

HIIT-harjoittelu sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa

Konsta Kossi

Marko Mahkonen

OPINNÄYTETYÖ
Elokuu 2020

Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma

KOSSI, KONSTA & MAHKONEN, MARKO:
HIIT-harjoittelu sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa

Opinnäytetyö 91 sivua, joista liitteitä 29 sivua
Elokuu 2020

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää sydänkuntoutusta Tays Sydänsairaalassa. Opinnäytetyössä oli tarkoituksena tuottaa HIIT-harjoittelun kuntoutusmalli, jonka voisi toteuttaa osaksi sepelvaltimotautipotilaan liikunnallista kuntoutusta.

HIIT-harjoittelun fysiologisia vaikutuksia ja itse harjoittelumuotoa on tutkittu maailmalla tarkoituksellisesti jo muutaman vuosikymmenen ajan. Näissä tutkimuksissa on havaittu harjoittelumuodolla olevan erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa parantavia vaikutuksia. Tästä syystä kyseisen harjoittelumuodon mahdollisuuksia sydänpotilaiden liikunnallisessa kuntoutuksessa on alettu kartoittamaan ja tutkimaan, mikä juontaa innoituksen tähän opinnäytetyöhön. Tays Sydänsairaala toimi työelämäkumppanina ja toimeksiantajana.

Opinnäytetyö tehtiin integroivana kirjallisuuskatsauksena, ja se sisältää alan kansainvälisiä asiantuntijahaastatteluita, kuntoutusmallin sepelvaltimotautipotilaille Suomessa sekä itse kirjallisuuskatsauksen. Kirjallisuuskatsauksen aineistoa kerättiin kahdesta kansainvälisestä tietokannasta sekä manuaalisesti. Katsaukseen valittiin kriteerien perusteella yhteensä 29 tutkimusta. Aineiston analyysiä tehdessä otettiin huomioon erityisesti tutkimuksissa käytetyt harjoittelumuotojen suoritukset ja protokollat, turvallisuus sekä fysiologiset vaikutukset ja muutokset sepelvaltimotautipotilailla harjoittelun seurauksena.

HIIT-harjoittelun vaikuttavuus on osoitettu Suomessa ja kansainvälisesti useissa tutkimuksissa. Tästä syystä työssä suositellaan HIIT-harjoittelun lisäämistä osaksi sepelvaltimotautipotilaan liikunnallista kuntoutusta siinä esitellyn kuntoutusmallin pohjalta. Tämän työn perusteella voidaan todeta, että HIIT-harjoittelu on oikein ohjelmituna turvallista sekä tutkitulle potilasryhmälle optimaalista.

Asiasanat: HIIT-harjoittelu, sepelvaltimotauti, kuntoutusmalli

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Physiotherapy

KOSSI, KONSTA & MAHKONEN, MARKO:
High Intensity Interval Training in Rehabilitation of Coronary Artery Disease patients

Bachelor's thesis 91 pages, appendices 29 pages
August 2020

Physiological effects of HIIT and the training method itself have been researched and studied worldwide for several decades now. These studies have found that HIIT improves especially cardiorespiratory fitness. Hence, there has been a growing interest towards the potential of HIIT in cardiac rehabilitation, a fact that also contributed to this study being commenced in co-operation with the Heart Hospital of Tampere University Hospital. This study was conducted as an integrating literature review including HIIT rehabilitation protocol and interviews from experts of this field.

The purpose of this study was to produce a protocol for HIIT to be implemented into the rehabilitation of coronary artery disease patients. Manual methods and two international databases were used for search of the material. A total of 29 studies were selected to be included in the literature review in the end. Especially the methods and protocols of performing HIIT, safety and physiological effects in coronary artery disease patients were taken into account when analysing these studies.

According to a number of researches conducted in Finland and abroad, HIIT has proved out to be a successful method in the rehabilitation of coronary artery disease patients. Therefore, this study also suggests the implementation of HIIT into the rehabilitation of coronary artery disease patients. Furthermore, this study also suggests that when conducted and performed correctly, HIIT is safe for coronary artery disease patients.

Key words: HIIT-training, coronary artery disease, rehabilitation protocol

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SEPELVALTIMOTAUTI JA SEN VAIKUTUS SUORITUSKYKYYN	8
3	SEPELVALTIMOTAUTIPOTILAIDEN KUNTOUTUS SUOMESSA JA TAYS SYDÄNSAIRAALASSA	10
4	ASiantuntijahaastattelut	13
4.1	HIIT-harjoittelu sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa Suomessa	14
4.2	HIIT-harjoittelun fysiologisia vaikutuksia	17
4.3	Sepelvaltimotautipotilaiden HIIT-harjoittelu Norjassa	18
4.4	HIIT-tutkimus Norjassa.....	20
4.5	Sepelvaltimotautipotilaiden HIIT-harjoittelu Saksassa.....	22
5	TUTKIMUSASETELMA, TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT	23
5.1	Opinnäytetyön laatu	23
5.2	Etenemisprosessi.....	24
5.3	Aineiston keruu	24
6	KIRJALLISUUSKATSAUS	26
6.1	Kirjallisuuskatsauksen tietokantahaut	26
7	HIIT-HARJOITTELU SYDÄNKUNTOUTUKSESSA.....	28
7.1	HIIT-harjoittelumallit	28
7.2	HIIT-harjoittelumallit kirjallisuuskatsauksessa	29
7.3	Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto HIIT-harjoittelumalleista.....	38
7.4	HIIT-harjoittelun fysiologiset vaikutukset sepelvaltimotaudin näkökulmasta.....	39
7.5	HIIT-harjoittelun fysiologiset vaikutukset kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa.....	39
7.6	HIIT-harjoittelun turvallisuustekijät kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa.....	42
8	HIIT-KUNTOUTUSMALLI SEPELVALTIMOTAUTIPOTILAIDEN KUNTOUTUKSEEN.....	44
8.1	Potilasvalinta	44
8.2	Kuntoutusmalli.....	46
8.3	Tehon määrittäminen	48
8.4	Laitteisto.....	50
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	51
9.1	Johtopäätökset.....	51
9.2	Pohdinta.....	52

9.3 Luotettavuus	53
9.4 Jatkotutkimukset	54
LÄHTEET	55
LIITTEET	63
Liite 1. Kirjallisuuskatsauksen julkaisut	63

1 JOHDANTO

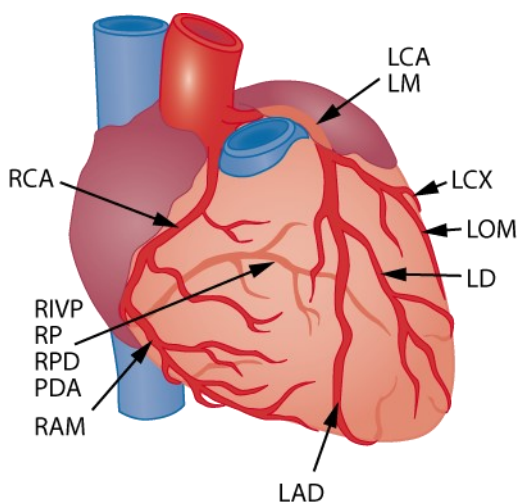
Kovatehoisella intervalliharjoittelulla (High Intensity Interval Training, HIIT) tarkoitetaan liikunnanmuotoa, jossa vuorotellen tehdään korkealla intensiteetillä lyhyitä intervalleja sekä matalalla intensiteetillä lyhyitä palautusjaksoja. (Savonen 2013). HIIT-harjoitukset tehdään korkealla työteholla, jonka kuormitus on yleensä 80 – 100 % maksimaalisesta hapenottokyvystä. Palautusjaksojen aikana taas teho lasketaan matalammaksi tai pidetään taukoa. Palautusjaksot mahdollistavat intensiivisen ja kovatehoisen työjakson. HIIT-harjoittelu on monipuolista, sillä se mahdollistaa monella eri tavalla isojen lihasryhmien harjoittamisen. Yleensä HIIT-harjoittelu ei pidä sisällään lihasmassaa kasvattavia harjoitteita. (Guiraud ym. 2012, Savonen 2013). Esimerkiksi juokseminen intervalleina on hyvä HIIT-harjoittelun muoto. Esimerkkinä voidaan pitää kahden minuutin yli 90 %:n tehon vaativaa juoksua, ja tätä seuraa lyhyt matalan intensiteetin palautusjakso. HIIT-harjoittelun toteutustapa on kuitenkin aina yksilöllinen. Joku voi saavuttaa vaaditun rasiustason kävelemällä ripeästi sauvojen kanssa, kun taas toisen on tehtävä harjoitus juosten ylämäkeen.

Sepelvaltimotauti on maailmanlaajuisesti yleisin kuoleman syy ja sen riskitekijät ovat hyvin tunnettuja (Nowbar ym. 2019). Sepelvaltimotauti laskee suorituskykyä. Yleisimpinä oireina ovat hengenahdistus, rintakipu tai jokin muu tavallisesta poikkeava epätyypillinen oire. (Blek-Vehkaluoto ym. 2015). Tutkimukset myös osoittavat, että liikuntaan pohjautuva kuntoutus vähentää sairaalahoidon tarvetta sekä laskee kuolleisuutta kyseistä diagnoosia sairastavilla potilailla (Laukkanen & Lakka, 2015.)

Opinnäytetyömme pohjana on suomalaisten, saksalaisten ja norjalaisten asiantuntijoiden haastattelut sekä kirjallisuuskatsaus. Aihetta on tutkittava kriittisesti opinnäytetyön laadun kannalta, joten tuomme esille myös CrossTalk -ketjun, jossa alan tutkijat keskustelevat HIIT-harjoittelun puolesta ja vastaan harjoittelumuodon puolesta puhuvan vahvan tutkimusnäytön olemassaolosta huolimatta (Holloway & Spriet, 2015).

Yhteistyökumppanimme Tays Sydänsairaala on kiinnostunut HIIT-harjoittelun tuotteistamisesta osaksi sydänkuntoutusta. Toteutimme opinnäytetyömme integroivana kirjallisuuskatsauksena, jossa tarkastelimme ja toimme esille uusimmat tutkimukset HIIT-harjoittelusta sydänpotilailla, ja erityisesti sepelvaltimotautia sairastavilla. Rajaus mainittuun ryhmään johtui opinnäytetyön laajuuteen liittyvistä rajoituksista. Toteutamme erillisenä projektina mahdollisuuksien mukaan harjoittelujakson sepelvaltimotautia sairastaville potilaille Tays Sydänsairaalan kanssa. Tämän projektin tarkoituksena on testata käytännössä esittämämme kuntoutusmallin käytettävyyttä ja toimivuutta sepelvaltimotautipotilaiden liikunnallisessa kuntoutuksessa. HIIT-harjoittelua ei käytetä Suomessa vielä julkisessa sydänkuntoutuksessa.

2 SEPELVALTIMOTAUTI JA SEN VAIKUTUS SUORITUSKYKYYN



KUVA 1: Sepelvaltimot. LCA/LM = vasemman sepelvaltimon päähaara, LAD = vasen eteen laskeva haara, LD = vasen diagonaalihaara, LCX = vasen kiertävä haara, LOM = vasen marginaalihaara, RCA = oikea sepelvaltimo, RIVP/RP/RPD/PDA = oikean sepelvaltimon taakse laskeva haara, RAM = oikea marginaalihaara. (Parkkila 2016)

Sepelvaltimot huolehtivat mm. sydänlihaksen ravinnon- ja hapensaannista. Sepelvaltimot kulkevat pääsääntöisesti sydämen ulkopinnalla (Konen ym. 2007) ja haaroittuvat lopulta pienemmiksi verisuoniksi sydänlihaksen sisään. Sepelvaltimot, niin kuin muutkin valtimot voivat altistua ateroskleroosille eli valtimotaudille. Aiemmin tautia on pidetty lähinnä kolesterolin kertymäsairautena, mutta nykyisin se käsitetään myös tulehdukselliseksi sairaudeksi (Harrington 2017). Ateroskleroosia ei voi täysin välttää kukaan, vaan sitä kehittyy kaikille. Sen sijaan on yksilöllistä, kuinka nopeasti sairaus kehittyy. Tekijöihin kuten perimä, sukupuoli ja ikä ei voida vaikuttaa. Sen sijaan vähäinen liikunta, veren LDL-kolesterolipitoisuus, tyypin II diabetes, tupakointi, kohonnut verenpaine ja alhainen veren HDL-kolesterolipitoisuus ovat tekijöitä, joihin voidaan vaikuttaa. Kokonaisuus ratkaisee taudin kehittymisnopeuden. Kaikkien vaikuttavien tekijöiden yksittäinen vakavuus ja niiden yhteisvaikutus ovat ratkaisevia (Kovanen & Pentikäinen 2016).

Valtimotaudissa valtimoiden seinämiin kertyy kolesterolia, tulehdussoluja, sidekudosta ja kalkkia. Nämä yhdessä kovettuvat pesäkkeiksi, jotka kasvavat ja ahtaavat valtimoa. Tällöin veren virtaus heikkenee pienentyneen verisuonen läpimitan takia ahtaumakohtassa. Pesäkkeet vaikuttavat myös verisuonen normaaliin kykyyn mukautua verenvirtauksen muutoksiin ja mm. supistumishäy-

seen elimistöltä. Ahtautunut ja kovettunut suoni ei pysty laajenemaan. Kun valtiosta on ahtautunut yli puolet, rasituksessa kudokset kärsivät hapenpuutteesta alentuneen veren virtauksen takia aiheuttaen havaittavia oireita (Kervinen 2018).

Sepelvaltimotauti jaetaan kahteen pääluokkaan: stabiili sepelvaltimotauti ja akuutti sepelvaltimo-oireyhtymä. Akuutissa sepelvaltimo-oireyhtymässä on usein kyse rasvapesäkkeen repeämän aiheuttamasta äkillisestä sepelvaltimotukoksesta. Stabiilin sepelvaltimotaudin tyypillisin oire on raskauskipu. Kipu ilmenee tiettyssä raskautustasossa ja helpottaa raskautustason laskiessa tai viimeistään levossa. Ahtautunut tai ahtautuneet sepelvaltimot eivät pysty kuljettamaan happea sydänlihakselle raskautustason vaatimalla tasolla, mikä aiheuttaa kivun tunteen (Laukkanen & Airaksinen 2016).

Fyysistä suorituskykyä rajoittaa toisaalta sydämen pumppausteho ja toisaalta lihasten kyky käsitellä verta raskautuksen aikana. Raskautuksen aikana lihaksilla on vasodilataation ansiosta erittäin suuri kapasiteetti (300 ml / 100 g / min) ottaa vastaan verta, mutta sydämen pumppauskapasiteetti on rajoittunut terveillä harjoittelemattomilla aikuisilla 20 – 25 l / min ja huippu-urheilijoilla 35 l / min (Calbet & Joyner 2010). Esimerkiksi 60-vuotiailla miehillä on keskimäärin 35 kg lihasmassaa (Korhonen & Määttä 2013). Tämän lihaksiston kapasiteetti on 105 l / min. Eli harjoittelemattomalla 60 vuotiaalla miehellä voi lihaksiston kapasiteetti olla yli viisinkertainen sydämen pumppauskapasiteettiin verrattuna. Sydämen kapasiteetti on siis ratkaiseva. Ateroskleroosi heikentää verenvirtausta niin luurankolihasissa (Mudau, Genis, Lochner, & Strijdom 2012) kuin suoraan sydämessä. Sydämessä heikentynyt verenvirtaus vaikuttaa myös sydämen pumppauskapasiteettiin, joten sepelvaltimotaudin vaikutus suorituskykyyn on kokonaisvaltainen. Suorituskyky liittyykin suoraan sydän- ja verisuonisairauksien vaaraan ja se voi olla myös selkeämpi riskin osoitin, kuin perinteiset valtimotaudin riskitekijät (Laukkanen ym. 2016).

3 SEPELVALTIMOTAUTIPOTILAIDEN KUNTOUTUS SUOMESSA JA TAYS SYDÄNSAIRAALASSA

Elintapojen hallinnalla voidaan ehkäistä sairauden pahenemista ja vaikuttaa sepelvaltimotaudin riskitekijöihin kuten kohonneeseen verenpaineeseen, epäedullisiin veren rasva-arvoihin, ylipainoon ja tyyppin 2 diabetekseen. (Sydänliitto, 2020). Sepelvaltimotautipotilaan sairaalahoidon syitä ovat tavallisesti akuutti sydäntahtuma tai elektiivinen revaskularisaatio, kuten esimerkiksi pallolaajennus tai ohitusleikkaus. (Hautala ym. 2016).

Sydänpotilaan kuntoutus on moniammatillista, suunnitelmallista ja tavoitteellista terveydenhuollon ammattilaisten ohjaamaa toimintaa, joka tarkoittaa sitä, että kuntoutukselta odotetaan progressiivista etenemistä sekä elämänlaadun paranemista (Chow ym. 2010). Tavoitteena on potilaan toimintakyvyn, itsenäisen selviytymisen, elämänlaadun ja hyvinvoinnin paraneminen sekä työikäisillä työkyvyn säilyminen, lisääntyminen tai palautuminen. Sydänkuntoutus tulee aloittaa mahdollisimman pian sairaalavaiheessa. Avaintekijöitä kuntoutuksessa ovat fyysisen aktiivisuuden ohjaaminen, liikuntaharjoittelu, ravinto-ohjaus, painonhallinta, lipidi-profiilin optimointi, kohonneen verenpaineen hoito, tupakoinnin lopettaminen, potilaan tilan arviointi sekä psyykkisestä ja sosiaalisesta hyvinvoinnista huolehtiminen. (Hautala ym. 2016).

Sydänkuntoutuksen toteutuminen sepelvaltimopotilailla Suomessa on edelleen puutteellista ja noin 40 % sydänpotilaista ohjataan jonkinlaiseen sydänkuntoutukseen. Tämä on alle eurooppalaisen keskiarvon (Pietilä 2017). Suomessa ei ole lainsäädäntöä tai valtakunnallisesti kattavaa ohjeistusta sepelvaltimotautia sairastavien systemaattisesta kuntoutuksesta, vaikka sydänsairauksien kuntoutuksen hyödyistä on vankka tieteellinen näyttö. Liikuntapainotteisten ja liikunnallisten sydänkuntoutusohjelmien on todettu vähentävän sepelvaltimotaudista johtuvaa kuolleisuutta, sairastuvuutta ja terveydenhuollon kustannuksia. (Hautala ym. 2016).

Tays Sydänsairaalan sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutus pohjautuu Suomen Fysioterapeuttien julkaisemaan Sepelvaltimotautipotilaiden liikunnallinen kuntou-

tus -suositukseen (Niemi 2020). Kuntoutuksessa kuitenkin huomioidaan aina potilaan yksilöllinen tilanne ja sairauden vaikeusaste. Tays Sydänsairaalan tavoitteena on saada HIIT-harjoittelu yhdeksi palvelumuodoksi potilailleen tulevaisuudessa. Nykyisen sepelvaltimotautipotilaiden liikunnallisen kuntoutuksen suosituksen mukaan halutaan löytää sopiva tasapaino liikunnan tehon ja turvallisuuden välillä.

Kun potilas on sairaalavaiheessa, ensisijainen liikkumistapa on aktivoimista ohjaamalla potilasta itseään olemaan aktiivinen. Potilasta kehoitetaan harjoittamaan omatoimista aktiivisuutta jo osastolla. Koulutettu henkilökunta vastaa tästä ja laatii myös jatkosuunnitelman liikunnallisesta kuntoutuksesta. Tämä suunnitelma ja erityisesti siinä määrättävä liikunnan teho ja kuntoutuksen toteuttamistavat käydään tarkasti läpi, jotta potilas voi jatkaa harjoittelua omatoimisesti kotiutumisen jälkeen. (Hautala ym. 2016).

Potilaan tulee saada perusteellista liikunnanohjausta ja mahdollisuuden osallistua ohjattuun liikuntaan vähintään muutaman kerran toipilasvaiheen aikana. Näin saadaan laadittua sopiva liikuntaohjelma ja kannustettua potilasta liikkumaan säännöllisesti. Potilaalle on myös taattava mahdollisuus osallistua tarpeen vaatiessa liikunnalliseen kuntoutukseen, jonka tavoitteena on rohkaista liikkumaan säännöllisesti, tarpeeksi kuormittavasti sekä turvallisesti. (Hautala ym. 2016).

Potilaalle annetaan oireenmukainen ohje, jossa ohjeistetaan sopivaan liikunnan annosteluun, rasiustason määrittelyyn sekä mahdollisten oireiden tunnistamiseen. Lisäksi potilaalle annetaan kirjalliset ohjeet ohjaamisen tueksi, jossa ohjeistetaan liikkeet, joita voi itsenäisesti suorittaa sairaalavaiheen aikana ja sen jälkeen. Tämä ohjelappunen on protokollamaisesti tehty, ja sitä voidaan muokata yksilöllisesti. Potilas saa myös infovihon, jossa selitetään taudinkuvaa sekä sen hoitamista oikeanlaisen liikkumisen ja hyvien elämäntapojen noudattamisen kautta. Sepelvaltimotautipotilaan ohjauksen sisältöä määrittää myös sydäntapahtuman ajankohta, onko se akuutti vai ei. Sydänsairaalassa hoitoketju tarjoaa potilaalle mahdollisuuden saada myös moniammatillista jatko-ohjausta polikliinisesti. Erityisesti akuutin sydäntapahtuman jälkeen potilaalla voi olla paljon kysymyksiä sekä turvattomuutta liikkumisesta ja kuntoutumisen onnistumisesta.

Tästä syystä polikliininen sairaalavaiheen jälkeinen kuntouttaminen on mahdollistettu (Mahrberg 2020).

Suosituksen mukaan sepelvaltimotautipotilaan liikunnallisen kuntoutuksen tulisi olla toipilasvaiheessa pääsääntöisesti fyysistä aktiivisuutta, ja toipumisen myötä kestävyysliikunnan ja lihasvoimaharjoittelun merkitys kasvaa.

