

**Heidi Kujala**  
Diakonia-ammattikorkeakoulu  
Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto  
Terveystenhoitaja (AMK)  
Opinnäytetyö, 2019

**MAKSIMAALISEN HAPENOTTOKYVYN  
JA METABOLISTEN RISKITEKIJÖIDEN  
YHTEYS YÖLLISEEN PALAUTUMISEEN  
YLIPAINOISILLA 18-40-VUOTIAILLA**

## TIIVISTELMÄ

Heidi Kujala

Maksimaalisen hapenottokyvyn ja metabolisten riskitekijöiden yhteys yölliseen palautumiseen ylipainoisilla 18-40-vuotiailla

43 sivua

Syksy, 2019

Diakonia-ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveystieteiden ammattikorkeakoulututkinto

Terveydenhoitaja (AMK)

Opinnäytetyö on osa Helsingin yliopiston liikuntalääketieteen yksikön johtamaa Motivation Makes The Move! -tutkimushanketta. Tutkimushankkeen tavoitteena on luoda edellytykset teknologia-avusteisten toimintatapojen kehittämiseksi, joilla edistetään henkilöiden terveyskäyttäytymisen muutosta ja sitoutumista huolehtimaan terveydestään.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää yön aikaisen palautumisen yhteyttä kestävyys- ja suorituskyvyn keskeisimpään tekijään, maksimaaliseen hapenottokykyyn ( $VO_{2max}$ ), matala-asteiseen tulehdukseen sekä insuliiniresistenssiarvoon. Tutkimuksen tavoitteena oli myös tutkia maksimaalisen hapenottokyvyn yhteyttä matala-asteiseen tulehdukseen, insuliiniresistenssiarvoon sekä lepoverenpaineeseen. Aineisto kerättiin Helsingin Urheilulääkäriasemalla ja asema toimi myös tämän opinnäytetyön yhteistyötahona. Tästä työstä tullutta uutta tutkimustietoa tullaan hyödyntämään osana Motivation Makes The Move! -tutkimushanketta.

Kohderyhmä koostui 18-40-vuotiaista ylipainoisista ja huonokuntoisista henkilöistä. Aineisto analysoitiin SigmaPlot for Windows, Version 14.0, Systat Software, Inc ohjelmalla. Saatuja tuloksia esiteltiin muuttujien keskiarvoina ja keskihajontoina. Lisäksi selvitettiin muuttujien välisiä yhteyksiä Pearsonin korrelaatiolla. Myös tilastolliset merkitsevyydet testattiin.

Matala-asteisen tulehduksen ja maksimaalisen hapenottokyvyn väliltä löydettiin tilastollisesti merkitsevä yhteys ( $p=0,00445$ ). Insuliiniresistenssiarvon ja maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p=0,0000629$ ). Lisäksi palautumisen määrän % ja matala-asteisen tulehduksen välinen  $p$ -arvo oli tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p=0,0289$ ). Palautumisen määrä % oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä myös insuliiniresistenssiarvoon ( $p=0,00966$ ). Yllä mainittujen muuttujien välillä korrelaatiokertoimet olivat negatiivisia. Näyttäisi siltä, että hyvä palautumisen määrä ja maksimaalinen hapenottokyky on yhteydessä parempiin tuloksiin mitattujen muuttujien kohdalla verrattaessa palautumisen laatuun.

Asiasanat: palautuminen, suorituskyky, ylipaino

## ABSTRACT

Heidi Kujala

Relationship between maximal oxygen uptake and metabolic risk factors for overnight recovery in overweight 18-40-years-olds

43 pages

Autumn, 2019

Diaconia University of Applied Sciences

Bachelor's Degree Programme in Health Care

Public Health Nurse (UAS)

This thesis is part of the Motivation Makes the Move! Research. The head of research is the Department of Sports and Exercise Medicine, the University of Helsinki. The objective of this study was to create different tools for improving people's ability to take care of their health.

The purpose of this thesis was to study the relationship between overnight recovery, maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ), and low grade inflammation and insulin resistance. Furthermore, also to study the relationship between maximal oxygen uptake, low grade inflammation, insulin resistance and resting blood pressure. The research was conducted in co-operation with the Department of Sports and Exercise Medicine of Helsinki and the data of this research was also collected there. The new information is used in the Motivation Makes the Move! Research project.

Participants were overweight unfit and over weighted men and women aged 18 to 40 years. Data was analysed with SigmaPlot for Windows, Version 14.0, Systat Software, Inc. Data was analysed with Pearson correlation to find the relationship between different variables. Means and standard deviations were calculated and statistical significances were tested.

As results, there was a statistically significant relationship between low grade inflammation and maximal oxygen uptake ( $p=0.00445$ ). Insulin resistance was also highly associated with maximal oxygen uptake ( $p=0.0000629$ ). Additionally, recovery rate % was statistically almost significant, associated with low grade inflammation ( $p=0.0289$ ) and association between insulin resistance and recovery rate was scientifically significant ( $p=0.00966$ ). Correlations between variables were all negative. It seems a high night recovery rate % and maximal oxygen uptake leads to better results measured by the variables compared with the quality of night time recovery.

Keywords: recovery, performance, overweight

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	4
2 METABOLISTEN RISKITEKIJÖIDEN YHTEYS TERVEYTEEN .....	5
2.1 Terveys .....	5
2.2 Metaboliset riskitekijät .....	6
2.3 Vyötärön ympärys .....	7
2.4 Veren rasva-arvot .....	8
2.5 Verenpaine .....	9
2.6 Herkkä C-reaktiivinen proteiini .....	9
2.7 Insuliiniresistenssi .....	10
3 SYDÄN JA HERMOSTO .....	12
3.1 Sydän .....	12
3.2 Autonominen hermosto .....	13
3.3 Sykevälivaihtelu .....	14
4 TOIMINTAKYKY JA PALAUTUMINEN .....	16
4.1 Fyysinen toimintakyky .....	16
4.2 Maksimaalinen hapenottokyky osana suorituskkyä .....	17
4.3 Palautuminen .....	18
4.4 Yön aikainen palautuminen .....	19
5 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMAT .....	21
6 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	22
6.1 Muuttujat .....	22
6.2 Tutkimusasetelma .....	23
6.3 Aineistonkeruu .....	24
6.4 Tilastollinen analyysi .....	26
7 TULOKSET .....	27
7.1 Korrelaatiot muuttujien välillä .....	27
7.2 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys yölliseen palautumiseen .....	28

7.3 Insuliiniresistenssin yhteys yölliseen palautumiseen.....	29
7.4 Herkän C-reaktiivisen proteiinin yhteys yölliseen palautumiseen.....	30
7.5 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys insuliiniresistenssiin.....	31
7.6 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys herkkään C-reaktiiviseen proteiiniin .....	32
7.7 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys lepoverenpaineeseen.....	33
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	34
LÄHTEET.....	38

# 1 JOHDANTO

Lihavien aikuisten määrä on tuplaantunut vuodesta 1980 (Mustajoki 2019). Lihavuus on merkittävä kansanterveydellinen ongelma ja yli puolet suomalaisista aikuisista on ylipainoisia tai lihavia. Lihavilla on suurempi riski sairastua mm. tyyppin 2 diabetekseen, sydän- ja verisuonisairauksiin ja haimasairauksiin. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Elintavat ja ravitsemus.) Lihavuus voi aiheuttaa myös insuliiniresistenssiarvon nousua. Lisäksi keskivartalolihavuus on yhdistetty kohonneeseen herkkään C-reaktiiviseen proteiiniin, joka kuvastaa elimistön matala-asteista tulehdustilaa. (Mustajoki 2017.)

Liikunnan on todettu parantavan ylipainoisten suorituskykyä. Hyvällä suorituskyvyllä voidaan ennaltaehkäistä pitkäaikaissairauksia, kuten sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksia. (Castro, Peinado, Benito, Galindo, González-Gross & Cupeiro 2016.) Lisäksi enemmän liikuntaa harrastavat palautuvat muita paremmin (Föhr, Pietilä, Helander, Myllymäki, Lindblom, Rusko & Kujala 2016).

Helsingin yliopisto toteuttaa Motivation Makes The Move! -tutkimushanketta (MoMaMo!) ja tämä opinnäytetyö on osa sitä. Tutkimushankeen tarkoituksena on kehittää yksilöllisiä teknologia-avusteisia toimintatapoja ylipainoisille ja huonokuntoisille henkilöille. Tavoitteena on edistää henkilöiden terveystyökalujen muuttamista ja sitoutumista terveydestään huolehtimiseen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia 18-40-vuotiaita ylipainoisia henkilöitä, joilla on suuri riski sulkea itsensä terveellisten elämäntapojen ulkopuolelle. Työssä tutkittiin yöllisen palautumisen yhteyttä maksimaaliseen hapenottokykyyn ( $VO_{2max}$ ) ja insuliiniresistenssiin sekä herkkään C-reaktiiviseen proteiiniin. Lisäksi selvitettiin maksimaalisen hapenottokyvyn yhteyttä insuliiniresistenssiin, herkkään C-reaktiiviseen proteiiniin ja lepoverenpaineeseen. Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että ylipainoiset 18-40-vuotiaat, miehet ja naiset, hyötyisivät terveydellisesti paremmasta maksimaalisesta hapenottokyvystä ja palautumisesta.

## 2 METABOLISTEN RISKITEKIJÖIDEN YHTEYS TERVEYTEEN

### 2.1 Terveys

Terveys on psyykkisestä, fyysisestä ja sosiaalisesta terveydestä muodostuva tila, joka muuttuu koko ajan. Terveystilaan vaikuttavat fyysinen tila, sosiaalinen elinympäristö, sairaudet sekä henkilön omat arvot, kokemukset ja asenne. (Huttunen 2018.) Elintavoilla on suuri merkitys terveyteen ja terveystriskeihin. Terveystriskien vähentämiseen riittää usein ainoastaan elintapojen muutos. (UKK-instituutti 2015.) Terveystien ja hyvinvointiin panostamalla voidaan vaikuttaa kansansairauksien ilmaantumiseen ja laskea niistä johtuvia yhteiskunnallisia kustannuksia. Kansansairauksia pystytään ehkäisemään esimerkiksi terveellisellä ruokavaliolla ja liikunnalla, mikä johtaa lihavuuden ehkäisyyn. (Terveystien ja hyvinvoinnin laitos. Kansantaudit. Yleistietoa kansantaudeista.)

Ylipaino syntyy henkilön syödessä säännöllisesti enemmän kuin hän kuluttaa (BMI = 25-29,9). Lihavuudesta ja ylipainosta on syntynyt kansanterveydellinen ongelma. Lihavuus on yhteydessä moneen sairauteen kuten sydän- ja verisuonitauteihin, tyypin 2 diabetekseen, uniapneaan, haimasairauksiin, masennukseen, dementiaan, kihtiin ja moniin syöpiin. Lihavuuteen liitetyt sairaudet ja lihavuus itsessään heikentävät elämänlaatua. Tämä vaikuttaa myös työ- ja toimintakykyyn negatiivisesti. (Vartiainen, Mäki, & Laatikainen 2013.) Olisi siis elämänlaadun, hyvinvoinnin ja toimintakyvyn kannalta tärkeää, että ylipainoiset ja lihavat laihduttaisivat normaalipainoon ja pysyisivät siinä. Väestön lihavuuden ehkäisyyn ja terveyden edistämiseen tarvitaan kansallisia, alueellisia sekä yhteiskunnan sektoreita. (Mäki, Jousilahti, Männistö, Raulio, Ståhl & Laatikainen 2017.)

## 2.2 Metaboliset riskitekijät

Metabolinen oireyhtymä on aineenvaihduntaan liittyvä tila. Tässä tilassa henkilöllä on monia terveyttä uhkaavia häiriöitä samanaikaisesti. Oireyhtymän aiheuttavat ylipaino ja keskivartalolihavuus. Metabolisten riskitekijöiden kriteereistä tulee täytyä kolme ennen kuin henkilölle voidaan diagnosoida metabolinen oireyhtymä. Kriteerit on kuvattu taulukossa 1. Kriteerit ovat suurentunut vyötärön ympärys, kohonneet veren rasva-arvot ja pienentynyt veren HDL-kolesterolin määrä. Lisäksi kriteereihin sisältyy kohonnut verenpaine, paaston jälkeinen korkea verensokeri ja suurentunut plasman glukoosipitoisuus. Metabolista oireyhtymää sairastavalla on selvästi suurentunut riski sairastua ateroskleroosiin, joka tarkoittaa valtimoiden ahtautumista. Tämä myös suurentaa riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin. Metabolinen oireyhtymä on hoidettavissa laihtuttamalla normaalipainoon pysyvästi. (Mustajoki 2017.) Henkilö luokitellaan lihavaksi BMI:n ollessa 30-34,9. BMI:n ollessa 35-39,9 henkilö on vaikeasti lihava ja BMI:n ollessa yli 40, luokitellaan henkilö sairaalloisen ylipainoiseksi. (Lihavuus (aikuiset). Käypä hoito -suositus 2011.)

