

**VYÖTÄRÖLIHAVUUS, KOHONNUT PAASTOGLUKOOSI, TYYPPI 2  
DIABETES JA METABOLINEN OIREYHTYMÄ ENTISILLÄ  
HUIPPU-URHEILJOILLA**

Aila Pölönen  
Liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma  
Jyväskylän yliopisto  
Terveystieteiden laitos  
Kevät 2010

## TIIVISTELMÄ

Vyötärölihavuus, kohonnut paastoglukoosi, tyyppi 2 diabetes ja metabolinen oireyhtymä entisillä huippu-urheilijoilla

Aila Pölonen

Jyväskylän yliopisto, liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, terveystieteiden laitos

2010

Liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma

36 sivua

---

Tutkimus on osa laajempaa projektikonaisuutta, jonka yleisenä tavoitteena on kartoittaa entisten huippu-urheilijoiden terveyttä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää metabolisen oireyhtymän (MBO), vyötärölihavuuden, kohonneen paastoglukoosin ja tyypin 2 diabeteksen esiintyvyyttä heillä.

Tutkimusaineiston (N=599) muodostavat entiset mieshuippu-urheilijat, jotka ovat edustaneet Suomea vuosina 1920-1965 vähintään kerran kansainvälisesti. Verrokkit (N=207) on valittu samoista armeijan palvelukseen astumiseristä (A1-luokka). Edustettuina ovat kestävyys- (N=41), voima- (N=107) ja joukkueläjät (N=244).

Tutkittavat kutsuttiin kirjeitse TERVEYSTUTKIMUS 2008 terveystarkastukseen. Tutkimus toteutettiin koko Suomessa. Vyötärön ympärysmittaus mitattiin kangasmittanauhalla, paastoglukoosi laskimoverinäytteestä ja diagnosoidut tyypin 2 diabetestapaukset poimittiin laboratoriokyselylomakkeelta. Aineiston tilastollinen analysointi suoritettiin SPSS 17.0 for Windows-ohjelmalla.

Tulokset osoittavat, että tutkituista suomalaisista entisistä mieshuippu-urheilijoista 50,1 %:lla on MBO. Verrokeista IDF:n kriteerien mukainen MBO todettiin 64,6 %:lla, joten ero ex-urheilijoiden ja verrokeiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,001$ ). Vyötärölihavuutta (vyötärön ympärysmitta  $\geq 94$  cm) ilmeni 58,7 %:lla ex-urheilijoista ja verrokeista 70,5 % oli vyötärölihavia ( $p=0,004$ ). Tyypin 2 diabetesta esiintyi 7,6 %:lla ex-urheilijoista ja verrokeilla puolestaan 13,9 %:lla oli todettu T2D ( $p=0,014$ ). Kohonneen paastoglukoosin esiintymisessä ei ollut merkitsevää eroa ryhmien välillä. Matalimmat paastoglukoosiarvot (ka) ja vyötärön ympärysmittat (ka) löytyivät ex-kestävyysurheilijoilta (6,09 mmol/l; 94,2 cm) ja korkeimmat arvot ex-voimailijoilta (6,57 mmol/l; 99,9 cm). Verrokkien vastaavat arvot (ka) olivat 6,27 mmol/l ja 99,5 cm.

Yhteenvetona todettakoon, että entisillä huippu-urheilijoilla on vähemmän MBO:ta, vyötärölihavuutta ja T2D:ta kuin samanikäisillä verrokeilla ja he harrastavat enemmän liikuntaa. Ero verrokeihin on suurin ex-kestävyysurheilijoilla, jotka ovat liikunnallisesti aktiivisimpia myöhemmällä iällä ja heillä MBO:n, vyötärölihavuuden ja T2D:n esiintyvyys on alhaisin. Nuoruusiän huippu-urheilulla näyttäisi olevan MBO:lta suojaava vaikutus vanhemmalla iällä, mutta paljon riippuu siitä, mitä kilpailu-uran jälkeen tapahtuu.

**Asiasanat:** metabolinen oireyhtymä, vyötärölihavuus, kohonnut paastoglukoosi, T2D, entinen huippu-urheilija

## ABSTRACT

Abdominal obesity, impaired fasting glucose, type 2 diabetes and metabolic syndrome in former elite athletes  
Aila Pölonen  
University of Jyväskylä, Faculty of Sport and Health Sciences, Department of Health Sciences  
2010  
Master's Thesis in Sports and Exercise Medicine  
36 pages

---

This study is a part of a larger elite athletes' health survey. The aim of this study is to investigate the occurrence of metabolic syndrome, abdominal obesity, impaired fasting glucose and T2D in former elite athletes.

The participants (N=599) are former male elite athletes who have represented Finland between 1920 and 1965 at least once in the international competitions. They are classified according to endurance (N=41), power (N=107) and team (N=244) sports. The controls (N=207) have been selected from among the same army call-ups as the athletes (Class A1).

The participants were invited for the physical examination called TERVEYSTUTKIMUS 2008 by the invitation letter. The study was carried out throughout Finland. The waist circumference was measured with a measuring tape, impaired fasting glucose from the venous blood samples and those participants, who had been diagnosed to have type 2 diabetes were identified on the basis of questionnaire reports. The statistical analysis was conducted by the SPSS 17.0 for Windows.

The results indicate that 50,1 % of the former Finnish male elite athletes, which were examined, has metabolic syndrome. The prevalence of metabolic syndrome (IDF criteria) was 64,6 % in the controls, so the difference between the former athletes and the controls is statistically significant ( $p=0,001$ ). Abdominal obesity (waist circumference  $\geq 94$  cm) occurred among 58,7 % of the former athletes and in 70,5 % of the controls ( $p=0,004$ ). Type 2 diabetes occurred among 7,6 % of the former athletes and among 13,9 % of the controls ( $p=0,014$ ). There were no statistically significant differences in the occurrence of impaired fasting glucose between the groups. The lowest fasting glucose (mean) and waist circumference (mean) were found among the former endurance athletes (6,09 mmol/l; 94,2 cm) and the highest values among the former power athletes (6,57 mmol/l; 99,9 cm). The corresponding values (mean) of the controls were 6,27 mmol/l and 99,5 cm.

In summary, the former elite athletes have less metabolic syndrome, abdominal obesity and T2D than the controls of the same age and they are more physically active. The difference is the biggest between the controls and the former endurance athletes who are the most physically active in later years and they have the lowest occurrence of metabolic syndrome, abdominal obesity and T2D. The former elite athletes have a lower risk for metabolic syndrome in later years, but it depends much on what happens after their competition career.

**Key Words:** metabolic syndrome, abdominal obesity, impaired fasting glucose, T2D, former elite athlete

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	1
2 METABOLINEN OIREYHTYMÄ .....	3
2.1 Esiintyminen ja patofysiologia .....	3
2.2 Metabolisen oireyhtymän uusin määritelmä .....	4
2.2.1 Vyötärölihavuus .....	4
2.2.2 Kohonnut paastoglukoosi ja T2D .....	5
2.3 Metabolisen oireyhtymän ennaltaehkäisy ja hoito – liikunnan rooli .....	7
3 HUIPPU-URHEILUN KUORMITTAVUUS JA VAIKUTUKSET .....	9
4 IKÄÄNTYMINEN .....	11
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	13
6 MENETELMÄT .....	14
6.1 Tutkimusaineisto .....	14
6.2 Aineiston keruu .....	14
6.3 Mittaukset .....	15
6.3.1 Vyötärön ympärysmittaus .....	16
6.3.2 Paastoglukoosin mittaus / laskimoverinäytteen otto .....	16
6.3.3 Diagnosoitu tyypin 2 diabetes .....	17
6.4 Tutkimuksen eettisyys .....	17
6.5 Aineiston tilastollinen analyysi .....	18
7 TULOKSET .....	19
7.1 MBO:n, vyötärölihavuuden, T2D:n ja kohonneen paastoglukoosin esiintyminen .....	19
7.2 Vyötärön ympäryys ja paastoglukoosi .....	20
7.3 Fyysinen aktiivisuus selittävänä tekijänä .....	22
8 POHDINTA .....	26
8.1 Tulosten ja niiden merkityksen tarkastelua .....	26

8.2 Tutkimuksen luotettavuus.....	28
8.3 Tutkimuksen kansanterveydellinen merkitys ja jatkotutkimusaiheita .....	29
8.4 Yhteenveto .....	30
LÄHTEET .....	32

## 1 JOHDANTO

Metabolinen oireyhtymä on kansanterveydellinen ongelma. Se yleistyy jatkuvasti hyvinvointiyhteiskunnissa ja siihen liittyy lisääntynyt sairastavuus ja kuolleisuus. Oireyhtymä on nykyaikaiseen elämäntapaan liittyvä tila, jota luonnehtii usean terveystieteen kasautuminen samalle henkilölle. Kyse on aineenvaihdunnan häiriöstä, jonka yleisyys johtuu pitkälti ylipainon/lihavuuden lisääntymisestä, liian vähäisestä liikunnasta sekä muista haitallisista elintapatekijöistä (Alberti ym. 2005, Eckel ym. 2005, Ash-Bernal & Peterson 2006, Vehmas 2006).

Yksi metabolisen oireyhtymän (MBO) kriteereistä on vyötärölihavuus (Alberti ym. 2005), joka etenkin viskeraalisen rasvan aiheuttamana on vaarallista terveydelle (Fogelholm 2005b, Kolehmainen & Uusitupa 2006, Vehmas 2006). Viskeraalisen rasvan kertymisen myötä lisääntyy riski sairastua muun muassa tyyppin 2 diabetekseen (T2D), joka on myös eräs MBO:n kriteereistä (Lemieux ym. 2000, Alberti ym. 2005, Laakso 2005, Uusitupa 2006). Insuliiniresistenssi eli insuliinin heikentynyt vaikutus ja heikentynyt glukoosinsieto vaikuttavat T2D:n syntyyn (Reaven 1988, Minehira & Tappy 2002, Laakso 2005). Niistä aiheutuva koholla oleva paastoglukoosi luetaan myös kuuluvaksi MBO:n riskitekijäksi T2D:n rinnalla (Alberti ym. 2005).

Liikunnalla on todettu olevan suotuisia vaikutuksia metabolisen oireyhtymän ennaltaehkäisyyn ja hoitoon (Laaksonen ym. 2002a, Kujala ym. 2003, Kiviahho 2004, Kettunen ym. 2006, Thomas ym. 2006, Jeon ym. 2007, Johnson ym. 2007, Sigal ym. 2007). Eräs merkittävä löydös on nuoruudessa saavutetun hyvän kestävyyskunnan ja sitä seuraavan liikuntaharrastuksen voimakas yhteys metabolisen syndrooman riskitekijöihin niitä alentavasti (Kujala ym. 2003). Kuitenkin näyttöä liikunnan itsenäisestä vaikutuksesta metaboliseen oireyhtymään kaivataan lisää.

Pro gradu -tutkielma on saanut alkunsa Helsingin yliopiston ja Kansanterveyslaitoksen eli nykyisen Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen johtaman TERVEYSTUTKIMUS 2008 -tutkimushankkeen myötä, jonka yleisenä tavoitteena on kartoittaa suomalaisten entisten huippu-urheilijoiden ja verrokkien terveyttä, toimintakykyä ja kansansairauksien riskitekijöitä. Tämän pro gradu- tutkielman tavoitteena on selvittää metabolisen oireyhtymän riskitekijöiden – vyötärölihavuuden, kohonneen paastoglukoosin ja tyyppin 2 diabeteksen – esiintyvyyttä enti-

sillä huippu-urheilijoilla. Kyseessä on yhteistyö kahden pro gradu -tutkielman (tämä ja Mia Erosen tutkielma) välillä ja tästä johtuen osa aineistokuvauksesta sekä tulokset MBO:n osalta ovat päällekkäisiä.

