

Eljas Lehtinen

KIRJALLISUUSKATSAUS KORKEATEHOISEN INTERVALLIHARJOITTELUN  
TERVEYSVAIKUTUKSISTA

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Syyslukukausi 2025

Eljas Lehtinen

KIRJALLISUUSKATSAUS KORKEATEHOISEN INTERVALLIHARJOITTELUN  
TERVEYSVAIKUTUKSISTA

Kliininen laitos, yleislääketiede

Syyslukukausi 2025

Vastuhenkilö: yleislääketieteen professori Päivi Korhonen

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO  
Lääketieteellinen tiedekunta

LEHTINEN, ELJAS: Kirjallisuuskatsaus korkeatehoisen intervalliharjoittelun  
terveysvaikutuksista

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 29 s.  
Kliininen laitos, yleislääketiede  
Syyslukukausi 2025

Opinnäytetyön aiheena on korkeatehoisen intervalliharjoittelun eli HIITin (high-intensity interval training) vaikutukset yksilön terveyteen. Tavoitteena on myös selvittää, kuinka tämä vertautuu muihin liikuntamuotoihin. HIIT on ollut tärkeä osa kilpaurheilijoiden harjoituksia jo pitkään, mutta viime vuosina aihe on herättänyt kiinnostusta myös tavallisten kuntoilijoiden parissa. Kiinnostuksen lisääntymistä on seurannut lukuisa määrä tieteellisiä julkaisuja, joita tässä työssä on tarkoitus koostaa yhteen.

Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin PubMed-tietokannasta löydettyjä julkaisuja. Kohdennettujen hakulausekkeiden perusteella mukaan päätyivät meta-analyysit, jotka olivat saatavilla yliopiston järjestelmien kautta. Lisäksi työssä tarkasteltiin muutamia erilaisia HIIT-harjoitusohjelmia, jotta lukijalle hahmottuisi parempi kuva, mistä harjoitusmenetelmässä on käytännössä kyse. Lisäksi mukana on lyhyesti Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) julkaisemat aikuisten yleiset liikuntasuosituksot ja niiden suhtautuminen HIITiin.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella HIITillä on lukuisia positiivisia terveysvaikutuksia. Muun muassa sydämen, keuhkojen ja verenkiertoelimistön tilaa kuvaavien mittareiden nähdään parantuvan seurantatutkimuksissa. Useimmilla osa-alueilla parannukset vertautuvat muihin tutkittuihin liikuntamuotoihin. Kuitenkin maksimaalisen hapenottokyvyn (VO<sub>2</sub>max) kehittämisen kohdalla tutkimustietoa on kertynyt runsaasti ja tämän perusteella HIITin voidaan todeta kasvattavan VO<sub>2</sub>max-arvoa tehokkaammin kuin keskitehoinen yhtäjaksoinen harjoittelu. Muita vaikutuksia tarkasteltaessa ei kuitenkaan kuvaudu yhtä selvää etua HIITin hyväksi, vaan se näyttää olevan pääsääntöisesti yhtä hyvä kuin muut vastaavan kuormituksen liikuntamuodot. Tässä kohtaa voidaan todeta, että HIIT on erinomainen hyötyliikunnan muoto jokaiselle, joka sitä pystyy turvallisesti harjoittamaan. HIITin hyödyntäminen lääketieteessä potilaiden hoidon ja kuntoutuksen tukena on mielenkiintoinen kysymys, joka tarvitsee vielä lisätutkimusta.

Avainsanat: HIIT, intervalliharjoittelu, harjoitusohjelmat

1. JOHDANTO .....	1
2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS .....	1
3. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	2
4. KIRJALLISUUSKATSAUS .....	3
4.1 Mitä on HIIT?.....	3
4.2 HIITin terveysvaikutukset.....	4
4.2.1 Hengityselimistö.....	4
4.2.2 Sydän ja verisuonisto.....	5
4.2.3 Sokeriaineenvaihdunta.....	7
4.2.4 Rasva-aineenvaihdunta.....	8
4.2.5 Painonhallinta .....	10
4.2.6 Lihaksisto.....	12
4.2.7 Mielenterveys .....	13
4.2.8 Kognitio .....	14
4.2.9 Riskit.....	14
4.3 Esimerkkejä HIIT-harjoitteluohjelmista.....	15
4.3.1 Tutkimuksissa käytettyjä harjoitteluohjelmia .....	15
4.3.2 Juoksuharjoittelu.....	16
4.3.3 Kehonpainoharjoittelu .....	17
4.4 Yleiset liikuntasuositukset aikuisille .....	17
5. POHDINTA .....	18
LÄHTEET.....	22

## 1. JOHDANTO

Korkeatehoinen intervalliharjoittelu eli HIIT (high-intensity interval training) on liikuntamuoto, jossa yhdistelemällä vaihtelevalla tehokkuudella suoritettuja aktiviteetteja elimistöä kuormitetaan voimakkaasti. Käytännössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi 30 sekunnin lähes täydellä vauhdilla juoksemista, jonka jälkeen vauhti lasketaan kevyeksi hölköttelyksi minuutiksi. Tätä sykliä toistetaan, kunnes harjoitus on kestänyt esimerkiksi 20 minuuttia. HIIT ei ole pelkästään juoksemista, vaan sitä voi harjoittaa useilla muillakin tavoilla, kuten pyöräilemällä tai lihaskuntoliikkeitä suorittamalla. Kaikkia HIITin harjoitusmuotoja yhdistävä tekijä onkin kova teho ja intervallit eli tehon toistuva vaihtelu, mutta muut asiat, kuten liikuntalaji ja intervallien kestot vaihtelevat huomattavasti eri ohjelmien välillä. (Coates ym. 2023, HIIT, Harvardin yliopisto, harvard.edu.)

HIIT on vuosikymmenten ajan ollut kilpaurheilijoiden käytössä, mutta viime vuosien aikana sen suosio myös kuntoilijoiden keskuudessa on lisääntynyt räjähdysnomaisesti. Tämä suosio on lisännyt kiinnostusta aiheesta kohtaan myös tieteessä. Viime vuosina onkin julkaistu lukuisia uusia tutkimuksia ja meta-analyyseja.

Säännöllisellä liikunnalla on todettu olevan useita terveyden kannalta positiivisia vaikutuksia, kuten painon lasku, verenpaineen aleneminen, parempi unenlaatu ja TULES-vaivojen helpottuminen. Tässä tutkielmassa tarkastellaan, mitä terveysvaikutuksia HIIT-harjoittelulla on todettu.

## 2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on saada kattava käsitys korkeatehoiden intervalliharjoittelun terveysvaikutuksista. Aiheesta on viime vuosina julkaistu runsaasti laadukkaita tieteellisiä artikkeleita. Tässä työssä pyritään selvittämään HIITin vaikutukset sydämeen, verisuonistoon, keuhkoihin, sokeri- ja rasva-aineenvaihduntaan, lihasvoimaan ja -kestävyyteen, hapenottokykyyn, psyykkiseen hyvinvointiin, sekä edellä mainittuihin liittyviin sairauksiin ja tiloihin. Tavoitteena on myös selvittää, kuinka HIIT vertautuu muihin liikuntamuotoihin, kuten tasaisella teholla suoritettavaan MICT-harjoitteluun. Lisäksi

arvioidaan, kuinka HIITin periaatteet suhtautuvat kansallisiin liikuntasuosituksiin, ja mikä on sen mahdollinen rooli terveyden edistämisessä.

### 3. AINEISTO JA MENETELMÄT

Kirjallisuuskatsauksen aineisto haettiin PubMed-tietokannasta. Hakulauseketta muodostaessa pyrittiin ottamaan huomioon laajasti eri vaikutuksia, joita liikunnalla yleisesti tiedetään olevan. Hakulauseke kuvataan kappaleen lopussa. Haun perusteella kirjallisuuskatsaukseen valikoitui meta-analyysit, jotka olivat vapaasti saatavilla tai joihin Turun yliopistolla on lisenssin kautta pääsyoikeus. Tuloksia haulle muodostui 278. Joukosta karsittiin artikkelit, jotka eivät käsitelleet tarkastelun kohteina olleita aiheita sekä ne, joihin ei ollut pääsyä ilman erillistä maksua. Lopulta 58 julkaisua sisällytettiin tähän katsaukseen.

Kirjallisuuskatsauksen hakulauseke:

("HIIT" OR "high-intensity interval training" OR "interval training")

AND

("meta-analysis" OR "systematic review")

AND

("respiratory function" OR "VO2max" OR "cardiovascular health" OR "heart function" OR "vascular" OR "fat" OR "cholesterol" OR "insulin sensitivity" OR "glucose" OR "weight loss" OR "body composition" OR "weight management" OR "strength" OR "muscle" OR "mental health" OR "anxiety" OR "depression" OR "psychological well-being" OR "cognitive function" OR "cognitive performance" OR "adverse effects" OR "injuries" OR "safety" OR "risks")

## 4. KIRJALLISUUSKATSAUS

### 4.1 Mitä on HIIT?

Korkeatehoinen intervalliharjoittelu tunnetaan Suomessa paremmin sen englanninkielisestä lyhenteestä HIIT, joka tulee sanoista ”high-intensity interval training”. Kyseessä on liikunnan harjoittamisen muoto, jossa suoritetaan useita lyhyitä harjoitejaksoja erittäin suurella, lähes maksimaalisella teholla. Korkeatehoisten jaksosten välissä pidetään taukoja, jolloin suorituksen tehoa lasketaan paljon edeltävää kevyemmäksi tai täysin levätään. Tunnusomaista harjoituksille on korkeatehoisen ja matalatehoisen vaiheen vuorottelu. Tällöin lihakset sekä verenkierto- ja hengityselimistö kuormittuvat poikkeavalla tavalla. (Coates ym. 2023, HIIT, Harvardin yliopisto, harvard.edu.)