Taulukko 1. Metabolisten riskitekijöiden kriteerit

Vyötärön ympärys		Veren rasva-arvot	HDL	Verenpaine	Plasman glukoosipitoisuus
<b>Miehet</b>	100cm	Suurentuneet yli 1,7mmol/l	Alle 1mmol/l	Yli 130/85	Yli 5,7mmol/l
<b>Naiset</b>	90cm	Suurentuneet yli 1,7mmol/l	Alle 1,3mmol/l	Yli 130/85	Yli 5,7mmol/l

Alla on määritelty kuusi metabolisen oireyhtymän osatekijää, joilla on yhteys sydän- ja verisuonisairauksien syntyyn:

- Keskivartalolihavuus
- Aterogeeninen dyslipidemia



- Kohonnut verenpaine
- Insuliiniresistenssi ja glukoosi-intoleranssi
- Tulehduksellinen tila
- Veren hyytymiselle suotuisat olosuhteet

Osatekijät voidaan edelleen jakaa ryhmiin niiden vakavuusasteen perusteella. Nämä ryhmät ovat altistavat riskit, merkittävät riskit sekä mahdolliset riskit. Altistavien riskien ryhmään kuuluvat keskivartalolihavuus, fyysinen inaktiivisuus ja huono ruokavalio. Merkittävien riskitekijöiden ryhmään kuuluvat tupakointi, korkea verenpaine, korkea LDL, matala HDL, perinnöllinen sepelvaltimotauti sekä ikääntyminen. Mahdollisten riskien ryhmään kuuluvat kohonneet triglyseridiarvot, pienet LDL -hiukkaset, insuliiniresistenssi, glukoosi-intoleranssi, tulehduksellinen tila ja veren hyytymiselle suotuisat tilat. (Scott, Grundy, Brewer, Cleeman, Smith & Lenfant 2004.)

### 2.3 Vyötärönympäryys

Vyötärönympäryksen suureneminen eli keskivartalolihavuus tarkoittaa tilaa, jossa ylipaino kertyy keskivartaloon. Tuolloin suurin osa rasvasta kertyy suolten ja sisäelinten väliin, vatsaontelon sisään sekä maksan sisälle. Miehillä on suurempi todennäköisyys keskivartalolihavuuteen kuin naisilla, sillä naisten elimistössä muodostuu naissukupuolihormonia, joka suojaa rasvan kertymiseltä vatsaonteloon. Vaihdevuosien jälkeen naisten taipumus keskivartalolihavuuteen on yhtä suuri kuin miehillä. (Mustajoki 2019.) Useimmilla henkilöillä, joilla on todettu metabolinen oireyhtymä, on keskivartalolihavuus ollut yhtenä riskitekijänä. Keskivartalolihavuus vaikuttaa myös aineenvaihduntaan liittyvien riskitekijöiden kehittymiseen. Keskivartalolihavuus on myös vahvasti yhteydessä kohonneeseen insuliiniresistenssiarvoon. (Alberti, Eckel, Grundy, Zimmet, Cleeman, Donato & Smith 2009.)

Elintavoilla on yhteys rasvan kertymiseen vatsaonteloon. Tupakoitsijoilla on enemmän rasvaa vatsaontelossa kuin saman kokoisilla ei-tupakoivilla henkilöillä. Myös paljon alkoholia nauttivilla kertyy vatsaontelon sisäistä rasvaa enem-

män kuin kohtuukäyttäjillä. Liikunta vaikuttaa myös rasvan kertymiseen vatsaonteloon. Liikuntaa harrastavilla rasvaa ei kerry niin paljon kuin henkilöillä, jotka eivät harrasta liikuntaa. (Mustajoki 2019.)

## 2.4 Veren rasva-arvot

Triglyseridit ovat rasvoja, jotka kiertävät veressä. Elimistön solut käyttävät näitä rasvoja energianlähteenä. Triglyseridejä saadaan elimistöön ravinnosta sekä itse valmistamalla. Ruuasta niitä saadaan esimerkiksi öljyistä, eläinperäisestä rasvasta, maidosta ja voista. Elimistö tuottaa itse triglyseridejä maksasoluissa. Veren rasva-arvot mitataan usein yön paaston jälkeen. Triglyseridejä elimistössä lisäävät keskivartalolihavuus, runsas nopeiden hiilihydraattien saanti ravinnosta, runsas alkoholin nauttiminen ja huonossa tasapainossa oleva diabetes. (Mustajoki 2018.) Ylipaino ja korkeampi BMI voivat nostaa veren triglyseridiarvoja, joten ylipainoisten on järkevää seurata säännöllisesti näiden arvojen kehitystä (Ma, Yu, Hao, Wang, Sun, Lu, Cao & Lin 2017).

Kolesteroli on rasvan tapainen aine, joka liukenee veteen ja kulkee verenkielrossa. LDL kuljettaa veren kolesterolistä suurinta osaa ja sen tehtävänä on kuljettaa kolesterolia verestä kudoksiin. HDL taas kuljettaa kolesterolia pois kudoksista. Pienentynyt HDL-kolesterolin määrä johtuu usein keskivartalolihavuudesta. Kohonnut veren kolesteroli on puolestaan riskitekijä valtimosairauksille, jotka voivat edelleen aiheuttaa sydäninfarktin ja aivohalvauksen. (Mustajoki 2019.) Ylipainoisilla korkeat kolesteroliarvot ovat yhteydessä korkeampiin maksa-arvoihin. Myös henkilön korkeampi ikä näyttäisi vaikuttavan kolesteroliarvoon negatiivisesti. (Ma ym. 2017.)

Veren rasva-arvoja voidaan kontrolloida riittävällä liikunnalla ja hyvällä ruokavaliolla. Reipas kävely suurentaa HDL-kolesteroliarvoa noin 5 % ja pienentää LDL-kolesteroliarvoa myös noin 5 %. Ruokavaliolla LDL-kolesterolipitoisuutta on mahdollista pienentää noin 5 %. Kasvien kolesterolit eivät imeydy suolistossa, vaan kulkeutuvat suoliston läpi poistaen eläinperäistä kolesterolia (Aalto-Setälä 2014.)

## 2.5 Verenpaine

Suomalaisista aikuisista jopa kahdella miljoonalla on kohonnut verenpaine. Vain joka viidennellä ihmisellä verenpaine on ihanteellisella tasolla. Valtimot ja sydänlihas voivat vaurioitua korkean verenpaineen seurauksena ja se nostaa riskiä sairastua sydäninfarktiin ja aivohalvaukseen. Lisäksi kohonnut verenpaine saattaa aiheuttaa kohde-elinvaurioita kuten munuaisvaurioita tai silmäongelmia. Terveen ihmisen verenpaineen tavoitearvo on alle 140/90mmHg. (Verenpaine koholla? Käypä hoito -suositus 2015.)

Kohonneen verenpaineen riskiä lisäävät ylipaino, alkoholin käyttö, liika ruokasuolan käyttö ja vähäinen liikunta. Kohonneen verenpaineen hoidossa ja ehkäisyssä on tärkeää muuttaa elämäntapoja lääkehoidon lisäksi. Liikunnan vaikutus verenpaineeseen on melkein sama kuin verenpainelääkkeen. Liikunta, terveysliikuntasuosituksen mukaan, alentaa systolista verenpainetta noin 5mmHg ja diastolista noin 2mmHg henkilöillä, joilla on kohonnut verenpaine. Lisääntynyt liikunta voimistaa sympaattisen hermoston aktiivisuutta, jolloin verta virtaa enemmän lihaksistoon. Se myös vähentää verisuonten ääreisvastusta ja muuttaa verenpainetta säätelevien solujen toimintaa. Näiden tekijöiden takia verenpaine on levossa matalampi kuin liikkuessa. (UKK-instituutti 2014.)

Hyvä suorituskyky näyttäisi alentavan riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin. Miehillä keskitasoinen ja hyvä hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyky vähensi riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin. Kohtalainen suorituskyky vähensi riskiä 14% ja hyvä 34% verrattuna huonoon suorituskykyyn. Naisilla hyvä suorituskyky vähensi riskiä sairastua 51% ja kohtalainen 6 % verrattuna huonoon suorituskykyyn. (Sui, LaMonte & Blair 2007.)

## 2.6 Herkkä C-reaktiivinen proteiini

C-reaktiivinen proteiini (CRP) on maksan tuottama valkuaisaine. Sen arvo suurenee erilaisissa bakteerien aiheuttamissa tulehduksissa arvoon 100 tai enemmän, kun viitearvo on alle 3. Viruksen aiheuttamissa tulehduksissa arvo nousee

vain vähän. (Eskelinen 2016.) Herkän C-reaktiivisen proteiinin (hs-CRP) arvo kuvastaa elimistön matala-asteisen tulehduksen tilaa. Tätä tilaa mitataan plas-masta otettavalla laboratoriotutkimuksella. Kroonisen matala-asteisen tulehduk-sen aiheuttajana on yleisimmin ylipaino. Matala-asteinen tulehdustilan on myös todettu suurentavan riskiä sairastua sydän- ja verisuonitauteihin. (Huslab, 2018.) On todettu, että hs-CRP -pitoisuutta nostaa keskivartalolihavuus, sillä stimuloivia sytokiineja erittyy rasvakudoksesta. Hs-CRP-arvoa nostavat myös lukuisat riskitekijät, joita ovat mm. infektiot, tupakointi ja edellä mainittu ylipaino. (Standberg & Viikari 2009.) Raja-arvot ovat naisilla 0.05-3mg/l ja miehillä 0.05-2.5mg/l. (Huslab, 2018).

Näyttäisi siltä, että sekä metabolista oireyhtymää sairastavilla ylipainoisilla, että ylipainoisilla metabolisesti terveillä henkilöillä hs-CRP on yhtä koholla. Normaali-painoisten ja ylipainoisten välillä hs-CRP-arvossa on kuitenkin merkittävästi eroa. Terveet ylipainoiset ihmiset voidaan nähdä väliryhmänä normaalipainois-ten terveiden ja metabolista oireyhtymää sairastavien välissä. (Iglesias, Stein-hardt, López, González, Vilariño, Frechtel & Cerrone 2017.) Hs-CRP on siis yleensä koholla ylipainoisilla henkilöillä. Tämä johtuu suuresta rasvakudokses-ta, joka vapauttaa sytokiineja elimistöön ja siten suurentaa hs-CRP-arvoa. (Scott ym. 2004.)

## 2.7 Insuliiniresistenssi

Insuliiniresistenssillä tarkoitetaan insuliinin vaikutuksen heikentymistä kohdeku-doksissa. Aineenvaihdunnan kannalta tärkeitä kudoksia ovat lihas, rasvakudos ja maksa. Insuliiniresistenssissä maksa tuottaa ja vapauttaa liikaa glukoosia ja näin veren sokeripitoisuus suurenee, eikä palaudu normaalisti aterian jälkeen. Lisäksi sokeripitoisuus jää koholle, koska sokerin imeytyminen verestä kudok-siin vähenee, sillä insuliinia ei ole käytettävissä tarpeeksi. Eli energian tarve on pienempi kuin soluille tarjolla olevan energian määrä. Tällöin insuliinin aikaan-saama solunsisäinen signaalinsiirto heikentyy ja johtaa tulehdukselliseen tilaan. Tämä tarkoittaa, että elimistö on tullut vastustuskykyiseksi insuliinille. Useimmi-

ten syynä on lihavuus. Tätä pystytään tutkimaan verikokein selvittämällä HOMA-IR-arvo. (Mäkinen, Skrobuk, Koistinen 2013.)