## 2 METABOLINEN OIREYHTYMÄ

### 2.1 Esiintyminen ja patofysiologia

Aikuisväestöstä noin 25–30 %:lla on metabolinen oireyhtymä ja tätä vanhemmat mukaan luetuna luku kasvaa suuremmaksi (Liikunta 2008). MBO on yleinen ja kasvusuunnassa etenkin hyvinvointiyhteiskunnissa ja se lisää riskiä moniin sairauksiin (Ash-Bernal & Peterson 2006). Metabolisen oireyhtymän syytä ei täysin tiedetä. Lemieux ym. (2000) mukaan viskeraalisen rasvan kertymisellä keskivartaloon on suuri rooli oireyhtymän synnyssä, kun taas Reaven (1988) puolestaan on esittänyt insuliiniresistenssin ja suuren insuliinipitoisuuden olevan merkittävässä roolissa. Yhdessä näillä katsotaankin olevan keskeinen osuus oireyhtymän patofysiologiassa (Laakso 2005).

Insuliiniresistenssin on tutkimuksissa todettu korreloivan useisiin metabolisiin poikkeavuuksiin. Se liittyy muuan muassa tulehdusreaktioon sekä lipidihäiriöihin ja se voi johtaa heikentyneeseen glukoosin sietoon, tyypin 2 diabeteksen puhkeamiseen ja sydänsairauksiin (Reaven 1988, Lemieux ym. 2000, Alberti ym. 2005, Laakso 2005). Pienellä HDL- kolesterolipitoisuudella on myös yhteyttä insuliiniresistenssiin. Suuri insuliinipitoisuus saattaa muuttaa veren lipidiprofiilia lisäämällä triglyseridi- ja LDL-kolesterolipitoisuuksia veressä ja suuri vapaiden rasvahappojen pitoisuus on puolestaan merkittävä insuliiniresistenssiin johtava tekijä (Minehira & Tappy 2002). Laakson (2005) mukaan insuliini estää lipolyysiä, ja insuliinin vajavainen vaikutus rasvakudoksessa kasvattaa rasvahappopitoisuuksia, mikä taas rajoittaa insuliinin vaikutuksia lihassoluissa. Eckel ym. (2005) toteaa, että insuliiniresistenteillä henkilöillä on usein myös kohonnut verenpaine, joka liittyy ylipainoon ja glukoosiaineenvaihdunnan häiriöihin.

Eckel ym. (2005) näkee myös ikääntymisen, kroonisen tulehdusreaktion, vähäisen liikunnan, perimän ja ruokailutottumuksien vaikuttavan metabolisen oireyhtymän syntyyn. Runsaasti kovaa rasvaa ja vähän kuitua sisältävä ruokavalio, psykososiaaliset tekijät, sikiökautinen tai varhaislapsuuden ravitsemushäiriö voivat altistaa Kukkonen-Harjulan (2005) mukaan oireyhtymälle. Tupakointi ja alkoholin runsas käyttö on myös yhdistetty metabolisen oireyhtymän syntyyn (Björntorp ja Rosmond 2000).



## 2.2 Metabolisen oireyhtymän uusin määritelmä

Metabolista oireyhtymää on määritelty aikaisemmin monin tavoin. Reaven (1988) käytti nimitystä syndrome X, jossa ylipaino ei kuulunut kriteereihin laisinkaan. Oireyhtymää on myös kutsuttu insuliiniresistenssisyndroomaksi (Haffner ym. 1992). Eri järjestöillä on metaboliselle oireyhtymälle toisistaan poikkeavia määritelmiä joissa kaikissa ylipaino, insuliiniresistenssi, lipidihäiriöt ja kohonnut verenpaine kuuluvat MBO:n piirteisiin, mutta riskitekijöiden painotuksissa on eroja (Laakso 2005).

Metabolisen oireyhtymän diagnosoinnin helpottamiseksi on Kansainvälinen Diabetesliitto (IDF) julkaissut vuonna 2005 metabolisen oireyhtymän uusimmat eurooppalaisiin pätevät kriteerit (Alberti ym. 2005), jotka esitellään taulukossa 1.

### Taulukko 1. MBO:n kriteerit

---

Vyötärön ympärysmitta	miehet $\geq 94$ cm    naiset $\geq 80$ cm		
Ja lisäksi kaksi seuraavista kriteereistä:			
Triglyseridit	$\geq 1,7$ mmol/l tai lääkehoito		
HDL-kolesteroli	miehet $< 1,03$ mmol/l	naiset $< 1,29$ mmol/l	tai lääkehoito
Verenpaine	$\geq 130/85$ mmHg (jompi kumpi tai molemmat)		tai lääkehoito
fP-Gluk	$\geq 5,6$ mmol/l    tai diagnosoitu T2D		

---

#### 2.2.1 Vyötärölihavuus

Vyötärölihavuus on edellytys metabolisen oireyhtymän määrittelylle (Alberti ym. 2005, Laakso 2005, Kolehmainen & Uusitupa 2006, Uusitupa 2006) ja geneettisillä tekijöillä on altistava vaikutus vyötärölihavuuteen (Uusitupa 2006). Jo lievästikin suurentunut vyötärön ympärysmitta on merkittävä vaaratekijöiden kertymisen kannalta (Alberti ym. 2005) ja haitallista on erityisesti keskivartalon alueelle kertyvä viskeraalinen rasva (Fogelholm 2005b). Ikääntymisen myötä sen määrä lisääntyy normaalipainoisilla miehillä ja naisilla (Kolehmainen & Uusitupa 2006). Viskeraalisen rasvan kertymisen myötä muun muassa tyypin 2 diabeteksen, rasva- aineenvaihdunnanhäiriöiden ja sydänsairauksien riski lisääntyy (Lemieux ym. 2000, Laakso 2005, Uusitupa 2006) ja keuhkojen toiminta vaikeutuu (Fogelholm 2005b). Bender ym. (1999) pitävät nuorena alkanutta lihavuutta sairauksien kannalta vaarallisempana kuin

myöhemmällä iällä alkanutta lihavuutta, kun taas Mikkelsenin ym. (1999) mukaan aikuisiässä lihominen lisää kuolemanvaaraa.

Keskivartaloon ja etenkin vatsaonteloon kerääntynyt liikarasva on aineenvaihdunnallisesti aktiivista, mikä johtaa vapaiden rasvahappojen määrän kasvuun maksassa. Tämä puolestaan nopeuttaa maksassa triglyseridi-synteesiä ja kasvattaa maksan VLDL (very low density lipoprotein) eritystä, minkä vuoksi seerumin triglyseridipitoisuus suurenee. Lisäksi vapaiden rasvahappojen pitoisuus verenkierrossa on kasvanut, mikä saa aikaan kilpailua glukoosin ja vapaiden rasvahappojen välillä perifeerisissä kudoksissa, etenkin lihaskudoksessa. Tämä puolestaan saattaa aiheuttaa glukoosin käytön häiriöitä, joista johtuu heikentynyt sokerinsieto tai diabetes (Uusitupa 2006). Lihavalla henkilöllä ihonalaisen rasvakudoksen ja vatsaontelon sisäisen aineenvaihdunnan erot korostuvat. Viskeraalinen rasva reagoi herkemmin lipolyysiä kiihdyttävään vaikutukseen ja on epäherkempi insuliinin lipolyysiä vähentävälle vaikutukselle. Vapaiden rasvahappojen takaisinotto rasvasoluun on lisäksi heikkoa. Ulkopuolelle ei tule kuitenkaan jättää ihonalaisen rasvakudoksen merkitystä, sillä usein sen määrä vyötärölihavuudessa on viskeraalista rasvaa huomattavasti suurempi. Ihonalaisen rasvakudoksen syvempi kerros on terveyden kannalta haitallisempaa kuin pinnallinen kerros (Kolehmainen & Uusitupa 2006).

Hyvänä vyötärölihavuuden mittarina pidetään vyötärön ympärysmittaa yhdessä suuren triglyseridipitoisuuden kanssa. Vyötärön ympärysmittan määrittäminen ei ole välttämätöntä, mikäli painoindeksi on yli 30 kg/m<sup>2</sup>. Tällaisista henkilöistä yli 95 %:lla vyötärön ympärysmitta ylittää diagnostiset kriteerit (Laakso 2005). Normaali painoisilla voi myös olla paljon viskeraalista rasvaa ja metabolinen oireyhtymä, joten painoindeksi ei aina kerro totuutta (Rexrode ym. 1998, Laakso 2005). Eri väestöissä vyötärön ympärysmittan suhde viskeraalisen rasvan määrään ja ylipainoon on erilainen, minkä vuoksi vyötärön ympärysmittan diagnostiset raja-arvot on määritettävä jokaisessa väestössä erikseen (Després ym. 2000).

## 2.2.2 Kohonnut paastoglukoosi ja T2D

Suomessa arvioidaan olevan jopa noin 450 000 T2D:ta sairastavaa henkilöä, joista noin 250 000 on diagnosoitu (Diabetesliitto 2010). Tyypin 2 diabeetikoista ainakin puolet on iältään yli 65-vuotiaita ja jopa 80–90% on ylipainoisia (Saraheimo & Kangas 2003, Uusitupa 2006). Vyötärölihavuus on osoittautunut yhdeksi merkittävimmäksi T2D:n vaaratekijäksi.

Muita altistavia tekijöitä ovat runsaasti tyydyttyntä rasvaa ja paljon nopeasti sokeristuvia hiilihydraatteja sisältävä ruokavalio, vähäinen ravintokuidun saanti sekä liikunnan puute (Tuomilehto ym. 2001, Uusitupa 2006).

T2D kehittyy useimmiten hitaasti. Ennen diabetesta ilmenee yleensä useiden vuosien oireeton sokeriaineenvaihdunnan häiriö, jolloin verensokeriarvot ovat normaalien ja diabeettisten glukosiarvojen välillä (Dehko 2003, Koivisto & Sipilä 2000). Jos paastoarvo on 6.1–6.9 mmol/l, puhutaan plasman glukosipitoisuuden suurentuneesta paastoarvosta eli IFG:stä (impaired fasting glucose). Mikäli kahden tunnin arvo on 7.8 mmol/l–11 mmol/l, puhutaan heikentyneestä glukosinsiedosta eli IGT:stä (impaired glucose tolerance) (Diabetes 2009). Molemmat ovat merkkejä insuliiniresistenssistä eli insuliinin tehon heikentymisestä (Koivisto & Sipilä 2000). Insuliiniresistenssiä esiintyy kaikissa insuliinille herkissä kudoksissa ja erityisesti lihaksissa, rasvakudoksessa ja maksassa. Insuliinin heikentynyt vaikutus muuttaa ennen kaikkea hiilihydraattiaineenvaihduntaa, mutta myös kaikkea energia-aineenvaihduntaa (Lahtela 2008). T2D:n syntyyn vaikuttaa insuliiniresistenssin aikana vuosien kuluessa vähentynyt insuliinin erityis haiman beetasoluista, mikä puolestaan aiheuttaa maksassa lisääntyntä glukosituotantoa (Koivisto & Sipilä 2000). Tyypin 2 diabetesta (T2D) aiheuttaa siis heikentynyt insuliinin perifeerinen vaikutus (insuliiniresistenssi) sekä vähentynyt insuliinin erityis (DeFronzo & Ferrannini 1991, Yki-Järvinen 1994). Normaalipainoisten ihmisten T2D johtuu pääasiassa insuliinin erityksen heikentymistä ja lihavien T2D yleensä insuliiniresistenssistä. Sairauden kehittyminen riippuu myös yksilöllisestä perimän ja elintapojen kokonaisuudesta (Koivisto & Sipilä 2000, Uusitupa 2006).