HIITin periaatteita voidaan soveltaa useissa eri liikuntamuodoissa. Sitä käytetään esimerkiksi aerobisessa liikunnassa, kuten juoksussa, hiihdossa ja pyöräilyssä. Viime vuosina kuntoliikkujien keskuudessa on noussut suosioon kehonpainolla tai lisävälineillä, kuten hyppynarun, käsipainojen tai kuminauhojen avulla suoritettavat HIIT-harjoitteet. Tyypillisiä liikkeitä näissä ovat erilaiset hyppyt, punnerrukset, vatsalihasrutistukset ja kyykyt. HIIT ei siis todellakaan ole yksi tietty harjoitteluohjelma. Kaikille ohjelmille tyypillistä on kuitenkin kovan ja matalan intensiteetin välinen vaihtelu. Tyypillinen HIIT-harjoitus kestää noin 5–30 minuuttia. HIIT on kasvattanut suosiotaan muun muassa siksi, että sitä voidaan harjoittaa joustavasti eri paikoissa, se ei vaadi paljoa välineitä ja sitä on helppo soveltaa omien mieltymysten mukaan. Harjoitteita on useille eri kuntotasoille sopivia, ja niiden kova intensiteetti mahdollistaa tehokkaat harjoitukset lyhyessä ajassa. Erityisesti ajan tehokasta hyödyntämistä arvostetaan. (Coates ym. 2023, HIIT, Harvardin yliopisto, harvard.edu.)

HIIT ei kuitenkaan ole uusi idea, vaan huipputasen urheilijat ovat hyödyntäneet sitä jo vuosikymmeniä. Viimeisen kymmenen vuoden aikana harjoittelutapa on kuitenkin noussut esiin useasti erilaisissa medioissa. Tämä on ollut osaltaan lisäämässä harjoittelutavan suosiota myös muiden kuin kilpaurheilijoiden keskuudessa. (Coates ym. 2023, HIIT, Harvardin yliopisto, harvard.edu.)

Tutkimuksissa HIITiä on usein verrattu kohtalaisen suurella ja tasaisella teholla suoritettavaan MICT-harjoitteluun (moderate intensity continuous training). Siinä harjoittelukerrat ovat

kestoltaan noin 30–60 minuuttia ja syketaso on suunnilleen 70 % maksimisykkeestä. Esimerkiksi pyöräillen tai juosten suoritettavat lenkit ovat tapoja harjoitella MICT-periaatteen mukaisesti. (Cao ym. 2021.)

## 4.2 HIITin terveysvaikutukset

Seuraavissa luvuissa käydään kattavasti läpi korkeatehoisen intervalliharjoittelun vaikutuksia eri elinjärjestelmiin. Lisäksi perehdytään sen muihin etuihin ja haittoihin.

### 4.2.1 Hengityselimistö

Maksimaalinen hapenottokyky eli  $VO_2\max$  on hengitys- ja verenkiertoelimistön hapenkuljetuskykyä kuvaava suure, jonka yksikkönä käytetään yleensä joko mL/kg/min tai L/min. Sen arvioimiseen voidaan käyttää erilaisia kuntotestejä, kuten Cooperin 12 minuutin juoksumatkaa ja siihen suunniteltua laskukaavaa. Luotettavin tulos saadaan kuitenkin hengityskaasuanalysaattorin avulla suoritettavassa rasiustestissä, jossa poljetaan kuntopyörää tai juostaan juoksumatalla jatkuvasti nousevalla intensiteetillä, kunnes saavutetaan maksimaalisen hapenottokyvyn taso (Bandyopadhyay ym. 2014). Suurempi  $VO_2\max$  on yhteydessä kykyyn harjoittaa aerobista liikuntaa pidempään ja suuremmalla teholla. Siihen vaikuttaa mm. perimä, ikä, sukupuoli ja oma fyysinen aktiivisuus. Omaa maksimaalista hapenottokykyä voi kehittää säännöllisellä liikunnalla.

HIIT ja MICT vaikuttavat molemmat olevan tehokkaita harjoituskeinoja maksimaalisen hapenottokyvyn kehittämisessä. Milanovićin ym. (2015) vertasivat meta-analyyssissään HIIT- ja MICT-harjoitusohjelmia noudattaneita ryhmiä keskenään. Tutkimuksessa todetaan, että 18–45-vuotiailla miehillä kummassakin ryhmässä ilmenee huomattavia parannuksia  $VO_2\max$ -arvoissa, kun ryhmien verrokkeina toimineille ei ohjeistettu mitään lisäharjoittelua. HIIT-ohjelmia seuranneilla koehenkilöillä kehitys oli kuitenkin keskimäärin 1,2 mL/kg/min (95 % CI: 0,3; 2,1 mL/kg/min) suurempaa kuin tasaisen tehon (MICT) ryhmässä.

Wu ym. (2021) tarkastelivat HIITin vaikutusta yli 60-vuotiailla koehenkilöillä. Meta-analyyssissä todettiin, että HIIT-harjoitusryhmien ja kontrolliryhmien WMD (weighted mean

difference) eli painotettu keskimääräinen ero oli 2,28 (95 % CI: 1,61; 2,96) ja yhtäjaksoiseen keskitehoiseen harjoitteluun (MICT) verrattuna ero oli 1,74 WMD (95 % CI: 0,80; 2,69) HIITin eduksi (Wu ym. 2021). Bouaziz ym. (2020) tekemässä meta-analyysissä verrattiin HIIT- ja kestävyyskuntoryhmiä (endurance training, ET) keskenään yli 65-vuotiaiden koehenkilöiden avulla. Tässä tutkimuksessa HIITin todettiin parantavan maksimaalista hapenottokykyä 3,76 mL/kg/min (95 % CI: 2,96; 4,56) enemmän kuin ET-ryhmä keskimäärin (Bouaziz ym. 2020). Vastaavanlaisia tuloksia saatiin myös, kun toisessa meta-analyysissä tarkasteltiin 6–17-vuotiaita ylipainoisia ja lihavia nuoria, jotka noudattivat joko HIIT- tai MICT-harjoitusohjelmaa tutkimusjakson aikana (García-Hermoso ym. 2016).

Tyypin 2 diabetesta sairastavilla (keski-ikä 57 vuotta) tutkimusjaksojen aikana HIIT-ryhmässä VO<sub>2</sub>max-arvo suureni keskimäärin 1,9 mL/kg/min (95 % CI: 0,81; 2,98) enemmän kuin MICT-ryhmässä (De Mello ym. 2022). Myös sepelvaltimotautia sairastavilla todettiin 1,5 mL/kg/min (95 % CI: 0,48; 2,53) suurempi parannus maksimaalisessa hapenottokyvyssä kuin MICTin avulla (Li ym. 2023). Näiden lisäksi Yue ym. (2022) totesivat, että HIIT vaikuttaa olevan tehokkaampaa kardiorespiratorisen kunnan kehittämiseen kuin MICT, kun he tarkastelivat tutkimuksessansa 949:ää sepelvaltimotautikohtauksesta selviytynyttä potilasta, joiden kuntoutuksessa hyödynnettiin jompaakumpaa harjoittelutapaa. Siddiqi ym. (2023) totesivat, että myös sydämen diastolisessa vajaatoiminnassa (HFpEF) nähdään suurempi VO<sub>2</sub>max-arvon kasvu HIITin kuin MICTin seurauksena. Harjoitteluryhmien välillä ei havaittu merkitsevää eroa hengityskaasujen vaihtosuhteessa (respiratory exchange ratio, RER) tai ventilaation tehokkuudessa (VE/CO<sub>2</sub>-slope) (Siddiqi ym. 2023). Sydänsiirtopotilailla HIIT-harjoittelu johti suurempaan parannukseen kuin MICT VO<sub>2</sub>max:n lisäksi myös maksimisykkeessä sekä lepo- ja maksimisykkeen erotuksessa. Kirjoittajat toteavat, että näiden tulosten vahvistamiseksi pitäisi tehdä enemmän tutkimuksia, joissa energiankulutusta hallitaan tarkemmin. (Conceição ym. 2021.)

#### 4.2.2 Sydän ja verisuonisto

Liikunnalla tiedetään olevan positiivisia terveysvaikutuksia sydämeen ja verisuonistoon. Vastaavia vaikutuksia on oletettu olevan myös HIITillä. Batacan Jr ym. meta-analyysissä, joka sisälsi 65 interventiotutkimusta, todettiin vähintään 12 viikon HIIT-harjoittelujakson jälkeen diastolisessa verenpaineessa -0,38 SMD (95 % CI: -0,65; -0,10) ja systolisessa verenpaineessa

-0,35 SMD (95 % CI: -0,60; -0,09) lasku, kun tarkasteltiin ylipainoisia ja lihavia aikuisia. Kyseisessä ryhmässä havaittiin myös leposykkeeseen laskevan keskimäärin -0,33 SMD (95 % CI: -0,56; -0,09). SMD eli standardized mean difference kuvaa muutoksen suhteellista suuruutta ja sitä tulkitaan niin, että alle 0,2 muutos on vähäinen ja yli 0,8 muutos suuri. Normaali-painoisessa populaatiossa puolestaan ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta verenpaineessa tai leposykkeessä. (Batacan Jr ym. 2017). García-Hermoso ym. (2016) totesivat 6–17-vuotiailla ylipainoisilla lapsilla HIITin laskevan systolista verenpainetta enemmän kuin muut tutkitut liikuntamuodot. Tutkittaessa yli 60-vuotiaita henkilöitä HIIT-harjoitusohjelmaa noudattavalla ryhmällä todettiin systolisessa verenpaineessa -7,36 mmHg (95 % CI: -11,80; -2,92) ja diastolisessa verenpaineessa -5,48 mmHg (95 % CI: 8,71; -2,25) lasku kontrolliryhmään verrattuna, mutta heilläkään MICT-interventioryhmään verrattuna HIIT ei tuottanut tilastollisesti merkitseviä eroja verenpaineessa Carpes'n ym. (2022) meta-analyysissä.

Oliveiran ym. (2023) meta-analyysissä tutkittiin perusterkeitä henkilöitä. Heillä HIIT laski sekä sentraalista että perifeeristä systolista verenpainetta enemmän kuin MICT, mutta diastolisessa verenpaineissa ei havaittu eroavaisuutta näiden harjoittelumuotojen välillä. Kirjoittajat esittävätkin, että HIIT voisi näiden löydösten perusteella olla muiden hoitojen rinnalla mahdollinen lisäkeino verenpainetaudin hoidossa, koska koholla olevan sentraalisen verenpaineen tiedetään olevan yhteydessä verenpainetaudin aiheuttamiin elinvaurioihin (Oliveira ym. 2023). Sen lisäksi Wayn ym. (2019) tutkimuksessa HIITin todettiin alentavan yöaikaista diastolista verenpainetta enemmän kuin MICT. Heidänkään analyysissään ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa päivällä mitatussa diastolisen verenpaineen arvoissa. Myöskään suurien valtimoiden jäykkyyttä kuvaavassa pulssiaallonopeudessa ei todettu eroa näiden kahden eri harjoittelumuodon välillä (Way ym. 2019).

