

LOPPURAPORTTI:

KORKEAINTENSITEETTISEN AEROBISEN INTERVALLIHARJOITTELUN KÄYTTÖ SYDÄNPOTILAIDEN LIKUNNALLISESSA KUNTOOUTUKSESSA – hanke Dnro 47/26/2013

Työryhmä: Rainer Rauramaa, Juha Hartikainen, Olli-Pekka Ryyänen, Juho Saari, Hannu, Valtonen, Maija Hassinen, Pirjo Komulainen, Kai Savonen, Petri Tuomainen, Hannu Litmanen, Sergei Iljukov, Heikki Pentikäinen, Heikki Miettinen, Leena Meinilä, Tomi Laitinen.

Tausta ja tarkoitus

Akuutin sepelvaltimotautitapahtuman hoito on Suomessa korkeatasoista ja hyvin tuloksekasta. Liikuntahoito on tehokas ja halpa hoito sepelvaltimotautitapahtuman jälkeisessä kuntoutuksessa. Sairaalavaiheen jälkeinen jatkohoito jää kuitenkin puutteelliseksi – jopa 80 % potilaista jää ilman ohjelmoitua ja kontrolloitua liikunnallista kuntoutusta (Kotseva ym. 2013). Sepelvaltimotautipotilailla korkeaintensiteettinen aerobinen intervalliharjoittelu (HIT) näyttäisi parantavan maksimaalista hapenottokykyä enemmän kuin perinteinen kohtuukuormitteinen kestävyysharjoittelu (Guiraud ym. 2012, Elliot ym. 2015). Näyttö HIT-harjoittelun tehokkuudesta ja turvallisuudesta on kuitenkin niukkaa ja siksi tarvitaan pitkäkestoisia interventiotutkimuksia (Cornish ym. 2011, Guiraud ym. 2012, Elliot ym. 2015). Korkeaintensiteettisen aerobisen intervalliharjoitteluun vaikutuksista sepelvaltimotautipotilaiden valtimoterveyttä kuvaaviin muuttujiin, kuten esim. valtimojäykkyyteen ja kaulavaltimoseinämän paksuuteen, tiedetään vain vähän (Kim ym. 2017). Myöskään HIT-harjoittelun erilaisten kuormitusohjelmien tehokkuudesta ja sopivuudesta sepelvaltimotautipotilaan kuntoutuksessa ei ole juurikaan tietoa.

Tavoitteet

HITCARE-tutkimus on satunnaistettu kontrolloitu liikuntainterventiotutkimus, jossa tutkittiin HIT-harjoittelun vaikuttavuutta ja soveltuvuutta akuutin sepelvaltimotautitapahtuman jälkeisessä kuntoutuksessa verrattuna sepelvaltimotautipotilaan tavanomaiseen hoitoon. Lisäksi vertailimme kahden erilaisen HIT-harjoittelun sopivuutta sepelvaltimotautipotilaan kuntoutuksessa.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusta koskevan yhteydenottoluvan antoi 51 akuutin sepelvaltimotautitapahtuman takia Kuopion yliopistollisessa sairaalassa hoidettua 40–80 -vuotiasta potilasta, joista 22 miestä ja 5 naista lopulta osallistui tutkimukseen. Alkumittausten jälkeen tutkittavat satunnaistettiin jompaankumpaan kahdesta HIT-harjoitteluryhmästä tai vertailuryhmään. HIT-harjoitteluryhmistä toisen harjoittelu perustui 15 sekunnin lyhyisiin intervalleihin (HIT-S), toisen taas neljän minuutin pitkiin intervalleihin (HIT-L); vertailuryhmään satunnaistetut eivät osallistuneet harjoitteluinterventioon. Satunnaistamisesta riippumatta kaikki potilaat hoidettiin

sepelvaltimotautipotilaan tavanomaisen hoitokäytännön mukaisesti. Yhteydenottoluvan antaneiden, mutta tutkimuksesta poisjääneiden potilaiden poisjäätisyyt olivat soveltumattomuus (n=1) ja haluttomuus (n=22) tutkimukseen sekä kuolema (n=1).