Yöllinen maksan glukosin tuotanto on lisääntynyt T2D henkilöllä, ja se johtaa yön paaston jälkeen aamulla lisääntyneeseen glukosipitoisuuteen veressä, koska glukosin siirtyminen verestä solujen käyttöön sekä varastoituminen maksaan ja lihaksiin on heikentynyt (Koivisto & Sipilä 2000). IFG ja IGT voidaan todeta OGTT:lla (oral glucose tolerance test) eli oraalilla kahden tunnin glukosirasituskokeella, jossa plasmasta mitataan paasto- ja kahden tunnin glukosiarvo. Suomalaisilla yli 65-vuotiailla IGT:n esiintyvyys on noin 20–25 % (Dehko 2003). Normaaliassa glukosiaineenvaihdunnassa plasman paastoglukoosi (FPG = Fasting Plasma Glucose) on 3,5–5,5 mmol/l (ADA 1997, WHO 1999). ADA:n vuoden 2004 luokituksessa kohonneen paastoglukoosin kriteeriä on laskettu aikaisemmasta plasman paastoglukoosin arvosta  $\geq 6,1$  mmol/l arvoon  $\geq 5,6$  mmol/l ja vastaavasti kokoveren arvosta  $\geq 5,6$  mmol/l arvoon  $\geq 5,0$  mmol/l (ADA 2004).

### 2.3 Metabolisen oireyhtymän ennaltaehkäisy ja hoito – liikunnan rooli

Liikunnan puute on monien yleisten sairauksien ja toimintahäiriöiden riskitekijä. Fyysisesti passiivisilla henkilöillä on suurempi riski sairastua tyyppin 2 diabetekseen, vyötärölihavuuteen ja metaboliseen oireyhtymään. Säännöllinen liikunta ja lisäksi terveellinen ruokavalio sekä laihdutus muodostavat metabolisen oireyhtymän ehkäisyä ja hoidon perustan (Kukkonen-Harjula 2005). Metaboliseen oireyhtymään ei kuitenkaan ole olemassa ns. täsmähoitoa, koska syytä ei täysin tiedetä. Hoito kohdistuu ylipainoon, keskivartalolihavuuteen ja insuliiniresistenssiin (Alberti ym. 2005).

Metabolisen oireyhtymän syntyminen voidaan Mustajoen (2008) mukaan kokonaan estää painonhallinnalla. Sairastumisvaarassa olevien henkilöiden tulisi noudattaa väestölle suunnattuja yleisiä terveystieteiden suositusohjeita (Liikunta 2008). Liikunnalla on suotuisia vaikutuksia MBO:hon, sillä säännöllinen ja kohtuukuormitteinen liikunta vähentää rasvaa erityisesti vyötärön alueelta ja kehon sisäosista. Fyysisesti aktiivisilla ja hyväkuntoisilla henkilöillä on havaittu samallakin painoindeksillä pienempi vyötärön ympärysmitta kuin fyysisesti passiivisilla ja huonokuntoisilla henkilöillä (Fogelholm 2006a). Laaksosen ym. (2002a) mukaan kohtalaisen ja raskaan liikunnan harrastaminen vähentää riskiä saada metabolinen oireyhtymä. Henkilöillä, jotka harrastavat vähän tai ei lainkaan liikuntaa, riski MBO:n kehittymiseen on puolet suurempi kuin henkilöillä, jotka harrastavat enemmän kuin kolme tuntia liikuntaa viikossa vähintään 4,5 MET teholla. Kiviaho (2004) toteaa samansuuntaisesti, että fyysinen aktiivisuus ja kohtalaisen raskas tai raskas liikunta ovat yhteydessä metabolisen oireyhtymän ja sen osatekijöiden esiintyvyyteen 55–74-vuotiailla siten, että mitä enemmän henkilö harrastaa liikuntaa sitä vähemmän metabolisen oireyhtymän osatekijöitä ilmenee.

Päivittäisellä, vähintään 30 minuutin pituisella, kohtuukuormitteisella, kestävyystyyppisellä liikunnalla voidaan ehkäistä tyyppin 2 diabeteksen ilmaantumista (Thomas ym. 2006, Jeon ym. 2007, Sigal ym. 2007). Kestävyystyyppinen liikunta lisää lihasten hiussuonistoa ja suurentaa kuljetusproteiinien määrää, mikä edistää glukoosin pääsyä solun sisälle (Kukkonen-Harjula 2005). Kevyt tai kohtuullinen kestävyysliikunta parantaa verenkierto- ja hengityselimistöä suorituskykyä (Balducci ym. 2006), insuliiniherkkyyttä ja sokeritasapainoa sekä vähentää etenkin viskeraalisen rasvan määrää sekä plasman triglyseridipitoisuutta (Sigal ym. 2004, Thomas ym. 2006). Tutkimuksista on saatu näyttöä, että parhaimpia tuloksia sokeritasapainon kannalta saadaan, kun liikunta sisältää sekä kestävyys- että voimaharjoittelua (Eriksson 1998,

Sigal ym. 2007). Voimaharjoittelu lisää lihasten aineenvaihduntaa sekä lihasmassaa, mikä puolestaan johtaa insuliiniherkkyyden lisääntymiseen sokerin varastoitumistilan kasvaessa. Voimaharjoittelulla on positiivisia vaikutuksia myös perusaineenvaihduntaan. Ikääntyessä perusaineenvaihdunta heikkenee, koska rasvattoman kudoksen määrä pienenee (Eriksson 1998). Lihasvoimaa kehittävä ja lihasmassaa kasvattava harjoittelu on esitetty varsinaiseksi ns. täsmäliikuntamuodoksi metabolisen oireyhtymän hoidossa (Kukkonen-Harjula 2005).

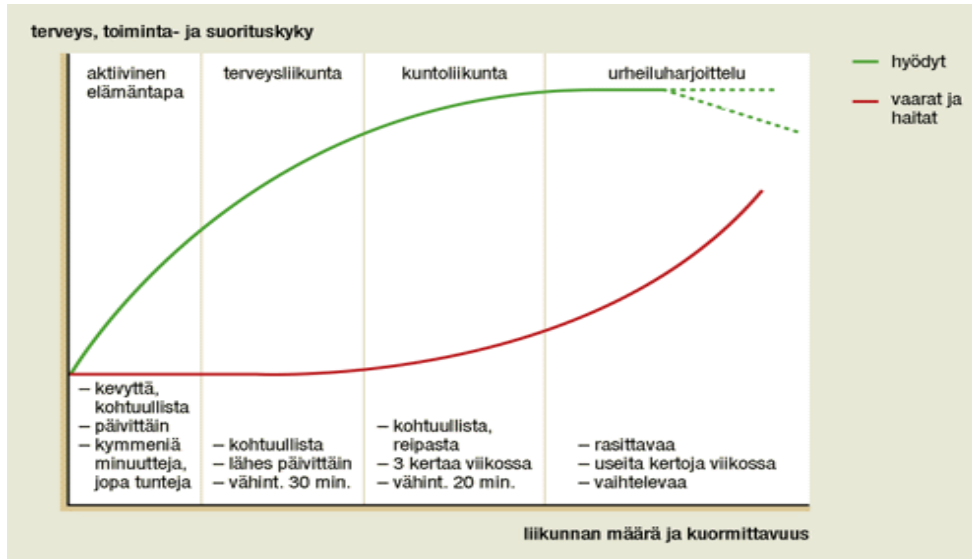
Insuliiniresistenssi lisääntyy yleensä vanhemmalla iällä (Eckel ym. 2005), mutta kestävyysharjoittelulla sitä voidaan tutkimusten mukaan ehkäistä. Säännöllisellä aerobisella liikunnalla näyttäisi olevan myönteisiä vaikutuksia keskivartalolihavuuteen, insuliiniresistenssiin ja glukoosin sietokykyyn (Pratley ym. 1995). Liikunnan myötä painonpudotusta ja kehonkoostumusmuutoksia voidaan pitää yhtenä mekanismina insuliiniherkkyyden paranemisessa. Kestävyysharjoittelu voi toisaalta parantaa kudosten insuliiniherkkyyttä painon ja fyysisen suorituskyvyn muutoksista riippumatta. Muina mekanismeina insuliiniherkkyyden paranemiselle pidetään muun muassa glukoosin fosforylaatioon, varastointiin ja hapettumiseen liittyvien entsyymien määrän lisääntymistä, muutoksia lihassolukoostumuksessa, hiusverisuonituksen lisääntymistä sekä lisääntynyttä verenvirtausta (Ryan 2000). Harjoittelulla on vaikutusta myös maksan insuliiniherkkyyteen ja harjoittelun onkin havaittu vähentävän ruokailun jälkeistä glukoosintuottoa maksassa (Ivy ym. 1999).

Fyysinen aktiivisuus vähentää Rossin ym. (2000) mukaan suhteessa enemmän vatsaontelon sisäistä rasvaa kuin ruokavalio. Lakka & Bouchardin (2005) mukaan runsaasti liikkuvien henkilöiden paino ei suurentunut usean vuoden seurannassa tai se nousi vähemmän kuin fyysisesti passiivisten, kun ruokavalion vaikutus huomioitiin. Johnsonin ym. (2007) mukaan kuormitukseltaan kohtuullinen, päivittäin tapahtuva, vähintään puolen tunnin pituinen kestävyystyyppinen liikunta vaikuttaa edullisesti metabolisen oireyhtymän vaaratekijöihin. Näyttö liikunnan itsenäisestä vaikutuksesta metaboliseen oireyhtymään on kuitenkin toistaiseksi vajavaista.

### 3 HUIPPU-URHEILUN KUORMITTAVUUS JA VAIKUTUKSET

Urheilu voidaan Fogelholmin (2006b) mukaan jakaa kunto-, kilpa- ja huippu-urheiluun. ”Huippu-urheilulla tarkoitetaan määrätietoista kansainväliseen menestykseen tähtäävää, eettisesti kestävästä yksilö- ja joukkueurheilua” (Opetusministeriö 2010). Vuoren (2005b) mukaan huippu-urheilu on kilpaurheilun näkyvin osa. Kun kuntosuorituksissa motiivina on suorituskyvyn parantaminen ja kunnan kohottaminen, niin menestyminen on puolestaan motiivina kilpaurheilussa, joka on hyvin suunnitelmallista, kovaa ja päämäärätietoista (Fogelholm 2003). Kuormittavuuden sekä harjoittelun määrän kasvaessa terveys- ja kuntohyödyt eivät kasva samassa mittasuhteessa, sillä esimerkiksi yksittäisen harjoituksen hetkellinen kuormittavuus voi aiheuttaa muun muassa ylirasitusvammoja tai verenkiertoelimistön toiminnanhäiriöitä (Vuori 2005b). Fogelholmin (2005a) mukaan liikunnan kuormittavuus on kevyessä fyysisessä aktiivisuudessa 2,5-3 MET, kohtalaisessa 4-6 MET ja huippu-urheilijan harjoittelussa jopa 13-20 MET.

Urheilun ja intensiivisen liikunnan terveydelliset vaikutukset pohjautuvat suurimmaksi osaksi muutoksiin aineenvaihdunnassa ja elinjärjestelmien toiminnoissa. Elimistö toimii liikuntasuorituksessa järjestelmänä, jossa sen eri osilla on sekä omia, toisiinsa liittyviä että toisiinsa vaikuttavia tehtäviä. Fyysinen aktiivisuus aiheuttaa suotuisia harjoitusvaikutuksia terveydelle ja toimintakyvylle, kun se toistuu riittävän usein ja ylittää tavanomaisen tason sopivissa mittasuhteissa. Vaikutuksia ilmenee eritoten veren sokeri-, lipidi-, hormoni- ja entsyymimuutoksina sekä energiavarastoissa, erityis- ja ruoansulatuselinten, immunologisen järjestelmän, autonomisen hermoston ja hormonaalisissa toiminnoissa (Vuori 2005b). Vuoren (2005b) mukaan terveysliikunta tuottaa terveyttä hyvällä hyötysuhteella. Kuntoliikunta puolestaan pyrkii hyvään suorituskykyyn ja sen ylläpitämiseen. Urheiluharjoittelussa tavoitellaan parasta mahdollista suoritusta, joten päätavoitteena ei normaalisti ole terveyden tavoittelu vaan erityisesti suoritusparantaminen kehoa säästämättä (Kuva 1).