<p style="text-align: center;"><u>Fyysinen aktiivisuus</u></p> <p style="text-align: center;">Hyöty- ja arkiliikuntaa 30 – 60 min kerrallaan Mielellään päivittäin, vähintään 3 – 4 kertaa viikossa</p>
<p style="text-align: center;"><u>Kestävyysliikunta</u></p> <p style="text-align: center;">Kohtuukuormitteista (RPE 10/20 – 16/20) 20 – 60 min kerrallaan Mielellään päivittäin, vähintään 3 – 5 kertaa viikossa</p>
<p style="text-align: center;"><u>Lihaskuntoharjoittelu</u></p> <p style="text-align: center;">Kohtuukuormitteista (RPE 10/20 – 16/20) 8 – 10 suurimpia lihasryhmiä kuormittavaa liikettä 2 – 3 kertaa viikossa</p>

KUVA 2. Sepelvaltimotautipotilaan liikuntasuositus jaoteltuna. (Hautala ym. 2016).

”HIIT-harjoittelu” mainitaan suosituksessa nimellä ”Intervallityyppinen korkeaintensiivinen kestävyysharjoittelu,” joka mainitaan seuraavasti: ”Parantaa sydämen ja verenkiertoelimistön kuntoa ja lisää plasman HDL-kolesterolipitoisuutta enemmän kuin yhtäjaksoinen matalaintensiteetisempi kestävyysharjoittelu” (Hautala ym. 2016.)

4 ASiantuntijahaastattelut

Haastattelututkimus kuuluu laadullisen tutkimuksen menetelmiin. Haastattelua käytetään usein tiedon keräämiseen ennen varsinaista tutkimusta (Qu & Dumay 2011). Halusimmekin tämän opinnäytetyön puitteissa kartoittaa kokonaisvaltaista näkemystä niin pian kuin mahdollista. Tarkoituksena oli mm. erottaa olennaiset tutkimuskysymykset alalla, kartoittaa eri asiantuntijoiden kautta erilaisia paradigmoja ja kerätä käytännön kokemuksia HIIT-harjoittelun toteutuksesta. Koska tavoitteenamme on tuottaa suositus HIIT-harjoittelun toteutuksesta, halusimme kuulla mitä mahdollisia ongelmia ja haasteita harjoituksien käytännöntoteutuksessa on ollut. Halusimme myös kuulla, miten näitä haasteita on ratkaistu tai miten niitä on ajateltu ratkaistavan. Tämän tyyppinen käytännönläheinen tieto ei usein päädy tutkimusjulkaisuihin, jotka saattavat keskittyä vain tiettyjen terveyteen tai suorituskykyyn liittyvien parametrien vertailuun ja raportointiin.

Ensimmäinen kontakti HIIT-kuntoutuksen käytännön asiantuntijoihin järjestyi Suomen Sydämfysioterapeuttien koulutuspäivillä Tampereella, jossa saksalaiset Heinz Lowis ja Yarkin Rodrigue kertoivat kokemuksiaan mm. HIIT-harjoittelusta sydänkuntoutuksessa.

Lähetimme haastattelupyynnöt Arto Hautalalle, Kai Savoselle ja Kari Kalliokoskelle. Saimme Arto Hautalalta ohjeistusta opinnäytetyön taustoittamiseksi sekä The American Heart Associationin ohjeistuksen ”Exercise Standards for Testing and Training” että Hautalan vertailevan esityksen HIIT-harjoittelun ja perinteisen liikunnallisen harjoittelun eroista sepelvaltimotautipotilainen kuntoutuksessa. Sekä Kai Savonen että Kari Kalliokoski kutsuivat tutustumaan tutkimukseensa ja suostuivat haastateltaviksi. Saimme molemmilta ensiarvoista tietoa HIIT-harjoittelun käytännöntoteutuksesta, vaikkakin tutkimuksellisesta näkökulmasta. Kai Savonen auttoi meitä myös kontaktoimaan Cardiac Exercise Research Group (CERG) tutkimusryhmää Norjassa. Olimme asettaneet tavoitteeksi päästä tutustumaan tämän ryhmän tutkimukseen ja käytännön HIIT-kuntoutukseen Norjassa jo aivan työmme suunnitteluvaiheessa. Tämän vierailun toteutuminen oli muiden asiantuntijoiden haastatteluiden ohella, tutkimustyömme huippukohtia.

Toteutuneet asiantuntijahaastattelut on käyty läpi ja purettu ensisijaisesti opin-
näytetyötämme ohjaavien kysymysten pohjalta. Työmme tavoitetta ja tarkoitusta
tukien asiantuntijahaastatteluissa ilmenneet kokemukset ja oivallukset toivotta-
vasti auttavat kehittämään sydänkuntoutusta Suomessa sekä tuovat tietoa ja ym-
märrystä HIIT-harjoittelusta sekä sen fysiologisista vaikutuksista yhä useamman
tietoon.

4.1 HIIT-harjoittelu sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa Suo- messa

Keskustelimme ylilääkäri, dosentti Kai Savosen kanssa siitä, millaisia kokemuk-
sia hänellä on HIIT-harjoittelun toteutuksesta sydänpotilaille. Tärkein anti haas-
tattelusta oli se, millaiset protokollat ja metodit olivat toimineet interventioissa ja
mitkä eivät.

Savonen oli mukana HITCARE-tutkimuksessa (Rauramaa ym. 2013), jossa käy-
tettiin kahta eri HIIT-harjoittelumetodia sepelvaltimotautipotilaiden tutkimiseen ja
harjoittamiseen. Puhutaan ns. Trondheimin ja Montrealin protokollista, tai niiden
pohjalta jalostetuista protokollista. Jokainen harjoitus suoritettiin Wattipyörällä.
Alla on kuvattu HITCARE-tutkimuksen keskeinen sisältö Savosen haastattelun
(Savonen 2019) mukaisesti.

Trondheimin protokollan suuntaisesti suoritettu "HIIT L" -harjoittelu suoritettiin pi-
dempikestoisilla korkeatehoisilla intervaleilla, jotka olivat kolme minuuttia noin 90
% maksimaalisesta hapenottokyvystä, jota seurasi neljän minuutin aktiivinen pa-
lauttelu. Koko kierto suoritettiin neljä kertaa, ja harjoitukseen sisältyi myös läm-
mittely ja loppupalauttelu.

Montrealin protokollan suuntaisesti suoritettu "HIIT S" -harjoittelu taas suoritettiin
huomattavasti lyhyemmillä korkeatehoisilla intervaleilla ja palautteluilla. Interval-
lit olivat tässä versiossa 15 sekuntia noin 100 % maksimaalisesta hapenottoky-
vystä, ja palauttelut välissä myös 15 sekuntia täysin levossa. Noin 12 sekunnin
kohdalla palautteltua koehenkilöä ohjeistettiin valmistautumaan seuraavaan inter-
valliin ja aloittamaan polkemisen, jotta suorituksen taas alkaessa oltaisiin vauh-
dissa. Näitä lyhyempiä intervaleja suoritettiin yhteensä 48 yhtä harjoituskertaa

kohden, ja ne olivat jaettu pienempiin sarjoihin. Yksi sarja koostui 12 korkeatehoisesta intervallista ja palauttelusta, ja jokaisen sarjan välissä pidettiin pidempi kolmen minuutin tauko.

Interventio, missä molempia yllä mainittuja protokollia testattiin, kesti 12 kuukautta, joka jaettiin kolmeen osaan. Harjoitus suoritettiin kerran viikossa. Ensimmäiset kolme kuukautta olivat koehenkilöiden omatoimista liikuntaa kotona. Kolmannen kuukauden jälkeen aloitettiin itse HIIT-harjoittelu. Molempien protokollien ryhmät harjoittelivat kuukauden ajan teholla 60 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, jonka jälkeen tehoa alettiin nostaa kohti tavoitetta seuraavan kahden kuukauden ajan. Intervention viimeiset kuusi kuukautta harjoiteltiin protokollan mukaisilla tehoilla (HIIT L 90 % maksimaalisesta hapenottokyvystä ja HIIT S 100 % maksimaalisesta hapenottokyvystä). HIIT-harjoitteen lisäksi koehenkilöillä oli mahdollisuus suorittaa ylläpitävä, terveyttä edistävä 45 minuutin kuntosaliharjoitus kerran viikossa.

Valintaperusteet tähän tutkimukseen olivat seuraavat: tutkimusta kohtaan mielenkiintonsa osoittanut koehenkilö on sairastanut infarktin ja hänellä on todettu stabiili sepelvaltimotauti. Kaikki halukkaat hyväksyttiin tutkimukseen, mutta pois-sulkemisen kriteereinä olisi ollut muun muassa yli kahden millin ST-segmentin laskeminen. Koko tutkimusjakson aikana ei ilmennyt yhtäkään komplikaatiota.

Jokainen kuormituskoe ennen harjoittelujakson alkamista suoritettiin loppuun asti, ja testihenkilöitä kannustettiin todella paljon suoritusten aikana. Jokaisella harjoituskerralla koehenkilöitä oli paikalla yhdestä kolmeen henkeä, ja jokaisella kerralla kun paikalla oli kaksi tai useampi suorittaja, oli nähtävissä korkeampi motivaatio treenaamiseen.

Intervention edetessä ja lopulta päättyessä tutkijat tulivat siihen tulokseen, että suomalaisille valikoitumattomille sepelvaltimotautipotilaille ei toimi Trondheimin protokolla ja pidemmät intervallit, kun taas Montrealin malli lyhyemmillä intervaleilla toimi hyvin. HIIT L:n harjoitukset suoritettiin loppuun asti 69 % koehenkilöistä, ja HIIT S:n harjoitusten suorituspösentti oli 99 %. Tutkijat jäivät miettimään, miksei Trondheimin malli toiminut (Savonen 2019). Eroja Norjassa tehtyihin in-

terventioihin ja Savosen suorittamaan oli se, että Suomessa käytettiin suoritusvälineenä wattipyörää ja wattipohjaista seurantaa, kun taas Norjassa harjoitteet suoritettiin juoksumatolla ja syke-seuratusti.

Esimerkiksi 72-vuotias kevytrakenteinen rouva jaksoi polkea jokaisen HIIT L:n harjoitteen läpi, kun taas raskasrakenteisempi oletetusti voimakkaampi mies ei jaksanut. Wattit säädettiin valmiiksi alkutestien ergospirometrian tulosten perusteella, ja samalla vastuksella suoritettiin jokainen intervention harjoitus (Savonen 2019).

Kysymys kuuluukin, tulisiko HIIT-harjoittelun intensiteettiä säädellä sykkeen vai tehon pohjalta?

Savonen vastasi kysymykseemme siitä, onko HIIT-harjoittelu tarpeellista ja kannattavaa sydänpotilaille seuraavalla tavalla:

”Ideaalimaailmassa jos meillä olisi vaikkapa hirveä määrä laittaa resursseja tämmöseen sydänkuntoutukseen ja olis niinku tällaset personal trainerit kaikilla kuntoutujilla niin mikä ettei.”

Savonen pohti myös sitä, miten HIIT-harjoittelua voisi järjestää yksityisen toimijan kautta sepelvaltimotautipotilaille. Ongelmaksi muodostuu se, kuinka potilas voisi harjoitella kyseistä harjoitusmuotoa itsekseen ilman valvontaa. Jos on todistettu, ettei asiakkaalla tule rasituksessa vaarantavia oireita ja hänet on testattu rasituskokeella, ovat riskit oikeastaan olemattomat. Tämän varmistamiseksi on Savosen mielestä kuormituskokeen suorittaminen ennen HIIT-harjoittelun aloittamista sydänpotilaille ehdoton. Tällöin nähdään, miten sydän käyttäytyy korkeaintensiivisessä harjoittelussa (Savonen 2019).

Jos HIIT-harjoittelu sepelvaltimotautipotilailla yleistyisi, olisi myös mietittävä, voisivatko fysioterapeutit teettää rasituskokeita ilman lääkärin valvontaa sydänpotilaille. Tällä tavoin saataisiin myös kattavampaa informaatiota sydänfysioterapeuttien työskentelemiseen sydänpotilaiden kanssa, sillä tällä hetkellä sydänfysioterapeutti voi suorittaa ainoastaan kuuden minuutin kävelytestin potilaalle ilman

muuta valvontaa. Tästä syystä sydänpotilaan hoito joudutaan aloittamaan hyvin rauhallisesti eikä potilaan lähtötasoa oikeastaan tiedetä.

Savosen mukaan minimivaatimukset HIIT-harjoittelun toteuttamiseen sepelvaltimotautipotilailla ovat seuraavat (Savonen 2019):

Pyörien tulee olla tarpeeksi laadukkaat eli toisin sanoen vastus ei saa liukua tai muuttua polkemisen aikana. EKG-seuranta mukana, jos harjoittelu toteutetaan syke-seuratusti, mutta wattiseuralla harjoittelulla ei sykettä tarvitse välttämättä seurata ollenkaan. Jos sykettä seurataan, on tärkeää nähdä myös sydänfilmi, sillä pelkkä luku ei anna tarpeeksi laajaa kuvaa sydämen käyttäytymisestä raskuudessa.

4.2 HIIT-harjoittelun fysiologisia vaikutuksia

Haastattelimme dosentti Kari Kalliokoskea Turun yliopistollisen keskussairaalan PET-keskuksesta 18.6.2019. Kalliokoskella oli hieman erilainen lähestymistapa HIIT:n suorittamiseen kuin Savosella koehenkilöiden ja protokollan suhteen. Kalliokoski on tutkinut HIIT-harjoittelun vaikutuksia terveillä ihmisillä sekä diabeetikoilla. Hän on keskittynyt tutkimuksissaan muun muassa fysiologisiin muutoksiin lihaksistossa, metabolisiin muutoksiin, insuliiniherkkyyteen ja opioidijärjestelmän muutoksiin. Kalliokosken ja tutkimusryhmän suorittamat HIIT-tutkimukset sisälsivät sekä terveitä koehenkilöitä että diabeetikoita (Motiani ym. 2017 ja Sjöros ym. 2018).

Vaikuttajana Kalliokosken työryhmän kokeilemalle HIIT-harjoittelun protokollalle toimi kanadalainen tohtori Martin Gibalan malli, jossa käytetään 7,5 % kehonpainon suuruista kuormaa Wingate-pyörällä harjoitusta poljettaessa. Kyseisellä pyörällä voidaan suorittaa myös anaerobisen kynnyksen testi.

Kalliokosken käyttämässä protokollassa korkeaintensiivisen intervallin pituus oli 30 sekuntia teholla 100 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, jota seurasi neljän minuutin palauttelu. Samaa protokollaa testattiin sekä terveillä että diabeetikoilla. Interventio kesti kaksi viikkoa, jonka aikana suoritettiin kuusi HIIT-harjoitusta,

kolme molempina viikkoina. Kahden viikon aikana oli huomattavissa keskimääräisesti 5 – 7 % parannus koehenkilöiden maksimaalisessa hapenottokyvyssä. Tutkimuksella haluttiin tutkia pääosin lihasten glukoosinkäyttöä, ja sen lopuksi huomattiin positiivinen vaikutus terveiden koehenkilöiden etureisien lihaksistossa ja diabeetikoilla kaikissa lihaksissa. Huomattiin myös, että kahden viikon intervention aikana diabeetikoista koostunut ryhmä sai kehitettyä etureisiensä insuliiniherkkyyden terveiden ryhmän lähtötasolle HIIT-harjoittelun avulla. Tämä tutkimus johti kävelyintervallitutkimukseen diabeetikoilla, jossa suoritettiin kolmen minuutin intervalleja teholla 90 % maksimaalisesta hapenottokyvystä kävellessä. Tutkimuksessa havaittiin, että koehenkilöiden sokeriaineenvaihdunta tehostui. Lyhyt interventio vaikutti myös siihen, että koehenkilöiden oli helpompaa sitoutua koko harjoittelujaksoon. Huomattiin myös, että motivaatio muuhun harjoitteluun sekä pystyvyydentunne koehenkilöillä kasvoi HIIT-harjoittelua suorittamalla (Kalliokoski 2019).

Kalliokosken kokemukset puhuisivat sen puolesta, että todella korkeaintensiivisellä lyhyistä intervalleista koostuvalla harjoittelulla voitaisiin kehittää lihaksiston sokeriaineenvaihduntaa kun taas korkeaintensiivisellä pidemmällä intervalleista koostuvalla harjoittelulla päästään kehittämään maksimaalista hapenottokykyä. Optimaalisin protokolla HIIT-harjoittelulle voi siis vaihdella riippuen tavoitteista. Lyhyempikestoiset ja enemmän tuki- ja liikuntaelimestöä kuormittavat harjoitteet voisivat kehittää lihaskuntoa tehokkaammin, kun taas pidemmät intervallit maksimaalista hapenottokykyä.

4.3 Sepelvaltimotautipotilaiden HIIT-harjoittelu Norjassa

Vierailimme 3.7.2019 Trondheimissa tutustuen päivän ajan Cardiac Exercise Research Group:n tutkimustoimintaan sekä St. Olavin sairaalan käytännön sydänkuntoutukseen. Seurasimme ohjattua ryhmäliikuntatuntia sepelvaltimotautipotilaille. Ryhmä oli kesän takia yhdistelmä useasta eri tasoisesta ryhmästä, mikä antoi meille hyvän kuvan ryhmiin osallistuvista erilaisista potilaista.

Ryhmäliikuntatunti toteutetaan HIIT-harjoituksena. Sykemittarit eivät ole käytössä, vaikka CERG:in tutkijat tätä suosittelivatkin. Ryhmäliikuntatilassa on juok-

sumattoja, kuntopyöriä, steppereitä, BOSU-palloja ja lisäksi esim. käsipainoja lihaskuntoliikkeitä varten. Tilan seinällä oli suuri juliste, jossa oli Borgin taulukko muistutuksena rasitustasoista. Kaikki potilaat ovat käyneet sairaalajakson yhteydessä sydänkoulun, jossa on käyty läpi mm. liikunnallisen kuntoutuksen periaatteet.

Tunti alkaa musiikin tahtiin lämmittelyllä. Musiikki on mukana taustalla koko harjoituksen ajan ja kappaleet on valittu HIIT-jaksoja tukeviksi: lämmittelyn aikana innostetaan ja nostetaan tempoa vähitellen, HIIT-työjakson aikana kannustetaan saavuttamaan oikea rasitustaso, lepojaksoson aikana ohjataan laskemaan rasitustasoa ja jäähdyttelyssä rauhoittavan musiikin avulla palautellaan harjoituksesta. Fysioterapeutti ohjaa ja tekee mukana kaikki ryhmäliikuntaosuudet. Ryhmäliikuntana toteutetaan lämmittely, lepojaksot ja jäähdyttely. HIIT-työjaksot tehdään yksilöllisesti oman tavoiterasitustason mukaisesti itse valitulla välineellä. Fysioterapeutti kiertää ohjaamassa ja opastamassa työjakson aikana.

Lämmittelyssä kävellään paikalla, pyöritetään käsiä, tehdään kyykkyjä, ristiaskelusta, kanta-askelusta, polven joustoja, hiihtoheilautuksia, luisteluheilautuksia, polvennostokävelyä paikallaan, käsien kurotuksia polviin ristiin, käsien kurotuksia nilkkoihin ristiin sekä em. liikkeiden yhdistelmiä. Liikkeiden tempo ja rasitustaso lisääntyvät lämmittelyn edetessä. Vaikka kyseessä on ryhmäliikunta, kukin tekee omaan tahtiin – erityisesti tässä yhdistelmä ryhmässä. Lämmittelyn kesto on noin 15 minuuttia.

HIIT-työjaksot tehdään itsenäisesti. Käytettyjä välineitä ovat juoksumatot, kuntopyörät, steppilaudat ja BOSU-pallot. Tavoiterasitustaso on kaikilla 85-95% maksimisykkeestä. Ilman sykemittaria ohjattu rasitustaso on sellainen, ettei pysty puhumaan kuin yksittäisillä sanoilla. Koska tässä harjoituksessa ei yleisesti käytetä sykemittareita, on tavoiterasitustaso määritetty RPE-pohjaisesti tasolle 16-17 Borgin 6-20 asteikolla (Aamot, Forbord, Karlsen & Støylen 2013).

HIIT-lepojaksot tehdään yhdessä fysioterapeutin ohjaamana. Tässä harjoituksessa lepojaksot toteutettiin lihaskuntoharjoitteluna. Ensimmäisen lepojaksoson aikana liikkeet kohdistuivat ylävartalon lihaksiin. Liikkeitä olivat esim. käsipainon

nosto alhaalta ylös (kyykystä ylös), lapasoutu etukenossa, ranskalaiset punnerukset ja kick-back-liike yhdellä kädellä. Toisen lepojaksos aikana liikkeet kohdistuivat pääasiassa alavartalon lihaksiin. Liikkeitä olivat esim. kyykyt, jalkojen sivunostot, etc. Kolmannen lepojaksos harjoitukset kohdistuivat keskivartaloon. Liikkeitä olivat esim. vatsalankku polvilla tai varpaillaan, jalkojen ojennukset vatsalankusta ja jalkojen ojennukset konttausasennosta.

Loppuverryttely toteutettiin yhdessä fysioterapeutin ohjaamana. Verryttely aloitettiin rennolla kävelyllä ja venyttelyllä. Muita liikkeitä olivat esim. rennot rintarangan kierrot, kyykyt askelluksesta, takareisien venyttelyt, etureisien venyttely, pohkeiden venyttelyt ja epäkäslihasten venyttelyt.

4.4 HIIT-tutkimus Norjassa

Haastattelimme apulaisprofessori Inger-Lise Aamot Aksetøya HIIT-kuntoutuksen tutustumisen jälkeen. Hän kuuluu Cardiac Exercise Research Group -tutkimusryhmään (CERG), jota johtaa professori Ulrik Wisløff. Ryhmä toimii Norwegian University of Science and Technology -yliopistossa (NTNU) Trondheimissä. Jan Helgerud, Lars Christian Engen, Ulrik Wisløff ja Jan Hoff, julkaisivat 4 * 4 minuutin HIIT-harjoituskonseptin vuonna 2001 (Helgerud, Engen, Wisløff, & Hoff 2001). Erityisesti Helgerudin ja Hoffin työ urheilufysiologian parissa on ollut alkusysäys mittavalle sydämkuntoutuksen tutkimukselle. Wisløff aloitti tutkimustyönsä Hoffin ja Helgerudin ryhmässä. Wisløff nimitettiin professoriksi vuonna 2008. Hän kokosi pian ympärilleen tutkimusryhmän ja rahoituksen, minkä turvin CERG on tuottanut yli 280 julkaisua.

Savosen haastattelu sekä lukemamme tutkimukset olivat herättäneet mielenkiintomme. Erityisesti halusimme saada lisää tietoa siitä kuinka sydämkuntoutusta toteutetaan käytännössä, ja siitä mikä olisi optimaalisin protokolla tutkimuksen perusteella.