Sisäänottokriteereinä olivat sairaalahoito akuutin sepelvaltimotautitapahtuman jälkeen (ICD-10 I20.0-I22) ja ikä 40–80 vuotta. Poissulkukriteereitä olivat säännöllistä liikuntaharjoittelua estävät tilat, sydämen ohitusleikkaus edeltäneen 6 kk aikana, vaikea sairaus (elinajan odote alle 12 kk) ja muut lääkärin toteamat interventioon osallistumista estävät sairaudet. Tutkimuksen ensisijainen vastemuuttuja oli muutos maksimaalisessa hapenottokyvyssä (VO_{2peak}); toissijaisina vastemuuttujina olivat muutos valtimojäykkyydessä sekä HIT-harjoittelun kuormitusohjelmien soveltuvuus.

Maksimaalinen hapenottokyky mitattiin absoluuttisena arvona l/min maksimaalisen klinisen kuormituskokeen yhteydessä hengityskaasumittauksesta. Viikoittaisten liikuntakertojen määrä ja intensiteetti sekä istumiseen ja nukkumiseen käytetty aika kartoitettiin kyselylomakkeella. Valtimojäykkyys mitattiin noninvasiivisesti pulssiaallon etenemisnopeutena (m/s) sormesta mitatusta pulssiaaltoanalyysistä. Kaulavaltimoiden takaseinämän paksuus loppudiasiolella mitattiin ultraäänikuvantamalla. Lepoverenpaine mitattiin istuen 5 minuutin levon jälkeen. Kehon painoindeksi laskettiin mitatun pituuden ja painon perusteella; kehon rasvaprosentti mitattiin bioimpedanssimenetelmällä. Mittaukset tehtiin lähtötilanteessa, intervention puolivälissä (6 kk) ja lopussa (12 kk).

HITCARE-tutkimuksen kulku on esitetty kuvassa 1. Korkeaintensiteettinen aerobinen intervalliharjoittelu suoritettiin polkupyöräergometrillä kerran viikossa. Harjoitusohjelma koostui HIT-S -ryhmällä neljästä 6 minuutin sarjasta, joissa 15 sekunnin kuormitusjaksoa seurasi 15 sekunnin passiivinen palautusjakso (4x12x15 s), sarjojen välissä pidettiin 3 minuutin niin ikään passiivinen palautusjakso. HIT-L -ryhmän harjoitusohjelma koostui neljästä 3 minuutin kuormitusjaksosta (4x1x3 min), kuormitusjaksojen välisen 4 minuutin aktiivisen palautusjakson aikana jatkettiin polkemista rauhallisesti ilman vastusta. Molempien harjoitusohjelmien HIT-harjoituskerran kokonaiskesto oli noin 40 minuuttia sisältäen 12 minuuttia intervalliharjoittelua sekä viiden minuutin lämmittely- ja jäähdyttelyjaksot; laskennallinen energiankulutus oli sama. Ensimmäiset 3 kuukautta kumpikin HIT-ryhmä teki kohtuukuormitteista kestävyysliikuntaa omatoimisesti yleisten liikuntasuosituksen mukaisesti (WHO 2010). Kumpikin HIT-ryhmä aloitti kerran viikossa toteutettavan intervalliharjoittelun 3 kuukauden kohdalla teholla, joka vastasi 60 %

maksimaalista hapenottokykyä vastavasta tehosta (60 % / VO_{2peak}). Harjoitustehoa nostettiin asteittain siten, että 6 kuukauden kohdalla HIT-S -ryhmän harjoitusteho oli 100 % / VO_{2peak} ja HIT-L -ryhmän 90 % / VO_{2peak} , millä tehoilla harjoiteltiin tutkimuksen loppuun asti. Intervalliharjoitukset toteutettiin 1-3 tutkittavan ryhmissä, ja turvallisuuden takaamiseksi kaikki harjoitukset tapahtuivat lääkärin valvonnassa. Sydämen toimintaa monitoroitiin harjoitusten aikana langattomalla EKG-laitteistolla. Aerobisen intervalliharjoittelun lisäksi molemmat HIT-ryhmät tekivät lihaskuntoa ylläpitävää kuntosaliharjoittelua annetun ohjelman mukaisesti kerran viikossa koko intervention ajan.