Verenpainetautia sairastavilla henkilöillä sekä HIITin että MICTin todettiin laskevan sekä diastolista että systolista verenpainetta kontrolliryhmään verrattuna. HIIT-ryhmän verenpaineiden lasku kontrolliryhmään verrattuna oli systolisessa 4,7 mmHg (95 % CI -7,7; -1,8) ja diastolisessa 3,4 mmHg (95 % CI -5,8; -1,0). HIITin todettiin laskevan diastolista verenpainetta vähän enemmän kuin MICT, mutta systolisen verenpaineen kohdalla ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. (Leal ym. 2020.)

Kattavassa 902 sepelvaltimotautipotilasta käsittelevässä meta-analyysissä ei havaittu eroa HIIT- ja MICT-ryhmien välillä systolisen tai diastolisen verenpaine- arvojen muutoksessa, eikä myöskään maksimi- tai leposykkeessä. Kirjoittajat toteavat kuitenkin, että laajempia ja

pidempiaikaisia lisätutkimuksia tarvitaan vielä näiden tulosten vahvistamiseksi. (Li ym. 2023). Myöskään pallolaajennetuilla sepelvaltimotautipotilailla HIITin ei havaittu vaikuttavan sykkeeseen MICTistä poikkeavalla tavalla. Kyseisellä ryhmällä todettiin kuitenkin vasemman kammion ejektiofraktion kasvaneen tutkimusjakson aikana (SMD 0,38; 95 % CI: 0,03; 0,73). (Zhang ym. 2021.)

#### 4.2.3 Sokeriaineenvaihdunta

Liikunnan tiedetään vaikuttavan positiivisesti sokeriaineenvaihduntaan, joten vastaavia löydöksiä on odotettu myös HIITiltä. Serrablo-Torrejon ym. (2020) meta-analyysin aineisto pohjautui metabolista oireyhtymää (MBO) sairastaviin aikuisiin, joista osa satunnaistettiin HIIT-interventoryhmään ja osa toimi kontrolleina. Meta-analyysiin sisällytetyissä tutkimuksissa seuranta-aika oli 3–24 viikkoa. HIIT-ryhmässä todettiin 0,11 mmol/L (95 % CI: -0,16; -0,06) lasku paastoverensokerissa. Tutkimuksessa arvioidaan, että tämän taustalla voisi olla lisääntynyt lihassmassa ja glukoosin varastoituminen lihaksiin sekä insuliinireseptorien määrän kasvu. HIIT aktivoi myös enemmän nopeita tyypin II lihassäikeitä. Kirjoittajat toteavat tämän lisäävän insuliinisensitiivisyyttä. (Serrablo-Torrejo ym. 2020). Jolleyman ym. (2015) arvioivat, että HIIT vaikuttaa olevan tehokas keino parantaa sokeriaineenvaihduntaa etenkin, jos yksilöllä on tyypin 2 diabetekselle altistavia riskitekijöitä. Näillä henkilöillä nähtiin keskimäärin 0,92 mmol/L (95 % CI: -1,22; -0,62) lasku paastoverensokerissa intervention jälkeen. Tutkimusten kestot vaihtelivat 2–16 viikkoon. Pitkäaikaissokerissa (HbA1c) havaittiin 2,1 mmol/mol lasku (95 % CI: -3,9; -0,3). (Jolleyman ym. 2015)

Mateo-Gallegon ym. (2022) meta-analyysissä verrattiin HIITin vaikutuksia tyypin 2 diabeetikoilla kontrolliryhmään, jotka eivät saaneet liikuntaohjeita. Interventoryhmässä havaittiin tilastollisesti merkitsevä lasku paastoverensokerissa (-0,74 mmol/L; 95 % CI: -1,1; -0,38), pitkäaikaissokerissa (-3,7 mmol/mol; 95 % CI: -5,7; -1,8), insuliinissa (-2,27 UI/L; 95 % CI: -3,78; -0,75) sekä insuliiniresistenssiä kuvaavassa HOMA-IR-arvossa (homeostatic model assesment for insulin resistance) (-0,88; 95 % CI: -1,49; -0,26). Samassa tutkimuksessa HIIT-ryhmää verrattiin myös MICT-ohjelmaa noudattaneisiin, mutta näiden ryhmien välillä ei todettu tilastollisesti merkitseviä eroavaisuuksia sokeriaineenvaihdunnassa. (Mateo-Gallego ym. 2022). Myös Liu ym. (2019) tarkastelivat samaa kysymystä. Heidän analyysissään tyypin 2 diabeetikoilla HIITin todetaan laskevan pitkäaikaissokeria enemmän kuin MICT (-4,0

mmol/mol (95 % CI -6,0; -2,1)). Paastoverensokeri- ja HOMA-IR-arvoissa ei ollut eroa kyseisten ryhmien välillä. (Liu ym. 2019). Myös Lora-Pozo ym. (2019) päätyivät tulokseen, että MICTin ja HIITin välillä ei ilmene tilastollisesti merkitsevää eroa (SMD -0,93; 95 % CI: -2,14; 0,29). HIIT kuitenkin laskee HbA1c-arvoa tehokkaammin kuin yhtäjaksoinen matalatehoinen liikunta (LICT) (SMD -1,58; 95 %CI: -1,84; -1,33) tyypin 2 diabetesta sairastavien kohortissa.

Khalafin ym. (2022) analyysissa HIIT-harjoittelun todetaan vähentävän ruokailun jälkeistä glukoosi- ja insuliinivastetta (postprandial glucose (PPG) and insulin (PPI) responses) koko populaatiossa. MBO:ta sairastavilla tämä vaikutus oli kuitenkin muita suurempi. MICT- ja HIIT-ryhmiä vertailtaessa PPG:n tai PPI:n muutoksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Kuitenkin yhtä suurilla harjoitusmäärillä HIITin todettiin alentavan PPG:tä enemmän kuin MICT. (Khalafi ym. 2022). Santosin ym. 2021 analyysissa tarkasteltiin HIITin vaikutuksia metabolisiin muuttujiin naisilla, joilla oli todettu munasarjojen monirakkulaoireyhtymä (PCOS). Heillä todetaan insuliiniresistenssin paranemista (MD -0,57; 95 % CI: -0,98; -0,16) 10–16 viikon HIIT-harjoittelujakson jälkeen, kun verrokkeina toimivat henkilöt, jotka eivät saaneet erityistä liikuntaohjeistusta (Santos ym. 2021).

#### 4.2.4 Rasva-aineenvaihdunta

Useimmat meta-analyysit näyttävät, että perusterveessä populaatiossa HIIT- ja MICT-ohjelmat johtavat samanlaisiin muutoksiin kokonais-, HDL- (high-density lipoprotein) ja LDL- (low-density lipoprotein) kolesteroleissa sekä triglyseridissä, eikä suuria eroja ole ilmennyt näiden kahden harjoittelutyylin välillä (Wood ym. 2019, Maturana ym. 2021). Myöskään tyypin 2 diabetesta tai esidiabetesta sairastavilla ei todeta eroa HIITin ja MICTin välillä Nardin ym. (2018) analyysissä.

Verrattuna kontrolliryhmään, jolle ei ohjeistettu erityistä harjoittelua HIITin todettiin lasekevan metabolista oireyhtymää tai tyypin 2 diabetesta sairastavan kokonaiskolesterolia keskimäärin 0,23 mmol/L (-0,33; -0,13) ja LDL-kolesterolia 0,21 mmol/L (-0,33; -0,13) (Al-Mhanna ym. 2025.) HDL-kolesterolin todettiin nousevan 0,12 mmol/L (0,04; 0,20) ja triglyseridien laskevan 0,34 mmol/L (-0,41; -0,27) (Poon ym. 2024.)

Vähintään neljä viikkoa kestäneissä harjoittelujaksoissa HIIT osoittautuu hieman tehokkaammaksi (MD 0,03; 95 %CI: 0,01; 0,05) harjoittelumuodoksi MICTiin verrattuna, kun tarkasteltiin rasvahappojen hapettumista. Vaikutus korostuu, mitä pidempiä jaksoja harjoitteluohjelmaa on seurattu. Myös koehenkilöiden ylipaino ennustaa suurempaa vastetta. Kirjoittajat arvioivat, että vaikutus rasvahappojen hapettumiseen voi vaikuttaa pieneltä, mutta kuitenkin kokonaiskuvassa sillä voi olla merkitystä terveyden parantamiseen ja ylipainon hallintaan. (Atakan ym. 2022.)

Ylipainoisilla ja/tai alkoholiin liittymätöntä rasvamaksatautia (NAFLD) sairastavilla aikuisilla tehtyjen tutkimusten dataa hyödyntämällä havaitaan, että HIIT vähentää maksan rasvaisuutta keskimäärin 2,85 % (95 % CI: -4,86; -0,84). Osassa tutkimuksista HIITin vertailukohtana toimi myös MICT-harjoitteluohjelmia noudattaneita ryhmiä, mutta näissä alaryhmävertailuissa ei todeta tilastollisesti merkitseviä eroavaisuuksia. (Sabag ym. 2022). Vastaaviin tuloksiin päätyivät myös Khalafi ja Symonds (2021) meta-analyysissansa.

Lapsilla ja nuorilla HIIT näyttää parantavan HDL-kolesteroliarvoja, mutta triglyseridi- ja LDL-kolesteroliarvoissa ei nähdä merkitsevää muutosta. Tutkijaryhmä kuitenkin painottaa, että tarvitaan vielä paljon lisää tutkimusta aiheesta, jotta asiasta saadaan riittävä varmuus. (Men ym. 2023). Ylipainoisilla ja lihavilla lapsilla ja nuorilla HIIT alentaa triglyseridejä (SMD -1,30; 95 % CI: -2,01; -0,58) sekä LDL-kolesterolia (SMD -1,13; 95 % CI: -1,71; -0,55) ja nostaa HDL-kolesterolia (SMD 1,21; 95 % CI: 0,43; 1,99), kun verrataan HIIT-ryhmää henkilöihin, joihin ei kohdistunut liikuntainterventiota. Edellä kuvatuissa arvoissa ei kuitenkaan havaita tilastollisesti merkitsevää eroa, kun HIIT- ja MICT-ryhmiä verrataan keskenään. Alaryhmiä analysoimalla ilmenee kuitenkin, että tietyllä intensiteetillä toteutetuissa HIIT-ohjelmissa se on tehokkaampi harjoittelumuoto parantamaan rasva-arvoja kuin MICT. Kirjoittajat toteavatkin, että jatkossa on tärkeää tehdä laajempia tutkimuksia tehokkaimpien harjoitusmuotojen löytämiseksi. (Cao ym. 2022). Toisessa lihavia lapsia ja nuoria tarkastelevassa meta-analyysissä todetaan tilastollisesti merkitsevä lasku sekä triglyserideissä (-0,21 mmol/L; 95 % CI: -0,31; -0,10) että LDL-kolesterolissa (-0,35 mmol/L; 95 % CI: -0,48; -0,22). HDL-kolesteroliarvoissa ei ilmene merkitsevää muutosta (Zhu ym. 2022).