Metabolinen oireyhtymä on yhdistetty korkeampaan insuliiniresistenssiarvoon (HOMA-IR). Metabolisen kunnon heikentyessä HOMA-IR-arvo nousee merkittävästi. HOMA-IR-arvon ollessa 2,5 tai enemmän, voidaan sanoa henkilöllä olevan insuliiniresistenssi. Terveiden ja ylipainoisten metabolista oireyhtymää sairastavien välillä HOMA-IR-arvo eroaa merkittävästi. Kuitenkaan verrattaessa terveitä normaalipainoisia ja terveitä ylipainoisia HOMA-IR-arvossa ei ole nähtävissä merkittävää eroa. (Iglesias ym. 2017.) Kehon rasvapitoisuuden lisääntyessä insuliiniresistenssiarvo yleensä nousee. Insuliiniresistenssi liittyy myös muihin metabolisiin riskitekijöihin ja on yhteydessä sydän ja verisuonisairauksiin. Insuliiniresistenssin jatkuessa pitkään voi tilaa kutsua glukoosi-intoleranssiksi. Kun glukoosi-intoleranssi kehittyy diabetes-tason hyperglykemiaksi, on noussut glukoosi suuri yksittäinen sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijä. (Scott ym. 2004.)

## 3 SYDÄN JA HERMOSTO

### 3.1 Sydän

Sydän on lihas, joka pumppaa verta sykkeen tahdissa valtimoita pitkin elimistöön. Sydän toimii oman sähköisen järjestelmänsä ohjaamana. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lätti 2017, 149.) Sydämen toimintajakso jaetaan systoliseen ja diastoliseen. Systolisessa jaksossa sydän pumppaa verta eteenpäin ja diastolisessa sydän täyttyy. Sydämen sykkeellä tarkoitetaan toimintajaksojen lukumäärää minuuttia kohden. (Leppäluoto ym. 2017, 157.)

Sydän pumppaa verta elimiin sekä kudoksiin oman sähköisen ohjausjärjestelmän avulla. Tähän järjestelmään kuuluvat tahdistinsolut ja johtoradat. Sähköisen ärsytyksen eli impulssin synnyttämiseen sekä kuljettamiseen osallistuu pieni osa sydänlihassoluista. Yhdessä nämä muodostavat sydämen johtoratajärjestelmän. Johtoratajärjestelmä alkaa sinussolmukkeesta, joka toimii myös sydämen tahdistajana. Sinussolmukkeesta ärsyke etenee eteiseen, jolloin eteiseinämat depolarisoituvat. Tämän jälkeen sydämen molemmat eteiset supistuvat. Sydämen supistuessa veri siirtyy eteis-kammiosolmukkeeseen ja jatkaa kammioihin. Kammioista se kulkeutuu hisinkimpun läpi työnnyen aorttaan ja keuhkovaltimorunkoon ja sitä kautta muualle elimistöön. Supistuksen jälkeen sähköinen järjestelmä niin sanotusti lepää. Tätä lepotilaa kutsutaan repolarisaatioksi. (Leppäluoto ym. 2017, 153-157.)

Sydämen toimintaa voidaan analysoida iskuutilavuuden ja minuuttitulavuuden perusteella. Minuuttitulavuus tarkoittaa veren määrää, jota sydän pumppaa minuutissa. Iskuutilavuus taas tarkoittaa aorttaan siirtynyttä verimäärää yhden sydämen supistuksen seurauksena. Iskuutilavuus kasvaa kaksinkertaiseksi kovassa rasituksessa. Hyväkuntoisilla henkilöillä iskuutilavuus on levossa suurempi kuin huonokuntoisilla, jolloin se kasvaa rasituksessakin suurempiin arvoihin. Lepotilassa minuuttitulavuus on se verimäärä, jonka verenkiertoelimistö normaalisti sisältää. Kuormituksen lisääntyessä sydämen minuuttitulavuus kasvaa. Kovatehoisessa kuormituksessa sydämen koko verimäärä voi kiertää sydämen

kautta kahdeksan kertaa minuutin aikana. (Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 85-89.)

### 3.2 Autonominen hermosto

Hermosto koostuu keskus- ja ääreishermostosta, keskushermostoon kuuluvat aivot sekä selkäydin. Ääreishermosto muodostuu aivo- ja selkäydinhermoista sekä hermosolmuista. Hermosto koostuu aksonikimpuista, verisuonista ja sidekudoskalvoista. Hermosto jaetaan autonomiseen ja somaattiseen hermostoon. Somaattinen hermosto on tahdonalainen hermosto ja se säätelee lihasten toimintaa. (Sandström & Ahonen 2013, 7.)

Autonomisen hermoston tehtävänä on säädellä tahdosta riippumattomia elintoimintoja, joihin kuuluu sydän- ja verenkiertoelimistön toiminta. Se jakautuu sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon, jotka säätelevät sydämen lyöntitiheyttä. Ärsykkeen tullessa sympaattinen hermosto aktivoituu, jolloin parasympaattisen hermoston aktiivisuus vähenee. Uniaikana parasympaattinen hermosto on aktiivisempi kuin sympaattinen ja hereillä ollessa sympaattinen hermosto on aktiivisempi. (Leppäluoto ym. 2017, 414-415.)

Autonomisen hermoston ääreisosissa on vieviä hermoratoja, joita kutsutaan efferenteiksi hermoradoiksi. Efferentti hermorata muodostuu kahdesta hermosolusta. Ensimmäinen sooma eli solukeskus on selkäytimessä tai aivorungossa. Toinen sijaitsee selkäytimen ulkopuolella. (Leppäluoto ym. 2017, 414-415.) Sympaattisessa hermostossa selkäytimestä lähtevien aksonien tehtävänä on viedä ärsykeitä kohde-eliimiin. Aksonit kulkevat kohde-eliimiin aivo- ja selkäydinhermojen mukana. (Sanström & Ahonen 2013, 8-11.)

### 3.3 Sykevälivaihtelu

Sykevälivaihtelulla eli sykevariaatiolla (heart rate variability) tarkoitetaan peräkkäisten sydämen lyöntien välistä aikaa. Yksittäisten lyöntien väliä kutsutaan sykeväliksi. Sydämen lyöntien välistä aikavälien vaihtelua kutsutaan sykevälivaihteluksi. Sydämen lyöntien välinen aika vaihtelee, koska sydämen rytmi on epätasainen. EKG:ssä oleva R-piikki kuvastaa kammioiden supistumista. RR-intervalli taas kuvastaa R-piikkien välistä aikaa ja näistä RR-intervalleista tehdään sykevälivaihtelu -analyysi. Sydämen lyöntien väliset aikavälit vaihtelevat ja se ilmaistaan keskisykkeenä laskettuna joltakin aikaväliltä. Ajallisen vaihtelun perusteella sykevälivaihtelu jaetaan kolmeen taajuusalueeseen. Näitä ovat korkea taajuus (high frequency power), matala taajuus (low frequency power) ja erittäin matala taajuus (very low frequency power). (Peltomaa 2015, 26-29.) Joidenkin jaotteluiden perusteella taajuusalueet voidaan jakaa neljään, joissa määritellään edellisten lisäksi myös erityisen matala taajuus (ultra low frequency power) (Shaffer & Ginsberg 2017).

Korkeaa taajuutta säätelee hengitysrytmi. Sekä korkean taajuuden että kokonaisykevälivaihtelun on havaittu kuvaavan hyvin parasympaattisen hermoston aktiivisuutta. Sykevaihtelu, joka tapahtuu matalan taajuuden alueella, johtuu verenpaineen säätelymekanismeista. Sen oletetaan kuvaavan parasympaattisen sekä sympaattisen hermoston toimintaa. Erittäin matalan taajuuden fysiologiaa ei tiedetä tarkasti. (Peltomaa 2015, 26-29.)

Sykevälivaihteluun vaikuttavat ikä, kehon toiminnot, joita ovat mm. sisään- ja uloshengitys, hormonaaliset reaktiot, aineenvaihdunnan prosessit, autonomisen hermoston reaktiot, fyysinen aktiivisuus, liikkeet ja asennon muutokset, ajatus-toiminnot, tunnereaktiot ja psyykinen kuormitus, stressireaktiot sekä rentoutuminen. Myös geneettiset tekijät vaikuttavat sykevälivaihteluun. Sykevälivaihtelu on hyvä noninvasiivinen indikaattori tutkittaessa elimistön toimintaa. (Peltomaa 2015, 26-29.)

Matala sykevälivaihtelu ja sympaattisen hermoston aktiivisuus voivat lisätä riskiä sairastua metaboliseen oireyhtymään. Henkilöillä, joilla sydämenlyöntien



välisen ajan keskihajonta (SDNN) on pieni, on myös tilastollisesti merkitsevästi suurempi vyötärönympäryys, korkeampi diastolinen verenpaine ja suurempi paastoglukoosiarvo, kuin henkilöillä, joilla sykevälivaihtelun keskihajonta on suuri. Systolinen verenpaine ei eronnut tutkimusryhmien välillä. Lisääntynyt riskitekijöiden määrä heikensi tutkimuksessa mitattuja arvoja koehenkilöillä. (Saito, Maruyama, Eguchi, Kato, Kawamura, Takata, Onuma, Osawa & Tanigawa 2017.)

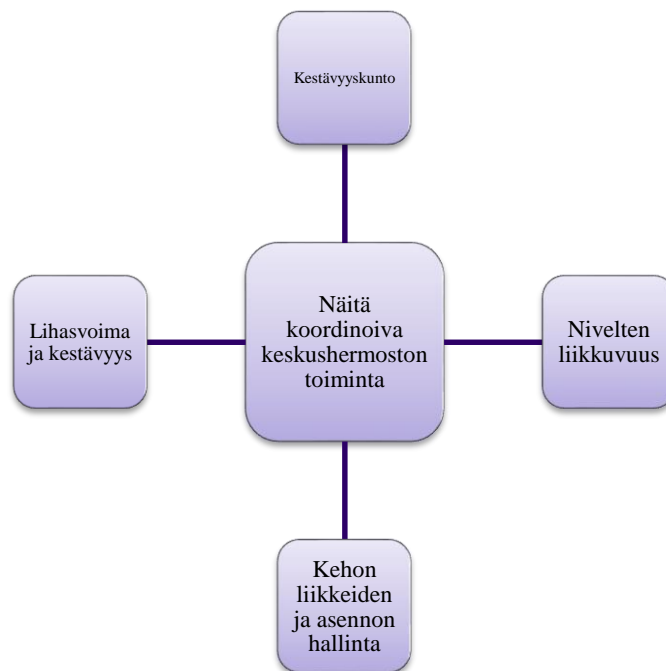
Sykevälivaihtelun lisäksi taajuusalueet voivat vaikuttaa riskitekijöihin. Matalan taajuuden sykevälivaihtelun alueella olevilla on enemmän riskitekijöitä kuin korkean taajuuden alueella olevilla. Korkealla taajuudella oleva matala sykevälivaihtelu on yhteydessä suurentuneeseen vyötärönympärykseen, korkeampaan diastoliseen verenpaineeseen, heikentyneisiin triglyseridi- sekä paastoglukoosiarvoihin ja metabolisen oireyhtymään sairastuminen on todennäköisempää kuin korkealla taajuudella olevassa korkeassa sykevälivaihtelussa. (Saito ym. 2017.)

Aikaväliä ja taajuusalueita voidaan mitata erilaisilla mittareilla. Sykevälivaihtelun aikasarja (time domain) määrittää sydämen lyöntien välistä jaksoa, jota voidaan arvioida alle yhden minuutin ja 24 tunnin välillä. Aikavälit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, joista ensimmäinen on 24 tunnin mittaus. Muita aikavälejä ovat lyhyt aikaväli eli short-term (ST), jonka mittausaika on 5 minuuttia ja erittäin lyhyt aikaväli eli ultra short-term (UST), jonka mittausaika on alle 5 minuuttia. 24 tunnin mittari ei ole vertailukelpoinen muiden mittareiden kanssa. Teho-tiheys (frequency domain) mittarilla voidaan arvioida neljän taajuusalueen absoluuttista tai suhteellista tehon jakaumaa. Epälineaarinen (non-linear) mittari tarkoittaa, että muuttujien suhdetta ei voida asettaa suoraan linjaan. Nämä mittarit mahdollistavat odottamattomien aikasarjojen tunnistamisen. Epälineaariset indeksit korreloivat tiettyjen taajuusalueiden ja aikasarjojen mittauksien kanssa, kun ne tuotetaan samalla prosessilla. (Shaffer & Ginsberg 2017.)