**Kuva 1.** Liikunnan terveyttä ja toimintakykyä edistävien vaikutusten ja liikuntaan liittyvien vaarojen ja haittojen riippuvuus liikunnan määrästä ja kuormittavuudesta (Vuori 2005b).

## 4 IKÄÄNTYMINEN

Ikääntymisestä puhuttaessa tarkoitetaan yleensä noin 50- 60 vuoden ikää (Vuori 2005a) ja sen seuraukset tapahtuvat aina yksilöllisesti (Heikkinen 2005, Vuori 2005a). Ikääntymisen myötä ilmaantuu erilaisia oireita, sairauksia ja toiminnanvajavuuksia (Heikkinen 2005, Vuori 2005a). Usein puhutaan niin sanotusta normaalista vanhenemisesta ja sairauksien aiheuttamasta vanhenemisestä. Näitä ei aina pystytä erottamaan toisistaan, mutta muutokset ovat yleensä nopeampia ja suurempia sairauksien aiheuttamassa vanhenemisessä, jossa patologiset prosessit heikentävät ja huonontavat yksilön rakenteita ja toimintoja (Vuori 2005a). Heikkisen (2005) mukaan 75-vuotiailla on keskimäärin kaksi kroonista sairautta ja niiden määrä lisääntyy iän myötä.

Elimistössä tapahtuu ikääntyessä monenlaisia fysiologisia ja biologisia muutoksia (Vuori 2005a, Heikkinen 2005), jotka vähentävät muun muassa yksilön suoritus- ja vastustuskykyä. Perinnölliset tekijät sekä solu- ja molekyyalitasolla tapahtuvat vauriot ja kuluminen vaikuttavat näiden muutosten ilmenemiseen. Vanhetessa muun muassa soluhengitys huonontuu ja solujen normaalit toiminnot heikentyvät tai vähenevät (Vuori 2005a).

Terveyskunnan osa-alueet heikkenevät määrällisesti tai laadullisesti. Vanhenemisen keskeisiä biologisia muutoksia tapahtuu kehon rakenteessa ja koostumuksessa, lihaksistossa, luustossa, asennonhallissa, tasapainossa, muistissa, havaintomotoriikassa, hengityselimistössä, sydämessä, verisuonistossa, veressä ja kestävyudessa. Erilaisten oireiden ilmaantuminen levossa ja etenkin kuormituksessa on yleistä näiden muutosten seurauksena (Vuori 2005a). Keskeisimmin ikääntyminen vaikuttaa Heikkisen (2005) mukaan kävelynopeuteen, kestävyyteen, lihasvoimaan, tasapainoon, reaktioaikaan, ketteryyteen, koordinaatioon sekä kognitiiviseen kyvykkyyteen. Maksimaalinen hapenkulutus pienenee harjoittelemattomilla henkilöillä niin, että 60-vuotias mies on menettänyt noin 25-33 % aikaisemmasta VO<sub>2</sub>max:sta (Heikkinen 2005). Vuoren (2005a) mukaan tämä johtuu siitä, että lihassoluissa aerobisen aineenvaihdunnan entsyymien aktiivisuus pienenee, niiden herkkyys insuliinille vähenee ja hiussuonien tiheys lihaskudoksissa pienenee. Lihasvoima ja -kestävyys heikkenevät merkittävästi 50 vuoden iästä eteenpäin (Heikkinen 2005). Eniten surkastuvat nopeat lihassyöt ja usein myös voimaa vaativa fyysinen toiminta vähenee. Lisäksi kaikissa lihassoluissa tapahtuu vanhenemis- muutoksia, liikehermosolujen määrä ja niiden aksoneiden poikkipinta-ala pienenee ja impulssien



johtumisnopeus hidastuu (Vuori 2005a). Ikääntyessä rasvaa kertyy keskivartaloon, sisäelinten ympärille ja lihaksiin. Rasvaton kehonpaino vähenee noin 20-25 % 65 ikävuoteen mennessä (Heikkinen 2005), syynä ensisijaisesti lihaskudoksen väheneminen (Vuori 2005a).

Liikunnalla on huomattava vaikutus ikääntyneiden toimintakykyyn ja sairauksien ilmenemiseen. Harjoittelulla on sekä ennaltaehkäisevää että parantavaa vaikutusta muun muassa verenkiertoelimistön sairauksiin, korkeaan verenpaineeseen, hyperlipidemiaan ja lihavuuteen (Singh 2002, Heikkinen 2005). Vuoren (2005a) mukaan liikunnalla voidaan vähentää vanhenemisen aiheuttamien muutosten astetta ja seurauksia sekä ehkäistä sairauksista aiheutuvaa vanhenemista (Vuori 2005a, Singh 2002). Liikunta on suositeltavaa kaikille ikääntyneille, joilla ei ole terveydellisiä esteitä (Vuori 2005a).

Metabolisen oireyhtymän esiintyvyyttä ikääntyneillä ei ole vielä paljoa tutkittu Suomessa. Aiemmissa tutkimuksissa on yleisesti todettu, että ikääntymisen myötä MBO:n esiintyvyys kasvaa. Suomalaisilla keski-ikäisillä miehillä MBO:n yleisyys on 8,8 % - 24,9 % luokaa (Lakka ym. 2002, Laaksonen 2002b) ja Yhdysvaltalaisilla 50-vuotiailla MBO:ta esiintyy yli 30 %:lla ja 60-vuotiailla yli 40 %:lla (Ford ym. 2002).

## 5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää huippu-urheilun ts. erittäin intensiivisen liikuntaharrastuksen vaikutuksia metabolisen oireyhtymän ja sen riskitekijöiden esiintyvyyteen. Tavoitteena on selvittää suojaako nuoruusiällä harrastettu huippu-urheilu myöhemmässä elämänvaiheessa vyötärölihavuudelta, kohonneelta paastoglukoosilta ja/tai tyypin 2 diabetekselta, jotka kaikki ovat metabolisen oireyhtymän riskitekijöitä. Lisäksi tarkoituksena on pyrkiä selvittämään millainen lajiharjoittelu on näiden MBO:n riskitekijöiden osalta suojaavinta.

Tutkimuskysymykset:

1. Onko vyötärölihavuuden, kohonneen paastoglukoosin, tyypin 2 diabeteksen ja metabolisen oireyhtymän esiintyvyydessä merkitseviä eroja ex-urheilijoiden ja verrokeiden välillä?
2. Eroavatko urheilijaryhmät toisistaan mitattujen arvojen (vyötärön ympärys ja paastoglukoosi) suhteen?

## 6 MENETELMÄT

### 6.1 Tutkimusaineisto

Pro gradu- tutkielma on osa Helsingin yliopiston ja Kansanterveyslaitoksen (nykyisen Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen) johtamaa TERVEYSTUTKIMUS 2008 tutkimushanketta, jonka tarkoituksena on selvittää suomalaisten ikääntyneiden entisten mieshuippu-urheilijoiden ja verrokkien terveydentilaa, toimintakykyä ja kansansairauksien riskitekijöitä. TERVEYSTUTKIMUS 2008 toteutettiin 10/2008- 10/2009 välisenä ajankohtana. Jyväskylän yliopiston terveystieteiden laitos toimii yhtenä tutkimuksen yhteistyökumppanina. Tämän tutkimuksen tekeminen oli aiheellista etenkin kansanterveydellisestä näkökulmasta.

Tutkimuksen aineisto koostuu entisistä mieshuippu-urheilijoista, jotka edustivat Suomea vuosina 1920-1965 vähintään kerran Olympialaisissa, Euroopan- tai maailmanmestaruuskilpailuissa tai maaotteluissa. Henkilöt on valittu siten, että edustetuiksi tulivat kestävyys- (murto- maahiihto, pitkänmatkanjuoksu), voima- (nyrkkeily, paini, painonnosto, keihään-, kiekon-, moukarinheitto, kuulantyyntö) ja joukkuelajit (jalkapallo, jääkiekko, koripallo). Verrokeiksi valittiin henkilöt, jotka noin 20 vuoden iässä luokiteltiin terveiksi (A1-luokitus) varusmiespalveluksen alkuun liittyneessä lääkärintarkastuksessa. Verrokit olivat samasta ikäkohortista ja asuinalueelta kuin ex-urheilijat.

### 6.2 Aineiston keruu

Huippu-urheilijatutkimus on edennyt urheilijoiden ja verrokkien jäljittämisestä vuosina 1976-1982 kyselytutkimuksin, jotka tehtiin vuosina 1985, 1995 ja 2001. Lisäksi keväällä 1992 Turussa tehtiin Kansaneläkelaitoksen kliininen tutkimus osa-aineistolle. Alkuperäinen kohortti sisälsi 2448 entistä huippu-urheilijaa ja 1712 verrokkia. Aikaisemmat tutkimukset ovat siis perustuneet terveystarkastuksiin ja rekisteriseurantaan. Nyt elossa oleville tutkittaville (N=1183) lähetettiin postitse kutsukirje TERVEYSTUTKIMUS 2008 terveystarkastukseen noin kahta viikkoa ennen tutkimistilaisuutta. Terveystarkastukseen pääsi osallistumaan 599 henkilöä, joista urheilijoita oli 392 ja verrokkeja 207.

Tutkimus toteutettiin koko Suomessa. Kenttätyön suorittivat kolme ryhmää: yksi Helsingissä, yksi Turussa ja yksi tiimi kiersi eri puolilla Suomea kolmessatoista kaupungissa (Joensuu, Lahti, Kotka, Lappeenranta, Mikkeli, Kuopio, Jyväskylä, Seinäjoki, Tampere, Oulu, Kajaani, Kokkola ja Rovaniemi). Tutkimus tehtiin pääasiassa jokaisen kunnan terveyskeskuksessa tai terveyskeskuksen osoittamassa tilassa. Tutkimuksia varten oli jokaisella paikkakunnalla varattu kolme tutkimushuonetta ja odotustila. Aineiston keruu alkoi syyskuun 2008 lopulla ja päättyi tammikuun lopulla 2009. Kevään ja syksyn 2009 aikana aineistoja vielä täydennettiin.

### 6.3 Mittaukset

Tutkimukseen kuului verenpaineen, pulssin, pituuden, painon, vyötärön, lantion ja kehonkoostumuksen mittaaminen. Näiden mittausten lisäksi otettiin laskimoverinäyte ja tarvittaessa sokerirasituskoe (OGTT). Ennen kenttävaiheen aloitusta tutkimushoitajille järjestettiin erillinen koulutus, jossa tutkimushoitajat perehdytettiin huolellisesti tuleviin mittauksiin. Näin ollen kaikki mittaukset tehtiin protokollan mukaisesti. Kunkin paikkakunnan terveystarkastusmittaukset oli jaettu suoritettavaksi kolmen tutkimushoitajan - vastaanottohoitajan, laboratoriohoitajan ja toimintakykymittajaan - kesken.