#### 4.2.5 Painonhallinta

Morze ym. (2021) totesivat meta-analyysissään, että lyhyissä tutkimuksissa tulokset HIITin osalta painoon ja kehonkoostumukseen ovat olleet lupaavia, mutta vielä on tarvetta pidempiaikaisille tutkimuksille, joissa voidaan selvittää, miten HIIT vertautuu painonpudotustarkoituksessa lihavilla koehenkilöillä tasaisella teholla tehtävään aerobiseen harjoitteluun.

Hu ym. (2023) selvittivät HIITin ja sitä vielä suuremmalla intensiteetillä tehtävän SIT:n (sprint interval training) vaikutuksia ruoansulatusentsyymeihin verrattuna tasaisella teholla tehtävään MICT-harjoitteluun verrattuna. Tarkastelussa oli yhteensä 12 tutkimusta. Näiden perusteella he totesivat, että HIIT ja SIT ovat tehokkaampia laskemaan asyloituneen greliinin, joka on ruokahaluna lisäävä peptidi, pitoisuutta kuin MICT sekä heti harjoittelun jälkeen, että 90 minuuttia sen jälkeen. GLP-1:n (glucagon-like peptide 1, glukagonin kaltainen peptidi 1) ja peptidi YY:n osalta harjoitteluohjelmien välillä ei ilmennyt tilastollisesti merkitseviä eroja. (Hu ym. 2023)

Wang ym. (2022) vertailivat verkostometaanalyysissä aerobista harjoittelua, voimaharjoittelua ja näiden yhdistelmää (CT, combined training) sekä HIITiä keskenään ja totesivat CT:n olevan todennäköisesti tehokkain harjoittelumuoto kehonkoostumuksen muuttamiseen ja tulehduksesta kertovien sytokiinien laskuun ylipainoisilla ja lihavilla. Pelkän voimaharjoittelun todettiin olevan vähiten vaikuttava interventio. Kahdenkeskisessä vertailussa kuitenkin HIITin ja CT:n välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa seuraavilla mittareilla: painoindeksi, paino, rasvaprosentti, vyötärön ympäryys, tuumorinekroositekijä alfa (TNF-alfa), interleukiini 6 (IL-6) ja adiponektiini. (Wang ym. 2022). Myöskään Rugbeer ym. (2021) eivät todenneet eroa rasvaprosentin vähentymisessä HIITin ja MICTin välillä. Su ym. (2019) tekemässä meta-analyysissä todettiin, että harjoittelumuotojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kehonkoostumuksen muutoksessa, mutta molemmat olivat kontrolliryhmään verrattuna tehokkaita pienentämään painoa, painoindeksiä ja rasvaprosenttia. Myöskään tyyppin 2 diabeetikoilla ja prediabeetikoilla ei havaittu muutoksia kehonkoostumuksen muutoksessa HIITin ja MICTin välillä. Molempien harjoittelumuotojen todettiin parantavan painoindeksiä ja vyötärö-lantio-suhdetta yhtä paljon. (De Nardi ym. 2018.)

Vuoden 2022 meta-analyysissä Guo ym. tarkastelivat HIITin ja ruokavaliomuutoksen vaikutuksia kehonkoostumukseen. Interventioina ruokavaliioon lukeutuu mm. vähäkalorinen ja

vähähiilihydraattinen ruokavalio sekä pätkäpaasto (intermittent fasting). Kontrolliryhminä käytettiin sekä pelkkää HIITiä noudattavia henkilöitä, että ainoastaan ruokavaliomuutosta noudattavia. Tutkijat totesivat, että HIIT yhdistettynä ruokavalioon tehtyyn muutokseen on tehokas tapa vähentää painoa ja rasvakudoksen määrää sekä pienentää painoindeksiä ja vyötärönympärystä. Yhdistelmän todettiin myös olevan tehokkaampi pienentämään paastosokeripitoisuutta muihin tutkittuihin ryhmiin verrattuna. Yhtenä puutteena kirjoittajat nostavat esiin sen, että kontrolliryhmään valikoitui vain 2 tutkimusta, joissa tarkasteltiin vain HIITin vaikutuksia, jolloin HIITin sekä tähän yhdistetyn ruokavaliomuutoksen välisen vertailun varmuusaste jäi heikoksi. Analyysissa mukana olleet tutkimukset olivat GRADE-asteikon mukaan erittäin heikkotasoisia, johtuen vinouman riskistä, osallistujien lukumäärästä ja erilaisten ruokavaliointerventioiden takia. (Guo ym. 2022).

Zhu ym. (2021) tarkastelivat 11 tutkimusta, joihin osallistui 488 ylipainoista ja lihavaa 7–16-vuotiasta. He totesivat, että HIIT on tehokas tapa vähentämään painoa ja rasvakudoksen määrää sekä pienentämään painoindeksiä ja vyötärönympärystä. Heidän analyysiinsä sisält yneisiin kontrolliryhmiin ei kuitenkaan kuulunut vaihtoehtoisia liikuntamuotoja. (Zhu ym. 2021). Toisessa meta-analyysissä todettiin, että HIIT ja MICT olivat molemmat tehokkaita eikä näiden välillä todettu tilastollisesti merkitsevää eroa painoindeksin tai painon muutoksessa 8–16-vuotiailla lapsilla ja nuorilla, joilla oli todettu lapsuusiän lihavuus (Liu ym. 2020).

Dupuit ym. (2020) tarkastelivat meta-analyysissään eri-ikäisiä naisia. He totesivat HIITin olevan tehokas painon pudotukseen premenopausaalisilla naisilla, niin normaalipainoisilla kuin myös ylipainoisilla ja lihavilla. Normaalipainoisilla painonpudotus oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi hieman vähäisempää ( $p=0,011$ ) kuin ryhmällä, jossa henkilöiden painoindeksi oli yli  $25 \text{ kg/m}^2$ . Postmenopausaalisista naisista ei ollut riittävästi dataa vastaavaa analyysia varten. Premenopausaalisilla naisilla pyöräillen tehty HIIT osoittautui tehokkaammaksi kuin juosten suoritettut HIIT-harjoitusohjelmat. Postmenopausaalisilla eroa ei ollut harjoitusmuotojen välillä. (Dupuit ym. 2020).

Yli 65-vuotiailla HIIT-harjoittelun ei todettu pienentävän painoindeksiä, mutta rasvaprosentin laskussa ja lihasmassan kasvussa todettiin tilastollisesti merkitsevä hyöty verrattuna kontrolliryhmään (Wu ym. 2021).

#### 4.2.6 Lihaksisto

Sabag ym. (2018) vertailivat HIITin ja voimaharjoittelun yhdistämistä pelkkään voimaharjoitteluun. Harjoittelumuotojen yhdistämisellä ei ollut negatiivisia vaikutuksia lihasten hypertrofiaan tai ylävartalon voimaan pelkkään voimaharjoitteluun verrattuna. Alaryhmävertailussa todettiin, että pyöräilypohjainen HIIT vähensi lihasmassan kasvua, mutta juoksemiseen perustuvassa HIITissä vastaavaa ei todettu. (Sabag ym. 2018). Kang ym. (2022) selvittivät samaa tutkimuskysymystä, mutta heidän tutkimuksensa osallistujat olivat joukkueurheilijoita. He toteavat, että HIITin lisääminen muun voimaharjoittelun rinnalle parantaa alaraajojen maksimaalista voimantuottoa (MD 4,2; 95 CI: 0,71; 7,68). Tutkimuksessa ilmenee myös, että harjoitusmuotojen yhdistäminen ei heikennä alaraajojen nopeusvoiman kehitystä (SMD 0,08; 95 % CI: -0,23; 0,39), vaikka aikaisemmin voima- ja nopeusharjoittelun yhdistämisen on ajateltu olevan haitallista. Kirjoittajat toteavat, että hyvin suunniteltuun harjoitusohjelmaan voidaan ottaa mukaan erilaisia harjoitustyyppisiä ilman, että jokin toinen osa-alue kärsii. (Kang ym. 2022).

Depiazzi ym. (2018) vertasivat vedessä suoritettavien HIIT-harjoitusten (aquatic HIIT, A-HIIT) tekemistä kontrolliryhmään, joille ei ohjeistettu mitään harjoitteita. Heidän analyysinsä mukaan A-HIIT kehitti alaraajojen lihasvoimaa tilastollisesti merkitsevästi. (Depiazzi ym. 2018).