## 4 TOIMINTAKYKY JA PALAUTUMINEN

### 4.1 Fyysinen toimintakyky

Fyysinen toimintakyky tarkoittaa henkilön kykyä suoriutua erilaisista arjen fyysisistä tehtävistä. Esimerkiksi liikkuminen paikasta toiseen tai istuminen tuolille ja nouseminen ylös voi olla joillekin huonossa fyysisessä kunnossa oleville hyvin haastavaa. Fyysinen toimintakyky näkyy arjessa kykynä liikkua ja liikuttaa itseään. Fyysinen toimintakyky on osa fyysistä kuntoa, suorituskykyä ja terveyskuntoa. Suorituskyvyn osatekijät ovat esitelty kuviossa 1. (Terveiden ja hyvinvointin laitos. Mitä toimintakyky on? Toimintakyvyn ulottuvuudet.) Huono fyysinen suorituskyky näkyy lyhytkestoisessakin kevyessä rasituksessa hengästymisenä ja uupumisena. Suurimmaksi osaksi huonoon suorituskykyyn on syynä liikunnan vähäisyys ja siihen liittyvä ylipaino. Huonon suorituskyvyn omaava henkilö ei jaksakaan liikkua saman verran kuin paremman suorituskyvyn omaava, koska verenkiertoelimistö ei jaksakaan kuljettaa lihaksille tarvittavaa määrää happea. (Saarelma 2019.)



Kuvio 1. Suorituskyvyn osatekijät

## 4.2 Maksimaalinen hapenottokyky osana suorituskykyä

Hyvä suorituskyky auttaa jaksamaan paremmin työpäivinä ja sitä voidaan parantaa säännöllisellä liikunnalla. Hyvä suorituskyky ennaltaehkäisee pitkäaikaisia sairauksia, kuten sydän- ja verisuonisairauksia. Kuormittavuus eli lihastoiminta aiheuttaa elimistön eri osiin fysiologista kuormitusta. Liikunnassa se vaihtelee henkilön fyysisen suorituskyvyn mukaan. Huonokuntoiselle ja lihavalle henkilölle rauhallinen kävely voi olla erittäin raskasta, kun taas hyväkuntoiselle se on hyvin kevyttä liikuntaa. (Liikunta. Käypä hoito -suositus 2016.)

Suorituskykyä voidaan mitata maksimaalisen hapenottokyvyn ( $VO_{2max}$ ) testillä. Suorituskyvyn yksi mittari on hapenottokyvyn mittaaminen, joka kuvaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä suoriutua rasituksesta. Ensisijaisesti maksimaalinen hapenottokyky on riippuvainen lihaskudosten kyvystä käyttää happea sekä elimistön kyvystä kuljettaa happea lihaksille. Hapenottokyky ilmoitetaan absoluuttisena l/min tai suhteellisesti ml/kg/min. Testaus on hyvä mittari arvioidessa voimavaroja ja työkykyä. (Peltonen & Nummela 2018, 64-65.)

Huono suorituskyky lisää merkittävästi riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin, kun taas henkilöillä, joilla on keskimääräinen tai hyvä suorituskyky, on pienempi riski sairastua. Olisi siis terveyden kannalta tärkeää, että huonon suorituskyvyn omaavat nostaisivat sitä vähintään keskimääräiselle tasolle. (Kutinlahti 2018.) Kehon koostumus vaikuttaa myös suorituskykyyn, minkä takia ylipainoisilla henkilöillä suhteutetaan maksimaalinen hapenottokyky rasvattomaan kehon painoon ml/kg/min, koska rasvakudoksen määrällä ei ole yhteyttä maksimaalisen hapenottokyvyn arvoon l/min. Ylipainoisilla siis rasvakudoksen määrä sekä maksimaalinen hapenottokyky tulee käsitellä erillisinä asioina. (Peltonen & Nummela 2018, 94-95). Naisilla maksimaalinen hapenottokyky on noin 30% pienempi kuin miehillä. Kun maksimaalinen hapenottokyky suhteutetaan kehonpainoon, ero pienenee noin 20%. Miesten ja naisten väliset erot voivat selittyä naisten noin 10% suuremmalla rasvapitoisuudella ja noin 10% pienemmällä hemoglobiinipitoisuudella. (Mero ym. 2007, 105.)

Kestävyys suorituskyky riippuu merkittävästi maksimaalisesta hapenottokyvystä ja ventilaatiokyvynsästä. Keuhkotuuletuksen eli ventilaation määrä ilmoitetaan ml/henkäys tai l/min. Ventilaatio syntyy hengitysfrekvenssin ja hengityksen keratilavuuden tulona. Levossa sisäänhengityksen ilman tilavuus on suurempi kuin tilavuus uloshengitetyssä ilmassa, koska tällöin hengitetään hiilidioksidia ulos enemmän kuin happea hengitetään sisään. Rasituksessa hengityksen tilavuus sekä hengitysfrekvenssi kasvavat, jolloin myös hapenkulutus ja hiilidioksidin tuotto muuttuu. (Peltonen & Nummela 2018, 64-69.)

Liikunta ja ravitsemus voivat vaikuttaa suorituskykyyn ylipainoisilla ja lihavilla miehillä sekä ylipainoisilla naisilla. Voimaharjoittelu, kestävyys harjoittelu, yhdistetty voima- ja kestävyys harjoittelu sekä fyysinen aktiivisuus näyttäisivät kaikki olevan tehokkaita keinoja parantaa suorituskykyä ylipainoisilla. 22 viikon harjoitusjakson aikana koehenkilöt paransivat merkittävästi absoluuttista sekä suhteellista maksimaalista hapenottokykyään lukuun ottamatta lihavia naisia. Ylipainoiset näyttäisivät saavuttavan merkittävämpää kehitystä absoluuttisessa maksimimaalisessa hapenottokyvyssä kuin lihavat. Harjoitusjakson aikana koehenkilöt noudattivat yksilöityä ruokavaliota, joka tähtäsi noin 25% kalorivajeeseen. (Castro ym. 2016.)

#### 4.3 Palautuminen

Palautumisella tarkoitetaan fysiologisesti sitä, että elimistö palautuu kuormittumista edeltävälle tasolle. Sykevälivaihtelu on hyvä mittari palautumisen mittaamiseen. Palautumisella on suuri merkitys suorituskykyyn ja kehon toimintoihin. Sykevälivaihtelu nousee palautumisen aikana. Hyvä palautuminen on yhteydessä terveyteen. Palautumisen ollessa vajaa voi se altistaa masennukselle, verenkiertoelimistön sairauksille, kohonneelle verenpaineelle sekä pahimmassa tapauksessa voi altistaa kuolleisuusriskille. (Peltomaa 2015, 82-85.)

Palautumisen kannalta on tärkeää, että vapaa-aika ja työ eivät sisällä samantyyppistä fyysistä ja psyykkistä kuormitusta. Palautuminen ei kuitenkaan tarkoita, että pitäisi olla passiivinen. Se tarkoittaa sitä, että löytää ja innostuu esimerkiksi

jostain uudesta harrastuksesta. Naisten on havaittu palautuvan miehiä huommin työpäivän jälkeen varsinkin, jos heillä on kotona pieniä lapsia. Tässä syynä voisi olla naisten suurempi työkuorma kotona kuin miehillä. (Peltomaa 2015, 82-85.)

#### 4.4 Yön aikainen palautuminen

Riittäväällä unella on suuri merkitys palautumisen kannalta. Huono unen laatu tai liian lyhyt unijakso voi johtaa väsymykseen seuraavana päivänä. Huonon unenlaadun seurauksena ihmisen suorituskyky laskee. Suurin osa ihmisistä tarvitsee unta 7-9 tuntia, mutta tässä on kuitenkin yksilöllisiä eroja. Alle kuuden tunnin yöunet nostavat sympaattisen hermoston aktiivisuutta. Univajeella on samoja terveydellisiä haittoja kuin heikolla palautumisella. Univajeen vaikutukset ovat hyvin yksilöllisiä. Osalla ihmisistä univaje romahduttaa toimintakyvyn, kun taas osalla se voi säilyä melkein muuttumattomana. Suorituskykyyn sekä elimistön toimintaan univaje vaikuttaa negatiivisesti. Psykologiset kehon toiminnot normalisoituvat nopeammin, kun taas fysiologiset muutokset voivat vielä voimistua hyvin nukuttujen öiden jälkeen. Yötyö altistaa sairastumisille. Myös liian pitkillä yöunilla eli yli yhdeksän tuntia, on haitallisia seurauksia terveydelle. (Peltomaa 2015, 99-101.)

Sykevälivaihtelun ollessa vähäistä ilmentää se fyysistä rasitusta ja aktiivista toimintaa. Tällöin sympaattinen hermosto on aktiivisempi kuin parasympaattinen. Hyvin palautuneen yön aikana parasympaattinen hermosto on aktiivinen eli silloin sykevälivaihtelua on enemmän. Sykevälivaihtelu kertoo siis yön aikaisesta palautumisesta. Jos sykevälivaihtelu on suurempi kuin päivällä, tarkoittaa se yötä, jonka aikana on palaututtu hyvin. Jos tämä ei toteudu, kertoo se sympaattisen hermoston olevan aktiivinen, jolloin palautuminen on heikompaa yön aikana. (Peltomaa 2015, 26-29.)

On todettu, että korkea BMI on yhteydessä heikompaan yön aikaiseen palautumiseen. Lisäksi palautumiseen vaikuttavat ainakin ikä ja fyysinen aktiivisuus. Lihavat henkilöt palautuvat heikommin huolimatta fyysisen aktiivisuuden mää-

rästä, mutta toisaalta korkeampi aktiivisuustaso viittaa parempaan palautumiseen. (Föhr ym. 2016.) Heikko fyysinen aktiivisuus ja kehonkoostumus ovat negatiivisesti yhteydessä ja hyvä  $VO_{2max}$  on positiivisesti yhteydessä palautumiseen työpäivinä 26-40-vuotiailla miehillä (Teisala, Mutikainen, Tolvanen, Rottensteiner, Leskinen, Kaprio, Kolehmainen, Rusko & Kujala 2014).

## 5 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ylipainoisten henkilöiden metabolisten riskitekijöiden ja suorituskyvyn yhteyttä palautumiseen. Tavoitteena on tuottaa tutkittua tietoa MoMaMo! -tutkimushankkeen käyttöön. Tutkimushankkeen tavoitteena on terveydellisten haittojen, kuten ylipainon, lihavuuden ja passiivisuuden vähentäminen. Yksilöiden käyttäytymisen muutoksen tukemiseksi tarkoituksena on kehittää yksilöllisiä teknologia-avusteisia toimintatapoja. Näiden avulla voidaan sitouttaa henkilöitä huolehtimaan terveydestä.

Tutkimusongelmat:

1. Onko maksimaalinen hapenottokyky yhteydessä yön aikaiseen palautumiseen ylipainoisilla, lihavilla ja huonokuntoisilla henkilöillä?
2. Onko insuliiniresistenssi yhteydessä yön aikaiseen palautumiseen ylipainoisilla, lihavilla ja huonokuntoisilla henkilöillä?
3. Onko herkkä C-reaktiivinen proteiini yhteydessä yön aikaiseen palautumiseen ylipainoisilla, lihavilla ja huonokuntoisilla henkilöillä?
4. Onko insuliiniresistenssiarvo yhteydessä maksimaaliseen hapenottokykyyn ylipainoisilla, lihavilla ja huonokuntoisilla henkilöillä?
5. Onko herkkä C-reaktiivinen proteiini yhteydessä maksimaaliseen hapenottokykyyn ylipainoisilla, lihavilla ja huonokuntoisilla henkilöillä?
6. Onko lepoverenpaine yhteydessä maksimaaliseen hapenottokykyyn ylipainoisilla, lihavilla ja huonokuntoisilla henkilöillä?
7. Onko muuttujien yhteyksissä miesten ja naisten välillä eroa?

## 6 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 6.1 Muuttujat

Tutkimuksessa muuttujia olivat sykevälivaihtelulla mitattu (Bodyguard, Firstbeat, Jyväskylä) yön aikainen palautuminen (palautumisen laatu ms ja palautumisen määrä %), paastoverikokeesta saatu herkkä C-reaktiivinen proteiini (hs-CRP), insuliini- ja glukoosiarvosta laskettu HOMA-IR-arvo ja lepoverenpaine (systolinen, diastolinen ja keskiverenpaine eli MAP). Muuttujiin kuului myös maksimaalinen hapenottokyky ( $VO_{2max}$ ), polkupyöräergometritestillä mitattuna, joka kuvastaa suorituskyykyä. Muuttujien välisiä yhteyksiä selvitettiin Pearsonin korrelaatiolla. Koehenkilöt jaettiin sukupuolen mukaan kahteen ryhmään. Maksimaalisen hapenottokyvyn, HOMA-IR-arvon ja herkän C-reaktiivisen proteiinin yhteyttä palautumiseen tutkittiin ylipainoisilla, huonokuntoisilla ja lihavilla henkilöillä. Näiden lisäksi tutkittiin maksimaalisen hapenottokyvyn yhteyttä HOMA-IR-arvoon, herkkään C-reaktiiviseen proteiiniin sekä lepoverenpaineeseen. Tutkimusmenetelmät ovat rutiinikäytössä Liikuntalääketieteen yksikössä/Helsingin urheilulääkäriasemalla. (Hagglund ym. 2012; Peltonen ym. 2013; Rissanen, Tikkanen, Koponen, Aho & Peltonen 2018; Rissanen ym. 2016; Rissanen, Tikkanen, Koponen, Aho & Peltonen 2015.)

