Failure. *Can J Cardiol* 2013 Aug;29(8):990-2.
16. GBD 2017 Causes of Death Collaborators (2018). Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 392:1736–1788.
17. GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [published correction appears in *Lancet*. 2019 Jun 22;393(10190):e44]. *Lancet*. 2018;392(10159):1859 - 1922.
18. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol* 2006 Sep 15; 575 (Pt 3): 901-11.
19. Guiraud T, Juneau M, Nigam A, Gayda M, Meyer P, et al. Optimization of High Intensity Interval Exercise in Coronary Heart Disease. *Eur J Appl Physiol*. 2010 Mar;108(4):733-40.

20. Guiraud T, Nigam A, Juneau M, Meyer P, Gayda M, et al. Acute Responses to High-Intensity Intermittent Exercise in CHD Patients. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Feb;43(2):211-7.
21. Guiraud T., Nigam A., Gremeaux V, Meyer P., Juneau M., Bosquet L. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. *Journal of Sports Medicine.* 2012; 42 (7): 587-605.
22. Guiraud T, Labrunee M, Gaucher-Cazalis K, Despas F, Meyer P, et al. High-intensity Interval Exercise Improves Vagal Tone and Decreases Arrhythmias in Chronic Heart Failure. *Med Sci Sports Exerc* 2013 Oct;45(10):1861-7.
23. Guiraud T, Gayda M, Juneau M, Bosquet L, Meyer P, et al. A Single Bout of High-Intensity Interval Exercise Does Not Increase Endothelial or Platelet Microparticles in Stable, Physically Fit Men With Coronary Heart Disease. *Can J Cardiol* 2013 Oct;29(10):1285-91.
24. Hamm LF, Sanderson BK, Ades PA, Berra K, Kaminsky LA, et al. Core competencies for cardiac rehabilitation/secondary prevention professionals: 2010 update: position statement of the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2011 Jan-Feb;31(1):2-10.
25. Hsu CC, Fu TC, Yuan SS, Wang CH, Liu MH, et al. High-Intensity Interval Training is Associated with Improved Long-Term Survival in Heart Failure Patients. *J Clin Med.* 2019;8(3):409.
26. Koongstvedt PR. *The Managed Health Care Handbook.* 4th Edition. New York: Aspen Publishers, 2001.
27. Madssen E, Moholdt TT, Videm V, Wisløff U, Hegbom K, et al. Coronary Atheroma Regression and Plaque Characteristics Assessed by Grayscale and Radiofrequency Intravascular Ultrasound After Aerobic Exercise. *Am J Cardiol* 2014 Nov;114(10):1504-11.
28. Mampuya WM. Cardiac rehabilitation past, present and future: an overview. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2012;2(1):38 - 49.
29. Marzolini S, Oh PI, Brooks D. Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: A meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2012; 19: 81–94.

30. McCreery C, Cradock K, Fallon N, Duffy R, Doherty DO, et al. Cardiac Rehabilitation Guidelines 2013. Dublin: Irish Association of Cardiac Rehabilitation. <https://iacronline.ie/IACR-Guidelines2013.pdf> , 03.05.2020
31. McMahan SR, Ades PA, Thompson PD. The role of cardiac rehabilitation in patients with heart disease. *Trends Cardiovasc Med.* 2017;27(6):420 - 425.
32. McMurray JJV, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012 The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European heart journal* 2012;33:1787-847.
33. Meyer P, Guiraud T, Gayda M, Juneau M, Bosquet L, et al. High-intensity aerobic interval training in a patient with stable angina pectoris. *Am J Phys Med Rehabil* 2009 Jan; 89 (1): 83-6.
34. Meyer P, Normandin E, Gayda M, Billon G, Guiraud T, et al. High-intensity Interval Exercise in Chronic Heart Failure: Protocol Optimization. *J Card Fail* 2012 Feb;18(2):126-33.
35. Midgley AW, McNaughton LR, Jones AM. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? *Sports Med* 2007; 37 (10): 857-80.
36. Moholdt TT, Amundsen BH, Rustad LA, Wahba A, Løvø KT, et al. Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise After Coronary Artery Bypass Surgery: A Randomized Study of Cardiovascular Effects and Quality of Life. *Am Heart J* 2009 Dec;158(6):1031-7.
37. Moholdt TT, Vold MK, Grimsmo J, Slørdahl SA, Wisløff U. Home-Based Aerobic Interval Training Improves Peak Oxygen Uptake Equal to Residential Cardiac Rehabilitation: A Randomized, Controlled Trial. *PLoS One.* 2012; 7(7): e41199.
38. Molmen-Hansen HE, Stolen T, Tjonna AE, Aamot IL, Ekeberg IS, et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. *Eur J Prev Cardiol* 2012 Apr;19(2):151-60.