Aamotin mukaan HIIT on käytössä sydämkuntoutuksessa koko Norjassa. Muualla HIIT-kuntoutuksen käyttöön näyttäisi liittyvän ennakkoluuloja (Taylor ym. 2017),

jotka ovat estäneet laajamittaisen käytön. HIIT on kuitenkin osoittautunut turvalliseksi kuntoutusmuodoksi – myös kun sitä verrataan perinteiseen liikunnalliseen sydänkuntoutukseen (Rognmo ym. 2012).

Aamot nosti harjoituksen oikean rasitustason yhdeksi tärkeimmistä käytännön huomioista. Jos HIIT-harjoituksen työjakso ei ole riittävän rasittava, sydän ei saa riittävää harjoitusvasteeseen johtavaa ärsykettä. Käytännössä tarvitaan sykemitari varmistamaan harjoituksen onnistuminen (Aamot 2019). Aamotin tutkimuksessa (Aamot ym. 2013) vertailtiin kotona RPE-ohjatusti tehtävien HIIT-harjoitusten ja valvotuissa olosuhteissa tehtyjen monitoroitujen HIIT-harjoitusten todellista rasitustasoa. Tutkimuksessa huomattiin pelkän omiin tuntemuksiin perustuva rasitustason arviointi johtavan alle tavoitetason tapahtuviin harjoituksiin. Aamot nosti toiseksi esimerkiksi laajan monikeskustutkimuksen SAINTEX-CAD:n (Conraads ym. 2015). Tutkimuksessa oli tarkoitus vertailla HIIT-harjoittelun ja pitkäkestoisen-keskiraskaan (MICT) liikunnan vaikutusta maksimaaliseen hapenotto-kykyyn sepelvaltimotautipotilailla. Tässä tutkimuksessa HIIT-ryhmä harjoitteli keskimäärin liian alhaisella rasitustasolla ja pitkäkestoisen-keskiraskaan liikunnan ryhmä liian kovalla rasitustasolla verrattuna tutkimusasetelmassa asetettuihin tavoitetasoihin. Tulokseksi saatiin molemmille ryhmille liki samankaltaiset tulokset. Tutkimus osoittaa toki liikunnan positiiviset vaikutukset sepelvaltimotautipotilaille, mutta korostaa myös oikean rasitustason merkitystä - erityisesti kun HIIT-harjoittelusta halutaan hyötyä täysimääräisesti (Aamot 2019).

Aamotin mukaan kliininen rasituskoe tarvitaan ennen HIIT-kuntoutusjaksoa maksimisyketason määrittämiseksi, sopivan kuntoutujajoukon määrittämiseksi ja kuntoutujan uskon omaan liikuntapotentiaaliinsa kasvattamiseksi. Kliinisellä rasituskokeella saadaan karsittua sellaisia kuntoutujia pois, joille HIIT-harjoittelu ei sovellu. Testattu maksimisyke on tarkempi referenssi liikunnallisen kuntoutuksen ohjaamiseen, kuin esim. laskennallinen maksimisyke tai mitattu leposyke (Aamot 2019).

Optimaalinen HIIT-kuntoutusjakson kesto olisi vähintään 12 viikkoa. HIIT-harjoituksia olisi 2-3 viikossa, joiden lisäksi on hyvä harrastaa myös muuta liikuntaa. Sekä perinteinen matalatehoinen liikunta, että lihaskuntoharjoittelu ovat suositeltuja (Aamot 2019).

4.5 Sepelvaltimotautipotilaiden HIIT-harjoittelu Saksassa

Osallistuimme 14.6.2019 Heinz Lowisin ja Yarkin Rodriguesin pitämään koulutuspäivään, jonka järjesti Suomen Sydänfysioterapeutit ry. Päivän teema oli "Endurance training with cardiac patients on the bike ergometer". Lowis kertoi saksalaisesta sydäntuntoutusmallista yleisesti ja erityisesti HIIT-tyyppisestä harjoittelusta polkupyöräergometrillä. Tuomme tässä esiin hänen huomioitaan käytännön HIIT-harjoittelusta osana sydäntuntoutusta.

Lowisin metodit perustuvat pääasiassa hänen pitkään kokemukseensa sydäntuntoutuksessa. Lowisin määrittelemät periaatteet harjoittelulle ovat:

- Pääsääntöisesti teho-ohjattua harjoittelua.
- Sykeohjatussa harjoittelussa referenssinä on sykereservi.
- MICT-harjoittelu on normi.
- HIIT-harjoittelua käytetään, jos:
 - MICT-harjoittelussa ei pystytä tuottamaan ≥ 0.5 wattia/kg tehoa.
 - Jalkalihakset ovat heikot.
 - Vaikea vasemman kammion vajaatoiminta.
 - Keuhkosairaus.
 - Epäsuhta RPE:ssä hengityksen ja muun rasitustunteuksen välillä.
- Oma RPE-taulukko, koska Borgin-taulukko on osoittautunut käytännössä hankalaksi käyttää.
- Laktaatti-mittaukset, jotta harjoitukset eivät tapahtuisi anaerobisen kynnyksen yläpuolella.
 - Anaerobisen kynnyksen yläpuolella rytmihäiriöiden riski kasvaa.
 - Plakin irtoamisriski kasvaa.

HIIT-harjoittelun maksimitehoa rajoitetaan joko tehon, sykereservin, laktaatin, verenpaineen, iskemian tai subjektiivisten tunteusten perusteella (Lowis 2019). Lowis on määritellyt HIIT-harjoitteluun em. parametreille turvarajat, jolla pyritään pienentämään harjoittelusta mahdollisesti aiheutuvia riskejä.

5 TUTKIMUSASETELMA, TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT

Tavoitteena on kehittää sydäntuntoutusta Tays sydänsairaalassa tuomalla uutta tietoa HIIT-harjoittelusta Sydänsairaalan henkilökunnalle ja luoda suositus HIIT-harjoittelun toteuttamisesta sepelvaltimotautipotilailla. Työn tuloksia voidaan hyödyntää HIIT-kuntoutuspilotin suunnittelussa ja HIIT-kuntoutuksen tuotteistamisessa osaksi sydäntuntoutuspalvelukokonaisuutta. Opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa kuntoutusmalli HIIT-harjoittelusta osana sydäntuntoutusta.

Työtä ohjaavia kysymyksiä ovat mm.:

- Mitä on HIIT-harjoittelu?
- Mitä tulee ottaa huomioon suunniteltaessa HIIT-harjoittelua sepelvaltimotautia sairastaville?
- Miten HIIT-harjoittelu toteutetaan sepelvaltimotautipotilaille?
- Miten HIIT-harjoittelu vaikuttaa sepelvaltimotautiin?
- Mikä on suositeltu malli HIIT-harjoittelulle sydäntuntoutuksessa?

5.1 Opinnäytetyön laatu

Opinnäytetyömme yläluokka on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Tämä sopii aiheeseemme ja lähtökohtaamme hyvin: Meillä on jo ennen opinnäytetyötä laajahkot esitiedot ja olemme tehneet joukon asiantuntijahaastatteluja ennen kirjallisuuskatsausta. Tämän aineiston käsittelyyn kuvaileva kirjallisuuskatsaus antaa paremmat mahdollisuudet kuin systemaattinen katsaus tai meta-analyysi. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus jaetaan narratiiviseen ja integroivaan katsaukseen (Salminen 2011). Opinnäytetyömme on laadullisesti tyypiltään integroiva kirjallisuuskatsaus.

Integroivan kirjallisuuskatsauksen ominaispiirteisiin kuuluu käsiteltävän aiheen monipuolinen kuvaus. Haluamme tuoda uutta tietoa Tays Sydänsairaalalle, jota voidaan käyttää kehitettäessä käytännön sydäntuntoutusta. Systemaattinen katsaus rajaa yleensä aineiston tarkasti. Tästä syystä integroiva katsaus sopii

tutkimukseemme kriittisenä, mutta riittävän laajan ja monipuolisen aineiston mahdollistavana tutkimustyyppinä soveltuvimmin.

Opinnäytetyömme laadusta vastaa vähintäänkin tarkastamisen yhteydessä myös työelämäkumppanimme Tays Sydänsairaala valvomalla, että työ täyttää tarvittavat vaatimukset heidän osaltaan.

5.2 Etenemisprosessi

Työn pohjana ovat asiantuntijahaastattelut Suomessa ja Norjassa. Nämä asiantuntijahaastattelut tuovat työhön käytännön ja kokemuksen näkökulmaa – mitä on huomattu ja todettu hyväksi sekä päinvastoin epäkäytännölliseksi tai turhaksi. Näiden lisäksi teemme kirjallisuuskatsauksen. Tämän katsauksen tarkoituksena on kartoittaa näyttöön perustuvaa tutkimustietoa ja tarkastella sekä arvioida sitä kriittisesti. Yhdistämällä asiantuntijahaastattelut ja tutkimustiedon pyrimme muodostamaan kokonaiskuvan jo käytössä olevista sepelvaltimotautipotilaiden HIIT-kuntoutuskäytännöistä ja niitä tukevasta tieteellisestä näytöstä Suomessa ja muualla maailmassa. Opinnäytetyömme lopussa esitämme kokemukseemme aiheesta ja tutkittuun näyttöön perustuvan mallin mahdollisesta HIIT-kuntoutuspiilotista sepelvaltimotautipotilaille.

5.3 Aineiston keruu

Opinnäytetyömme keskittyy HIIT-harjoittelun toteutukseen kuntoutuksessa käytännön tasolla. Asiantuntijahaastatteluilla saadaan tietoa mm. käytännön ongelmien ratkaisusta nopeammin ja yksityiskohtaisemmin, kuin pelkän kirjallisuuskatsauksen avulla. Valitsimme asiantuntijoiksi kaksi suomalaista HIIT-harjoitteluun perehtynyttä tutkijaa sekä norjalaisen tutkijaryhmän, joka on julkaissut tästä aiheesta kenties eniten maailmassa. Suomalaiset asiantuntijat ovat Kari Kallio-
koski ja Kai Savonen. Norjalainen tutkijaryhmä on Cardiac Exercise Research Group, joka toimii Trondheimin yliopistossa yhteistyössä St. Olavin sairaalan kanssa. Lisäksi olemme osallistuneet Suomen Sydämfysioterapeuttien koulutuspäivään, jossa saksalaiset Heinz Lowis ja Yarkin Rodrigue kertoivat kokemuksiaan mm. HIIT-harjoittelusta sydänkuntoutuksessa.

Kirjallisuuskatsaus tehdään tutkimuskysymysten ja haastatteluissa esiin nousseiden seikkojen pohjalta. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on löytää uusin mahdollinen tutkimustieto kattavasti HIIT-harjoittelusta sydänkuntoutuksessa.

6 KIRJALLISUUSKATSAUS

Opinnäytetyömme tarkoitus on käytännönläheinen ja sen tarkoitus on tuottaa suositus HIIT-harjoittelun toteuttamisesta osana sydänterveyttä. Tämän takia käytimme paljon aikaa tausta-aineiston keräämiseen haastatteluiden, luentojen ja vierailuiden muodossa. Omassa työssämme kirjallisuuskatsauksen on tarkoitus tuoda esiin päivitetty teoreettinen tausta, minkä pohjalta muotoilemme tausta-aineisto huomioiden suosituksen HIIT-harjoittelun toteutuksesta osana sepelvaltimotautipotilaiden liikunnallista kuntoutusta.

6.1 Kirjallisuuskatsauksen tietokantahaut

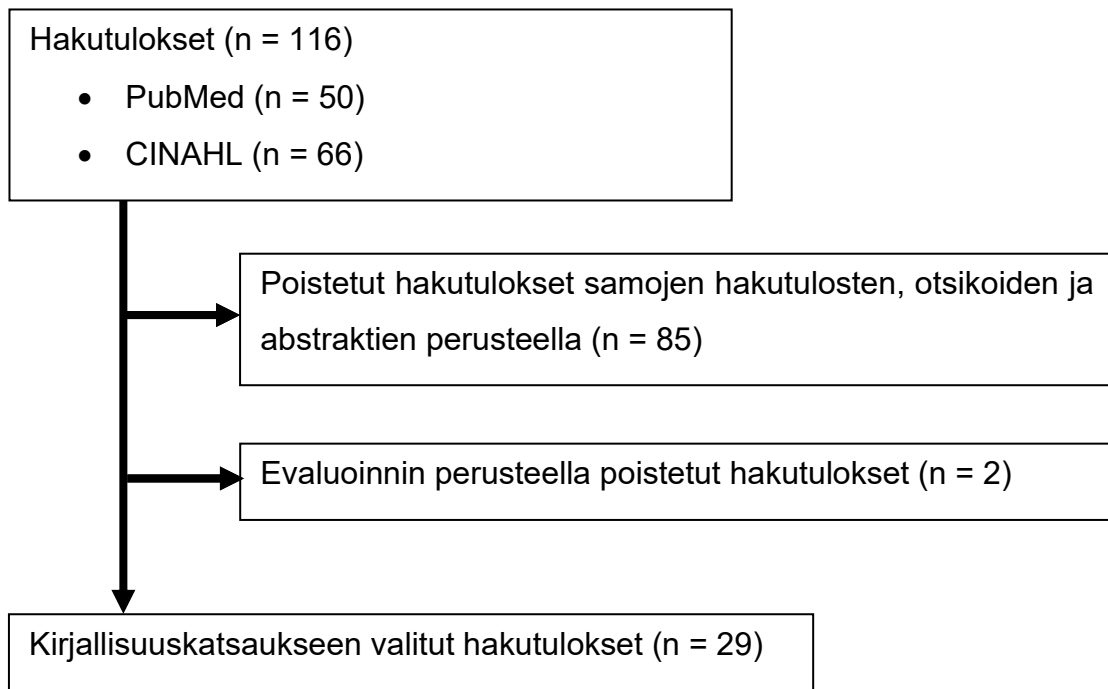
Opinnäytetyömme kirjallisuuskatsauksessa valitsimme hakutermeiksi "High intensity interval training", "HIIT", "high intensity interval", "High intensity interval exercise", "HIIE", "Sprint interval training", "SIT", "Aerobic interval training", "AIT", "coronary heart disease", "CHD", "coronary artery disease", "CAD", "rehabilitation", ja "clinical". Käyttämämme tietokannat ovat PubMed ja CINAHL sekä haun täydennys samoilla hakusanoilla Google Scholarista. Löysimme 29 olennaista ja laadukasta tutkimusta näistä kahdesta tietokannasta. Koska määrä oli näin suuri, pidättäydyimme näissä hakutuloksissa.

PubMed hakulause: ("High intensity interval training" OR "HIIT" OR "high intensity interval" OR "High intensity interval exercise" OR "HIIE" OR "Sprint interval training" OR "SIT" OR "Aerobic interval training" OR "AIT") AND ("coronary heart disease" OR "CHD" OR "coronary artery disease" OR "CAD").

Hakurajoitukset: 10 vuotta, clinical trial, randomized controlled trial, englanninkielinen

CINAHL hakulause: ("High intensity interval training" OR "HIIT" OR "high intensity interval" OR "High intensity interval exercise" OR "HIIE" OR "Sprint interval training" OR "SIT" OR "Aerobic interval training" OR "AIT") AND ("coronary heart disease" OR "CHD" OR "coronary artery disease" OR "CAD")

Hakurajoitukset: 10 vuotta, englanninkielinen, academic journals



Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten lista on opinnäytetyön liitteenä.

7 HIIT-HARJOITTELU SYDÄNKUNTOUTUKSESSA

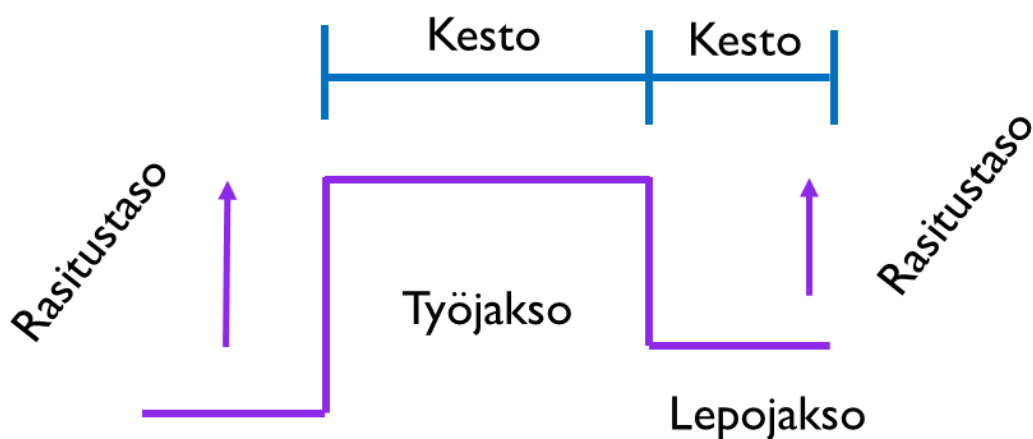
Seuraavissa kappaleissa esitellään kirjallisuuskatsauksen perusteella HIIT-harjoittelu ja sen fysiologiset vaikutukset, sekä miten sitä käytetään ja suositellaan käytettäväksi sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa.

HIIT-harjoittelu on noussut suosituksi tavaksi parantaa fyysistä kuntoa. Tämä perustuu laajaan tutkimusnäyttöön (Taylor ym. 2019). HIIT-harjoittelu on kiinnostanut myös sydänkuntoutuksessa sen fysiologisten vaikutusten takia (Karlsen ym. 2017). Sydänkuntoutuksessa sen ylivoimaisuutta on myös kyseenalaistettu (Tschentscher ym. 2016). Toisaalta evidenssiä on kerätty fyysistä harjoittelua vastaan sydänkuntoutuksessa myös yleisemmällä tasolla (sic) (Powell ym. 2018), mikä osoittaa kriittisen ja holistisen tutkimusotteen välttämättömyyden kirjallisuuskatsausta tehdessä. Mielenkiintoinen löytö on Journal of Physiology -julkaisusta löytyvä CrossTalk -keskustelu aiheesta: High intensity training does have a role in risk reduction or treatment of disease (Wisløff, Coombes, ja Rognmo 2015a). Tästä aloituksesta eskaloitui väittely, joka avasi hyvin HIIT-keskustelun eri osapuolten näkemyksiä (Holloway ja Spriet 2015a; Wisløff, Coombes, ja Rognmo 2015b; Holloway ja Spriet 2015b). Tutkimusnäyttö fyysisen harjoittelun puolesta sydänkuntoutuksessa on kuitenkin pitkä ja vakiintunut (mm. Chaves, Ghisi, Britto ja Grace 2019). HIIT vahvistaa asemiaan kasvavan näytön myötä. (Taylor ym. 2019).

7.1 HIIT-harjoittelumallit

HIIT-harjoittelu muodostuu seuraavista osa-alueista:

- Lämmittely
- Intervallijaksot (työ- ja lepojaksoja n kpl)
- Loppuverryttely



KUVA 3. HIIT-harjoituksen kaaviokuva (Gibala 2018a, muokattu)

HIIT-harjoituksen eri osa-alueiden kestot ja intensiteetit vaihtelevat eri HIIT-harjoitusmallien välillä. HIIT-harjoittelu kuuluu intervalliharjoitusten yläluokkaan. Intervalliharjoitukset voidaan jaotella eri tyypeihin intensiteetin mukaan seuraavasti:

TAULUKKO 1. Intervalliharjoitusten luokittelu intensiteetin mukaan. (Gibala 2018b, muokattu)

Aerobinen intervalliharjoittelu (juoksu, pyöräily, etc.)	Vastusintervalliharjoittelu (esim. kehonpainoharjoittelu)
Sprintti-intervalliharjoittelu (SIT) – täysillä	Maksimiharjoitus
Kovatehoinen intervalliharjoittelu (HIIT) - >80 % HR max	Kovatehoinen harjoitus
Kevyt intervalliharjoitus (LIIT) – esim. kävelyhölkkä	Kevyt- / keskitehoinen harjoitus

Intensiteetin referenssinä voi olla raskuskokeessa saavutettu maksimisyke tai maksimiteho. Jos kyseessä on kliininen raskuskoe, maksimisyke on korkein syke ilman iskeemistä rintakipua (Sovijärvi, Kettunen & Savonen 2018).

7.2 HIIT-harjoittelumallit kirjallisuuskatsauksessa

Kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa oli käytetty erilaisia HIIT-harjoitusmalleja. Osa malleista on selvästi SIT-tyyppisiä, mutta valtaosa on tyypillisiä HIIT-malleja. Ohessa HIIT-harjoitusmallit on jaettu yhdeksään luokkaan.