Tilastolliset menetelmät

Tutkittavien alhaisen määrän vuoksi HIT-S ja HIT-L -ryhmät yhdistettiin analyyseissä (harjoittelun toteutumista lukuun ottamatta) tilastollisen voiman maksimoimiseksi. Harjoituskertojen toteutuminen ja onnistuminen on esitetty prosentteina perustuen 6-12 kuukauden aikana suunnitelman mukaisesti toteutuneihin maksimitehoisiin harjoituksiin. Kaulavaltimon takaseinämän loppudiaastolista paksuutta koskevissa analyyseissa on käytetty oikean ja vasemman puolen mittausten keskiarvoa. Aineisto analysoitiin käyttäen lineaarista sekamalla, p -arvo $<0,05$ tulkittiin tilastollisesti merkitseväksi.

Tulokset

Aineistoa kuvailevia tietoja on esitetty taulukossa 1. Yksi vertailuryhmään kuulunut potilas keskeytti tutkimuksen intervention aikana. Intervention aikana ei ilmaantunut yhtään haittatapahtumaa. Tutkittavien keski-ikä (keskihajonta) tutkimuksen alussa oli 62,8 (9,9) vuotta. Interventio-ohjelman mukaisille harjoituskerroille osallistui HIT-S -ryhmässä 67 % ja HIT-L -ryhmässä 75 % tutkittavista. Näistä harjoituskerroista puolestaan onnistui protokollan mukaisesti HIT-S -ryhmässä 99 % ja HIT-L -ryhmässä 69 %.

Maksimaalisen hapenottokyvyn muutos tutkimus- ja vertailuryhmässä on esitetty kuvassa 2. Tarkasteltaessa muutosta koko interventiovuoden aikana VO_{2peak} parantui HIT-ryhmässä selvästi, mutta heikentyi vertailuryhmässä hieman ($p=0,005$ ryhmien väliselle erolle muutoksessa). HIT-ryhmässä VO_{2peak} oli tutkimuksen alussa 2,20 l/min ja tutkimuksen puolivälissä 2,33 l/min; vertailuryhmässä vastaavat luvut olivat 2,30 l/min ja 2,32 l/min ($p=0,02$ ryhmien väliselle erolle muutoksessa). Tutkimuksen lopussa VO_{2peak} oli HIT-ryhmässä 2,35 l/min ja vertailuryhmässä 2,27 l/min, muutoksessa ei ollut eroa ryhmien välillä tutkimuksen jälkimmäisellä puoliskolla ($p=0,30$).

Pulssiaallon etenemisnopeuden muutos tutkimus- ja vertailuryhmässä on esitetty kuvassa 3. Tarkasteltaessa muutosta koko vuoden aikana, pulssiaallon etenemisnopeus pysyi HIT-ryhmässä lähes muuttumattomana, mutta kasvoi vertailuryhmässä selvästi ($p=0,003$ ryhmien väliselle erolle muutoksessa). HIT-ryhmässä pulssiaallon etenemisnopeus oli tutkimuksen alussa 9,62 m/s ja tutkimuksen puolivälissä 8,41 m/s; vertailuryhmässä vastaavat luvut olivat 7,54 m/s ja 9,15 m/s. HIT-ryhmässä tutkittavien pulssiaallon etenemisnopeus siis hidastui ensimmäisen puolen vuoden aikana vertailuryhmään nähden ($p=0,01$ ryhmien väliselle erolle muutoksessa). Tutkimuksen lopussa pulssiaallon etenemisnopeus oli HIT-ryhmässä 9,73 m/s ja vertailuryhmässä 10,79 m/s, muutoksessa ei ollut eroa ryhmien välillä tutkimuksen jälkimmäisellä puoliskolla ($p=0,76$).

Loppudistastolinen kaulavaltimon takaseinämän paksuus oli HIT-ryhmässä tutkimuksen alussa 0,88 mm ja tutkimuksen lopussa 0,81 mm; vertailuryhmässä vastaavat luvut olivat 0,82 mm ja 0,83 mm. HIT-ryhmässä muutos oli lähes tilastollisesti merkitsevä ($p=0,06$). Ryhmien välillä ei ollut eroa vuoden aikana ($p=0,15$).