Aineisto saatiin Helsingin Urheilulääkäriasemalta/Helsingin yliopiston Liikuntalääketieteen yksiköltä ja se järjestettiin Excel-tiedostoksi datan analysointia varten. Järjestetystä datasta laskettiin muuttujien keskiarvot, keskihajonnat ( $ka \pm sd$ ) ja HOMA-IR-arvot kaavan mukaan ( $insuliini \times glukoosi/22,5$ ). Tutkimuskysymysten pohjalta aineistosta analysoitiin korrelaatiokertoimet sekä tilastolliset merkitsevyydet muuttujien välillä.



## 6.2 Tutkimusasetelma

Tutkimuksessa koehenkilöille suoritettiin testit 0, 3 ja 12kk kohdalla. Tutkimus oli osana Motivation Makes The Move! (MoMaMo!) -tutkimushanketta. Tähän tutkimukseen käytetty aineisto kerättiin alkumittauksista eli 0kk kohdalla. Tutkimushankkeella on Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan hyväksyntä. Kaikki testit on suoritettu Helsingin Urheilulääkäriasemalla, verinäytteet on otettu muualla (HUSLAB ja Yhtyneet Medix Laboratoriot Oy). Tutkimuksessa koehenkilöiden hyväksymis- sekä poissulkukriteerit ovat samat miehille ja naisille. Kriteerit ovat esitetty taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 2. Hyväksymiskriteerit

<b>Hyväksymiskriteerit:</b>
lältään 18-40-vuotiaat
Ylipainoisia tai lihavia (BMI yli 27,5)
Liikkuvat vähän tai ei ollenkaan
Ovat kohtuullisen terveitä
Pystyvät suorittamaan rasituskokeen ja harrastamaan liikuntaa

Taulukko 3. Poissulkukriteerit

<b>Poissulkukriteerit:</b>
Ikä alle 18 tai yli 40 vuotta
Neurologiset sairaudet tai psykiatriset sairaudet/oireet
Kortisonitablettien tai muiden verensokerin tasapainoon vaikuttavien lääkkeiden käyttö, poissuljettuna insuliini
Vamma tai sairaus, joka estää liikunnan

Päihteiden, huumeiden tai lääkkeiden väärinkäyttö
Merkittävät yhteistyövaikeudet
Säännöllinen beetasalpaajien ja SSRI-lääkkeiden käyttö
Vakava anemia
Voimassaoleva vankeusrangaistus

Tutkimuksessa selvitettiin maksimaalisen hapenottokyvyn yhteyttä yölliseen palautumiseen. Maksimaalista hapenottokykyä mitattiin portaittain nousevalla ja uupumukseen johtavalla polkupyöräergometritestillä, jonka tuloksena henkilöiltä saatiin maksimaalisen hapenottokyvyn arvo ( $VO_{2max}$ ). Palautuneisuutta selvitettiin yöllisen sykevälivaihtelun avulla Firstbeat hyvinvointianalyysillä. Lisäksi selvitettiin, onko HOMA-IR ja hs-CRP-arvolla yhteyttä yön aikaiseen palautumiseen. Nämä arvot otettiin verikokein 0 kuukauden kohdalla. Tutkimuksessa selvitettiin myös suorituskyvyn yhteyttä lepoverenpaineeseen, HOMA-IR-arvoon sekä hs-CRP-arvoon.

### 6.3 Aineistonkeruu

Taulukko 4. Tehdyt mittaukset

Tehdyt mittaukset
Paastoverikokeet
Verenpaine levossa
Maksimaalinen suora polkupyöräergometritesti
Sykevälivaihtelu (Firstbeat hyvinvointianalyysi)

Tutkittaville annettiin ohjeet **paastoverikokeeseen** valmistautumiseen. Ohjeen mukaan tuli olla syömättä 12 tuntia ennen verikoetta. Verikokeeseen kiellettiin

menemästä kipeänä. Koehenkilöt saivat liikkua edeltävinä päivinä kevyesti rauhallista kävelyä vastaavalla tavalla. Raskaampi liikunta oli kiellettyä kolme päivää ennen näytteenottoa, koska tulehdusmuuttujat olisivat olleet koholla. Analyysilaboratoriona toimivat Yhtyneet Medix Laboratorio Oy ja HUSLAB. Tässä tutkimuksessa käytettiin matala-asteista tulehdusarvoa kuvaavaa herkkää C-reaktiivista proteiinia (S-hs-CRP), paastoglukoosia (fS-Gluk) ja insuliinia (fP-Insu). Paastoglukoosista ja insuliinista saadaan insuliiniresistenssiarvo (HOMA-IR) laskukaavalla  $\text{glukoosi (mmol/L)} \times \text{insuliini (mU/L)} / 22,5$ .

Tutkittaville laitettiin viisi elektrodia EKG:n rekisteröintiä varten ja verenpaine-mansetti, jotta pystyttiin mittaamaan **verenpaine levossa**. Tämän testin aikana huone oli rauhoitettu ääniltä sekä ylimääräisiltä liikkeiltä. Huone oli valaistu ja lämpötila pyrittiin pitämään noin 21 asteisena. Testin vaiheet käytiin koehenkilöiden kanssa läpi ennen kuin testit alkoivat. Heitä ohjeistettiin myös suullisesti testien aikana. Tutkittaville oli myös annettu ohjeet etukäteen ruokailun, liikunnan ja terveyteen liittyvien asioiden huomioimisesta ennen testejä. Verenpaine mitattiin sykleissä, lepoverenpaine on mitattu, kun tutkittavat olivat olleet makuulla noin 15 minuuttia. Verenpaineesta laskettiin myös keskiverenpaine (MAP), jonka laskukaava on:  $\text{diastolinen paine} + 1/3 (\text{systolinen paine} - \text{diastolinen paine})$ .

**Maksimaalisessa polkupyöräergometritestissä** mitattiin suorituskykyä ja hengitys- ja verenkiertoelimistön suoriutumista. Myös tätä testiä varten koehenkilöille annettiin ohjeet valmistautumiseen ruokailun, varusteiden, levon ja terveydentilan osalta. Raskasta liikuntaa ei saanut harrastaa edeltävinä päivinä ja jos oli tulossa kipeäksi, ei saanut osallistua eikä myöskään raskasta ateriaa saanut nauttia ennen testiä. Testissä mitattiin elimistön vasteita viiden minuutin levon ja viiden minuutin verryttelypolkemisen OW aikana. Näiden jälkeen kuorportaita nostettiin portaittain, naisilla 30W ja miehillä 40W, kolmen minuutin välein uupumukseen asti, jonka jälkeen mittauksia tehtiin vielä viiden minuutin palautuksen aikana istuma-asennossa. Tutkittaviin kiinnitettiin monia erilaisia mittalaitteita, mutta tähän tutkimukseen käytettiin hengityskaasuanalysaattorilla mitattua keuhkotuuletusta ja kaasujenvaihtoa. Niiden perusteella laskettiin koehenkilöille  $\text{VO}_{2\text{max}}$  suhteutettuna kehonpainoon (ml/kg/min).

Yön aikainen palautuminen mitattiin **sykevälivaihtelua** analysoimalla **Firstbeat hyvinvointianalyysin** avulla. Tutkittaville laitettiin kolme anturia, jotka mittaavat sykevälivaihtelua vuorokauden ympäri. Antureita pidettiin noin kolme vuorokautta, suihkun ajaksi anturit otettiin pois. Sykevälivaihtelun perusteella hyvinvointianalyysi analysoi koehenkilöiden palautumista. Tässä tutkimuksessa käytettiin yön aikaista palautumista. Tutkimuksen hyvinvointianalyysiin valittiin parhaiten palautunut yö palautumisen laadun (ms) sekä määrän (%) perusteella. Tutkittavat pitivät myös päiväkirjaa, johon he kirjoittivat päivän liikunnan, työpäivän keston sekä nukkumaanmeno- ja heräämisajan.

#### 6.4 Tilastollinen analyysi

Tilastolliset analyysit tehtiin SigmaPlot for Windows, Version 14.0, Systat Software, Inc ohjelmalla. Aineiston analysointiin käytettiin Pearsonin korrelaatiota, koska haluttiin selvittää korrelaatiokertoimet yksittäisten muuttujien välillä. Korrelaatiokerroin tarkoittaa, että muuttujan arvon kasvaessa myös toisen muuttujan arvo kasvaa. Negatiivinen korrelaatiokerroin taas tarkoittaa, että muuttujan arvon kasvaessa toisen muuttujan arvo pienenee. Jos korrelaatiokerroin on lähellä nollaa, muuttujilla ei ole lineaarista yhteyttä. (Nummenmaa, Holopainen & Pulkkinen 2014, 214-215.) Tulos voidaan todeta tilastollisesti merkitseväksi, kun p-arvo on alle 0,05 eli 5% (Nummenmaa ym. 2014, 227-228). Lisäksi tuloksia tarkasteltiin keskiarvoina ja keskihajontoina ( $\bar{x} \pm s$ ) ja tilastolliset merkitsevyydet selvitettiin. Merkitsevistä yhteyksistä tehtiin kuvat kuvaamaan korrelaatiota ja keskihajontaa.

## 7 TULOKSET

### 7.1 Korrelaatiot muuttujien välillä

Tutkimuksessa koehenkilöt olivat ensin yhdessä ryhmässä. Tämän jälkeen koehenkilöt jaettiin miehiin ja naisiin ja tutkittiin ryhmien eroavaisuuksia. Koko ryhmän tuloksia tarkasteltiin keskiarvoina ja keskihajontoina (ikä  $33 \pm 6$ , pituus  $172,1 \pm 10,2$ , paino  $100,7 \pm 20,7$ ). Muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat ovat esitetty taulukossa 6. Tutkittavia oli yhteensä 64, naisten määrä oli 39 ja miesten 25. Alla olevassa taulukossa 5. on kuvattu tulosten korrelaatiokertoimet sekä korrelaatioiden merkitsevyys.

Taulukko 5. Tutkimuksen korrelaatiokertoimet sekä niiden merkitsevyys. Merkitsevyydet on merkattu tähdillä: \*P < 0.05, \*\*P < 0.01, \*\*\*P < 0,001

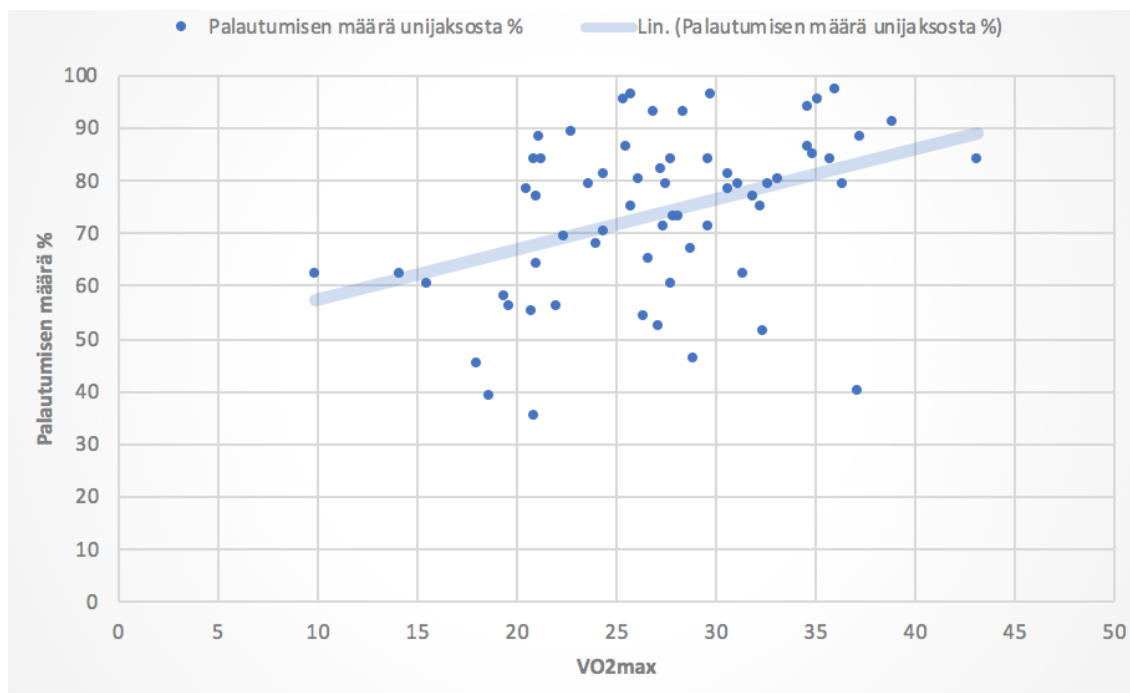
	Palautumisen (%)	Palautuminen (ms)	VO <sub>2</sub> max
Hs-CRP	-0,282*	0,0655	-0,362*
HOMA-IR	-0,334**	0,0259	-0,497***
Palautuminen (%)			0,396**
Palautuminen (ms)			0,245
Systolinen verenpaine			0,216
Diastolinen verenpaine			0,207
Keskiverenpaine			0,237