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>16 viikon interventio.</p> <p>Harjoitus tehdään 3 kertaa viikossa. Yhden harjoituksen kokonaiskesto on 60 minuuttia.</p> <p>Harjoituksen rakenne:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lämmittely 10 minuuttia.• 5 minuuttia kohtuukuormitteisesti 80 % anaerobisesta kynnyksestä.• 2 kertaa sarja:<ul style="list-style-type: none">○ 5 - 10 minuuttia kohtuukuormitteisesti - tavoite 100 % anaerobinen kynnys○ 5 minuuttia 110 % anaerobisesta kynnyksestä• 5 minuuttia kohtuukuormitteisesti 70 % anaerobisesta kynnyksestä.• 10 minuutin jäähdyttely.	<p>Tamburus ym. 2018</p> <p>Tamburus ym. 2016</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>4 viikon – 12 kuukauden interventiot</p> <p>Harjoitus tyypillisesti 3 kertaa viikossa.</p> <p>Harjoituksen rakenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lämmittely 10 minuuttia. • 4 kertaa sarja: <ul style="list-style-type: none"> ○ 4 minuuttia 85 – 95 % maxHR ○ 3 minuuttia 70 % maxHR • Viimeisen sarjan 3 minuuttia tehdään 50 % maxHR jäähdytelynä. <p>Poikkeukset:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aamot ym. 2014 tutkimuksessa lepojaksot olivat 4 minuuttia. Jäähdyttelyt olivat 3 – 5 minuuttia. Harjoitus tehtiin 2 kertaa viikossa. • Aamot ym. 2016 tutkimuksessa harjoitus tehtiin 2 kertaa viikossa. • Keteyian ym. 2014 tutkimuksessa lämmittely oli 5 minuuttia. HIIT-työjaksot olivat 80 – 90 % sykereservistä. • Munk ym. 2011 ja 2010 tutkimuksissa HIIT-työjaksot olivat 80 – 90 % maxHR. Jäähdytelynä tehtiin 10 minuuttia vatsa- ja selkälihasliikkeitä ja 5 minuuttia venyttelyjä. 	<p>Aamot ym. 2014</p> <p>Aamot ym. 2016</p> <p>Keteyian ym. 2014</p> <p>Madssen ym. 2014a</p> <p>Madssen ym. 2014b</p> <p>Moholdt ym. 2012</p> <p>Munk ym. 2011</p> <p>Munk ym. 2010</p> <p>Tschentscher ym. 2016</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>12 viikon interventio.</p> <p>Ullevaal-malli. Ohjattu harjoitus 2 kertaa viikossa. Kannustettiin tekemään 1 itsenäinen HIIT-harjoitus viikossa. Harjoitus on rytmitetty 13 musiikkikappaleen avulla. Jokainen kappale kestää noin 3 – 4 minuuttia.</p> <p>Harjoituksen rakenne kappalekohtaisesti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lämmittelyä 50 – 60 % maxHR 2. Kevyttä liikuntaa 60 – 70 % maxHR 3. Keskiraskasta liikuntaa 70 – 80 % maxHR 4. Korkeaintensiteettistä liikuntaa 80 – 85 % maxHR 5. Liikkuvuusharjoittelua 70 – 80 % maxHR 6. Voimaharjoittelua 70 % maxHR 7. Keskiraskasta kestävyysliikuntaa 70 – 85 % max HR 8. Korkeaintensiteettistä liikuntaa 85 – 95 % maxHR 9. Liikkuvuusharjoittelua 70 – 85 % maxHR 10. Voimaharjoittelua 70 % maxHR 11. Keskiraskasta liikuntaa 70 – 85 % maxHR 12. Korkeaintensiteettistä liikuntaa 85 – 95 % maxHR 13. Jäähdyttelyä 60 – 85 % maxHR 14. Venyttelyä 50 – 60 % maxHR 	<p>Nilsson ym. 2018</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>12 viikon interventio.</p> <p>Ohjattu harjoitus 3 kertaa viikossa.</p> <p>Harjoituksen kokonaiskesto on 38 minuuttia.</p> <p>Harjoituksen rakenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 minuutin lämmittely • Vuorotellen 1 – 4 minuutin HIIT-työjaksoja 85 – 90 % maxHR ja 1 – 3 minuutin aktiivisia palauttelujaksoja. <p>Tutkimuksissa ei kuvattu HIIT-harjoitusta kovin tarkasti. Tutkimuksista välittyi kuva, että pääpaino oli matala-energisien dieetin vertailulla parhaaseen tiedettyyn liikunnalliseen kuntoutusmuotoon.</p>	<p>Pedersen ym. 2015a</p> <p>Pedersen ym. 2016</p> <p>Pedersen ym. 2019</p> <p>Pedersen ym. 2015b</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>16 viikon interventio. Cardozo ym. 2015</p> <p>7 viikon interventio. Gremeaux ym. 2011</p> <p>Ohjattu harjoitus 3 kertaa viikossa. Näissä tutkimuksissa oli yhteistä harjoitusten lukumäärä viikossa ja 2 minuutin pituinen HIIT-työjakso.</p> <p>Cardozo ym. 2015 tutkimuksessa harjoituksen rakenne oli seuraava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 minuutin lämmittely • 30 minuutin HIIT-harjoitus, jossa vuorottelivat 2 minuutin HIIT-työjakso 90 % maxHR ja 2 minuutin lepojako 60 % maxHR. • 5 minuutin jäähdyttely. <p>Gremeaux ym. 2011 tutkimuksessa harjoituksen rakenne oli seuraava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 minuuttia 50 % maxHR • 3 sarjaa: <ul style="list-style-type: none"> ○ 2 minuuttia 200 m nopeuskävely maxHR ○ 4 minuuttia 6 minuutin kävelytestin maxHR 	<p>Cardozo ym. 2015</p> <p>Gremeaux ym. 2011</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>12 viikon interventio.</p> <p>Ohjattu harjoitus 2 kertaa viikossa.</p> <p>Currie ym. 2013a, 2015 ja 2013b tutkimuksissa harjoitusten rakenne oli seuraava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 minuutin lämmittely • 10 sarjaa: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 minuutin HIIT-työjakso 85 – 89 % maxteho ○ 1 minuutin lepojakso 10 % maxteho • 10 – 15 minuutin jäähdyttely <p>Heber ym. 2020 tutkimuksessa harjoituksen rakenne oli seuraava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 minuutin lämmittely 40 % maxteho • 15 sarjaa: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 minuutin HIIT-työjakso 100 % maxteho ○ 1 minuutin lepojakso 20 % maxteho • 10 minuutin jäähdyttely 	<p>Currie ym. 2013a</p> <p>Currie ym. 2015</p> <p>Heber ym. 2020</p> <p>Currie ym. 2013b</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p data-bbox="304 215 874 246">8 viikon interventio.</p> <p data-bbox="304 322 874 409">Ohjattu harjoitus tehtiin 3 kertaa viikossa.</p> <p data-bbox="304 486 874 629">Harjoituksen kokonaiskesto oli 40 minuuttia sisältäen lämmittelyn ja jäähdyttelyn.</p> <p data-bbox="304 705 874 1070">HIIT-osuudessa oli ensimmäisen kuukauden aikana 15 – 30 kpl 20 sekunnin HIIT-työjaksoja 50 % maxteho. 40 sekunnin lepojako 10 % maxteho. Toisen kuukauden alussa mitattiin uusi maxteho ja tehtiin sama harjoitus, mutta HIIT-työjaksoja oli aina 30 kpl.</p>	<p data-bbox="882 215 1439 246">Vilhelmeita-Jaureguizar ym. 2016</p> <p data-bbox="882 264 1439 295">Vilhelmeita-Jaureguizar ym. 2017</p> <p data-bbox="882 313 1439 344">Vilhelmeita-Jaureguizar ym. 2019</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>12 viikon interventio.</p> <p>Ohjattu harjoitus tehtiin 2 kertaa viikossa.</p> <p>Harjoituksen rakenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 minuutin lämmittely 30 % maxteho • 2 – 3 kpl sarjoja • Yksi sarja kesti 6 – 8 minuuttia <ul style="list-style-type: none"> ○ 15 – 30 sekunnin HIIT-työjaksot ○ 15 – 30 sekunnin lepojaksot täydellä levolla • Sarjojen välillä 5 minuutin palautusjakso 30 % maxteho • HIIT-harjoituksen jälkeen tehtiin 20 minuutin kiertoharjoittelu vastuskuminauhoilla ja vapailla painoilla. 	<p>Trachsel ym. 2019</p>

Harjoitusmalli	Tutkimukset
<p>12 viikon interventio.</p> <p>Ohjattu harjoitus tehtiin 3 kertaa viikossa.</p> <p>Harjoituksen rakenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 minuutin lämmittely 30 % maxteho • 3 sarjaa • Sarjan kesto 10 minuuttia <ul style="list-style-type: none"> ○ HIIT-työjakso 15 sekuntia 100 % maxteho ○ Palauttelu täydellä levolla 15 sekuntia • Sarjojen välillä 4 minuutin palautus täydellä levolla. <p>Poikkeus Guiraud ym. 2013: Interventiossa tehtiin vain yksittäinen HIIT-harjoitus, jonka tarkoituksena oli tutkia HIIT-harjoituksen turvallisuutta tiettyjen terveystarkkureiden suhteen.</p>	<p>Boidin ym. 2019</p> <p>Guiraud ym. 2011</p> <p>Guiraud ym. 2013</p>

7.3 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto HIIT-harjoittelumalleista

Kirjallisuuskatsauksessa selvästi yleisin malli on Norjassa kehitetty 4 * 4 minuutin harjoitus, jossa työjaksot tehdään 85 – 95 % maxHR intensiteetillä. Tyypillisin intervention kesto on 12 viikkoa. Tärkeä havainto oli useiden terveystarkkureiden parantuvan 6 viikon jälkeen 12 viikkoisen intervention loppuun asti, mikä korostaa pidempien interventioiden merkitystä (Heber ym. 2020). Interventio on aloitettu keskimäärin noin kuukauden kuluttua stentin laitosta tai ohitusleikkauksesta. Aikaisin interventio tehtiin 11 +-4 päivää stentin laitton jälkeen (Munk 2010). Tärkeä huomio on VO₂max tehon tarkistus intervention edetessä, esim.

puolella välissä. Suorituskyvyn parantuessa harjoitus jää liian matalatehoiseksi, jos referenssitehoa ei muuteta. Sykeohjatussa harjoittelussa ei ole tätä ongelmaa, koska maksimisyke ei juurikaan muutu harjoittelun vaikutuksesta (Zavorsky 2000).

7.4 HIIT-harjoittelun fysiologiset vaikutukset sepelvaltimotaudin näkökulmasta

HIIT-harjoittelun vaikutuksia on tutkittu laajasti ja yleisesti ottaen voidaan tiivistää: HIIT-harjoittelu parantaa merkittävästi sydän- ja verenkiertoelimistön kuntoa, olen usein ylivoimainen kohtuullisesti kuormittavaan liikuntaan verrattuna (Weston, Wisløff & Coombes 2014). HIIT-harjoittelu vaikuttaa positiivisesti myös useihin muihin terveystekijöihin. Vaikutus on samantasoinen tai parempi kohtuullisesti kuormittavaan liikuntaan verrattuna ja muutokset saadaan aikaan lyhyemmässä ajassa.

7.5 HIIT-harjoittelun fysiologiset vaikutukset kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa

Kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa havaitut fysiologiset muutokset liittyivät mm. suorituskykyyn, sykkeen ominaisuuksiin, tulehdusmarkkereihin, veren rasva- ja sokeriarvoihin, verisuonten fysiologiaan ja vartalon koostumukseen. Ylivoimaisesti tutkituin ja kenties merkityksellisin osa-alue oli suorituskyky (Laukkanen ym. 2016). Useissa tutkimuksissa vertailtiin HIIT-harjoittelua muihin harjoittelumalleihin. Lähes poikkeuksetta HIIT-harjoittelulla saavutettiin paremmat tulokset kuin vertailtavilla malleilla. Pääsääntöisesti positiivisten tulosten joukosta nousi esiin trombosyyttien hyperaktiivisuuden kasvu sekä HIIT- että MICT-harjoittelussa (Heber ym. 2020). Tutkijat totesivat löydöksen vaativan lisätutkimuksia. Tästä huolimatta kaikissa tutkimuksissa negatiivisten terveystapahtumien määrä oli erittäin pieni.

Tulokset	Tutkimukset
VO ₂ max parantui.	Aamot ym. 2014a Aamot ym. 2016 Currie ym. 2013a Currie ym. 2015 Gremeaux ym. 2011 Vilhelaitia-Jaureguizar ym. 2016 Keteyian ym. 2014 Moholdt ym. 2012 Munk ym. 2010 Nilsson ym. 2018 Pedersen ym. 2019 Pedersen ym. 2015 Trachsel ym. 2019 Vilhelaitia-Jaureguizar ym. 2017 Vilhelaitia-Jaureguizar ym. 2019
Hapenottokyky parantui anaerobisella kynnyksellä.	Tamburus ym. 2016
Hapenottokyky parantui aerobisella kynnyksellä.	Trachsel ym. 2019
Maksimitehon tuotto polkupyöräergometrillä parantui.	Tschentscher ym. 2016
Mekaaninen hyötysuhde maksimisykkeellä parantui.	Vilhelaitia-Jaureguizar ym. 2019
Mekaaninen hyötysuhde anaerobisella kynnyksellä parantui.	Vilhelaitia-Jaureguizar ym. 2019
Parantunut tuotettu teho aerobisella kynnyksellä.	Vilhelaitia-Jaureguizar ym. 2016
6 minuutin kävelytestin tulos parantui.	Gremeaux ym. 2011 Vilhelaitia-Jaureguizar ym. 2016
200 metrin nopeuskävelyn tulokset parantuivat.	Gremeaux ym. 2011

Tulokset	Tutkimukset
Aerobisen kapasiteetin kasvu saattaa liittyä geneettiseen polymorfismiin.	Tamburus ym. 2018
Happipulssi parantui.	Cardozo ym. 2015 Trachsel ym. 2019
OUES parantui.	Trachsel ym. 2019
Rasituksen jälkeinen sykkeen palautuminen nopeutui.	Boidin ym. 2019 Villegas-Jaureguizar ym. 2017
Sykevälivaihtelu kasvoi.	Munk ym. 2010
Keskimääräinen syke laski.	Munk ym. 2010
Trombosyyttien reaktiivisuus vähenyi.	Heber ym. 2020
Trombosyyttien hyperaktiivisuus lisääntyi sekä yhdistetyn MICT ja HIIT-harjoittelun että pelkän MICT-harjoittelun jälkeen.	Heber ym. 2020
Veren kokonaiskolesteroli laski.	Pedersen ym. 2019 Pedersen ym. 2015b
Triglyseridit laskivat.	Pedersen ym. 2019 Pedersen ym. 2015b
Non-HDL kolesteroli laski.	Pedersen ym. 2019 Pedersen ym. 2015b
Matala-asteinen tulehdus väheni.	Pedersen ym. 2019
HIIT ja matalaenergisien dieetin yhdistelmä kasvatti HDL-partikkeleiden kokoa.	Pedersen ym. 2019
Tulehdusmarkkerit IL-6 ja IL-8 laskivat.	Munk ym. 2011
Interleukiini 10:n määrä kasvoi.	Munk ym. 2011
Veren kokonaisrasva laski.	Pedersen ym. 2016
LDL lipoproteiini laski.	Pedersen ym. 2016
Aterogeenisyys laski.	Pedersen ym. 2016
Paastosokeri pieneni.	Tamburus ym. 2016

Tulokset	Tutkimukset
Rasvaprofiilin muutokset saattavat liittyä geneettiseen polymorfismiin.	Tamburus ym. 2018
Positiivista vasemman kammion uudelleen muotoutumista.	Trachsel ym. 2019
Plakkikuorma ja nekroottinen ydin pienenevät sekä MICT- että HIIT-harjoittelulla. Lääkitystä ei lopetettu intervention ajaksi, mutta tutkimus antaa viitteitä positiivisten vaikutusten johtuneen harjoittelusta.	Madssen ym. 2014b
Valtimoiden endoteelifunktio parantui.	Currie ym. 2013a Munk ym. 2010
Viitteet hillitsevästä vaikutuksesta restenoosiin.	Munk ym. 2011
Verenpaine laski.	Pedersen ym. 2015b
Paino laski.	Pedersen ym. 2015b

7.6 HIIT-harjoittelun turvallisuustekijät kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa

Kirjallisuuskatsauksen interventioihin osallistui yhteensä 1572 sepelvaltimotautipotilasta. Kahden tutkimuksen aikana tapahtui vakava terveystapahtuma. Moholdt ym. 2012 tutkimuksessa yksi potilas kuoli vertailuryhmässä perinteisessä ohjatussa sydänkuntoutuksessa matalatehoisen harjoittelun lämmittelyn aikana. Madssen ym. 2014b tutkimuksessa yhdellä osallistujalla ilmeni aivoverenvuoto 36 tuntia HIIT-harjoituksen jälkeen. Vaikka kulunut aika sulkeekin pois mahdollisuuden harjoituksen aiheuttaman korkeamman verenpaineen aikaansaamasta verenvuodosta, niin tiedetään reippaan liikunnan saattavan aiheuttaa kallonsisäisten aneurysmien puhkeamista. Kuitenkin fyysinen aktiivisuus liitetään yleisesti madaltuneeseen riskiin saada aivoverenvuoto tai -tukos.

Tutkimuksissa pyrittiin löytämään myös välittömään harjoituksenaikaiseen turvallisuuteen liittyviä tekijöitä. Etsittyjä tekijöitä olivat mm. epänormaali verenpaine,

eteisperäiset rytmihäiriöt, rasituksen aikainen iskemia, ST-lasku, seerumin cTnT (troponiini) tasot ja QT-dispersio. Epänormaalia verenpainetta tai eteisperäisiä rytmihäiriöitä ei havaittu missään tutkimuksessa. Guiraud ym. 2011 tutkimuksessa 35 % tutkittavista ilmeni rasituksen aiheuttamaa iskemiaa interventiota edeltävässä kliinisessä rasituskokeessa, mutta harjoitusten aikana pitkittyntä iskemiaa ei ilmennyt kenelläkään. Kolmella tutkittavalla havaittiin ohimenevä iskemia harjoituksen aikana. ST-lasku ei ylittänyt 2 mm ja tilanne normalisoitui joka kerran 15 sekunnin lepojaksen aikana. Maksimaalinen ST-lasku oli 1.2 mm +/- 0.3 mm. Seerumin cTnT oli samassa tutkimuksessa koko ajan pienempi kuin 0.04 mg/l kaikilla osallistujilla. Tämä arvo ei ylittänyt 20 minuutin eikä 24 tunnin kuluttua tehdyissä mittauksissa, joten tutkijat totesivat ettei harjoituksista aiheutunut vaurioita sydänlihakseen. Guiraud ym. 2013 tutkimuksessa 40 % tutkittavista oli raportoinut rasituksen aikaista rintakipua ennen interventiota, mutta tutkimuksen aikana kipua ei raportoitu. Heber ym. 2020 raportoivat trombosyyttien hyperaktiivisuuden kasvun sekä HIIT- että MICT-harjoituksissa. Tutkijat eivät kuitenkaan osanneet selittää tulosta ja totesivat tämän vaativan lisätutkimusta.

Tämän kirjallisuuskatsauksen sekä aiempien mittavimpien aineistojen (Rognmo ym. 2012) perusteella voidaan arvioida HIIT-harjoittelun olevan turvallinen ja tehokas kuntoutusmuoto sepelvaltimotautipotilaille, olettaen että potilasvalinta tehdään huolellisesti.

8 HIIT-KUNTOUTUSMALLI SEPELVALTIMOTAUTIPOTILAIDEN KUNTOUTUKSEEN

Tässä kappaleessa on suosituksemme HIIT-kuntoutusmallille perustuen taustaineistoon ja kirjallisuuskatsaukseen.

HIIT-kuntoutusmallia suunniteltaessa ja toteutettaessa on tärkeää, että uusin tutkittu ja näyttöön perustuva tieto on otettu huomioon. Esimerkiksi lämmittelyn, intervallien, aktiivisten palauttelujen ja lopuksi jäähdyttelyn pituudet ja intensiteetti on määriteltävä treenaajien kuntotason ja kardiovaskulaarisen elimistön kunnon mukaan.

8.1 Potilasvalinta

HIIT-kuntoutukseen voidaan valita kuka vain stabiiliksi sepelvaltimotautipotilaaksi osoittautuva henkilö, joka suorittaa rasituskokeen ilman oireita (Savonen, 2019).

On kuitenkin tärkeää määrittää kontraindikaatioita HIIT-harjoittelun aloittamiselle ja suorittamiselle, jotta potilaan turvallisuus on taattu. Ennen HIIT-harjoittelun aloittamista selvitetään potilaan sairaushistoria ja nykyinen kunto vaarantavien tekijöiden vuoksi. American Heart Associationin lausunto harjoittelutestaamiseen sydänpotilailla (Fletcher ym. 2013) on toiminut pohjana Taylorin ryhmän suositukselle ”Clinical Considerations for HIIT”. Tässä suosituksessa esitellään absoluuttiset kontraindikaatiot HIIT-harjoittelulle, sekä mitä potilailta tulisi testata ennen harjoittelua ja sen aikana. Suositus kertoo myös indikaatiot harjoittelun keskeyttämiselle ja lopettamiselle. (Taylor ym. 2019.) Suositus on kattava niin sepelvaltimotautipotilaista kuin muista sydänpotilaista puhuttaessa.

Clinical Considerations for HIIT

<p>Initial Assessment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenting medical condition • Medical history (check for exclusions) • Co-morbidities (e.g. diabetes, hypertension) • Medication regimen (including dose and timing) • Relevant clinical data (e.g. resting blood pressure and heart rate, fasting blood glucose, oxygen saturation) • Treating physicians and general practitioner • Current or previous physical activity level • Factors that may impact exercise participation (e.g. injury) <p>Screening tool may be useful (ACSM Preparticipation screening algorithm³⁰)</p>	<p>Monitoring Checklist</p> <ul style="list-style-type: none"> • How is the patient feeling today • Medical updates or changes to health status • Recent symptoms (e.g. angina, light-headedness) • Prescribed medications taken within the past 24 hours • Medication regimen changes (dose / timing) • Resting blood pressure and heart rate • Resting and post-exercise blood glucose in patients taking insulin or other oral hypoglycemic agents • Monitor fluid overload in patients with HF (for >2kg change in 1-3 days) and signs/symptoms of hypovolemia (e.g. dizziness, weakness, fatigue)
<p>Absolute Contraindications (adapted from Fletcher et al³¹ and ACSM³⁴)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obstructive left main artery disease • Unstable angina • Uncontrolled cardiac arrhythmia • Acute endocarditis, myocarditis or pericarditis • Moderate to severe aortic stenosis • Decompensated heart failure • Acute pulmonary embolism, or deep vein thrombosis • Aortic dissection • Higher degree heart block • Hypertrophic obstructive cardiomyopathy • Recent stroke or transient ischemic attack • Uncontrolled diabetes • Retinopathy • Severe autonomic or peripheral neuropathy • Acute systemic illness or fever • Acute or chronic renal failure • Pulmonary fibrosis or interstitial disease • Recent myocardial infarction (<4 weeks), coronary artery bypass surgery (<4 weeks), or percutaneous intervention (<3 weeks). 	<p>Indications for avoiding HIIT (adapted from ACSM³⁴)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feeling unwell • Current angina, light-headedness, or dyspnea • Resting heart rate >120bpm (or >100bpm supine in patients with HF) • Presence of any atypical arrhythmia (detected via telemetry or pulse) • Resting blood pressure > 180/110mmHg • Hypoglycemic event in the past 24hours that required assistance from another individual to treat the event • Blood glucose <4.0mmol/L • Blood glucose >15.0mmol/L with symptoms of hyperglycemia <p>Indications for ceasing HIIT (adapted from ACSM³⁴)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Symptoms such as angina, dyspnea, light-headedness, confusion, or signs of poor perfusion. • Oxygen saturation < 88% • Rise in blood pressure > 220/105mmHg • Drop in systolic blood pressure >10mmHg from baseline during high intensity interval. • Slowing heart rate with higher workload or development of any atypical arrhythmia
<p>Medical Clearance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medical clearance (from medical specialist or general practitioner) should be sought for all patients with clinical conditions prior to commencing HIIT. • For patients post surgery or percutaneous intervention, clearance should be sought from the respective surgeon or interventionalist. 	