Yli 65-vuotiailla HIITin todetaan parantavan kehon rasvatonta massaa (WMD 0,68; 95 % CI: 0,21; 1,15) ja lihaspinta-alaa (WMD 0,40; 95 % CI: 0,22; 0,58). Tämä näkyy myös toimintakykyä mittaavien testien, TUG-testin (timed up and go) ja tuolitestin (chair test), parantumisena interventoryhmässä. Myös kuuden minuutin kävelytestiä mittarina käytettäessä HIITin todetaan parantavan ikääntyneiden suorituskykyä. Ylä- tai alaraajojen lihasvoimissa ei todeta tilastollisesti merkitsevää eroa. (Wu ym. 2021)

Kystistä fibroosia sairastavilla lapsilla ja aikuisilla HIIT näyttää kehittävän lihasvoimaa. Tutkimuksessa oli mukana sekä lihaskuntoharjoittein tehtäviä että aerobisia HIIT-ohjelmia. Edellä mainitut kehittivät mm. jalkaprässin, penkkipunnerruksen ja punnerrusten suorittamista, aerobinen harjoittelu puolestaan kehitti erityisesti reisilihasten voimaa. Lapsilla parannusta nähtiin mm. vertikaalihypyissä, otevoimassa sekä selkä- ja rintalihasten voimassa. (García-Pérez-de-Sevilla ym. 2022)

#### 4.2.7 Mielenterveys

Martland ym. (2022) selvittivät HIITin vaikutuksia mielenterveyteen populaatiolla, jolla ei ole diagnosoituja psykiatrisia sairauksia tai mielenterveyden ongelmia. He tulivat siihen tulokseen, että HIITillä on positiivisia vaikutuksia mielen hyvinvointiin, kun arvioitiin henkistä jaksamista, masentuneisuutta ja koettua stressiä. Vertailukohtana tutkimuksessa oli verrokkit ilman liikuntainterventiota. Muiden liikuntamuotojen kanssa vertailtaessa eroja ei todettu merkitseviksi. Vakavaa mielenterveydenhäiriötä sairastavilla HIIT näyttää johtavan vastaaviin parannuksiin kuin MICT useimmilla tutkituilla osa-alueilla, mutta masennusoireiden kohdalla HIITin todettiin olevan hieman tehokkaampi (Korman ym. 2020.)

Martland ym. (2019) tutkivat HIITin vaikutusta useisiin erilaisiin psykiatrisiin tiloihin ja sairauksiin. HIIT-harjoittelu lieventää masennusta sairastavan masennusoireita (SMD  $-1,36$ ; 95 % CI:  $-1,63$ ;  $-1,089$ ). Skitsofreniaa sairastavilla HIITillä ei ole vaikutusta positiivisten tai negatiivisten oireiden ilmaantumisessa. Päihdehäiriöistä kärsivillä HIITin ei todettu vähentävän masentuneisuutta, ahdistusta tai univaikeuksia. Paniikkihäiriöstä kärsivillä henkilöillä nähdään merkitsevää paniikkihäiriöoireiden, julkistenpaikkojen pelon ja masentuneisuuden vähentymistä, kun verrataan HIIT-ohjelmaa seuranneita verrokkeihin. Henkilöillä, joilla oli diagnosoitu ADHD (attention deficit hyperactivity disorder, aktiivisuuden ja tarkkaavuuden häiriö) ei ilmene impulsiivisuuden tai hyperaktiivisuuden vähentymistä, mutta motoristen taitojen ja keskittymiskyvyn kohdalla nähdään parannusta HIIT-intervention seurauksena. Kirjoittajat toteavat tutkimuksensa tukevan HIITin käyttöä mielenterveysoireiden hallinnassa, mutta he tiedostavat lisätutkimuksen tarpeen. He nostavat myös esiin, että osallistujien keskeytysosuus joissakin analyysin tutkimuksissa oli melko korkea ja se tulisi ottaa huomioon tuloksia arvioitaessa. (Martland ym. 2019).

Sydän- ja verisuonisairauksia sairastavilla henkilöillä HIIT-interventio näyttää lievittävän masennusoireita tehokkaammin kuin tavallinen hoito ja siihen yhdistetty tasatehoinen liikunta. Ahdistuneisuuden kohdalla vastaavaa hyötyä ei havaita. (Gu ym. 2022.)

#### 4.2.8 Kognitio

HIIT-harjoittelun vaikutuksista kognitioon on tehty vasta vähän tutkimusta. Liikunnan on kuitenkin jo pitkään tiedetty parantavan muun muassa muistia ja keskittymiskykyä, joten vastaavia löydöksiä on odotettu myös HIIT-harjoittelulta. Leahy ym. (2020) toteavat, että HIIT voi parantaa suoriutumista kognitiivisia toimintoja mittaavissa testeissä lapsilla ja nuorilla. He kuitenkin korostavat, että kyseessä on vasta alustava löydös, koska sopivia tutkimuksia oli käytettävissä vähän ja niiden heterogeenisyys suurta. (Leahy ym. 2020).

Aivoperäinen neurotrofinen tekijä (brain-derived neurotrophic factor, BDNF) on hermokasvutekijä, joka ylläpitää vanhoja ja kasvattaa uusia neuroneja. BDNF:llä on tärkeä rooli aivojen plastisuudelle ja pitkäaikaismuistin toiminnassa (Cohen-Cory ym. 2010). Rodríguez-Gutiérrez ym. (2024) toteavat HIITin olevan vähintään yhtä tehokas nostamaan perifeerisiä BDNF-arvoja kuin muut urheilumuodot. Siten sillä voisi olla positiivisia vaikutuksia kognitioon pidemmälläkin aikavälillä. Multippeliskleroosia sairastavilla potilailla HIIT näyttää ylläpitävän muistia tehokkaammin kuin MICT, mutta muiden kognitiivisten toimintojen osalta näiden välillä ei tule esiin eroja (Youssef ym. 2024).

#### 4.2.9 Riskit

Saatavilla olevan aineiston perusteella Price ym. (2020) toteaa, että intervalliharjoittelulla ei näytä aiheuttavan enempää kardiovaskulaarisia haittatapahtumia kuin tasaisella teholla suoritettavilla harjoitteilla. Myös lapsilla ja nuorilla HIIT-harjoittelu näyttää olevan yhtä riskitöntä kuin muut siihen vertautuvat liikuntamuodot (Men ym. 2023.) HIITiä voidaan pitää turvallisena, kun huolehditaan riittävästä alkulämmittelystä ja ohjauksesta. Tutkimusaineisto on kuitenkin loukkaantumisien suhteen hyvin rajallinen, joten lisää tutkimuksia tarvitaan varmuusasteen nostamiseksi.

### 4.3 Esimerkkejä HIIT-harjoitteluohjelmista

Tässä luvussa esitellään erilaisia HIIT-harjoitusohjelmia, jotta lukijalle syntyisi parempi käsitys näiden yleisluonteesta.

#### 4.3.1 Tutkimuksissa käytettyjä harjoitteluohjelmia

Gjellesvikin ym. (2021) satunnaistetussa tutkimuksessa arvioitiin aivoinfarktipotilaiden kuntoutusta. Heidän tutkimusasetelmassaan osallistujat juoksivat ja kävelivät juoksumatolla samalla, kun heidän sykettään seurattiin. Mukana oli myös kokenut fysioterapeutti ohjeistamassa ja säätämässä laitteistoa. Harjoitus koostui neljästä neljän minuutin kovan tehon intervallista, jolloin syke pyrittiin pitämään 85–95 %:ssa yksilön huippusykkeestä. Näiden intervallien välissä teho laskettiin 50–70 %:iin kolmen minuutin ajaksi. Harjoitus toistettiin kolme kertaa viikossa kahdeksan viikon ajan. Harjoitusta ennen suoritettiin kymmenen minuutin alkulämmittely. (Gjellesvik ym. 2021). Vastaavanlaista ohjelmaa hyödynsi myös Hov ym. (2023), kun he tarkastelivat HIITin ja SIT:n eroja aerobisesti hyväkuntoisilla miehillä. Korkeatehoisen vaiheen rasituksen he kuitenkin määrittivät maksimaalisen aerobisen vauhdin, eikä sykkeen, perusteella. Kyseessä on yksi laajimmin käytetty HIITin aikajaksotus ja siitä käytetään usein nimitystä ”4x4 HIIT” tai ”Norwegian interval protocol”. Aihetta käsitellään tarkemmin vielä edellä. (Hov ym. 2023).

Menz ym. (2019) tutkivat perusterveitä ja kohtalaisessa kunnossa olevia aikuisia. He jakoivat ryhmät suorittamaan HIIT-harjoitteita joko juosten tai kehonpainolla. Juoksuryhmässä juostiin 20 sekuntia lähes täydellä vauhdilla, jonka jälkeen levättiin 10 sekuntia, näitä yhteensä 30 sekunnin sarjoja toistettiin kahdeksan kertaa, jonka jälkeen pidettiin viisi minuuttia taukoa. Edellä kuvattu jakso toistettiin tutkimuksen alkuvaiheessa kolme kertaa yhden harjoituskerran aikana ja myöhemmässä vaiheessa neljä kertaa. Kehonpainolla tehtävät liikkeet suoritettiin myös edellä kuvatun jaon mukaisesti. Liikkeitä oli iso joukko ja niitä vaihdeltiin tutkimusviikkojen edetessä. Näitä olivat muun muassa kyykky, askelkyykkyhyppy, punnerrus, vuorikiipeilijä, polvien nosto, yleisliike, haarahyppy ja vatsarutistukset. Molemmat ryhmät suorittivat harjoitukset omatoimisesti syke seurannassa. (Menz ym. 2019).

Ryanin ym. (2020) tutkimuksessa tarkasteltiin ylipainoisia ja lihavia liikunnallisesti ei-aktiivisia aikuisia. Heidän HIIT-ohjelmansa koostui kymmenestä yhden minuutin intervallista, jolloin rasitus pidettiin 90 %:ssa maksimisykkeestä. Näiden intervallien välissä pidettiin minuutin kestävä hyvin matalatehoinen aktiivinen palautusjakso. Harjoitukset suoritettiin kuntopyörällä, juoksumatolla, soutulaitteella tai ellipsilaitteella (crosstrainer). Kirjoittajat nostavat esiin, että tätä ”10 x 1 @ 90 %”-periaatetta on hyödynnetty aiemminkin. Muun muassa Littlen ym. (2011) ja Gillenin ym. (2013) tutkimusryhmät käyttivät kyseistä ohjelmaa omissa koeasetelmissa, joissa osallistujina olivat ylipainoiset ja tyypin 2 diabetesta sairastavat henkilöt. (Ryan ym. 2020).

#### 4.3.2 Juoksuharjoittelu

Norjan teknis-luonnontieteellinen yliopisto (Norwegian University of Technology and Sciences, ntnu.edu) on pitkään hyödyntänyt 4x4-HIIT-ohjelmaa tutkimuksissansa. Sitä on pidetty hyvänä lähtökohtana tavalliselle kuntoilijalle, joka haluaa kokeilla HIITin yhdistämistä juoksuharjoitteluunsa. HIIT-harjoittelu ei vaadi sykevyötä, vaan harjoittelua voi tehdä myös ilman sykkeen seuraamista. Yksi sarja koostuu lähtötason perusteella joko neljän minuutin vauhdikkaasta kävelystä tai juoksusta, jonka aikana pitäisi hengästyä voimakkaasti. Tämän jälkeen kävellään rauhalliseen tahtiin kolme minuuttia. Edellä kuvattu jakso toistetaan neljä kertaa yhden harjoituskerran aikana. Näitä harjoituskertoja voi tehdä yhdestä kolmeen kertaa viikossa muun liikunnan ohessa huolehtien riittävästä palautumisesta. Jos haluaa ja pystyy seuraamaan sykettä. Sen tavoite korkeatehoisessa vaiheessa on 85–95 % omasta maksimista, jonka voi karkeasti arvioida laskurilla tai siihen tarkoitetuilla testeillä.