Taulukko 6. Muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat (ka ± sd)

	<b>Kaikki</b>	<b>Naiset</b>	<b>Miehet</b>
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	27,2 ± 6,4	25,1 ± 5,9	30,4 ± 36,0
HOMA-IR	3,4 ± 2,2	3,5 ± 2,5	3,2 ± 1,7
Hs-CRP	4,9 ± 7,1	6,1 ± 8,9	3,1 ± 2,7
Palautuminen (%)	74 ± 15,5	72,1 ± 16,0	76,3 ± 14,7
Palautuminen (ms)	62,2 ± 20,8	60,7 ± 21,6	64,5 ± 19,7
Systolinen verenpaine (mmHg)	117,6 ± 14,3	112,7 ± 10,8	125,2 ± 77,6
Diastolinen verenpaine (mmHg)	73,5 ± 8,2	70,8 ± 7,8	77,6 ± 7,2
Keskiverenpaine (MAP)	88,2 ± 9,2	84,8 ± 7,9	93,5 ± 8,5

## 7.2 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys yölliseen palautumiseen

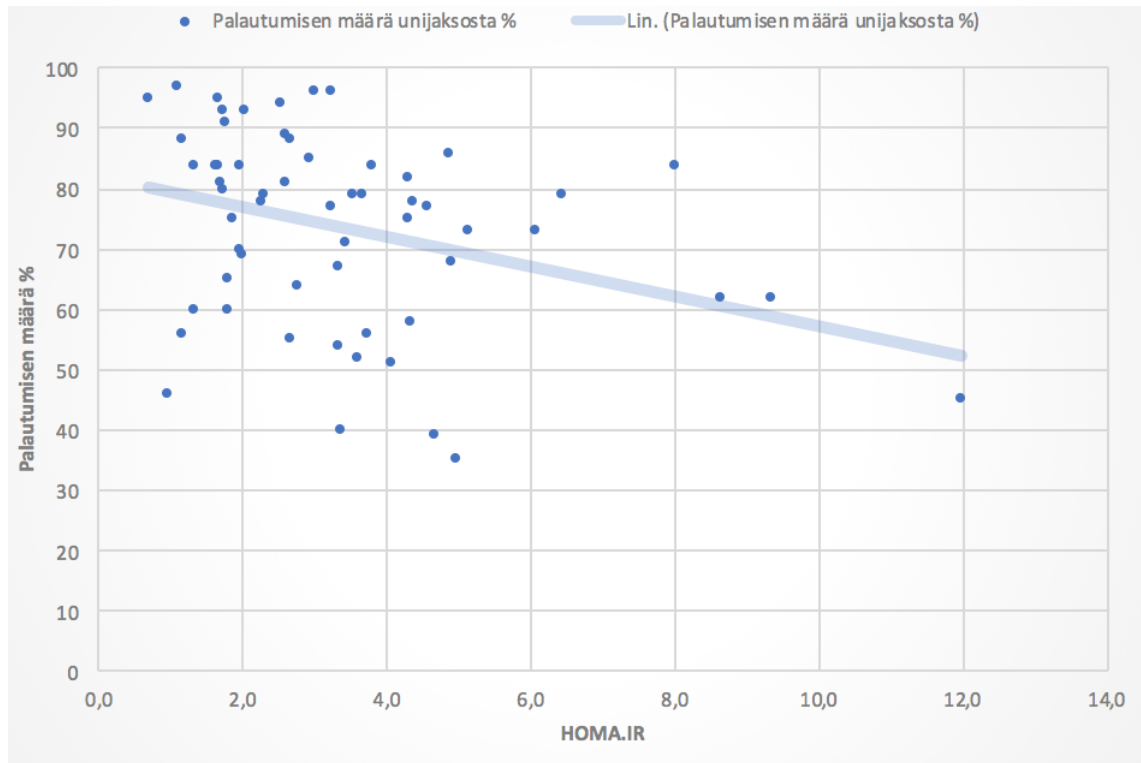
Palautumisen määrän (%) ja VO<sub>2</sub>max:n väliltä löydettiin yhteys, joka on tilastollisesti merkitsevä (p=0,00121). Tämän tutkimuksen mukaan parempi maksimaalinen hapenottokyky on yhteydessä parempaan yön aikaiseen palautumiseen ylipainoisilla 18-40-vuotiailla. Toisaalta palautumisen laadun (ms) ja maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä (p=0,0513). Keskiarvot ja keskihajonnat (maksimaalinen hapenottokyky ja palautuminen) ovat esitelty taulukossa 6. Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteyttä yöllisen palautumisen määrään on kuvattu alla olevassa kuviossa 2. Tutkittaessa näitä muuttujia, miesten ja naisten välillä löydettiin merkitsevä ero. Palautumisen määrän yhteys maksimaaliseen hapenottokykyyn oli naisilla tilastollisesti merkitsevä (p=0,00116 ja n=39), kun taas miehillä näin ei ollut.



Kuvio 2. Maksimaalisen hapenottoyvyn yhteys yöllisen palautumisen määrään % (n=64; p=0,00121; r=0,396\*\*)

### 7.3 Insuliiniresistenssin yhteys yölliseen palautumiseen

HOMA-IR-arvon ja yöllisen palautumisen määrän väliltä löydettiin tilastollisesti merkitsevä yhteys ( $p=0,00966$ ). Palautumisen laadun ja HOMA-IR:n välillä ei löydetty yhteyttä ( $p=0,846$ ). Eli kohonnut HOMA-IR-arvo ei tässä tutkimuksessa heikentänyt yön aikaisen palautumisen laatua kohderyhmällä. HOMA-IR:n keskiarvo ja keskihajonta ovat esitetty taulukossa 6. HOMA-IR-arvon ja yöllisen palautumisen määrän yhteyttä on kuvattu kuviossa 3. Kun tutkittava kohderyhmä eroteltiin miehiin ja naisiin, naisilla löytyi tilastollisesti merkitsevä yhteys palautumisen määrän ja HOMA-IR-arvon välillä ( $p=0,0244$  ja  $n=39$ ). Miehillä merkitsevää yhteyttä ei löytynyt ( $p=0,3019$  ja  $N=24$ ).

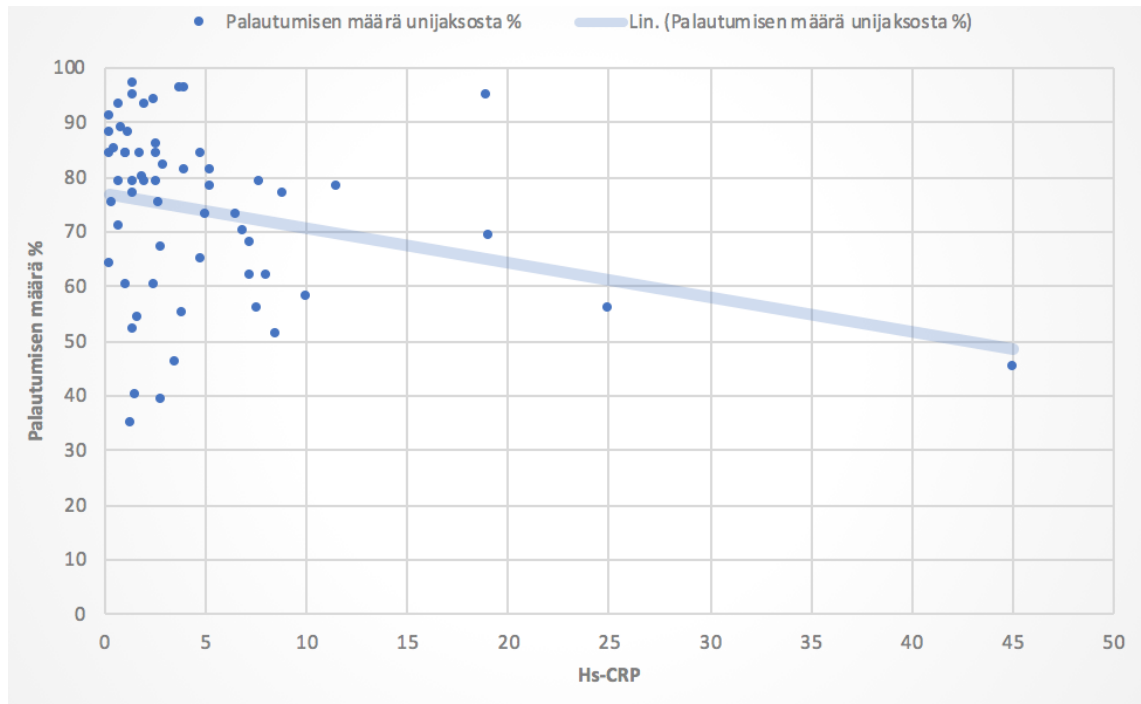


Kuvio 3. HOMA-IR-arvon yhteys yöllisen palautumisen määrään % (n=59; p=0,00966; r=-0,334\*\*)

#### 7.4 Herkän C-reaktiivisen proteiinin yhteys yölliseen palautumiseen

Hs-CRP-arvon ja yöllisen palautumisen määrän väliltä löydettiin tilastollisesti merkitsevä yhteys ( $p=0,0289$ ). Tämän tutkimuksen mukaan matalampi hs-CRP-arvo oli yhteydessä parempaan yön aikaisen palautumisen määrään koehenkilöillä, kun taas palautumisen laadun ja hs-CRP-arvon väliltä ei löydetty yhteyttä ( $p=0,619$ ). Kuviossa 4 on kuvattu hs-CRP-arvon ja yön aikaisen palautumisen määrän yhteyttä. Sukupuolten väliset erot eivät olleet merkitsevällä tasolla. Hs-CRP:n keskiarvo ja keskihajonta ovat esitetty taulukossa 6.