Johtopäätökset

Korkeaintensiteettinen aerobinen intervalliharjoittelu on tehokas ja turvallinen liikuntamuoto akuutin sepelvaltimotapahtuman jälkeisessä kuntoutuksessa. Tutkimukseen sitoutuminen oli erinomaista ainoastaan yhden henkilön keskeytettyä tutkimuksen vuoden aikana. HIT-S -ryhmän potilaat pystyivät toteuttamaan suunnitellut intervalliharjoituksensa lähes 100-prosenttisesti, mikä osoittaa HIT-S -kuormitusohjelman olevan paremmin toteutettavissa oleva harjoittelumalli kuin tässä tutkimuksessa käytetty HIT-L -kuormitusohjelma.

Maksimaalinen hapenotto- ja keuhkoventilaatio parantui HIT-ryhmässä selvästi vertailuryhmään nähden jo ensimmäisen puolen vuoden aikana. Tämä on sinänsä yllättävää, koska HIT-harjoittelu aloitettiin 3 kuukauden kohdalla matalalla teholla ($60\% / \text{VO}_{2\text{peak}}$), ja harjoitusteho nostettiin asteittain suunniteltuun maksimiin ($90\text{--}100\% / \text{VO}_{2\text{peak}}$) vasta tutkimuksen puolivälissä. On tosin huomioitava, että jo alhaisemmalla teholla ($60\text{--}80\% / \text{VO}_{2\text{peak}}$) tapahtuvaa harjoittelua voidaan pitää varsin kuormittavana varsinkin 3 minuutin yhtäjaksoisia kuormitusjaksoja tehneellä HIT-L -ryhmällä. Tämä havainto viittaa siihen, että HIT-harjoittelua ei välttämättä tarvitse tehdä maksimaalista hapenotto- ja keuhkoventilaatiota vastaavalla suoritusteholla, vaan jo alhaisemmalla teholla tehty viikoittainen harjoitus riittää parantamaan kestävyyskuntoa sepelvaltimotautipotilailla. Kestävyyskunnan parantumisen seurauksena leposyke laskee, sydämen iskutilavuus suurenee ja valtimoista tulee elastisempia.

Pulssiaallon etenemisnopeus laski HIT-ryhmässä ensimmäisen puolen vuoden aikana hieman, palautuen alkutilanteeseen jälkimmäisen puolen vuoden aikana. Vertailuryhmässä puolestaan pulssiaallon etenemisnopeus kasvoi tasaisesti koko interventiovuoden ajan. Kasvanut pulssiaallon etenemisnopeus kuvastaa lisääntyntä valtimoiden jäykkyyttä ja on siten yhteydessä epäedullisiin muutoksiin verisuonten seinämissä. Maksimaalisen hapenottokyvyn tapaan intervalliharjoittelun suotuisa vaikutus pulssiaallon etenemisnopeuteen ilmeni jo ensimmäisen puolen vuoden aikana. Myös aiemmissa lyhytkestoisissa tutkimuksissa on havaittu HIT-harjoittelun vaikuttavan positiivisesti valtimoiden jäykkyyteen. Tässä tutkimuksessa valtimojäykkyys palautui alkutilanteeseen maksimaalisen HIT-harjoittelun aikana tutkimuksen jälkimmäisten puolen vuoden aikana. Maksimaalisen HIT-harjoittelun vaikutuksista valtimoiden jäykkyyteen sepelvaltimotautipotilailla tarvitaankin lisää pitkäkestoisia tutkimuksia.

Kaulavaltimoiden takaseinä ohentui HIT-ryhmässä vuoden aikana hieman viitaten siihen, että korkeaintensiteettisellä intervalliharjoittelulla saattaa olla positiivinen vaikutus myös ateroskleroosin etenemiseen. Tämä löydös täytyy kuitenkin vahvistaa laajemmassa tutkimusaineistossa. Korkeaintensiteettinen aerobinen intervalliharjoittelu koettiin mielekkäänä ja motivoivana harjoitusmuotona ollen tämän tutkimuksen perusteella potentiaalinen hoitokeino akuutin sepelvaltimotautitapahtuman jälkeisessä liikunnallisessa kuntoutuksessa osana kokonaishoitoa. Suurimpana ongelmana oli tutkimukseen soveltuvien potilaiden arvioitua alhaisempi kertymä sekä tutkimuksesta lopulta poisjääneiden suuri osuus (lähes 50 %) yhteydenottoluvan antaneista potilaista. Jatkossa on tärkeä selvittää syitä, miksi valtaosa sepelvaltimotautipotilaista jää ilman ohjelmoitua liikunnallista kuntoutusta. Tehokkaan liikunnallisen kuntoutuksen puuttuminen tarkoittaa helposti hyvän alkuhoidon valumista hukkaan.