Vastaanottohoitaja aloitti terveystarkastuksen tutkittavan henkilöllisyyden ja allekirjoitetun suostumusasiakirjan tarkistamisella sekä kotona täytetyn peruslomakkeen vastaanottamisella. Samalla tutkittavalle kerrottiin terveystarkastuksen kulusta ja aloitettiin itse mittaukset. Ensin mitattiin verenpaine ja pulssi sekä annettiin tutkimuskäynnin aikana täytettävät lomakkeet (mm. terveydentila- ja liikuntakysely, toimintakykykysely, ruoankäyttökysely). Seuraavaksi mitattiin pituus, paino, vyötärön- ja lantionympäry sekä kehon koostumus bioimpedanssimittarilla. Sitten laboratoriohoitaja otti 0h- verinäytteen, teki OGTT:n eli sokerirasituskokeen (mikäli ei todettua diabetesta) ja mittasi hemoglobiinin. Tämän jälkeen tutkittava sai täyttää odotustilassa lomakkeita, jotka koskivat muun muassa ex-urheilu-uraa ja sen jälkeisiä elämäntapoja aina nykyhetkeen asti. Kahden tunnin päästä laboratoriohoitaja otti uuden verinäytteen, jonka jälkeen tutkittava sai välipalaa. Toimintakykymittaja suoritti vielä terveystarkastuksen viimeinen osion, jossa tutkittavalle tehtiin toimintakykytestit, jotka pitivät sisällään tuolilta ylösnousu -testin, puristusvoiman mittauksen, kävelytestin sekä kognitiivisen testiosion (lyhennetty MMSE-testi). Tämän pro gradu -tutkielman tutkimuskysymysten suuntaisesti perehdytään vain vyötärön- ja lantionympärymittoihin, kohonneisiin paastoglukoosiarvoihin sekä jo todettuihin tyyppiin 2 diabetestapauksiin.

### 6.3.1 Vyötärönympärysmittaus

Vyötärönympärysmitta saatiin mitatuksi mittanauhalla. TERVEYSTUTKIMUS 2008 - terveystarkastuksessa käytettävät mittanauhat tarkistettiin viikoittain vertaamalla niitä metalliseen pituusmittaan. Mikäli mittanauha oli venynyt, se vaihdettiin uuteen. Muutoin mittanauhat uusittiin kuukauden välein.

Vyötärönympärysmittauksessa käytettiin tavallista 1,8 cm leveää kangasmittanauhaa. Vyötärönympärysmittauksen varten tutkittavaa pyydettiin riisumaan takki ja pusero ja tyhjentämään taskut sekä avaamaan kiristävä vyö ja muut kiristävät vaatekappaleet vyötärön seudulta. Mitattaessa tutkittava seiso kapeassa haara-asennossa paino molemmilla jaloilla. Jalkaterät pyydettiin asettamaan noin 10- 15 cm etäisyydelle toisistaan. Mittaaja istui, jolloin hän näki parhaiten mittauskohtaan. Vyötärön ympärysmitta mitattiin suoliluun harjanteen ja alimman kylkiluun puolivälistä. Tutkittavaa pyydettiin hengittämään rauhallisesti ja mittausta suoritettaessa hengittämään kevyesti ulos. Mittanauhan lukema katsottiin uloshengityksen lopuksi. Mittanauhaa pidettiin mittauksen aikana mahdollisimman vaakasuorassa tasossa eli sen tuli olla yhtä korkealla edestä, takaa ja sivuilta. Asian varmistamiseksi tutkittavaa voitiin pyytää kääntymään paikallaan 90 astetta. Mittanauha ei saanut kiristää eikä olla liian löysällä. Mittaustulos merkattiin peruslomakkeeseen pyöristäen saatu tulos lähimpään puoleen senttimetriin.

### 6.3.2 Paastoglukoosin mittaus / laskimoverinäytteen otto

Tässä pro gradu- tutkielmassa keskitytään tarkkailemaan nimenomaan paastoarvoja, koska metabolisen oireyhtymän yhtenä kriteerinä on fP-Gluk  $\geq$  5,6 mmol/l tai jo todettu T2D. OGTT:hen eli sokerirasituskokeeseen ei siis perehdytä sen tarkemmin.

Tutkittavaa oli pyydetty kutsukirjeessä noudattamaan 10 h paastoa ennen terveystutkimusta. Tutkittavan tuli pidättäytyä myös mahdollisista lääkkeistä tutkimuspäivän aamuna ennen mittauksia. Pieni määrä vettä tutkimuspäivän aamuna sallittiin tutkittavalle. Paastoglukoosin mitausta varten tutkittavalta vielä kysyttiin edeltäneen paaston kestoaikaa. Tämä tuntimäärä merkattiin lähimmäksi kokonaisluvuksi pyöristettynä laboratoriolomakkeelle.

Laskimoverinäyte otettiin tutkittavan kyynärtaipeen laskimosta Venosafe- tyhjiöputkiin. Tutkittava oli mittauksessa istuma-asennossa, kyynärtaive paljaana, käsi tyynyllä ja staasi kiristettiin olkavarren ympärille. Näytteenottaja etsi suonon katsomalla ja tunnustelemalla sormella. Tämän jälkeen iho puhdistettiin puhdistusaineella, näytteenottaja kiinnitti painamalla 20G-neulan adapteriin ja irrotti neulansuojuksen. Staasi avattiin välittömästi sen jälkeen, kun neula oli suonessa, jotta veri ei päässyt hemolysoitumaan, koska muutoin tulokset olisivat vääristyneet. Laskimoverinäytteenoton jälkeen pistoskohdan päälle laitettiin tufferi ja neula vedettiin pois. Tutkittavaa pyydettiin painamaan pistoskohtaa hetken aikaa ja lopuksi tufferin yli kiinnitettiin ihoteippi. Laboratoriolomakkeelle merkattiin näytteenottoaika ja näyteputket sekä jakoputket tarroitettiin kunkin tutkittavan omalla tarrasarjalla. Jatkokäsittely ja näytteiden pakkaus suoritettiin yksityiskohtaisten laboratorion kenttäohjeiden mukaisesti. Näytteet pakastettiin kentällä ja toimitettiin Kansanterveyslaitokselle viikoittain pakkaslähetysinä.

### 6.3.3 Diagnosoitu tyyppin 2 diabetes

Tutkimuslomakkeita (kyselyitä) tutkimalla voitiin poimia jo diagnosoidut tyyppin 2 diabetesta-paukset. Laboratoriolomakkeelle oli asetettu suora kysymys (numero 3) ”Onko lääkärin toteamia diabetes?” Vaihtoehtoina 1) ei, tehdään sokerirasitus (OGTT) tai 2) kyllä, otetaan paastonäytteet ja DNA:t. Myös peruslomakkeessa sekä terveydentila- ja liikuntakyselyssä selvitettiin kyseistä asiaa, mutta vastaavanlaista suoraa kysymystä niissä ei ollut.

### 6.4 Tutkimuksen eettisyys

Terveystutkimus suoritettiin noudattaen Kansanterveyslaitoksen (Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen) hyvää tutkimustapaa, jossa eettiset näkökohdat, lainsäädäntö ja viranomaisohjeet otettiin huomioon. Tutkimushenkilöille aiheutuva vaara tai haitta koettiin huomattavasti alhaisempana kuin tutkimuksesta tieteen nimissä saavutettava hyöty. Tutkimushenkilöille annettiin selvitys tutkimuksesta, he antoivat kirjallisen suostumuksen tutkimukseen ennen ensimmäistä tutkimustoimenpidettä, heidän yksityisyytensä oli suojattu ja henkilöllisyydet ja muut tiedot pidettiin salassa.

## 6.5 Aineiston tilastollinen analyysi

Aineiston tilastollinen analysointi suoritettiin SPSS- ohjelmalla (SPSS 17.0 for Windows). Ohjelman avulla analysoitiin tilastollisia eroja ja merkitsevyyksiä eri ryhmien välillä. Aluksi aineistoa kuvailtiin ja tarkasteltiin prosenttiarvojen, keskiarvojen, keskihajonnan ja vaihteluvälin suhteen. Tarkoituksena oli selvittää tutkittavan ilmiön luonnetta ja etsiä mahdollisia poikkeavia havaintoja. Muuttujina oli sekä jatkuvia että luokiteltuja muuttujia. Tilastollisessa päättelyssä tilastollisia eroja tutkimusryhmien välillä analysoitiin ristiintaulukoimalla luokitellut muuttujat, jonka avulla tutkittiin muuttujien välistä riippuvuutta ja jakautuneisuutta eri ryhmissä  $\chi^2$ -testillä. Jatkuvien muuttujien normaalijakaumat testattiin Kolmogorov-Smirnov-testillä. Jatkuvia muuttujia analysoitiin vinosti jakautuneiden muuttujien ja osittain myös pienen otokseen takia parametrittömällä Mann-Whitney U-testillä, jossa vertailtiin saatujen tulosten tilastollisia merkitsevyyksiä kahdelle ryhmälle kerrallaan. Ryhmien välisten suhteiden raportoinnissa käytettiin myös 95 %:n luottamusvälitarkastelua. Jatkuvien muuttujien riippuvuussuhteita ja niiden voimakkuuksia arvioitiin Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla. Selittävän tekijän eli fyysisen aktiivisuuden määrää havainnollistettiin histogrammien avulla ja nykyisen liikuntaharrastuksen yhteyttä mitattaviin jatkuviin muuttujiin analysoitiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä.

## 7 TULOKSET

Tutkimukseen osallistui kaiken kaikkiaan 599 henkilöä, joista entisiä urheilijoita oli 392 ja verrokeita 207. Tutkittavien keski-ikä oli 72,3 vuotta. Miesurheilijoiden jakautuminen lajikohtaisesti on esitelty taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Lajikohtaiset osallistujamäärät (N), prosentuaaliset osuudet (%), keski-ikä (ka) ja vaihteluvälit (min-max)

Lajiryhmä	N (%)	Keski-ikä (*)
Kestävyyslajit	41 (6,8%)	76,2 (67-89)
Voimalajit	107 (17,9%)	72,8 (61-92)
Joukkuelajit	244 (40,7%)	72,1 (59-89)
Verrokkit	207 (34,6%)	71,6 (62-97)
Yhteensä	599 (100%)	72,3 (59-97)

(\*) vaihteluväli

### 7.1 MBO:n, vyötärölihavuuden, T2D:n ja kohonneen paastoglukoosin esiintyminen

Tutkimukseen osallistuneilla suomalaisilla entisillä mieshuippu-urheilijoilla esiintyi metabolista oireyhtymää. Joka toisella (50,1 %) heistä oli MBO (Taulukko 3). Verrokeista MBO todettiin jopa 64,6 %:lla. Ero ex-urheilijoiden ja verrokeiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,001$ ). Kestävyysurheilijoista 34,1 %:lla, voimailijoista 45,7 %:lla ja joukkuelajien urheilijoista 54,8 %:lla todettiin MBO. Verrokkit ja kolme eri urheilijaryhmää poikkeavat toisistaan erittäin merkitsevästi ( $p < 0,001$ ).

Entisillä mieshuippu-urheilijoilla vyötärölihavuutta ilmeni 58,7 %:lla. Verrokeista jopa 70,5 % oli vyötärölihavia, joten ero ex-urheilijoiden ja verrokkien välillä on tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,004$ ). Kestävyysurheilijoista 48,8 %:lla, voimailijoista 58,9 %:lla ja joukkuelajien urheilijoista 60,2 %:lla vyötärön ympärysmitta täytti kriteerin ( $\geq 94$  cm). Ryhmät erosivat toisistaan merkitsevästi ( $p = 0,018$ ).