Abbreviations: High intensity interval training (HIIT); Heart failure (HF)

³⁰ Riebe D, et al. Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. *Med Sci Sports Exercise*. 2015;47(11):2473-9. doi:10.1249.

³¹ Fletcher GF, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;28(8): 873-934. doi:10.1161.

³⁴ American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 9th ed.. ed.: Philadelphia, PA : Lippincott Williams & Wilkins, 2014

KUVA 4: Potilasvalinnan kriteerit (Taylor ym. 2019)

Kliinisen rasisuskokeen rooli potilasvalinnassa on suuri. Se määrittää sen, pystyykö potilas suorittamaan korkeatehoista harjoittelua ilman vaarantavia oireita. Yleisesti voidaan todeta, että jos kokeen aikana ei tule vaarantavia oireita, kuten esimerkiksi yli kahden millin ST-segmentin laskua (Savonen 2019) tai happisaturationin laskemista alle 88 % (Taylor ym. 2019), on potilas kykenevä suorittamaan HIIT-harjoittelua. Rasisuskoe itsessään on jo korkeatehoinen testi, joka haastaa potilaan hengitys- ja verenkiertoelimistöä. Jos rasisuskokeen aikana ei vaarantavia oireita havaita, on riski sydäntapahtumalle HIIT-harjoittelun aikana tai seurausena pieni.

Jos potilaan kunto ei aluksi riitä HIIT-harjoitusten loppuun viemiseen, tulee ottaa alkuun kevyempi jakso lihaskunnon ja maksimaalisen hapenottokyvyn nostamiseksi tarvittavalle tasolle. Lyhyemmät korkeaintensiiviset intervallit omaava SIT-harjoittelu (Sprint Interval Training) toimii tehokkaammin lihasvoimatasojen nostamisessa, joten tällaisessa tapauksessa potilas voi käydä valmistavan harjoittelujakson kyseistä harjoittelumuotoa ennen varsinaisen HIIT-harjoittelun

aloittamista (Aamot, 2019, Kalliokoski 2019). Myös MICT-harjoittelu auttaa kuntotason nostamisessa. Tuore katsausartikkeli ehdottaa MICT-harjoittelua käytettäväksi huonokuntoisille ja HIIT-harjoittelua hyväkuntoisille sepelvaltimotautipotilaille (Manresa-Rocamora ym. 2020). Tämä periaate on jo käytössä mm. Norjan sydänkuntoutuksessa (Aamot 2019), siten että kuntoutus aloitetaan MICT-harjoittelulla, josta siirrytään HIIT-harjoitteluun. Yleisesti ottaen potilaan onkin tärkeää tottua liikkumiseen ja nostaa kuntoaan. Resursseista riippuen potilas voi tarvittaessa suorittaa valmistavan harjoittelujakson kotona.

8.2 Kuntoutusmalli

HIIT-harjoittelujakson pituus sepelvaltimotautipotilailla olisi hyvä olla vähintään 12 viikkoa harjoitusvaikutuksen maksimoimiseksi (Heber ym. 2020). Tällä tavoin nähdään, toimiiko harjoittelumuoto. (Aamot 2019.) 12 viikon jaksolla on myös mahdollista luoda potilaille rutiineja harjoittelun suhteen, sillä liikkuminen ja sydänsairauksista toipuminen ovat elinikäinen prosessi. Ohjatun harjoittelun ja liikkumiseen kannustamisen merkitys harjoittelujakson aikana on suuri, jotta saadaan aikaan positiivisia ja pysyviä muutoksia.

Ensimmäisenä potilaille suoritetaan kliininen rasituskoe, jotta saadaan tarkat tiedot sydämen käyttäytymisestä rasituksessa, selvitettyä maksimaalinen hapenotokyky ja lisättyä potilaiden pystyvyydentunnetta alusta alkaen. Myös turvallisuuden kannalta tämä on tärkeää, jotta saadaan suljettua pois mahdolliset harjoittelua haittaavat tekijät.

Harjoittelujakson jokaisella viikolla suoritetaan kaksi tai kolme HIIT-harjoitusta. Näin harjoittelussa säilyy rutiini, saadaan hyvä harjoitusvaikutus ja keho tottuu kyseiseen harjoittelumuotoon. HIIT-harjoitusten lisäksi potilaiden olisi hyvä suorittaa voimaharjoittelua lihaskunnon ylläpitämiseksi ja harjoittelun monipuolistamiseksi. (Aamot 2019). Jos potilaat ovat oireettomia, voidaan harjoittelua suorittaa myös omatoimisesti, mutta potilaan tulee tietää millä sykealueella harjoitella ja kuinka sinne päästään. Ohjaaja voi tällöin ohjeistaa potilaalle sykemittarin käytön harjoittelussa sekä rasituksen tason tunnistamisen. Opinnäytetyön tekijöiden suositus on, että sykeseuranta (Aamot ym. 2014b) ja rasituksen tason tunnista-

minen tulisi aina sisällyttää onnistuneeseen HIIT-harjoitukseen. Tällöin harjoittaja on aina tietoinen siitä, onko harjoittelu optimaalisella tasolla vai ei. Konkreettinen informaatio, syke, motivoi pitämään harjoitteluintensiteetin yllä.

Ryhmässä suoritettavat harjoitukset mahdollistavat monen potilaan harjoittelun samanaikaisesti, sekä ryhmässä harjoittelu myös tutkitusti lisää motivaatiota harjoitteluun sekä tekee siitä nautinnollisempaa (Nilsson, Lunde & Holm 2017). Harjoittelupaikka sekä laitteisto määrittävät sen, kuinka monta potilasta voi yhdessä ryhmässä samaan aikaan olla. Niin kauan, kun ohjaaja pystyy seuraamaan sykettä, ohjaamaan ja havainnoimaan ryhmän toimintaa, ei ryhmän koko ole ongelma. Jos ohjaajia on enemmän kuin yksi, pystytään suorittamaan isommankin ryhmän HIIT-harjoitus. Esimerkiksi viiden potilaan samanaikainen harjoittelu voisi yhdelle ohjaajalle olla optimaalisen seurannan ja onnistuneen harjoituskerran kannalta hyvä ryhmäkoko.

Itse HIIT-harjoitus sisältää noin 10-15 minuutin lämmittelyn, jonka aikana on tarkoitus nostaa sykettä ja tehostaa verenkiertoa – valmistaa keho korkeaintensiivisiä intervaleja varten. Lämmittelyn voi suorittaa esimerkiksi polkemalla, kevyesti juoksemalla tai kehonpainoharjoittelulla. Tämän jälkeen alkaa ensimmäinen intervalli. Korkeatehoinen Intervalli kestää neljä minuuttia, ja teho on 85 – 95 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, jolloin räsitetään hengitys- ja verenkiertoelimistöä. Tätä seuraa kolmen minuutin aktiivinen palauttelu, jonka aikana teho on noin 50 – 70 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, jolloin laktaatit poistuvat tehokkaimmin. Neljännen korkeaintensiivisen kierroksen jälkeen siirrytään suoraan koko harjoituskerran palautteluun. Palauttelu kestää noin 10 minuuttia, ja sen tarkoituksena on laskea sykettä tasaisesti korkeatehoisen harjoittelun jälkeen, jotta vältetään komplikaatioilta ja turhalta rasitukselta sydänlihakselle.

Esimerkki hahmottamaan yksittäisen HIIT-harjoituksen kulkua:

- Lämmittely: 10 - 15 minuuttia
 - Verenkierron aktivointia ja sykkeen nostamista.
- Työosuus: 4 * 4 minuuttia,
 - Teholla 85 – 95 % maksimaalisesta hapenottokyvystä, sykeohjautusti.
 - Tavoite on saada syke kolmen viimeisen HIIT-työjakson aikana lähelle 95 % maksimisykkeestä.
 - Ensimmäiset kolme korkeatehoista intervallia jatkuvat suoraan kolmen minuutin aktiiviseen palautteluun teholla 50 – 70 % maksimaalisesta hapenottokyvystä.
- Palauttelu 10 minuuttia,
 - jonka aikana progressiivisesti ja turvallisesti lasketaan sydämen työskentelyä kohti leposykettä.

4 * 4 -protokolla on valikoitunut tähän kuntoutusmalliin vaikuttavuutensa ja laajan tutkimusnäyttönsä takia. Tällä protokollalla on tutkittu kenties suurin potilasjoukko HIIT-tutkimuksen piirissä. Myös harjoittelun yhteydessä tulleet mahdolliset terveystapahtumat on hyvin rekisteröity, eli tämän mallin turvallisuudesta on tällä hetkellä paras tutkimusnäyttö. Tekemämme kirjallisuuskatsaus tukee tätä näkemystä hyvällä otannalla.

Harjoitusjakson loppuksi olisi hyvä suorittaa raskauskoe uudestaan, jotta nähtäisiin jakson aikana tapahtuneet fysiologiset muutokset. Hyvin suoritettuna ja progressiivisen harjoittelujakson jälkeen paremmat tulokset antava raskauskoe voi myös lisätä potilaan pystyvyydentunnetta ja motivaatiota harjoitteluun sekä liikunnallisen kuntoutumisen jatkamiseen.

8.3 Tehon määrittäminen

HIIT-harjoitus on mahdollista suorittaa monella eri tapaa. Suoritustavalla ei ole merkitystä, kunhan syke saadaan nostettua vaaditulle tasolle vastaamaan 85 – 95 % maksimaalisesta hapenottokyvystä. Voi olla yksilöllistä, millä välineellä sykkeen saa nostettua ja ylläpidettyä. Jos potilaalla on kävelyn tai juoksun kanssa

ongelmia, voidaan harjoitus suorittaa kuntopyörällä, jolloin vastusta säädetään sen mukaan, miten syke nousee. Juosten taas tehokkainta on suorittaa harjoitus loivaan ylämäkeen, jolloin syke nousee helpommin. Harjoituksen voi suorittaa ulkona tai esimerkiksi juoksumatolla. Kolmantena vaihtoehtona on kehonpainolla tai lisäpainolla suoritettavat lihaskuntoharjoitteet, mutta ne soveltuvat paremmin SIT-harjoitteluun lyhyempien intervallien takia.

Teho voidaan määrittää sykkeen tai vastuksen mukaan. Jos teho määritellään vastuksen mukaan, voi potilailla olla ongelmia suorittaa koko harjoitus loppuun. Tämä johtuu siitä, että valmiiksi määritelty vastus voi osoittautua aina tai joskus liian raskaaksi, jolloin oikea intervallin pituus on vaikea ylläpitää (Savonen 2019). Vastus voi myös osoittautua päinvastoin liian kevyeksi, jolloin oikeille sykealueille on vaikea päästä. Erityisesti pyörällä suoritettava teho-ohjattu HIIT-harjoittelu vaatii tarkan tehon seuraamisen määrittelyyn.

Jos teho taas määritellään sykkeen mukaan, voidaan vastusta säädellä täysin siitä riippuen. Tällöin tavoite on pitää syke aina juuri sillä tasolla, mikä on määritelty optimaalisimmaksi. Tällöin välineellä, jota sykkeen nostamiseen käytetään, ei ole merkitystä muuta kuin siinä millainen laite sopii kellekin yksilöllisesti. Periaate on kuitenkin sama: oli kyseessä pyörä-, juoksumatto- tai kehonpainoharjoittelu. Jos syke tippuu harjoitustason alle harjoituksen aikana, nopeutta tai kaltevuutta voidaan nostaa, jotta syke saadaan takaisin oikealle tasolle (Bækkerud, 2016). Jos syke nousee liian nopeasti tavoitetasolle korkeaintensiivisen intervallin aikana, voi harjoittelu loppua liian aikaisin liiallisen laktaatin kertymisen takia. Tästä syystä ensimmäisen työosuuden kahden-kolmen minuutin aikana potilaan syke nostetaan progressiivisesti tavoitetasolle 85-95% maksimaalisesta sykkeestä. Jos syke nousee liian nopeasti tai liian hitaasti, tehoa ja kuormitusta säädetään niin, että tavoitetaso saavutetaan. Seuraavilla työosuuksilla tavoitetason saavuttamisen ja ylläpitämisen pitäisi onnistua helpommin. (Karlsen ym. 2017.)

8.4 Laitteisto

Käytettävä laitteisto määräytyy sen mukaan, millä tavalla harjoittelujakso halutaan suorittaa. Valvotussa ympäristössä, kuten esimerkiksi sairaalassa tai yksityisellä palveluntarjoajalla on tärkeää, että läsnä on alan asiantuntija. Tämä lisää potilaan turvallisuutta sekä valvoja voi kannustaa harjoittelemaan kovemmin.

Sykeseuranta on sykkeen oikealle tasolle saamisen kannalta tärkeää, jotta intensiteetti saadaan vastaamaan 85 – 95 % maksimaalisesta hapenottokyvystä. Kun potilaalta tiedetään oikea sykealue korkeaintensiiviseen intervalliin, sykeseurannalla voidaan ohjata hengitys- ja verenkiertoelimistöä toimimaan juuri oikealla teholla. Jos potilailla ei alussa suoritettuna rasituskokeen aikana tai jälkeen ole komplikaatioita tai ongelmia ilmennyt, pelkkä sydämen lyöntitiheyden seuranta voi riittää lasketun tehon ja sykealueen ylläpitämiseksi sekä turvallisen harjoittelun toteutumiseksi.

Näin ollen laitteiston kannalta vaatimus on vain ja ainoastaan se, että löydetään potilaalle sopiva tapa toteuttaa harjoittelutyyppejä. Laitteella ja suoritustavalla ei ole merkitystä, kunhan intensiteetti on oikea ja määritellyt sykealueet saavutetaan.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Toivomme että tämä työ osaltaan tuo selkeyttä HIIT-harjoittelun perusteista, taustasta ja siitä miten harjoittelu voidaan toteuttaa turvallisesti ja tuloksellisesti. Asiantuntijahaastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen perusteella muodostuu kuva harjoitusmuodosta, jonka avulla voidaan tehokkaasti vaikuttaa sepelvaltimotautipotilaiden työ- ja toimintakykyyn, parantaa elämänlaatua ja poistaa pelkoja liikuntaa kohtaan.

9.1 Johtopäätökset

Selvitetyämme HIIT-harjoittelun taustaa syvemmin sekä sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa käytettyjä erityyppisiä protokollia, on yleiskuvamme laajentunut sekä ymmärrys harjoittelun vaikuttavuudesta kasvanut. Ensinnäkin on hyvin tärkeää määritellä se, mitä HIIT-harjoittelulla ylipäätään tarkoitetaan. Kuinka korkeatehoista harjoittelu on sekä kuinka pitkistä työ- ja palautumisjaksoista on kyse. Näin päästään ymmärrykseen siitä, miksi kyseistä harjoittelujaksoa voisi ylipäätään käyttää sepelvaltimotautipotilaiden liikunnallisessa kuntoutuksessa, ja mitkä ovat harjoitusmuodon tuomat hyödyt sekä mitä tulee ottaa huomioon esimerkiksi turvallisuuden kannalta.

HIIT-harjoittelun vaikuttavuus on osoitettu useissa tutkimuksissa Suomessa ja kansainvälisesti. Tutkimusten haasteena kuitenkin on usein ollut ehkä puutteellinen kokonaisnäkemys HIIT-harjoittelun vaikutuksista fysiologiaan ja sitä kautta mielekkäiden tutkimusasetelmien luonti on ollut haasteellista – tai jopa itse tutkimuksen toteutus (Wisløff, Lavie & Rognum 2017). Tämän lisäksi korkeatehoista harjoittelua pidetään perinteisesti yksinkertaisesti riskinä sydäntapahtumille. Nämä seikat huomioiden ei ole yllättävää, ettei HIIT-harjoittelu ole yleistynyt osaksi sydänkuntoutusta.

Turvallisuus HIIT-harjoittelusta sepelvaltimotautipotilailla puhuttaessa nousee yleensä ensimmäisenä pinnalle, sillä puhutaanhan kuitenkin korkeaintensiivisestä intervalliharjoittelun muodosta totutun keskitehoisen jatkuvan harjoittelun sijaan. Kun suoritetaan tarkasti potilasvalinta sekä kattavat alkumittaukset ja -testit, riski saada vaarantavia oireita harjoittelun aikana tai sen seurauksena on

pieni. Norjassa harjoitellaan paljon ja korkealla teholla sairaalaympäristössä, sillä jos jotain sattuisi, ollaan paikan päällä ja apu löytyy minuuttien päästä (Aamot 2019).

Eettisyys on myös tärkeä ja sivuuttamaton tekijä. Potilaiden ja asiakkaiden on tiedettävä tarkasti, millaisesta harjoittelumuodosta on kyse ja miten sitä suoritetaan. Potilaan tulee suostua kantamaan vastuu harjoittelusta, ellei toisin sovita tai harjoitusta suoriteta valvotussa ympäristössä koulutetun henkilökunnan ollessa läsnä.

HIIT-harjoittelun fysiologiset vaikutukset kuitenkin osoittautuvat pääsääntöisesti tutkimuksissa paremmiksi - erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnon osalta - verrattuna MICT-harjoitteluun. Harjoittelumuodon on todettu parantavan maksimaalista hapenottokykyä, sokeriaineenvaihduntaa lisäten insuliiniherkyyttä, verisuonten kapillarisaatiota, endoteelifunktiota, hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa sekä elämänlaatua. Näistä syistä HIIT-harjoittelua pidetään mahdollisena sepelvaltimotautipotilaiden liikunnallisen kuntoutuksen muotona tulevaisuudessa, ja esimerkiksi Norjassa kyseistä harjoitusmuotoa harjoitetaan jo perusterveydenhuollossa sydänsairailla potilailla.

9.2 Pohdinta

Tässä kappaleessa on tarkoitus pohtia sitä, saimmeko tutkimuskysymyksiimme vastauksia ja olisiko tarpeen kehittää aiheen tiimoilta jatkotutkimuksia. Otamme kantaa myös opinnäytetyön luotettavuuteen sekä hyödyllisyyteen työelämäkumppanille. Vastaamme tutkimuskysymysten lisäksi johdantokappaleessa esitettyihin väitteisiin ja mielipiteisiin.

Työmme esittelee eri tyyllisiä HIIT-harjoittelun muotoja sekä protokollia, joilla harjoittelua suoritetaan. Tarkoituksena on tuoda lisää tietoa HIIT-harjoittelun peruseriaatteista sekä optimaalisimmasta mahdollisesta kuntoutusmallista sepelvaltimotautipotilaalle. Asiantuntijahaastattelut tuovat käytännönläheisen näkökulman siihen, millaista HIIT-harjoittelua on jo tutkittu sekä kokeiltu ja millaista mallia käytetään edelleen. HIIT-harjoittelun määritelmä vaihtelee eri tutkimusten välillä (Ito,

2019), joten on hyvin tärkeää määritellä harjoittelumuoto oikein puhuttaessa aiheesta.

HIIT-harjoittelun toteuttaminen sydänpotilaille ja erityisesti sepelvaltimotautipotilaille on opinnäytetyömme ydintä. Tarkoituksena on ollut selvittää ja perustella harjoittelumuodon valintaa sepelvaltimotautipotilailla. Parhaimmillaan ja optimaalisimmin suoritettuna oikeilla sykealueilla näyttäisi siltä, että kyseinen harjoittelumuoto tuo merkittävämpiä hyötyjä hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnolle kuin keskitehoinen harjoittelu (Taylor ym. 2019). HIIT-harjoittelun fysiologisiin vaikutuksiin sepelvaltimotaudin näkökulmasta olemme perehtyneet luvussa seitsemän.

Malli, jota voisimme suositella sepelvaltimotautipotilaille, on rakentunut sen mukaan, millaisen kokonaiskuvan olemme saaneet HIIT-harjoittelusta. Kuntoutusmallia rakennettaessa on otettu huomioon poikkeavuudet protokollissa ja käytännön toteutuksessa. Asiantuntijahaastattelut ja kirjallisuuskatsaus todistavat omalta osaltaan sitä, että olemme konkreettisesti hakeneet tietoa niin tietokannoista kuin tekijöiltä ja tutkijoilta itseltään. Näin kuntoutusmallissa ja työssämme yhdistyvät käytännön tietämys ja teoria. Tällainen on malli, jota pääpiirteissään tutkimuksemme kanssa esitetään toimeksiantajalle. Pilottiryhmälle suoritettaessa harjoittelua tullaan seuraamaan sitä, millainen vaikutus HIIT-kuntoutuksella on potilaiden suorituskykyyn, joka kattaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnan muutokset sekä koetut muutokset elämänlaadussa. Näin päästään toteamaan harjoittelumuodon ja kuntoutusmallin vaikuttavuus sepelvaltimotautipotilailla.

Voimme työmme perusteella suositella HIIT-harjoittelun lisäämistä osaksi sepelvaltimotautipotilaiden tehokasta ja turvallista liikunnallista kuntoutusta.

9.3 Luotettavuus

Opinnäytetyön teoriaosuuden kirjoittamisen lähteenä toimivat asiantuntijahaastattelut sekä aiheeseen perehdyttäessä aihepiirin tiimoilta löydetyt uusimmat julkaisut ja tutkimukset. Opinnäytetyö annettiin luettavaksi työelämäkumppanille, opinnäytetyön ohjaajalle ja ulkopuolisille henkilöille ideapaperin, keskeneräisen

työn ja opinnäytetyösuunnitelman muodossa kommentteja sekä sisällön selkeyden tarkistamista varten. Työn luotettavuutta lisää myös se, että pääsimme työskentelemään parina. Näin pystyimme refleктоimaan, keskustelemaan ja kommentoimaan toistemme työntekoa. Työstämme paistaa molempien tekijöiden sisäinen motivaatio aihetta kohtaan.

9.4 Jatkotutkimukset

Olemme vakuuttuneita siitä, että HIIT-harjoittelulla on potentiaalia tulla osaksi seipelvaltimotautipotilaiden liikunnallista kuntoutusta Suomessa. Näin ollen näytölle harjoittelumuodon toimimisesta suomalaisella väestöllä on myös tarvetta, jotta kyseinen liikkumisen muoto voidaan todistaa tehokkaaksi ja turvalliseksi osaksi sydänkuntoutusta.