Huippu-urheilijoilla lyhyet intervallit saattavat olla tehokkain tapa kehittää maksimaalista hapenottokykyä ja voimantuottoa (Rønnestad ym. 2020). Esimerkkinä tällaisesta ohjelmasta on jako, jossa intensiteetti pyritään nostamaan 20 % aerobisen kynnyksen yläpuolelle, joka vastaa noin 90 % maksimisykkeestä. Tällä intensiteetillä juostaan 40 sekunnin ajan, jonka jälkeen vauhtia pudotetaan huomattavasti 20 sekunnin ajaksi. Tämä toistetaan kymmenen kertaa, jonka jälkeen palaututaan viiden minuutin ajan kevyesti hölkäten. Harjoituskerran aikana intervallisarjat suoritetaan noin kolme kertaa. (Inscyd, 40-20, inscyd.com)

### 4.3.3 Kehonpainoharjoittelu

Eri kehonpainoharjoitteluohjelmissa toistuu usein melko samat liikkeet. Ohjelmien välillä on kuitenkin eroja intervallien pituudessa ja harjoituksen kokonaiskestossa. Li ym. (2023) käyttivät tutkimuksessaan kymmenen minuutin ohjelmaa. Siinä tehtiin seitsemää eri liikettä. Liikkeiden välillä pidettiin puolen minuutin tauot. Liikkeet olivat haarahyppy, askelkyykky hypyllä, yleisliike, kyykky, vuorikiipeilijä ja polvien vuorottainen nosto korkealle. Viimeisenä liikkeenä oli ”plank jump-ins”, jossa ollaan punnerrusasennossa ja tuodaan jalat hyppäämällä käsien väliin, jonka jälkeen jalat taas suoristetaan käsien pysyessä koko ajan samoilla paikoilla. (Li ym. 2023).

Muscle and strength (20 minute HIIT workout, [muscleandstrength.com](https://muscleandstrength.com)) -sivustolla esitellään 20 minuutin ohjelma, jossa liikkeitä on yhdeksän ja ne kaikki suoritetaan kahdesti harjoituksen aikana. Aloittelijalle suositellaan 40 sekunnin aktiivista vaihetta ja 20 sekunnin lepoa liikkeiden välissä. Jos lähtökunto on kovempi, suositellaan suhdetta nostamaan 45:15 tai 50:10. He myös kehottavat nousujohteiseen harjoitteluun eli, kun liikkeet alkavat sujumaan 20 sekunnin levon kanssa niin tauon kestoa tulisi pyrkiä vähentämään. Ohjelman liikkeet ovat askelkyykky, kyykky, vuorikiipeilijä, paikoillaan juoksu, yleisliike, istumaannousu, vuorojaloin potkut ylös eteen, käsien työntö eteen ja vetäminen taakse lihasten jännittämiseen keskittyen sekä ”bicycle crunch” eli selällään tehtävä vatsalihasliike sivuttaiskierrolla. (Muscle and strength, [muscleandstrength.com](https://muscleandstrength.com)).

### 4.4 Yleiset liikuntasuositukset aikuisille

Suomessa Terveiden ja hyvinvoinninlaitos eli THL on julkaissut liikuntasuosituksia eri ikäryhmille. Näiden tarkoituksena on antaa viitteelliset tavoitteet, joiden perusteella yksilöitä kannustetaan lisäämään aktiivisuutta terveyden ylläpitämiseksi ja edistämiseksi. Aikuisille, 18–65-vuotiaille, suositus jakautuu kohtuukuormitteiseen ja raskaaseen kestävyysliikuntaan. Kohtuukuormitteisiä aktiviteetteja ovat mm. uinti, sauvakävely, tanssi ja retkeily. Näitä tulisi harrastaa ainakin 150 minuuttia viikossa. Raskaampia aktiviteetteja ovat mm. juoksu, pyöräily, hiihto ja pallopelit. Näiden kohdalla tavoite täyttyy 75 minuutilla viikossa. Eri harrastemuotoja suositellaan yhdistettäväksi. Myös arjen muun aktiivisuuden roolia korostetaan etenkin UKK-

instituutin suosituksessa. Kestävyysliikunnan lisäksi viikossa pitäisi kahdesti tehdä jotain lihaskuntoa ja tasapainoa kehittävää. Esimerkkeinä näistä toimivat porraskävely, raskaat pihatyöt, ryhmäliikunta ja kuntosaliharjoittelu. (Aikuisten liikkumisen suositus, UKK-instituutti. ukkinstituutti.fi, liikuntasuositukset, THL. thl.fi).

## 5. POHDINTA

Useat tutkimusryhmät ovat kiinnostuneet korkeatehoisen intervalliharjoittelun terveysvaikutuksista, mikä onkin tuottanut runsaasti laadukkaita julkaisuja viime vuosina. Tässä kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin kattavasti aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen. Yleisvaikutelmaksi muodostui, että HIIT on useimmilla osa-alueilla vähintään yhtä tehokas harjoittelumuoto kuin jatkuvatehoinen kohtuukuormitteinen harjoittelu (MICT). Seuraavissa kappaleissa käydään aihealueittain läpi harjoittelumuotojen eroavaisuudet.

HIITin on ajateltu olevan paras keino edistämään maksimaalista hapenottokykyä ja tämä kirjallisuuskatsaus vahvistaa, että vertailtaessa MICTiin tulokset ovat lupaavia. Useimmat meta-analyysit totesivat HIITin olevan tilastollisesti merkitsevästi tehokkaampi harjoittelukeino, kun tarkastellaan VO<sub>2</sub>max kehitystä. HIIT ja SIT (sprint interval training) voidaan vielä jaotella toisistaan erilleen, mutta tässä työssä ei tarkasteltu näiden välisiä eroja, vaan SIT sisällytettiin HIITin alakategoriaksi. Edut HIITin ja muiden harjoittelumuotojen välillä ei rajoittunut ainoastaan terveisiin koehenkilöihin vaan vastaavaa todettiin myös henkilöillä, joilla oli jokin perussairaus, kuten tyypin 2 diabetes tai sepelvaltimotauti.

Liikunnalla tiedetään olevan useita edullisia vaikutuksia sydämeen ja verisuoniin. Verenpaineen laskua havaitaan ylipainosilla tai lihavilla, mutta normaalipainoisilla tätä ei todettu. Lihavilla lapsilla ja nuorilla HIIT oli tutkituista liikuntamuodoista tehokkain laskemaan systolista verenpainetta. Kaikilla yli 60-vuotiailla verenpaineet laskivat merkittävästi, mutta parannus vertautui MICTiin, eikä eroa HIITiin todettu. Suurien valtimoiden jäykkyyttä kuvaavassa pulssiaaltonopeudessa MICTin ja HIITin välillä ei ollut eroavaisuutta. Verenpainetautia sairastavilla HIIT laski diastolista verenpainetta tehokkaammin kuin MICT. Sepelvaltimotautipotilailla verenpaineen ja sydämen syketason parannuksessa ei todettu eroja harjoittelumuotojen välillä.

Sokeriaineenvaihdunnassakin nähdään suotuisia vaikutuksia. Etenkin tyyppin 2 diabetesta sairastavilla paastoverensokerin lasku oli merkittävää. Vähäisempää, mutta tilastollisesti merkitsevää paranemista nähtiin kuitenkin myös perusterveillä. Paastoverensokerin laskua nähtiin myös, mutta MICTiin verrattuna parannus ei ole merkittävästi parempi. Yhtäjaksoiseen matalatehoiseen liikuntaan verrattuna HIITin etu oli puolestaan selvä. HIIT vähentää ruokailun jälkeistä glukoosi- ja insuliinivastetta koko väestössä, mutta vaikutus on suurempi metabolista oireyhtymää sairastavilla.

Rasva-aineenvaihdunnassa ei nähdä merkittäviä eroja HIITin ja MICTin osalta. Molemmat laskevat kaikkia rasva-arvoja niin perusterveiden kuin myös diabetesta sairastavien aikuisten keskuudessa. Myöskään maksan rasvaisuuden vähenemisessä ei todeta eroja. Molemmat ovat tässä kuitenkin tehokkaita keinoja. Myös lapsilla ja nuorilla nähtiin suotuisia vaikutuksia rasva-aineenvaihdunnassa, mutta nämä eivät olleet yhtä suuria kuin aikuisväestössä. Kaikilla vaikutukset olivat sitä suotuisampia, mitä lihavampia henkilöt olivat tutkimuksen alussa.

HIIT on tehokas vähentämään painoa ja rasvakudoksen määrää sekä pienentämään painoindeksiä ja vyötärön ympärystä. Painonhallinnassa HIIT vertautuu muihin liikuntamuotoihin, eikä selkeitä eroja ilmene.

Liikunnan katsotaan yleisesti olevan lihaksille hyödyllistä, joten muutama tutkimus käsitteli myös tätä. Esimerkiksi HIITin ja voimaharjoittelun yhdistämistä analysoitiin ja ehkä yllättävänä tuloksena voidaan todeta, että juoksupohjaisen HIITin lisääminen muuhun harjoitteluun ei vähennä lihasmassan kasvua tai voimantuoton kehitystä. Yli 65-vuotiailla havaittiin runsaasti positiivisia parannuksia lihaksistossa ja käytännön koejärjestelyissä.

Liikunnalla on yleisesti todettu mielenterveyden kannalta suotuisia vaikutuksia. Siten ei tule siis yllätyksenä, että vastaavaa on todettu myös HIITillä. Eri liikuntamuotojen välillä vaikutukset vaikuttaa olevan yhtäläisiä. Masennuksen osalta HIIT saattaa kuitenkin olla hieman MICTiä tehokkaampi lievittämään oireita. Myös kognitiivisten toimintojen osalta HIIT vertautuu muihin liikuntamuotoihin, eikä eroja juuri esiinny. Kognitiivisia toimintoja käsitteleviä julkaisuja ei kuitenkaan määrällisesti vielä ole paljoa.