**Taulukko 3.** Metabolisen oireyhtymän, vyötärölihavuuden, T2D:n ja kohonneen paastogluukoosin esiintyminen ex-urheilijoilla ja verrokeilla

	Verrokkit N=207	Ex-urheilijat N=392		Kestävyyssla- jit, N=41	Voimalajit N=107	Joukkuela- jit, N=244	
	N (%)	N (%)	p-arvo*	N (%)	N (%)	N (%)	p-arvo*
MBO (IDF 2005)	133 (64,6)	194 (50,1)	,001	14 (34,1)	48 (45,7)	132 (54,8)	<,001
Vyötärön- ympärys ≥ 94cm	146 (70,5)	230 (58,7)	,004	20 (48,8)	63 (58,9)	147 (60,2)	,018
T2D	28 (13,9)	29 (7,6)	,014	2 (5)	10 (9,6)	17 (7,1)	,077
fP-Gluk ≥ 5.6 mmol/l	179 (86,5)	334 (85,4)	,726	34 (82,9)	92 (86,0)	208 (85,6)	,947

\* $\chi^2$ -testi

Tyyppin 2 diabetesta esiintyi 7,6 %:lla entisillä huippu-urheilijoilla ja verrokeilla puolestaan 13,9 %:lla oli todettu T2D. Tämä on tilastollisesti merkitsevä ero ( $p = 0,014$ ). Kestävyyssurheilijoista 5 %:lla, voimailijoista 9,6 %:lla ja joukkuelajien urheilijoista 7,1 %:lla oli todettu T2D. Ryhmien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p = 0,077$ ).

Paastoglukoosi oli 85,4 %:lla ex-urheilijoilla koholla. Verrokeilla vastaavasti 86,5 %:lla havaittiin kohonnut paastoglukoosi. Merkitsevää eroa ei ex-urheilijoiden ja verrokkien väliltä löytynyt ( $p = 0,726$ ). Kestävyyssurheilijoista 82,9 %:lla, voimailijoista 86 %:lla ja joukkuelajien urheilijoista 85,6 %:lla löydettiin kohonnut paastoglukoosi. Ryhmien välillä ei siis ole merkitseviä eroja ( $p = 0,947$ ).

## 7.2 Vyötärönympärys ja paastoglukoosi

Ex-urheilijat eroavat vyötärönympärysmitoiltaan merkitsevästi verrokeista ( $p = 0,005$ ) (Taulukko 4). Entisillä huippu-urheilijoilla vyötärönympäryksen keskiarvo oli 97,6 cm ja verrokeilla puolestaan 99,5 cm.

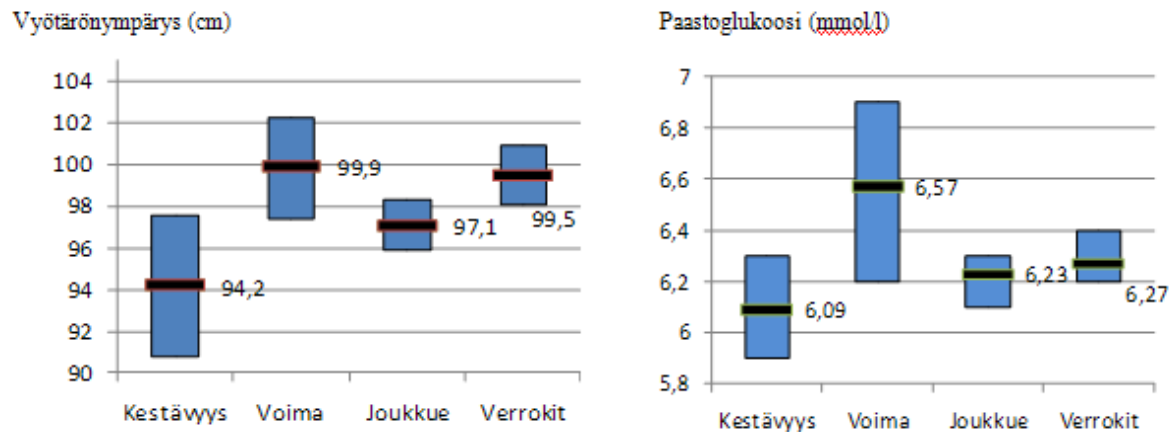
**Taulukko 4.** Ex-urheilijoiden ja verrokeiden vyötärönympärysmittat ja paastoglukoosiarvot

	Verrokit N=207	Ex- urheilijat N=392		Kestä- vyyslajit N=41		Voimalajit N=107		Jouk- kuelajit N=244	
			P- arvo*		P- arvo*		P- arvo*		P- arvo*
<b>Vyötä- rönypä- rys (cm)</b>									
ka	99,5	97,6	,005	94,2	,002	99,9	,519	97,1	,004
95% CI	98,1-100,9	96,5-98,6		90,8-97,6		97,4-102,3		95,9-98,3	
sd	9,9	10,8		10,7		12,9		9,6	
min-	74-	74-		76,5-		80,5-		74-	
max	133,5	150		120		150		131	
<b>fP-gluk (mmol/l)</b>									
ka	6,27	6,31	,634	6,09	,455	6,57	,640	6,23	,467
95% CI	6,2-6,4	6,2-6,4		5,9-6,3		6,2-6,9		6,1-6,3	
sd	0,80	1,26		0,55		1,94		0,82	
min-	4,92-	4,71-		4,71-		4,76-		4,79-	
max	9,99	21,14		7,59		21,14		10,77	

\*Mann-Whitney U- testi

Kestävyyslajien edustajat eroavat verrokeista merkitsevimmän ( $p = 0,002$ ). Heidän vyötärönympäryksen keskiarvo oli 94,2 cm. Myös entiset joukkuelajiturheilijat eroavat merkitsevästi ( $p = 0,004$ ) verrokeista keskiarvolla 97,1 cm. Ex-voimailijoiden vyötärönympäryksen keskiarvo (99,9 cm) ei eroa verrokeista. Paastoglukoosiarvoissa ei ole merkitsevää eroa ex-urheilijoiden ja verrokkien välillä. Matalimmat arvot löytyivät ex-kestävyysurheilijoilta ja korkeimmat arvot ex-voimailijoilta.

Ex-kestävyysurheilijat ja ex-voimailijat eroavat toisistaan sekä vyötärönympärysmittojen että paastoglukoosiarvojen kesken (Taulukko 4, Kuva 2). Ex-kestävyysurheilijoilla molempien keskiarvot ovat pienemmät kuin ex-voimailijoilla. Myös ex-joukkueurheilijoilla ja ex-voimailijoilla on eroa vyötärönympärysmittojen ja paastoglukoosiarvoissa niin että ex-joukkueurheilijoiden keskiarvot ovat ex-voimailijoita pienempiä. Ex-joukkue- ja ex-kestävyysurheilijoiden välillä kyseisissä arvoissa ei ole merkitsevää eroa.



**Kuva 2.** Vyötärönympäryksen sekä paastoglukoosin keskiarvot ja 95 % CI:t tutkittavilla

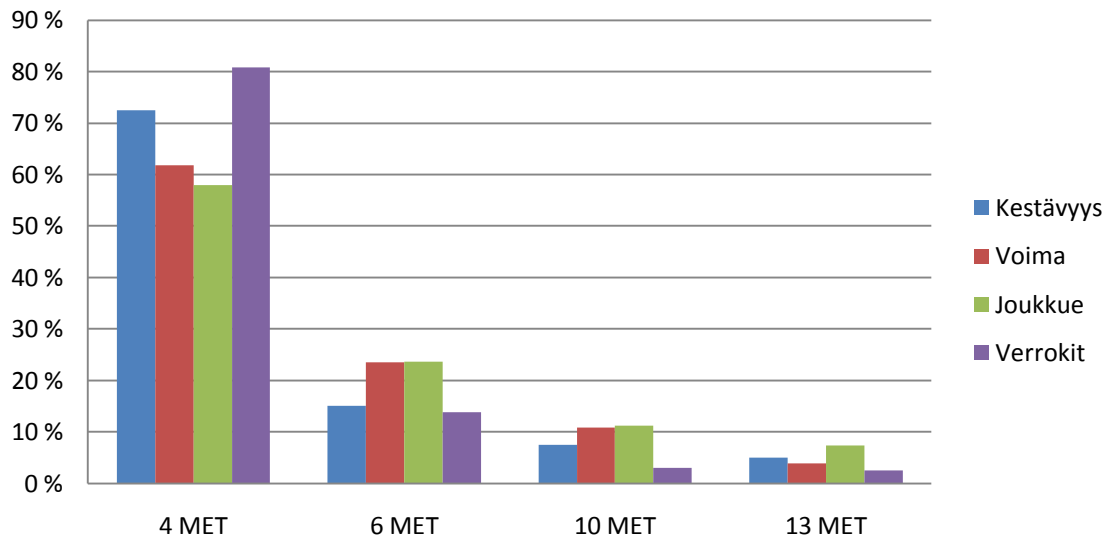
Korrelaatioiden (Pearson) tarkastelussa (Taulukko 5) ilmenee, että vyötärönympärysmitta korreloi voimakkaasti ( $>0,6$ ) rasvattoman kehonpainon, rasvamassan sekä rasvaprosentin kanssa. Korrelaatio on näiden kaikkien muuttujien välillä positiivista eli muuttujan arvojen kasvaessa myös toisen muuttujan arvot kasvavat (lineaarinen yhteys). Paastoglukoosi puolestaan ei korreloi ( $<0,3$ ) minkään edellä mainitun muuttujan kanssa, joten lineaarista yhteyttä ei juurikaan ole.

**Taulukko 5.** Vyötärönympärysmittan ja paastoglukoosin yhteys ( $r$ ) rasvattomaan kehonpainoon (FFM), rasvamassaan sekä rasvaprosenttiin (rasva%).

	Paastoglukoosi	Vyötärönympärysmitta
FFM	,063	,624
Rasvamassa	,160	,906
Rasva%	,140	,817
Vyötärönympärysmitta	,201	1
Paastoglukoosi	1	,201

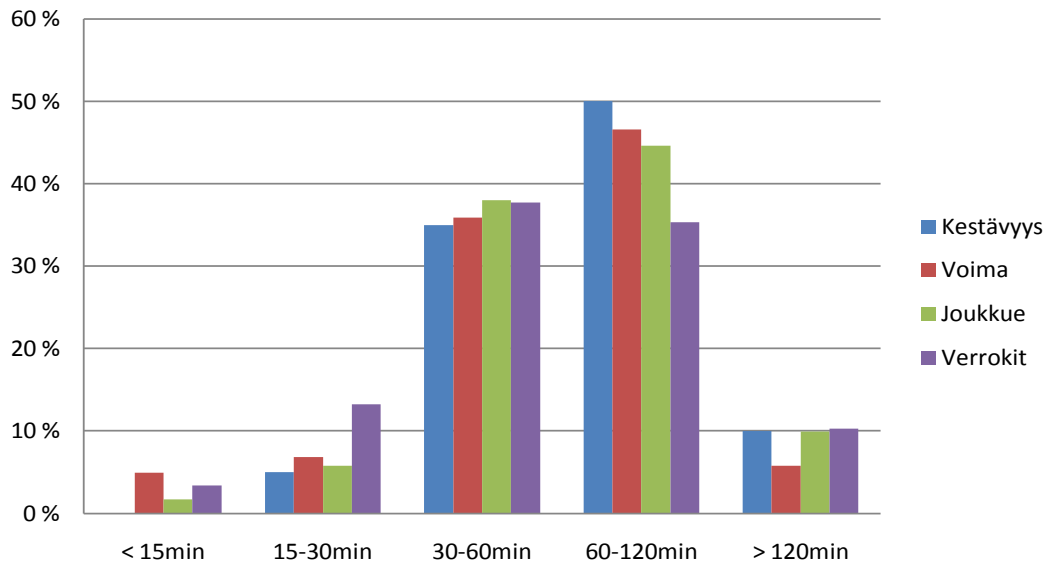
### 7.3 Fyysinen aktiivisuus selittävänä tekijänä

Tässä pro gradu -tutkielmassa fyysinen aktiivisuus otettiin tuloksia selittäväksi tekijäksi. Verrokeiden ja ex-urheilijoiden tämän hetkistä liikuntaharjoittelun tehokkuutta ja säännöllisyyttä sekä yhden liikuntakerran kestoa haluttiin tutkia tarkemmin, jotta tuloksia voitaisiin analysoida myös lähimenneisyydessä tapahtuneen liikunnan vaikutusten näkökulmasta.