Tutkimuksen tuloksista on valmisteilla käsikirjoitus, joka tullaan lähettämään kansainväliseen vertaisarvioituun tiedelehteen julkaistavaksi. Julkaisussa Kela on mainittu hankkeen rahoittajana.

Lähteet

Cornish AK, Broadbent S, Cheema BS. Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *Eur J Appl Physiol* 2011;111:579–89.

Elliot A, Rajopadhyaya K, Bentley D, et al. Interval training versus continuous exercise in patients with coronary artery disease: a meta-analysis. *Heart Lung Circ* 2015;24:149-57.

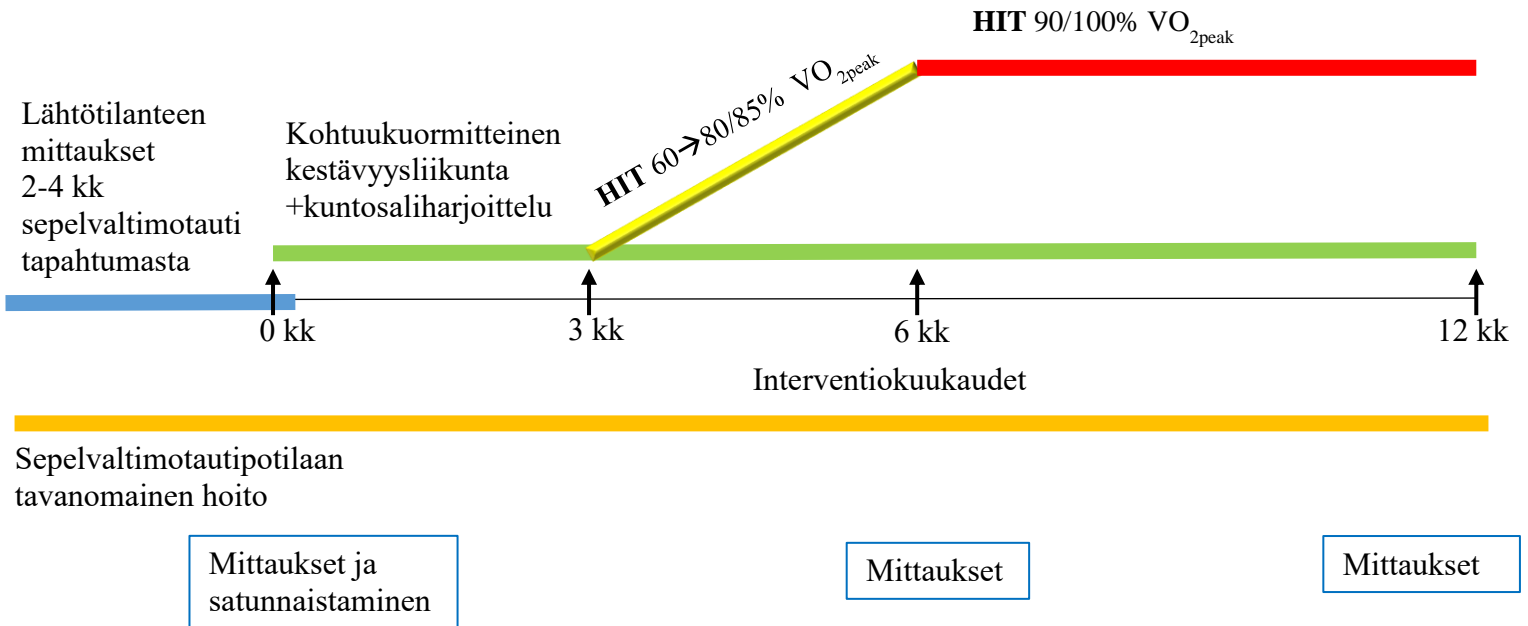
Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, et al. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med* 2012;42:587-605.