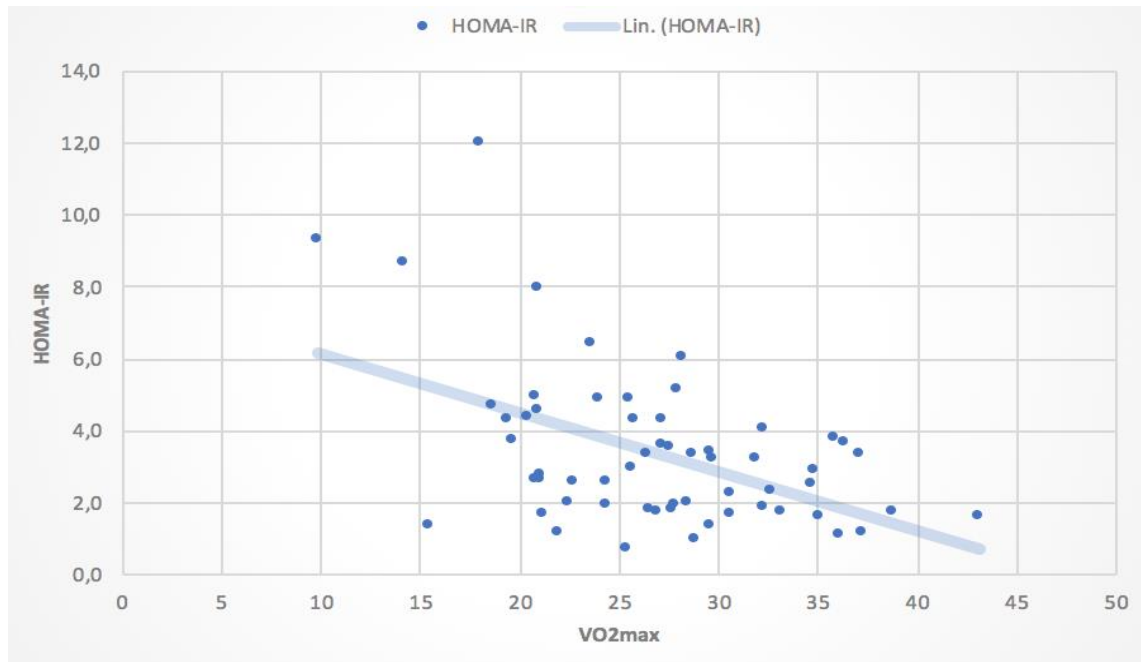




Kuvio 4. Hs-CRP-arvon yhteys yölliseen palautumiseen % (n=60; p=0,0289; r=-0,282\*)

#### 7.5 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys insuliiniresistenssiin

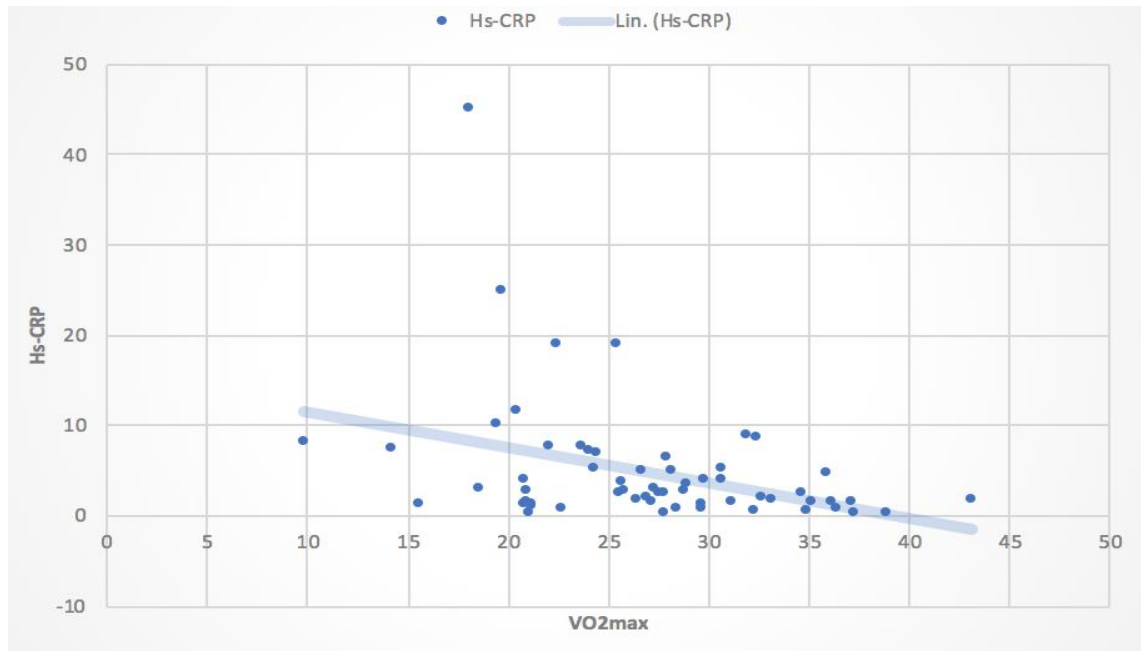
Maksimaalisen hapenottokyvyn ja HOMA-IR-arvon väliltä löydettiin tilastollisesti merkitsevä yhteys (p=0,0000629). Maksimaalisen hapenottokyvyn ja HOMA-IR-arvon yhteyttä on kuvattu kuviossa 5. Sukupuolten väliset erot eivät olleet merkitsevällä tasolla.



Kuvio 5. Maksimaalisen hapenottokyvyn ja HOMA-IR-arvon yhteys (n=59,  $p=0,0000629$ ;  $r=-0,497^{***}$ )

#### 7.6 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys herkkään C-reaktiiviseen proteiiniin

Maksimaalisella hapenottokyvyllä ja hs-CRP-arvolla oli tilastollisesti merkitsevä yhteys ( $p=0,00445$ ). Ryhmän muuttujien keskihajonnat sekä keskiarvot ovat mainittu taulukossa 6. Maksimaalisen hapenottokyvyn ja hs-CRP-arvon yhteyttä on kuvattu kuviossa 6. Tutkittaessa näitä muuttujia naisten ja miesten välillä löytyi merkitsevä ero. Miehillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys ( $p=0,0156$  ja  $n=25$ ) ja naisilla tilastollista merkitsevyyttä ei ollut.



Kuvio 6. Maksimaalisen hapenottokyvyn ja hs-CRP-arvon yhteys (n=60; p=0,00445; r=-0,362\*)

### 7.7 Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys lepoverenpaineeseen

Maksimaalisen hapenottokyvyn yhteys systoliseen verenpaineeseen ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,0897$ ). Myöskään diastoliseen verenpaineeseen yhteys ei ollut merkitsevä ( $p=0,104$ ). Keskiverenpaineeseen (MAP) yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,0612$ ). Lepoverenpaineiden keskiarvot ja keskihajonnat ovat esitetty taulukossa 6. Sukupuolten väliset erot eivät olleet merkitsevällä tasolla. Tämän tutkimuksen mukaan lepoverenpaine ei ole yhteydessä maksimaaliseen hapenottokykyyn ylipainoisilla 18-40-vuotiailla.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia liikunnallisesti passiivisia ja huonokuntoisia ylipainoisia henkilöitä. Tarkoituksena oli selvittää insuliiniresistenssin ja herkän C-reaktiivisen proteiinin yhteyttä maksimaaliseen hapenottokykyyn ja yön aikaiseen palautumiseen. Lisäksi haluttiin tutkia maksimaalisen hapenottokyvyn yhteyttä yölliseen palautumiseen ja lepoverenpaineeseen.

Tutkimuksen tärkeimpinä löydöksinä voidaan pitää maksimaalisen hapenottokyvyn ja insuliiniresistenssiarvon selvää yhteyttä yön aikaisen palautumisen määrään. Lisäksi, tässä tutkimuksessa, matalampi HOMA-IR-arvo viittasi parempaan  $VO_{2max}$  arvoon. Maksimaalinen hapenottokyky näyttäisi olevan yhteydessä vain palautumisen määrään eli palautumisen laadulla ei tutkimuksessa ollut merkitsevyyttä. Matalampi herkkä C-reaktiivinen proteiini taas viittasi parempaan maksimaaliseen hapenottokykyyn sekä parempaan palautumisen määrään yön aikana. Kun tutkittiin miesten ja naisten välistä eroa herkkä C-reaktiivinen proteiini oli merkitsevästi yhteydessä maksimaaliseen hapenottokykyyn vain miehillä, mutta ei naisilla. Epäselväksi jää, miksi naisilla yhteyttä ei löytynyt.

Teisala ym. (2014) mukaan heikompi  $VO_{2max}$  on yhteydessä heikompaan palautumiseen. Tältä osin tutkimus on linjassa kirjallisuuden kanssa. Tässä tutkimuksessa maksimaalisella hapenottokyvyllä oli yhteyttä vain palautumisen määrään, mutta ei laatuun. Tästä voisi päätellä, että henkilöiden palautumisen määrällä on enemmän merkitystä kuin laadulla. Eli pidempi yön aikainen palautuminen voisi tuottaa parempaa kokonaispalautumista kuin lyhyempi, mutta laadullisesti parempi palautuminen.

Korkea HOMA-IR-arvo voi olla yhteydessä rasvakudoksen lisääntymiseen (Scott ym. 2004). Lisäksi korkea BMI viittaa heikompaan palautumiseen (Föhr ym. 2016). Edellä mainittuihin tutkimuksiin perustuen saadut uudet tulokset HOMA-IR:n ja palautumisen välisestä yhteydestä ovat loogisia, koska tämän tutkimuksen kohderyhmä koostui ainoastaan ylipainoisista.

Kutinlahti (2018) mukaan olisi hyvä, jos huonokuntoiset nostaisivat suorituskykyään heikosta vähintään keskitasolle, koska tällöin terveydelliset hyödyt ilmaantuvat ja riski sydän- ja verisuonisairauksiin vähenee. Jos huonokuntoiset, ylipainoiset tai lihavat henkilöt nostaisivat suorituskykyään keskimääräiselle tasolle, riski sairastumiseen pienenesi, jolloin myös tämän tutkimuksen mukaan herkän C-reaktiivisen proteiinin arvo voisi pienentyä. Tässä tutkimuksessa, osalla koehenkilöistä, maksimaalinen hapenottokyky oli heikolla tasolla. Tästä johtuen normaalien arkiaskareidenkin suorittaminen voi olla hankalaa, koska askareiden tekeminen aiheuttaa merkittävää uupumusta. Parempi maksimaalinen hapenottokyky voisi mahdollistaa näiden tehtävien suorittamisen ilman merkittävää väsymystä.

Hyvä suorituskyky voi alentaa riskiä sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin (Sui ym. 2007). Tämä on osittain ristiriidassa tutkimuksen kanssa, jossa ei havaittu yhteyttä verenpaineen ja maksimaalisen hapenottokyvyn välillä. Ristiriita voi selittyä sillä, että tässä tutkimuksessa kaikilla koehenkilöillä verenpaine ei ollut koholla, jolloin otanta jäi pieneksi. Kohonnut verenpaine on vain yksi riskitekijä sydän- ja verisuonisairauksiin sairastumisessa, joka osaltaan selittää tätä ristiriitaa.

Luotettavuutta tutkimukseen tuo se, että mittaukset on tehty Helsingin Urheilulääkäriasemalla ammattilaisten suorittamana. Kaikki testit on tehty tarkasti ja yhteneväisesti. Testejä ennen tutkittaville annettiin tarkat ohjeet tutkimuksiin valmistautumiseen. Tutkimuksen otos oli riittävä ( $n=64$ ), jolloin tilastollista merkitsevyyttä pystyttiin selvittämään luotettavammin. Sukupuolijakauma oli suhteellisen laaja. Naisia oli 39 ja miehiä 24, joten miesten ja naisten väliset korrelaatiot eivät välttämättä olleet niin luotettavia kuin koko ryhmän. Englanninkielisten lähteiden laaja käyttö lisäsi tutkimuksen luotettavuutta, jolloin aihepiirin tieto saavutettiin paremmin. Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa suurin osa tutkimuslähteistä oli englannin kielisiä, eli joitain asioita on myös voitu suomentaa väärin. Tutkimuksen luotettavuutta vähensi se, että tutkimus oli kirjoittajan ensimmäinen. Tämä voi tulla esille epätarkkoina tai vajanaisina johtopäätöksinä ja tulkintoina.

Tutkimuksen yksi tärkein eettinen periaate on tutkimustulosten paikkaansa pitävyys (Mäkinen 2006, 102). Tässä tutkimuksessa on ollut ammattilaiset tekemässä testauksia, joten tutkimuksen tulokset ovat todennäköisesti paikkaansa pitäviä. Lisäksi tilastolliset analyysit, jotka tehtiin järjestetyn datan pohjalta, on toteutettu Helsingin Urheilulääkäriasemalla koulutettujen henkilöiden toimesta. Tutkimuksessa on myös tärkeää, että tutkittavat pysyvät anonyymeinä ja aineisto säilytetään tarkasti. (Mäkinen 2006, 114-120.) Tässä tutkimuksessa koehenkilöt pysyvät anonyymeinä ja myös aineisto on säilytetty tarkasti.

Tulokset ovat merkitseviä ja ajankohtaisia, koska lihavuus on kansanterveydellinen ongelma. Jopa yli puolet suomalaisista on ylipainoisia tai lihavia. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Elintavat ja ravitsemus.) Ylipainoisille tulisi keksiä motivoivia keinoja laihduttaa normaalipainoon ja myös pysyä siinä. Tutkimus on osa MoMamo! -tutkimushanketta, jonka tavoitteena on erityisesti pyrkiä ratkaisemaan ylipainoon liittyviä ongelmia teknologian avulla. Voidaan todeta, että tämän työn tulokset edistävät tutkimushankkeen tavoitteita.