**Kuva 3.** Liikunnan keskimääräinen rasittavuus

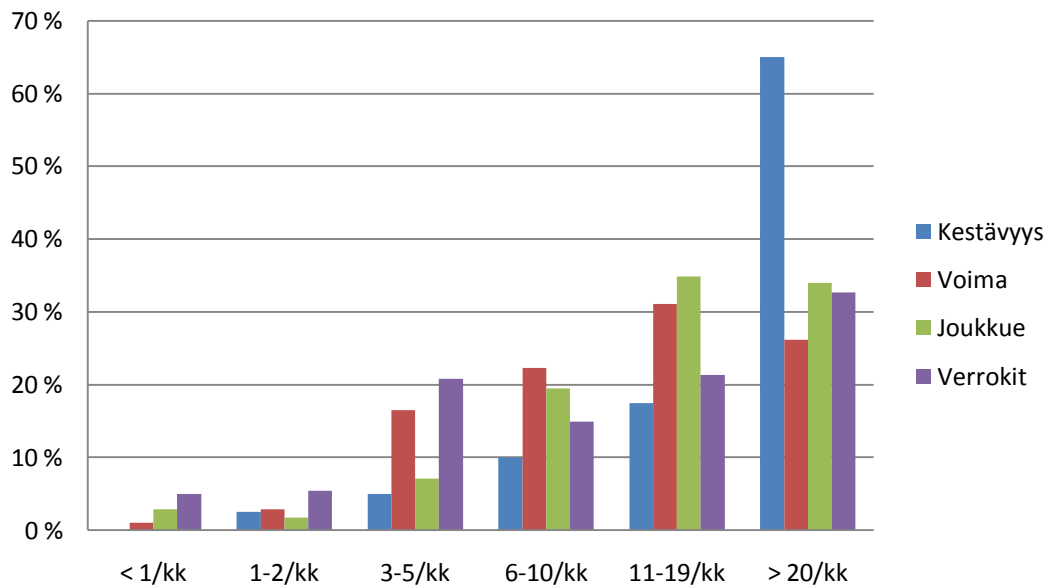
Liikunnan keskimääräistä rasittavuutta arvioitiin terveydentila- ja liikuntakyselylomakkeessa. Lomakkeen kysymys numero 41 oli ”Harrastamanne vapaa-ajan liikunta on yleensä rasittavuudeltaan suunnilleen yhtä raskasta kuin...” 1) kävely, 2) kävelyn ja juoksun vuorottelu, 3) kevyt juoksu (hölkkä) ja 4) reipas juoksu. Liikunnan intensiteettiä kuvattiin MET-luvuilla (Kujala ym. 1999) seuraavasti: 4 MET vastaa kävelyä, 6 MET kävelyn ja kevyen juoksun vuorottelua, 10 MET kevyttä juoksua (hölkkä) ja 13 MET reipasta juoksua. Kaikissa ryhmissä (sekä urheilijat että verrokit) harrastettiin eniten kevyttä (4 MET) liikuntaa (Kuva 3). Verrokeista 81 % harrasti vapaa-ajallaan rasittavuudeltaan kävelyä vastaavaa liikuntaa. 13 MET liikuntaa harrastivat eniten (7 %) entiset joukkuelajien huippu-urheilijat.



**Kuva 4.** Yhden liikuntakerran kesto

Yhden liikuntakerran kesto arvioitiin myös terveydentila- ja liikuntakyselylomakkeessa. Lomakkeen kysymys numero 42 oli ”Kuinka kauan keskimäärin yksi vapaa-ajan liikuntakerta kestää?” 1) alle 15 min, 2) 15 min – alle puoli tuntia, 3) puoli tuntia – alle tunnin, 4) tunti – alle kaksi tuntia ja 5) yli kaksi tuntia. Entiset urheilijat sekä heidän verrokkinsa liikkuvat useimmiten puolesta tunnista kahteen tuntiin yhdellä liikuntakerralla (Kuva 4). Prosentuaalisesti eniten yksittäisen liikuntakerran kesto on yhdestä kahteen tuntia. Entisistä kestävyysurheilijoista jopa 50 % liikkuu tunnista kahteen kerrallaan ja verrokeista puolestaan 35 %. Entisistä kestävyysurheilijoista kukaan ei liiku alle 15 min kerrallaan.

Lisäksi terveydentila- ja liikuntakyselylomakkeen kysymys numero 43 ”Montako kertaa kuukaudessa harrastatte nykyään vapaa-ajan liikuntaa?” 1) harvemmin kuin kerran kuukaudessa, 2) 1-2 kertaa kuukaudessa, 3) 3-5 kertaa kuukaudessa, 4) 6-10 kertaa kuukaudessa, 5) 11-19 kertaa kuukaudessa vai 6) yli 20 kertaa kuukaudessa, selvitti liikuntakertojen määrää kuukaudessa. Merkittävin tulos nähdään entisten kestävyysurheilijoiden liikuntakertojen määrässä (Kuva 5). Ex-kestävyysurheilijat poikkeavat muista ryhmistä, sillä he liikkuvat määrällisesti muita ryhmiä enemmän. Heistä jopa 65 % liikkuu yli 20 kertaa kuukaudessa.



**Kuva 5.** Liikuntakertojen määrä kuukaudessa

Nykyinen liikuntaharjoittelu on yhteydessä mitattuihin vyötärön ympäräisiin ja paastoglukoosiarvoihin tilastollisesti merkitsevästi ( $p \leq 0,011$ ) (Taulukko 6). Liikunnan keskimääräisen rasittavuuden, yhden liikuntakerran keston ja liikuntakertojen määrän (kk:ssa) kasvaessa vyötärön ympäräis- sekä paastoglukoosiarvot pienenevät.

**Taulukko 6.** Nykyisen liikuntaharjoittelun yhteys vyötärön ympäräiseen ja paastoglukoosiin

		Vyötärön- ympäryys cm (ka)	p-arvo*	Paasto- glukoosi mmol/l (ka)	p-arvo*
Intensiteetti (terlii_k41)	4 MET	99,0	,002	6,4	,011
	6 MET	98,2		6,1	
	10 MET	94,7		6,2	
	13 MET	93,1		6,0	
Kesto (terlii_k42)	< 15min	109,7	<,001	7,9	<,001
	15-30min	103,5		6,4	
	30-60min	98,4		6,3	
	60-120min	96,6		6,2	
	> 120min	97,4		6,3	
Useus (terlii_k43)	< 1/kk	104,9	<,001	6,8	,001
	1-2/kk	100,2		6,9	
	3-5/kk	102,2		6,4	
	6-10/kk	99,2		6,5	
	11-19/kk	97,4		6,1	
	> 20/kk	96,4		6,2	

\*ANOVA

## 8 POHDINTA

Tutkielman tavoitteena oli selvittää huippu-urheilun eli erittäin intensiivisen nuoruusiässä tapahtuneen liikuntaharrastuksen vaikutuksia myöhemmässä elämänvaiheessa metaboliseen oireyhtymään ja sen riskitekijöihin – vyötärönypärykseen, tyyppin 2 diabetekseen ja paastoglukoosiin. Tarkoituksena oli tutkia näiden esiintyvyyttä ikääntyneillä. Tutkielman tulokset ovat aikaisempien tutkimustulosten suuntaisia.

### 8.1 Tulosten ja niiden merkityksen tarkastelua

Suomalaisilla entisillä mieshuippu-urheilijoilla esiintyy metabolista oireyhtymää, vyötärölihavuutta sekä tyyppin 2 diabetesta, mutta verrokkeihin verrattuna esiintyvyys on pienempää. Nuoruusiän huippu-urheilulla näyttäisi siis olevan näiltä suojaava vaikutus vanhemmalla iällä. Aiemmissa tutkimuksissa on todettu samanlainen ilmiö (Kujala ym. 1994, Pratley ym. 1995, Mengelkoch ym. 1997, Berman 1999, Goldberg ym. 2000, Kettunen ym. 2006).

Paastoglukoosi oli koholla 85,4 %:lla entisistä huippu-urheilijoista. Verrokeilla vastaava luku oli 86,5 %. Paastoglukoosiarvot eivät ex-urheilijoilla poikenneet verrokeiden arvoista, mutta kestävyysurheilijoilla tosin oli pienimmät paastoglukoosiarvot ja voimailijoiden arvot olivat jopa verrokeiden arvoja suurempia. Kestävyystyypillisellä liikunnalla voitaisiin siis vaikuttaa positiivisesti paastoglukoosiin ja tyyppin 2 diabeteksen riski onkin matalin kestävyysurheilijoilla. Tämä tulos on yhteneväinen aiempien tutkimusten kanssa (Kujala ym. 1994, Pratley ym. 1995, Mengelkoch ym. 1997). Tutkimuksissa on todettu, että kestävyysurheilijoilla on parempi insuliiniherkkyys verrattuna liikuntaa harrastamattomiin (Pratley ym. 1995, Berman 1999). Myös ex-joukkuelajurheilijoilla havaittiin matalampi T2D:n riski kuin verrokeilla ja saman on aiemmin todennut Kujala ym. (1994).

Entisillä huippu-urheilijoilla todettiin pienempiä vyötärönypärysarvoja kuin verrokeilla. Etenkin ex-kestävyysurheilijoilla ja ex-joukkuelajurheilijoilla vyötärönypärysarvo oli merkittävästi verrokeita pienempi. Ex-voimailijoilla vyötärönypärysarvot olivat samankaltaisia kuin verrokeilla. Kestävyysharjoittelua sisältävä urheilu näyttäisi siis suojaavan vyötärölihavuudelta. Ikääntyneillä huippu-urheilijoilla on aiemmissakin tutkimuksissa todettu pienempiä vyötä-

rönympärysarvoja (Goldberg ym. 2000) ja tämän lisäksi myös alhaisempi viskeraalisen rasvakudoksen määrä (Lynch ym. 2007) ja parempi glukoositoleranssi (Pratley ym. 1995) kuin vähemmän liikkuvilla ja lihavilla.

Paastoglukoosin ja vyötärönympäryksen välinen korrelaatio jäi tutkimuksessa matalahkoksi ( $<0,3$ ). Vyötärölihavuus ei siis automaattisesti tarkoita, että henkilöllä olisi myös paastoglukoosi koholla ja päinvastoin. Tähän tulokseen ilmeisesti vaikuttanevat vahvasti perinnölliset tekijät sekä osittain myös tutkittavien käytössä oleva lääkitys, jota ei tässä tutkimuksen tuloksissa erikseen huomioitu.

Entiset huippu-urheilijat usein jatkavat nuoruudessaan aloittamaansa aktiivista elämäntapaa läpi elämänsä. Ikääntyessään he pysyvät fyysisesti aktiivisempina kuin verrokkit, ja näin ollen myös heidän terveydentilansa pysyy parempana. Näin on etenkin entisten kestävyysurheilijoiden sekä myös joukkuelajiurheilijoiden keskuudessa. Osaltaan tähän saattaa vaikuttaa se, että he tiedostavat paremmin liikunnan hyödyt ja muut terveellisten elämäntapojen vaikutukset. Liikunnallisesti aktiivinen elämäntapa nuorena auttaakin ilmeisesti myös muiden terveellisten elämäntapojen noudattamista. Samanlaista hyötyä ei ole aiemmin todettu voimaurheilijoilla - nyrkkeilijöillä, painonnostajilla ja painijoilla (Saarni ym. 2006). Voimaurheilijat ovat tutkimuksissa olleet lähinnä verrokkiryhmää. Tässä tutkielmassa voimailijoilla oli matalampi MBO:n esiintyvyys kuin verrokeilla, mutta paastoglukoosiarvot ja vyötärönympärysmittat olivat jopa suurempia kuin verrokeilla. Saarnin ym. (2006) mukaan painonvaihtelua sisältävät urheilulajit saattavat altistaa lihavuudelle ja sitä kautta metaboliselle oireyhtymälle.