Kim HK, Hwang CL, Yoo JK, et al. All-extremity exercise training improves arterial stiffness in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49:1404-11.

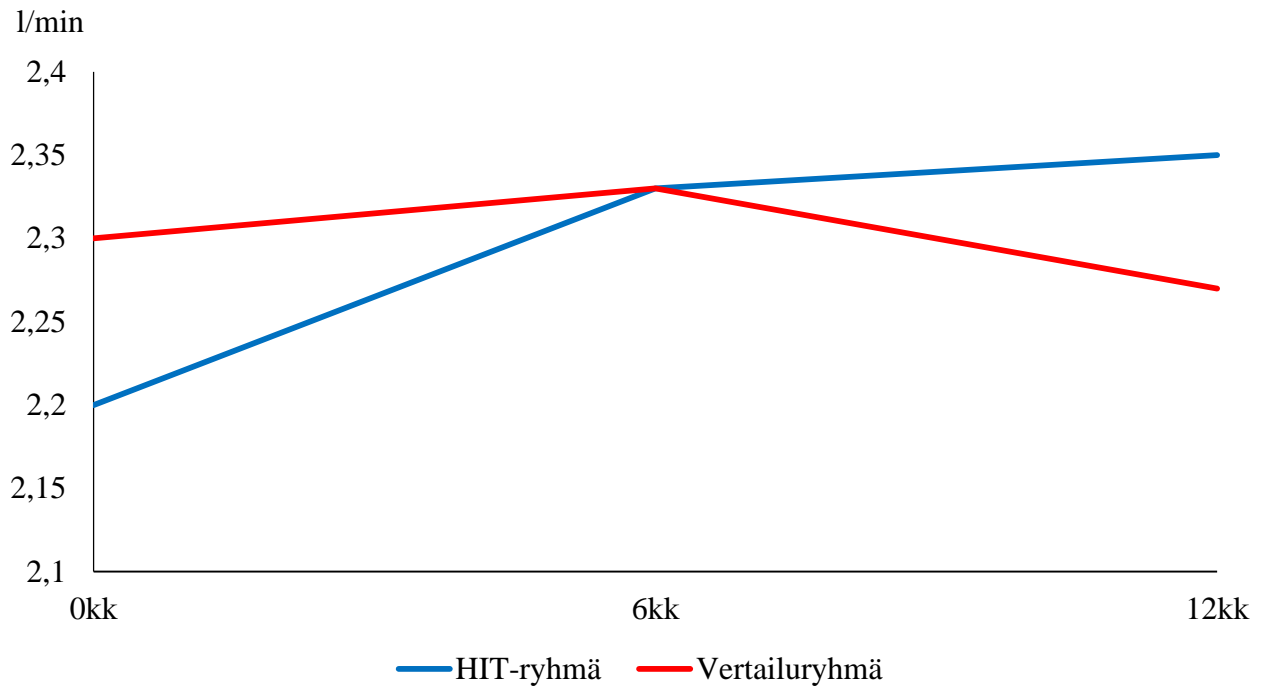
Kotseva K, Wood D, De Backer G, De Bacquer D; EUROASPIRE III Study Group. Use and effects of cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease: results from the EUROASPIRE III survey. *Eur J Prev Cardiol* 2013;20:817-26.

WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health 2010.