LÄHTEET

- Aamot, I.L. 2019. Associate Professor. Department of Circulation and Medical Imaging. Faculty of Medicine and Health Sciences. Norwegian University of Science and Technology. Haastattelu. 3.7.2019. Haastattelijat Kossi, K. & Mahkonen, M. Trondheim.
- Aamot, I.L., Forbord, S.H., Gustad, K., Løckra, V., Stensen, A., Berg, A.T., Dalen, H., Karlsen, T. & Støylen, A., 2014a. Home-based versus hospital-based high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a randomized study. *European journal of preventive cardiology*, 21(9), pp.1070-1078.
- Aamot, I.L., Forbord, S.H., Karlsen, T. & Støylen, A., 2014b. Does rating of perceived exertion result in target exercise intensity during interval training in cardiac rehabilitation? A study of the Borg scale versus a heart rate monitor. *Journal of science and medicine in sport*, 17(5), pp.541-545.
- Aamot, I.L., Karlsen, T., Dalen, H. & Støylen, A., 2016. Long-term exercise adherence after high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a randomized study. *Physiotherapy Research International*, 21(1), pp.54-64.
- Alapappila, A., Hautala, A., Kiilavuori, K., Laukkanen, J., Mahrberg, H., Meinilä, L., Suomalainen, P., Syväne, M., Ulenius, L. & Weber, C. 2020. Sepelvaltimotauti ja liikunta. Sydänliitto. Suositus.
- American College of Sports Medicine, Thompson, P.D., Franklin, B.A., Balady, G.J., Blair, S.N., Corrado, D., Estes III, N.M., Fulton, J.E., Gordon, N.F., Haskell, W.L. & Link, M.S., 2007. Exercise and acute cardiovascular events: placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation*, 115(17), pp.2358-2368.
- Boidin, M., Gayda, M., Henri, C., Hayami, D., Trachsel, L.D., Besnier, F., Lalongé, J., Juneau, M. & Nigam, A., 2019. Effects of interval training on risk markers for arrhythmic death: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 33(8), pp.1320-1330.
- Bækkerud, F.H., Solberg, F., Leinan, I.M., Wisløff, U., Karlsen, T., Rognmo, Ø. 2016. Comparison of Three Popular Exercise Modalities on V̇O₂max in Overweight and Obese. *Medicine and Science in Sports & Exercise* 48, 3, 491-498.
- Calbet, J.A.L. & Joyner, M.J., 2010. Disparity in regional and systemic circulatory capacities: do they affect the regulation of the circulation? *Acta Physiologica*, 199(4), pp.393-406.
- Cardozo, G. G., Oliveira, R. B., & Farinatti, P. T., 2015. Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. *The Scientific World Journal*, 2015.

Chaves, G.S., Ghisi, G.L., Britto, R.R., & Grace, S.L. 2019. Maintenance of Gains, Morbidity, and Mortality at 1 Year Following Cardiac Rehabilitation in a Middle-Income Country: A Wait-List Control Crossover Trial. *Journal of the American Heart Association*.

Conraads, V.M., Pattyn, N., De Maeyer, C., Beckers, P.J., Coeckelberghs, E., Cornelissen, V.A., Denollet, J., Frederix, G., Goetschalckx, K., Hoymans, V.Y. & Possemiers, N., 2015. Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the SAINTEX-CAD study. *International journal of cardiology*, 179, pp.203-210.

Currie, K. D., Bailey, K. J., Jung, M. E., McKelvie, R. S., & MacDonald, M. J., 2015. Effects of resistance training combined with moderate-intensity endurance or low-volume high-intensity interval exercise on cardiovascular risk factors in patients with coronary artery disease. *Journal of science and medicine in sport*, 18(6), 637-642.

Currie, K. D., Dubberley, J. B., McKelvie, R. S., & MacDonald, M. J., 2013a. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD. *Med Sci Sports Exerc*, 45(8), 1436-42.

Currie, K.D., Rosen, L.M., Millar, P.J., McKelvie, R.S. & MacDonald, M.J., 2013b. Heart rate recovery and heart rate variability are unchanged in patients with coronary artery disease following 12 weeks of high-intensity interval and moderate-intensity endurance exercise training. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(6), pp.644-650.

Fletcher, G.F., Ades, P.A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G.J., Bittner, V.A., Coke, L.A., Fleg, J.L., Forman, D.E., Gerber, T.C. and Gulati, M., 2013. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), pp.873-934.

Gibala, M. 2018a. Interval Training for Athletic Performance and the Role of Nutrition. Luento. 8th Conference on Biochemistry and Exercise Physiology. 19.-21.10.2018. Thessaloniki.

Gibala, M. 2018b. Physiology of Interval Exercise Training: Mechanistic Basis for Adaptation. Luento. 8th Conference on Biochemistry and Exercise Physiology. 19.-21.10.2018. Thessaloniki.

Gremeaux, M., Hannequin, A., Laurent, Y., Laroche, D., Casillas, J. M., & Gremeaux, V., 2011. Usefulness of the 6-minute walk test and the 200-metre fast walk test to individualize high intensity interval and continuous exercise training in coronary artery disease patients after acute coronary syndrome: a pilot controlled clinical study. *Clinical rehabilitation*, 25(9), 844-855.

Guiraud, T., Gayda, M., Juneau, M., Bosquet, L., Meyer, P., Théberge-Julien, G., Galinier, M., Nozza, A., Lambert, J., Rhéaume, E. & Tardif, J.C., 2013. A single bout of high-intensity interval exercise does not increase endothelial or platelet microparticles in stable, physically fit men with coronary heart disease. *Canadian Journal of Cardiology*, 29(10), pp.1285-1291.

- Guiraud, T., Nigam, A., Gremeaux V., Meyer, P., Juneau, M. & Bosquet, L. 2012. High- Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. *Sports Medicine* 42, 7, 587–605. Viitattu 9.11.2017. <https://janet.finna.fi/> PubMed.
- Guiraud, T., Nigam, A., Juneau, M., Meyer, P., Gayda, M., & Bosquet, L., 2011. Acute responses to high-intensity intermittent exercise in CHD patients. *Med Sci Sports Exerc*, 43(2), 211-7.
- Hansson, G. K. 2005. Inflammation, atherosclerosis, and coronary artery disease. *New England Journal of Medicine*, 352(16), 1685-1695.
- Harrington, R.A., 2017. Targeting inflammation in coronary artery disease. *N Engl J Med*, 377(12), pp.1197-1198.
- Hautala, A., Alapappila, A., Häkkinen, H., Kettunen, J., Laukkanen, J., Meinilä, L. & Savonen, K. 2016. Sepelvaltimotautipotilaan liikunnallinen kuntoutus. Hyvä fysioterapiakäytäntö.
- Heber, S., Fischer, B., Sallaberger-Lehner, M., Hausharter, M., Ocenasek, H., Gleiss, A., Fischer, M.J., Pokan, R., Assinger, A. & Volf, I., 2020. Effects of high-intensity interval training on platelet function in cardiac rehabilitation: a randomised controlled trial. *Heart*, 106(1), pp.69-79.
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U. & Hoff, J., 2001. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(11), pp.1925-1931.
- Hokkanen, M., & Becquart, M. 2017. HIIT-harjoittelun mahdollisuudet sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa: Intergroiva kirjallisuuskatsaus. Fysioterapian koulutusohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäyte.
- Holloway, T. M., & Spriet, L. L. 2015. CrossTalk opposing view: High intensity interval training does not have a role in risk reduction or treatment of disease. *The Journal of physiology*, 593(24), 5219-5221.
- Holloway, T. M., & Spriet, L. L. 2015. Rebuttal from Tanya M. Holloway & Lawrence L. Spriet. *The Journal of physiology*, 593(24), 5225-5225.
- Ito, S. 2019. High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases – the key to an efficient exercise protocol. *World Journal of Cardiology*, 11(7): 171-188.
- Jaureguizar K, Vicente-Campos D, Bautista L, Hernandez de la Pena C, Gomez M, Rueda M, Ignacio M. 2015. Effect of High-Intensity Interval Versus Continuous Exercise Training on Functional Capacity and Quality of Life in Patients With Coronary Artery Disease. Luettu 9.4.2019. RCT-tutkimus.
- Kalliokoski, K. 2019. Dosentti. TYKS PET-keskus. Haastattelu. 18.6.2019. Haastattelijat Kossi, K. & Mahkonen, M. Turku.

Karlsen, T., Aamot, I. L., Haykowsky, M., & Rognum, Ø. 2017. High intensity interval training for maximizing health outcomes. *Progress in cardiovascular diseases*, 60(1), 67-77.

Kervinen, H., 2018. Sepelvaltimotauti. Lääkärin käsikirja. Duodecim.

Keteyian, S.J., Hibner, B.A., Bronsteen, K., Kerrigan, D., Aldred, H.A., Reasons, L.M., Saval, M.A., Brawner, C.A., Schairer, J.R., Thompson, T.M. & Hill, J., 2014. Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 34(2), pp.98-105.

Konen, E., Goitein, O., Sternik, L., Eshet, Y., Shemesh, J. & Di Segni, E., 2007. The prevalence and anatomical patterns of intramuscular coronary arteries: a coronary computed tomography angiographic study. *Journal of the American College of Cardiology*, 49(5), pp.587-593.

Kovanen, P. & Pentikäinen, M., 2016. Sepelvaltimotaudin vaaratekiijät ja ateroskleroosi. Teoksessa *Kardiologia. Toim. Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A.* Helsinki: Duodecim.

Korhonen, T. & Määtä, H., 2013. Pohjois-pohjanmaalaisten työikäisten kehonkoostumus. Opinnäytetyö. Fysioterapian koulutusohjelma. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Laukkanen, J. & Airaksinen, J., 2016. Vakaan sepelvaltimotaudin epidemiologia, vaaratekiijät, ilmenemismuodot. Teoksessa *Kardiologia. Toim. Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A.* Helsinki: Duodecim.

Laukkanen, J., Nieminen, T., Savonen, K., Kervinen, K., Poutanen, T. & Raatikainen, P., 2016. Kliinisen rasituskokeen käyttö sydänsairauksissa: Suomen Kardiologisen Seuran työryhmän suositus. *Suomen lääkirilehti*.

Libby, P. & Theroux, P. 2005. Pathophysiology of coronary artery disease. *Circulation*, 111(25), 3481-3488.

Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., Abraham, J., Adair, T., Aggarwal, R., Ahn, S.Y. & AlMazroa, M.A., 2012. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The lancet*, 380(9859), pp.2095-2128.

Lowis, H. 2019. Urheiluterapian johtaja. Drei-Burgen-Klinik. Luento. 14.6.2019.

Madssen, E., Arbo, I., Granøien, I., Walderhaug, L., & Moholdt, T., 2014a. Peak oxygen uptake after cardiac rehabilitation: a randomized controlled trial of a 12-month maintenance program versus usual care. *PLoS One*, 9(9), e107924.

Madssen, E., Moholdt, T., Videm, V., Wisløff, U., Hegbom, K., & Wiseth, R., 2014b. Coronary atheroma regression and plaque characteristics assessed by

grayscale and radiofrequency intravascular ultrasound after aerobic exercise. *The American journal of cardiology*, 114(10), 1504-1511.

Mahrberg, H. sydänfysioterapeutti. 2020. Oppari. Sähköpostiviesti. heidi.mahrberg@sydansairaala.fi. Luettu 31.8.2020.

Manresa-Rocamora, A., Sarabia, J.M., Sánchez-Meca, J., Oliveira, J., Vera-Garcia, F.J. and Moya-Ramón, M., 2020. Are the Current Cardiac Rehabilitation Programs Optimized to Improve Cardiorespiratory Fitness in Patients? A Meta-Analysis. *Journal of Aging and Physical Activity*, 1(aop), pp.1-16.

Moholdt, T., Vold, M. B., Grimsmo, J., Slørdahl, S. A., & Wisløff, U., 2012. Home-based aerobic interval training improves peak oxygen uptake equal to residential cardiac rehabilitation: a randomized, controlled trial. *PloS one*, 7(7), e41199.

Motiani, K.K., Savolainen, A.M., Eskelinen, J.J., Toivanen, J., Ishizu, T., Yli-Karjanmaa, M., Virtanen, K.A., Parkkola, R., Kapanen, J., Grönroos, T.J. & Haaparanta-Solin, M., 2017. Two weeks of moderate-intensity continuous training, but not high-intensity interval training, increases insulin-stimulated intestinal glucose uptake. *Journal of Applied Physiology*, 122(5), pp.1188-1197.

Mudau, M., Genis, A., Lochner, A. & Strijdom, H., 2012. Endothelial dysfunction: the early predictor of atherosclerosis. *Cardiovascular journal of Africa*, 23(4), p.222.

Munk, P. S., Breland, U. M., Aukrust, P., Ueland, T., Kvaløy, J. T., & Larsen, A. I., 2011. High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 18(6), 850-857.

Munk, P.S., Butt, N. & Larsen, A.I., 2010. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris. *International journal of cardiology*, 145(2), pp.312-314.

Niemi, R. sydänfysioterapiaosaston johtaja. 2020. Sydänsairaalan sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutus. Sähköpostiviesti. riitta.niemi@sydansairaala.fi. Luettu 13.8.2020.

Nilsson, B.B., Lunde, P., Grøgaard, H.K. & Holm, I., 2018. Long-term results of high-intensity exercise-based cardiac rehabilitation in revascularized patients for symptomatic coronary artery disease. *The American journal of cardiology*, 121(1), pp.21-26.

Nowbar, A.N., Gitto, M., Howard, J.P., Francis, D.P. & Al-Lamee, R., 2019. Mortality from ischemic heart disease: Analysis of data from the World Health Organization and coronary artery disease risk factors From NCD Risk Factor Collaboration. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 12(6), p.e005375.

Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Anholm, C., Astrup, A., Eugen-Olsen, J., Fenger, M., Simonsen, L., Walzem, R.L., Haugaard, S.B. and Prescott, E., 2019. Effects of 1 year of exercise training versus combined exercise training and weight loss on body composition, low-grade inflammation and lipids in overweight patients with coronary artery disease: a randomized trial. *Cardiovascular diabetology*, 18(1), p.127.

Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Anholm, C., Walzem, R.L., Fenger, M., Eugen-Olsen, J., Haugaard, S.B. & Prescott, E., 2016. Weight loss is superior to exercise in improving the atherogenic lipid profile in a sedentary, overweight population with stable coronary artery disease: a randomized trial. *Atherosclerosis*, 246, pp.221-228.

Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Jürs, A., Anholm, C., Fenger, M., Haugaard, S.B. & Prescott, E., 2015a. A randomized trial comparing the effect of weight loss and exercise training on insulin sensitivity and glucose metabolism in coronary artery disease. *Metabolism*, 64(10), pp.1298-1307.

Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Jürs, A., Astrup, A., Chabanova, E., Simonsen, L., Wisløff, U., Haugaard, S.B. & Prescott, E., 2015b. A randomised trial comparing weight loss with aerobic exercise in overweight individuals with coronary artery disease: The CUT-IT trial. *European journal of preventive cardiology*, 22(8), pp.1009-1017.

Pietila, P. 2017. Sydänkuntoutus on vaikuttavaa, mutta onko kuntoutuksen saaminen sattumanvaraista? Julkaistu 20.4.2017. Luettu 15.11.2020. <https://kuntoutussaatio.fi/2017/04/20/sydankuntoutus-vaikuttavaa-mutta-onko-kuntoutuksen-saaminen-sattumanvaraista/#:~:text=Suomessa%20ei%20ole%20valtakunnallista%2C%20velvoittavaa,toimesta%20j%C3%A4rjestetty%20lainkaan%20sairaalavaiheen%20j%C3%A4lkeen>.

Powell, R., McGregor, G., Ennis, S., Kimani, P. K., & Underwood, M. 2018. Is exercise-based cardiac rehabilitation effective? A systematic review and meta-analysis to re-examine the evidence. *BMJ open*, 8(3), e019656.

Qu, S.Q. & Dumay, J., 2011. The qualitative research interview. *Qualitative research in accounting & management*.

Rauramaa, R., Hartikainen, J., Ryyänen, Saari, J., Valtonen, H., Hassinen, M., Komulainen, P., Savonen, K., Tuomainen, P., Litmanen, Iljukov, S., Pentikäinen, H., Miettinen, H., Meinilä L. & Laitinen T. 2013. Korkeaintensiteettisen aerobisen intervalliharjoittelun käyttö sydänpotilaiden liikunnallisessa kuntoutuksessa. Loppuraportti. HITCARE-tutkimus.

Rognmo, Ø., Moholdt, T., Bakken, H., Hole, T., Mølsted, P., Myhr, N.E., Grimsmo, J. & Wisløff, U., 2012. Cardiovascular risk of high-versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation*, 126(12), pp.1436-1440.

Savonen, K. 2013. Vähän mutta kovaa ja nopeasti - liikunnan terveyshyödyt tehotreenillä. *Liikunta & Tiede*, 50, 5, 68–71.

- Savonen, K. 2019. Yliääkäri. Kuopion liikuntalääketieteen tutkimuslaitos. Haastattelu. 7.6.2019. Haastattelijat Kossi, K. & Mahkonen, M. Kuopio.
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Vaasa 2011.
- Sjöros, T.J., Heiskanen, M.A., Motiani, K.K., Löyttyniemi, E., Eskelinen, J.J., Virtanen, K.A., Savisto, N.J., Solin, O., Hannukainen, J.C. & Kalliokoski, K.K., 2018. Increased insulin-stimulated glucose uptake in both leg and arm muscles after sprint interval and moderate-intensity training in subjects with type 2 diabetes or prediabetes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(1), pp.77-87.
- Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P., 2018. Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet.
- Tamburus, N.Y., Kunz, V.C., Salviati, M.R., Castello Simoes, V., Catai, A.M. & Da Silva, E., 2016. Interval training based on ventilatory anaerobic threshold improves aerobic functional capacity and metabolic profile: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. *Eur J Phys Rehabil Med*, 52(1), pp.1-11.
- Tamburus, N.Y., Verlengia, R., Kunz, V.C., Cesar, M.C. & Silva, E., 2018. Apolipoprotein B and angiotensin-converting enzyme polymorphisms and aerobic interval training: randomized controlled trial in coronary artery disease patients. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 51(8).
- Taylor, J. L., Holland, D. J., Spathis, J. G., Beetham, K. S., Wisløff, U., Keating, S. E., & Coombes, J. S. 2019. Guidelines for the Delivery and Monitoring of High Intensity Interval Training in Clinical Populations. *Progress in cardiovascular diseases*.
- Taylor, J., Keating, S.E., Leveritt, M.D., Holland, D.J., Gomersall, S.R. & Coombes, J.S., 2017. Study protocol for the FITR Heart Study: Feasibility, safety, adherence, and efficacy of high intensity interval training in a hospital-initiated rehabilitation program for coronary heart disease. *Contemporary clinical trials communications*, 8, pp.181-191.
- Tordi, N., Mourot, L., Maire, J., Parratte, B. and Regnard, J., 2010. Evaluation of cardiorespiratory functional reserve from arm exercise in the elderly. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 53(8), pp.474-482.
- Trachsel, L.D., David, L.P., Gayda, M., Henri, C., Hayami, D., Thorin-Trescases, N., Thorin, E., Blain, M.A., Cossette, M., Lalonde, J. & Juneau, M., 2019. The impact of high-intensity interval training on ventricular remodeling in patients with a recent acute myocardial infarction—A randomized training intervention pilot study. *Clinical cardiology*, 42(12), pp.1222-1231.
- Tschentscher, M., Eichinger, J., Egger, A., Droese, S., Schönfelder, M., & Niebauer, J. 2016. High-intensity interval training is not superior to other forms of

endurance training during cardiac rehabilitation. *European journal of preventive cardiology*, 23(1), 14-20.

Villelabeitia-Jaureguizar, K., Vicente-Campos, D., Ruiz Bautista, L., Hernández de la Peña, C., Arriaza Gómez, M. J., Calero Rueda, M. J., & Fernández Mahillo, I., 2016. Effect of high-intensity interval versus continuous exercise training on functional capacity and quality of life in patients with coronary artery disease. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 36(2), 96-105.

Villelabeitia-Jaureguizar, K., Vicente-Campos, D., Senen, A.B., Jiménez, V.H., Bautista, L.R., Garrido-Lestache, M.E.B. & Chicharro, J.L., 2019. Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: A randomized clinical trial. *Cardiology journal*, 26(2), pp.130-137.

Villelabeitia-Jaureguizar, K., Vicente-Campos, D., Senen, A.B., Jiménez, V.H., Garrido-Lestache, M.E.B. & Chicharro, J.L., 2017. Effects of high-intensity interval versus continuous exercise training on post-exercise heart rate recovery in coronary heart-disease patients. *International journal of cardiology*, 244, pp.17-23.

Weston, K.S., Wisløff, U. and Coombes, J.S., 2014. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 48(16), pp.1227-1234.

Wisløff, U., Coombes, J. S., & Rognmo, Ø. 2015. CrossTalk proposal: high intensity interval training does have a role in risk reduction or treatment of disease. *The Journal of physiology*, 593(24), 5215-5217.

Wisløff, U., Coombes, J. S., & Rognmo, Ø. 2015. Rebuttal from Ulrik Wisløff, Jeff Coombes & Øivind Rognmo. *The Journal of physiology*, 593(24), 5223-5223.

Wisløff, U., Lavie, C.J. & Rognmo, Ø., 2017. Letter by Wisløff et al Regarding Article, "High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction". *Circulation*, 136(6), pp.607-608.

Zavorsky, G.S., 2000. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports medicine*, 29(1), pp.13-26.