Opinnäytetyön tekeminen on tuonut vahvistuksen siitä, miten paljon ylipaino vaikuttaa terveyteen. Myös liikunnan merkitys terveyteen on käynyt selväksi opinnäytetyön aikana. Käsitykset näistä asioista ovat vahvistuneet, koska työn aikana olen päässyt perehtymään tarkkaan aiempaan tutkimustietoon ja kirjallisuuteen, siitä olen oppinut erityisen paljon. Toinen syy oman tiedon lisääntymiseen on ollut tiivis yhteistyö Helsingin Urheilulääkäriaseman kanssa. Yhteistyö aseman henkilökunnan kanssa on ollut opettavaista. Opinnäytetyön tekemisessä on oppinut myös lähteiden käytön sekä niiden referointiin on tullut varmuutta.

Ammatillisen osaamisen kannalta työ oli erittäin merkittävä. Tulevassa ammatissani pystyn hyödyntämään tutkimuksen aikana saatua tietoa. Tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi ennaltaehkäisevänä ohjauksena erilaisissa työtehtävissä. Myös terveyden edistämisen tärkeys ja ylläpitämien osana hyvää elämälaatua ja hyvinvointia on tämän työn aikana osoittautunut erittäin tärkeäksi. Tämän pohjalta on myös paremmat edellytykset lähteä erilaisiin kehittämistehtäviin mukaan. Tästä opinnäytetyöstä saatu tieto antaa hyvän pohjan tulevalle

ammattilille. Aihe on tällä hetkellä erittäin tärkeä, koska noin puolet suomalaisista on ylipainoisia tai lihavia. Tähän tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt hyötyvät tulosten lukemisesta. Tulosten lukeminen voi motivoida heitä parantamaan elämäntapojaan ja huolehtimaan terveydestä enemmän.

Tämän työn tutkimustietoa voidaan käyttää laajemmassa tutkimuskokonaisuudessa (MoMaMo!). Kyseiseen isompaan tutkimushankkeeseen on kehitteillä teknologia-avusteisia toimintatapoja terveydenhuollon tarpeisiin. Teknologia-avusteisten toimintatapojen suunnitteluun voidaan hyödyntää tämän tutkimuksen tietoa. Tutkimus päättyy joulukuussa 2019 ja kokonaistulokset julkaistaan tämän jälkeen. Aihe on hyvin laaja ja tutkittavaa riittäisi erittäin paljon. Tutkimuksia voisi jatkaa jakamalla koehenkilöitä iän tai BMI:n perusteella ja tutkia ryhmittäin. Tällä tavalla saataisiin tarkempaa tietoa ylipainoisten tilanteesta verrattaessa lihaviin. Toisaalta ikähaarukka tutkimuksessa oli myös laaja. Jakamalla tutkittavat iän perusteella pienempiin ryhmiin voitaisiin verrata eri ikäisten koehenkilöiden muuttujien välisiä yhteyksiä toisiinsa. Nämä jatkotutkimukset voisivat helpottaa tutkimushankkeen kohdentamista tietyille kohderyhmille.

## LÄHTEET

- Aalto-Setälä, K. (2014). Rasva-aineenvaihdunnan häiriöiden hoitoperiaatteet. Kustannus Oy Duodecim. Saatavilla 17.5.2019 [https://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p\\_artikkeli=syd00314](https://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00314)
- Alberti, K. G. M. M., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., & Smith Jr, S. C. (2009). Harmonizing the Metabolic Syndrome. Saatavilla <https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644>
- Castro, E. A., Peinado, A. B., Benito, J. P., Galindo, M., González-Gross, Marcela & Cupeiro, Rocío. (2016). What is the most effective exercise protocol to improve cardiovascular fitness in overweight and obese subjects? Saatavilla <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6189257/pdf/main.pdf>
- Eskelinen, S. (30.8.2016). CRP (P-CRP). Laboratoriotutkimusten tulkinta. Kustannus Oy Duodecim. Saatavilla [https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03052](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=snk03052)
- Föhr, T., Pietilä, J., Helander, E., Myllymäki, T., Lindblom, H., Rusko, H & Kujala, U. (2016). Physical activity, body mass index and heart rate variability-based stress and recovery in 16 275 Finnish employees: a cross-sectional study. Saatavilla <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12889-016-3391-4>
- Hagglund, H., Uusitalo, A., Peltonen, J.E., Koponen, A.S., Aho, J., Tiinanen, S., Seppanen, T., Tulppo, M & Tikkanen, H.O., (2012). Cardiovascular autonomic nervous system function and aerobic capacity in type 1 diabetes. *Frontiers in physiology* 3, 356.
- Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. C-reaktiivinen proteiini, herkkä, seerumista. Saatavilla 10.11.2018 <https://huslab.fi/ohjekirja/8022.html>



- Huttunen, J. (2018). Mitä terveys on? Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla 15.5.2019  
[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00903](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00903)
- Iglesias, A., Steinhardt, A., López, A., González, C., Vilariño, J., Frechtel, G & Cerrone, G. (2017). Metabolically healthy obese individuals present similar chronic inflammation level but less insulin-resistance than obese individuals with metabolic syndrome. Saatavilla  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5746278/pdf/pone.0190528.pdf>
- Kutinlahti, E. (2018). Maksimaalinen hapenotto-kyky kestävyyskunnan mittarina. Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla 20.1.2019  
[https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk01038](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=dlk01038)
- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. (2017). *Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Lihavuus (aikuiset). Käypä hoito -suositus (12.1.2011). Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Saatavilla  
<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/potilaalle/suositus?id=khp00017>
- Liikunta. Lihavuus (aikuiset). Käypä hoito -suositus (13.01.2016). Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Saatavilla 31.3.2019  
<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi50075>
- Ma, J., Yu, J., Hao, G., Wang, D., Sun, Y., Lu, J., Cao, H & Lin, F. (2017). Assessment of triglyceride and cholesterol in overweight people based on multiple linear regression and artificial intelligence model. Saatavilla  
<https://lipidworld.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12944-017-0434-5>
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (2007). *Urheiluvalmennus*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Mustajoki, P. (2017). Metabolinen oireyhtymä (MBO). Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla 20.11.2018  
[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00045](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00045)

- Mustajoki, P. (2018). Veren Triglyseridit. Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla 16.5.2019  
[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00820](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00820)
- Mustajoki, P. (2019). Kolesterolit. Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla 16.5.2019  
[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00035#s11](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00035#s11)
- Mustajoki, P. (2019). Vyötärölihavuus. Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla 16.5.2019  
[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00890](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00890)
- Mäki, P., Jousilahti, P., Männistö, S., Raulio, S., Ståhl, T & Laatikainen, T. (2017). Kunta päättää: ravitsemus, liikunta ja lihavuuden ehkäisy kuntalaisten arjessa. Saatavilla  
[http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/132065/URN\\_ISBN\\_978-952-302-835-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/132065/URN_ISBN_978-952-302-835-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mäkinen, O. (2006). *Tutkimuseetiikan ABC*. Helsinki: Tammi.
- Mäkinen, S., Skrobuk Y & Koistinen, H. (2013). Insuliiniresistenssin mekanismit. Duodecim. Saatavilla 20.11.2018  
<https://www.duodecimlehti.fi/api/pdf/duo11275>
- Nummenmaa, L., Holopainen, M & Pulkkinen, P. (2014). *Tilastollisten menetelmien perusteet*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Peltomaa, H. (2015). *Stressi palautuminen ja hyvinvointi. Ihmisen mahdollisuudet vaikuttavat kehon- ja mielentilaan*. Vantaa: Hansaprint.
- Peltonen, J & Nummela, A. Kestävyyden fysiologiset perusteet. Teoksessa Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) (2018). *Fyysisen kunnon mittaaminen. Käsi ja oppikirja kuntotestaaajille*. Helsinki: Grano Oy.
- Peltonen, J.E., Hagglund, H., Koskela-Koivisto, T., Koponen, A.S., Aho, J.M., Rissanen, A.P., Shoemaker, J.K., Tiitinen, A & Tikkanen, H.O., (2013). Alveolar gas exchange, oxygen delivery and tissue deoxygenation in men and women during incremental exercise. *Respir Physiol Neurobiol* 188, 102-112.

- Rissanen, A.E., Tikkanen, H.O., Koponen, A.S., Aho, J.M & Peltonen, J.E., (2018). One-year unsupervised individualized exercise training intervention enhances cardiorespiratory fitness but not muscle deoxygenation or glycemic control in adults with type 1 diabetes. *Appl Physiol Nutr Metab* 43, 387-396.
- Rissanen, A.P., Koskela-Koivisto, T., Hagglund, H., Koponen, A.S., Aho, J.M., Poyhonen-Alho, M., Tiitinen, A., Tikkanen, H.O & Peltonen, J.E., (2016). Altered cardiorespiratory response to exercise in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *Physiol Rep* 4.
- Rissanen, A.P., Tikkanen, H.O., Koponen, A.S., Aho, J.M & Peltonen, J.E., (2015). Central and peripheral cardiovascular impairments limit VO<sub>2</sub>peak in type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 47, 223-230.
- Saarelma, O. (2019). Huonokuntoisuus. Lääkärikirja Duodecim. Saatavilla 18.5.2019  
[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00222](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00222)
- Saito, I., Maruyama, K., Eguchi, E., Kato, T., Kawamura, R., Takata, Y., Onuma, H., Osawa, H & Tanigawa, T. (2017). Low Heart Rate Variability and Sympathetic Dominance Modifies the Association Between Insulin Resistance and Metabolic Syndrome. Saatavilla [https://www.jstage.jst.go.jp/article/circj/81/10/81\\_CJ-17-0192/\\_pdf/char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/circj/81/10/81_CJ-17-0192/_pdf/char/en)
- Sandström, M & Ahonen, J (2013). *Liikkuva ihminen. aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka*. Jyväskylä: VK-Kustannus Oy.
- Scott, M., Grundy, H., Brewer, B., Cleeman, C., Smith, JR & Lenfant, C. (2004). Definition of Metabolic Syndrome. Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on Scientific Issues Related to Definition. Saatavilla <https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/01.CIR.0000111245.75752.C6>
- Shaffer, F & Ginsberg, J.P. (2017) An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. Saatavilla <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2017.00258/full>

- Strandberg, T & Viikari, J. (6.3.2009). Tulisiko CRP:tä mitata valtimotautiriskin määrittämiseksi? Lääkärilehti 10/2009. Saatavilla <https://www.laakarilehti.fi/ajassa/paakirjoitukset/tulisiko-crp-ta-mitata-valtimotautiriskin-maarittamiseksi/>
- Sui, X., LaMonte, M.J & Blair, S.N. (2007). Cardiorespiratory Fitness and Risk of Nonfatal Cardiovascular Disease in Women and Men With Hypertension. Saatavilla <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1975681/>
- Teisala, T., Mutikainen, S., Tolvanen, A., Rottensteiner, M., Leskinen, T., Kaprio, J., Kolehmainen, M., Rusko, H & Kujala, U. (2014). Associations of physical activity, fitness, and body composition with heart rate variability–based indicators of stress and recovery on workdays: a cross-sectional study. Saatavilla <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3997193/pdf/1745-6673-9-16.pdf>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Kansantaudit. Yleistietoa kansantaudeista. Saatavilla 16.5.2019 <https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/yleistietoa-kansantaudeista>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Elintavat ja ravitsemus. Lihavuus. Saatavilla 19.2.2019 <https://thl.fi/fi/web/elintavat-ja-ravitsemus/lihavuus>
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Mitä toimintakyky on? Toimintakyvyn ulottuvuudet. Saatavilla 16.5.2019 <https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/mita-toimintakyky-on/toimintakyvyn-ulottuvuudet>
- UKK-instituutti (11.9.2014). Monet suomalaiset terveysriskit olisivat vältettävissä. Saatavilla 16.5.2019 <http://www.ukkinstituutti.fi/tiedotteet-2/2015-tiedotteet/monet-suomalaisten-terveysriskit-olisivat-valtettavissa>
- UKK-instituutti (3.12.2014). Säännöllinen liikunta laskee verenpainetta. Saatavilla 1.4.2019 [http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa\\_terveysliikunnasta/liikunta\\_ja\\_sairaudet/verenpaine](http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa_terveysliikunnasta/liikunta_ja_sairaudet/verenpaine)
- Vartiainen, E., Mäki, P & Laatikainen, T. (2013). Lihavuus laskuun hyvinvointia ravinnosta ja liikunnasta. Saatavilla

[http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110503/URN\\_ISBN\\_978-952-245-948-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110503/URN_ISBN_978-952-245-948-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Verenpaine koholla? Käypä hoito -suositus (10.08.2015). Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Saatavilla 31.3.2019

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/potilaalle/suositus?id=khp00016&suositusid=hoi04010>