Loukkaantumisiin ja haattatapahtumiin keskittyvät meta-analyysit on harvassa. Näistä voidaan kuitenkin todeta, että HIIT vaikuttaisi olevan yhtä turvallinen kuin pienemmällä tai vastaavalla teholla suoritettavat liikuntaharjoitteet. Elimistön rasitus lähellä maksimaalista suorituskykyä vaatii kuitenkin hyvää edeltävää lämmittelyä ja oman olon tarkkailua suoritteiden aikana.

Riittävä palautuminen ja oman kehon tunteminen korostuu etenkin aiemmin harjoittelemattomilla.

Seuraavassa taulukossa on vielä koottu metabolista oireyhtymää tai tyypin 2 diabetesta sairastavien henkilöiden oleellisia parametreja HIIT-intervention jälkeen. Absoluuttiset muutokset vaihtelevat eri tutkimusten välillä johtuen eri tutkimuspopulaatiosta ja intervention toteutuksesta. Näiden arvojen on tarkoitus antaa kuva muutosten suuruusluokasta, kun henkilöllä on aineenvaihdunnan häiriö.

	HIIT-interventio kontrolliryhmään verrattuna	Lähde
Systolinen verenpaine	-6,05 mmHg (-8,1; -4,0)	Poon ym. 2024
Diastolinen verenpaine	-3,68 mmHg (-5,7; -1,65)	Poon ym. 2024
Kokonaiskolesteroli	-0,23 mmol/L (-0,33; -0,13)	Al-Mhanna ym. 2025
LDL-kolesteroli	-0,21 mmol/L (-0,30; -0,12)	Al-Mhanna ym. 2025
HDL-kolesteroli	+0,12 mmol/L (0,04; 0,20)	Poon ym. 2024
Triglyseridit	-0,34 mmol/L (-0,41; -0,27)	Poon ym. 2024
Paastosokeri	-0,35 mmol/L (-0,54; -0,16)	Poon ym. 2024
HbA1c	-3,3 mmol/mol (-5,0; -1,1)	Al-Mhanna ym. 2025
Painoindeksi	-0,5 kg/m <sup>2</sup> (-0,7; -0,3)	Liu ym. 2018
Rasvaprosentti	-2,3 % (-3,1; -1,5)	Liu ym. 2018
Vyötärön ympärys	-4,12 cm (-4,7; -3,5)	Poon ym. 2024
VO <sub>2</sub> max	+5,5 mL/kg/min (4,3; 6,7)	Milanović ym. 2015

Korkeatehoinen intervalliharjoittelu osoittautuu lunastavan suuren osan siihen kohdistuneista odotuksista. Se on ajankäytöllisesti tehokas harjoittelumuoto, mutta sen terveyshyödyt ovat kuitenkin erinomaisia. Mietittäväksi jää kuitenkin, kuinka realistisesti HIIT on sovellettavissa erinäisten sairauksien hoitomuotona tai ehkäisykeinona esimerkiksi vanhusten tai sairaiden parissa. Harjoitukset vaativat suurempaa toimintakykyä ja sitoutumista verrattuna kevyemmän tehokkuuden harjoittelumuotoihin. Näillä ryhmillä myös HIITin edut ajankäytön suhteen eivät

välttämättä näyttäyty yhtä tärkeinä kuin työikäisessä tai muuten terveemmässä väestössä. Voidaankin ehkä ajatella, että HIIT on erittäin hyvä liikuntamuoto henkilöille, joilla toimintakyky on riittävä ja jotka kokevat harjoitukset mielekkääksi. Sopivan liikuntamuodon valinnassa tärkeintä on se, että sitä haluaa ja pystyy harrastamaan riittävän säännöllisesti, koska terveyshyödyt ilmenevät vain tehtyjen harjoitusten perusteella ja pitkällä aikavälillä. Toisaalta eri harjoittelumuotoja on myös mahdollista ja erittäin suotavaakin yhdistellä eli HIIT-harjoitusten ei tarvitse olla oman aktiivisuuden perusta, vaan ne voivat toimia mukavana vaihteluna satunnaisemmin tehtynä. Suurin osa tutkimuksista oli kestoaltaan 6–12 viikkoa, joten tutkimustieto HIITin ja MICTin vaikutuksista pidemmältä ajanjaksolta jää vähäiseksi.

Erilaisia HIIT-harjoitusohjelmia on loputtomasti ja nämä eivät ole kiveen hakattuja. Jokaisella on mahdollisuus vaihdella liikkeitä ja suoriteaikoja omien tavoitteiden, toiveiden ja fyysisen kunnan mukaisesti. HIIT-harjoitus sopii hyvin eri kuntotasoille, mutta etenkin tavoitteellisesti urheilville sen sisällyttäminen harjoitteluun näyttäyty tärkeänä, koska maksimaalisen hapenottokyvyn kehitys on muita harjoitusmuotoja tehokkaampi. Yleiset liikuntasuositukset kehottavat liikkumaan viikossa 150 minuuttia kevyttä liikuntaa tai 75 minuuttia raskaampaa liikuntaa. Yhden tai kahden HIIT-harjoituksen tekeminen viikossa olisi varmasti monelle ajallisesti realistisesti toteutettavissa ja tämä täyttäisi jo suuren osan liikuntasuositusten vaatimuksista.

Kirjallisuuskatsauksen yhteenvedona voidaan vielä todeta, että HIITillä on runsaasti positiivisia terveysvaikutuksia ja sitä voitaisiin hyödyntää terveyden edistämässä useissa eri väestöryhmissä. Lähellä maksimaalista intensiteettiä harjoiteltaessa kuitenkin hyvän alkulämmittelyn ja yleisen kehonhuollon rooli korostuu. HIIT kuormittaa kehoa runsaasti, joten harjoitusmäärän lisäämistä ja oman kehon reagoimista on tarkkailtava, jotta välttyään liiallisesta harjoittelusta aiheutuville loukkaantumisilta. Tavoitteellisessa urheilussa HIIT on usein tärkeä kehityksen tukipilari, mutta sitä voisi myös hyödyntää vielä laajemmin ihan jokaisella muun arki- ja hyötyliikunnan rinnalla terveyttä edistämässä ja sairauksia ennaltaehkäisemässä. Laajempia ja pidempiä lisätutkimusta tarvitaan vielä tulosten vahvistamiseksi ja tarkempia johtopäätöksiä varten.

## LÄHTEET

Al-Mhanna SB, Alghannam AF, Alghamdi SA, et al. Comparative effectiveness of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on cardiometabolic health in patients with diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr*. 2025 Jun;17(3):331-340. doi: 10.1016/j.dsx.2025.04.011

Atakan MM, Guzel Y, Shrestha N, Kosar SN, Grgic J, Astorino TA, Turnagol HH, Pedisic Z. Effects of high-intensity interval training (HIIT) and sprint interval training (SIT) on fat oxidation during exercise: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2022 Jul 20;bjsports-2021-105181.

Bandyopadhyay A. Validity of Cooper's 12-minute run test for estimation of maximum oxygen uptake in male university students. *Biol Sport*. 2015 Mar;32(1):59-63. 25729151.

Batacan RB Jr, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med*. 2017 Mar;51(6):494-503.

Bouaziz W, Malgoyre A, Schmitt E, Lang PO, Vogel T, Kanagaratnam L. Effect of high-intensity interval training and continuous endurance training on peak oxygen uptake among seniors aged 65 or older: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Clin Pract*. 2020 Jun;74(6):e13490.

Cao M, Li S, Tang Y, Zou Y. A Meta-Analysis of High-Intensity Interval Training on Glycolipid Metabolism in Children With Metabolic Disorders. *Front Pediatr*. 2022 May 12;10:887852.

Carpes L, Costa R, Schaarschmidt B, Reichert T, Ferrari R. High-intensity interval training reduces blood pressure in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol*. 2022 Feb;158:111657.

Cassidy S, Thoma C, Houghton D, Trenell MI. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia*. 2017 Jan;60(1):7-23.

Cohen-Cory S, Kidane AH, Shirkey NJ, Marshak S. Brain-derived neurotrophic factor and the development of structural neuronal connectivity. *Dev Neurobiol*. 2010 Apr;70(5):271-88. doi: 10.1002

Conceição LSR, Gois CO, Fernandes RES, Martins-Filho PRS, Gomes M Neto, Neves VR, Carvalho VO. Effect of High-Intensity Interval Training on Aerobic Capacity and Heart Rate Control of Heart Transplant Recipients: a Systematic Review with Meta-Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2021 Feb 1;36(1):86-93.

De Mello MB, Righi NC, Schuch FB, Signori LU, da Silva AMV. Effect of high-intensity interval training protocols on VO<sub>2</sub>max and HbA1c level in people with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2022 Sep;65(5):101586

De Nardi AT, Tolves T, Lenzi TL, Signori LU, Silva AMVD. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract.* 2018 Mar;137:149-159.

Depiazzi JE, Forbes RA, Gibson N, Smith NL, Wilson AC, Boyd RN, Hill K. The effect of aquatic high-intensity interval training on aerobic performance, strength and body composition in a non-athletic population: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2019 Feb;33(2):157-170.

Du L, Zhang X, Chen K, Ren X, Chen S, He Q. Effect of High-Intensity Interval Training on Physical Health in Coronary Artery Disease Patients: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2021 Nov 18;8(11):158.

Dupuit M, Maillard F, Pereira B, Marquezi ML, Lancha AH Jr, Boisseau N. Effect of high intensity interval training on body composition in women before and after menopause: a meta-analysis. *Exp Physiol.* 2020 Sep;105(9):1470-1490.

García-Hermoso A, Cerrillo-Urbina AJ, Herrera-Valenzuela T, Cristi-Montero C, Saavedra JM, Martínez-Vizcaíno V. Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obes Rev.* 2016 Jun;17(6):531-40.

García-Pérez-de-Sevilla G, Yvert T, Blanco Á, Sosa Pedreschi AI, Thuissard IJ, Pérez-Ruiz M. Effectiveness of Physical Exercise Interventions on Pulmonary Function and Physical Fitness in Children and Adults with Cystic Fibrosis: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Healthcare (Basel).* 2022 Nov 3;10(11):2205.