39. Mori S, Tretter JT, Spicer DE, Bolender DL, Anderson RH. What is the real cardiac anatomy? *Clin Anat*. 2019;32(3):288 - 309.
40. NICE. Clinical guideline 172. MI – secondary prevention. Secondary prevention in primary and secondary care for patients following a myocardial infarction. www.nice.org.uk/guidance/cg172 2013.
41. Normandin E, Nigam A, Meyer P, Juneau M, Guiraud T, et al. Acute Responses to Intermittent and Continuous Exercise in Heart Failure Patients. *Can J Cardiol* 2013 Apr;29(4):466-71.
42. Owen B, Bojdo N, Jivkov A, Keavney B, Revell A. Structural modelling of the cardiovascular system. *Biomech Model Mechanobiol*. 2018;17(5):1217 - 1242.
43. Piepoli MF, Corrà U, Adamopoulos S, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, et al.. Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular diseases. Core components, standards and outcome measures for referral and delivery: a policy statement from the cardiac rehabilitation section of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. Endorsed by the Committee for Practice Guidelines of the European Society of Cardiology. *Eur J Prev Cardiol*. 2014 Jun;21(6):664-81.
44. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts): Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur J Prev Cardiol* 2016; 23: NP1–NP96.
45. Price KJ, Gordon BA, Bird SR, Benson AC. A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: Is there an international consensus? *Eur J Prev Cardiol*. 2016 Nov;23(16):1715-1733.
46. Riebe D, Franklin BA, Thompson PD, Garber CE, Whitfield GP, et al. Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening. *Med Sci Sports Exerc* 2015;47:2473-2479.

47. Robert H Anderson 1, Joseph Yanni, Mark R Boyett, Natalie J Chandler, Halina Dobrzynski. The Anatomy of the Cardiac Conduction System. *Clin Anat* 2009 Jan;22(1):99-113.
48. Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, Hoff J & Slordahl SA (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004 Jun;11(3):216-22.
49. Ross L., Porter RR., Durstine JL. High intensity interval training (HIIT) for patients with chronic diseases. *Journal of Sport and Health Science*, vol. 5. (2016).
50. Rozenek R, Funato K, Kubo J, Hoshikawa M, Matsuo A. Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO₂max. *J Strength Cond Res* 2007 Feb; 21 (1): 188-92.
51. Saltin B, Essen B, Pedersen P. Intermittent exercise: its physiology and some practical applications. In: Joekle E, Anand R, Stoboy H, editors. *Advances in exercise physiology: medicine sport series*. Basel: Karger Publishers, 1976; 23-51.
52. Shanmugasegaram S, Gagliese L, Oh P, Stewart DE, Bristeret SJ, et al. Psychometric validation of the cardiac rehabilitation barriers scale. *Clin Rehabil.* 2012;26(2):152 - 164.
53. Shumpei Mori, Diane E Spicer, Robert H Anderson. Revisiting the Anatomy of the Living Heart. *Circ J* 2016;80(1):24-33. doi: 10.1253/circj.CJ-15-1147.
54. Stanley J, Peake JM, Buchheit M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Med* 2013 Dec; 43(12):1259-1277
55. Taylor JL, Holland DJ, Spathis JG, Beetham KS, Wisløff U, et al. Guidelines for the delivery and monitoring of high intensity interval training in clinical populations. *Progress in Cardiovascular Diseases*. Volume 62, Issue 2, March–April 2019, Pages 140-146.
56. Thevenet D, Tardieu M, Zouhal H, Jacob C, Abderrahman BA, et al. Influence of exercise intensity on time spent at high percentage of maximal oxygen uptake during an intermittent session in young endurance-trained athletes. *Eur J Appl Physiol* 2007 Dec; 102 (1): 19-26.

57. WHO (World Health Organization). https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases/#tab=tab_3, 03.05.2020
58. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum Ø, et al. Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients: A Randomized Study. *Circulation* 2007 Jun 19;115(24):3086-94.
59. Wisløff U, Lavie CJ, Rognum Ø. Letter by Wisløff Et Al Regarding Article, "High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction". *Circulation* 2017 Aug 8;136(6):607-608.
60. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey Jr DE, et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology* 2013;62:e147-23

SUMMARY

Efficacy of high-intensity interval training in cardiac rehabilitation

Cardiovascular diseases (CVDs) remain the leading cause of mortality globally, because of that is searching for more ways to treat and prevent it. Secondary prevention, including cardiac rehabilitation, is an integral part of modern standard care of patients with CVD. One of the essential components of a cardiac rehabilitation program is physical exercise.

High-intensity interval training (HIIT) a recognized training method in cardiac rehabilitation. The accompanying physiological and biochemical changes in the organism of cardiac patient and other indicators of the effectiveness of the method are continuously being studied, disserting various HIIT protocols for different cardiovascular diseases.

Articles used in this thesis showed that HIIT is an effective training method, which improves cardiorespiratory function and gives excellent and fast results on the main variables of predicting sudden cardiac death. Although HIIT notably increases VO₂peak, which is the most important predictor of heart disease survival and does not cause cardiac arrhythmias or excretion of substances that cause damage to the heart muscle. During HIIT, lower perceived exertion, greater patient comfort, and tolerance compared to moderate-intensity continuous training (MICT) ensure higher training session completing rate, thus increasing training adherence. In conclusion, HIIT must be used with confidence in the training program for patients with CVD, and the use of HIIT in cardiac rehabilitation is fully justified.

In the opinion of the author of this thesis, it is reasonable to use different HIIT protocols when preparing a training program and conducting further training sessions, in accordance to the rehabilitation phase, the patient's physical ability and feelings. HIIT must be combined with MICT to diversify the training program and allow patients to adapt to different types of aerobic exercise.

Further research needs to be conducted in the future to compare the acute and long-term physiological responses to the more common HIIT protocols in different cardiovascular diseases and to develop more specific guidelines for healthcare professionals to carry out HIIT.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Aleksandra Maksimova (08.02.1999)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose “Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu tõhusus kardioloogilises rehabilitatsioonis”

mille juhendaks on Jelena Sokk,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 08.05.2020