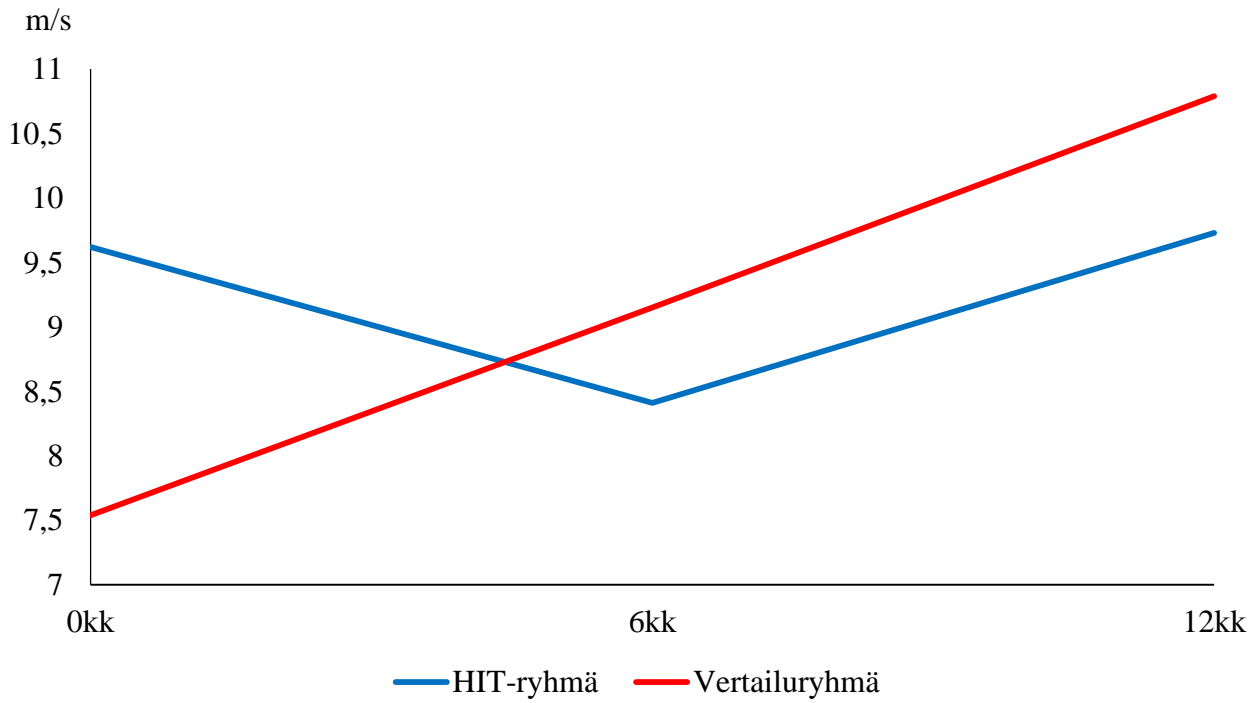
Kuva 1. HITCARE-tutkimuksen kulku.



Kuva 2. Maksimaalisen hapenottoyvyn muutos tutkimusryhmissä.



Kuva 3. Pulssiaallon etenemisnopeuden muutos tutkimusryhmissä.



Taulukko 1. Aineistoa kuvaavia tietoja tutkimuksen alussa ja lopussa.

	HIT 0kk (n=18)	HIT 12kk (n=18)	Vertailu 0kk (n=9)	Vertailu 12kk (n=8)
BMI, kg/m ²	28,8 (3,9)	29,3 (3,7)	26,7 (3,6)	27,5 (4,4)
Kehon rasvaprosentti, %	27,3 (9,0)	29,7 (9,6)	26,0 (11,8)	25,3 (9,9)
Systolinen verenpaine, mmHg	123,9 (12,4)	128,9 (14,8)	130,7 (16,9)	135,5 (17,7)
Diastolinen verenpaine, mmHg	75,9 (6,6)	74,6 (6,7)	77,4 (6,3)	77,5 (7,9)
Istuminen, tuntia/arkipäivä	5,5 (2,1)	5,5 (2,6)	7,3 (3,2)	6,3 (3,6)
Istuminen, tuntia/viikonlopun päivä	4,5 (1,5)	5,0 (2,4)	5,8 (2,1)	5,2 (1,6)
Kevyt fyysinen rasitus, minuuttia/päivä	95,3 (86,7)	125,0 (83,0)	69,4 (46,3)	120,0 (148,2)
Kohtalainen fyysinen rasitus, minuuttia/päivä	68,9 (37,1)	90,8 (64,8)	60,0 (27,8)	78,1 (43,6)
Raskas fyysinen rasitus, minuuttia/päivä	82,2 (65,4)	71,4 (41,9)	75,0 (32,1)	75,00 (50,7)
Nukkuminen, tuntia/yö	6,9 (0,8)	7,1 (0,8)	7,8 (0,4)	7,8 (0,5)

Luvut ovat keskiarvoja (keskihajonta).