Gu T, Hao P, Chen P, Wu Y. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effectiveness of High-Intensity Interval Training in People with Cardiovascular Disease at Improving Depression and Anxiety. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2022 Oct 6;2022:8322484.

Guo Z, Cai J, Wu Z, Gong W. Effect of High-Intensity Interval Training Combined with Fasting in the Treatment of Overweight and Obese Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Apr 12;19(8):4638.

HIIT, Harvard University, <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/high-intensity-interval-training/> 31.3.2024

Hu M, Kong Z, Shi Q, Nie J. Acute effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on appetite-regulating gut hormones in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2023 Jan 21;9(2):e13129.

Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, Davies MJ. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev*. 2015 Nov;16(11):942-61.

Kang J, Ye Z, Yin X, Zhou C, Gong B. Effects of Concurrent Strength and HIIT-Based Endurance Training on Physical Fitness in Trained Team Sports Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Nov 10;19(22):14800.

Khalafi M, Mojtahedi S, Ostovar A, Rosenkranz SK, Korivi M. High-intensity interval exercise versus moderate-intensity continuous exercise on postprandial glucose and insulin responses: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2022 Aug;23(8):e13459. .

Khalafi M, Sakhaei MH, Kazeminasab F, Symonds ME, Rosenkranz SK. The impact of high-intensity interval training on vascular function in adults: A systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2022 Nov 17;9:1046560.

Khalafi M, Symonds ME. The impact of high intensity interval training on liver fat content in overweight or obese adults: A meta-analysis. *Physiol Behav*. 2021 Jul 1;236:113416.

Korman N, Armour M, Chapman J, Rosenbaum S, Kisely S, Suetani S, Firth J, Siskind D. High Intensity Interval training (HIIT) for people with severe mental illness: A systematic review & meta-analysis of intervention studies- considering diverse approaches for mental and physical recovery. *Psychiatry Res*. 2020 Feb;284:112601.

Leahy AA, Mavilidi MF, Smith JJ, Hillman CH, Eather N, Barker D, Lubans DR. Review of High-Intensity Interval Training for Cognitive and Mental Health in Youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2020 Oct;52(10):2224-2234.

Leal JM, Galliano LM, Del Vecchio FB. Effectiveness of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training in Hypertensive Patients: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Hypertens Rep.* 2020 Mar 3;22(3):26.

Li L, Liu X, Shen F, Xu N, Li Y, Xu K, Li J, Liu Y. Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on blood pressure in patients with hypertension: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2022 Dec 16;101(50):e32246.

Li S, Chen X, Jiao H, Li Y, Pan G, Yitao X. The Effect of High-Intensity Interval Training on Exercise Capacity in Patients with Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiol Res Pract.* 2023 Apr 3;2023:7630594.

Liu J, Zhu L, Su Y. Comparative Effectiveness of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training for Cardiometabolic Risk Factors and Cardiorespiratory Fitness in Childhood Obesity: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Front Physiol.* 2020 Apr 3;11:214.

Liu JX, Zhu L, Li PJ, Li N, Xu YB. Effectiveness of high-intensity interval training on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clin Exp Res.* 2019 May;31(5):575-593.

Lora-Pozo I, Lucena-Anton D, Salazar A, Galán-Mercant A, Moral-Munoz JA. Anthropometric, Cardiopulmonary and Metabolic Benefits of the High-Intensity Interval Training Versus Moderate, Low-Intensity or Control for Type 2 Diabetes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Nov 15;16(22):4524.

Martland R, Korman N, Firth J, Vancampfort D, Thompson T, Stubbs B. Can high-intensity interval training improve mental health outcomes in the general population and those with physical illnesses? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2022 Mar;56(5):279-291.

Martland R, Mondelli V, Gaughran F, Stubbs B. Can high intensity interval training improve health outcomes among people with mental illness? A systematic review and preliminary

meta-analysis of intervention studies across a range of mental illnesses. *J Affect Disord.* 2020 Feb 15;263:629-660.

Mateo-Gallego R, Madinaveitia-Nisarre L, Giné-Gonzalez J, María Bea A, Guerra-Torrecilla L, Baila-Rueda L, Perez-Calahorra S, Civeira F, Lamiquiz-Moneo I. The effects of high-intensity interval training on glucose metabolism, cardiorespiratory fitness and weight control in subjects with diabetes: Systematic review a meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022 Aug;190:109979.

Mattioni Maturana F, Martus P, Zipfel S, NIEß AM. Effectiveness of HIIE versus MICT in Improving Cardiometabolic Risk Factors in Health and Disease: A Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2021 Mar 1;53(3):559-573.

sabMen J, Zou S, Ma J, Xiang C, Li S, Wang J. Effects of high-intensity interval training on physical morphology, cardiorespiratory fitness and metabolic risk factors of cardiovascular disease in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2023 May 11;18(5):e0271845.

Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Med.* 2015 Oct;45(10):1469-81.

Morze J, Rücker G, Danielewicz A, Przybyłowicz K, Neuenschwander M, Schlesinger S, Schwingshackl L. Impact of different training modalities on anthropometric outcomes in patients with obesity: A systematic review and network meta-analysis. *Obes Rev.* 2021 Jul;22(7):e13218.

Oliveira GH, Okawa RTP, Simões CF, Locatelli JC, Mendes VHS, Reck HB, Lopes WA. Effects of High-Intensity Interval Training on Central Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arq Bras Cardiol.* 2023 Mar;120(4):e20220398. English, Portuguese.

Poon ET, Wongpipit W, Li HY, Wong SH, Siu PM, Kong AP, Johnson NA. High-intensity interval training for cardiometabolic health in adults with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2024 Nov 12;58(21):1267-1284

Price KJ, Gordon BA, Bird SR, Benson AC. Acute cardiovascular responses to interval exercise: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2020 May;38(9):970-984.

Rodríguez-Gutiérrez E, Torres-Costoso A, Saz-Lara A, Bizzozero-Peroni B, Guzmán-Pavón MJ, Sánchez-López M, Martínez-Vizcaíno V. Effectiveness of high-intensity interval training on peripheral brain-derived neurotrophic factor in adults: A systematic review and network meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2024 Jan;34(1):e14496.

Rugbeer N, Constantinou D, Torres G. Comparison of High-Intensity Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiorespiratory Fitness and Body Fat Percentage in Persons With Overweight or Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Phys Act Health*. 2021 Apr 9;18(5):610-623.

Sabag A, Way KL, Sultana RN, et al. The effect of high-intensity interval training vs moderate-intensity continuous training on liver fat: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2022 Mar 1;107(3):862-875.

Sabag A, Barr L, Armour M, Armstrong A, Baker CJ, Twigg SM, Chang D, Hackett DA, Keating SE, George J, Johnson NA. The Effect of High-intensity Interval Training vs Moderate-intensity Continuous Training on Liver Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2022 Feb 17;107(3):862-881.

Santos IKD, Nunes FASS, Queiros VS, Cobucci RN, Dantas PB, Soares GM, Cabral BGAT, Maranhão TMO, Dantas PMS. Effect of high-intensity interval training on metabolic parameters in women with polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2021 Jan 19;16(1):e0245023.

Serrablo-Torrejón I, Lopez-Valenciano A, Ayuso M, Horton E, Mayo X, Medina-Gomez G, Liguori G, Jimenez A. High intensity interval training exercise-induced physiological changes and their potential influence on metabolic syndrome clinical biomarkers: a meta-analysis. *BMC Endocr Disord*. 2020 Nov 10;20(1):167.

Siddiqi TJ, Rashid AM, Javaid SS, Siddiqi AK, Usman MS, Hervir O, Kamimura D, Lavie CJ, Mentz RJ, Butler J, Hall ME. High-Intensity Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Curr Probl Cardiol*. 2023 Mar 24;48(8):101720.

Su L, Fu J, Sun S, Zhao G, Cheng W, Dou C, Quan M. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One*. 2019 Jan 28;14(1):e0210644.

Liikuntasuositukset, THL, <https://thl.fi/aiheet/elintavat-ja-ravitsemus/liikunta/liikuntasuositukset> 31.3.2024

Aikuisten liikkumisen suositus, UKK-instituutti, <https://ukkinstituutti.fi/liikkuminen/liikkumisen-suositukset/aikuisten-liikkumisen-suositus/> 31.3.2024

Wang S, Zhou H, Zhao C, He H. Effect of Exercise Training on Body Composition and Inflammatory Cytokine Levels in Overweight and Obese Individuals: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Front Immunol.* 2022 Jun 23;13:921085.

Way KL, Sultana RN, Sabag A, Baker MK, Johnson NA. The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2019 Apr;22(4):385-391.

Westmacott A, Sanal-Hayes NEM, McLaughlin M, Mair JL, Hayes LD. High-Intensity Interval Training (HIIT) in Hypoxia Improves Maximal Aerobic Capacity More Than HIIT in Normoxia: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Meta-Regression. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Nov 1;19(21):14261.

Wood G, Murrell A, van der Touw T, Smart N. HIIT is not superior to MICT in altering blood lipids: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019 Dec 17;5(1):e000647.

Wu ZJ, Wang ZY, Gao HE, Zhou XF, Li FH. Impact of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition, physical fitness, and metabolic parameters in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Exp Gerontol.* 2021 Jul 15;150:111345.

Youssef H, Gönül MN, Sobeeh MG, Akar K, Feys P, Cuypers K, Vural A. Is High-Intensity Interval Training More Effective Than Moderate Continuous Training in Rehabilitation of Multiple Sclerosis: A Comprehensive Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2024 Jan 8:S0003-9993(24)00025-X.

Yue T, Wang Y, Liu H, Kong Z, Qi F. Effects of High-Intensity Interval vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiac Rehabilitation in Patients With Cardiovascular

Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2022 Feb 23;9:845225.

Zhang X, Xu D, Sun G, Jiang Z, Tian J, Shan Q. Effects of high-intensity interval training in patients with coronary artery disease after percutaneous coronary intervention: A systematic review and meta-analysis. *Nurs Open.* 2021 May;8(3):1424-1435.

Zhu L, Liu J, Yu Y, Tian Z. Effect of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in childhood obesity: a meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness.* 2021 May;61(5):743-752.

Zhu Y, Nan N, Wei L, Li T, Gao X, Lu D. The effect and safety of high-intensity interval training in the treatment of adolescent obesity: a meta-analysis. *Ann Palliat Med.* 2021 Aug;10(8):8596-8606.