LIITTEET

Liite 1. Kirjallisuuskatsauksen julkaisut

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
1	Home-based versus hospital-based high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a randomized study.	Aamot, I.L., Forbord, S.H., Gustad, K., Løckra, V., Stensen, A., Berg, A.T., Dalen, H., Karlsen, T. & Støylen, A., 2014a. Home-based versus hospital-based high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a randomized study. European journal of preventive cardiology, 21(9), pp.1070-1078.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla sepelvaltimotautipotilailla eri tavoilla ja eri ympäristössä suoritettavien HIIT-kuntoutusjaksojen onnistumista ja tehokkuutta. Vertailtavana oli ohjattu ryhmäliikunta, ohjattu juoksumattoharjoittelu ja itsenäinen kotiharjoittelu.	Tutkimuksessa todettiin kaikkien eri tapojen ja ympäristöjen tuottavan merkittävän parannuksen maksimaaliseen hapenottookykyyn. Vaikka erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, niin ohjattu juoksumattoharjoittelu tuotti kuitenkin absoluuttisesti suurimman hyödyn. Kotiharjoittelussa suoritettiin 70 % kaikista suunnitelluista harjoituksista, mikä selittää eron. Kotiharjoittelu vaatii suuremman motivaation onnistuakseen verrattuna ohjattuihin harjoituksiin.	N=90, 80 miestä ja 10 naista, 12 viikkoa	10 minuutin lämmittely 50-70% maxHR, 4 x 4 minuuttia, 85-95% maxHR, 4 minuutin lepojaksot 70 % maxHR, 3-5 minuutin jäähdytely 50 % maxHR - 2 kertaa viikossa

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
2	Long-term Exercise Adherence After High-intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Study.	Aamot, I.L., Karlsen, T., Dalen, H. & Støylen, A., 2016. Long-term exercise adherence after high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a randomized study. <i>Physiotherapy Research International</i> , 21(1), pp.54-64.	Harjoitusohjeiden ja ohjelmien noudattaminen on todettu ongelmalliseksi sydäntoutuksessa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sepelvaltimotautipotilailla pitkän ajan harjoitusohjelman noudattamista sydäntoutusjakson jälkeen.	Tutkimuksen tulokset osoittavat sekä sairaalassa että kotona suoritettuna sydäntoutusjakson saavan aikaan hyvän itsenäisen harjoitusohjelman noudattamisen pitkälle ajalle. Osoituksena tästä oli vuoden tarkkailujakson jälkeen mitatut maksimaaliset hapenottoyvyn arvot, jotka olivat merkittävästi vertailuarvoja korkeammat.	N=76, 68 miestä ja 8 naista, 12 viikon kuntoutusjakso ja vuoden seuranta	4 x 4 minuuttia, 85-95% maxHR, lepojaksot 70 % maxHR - 2 kertaa viikossa

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
3	Effects of interval training on risk markers for arrhythmic death: a randomized controlled trial.	Boidin, M., Gayda, M., Henri, C., Hayami, D., Trachsel, L.D., Besnier, F., Lalongé, J., Juneau, M. & Nigam, A., 2019. Effects of interval training on risk markers for arrhythmic death: a randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation, 33(8), pp.1320-1330.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla HIIT-harjoittelun ja kohtuukuormitteisen harjoittelun aiheuttamia riskimarkkereita liittyen rytmihäiriön aiheuttamaan kuolemaan potilasjoukolla, joilla on todettu akuutti sepelvaltimotauti.	Mitatut markkerit olivat: sykkeen palautuminen 5 minuutin aikana, sykevälivaihtelu 24 tunnin aikana, eteisperäisten rytmihäiriöiden ilmaantuminen ja QT-dispersio. Mittaukset tehtiin ennen harjoitusta ja niiden jälkeen. Sykkeen palautuminen parani vain HIIT-ryhmässä. Muissa markkereissa ei havaittu muutoksia kummassakaan ryhmässä. Tutkijat totesivat HIIT-harjoittelun olevan turvallinen tutkittujen muuttujien osalta. Lisäksi yhden muuttujan perusteella HIIT-harjoittelu vaikuttaa kohtuukuormitteista harjoittelua tehokkaamalta.	N=43, 12 viikkoa	Harjoitus tehtiin 3 kertaa viikossa. 5 minuutin lämmittely ja 5 minuutin jäähdyttely 30 % maxteho. HIIT-harjoittelussa 3 sarjaa. Sarja kesti 10 minuuttia, 15 sekuntia 100 % teho ja 15 sekuntia passiivinen palautteltävyinen lepo. Sarjojen välillä 4 minuutin täysi lepo.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
4	Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients.	Cardozo, G. G., Oliveira, R. B., & Farinatti, P. T., 2015. Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. The Scientific World Journal, 2015.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla sepelvaltimotautipotilailla HIIT-harjoittelua ja kohtuukuormitteista harjoittelua keskenään suhteessa uusiin hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa mittaaviin markkereihin. Markkerit olivat: VE/VCO ₂ (keuhkojen tuuletuksen suhde hiilidioksidin tuottoon), OUES (hapenottokyvyn tehokkuus), O ₂ P (happipulssi).	HIIT-harjoittelu paransi O ₂ P -arvoa sepelvaltimotautipotilailla enemmän kuin kohtuukuormitteinen liikunta. Muut arvot paranivat yhtä paljon eri harjoitusmuotojen välillä.	N=71, 16 viikkoa.	5 minuutin lämmittely, 30 minuutin HIIT-harjoittelu ja 5 minuutin jäähdytely. HIIT-työjaksot olivat 2 minuuttia 90 % HRmax ja lepojaksot 2 minuuttia 60 % HRmax, 3 kertaa viikossa

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
5	Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD.	Currie, K. D., Dubberley, J. B., McKelvie, R. S., & MacDonald, M. J., 2013a. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD. Med Sci Sports Exerc, 45(8), 1436-42.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla sepelvaltimotautipotilailla HIIT-harjoittelua ja kohtuukuormitteista harjoittelua keskenään. Kohtuukuormitteista harjoittelua tehtiin määrällisesti enemmän. Vertailtavat markerit olivat: olkavarsivaltimon veren virtauksen aiheuttamaa laajenemista (FMD) ja maksimaalista hapenottokykyä (VO ₂ max).	HIIT-harjoittelulla saavutettiin samankaltaiset muutokset, HIIT-ryhmän muutokset olivat suuremmat, mutta ei tilastollisesti merkittävät.	N=22, 12 viikkoa.	10 x 1 minuutin HIIT-työjakso, 89 % maxteho, 1 minuutin lepojaksot, 10 % maxteho. 2 kertaa viikossa.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
6	Effects of resistance training combined with moderate-intensity endurance or low-volume high-intensity interval exercise on cardiovascular risk factors in patients with coronary artery disease.	Currie, K. D., Bailey, K. J., Jung, M. E., McKelvie, R. S., & MacDonald, M. J., 2015. Effects of resistance training combined with moderate-intensity endurance or low-volume high-intensity interval exercise on cardiovascular risk factors in patients with coronary artery disease. Journal of science and medicine in sport, 18(6), 637-642.	Tutkimuksen tavoitteena oli määrittää yhdistettyjen harjoitusten vaikutus sepelvaltimotautipotilailla. Tutkimuksessa vertailtiin painoharjoittelun - kohtuukuormitteen harjoittelun ja painoharjoittelun - matalamääräisen HIIT-harjoittelun yhdistelmiä. Vertailtavat markkerit olivat: maksimaalinen hapenottokyky (VO ₂ max), verenpaine ja syke, veren rasva-arvot - lipidit ja terveyteen liittyvä koettu elämälaatu. Mittaukset tehtiin ennen interventiota, 3 kuukauden kohdalla ja 6 kuukauden kohdalla intervention jälkeen.	Positiiviset muutokset tapahtuivat molemmissa ryhmissä ensimmäisen 3 kuukauden aikana, minkä jälkeen ylläpidettiin saavutetut parannukset. Painoharjoittelun lisääminen ei siis vaikuttanut mitattaviin markkereihin. HIIT-ryhmässä hapenotto-kyky parani enemmän, mutta ei tilastollisesti merkittävästi.	N=19, 6 kuukautta	Ensimmäiset 3 kuukautta tehtiin vain kohtuukuormitusta harjoittelemaan tai matalamääräistä HIIT-harjoittelua. 3-6 kuukautta lisättiin mukaan painoharjoittelu. 10 minuutin lämmittely ja 10 minuutin jäähdyttely. 10 x 1 minuutin HIIT-työjakso, 85 % maxteho, 1 minuutin lepojaksot, 10 % maxteho. 2 kertaa viikossa.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
7	Usefulness of the 6-minute walk test and the 200-metre fast walk test to individualize high intensity interval and continuous exercise training in coronary artery disease patients after acute coronary syndrome: a pilot controlled clinical study.	Gremeaux, M., Hannequin, A., Laurent, Y., Laroche, D., Casillas, J. M., & Gremeaux, V., 2011. Usefulness of the 6-minute walk test and the 200-metre fast walk test to individualize high intensity interval and continuous exercise training in coronary artery disease patients after acute coronary syndrome: a pilot controlled clinical study. <i>Clinical rehabilitation</i> , 25(9), 844-855.	Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia kolmen eri harjoitusmuodon vaikutusta sepelvaltimotautipotilaiden kävelysuoritukseen (6 minuutin kävelytesti) ja maksimaaliseen hapenottokykyyn (VO ₂ max). Harjoitusmuodot olivat: kohtuukuormitteinen harjoitus 70 % maxHR, kohtuukuormitteinen harjoitus max 6 minuutin kävelytestin perusteella ja HIIT perustuen 6 minuutin kävelytestiin ja 200 metrin nopeuskävely testiin.	6 minuutin kävelytestin ja 200 metrin nopeuskävelytestin tulokset paranivat kaikilla ryhmillä. Maksimaalinen hapenottokyky parani kaikilla ryhmillä. HIIT-ryhmällä maksimaalinen hapenottokyky parani eniten. Tutkimuksen tärkein löydös on havainto mahdollisuudesta käyttää HIIT-harjoittelun referenssinä 6 minuutin kävelytestin ja 200 metrin nopeuskävelytestin tuloksia.	N=27, 7 viikkoa	Lämmittely ja jäädyttely tarkemmin eriteltä. HIIT-harjoitus: 5 minuuttia 50 % maxHR, 3 sarjaa - joka sarja 6 minuuttia, jossa 2 minuuttia 200 metrin nopeuskävelyn maxHR ja 4 minuuttia palautusta 6 minuutin kävelytestin maxHR. Harjoitus tehtiin 3 kertaa viikossa.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
8	Acute Responses to High-Intensity Intermittent Exercise in CHD Patients.	Guiraud, T., Nigam, A., Juneau, M., Meyer, P., Gayda, M., & Bosquet, L., 2011. Acute responses to high-intensity intermittent exercise in CHD patients. Med Sci Sports Exerc, 43(2), 211-7.	Tutkimuksen tavoite oli tutkia ja vertailla kohtuukuormitteisen harjoittelun ja HIIT-harjoittelun vaikutuksia sepelvaltimotautipotilailla. Tavoitteena oli mitata erityisesti harjoituksia, joiden energiankulutus oli saman suuruinen.	19 osallistujaa pystyivät tekemään kaikki harjoitukset. Ainoa keskeytys tuli kohtuukuormitteisen harjoittelun aikana - hänen tuloksiansa ei ole otettu mukaan lopullisiin tuloksiin. Kummassakaan harjoituksessa ei havaittu epänormaalia verenpainetta tai eteisten rytmihäiriöitä. Vaikka 35 % tutkittavista ilmeni raskituksen aiheuttamaa iskemiaa kliinisen raskituskokeen aikana, niin harjoituksen aikana ei pitkittyntä iskemiaa ilmennyt. Kolmella tutkittavalla ilmeni havaittavissa oleva iskemia HIIT-harjoituksen aikana. ST-lasku ei ylittänyt 2 mm ja tilanne normalisoitui joka kerran 15 sekunnin lepojaksen aikana. Maksimaalinen ST-lasku oli 1.2 +- 0.3 mm. Seerumin cTnT (troponiini) perustaso oli pienempi kuin 0.04 mg/l kaikilla osallistujilla. Tämä arvo ei ylittänyt 20 minuutin eikä 24 tunnin kuluttua tehdyissä mittauksissa, joten voidaan todetta ettei harjoituksista aiheutunut vaurioita sydänlihakseen.	N=20, 1 harjoituskerta	10 minuutin lämmittely, kaksi sarjaa, joiden välissä oli 4 minuutin palauttelu täydellä levolla. Sarjoissa oli 15 sekunnin HIIT-työjaksot 100 % maxteho ja 15 sekunnin palauttelut täydellä levolla. 5 minuutin jäähdyttely sarjojen jälkeen.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
9	A single bout of high-intensity interval exercise does not increase endothelial or platelet microparticles in stable, physically fit men with coronary heart disease.	Guiraud, T., Gayda, M., Juneau, M., Bosquet, L., Meyer, P., Théberge-Julien, G., Galinier, M., Nozza, A., Lambert, J., Rhéaume, E. & Tardif, J.C., 2013. A single bout of high-intensity interval exercise does not increase endothelial or platelet microparticles in stable, physically fit men with coronary heart disease. Canadian Journal of Cardiology, 29(10), pp.1285-1291.	Tutkimuksen hypoteesina oli ajatus, että yksi HIIT-työjakso voisi aiheuttaa vahinkoa verisuonistoon ja lisätä endoteelimikrohiukkasten ja trombosyyttien lukumäärää verenkierrossa - erityisesti verrattuna kohtuukuormitteiseen harjoitukseen. Tutkittavina oli stabiilia sepelvaltimotautia sairastavia, fyysisesti hyväkuntoisia henkilöitä.	Kummankaan harjoituksen jälkeen ei mitattavissa markkereissa havaittu kasvua. Merkittäviä eteisperäisiä rytmihäiriöitä tai verenpaineen laskua ei havaittu kummankaan harjoituksen aikana. 40 % tutkittavista oli raportoinut harjoitusperäistä rintakipua, mutta tutkimuksen aikana kipua ei raportoitu.	N=19, kaikki miehiä. Yksi harjoitus.	10 minuutin lämmittely, kaksi sarjaa, joiden välissä oli 4 minuutin palauttelu täydellä levolla. Sarjoissa oli 15 sekunnin HIIT-työjaksot 100 % maxteho ja 15 sekunnin palauttelut täydellä levolla. 5 minuutin jäähdyttely sarjojen jälkeen.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
10	Effects of high-intensity interval training on platelet function in cardiac rehabilitation: a randomised controlled trial.	Heber, S., Fischer, B., Sallaberger-Lehner, M., Hausharter, M., Ocenasek, H., Gleiss, A., Fischer, M.J., Pokan, R., Assinger, A. & Volf, I., 2020. Effects of high-intensity interval training on platelet function in cardiac rehabilitation: a randomised controlled trial. Heart, 106(1), pp.69-79.	Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia trombosyyttejä kuntoutuksessa olevilla sepelvaltimotautipotilailla. Tutkimuksessa mitattiin trombosyyttien reaktiivisuutta. Tutkimuksessa vertailtiin kahta ryhmää. Toisessa tutkittavat suorittivat vain kohtuukoritteisia harjoituksia 4 kertaa viikossa. Toisessa ryhmässä suoritettiin kohtuukoritteisia harjoituksia 2 kertaa viikossa ja HIIT-harjoituksia 2 kertaa viikossa.	Useat mitattavat markkerit paranivat 6 ja 12 viikon välillä osoittaen pidempien kuntoutusjaksojen hyödyllisyyden. HIIT + kohtuukoritteinen harjoittelu -yhdistelmä on merkittävästi tehokkaampi kuin pelkkä kohtuukoritteinen harjoittelu vähentämään trombosyyttien reaktiivisuutta. Trombosyyttien reaktiivisuuden on todettu enustavan sydäninfarktia. Tutkimuksessa havaittiin myös molempien harjoitusmuotojen lisäävän trombosyyttien hyperaktiivisuutta huolimatta kahdesta eri antitrombosyyttilääkityksestä. Tämä on lisätutkimuksen aihe.	N=82, 12 viikkoa.	5 minuutin lämmittely 40 % maxteho, 15 HIIT-työjaksoa 100 % maxteho 1 minuutti, 15 lepojaksia 20 % maxteho 1 minuutti, 10 minuutin jäähdytely. HIIT-työjaksojen määrä ja maxteho olivat progressiivisia tutkimuksen aikana. Maxteho tarkistettiin 6 viikon kohdalla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
11	Effect of High-Intensity Interval Versus Continuous Exercise Training on Functional Capacity and Quality of Life in Patients With Coronary Artery Disease: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL.	Ville-labeitia-Jauregui-zar, K., Vicente-Campos, D., Ruiz Bautista, L., Hernández de la Peña, C., Arriaza Gómez, M. J., Calero Rueda, M. J., & Fernández Mahillo, I., 2016. Effect of high-intensity interval versus continuous exercise training on functional capacity and quality of life in patients with coronary artery disease. Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention, 36(2), 96-105.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla HIIT-harjoittelun ja kohtuukoritteisen harjoituksen vaikutusta sepelvaltimotautipotilaisiin.	HIIT-ryhmän VO ₂ max parani merkittävästi enemmän vertailuryhmään verrattuna. HIIT-ryhmän aerobisen kynnys parani 21 % verrattuna 14 % parannukseen vertailuryhmässä. HIIT-ryhmän 6 minuutin kävelytestin tulokset parivat myös merkittävästi enemmän vertailuryhmään verrattuna. Molemmat ryhmät raportoivat parantuneesta elämälaadusta.	N=72, 8 viikkoa.	Harjoitus tehtiin 3 kertaa viikossa. Ensimmäisen kuukauden aikana 15-30 kpl 20 sekunnin HIIT-työjakso 50 % maxteho, 40 sekunnin lepojakso 10 % maxteho. Toisen kuukauden alussa mitattiin uusi maxteho ja tehtiin sama HIIT-harjoitus kuin ensimmäisen kuukauden aikana, mutta aina 30 kpl HIIT-työjaksoja.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
12	Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting.	Keteyian, S.J., Hibner, B.A., Bronsteen, K., Kerrigan, D., Aldred, H.A., Reasons, L.M., Saval, M.A., Brawner, C.A., Schairer, J.R., Thompson, T.M. & Hill, J., 2014. Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention, 34(2), pp.98-105.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla HIIT-harjoittelun ja kohtuukuoritteisen harjoituksen vaikutusta sepelvaltimotautipotilaisiin sydänkuntoutuksen yhteydessä.	Maksimaalinen hapenottookyky VO ₂ max parani enemmän HIIT-ryhmässä. Päätelmänä oli HIIT-harjoittelun sopivan hyvin stabiilia sepelvaltimotautia sairastavien potilaiden kuntoutukseen ja sen todettiin parantavan maksimaalista suorituskykyä ja submaksimaalista kestävyyttä kohtuukuoritteista harjoittelua enemmän.	N=39, 10 viikkoa.	5 minuutin lämmittely, 3 minuuttia 60-70% sykereservistä, 4x4 minuutin HIIT-työjakso - 80-90% sykereservistä, 3 minuutin palautusjaksot 60-70% sykereservistä. 4 minuutin jäähdyttely.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
13	Peak Oxygen Uptake after Cardiac Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial of a 12-Month Maintenance Program versus Usual Care	Madssen, E., Arbo, I., Granøien, I., Walderhaug, L., & Moholdt, T., 2014a. Peak oxygen uptake after cardiac rehabilitation: a randomized controlled trial of a 12-month maintenance program versus usual care. PLoS One, 9(9), e107924.	Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka fyysinen suorituskyky säilyi sepelvaltimotautipotilailla sydänkuntoutusohjelman jälkeen. Vertailtavana oli ryhmä, joka kävi kerran kuussa ohjatussa HIIT-harjoituksessa ja ryhmä, joka harjoitteli täysin itsenäisesti. Molemmat ryhmät olivat suorittaneet normaalin 12 viikon HIIT-kuntoutusjakson.	Maksimaalinen hapenottokyky VO ₂ max, koettu elämänlaatu ja veren biomarkkerit pysyivät samana koko seurannan ajan. Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan sanoa ettei kuukausittainen ohjattu harjoittelu ole riittävä lisäämään harjoitusohjeiden noudattamista itsenäisessä harjoittelussa. Positiivisena havaintona tutkimuksessa oli että molemmat ryhmät ylläpitivät aiemman 12 viikon HIIT-kuntoutuksessa saavutetun maksimaalisen hapenottokyvyn.	N=49, 15 naista, 12 kuukautta	Omaehtoinen harjoittelu. Seurannan aikana tehtiin ohjattu HIIT-harjoitus kerran kuukaudessa. Omaehtoisessa harjoittelussa ohjeistettiin tekemään HIIT-harjoitus 3 kertaa viikossa. Ohjatussa harjoituksessa tehtiin 4 x 4 minuutin HIIT-harjoitus 85-95% teholla. Palauttelut olivat 3 minuuttia 70 % teholla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
14	Coronary atheroma regression and plaque characteristics assessed by grayscale and radiofrequency intravascular ultrasound after aerobic exercise.	Madssen, E., Moholdt, T., Videm, V., Wisløff, U., Heggbo, K., & Wiseth, R., 2014b. Coronary atheroma regression and plaque characteristics assessed by grayscale and radiofrequency intravascular ultrasound after aerobic exercise. The American journal of cardiology, 114(10), 1504-1511.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla HIIT-harjoittelun ja kohtuukoritteisen harjoittelun vaikutuksia sepelvaltimotautipotilailla sepelvaltimoiden plakin rakenteeseen ja morfologiaan.	Yhdellä tutkittavalla ilmeni aivoverenvuoto 36 tuntia harjoituksen jälkeen. Vaikka kulunut aika sulkeekin pois mahdollisuuden harjoituksen aiheuttaman korkeamman verenvuodon, niin tiedetään reippaan liikunnan saattavan aiheuttaa kallonsisäisten aneurysmien puhkeamista. Kuitenkin fyysinen aktiivisuus liittää yleisesti madaltuneeseen riskiin saada aivoverenvuoto tai -tukos. Yhteenvetona tutkijat totesivat molempien harjoitusmuotojen ja lääkityksen yhdessä vaikuttavan positiivisesti plakin rakenteeseen ja morfologiaan. Plakkikuorma ja nekroottinen ydin pienenevät sekä MICT- että HIIT-harjoittelulla. Lääkitystä ei lopetettu intervention ajaksi, mutta tutkimus antaa viitteitä positiivisten vaikutusten johtuneen harjoittelusta.	N=36, 12 viikkoa.	10 minuutin lämmittely, 4 x 4 minuuttia, 85-95% maxHR, 4 minuutin lepojaksot 70 % maxHR, 3 minuutin jäähdytely - 3 kertaa viikossa

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
15	Home-based aerobic interval training improves peak oxygen uptake equal to residential cardiac rehabilitation: a randomized, controlled trial.	Moholdt, T., Vold, M. B., Grimsmo, J., Slørdahl, S. A., & Wisløff, U., 2012. Home-based aerobic interval training improves peak oxygen uptake equal to residential cardiac rehabilitation: a randomized, controlled trial. PloS one, 7(7), e41199.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla ohjatun sydäntuntoutuksen vaikuttavuutta verrattuna kotona itsenäisesti tehtävään HIIT-harjoitteluun. Vertailuarvona oli maksimaalinen hapenottokyky VO ₂ max. Tutkimukseen osallistuivat sydämen ohitusleikkauksessa olleet sepelvaltimotautipotilaat. Leikkauksesta oli kulunut 4-8 viikkoa ennen interventiota.	Tutkimuksen aikana yksi potilas kuoli perinteisessä ohjatussa sydäntuntoutuksessa matalatehoisen harjoittelun lämmittelyn aikana. Muita tapahtumia ei ollut kummassakaan ryhmässä. Molemmissa ryhmissä havaittiin merkittävä parannus maksimaalisessa hapenottokyvyssä VO ₂ max. Tässä tutkimuksessa kotiharjoittelua ei edeltänyt ohjattukuntoutusjakso ja hypoteesina oli että harjoitusohjelmaan ei välttämättä noudatettaisi kovin hyvin. Tämän takia kotiharjoittelun aikana saavutettu merkittävä hapenottokyvyn parannus oli erittäin positiivinen tulos.	N=30, 4 viikon sydäntuntoutus interventio, omatoinen HIIT-harjoittelu 6 kuukautta.	10 minuutin lämmittely, 4 x 4 minuuttia, 85-95% maxHR, 4 minuutin lepojaksot 70 % maxHR, 3 minuutin jäähdytely - 3 kertaa viikossa

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
16	High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients.	Munk, P. S., Breland, U. M., Aukrust, P., Ueland, T., Kvaløy, J. T., & Larsen, A. I., 2011. High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, 18(6), 850-857.	Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia sepelvaltimotautipotilailla, joille on tehty pallolaajennus, HIIT-harjoittelun vaikutuksia usean eri tulehdus- ja endoteelimerkin osalta.	Tulehdusmarkerit laskivat ja tulehdusta vähentävän interleukiini 10:n määrä kasvoi HIIT-ryhmässä. Sen sijaan vaikutusta ei nähty trombosyytien aiheuttaman tulehduksen markkereihin. Tutkimuksessa saatiin myös viitteitä siitä, että näiden markkereiden positiivisilla muutoksilla olisi myös hillitsevää vaikutusta stentin laiton jälkeiseen restenoosiin. Yleisesti tutkimuksessa todettiin, että HIIT-harjoittelun positiivisista vaikutuksista huolimatta on edelleen tarve myös muille tulehdusta vähentävälle toimenpiteille.	N=40, 6 kuukautta	HIIT-harjoittelu aloitettiin 11+-4 päivää stentin laiton jälkeen. Harjoituksia tehtiin 3 kertaa viikossa. Lämmittely 10 minuuttia 60-70% maxHR, 4x4 minuutin HIIT-työjaksot 80-90% max HR, 3 minuutin lepojaksot 60-70% maxHR, 10 minuuttia vatsa- ja selkälihasliikkeitä ja 5 minuuttia venytelyä. Harjoitukset monitoroitiin sykemittareilla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
17	High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris.	Munk, P.S., Butt, N. & Larsen, A.L., 2010. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris. International journal of cardiology, 145(2), pp.312-314.	Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia HIIT-harjoittelun vaikutusta sykeväli-vaihteluun sepel-valtimotautipotilailla, joille oli tehty pallolaajennus. Vähäisen sykevälivaihtelun on todettu lisäävän sydäninfarktin todennäköisyyttä.	Tutkimuksessa verrattiin tuloksia HIIT-ryhmän ja kontrolliryhmän välillä. HIIT-ryhmällä havaittiin merkittävä sykeväli-vaihtelun kasvu intervention jälkeen. Muita havaintoja olivat VO ₂ max parantuminen ja keskimääräisen sykkeen mataluminen. Jo ryhmän aiemman tutkimuksen perusteella tiedetään HIIT-harjoittelun positiivinen vaikutus endoteelifunktioon.	N=40, 6 kuukautta	HIIT-harjoittelu aloitettiin 11+-4 päivää stentin laiton jälkeen. Harjoituksia tehtiin 3 kertaa viikossa. Lämmittely 10 minuuttia 60-70% maxHR, 4x4 minuutin HIIT-työjaksot 80-90% max HR, 3 minuutin lepojaksot 60-70% maxHR, 10 minuuttia vatsa- ja selkälihasliikkeitä ja 5 minuuttia venytelyä. Harjoitukset monitoroitiin sykemittareilla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
18	Long-Term Results of High-Intensity Exercise-Based Cardiac Rehabilitation in Revascularized Patients for Symptomatic Coronary Artery Disease.	Nilsson, B.B., Lunde, P., Grøgaard, H.K. & Holm, I., 2018. Long-term results of high-intensity exercise-based cardiac rehabilitation in revascularized patients for symptomatic coronary artery disease. The American journal of cardiology, 121(1), pp.21-26.	Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia HIIT-pohjaisen sydänkuntoutuksen vaikutusta VO ₂ maxiin pitkällä aikavälillä.	VO ₂ max parantui merkittävästi HIIT-kuntoutuksen aikana ja jatkoi kehittymistä tai pysyi samana 15 kuukauden seurannan aikana. Toiminnallista terveydentilaa ja elämänlaatua mitattiin COOP-WONCA-kyselyllä. Parannusta havaittiin alun vertailuarvosta lopun seurantaan asti.	N=133, 12 viikon HIIT-kuntoutus - The Norwegian Ulllevaal model - 15 kuukauden seuranta	HIIT-kuntoutusjakson aikana harjoiteltiin ohjatusta 2 kertaa viikossa ja sen lisäksi rohkaistiin osallistumaan kerran viikossa intervalliharjoitukseen ryhmässä tai tekemään oma harjoitus. Monitorointiin käytettiin sykemittaria. Ulllevaal-mallissa on kolme HIIT-työjaksoa, ensimmäinen 85 % maxHR ja kaksi viimeistä 95 % max HR. HIIT-työjakson kesto on 3-4 minuuttia. HIIT-työjaksojen välissä on kolme kevyempää jaksoa, joissa harjoitetaan liikkuvuutta, voimaa ja sydän- ja verenkiertoelimistöä kohtu-kuormitteisesti.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutki- musaika	Protokolla
19	A randomized trial comparing the effect of weight loss and exercise training on insulin sensitivity and glucose metabolism in coronary artery disease.	Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Jürs, A., Anholm, C., Fenger, M., Haugaard, S.B. & Prescott, E., 2015a. A randomized trial comparing the effect of weight loss and exercise training on insulin sensitivity and glucose metabolism in coronary artery disease. <i>Metabolism</i> , 64(10), pp.1298-1307.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla HIIT-harjoittelua yhdistettynä rajoitettuun painon pudotukseen ja merkittävän painon pudotuksen vaikutusta glukoosaineenvaihduntaan esidiabeettisilla seipelvaltimotautipotilailla.	Merkittävä painon pudotus vähäenergisellä dieetillä oli selvästi tehokkaampi parantamaan insuliiniherkkyttä HIIT-harjoitteluun verrattuna. The Cambridge Weight Plan antoi dieettinsä tutkijoiden käyttöön. Tutkimuksen tulokset vaikuttavat ristiriitaisilta mm. Kalliokosken tutkimuksiin verrattuna (Sjöros ym. 2018).	N=70, 12 viikkoa.	HIIT-harjoituksen kokonaiskesto oli 38 minuuttia. 10 minuutin lämmittely, HIIT-työjakso 1-4 minuuttia 85-90% maxHR yhteensä 16 minuuttia, lepojaksot 1-3 minuuttia 65-70% maxHR. Monitorointi sykemittareilla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
20	Weight loss is superior to exercise in improving the atherogenic lipid profile in a sedentary, overweight population with stable coronary artery disease: A randomized trial.	Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Anholm, C., Walzem, R.L., Fenger, M., Eugen-Olsen, J., Haugaard, S.B. & Prescott, E., 2016. Weight loss is superior to exercise in improving the atherogenic lipid profile in a sedentary, overweight population with stable coronary artery disease: a randomized trial. <i>Atherosclerosis</i> , 246, pp.221-228.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla HIIT-harjoittelua yhdistettynä rajoitettuun painon pudotukseen ja merkittävän painon pudotuksen vaikutusta aterogeeniseen lipidiprofiiliin ylipainoisilla sepelvaltimotautipotilailla.	Sekä matalaenerginen dieetti että HIIT-harjoittelu laskivat veren kokonaisrasvaa ja LDL lipoproteiinia. Matalaenerginen dieetti laski merkittävästi enemmän aterogeenisyyttä. Vaikutus matala-asteiseen tulehdukseen oli rajoitettu.	N=70, 12 viikkoa.	HIIT-harjoituksen kokonaiskesto oli 38 minuuttia. 10 minuutin lämmittely, HIIT-työjakso 1-4 minuuttia 85-90% maxHR yhteensä 16 minuuttia, lepojaksot 1-3 minuuttia 65-70% maxHR. Monitorointi sykemittareilla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
21	Effects of 1 year of exercise training versus combined exercise training and weight loss on body composition, low-grade inflammation and lipids in overweight patients with coronary artery disease: a randomized trial.	Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Anholm, C., Astrup, A., Eugen-Olsen, J., Fenger, M., Simonson, L., Walzem, R.L., Hugaard, S.B. & Prescott, E., 2019. Effects of 1 year of exercise training versus combined exercise training and weight loss on body composition, low-grade inflammation and lipids in overweight patients with coronary artery disease: a randomized trial. Cardiovascular diabetology, 18(1), p.127.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla ylipainoisilla, vähän liikkuvilla seipelvaltimotautipotilailla yhdistetyn painon pudotuksen ja HIIT-harjoittelun vaikutusta fyysisen kuntoon, vartalon koostumukseen, dyslipidemiaan ja matala-asteiseen tulehdukseen verrattuna pelkkään HIIT-harjoitteluun.	Yhdistelmäryhmä pudotti painoaan enemmän. Molemmilla ryhmillä havaittiin samanlaiset parannukset maksimaalisessa hapenotto-kyvyssä VO ₂ max, veren kokonaiskolesterolin, triglyseridien, non-HDL kolesterolin ja matala-asteisen tulehduksen laskussa. Yhdistelmäryhmässä lisäksi havaittiin lisäksi muutos kohti suurempia HDL-partikkeleita. HIIT-ryhmän terveystarkkeiden muutokset ovat merkittävät suhteellisen pieni painon pudotus huomioiden.	N=70, 12 viikkoa, seuranta 1 vuosi.	HIIT-harjoituksen kokonaiskesto oli 38 minuuttia. 10 minuutin lämmittely, HIIT-työjakso 1-4 minuuttia 85-90% maxHR yhteensä 16 minuuttia, lepojaksot 1-3 minuuttia 65-70% maxHR. Monitorointi sykemittareilla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
22	A randomised trial comparing weight loss with aerobic exercise in overweight individuals with coronary artery disease: The CUT-IT trial.	Pedersen, L.R., Olsen, R.H., Jürs, A., Astrup, A., Chabanova, E., Simonsen, L., Wisløff, U., Haugaard, S.B. & Prescott, E., 2015b. A randomised trial comparing weight loss with aerobic exercise in overweight individuals with coronary artery disease: The CUT-IT trial. European journal of preventive cardiology, 22(8), pp.1009-1017.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla HIIT-harjoittelun ja matalaenergisien dieetin vaikutusta sepelvaltimotautipotilailla fyysiseen kuntoon, vartalon koostumukseen, sydänsairauksien riskitekijöihin ja oireisiin.	Maksimaalinen hapenottokyky parantui vain HIIT-ryhmässä. Kokonaiskolesteroli, non-HDL-kolesteroli ja triglyseridit laskivat molemmissa ryhmissä. Verenpaine ja paino laskivat selvästi enemmän matalaenergisien dieetin ryhmässä.	N=70, 12 viikkoa.	HIIT-harjoituksen kokonaiskesto oli 38 minuuttia. 10 minuutin lämmittely, HIIT-työjakso 1-4 minuuttia 85-90% maxHR yhteensä 16 minuuttia, lepojaksot 1-3 minuuttia 65-70% maxHR. Monitorointi sykemittareilla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
23	Apolipoprotein B and angiotensin-converting enzyme polymorphisms and aerobic interval training: randomized controlled trial in coronary artery disease patients.	Tamburus, N.Y., Verlengia, R., Kunz, V.C., Cesar, M.C. & Silva, E., 2018. Apolipoprotein B and angiotensin-converting enzyme polymorphisms and aerobic interval training: randomized controlled trial in coronary artery disease patients. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 51(8).	Tutkimuksen tavoite oli selvittää tiettyjen perintötekijöiden vaikutusta HIIT-harjoittelun harjoitusvasteeseen sepelvaltimotautipotilailla ja/tai henkilöillä, joilla on sepelvaltimotaudin riskitekijöitä.	ACE geenin alleeli I läsnäolo liittyi lisääntyneeseen aerobiseen kapasiteettiin. Lipidiprofiilista riippuen, LDL-tasot kasvoivat 16 viikon jälkeen potilailla, joilla oli ApoB geenin polymorfismi -7673G4A. Johtopäätöksenä tutkijat totesivat tulosten osittain selittävän tutkittavien erilaisia tuloksia.	N=66, 16 viikkoa.	3 kertaa viikossa, harjoituksen kokonaiskesto 60 minuuttia, lämmittely 10 minuuttia, 5 minuuttia kohtuukuormitteisesti 80 % anaerobisesta kynnyksestä, 2 sarjaa:(5-10 minuuttia kohtuukuormitteisesti - tavoite 100 % anaerobinen kynnyks, 5 minuuttia 110 % anaerobisesta kynnyksestä), 5 minuuttia kohtuukuormitteisesti 70 % anaerobisesta kynnyksestä. 10 minuutin jäähdytely.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
24	Interval training based on ventilatory anaerobic threshold improves aerobic functional capacity and metabolic profile: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients.	Tamburus, N.Y., Kunz, V.C., Salviati, M.R., Castello Simoes, V., Catai, A.M. & Da Silva, E., 2016. Interval training based on ventilatory anaerobic threshold improves aerobic functional capacity and metabolic profile: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. Eur J Phys Rehabil Med, 52(1), pp.1-11.	Tutkimuksen tavoite oli selvittää anaerobisen kynnyksen käyttökelppoisuus HIIT-harjoittelun intensiteettiä ohjaavana tekijänä.	Anaerobiseen kynnykseen perustuva HIIT-harjoittelu paransi aerobista kapasiteettia ja glykemistä profiilia.	N=32 sepelvaltimotautipotilasta ja 32 tervettä, 16 viikkoa	3 kertaa viikossa, harjoituksen kokonaiskesto 60 minuuttia, lämmittely 10 minuuttia, 5 minuuttia kohtuukuormitteisesti 80 % anaerobisesta kynnyksestä, 2 sarjaa:(5-10 minuuttia kohtuukuormitteisesti - tavoite 100 % anaerobinen kynnyks, 5 minuuttia 110 % anaerobisesta kynnyksestä), 5 minuuttia kohtuukuormitteisesti 70 % anaerobisesta kynnyksestä. 10 minuutin jäähdytely.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
25	The impact of high-intensity interval training on ventricular remodeling in patients with a recent acute myocardial infarction—A randomized training intervention pilot study.	Trachsel, L.D., David, L.P., Gayda, M., Henri, C., Hayami, D., Thorin-Trescases, N., Thorin, E., Blain, M.A., Cossette, M., Lalonde, J. & Juneau, M., 2019. The impact of high-intensity interval training on ventricular remodeling in patients with a recent acute myocardial infarction—A randomized training intervention pilot study. <i>Clinical cardiology</i> , 42(12), pp.1222-1231.	Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia HIIT-harjoittelun vaikutusta kammion uudelleenmuotoutumiseen muotoutumiseen potilailla, joilla on ollut sydäninfarkti. Vertailuryhmänä oli ryhmä, joka sai tavallista hoitoa. Yksi mitattava parametri on hapenottokyvyn tehokkuuden käyrä (OUES). OUES saadaan submaksimaalisesta suoritusdatasta ja sitä pidetään lupaavana ja suhteellisen tarkkana arviona aerobisesta suorituskyvystä (Tordi ym. 2010).	VO ₂ max ja OUES paraniivat vain HIIT-ryhmässä. Molemmissa ryhmissä havaittiin merkittävä parannus työtehossa. Happipulssi ja hapenotto-kyky aerobisella kynnyksellä paraniivat vain HIIT-ryhmässä. HIIT-harjoittelu tuotti positiivista kammion uudelleenmuotoutumista infarktipotilaille.	N=19, 12 viikkoa.	5 minuuttia lämmittely 30 % maxteho, 2-3 sarjaa 6-8 minuuttia, sarjoissa 15-30 sekuntia HIIT-työjakso 100 % maxteho, 15-30 sekuntia lepojakso - täydellä levolla. Sarjojen välillä oli palautusjakso 5 minuuttia 30 % maxteho. HIIT-harjoituksen jälkeen tehtiin 20 minuutin kiertoharjoittelu vastuskuminauhoilla ja vappaila painoilla.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
26	High-intensity interval training is not superior to other forms of endurance training during cardiac rehabilitation.	Tschentscher, M., Eichinger, J., Egger, A., Droese, S., Schönfelder, M. & Niebauer, J., 2016. High-intensity interval training is not superior to other forms of endurance training during cardiac rehabilitation. European journal of preventive cardiology, 23(1), pp.14-20.	Tutkimuksen tavoite oli selvittää eri harjoitusprotokollien tehokkuus sepelvaltimotautipotilaiden kuntoutuksessa. Vertailtavana olivat HIIT-harjoittelu, kohtuukuormitteinen harjoittelu ja pyramidi-tyyppinen HIIT-harjoittelu -hieman Ullevalmallin tyyppinen konsepti.	Tutkimuksessa mitattiin poikkeuksellisesti polkupyöräergometrialla tuotettua maksimitehoa maksimaalisen hapenottokyvyn sijaan. Tutkimuksessa eri harjoitusmuotojen keskimääräinen intensiteetti oli hyvin lähellä toisiaan ja tuloksena maksimiteho parantui lähes yhtä paljon kaikissa kolmessa protokollassa.	N=60, 6 viikkoa.	HIIT-protokolla oli tyyppillinen 4x4 minuuttia 85-95% maxHR. Kohtuukuormitteisen-protokolla oli 33 minuuttia 65-85% maxHR ja pyramidi oli 3x8 minuuttia 65-95% maxHR.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
27	Effects of high-intensity interval versus continuous exercise training on post-exercise heart rate recovery in coronary heart-disease patients.	Ville-labeitia-Jauregui-zar, K., Vicente-Campos, D., Senen, A.B., Jimenez, V.H., Garrido-Lestache, M.E.B. & Chicharro, J.L., 2017. Effects of high-intensity interval versus continuous exercise training on post-exercise heart rate recovery in coronary heart-disease patients. International journal of cardiology, 244, pp.17-23.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla kohtuukoritteisen harjoittelun ja HIIT-harjoittelun vaikutusta maksimaaliseen hapenottokykyyn VO ₂ max ja sykkeen tasaantumiseen sepelvaltimotautipotilailla.	HIIT-harjoittelu paransi maksimaalista hapenottokykyä ja nopeutti sykkeen tasaantumista vertailuryhmää enemmän.	N=83, 8 viikkoa.	Harjoitus tehtiin 3 kertaa viikossa. Ensimmäisen kuukauden aikana 15-30 kpl 20 sekunnin HIIT-työjakso 50 % maxteho, 40 sekunnin lepojakso 10 % maxteho. Toisen kuukauden alussa mitattiin uusi maxteho ja tehtiin sama HIIT-harjoitus kuin ensimmäisen kuukauden aikana, mutta aina 30 kpl HIIT-työjaksoja.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
28	Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: A randomized clinical trial.	Ville-labeitia-Jauregui-zar, K., Vicente-Campos, D., Senen, A.B., Jimenez, V.H., Bautista, L.R., Garrido-Lestache, M.E.B. & Chicharro, J.L., 2019. Mechanical efficiency of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients: A randomized clinical trial. <i>Cardiology journal</i> , 26(2), pp.130-137.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla kohtuukuoritteisen harjoittelun ja HIIT-harjoittelun vaikutusta mekaaniseen hyötysuhteeseen tasaantumiseen sepelvaltimotautipotilailla.	Molemmat protokollat paransivat maksimaalista hapenotto-kykyä. Mekaaninen hyötysuhde maksimisykkeellä ja anaerobisella kynnyksellä parani myös molemmilla protokollilla. Muutokset olivat suurempia HIIT-harjoittelun vaikutuksesta.	N=110, 8 viikkoa.	Harjoitus tehtiin 3 kertaa viikossa. Ensimmäisen kuukauden aikana 15-30 kpl 20 sekunnin HIIT-työjakso 50 % maxteho, 40 sekunnin lepojakso 10 % maxteho. Toisen kuukauden alussa mitattiin uusi maxteho ja tehtiin sama HIIT-harjoitus kuin ensimmäisen kuukauden aikana, mutta aina 30 kpl HIIT-työjaksoja.

	Aihe	Viite	Tavoite	Tulokset	Aineisto ja tutkimusaika	Protokolla
29	Heart rate recovery and heart rate variability are unchanged in patients with coronary artery disease following 12 weeks of high-intensity interval and moderate-intensity endurance exercise training.	Currie, K.D., Rosen, L.M., Millar, P.J., McKelvie, R.S. & MacDonald, M.J., 2013b. Heart rate recovery and heart rate variability are unchanged in patients with coronary artery disease following 12 weeks of high-intensity interval and moderate-intensity endurance exercise training. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 38(6), pp.644-650.	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla kohtuukoritteisen ja HIIT-harjoituksen vaikutusta sykkeen palautumiseen ja sykevälivaihteluun sepevaltimotautipotilailla.	Tutkimuksessa ei havaittu muutoksia kummankaan protokollan tuloksena. Tutkijat epäilivät, että tähän saattoi vaikuttaa tutkittavien lääkitys ja hyvä lähtötaso. Tätä saattaa selittää se, että tutkimus aloitettiin myöhään verrattuna normaaliin sydänkuntoutukseen.	N=14, 12 viikkoa.	2 harjoitusta viikossa, lämmittely 10-15 minuuttia, 10 kpl HIIT-työjakso 1 minuutti 88 % maxteho, 1 minuutin lepojakso 10 % maxteho, 10-15 minuutin jäähdytely. HIIT-työjakson intensiteettiä kasvatettiin vastaamaan parantunutta maxtehoa.