Huippu-urheilijat ovat yleensä biologisten ja geneettisten ominaisuuksien suhteen valikoitunut joukko (Kujala ym 1994, Kettunen ym. 2006). Tiettyjen ihmisten on siis helpompi noudattaa liikunnallisesti aktiivista elämäntapaa ja harrastaa intensiivistä liikuntaa säännöllisesti. Esimerkiksi kestävyysurheilijoiksi valikoituu yleensä yksilöitä, joilla on niihin suotuisat edellytykset kuten sopiva lihassolukoostumus. Onkin siis hankalaa erottaa mitkä tulokset johtuvat suoranaisesti liikunnasta ja mitkä muista terveellisistä elämäntavoista. Todennäköistä on, että äskettäin lähimenneisyydessä tapahtunut liikunta olisi tärkeämmässä roolissa kuin vuosia aikaisemmin tapahtunut osallistuminen huippu-urheiluun (Kujala ym 1994, Kettunen ym. 2006). Liikunnan terveysvaikutukset eivät edelleenkään varastoidu vaan tarvitaan säännöllistä, kohtuukuormitteista ja jatkuvaa liikuntaa.



Tässä tutkimuksessa tuloksia pyrittiin selittämään tämänhetkisen fyysisen aktiivisuuden avulla. Kävi ilmi, että entiset kestävyysurheilijat harrastavat eniten säännöllistä liikuntaa vähintään varttitunnin tai puoli tuntia kerrallaan. Ei siis voida aivan suoranaisesti sanoa, että juuri nuoruusiällä harrastettu huippu-urheilu suojaisi metabolisen oireyhtymän riskitekijöiltä, vaan paljon riippuu siitä, mitä kilpailu-uran jälkeen tapahtuu. Edelleen aktiivisesti harjoittelevilla kestävyysurheilijoilla ja urheilijoilla, joilla harjoittelu sisältää sekä kestävyys- että voimaharjoittelua voidaan siis katsoa olevan metaboliselta oireyhtymältä suojaavin vaikutus. Veteraaniurheilijoilla metabolisen oireyhtymän riski on todettu verrokeita selvästi alhaisemmaksi (Pratley ym. 1995, Mengelkoch ym. 1997, Berman 1999, Goldberg ym. 2000).

## 8.2 Tutkimuksen luotettavuus

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa luotettavuus perustuu tutkittavan ilmiön mittaamisen onnistumiseen. Tällä tarkoitetaan luotettavan mittarin, sopivien tutkimusmenetelmien ja aineiston käsittelytapojen valintaa (Hirsjärvi ym. 2004). Tässä tutkimuksessa valituilla mittareilla ja analyysimenetelmillä saatiin johdonmukaisesti vastaukset tutkimusongelmiin, joten luotettavuutta tältä osin voidaan pitää hyvänä. Tutkija on ottanut huomioon analyysimenetelmiä valitessaan tilastollisten menetelmien asettamat vaatimukset sekä jakaumien muodoissa että muuttujien mittaustasoissa.

Tämän pro gradu -tutkielman luotettavuutta lisää tarkasti protokollan mukaan suoritettut mitaukset. Mittaajia oli kuitenkin useita ja mittauksissa syntyy aina mittaajien välisiä eroja. Näitä eroja pyrittiin vähentämään koulutuksen avulla, mutta eroja on tietysti mahdotonta kokonaan poistaa. Mittaustilanteen olosuhteet pyrittiin vakiomaan mahdollisimman samankaltaiseksi joka mittauspaikalla. Mittauksissa käytettiin samoja mittavälineitä jokaisella tutkittavalla ja niiden käyttöön liittyvät tekijät oli huomioitu - esimerkiksi mittanauhan pitäminen vaakatasossa vyötärön ympärysmittauksen aikana. Vyötärön ympäryksen mittaamisessa noudatettiin tarkkoja ohjeita ja paastoglukoosi (laskimoverinäyte) mitattiin jokaiselta tutkittavalta 10 tunnin paaston jälkeen tarkkojen laboratorio-ohjeiden mukaisesti.

Tutkimukseen osallistuneilta saatiin luotettavia mittaustuloksia, jotka olivat tutkimuksen kohteen kannalta keskeisiä tietoja. Selittävänä tekijänä toiminut fyysinen aktiivisuus puolestaan

saattaa antaa jokseenkin virheellistä tietoa, sillä siihen liittyviä asioita ei pystytty tässä tutkimuksessa varsinaisesti mittaamaan. Fyysiseen aktiivisuuteen liittyvät vastaukset poimittiin erillisestä kyselystä. Hirsijärven ym. (2004) mukaan kyselytutkimuksen heikkoudet liittyvät siihen, että varmuudella ei voida tietää miten vakavasti ja rehellisesti vastaajat suhtautuvat tutkimukseen ja kuinka onnistuneita annetut vastausvaihtoehdot ovat vastaajien näkökulmasta.

Tutkimus toteutettiin koko Suomessa ja tutkimusjoukko (N=599) on suhteellisen suuri ja kattava. Tämä lisää tutkimuksen luotettavuutta ja näin ollen tutkimustulokset ovat yleistettävissä myös tutkimusjoukon ulkopuolelle. Toisaalta ryhmäkokojen epätasaisuus vaikuttaa tulosten luotettavuuteen niitä heikentävästi, esimerkiksi kestävyysurheilijoiden ryhmä jäi suhteellisen pieneksi (N=41) verrattuna muihin ryhmiin.

Mielenkiintoiseksi pro gradun teki kiinnostavan ja ajankohtaisen aiheen lisäksi se, että tutkija pääsi tutkijayhteisöön mukaan ja sai toimia projektissa toimintakykymittajana. Tutkimuksen laatua lisääkin se, että tämä pro gradu on osa isompaa ja merkityksellisempää projektikokonaisuutta. Pro gradun tutkimusprosessin eri vaiheisiin oli tämän asian tiimoilta saatavissa hyvin tukea. Tutkielman ohjaajalta ja projektiin liittyviltä varttuneemmilta tutkijoilta oli tarvittaessa saatavissa neuvoja ja ohjeita ja heidän puoleensa oli helppo kääntyä.

### 8.3 Tutkimuksen kansanterveydellinen merkitys ja jatkotutkimusaiheita

Metabolista oireyhtymää sairastavien määrä on lisääntynyt viime vuosina nopeasti ja samalla kiinnostus liikunnan suojaavasta vaikutuksesta on kasvanut. Nykyään terveydenhuollon ammattilaisten pyrkimyksenä on kehittää näyttöön perustuvia hoitokäytäntöjä ja tämän tutkielman myötä tutkija on edennyt näitä pyrkimyksiä kohti. Näyttöön perustuvat hoitokäytännöt ovat korkeatasoista ajan tasalla olevan tiedon kriittistä arviointia sekä niiden punnittua käyttöä yksittäisen asiakkaan/potilaan hoidossa sekä ryhmien tai koko väestön ennaltaehkäisyä ja hoitoa koskevissa päätöksenteoissa.

Pro gradu -tutkielman ensisijaisena mielenkiinnon kohteena olivat ex-urheilijat vs. verrokkit, joten kaikki tilastolliset vertailut tehtiin ilman monivertailuajustointeja, sillä monivertailuisissa muun muassa jakaumien vinous olisi tuonut ongelmia. Alkuperäisen tutkimussuunnitelman

mukaan tarkoituksena oli tutkia vielä tarkemmin lajikohtaisia eroavaisuuksia metabolisen oireyhtymän, vyötärölihavuuden, tyypin 2 diabeteksen ja paastoglukoosin esiintyvyydessä. Tutkija joutui kuitenkin aineiston saannin viivästymisen ja valmistumisaikataulun vuoksi sekä hartaan pohdinnan jälkeen hylkäämään tarkemman ja perusteellisemman analyysin. Yhtenä jatkotutkimuksen kohteena olisikin mielenkiintoista tutkia lisää ex-urheilijoiden välisiä eroja, koska näyttää siltä, että ex-urheilijaryhmät eroavat toisistaan ainakin vyötärön ympäröityn ja paastoglukoosin suhteen. Mielenkiintoista olisi myös selvittää, kumpi on merkittävämpää tuloksen kannalta - nuoruuden urheiluryhmä vai nykyinen liikuntaharjoittelu. Tässä tutkimuksessa vertailevaa analyysiä ei tehty, joten tulos jää siltä osin auki. Lisäksi kiinnostavaa olisi selvittää ja perehtyä tutkittavien muihin elämäntapoihin – tupakointiin, alkoholin käyttöön, ruokavalioon - ja niiden vaikuttavuuteen tuloksia selittävinä tekijöinä. Jatkoa ajatellen ikävakiointi olisi myös suotavaa täsmentävässä ja laajemmassa analyysissä. Tutkimuksessa ei käytetty ikävakiointia, sillä se on hyvin mutkikas ko. aineistossa ja yksinkertainen ikävakiointi olisi hävittänyt osin sinänsä oikean tuloksen, joka saatiin ilman ikävakiointia.

#### 8.4 Yhteenveto

Entiset huippu-urheilijat eroavat metabolisen oireyhtymän, vyötärölihavuuden ja tyypin 2 diabeteksen osalta sekä nykyisen liikuntaharjoittelun suhteen verrokeista. Ex-urheilijat harrastavat enemmän liikuntaa ja heillä on vähemmän metabolista oireyhtymää, vyötärölihavuutta ja tyypin 2 diabetesta kuin samanikäisillä verrokeilla. Ero verrokkeihin on suurin entisillä kestävyysurheilijoilla, jotka urheilijoista ovat liikunnallisesti kaikkein aktiivisimpia myöhemmällä iällä ja heillä MBO:n, vyötärölihavuuden ja tyypin 2 diabeteksen esiintyvyys on alhaisin. Urheilijoista MBO:ta esiintyy eniten entisillä joukkuelajiturheilijoilla ja ex-voimailijoilla puolestaan on korkeimmat paastoglukoosiarvot ja suurimmat vyötärön ympärysmittat.

Ikääntyneillä metabolista oireyhtymää on muutenkin tutkimuksissa todettu esiintyvän enemmän (Lakka ym. 2002, Laaksonen 2002b, Ford ym. 2002) kuin nuoremmalla väestöllä ja muun muassa insuliiniresistenssin on todettu lisääntyvän (Eckel ym. 2005). Kohonnutta paastoglukoosia esiintyi suurella osalla tutkittavista eivätkä entiset urheilijat ja verrokkit eronneet toisistaan paastoglukoosin suhteen. Ikääntyminen saa elimistössä aikaan monenlaisia biologisia ja fysiologisia muutoksia (Vuori 2005a, Heikkinen 2005), jotka osaltaan edesauttavat metabolisen oireyhtymän syntymisessä. Lisäksi monet ikääntyneet saattavat vähentää fyysistä

aktiivisuuttaan tuntiessaan, että heidän toimintakykynsä on heikentynyt. Ikääntyminen itsessään on siis jo haaste terveysalan ammattilaisille ja MBO tuo siihen oman lisäyksensä.

Tämä tutkielma tuotti tietoa liikunnan pitkäaikaisvaikutuksista MBO:hon ja sen riskitekijöihin - vyötärölihavuuteen, tyypin 2 diabetekseen ja kohonneeseen paastoglukoosiin. Tutkielman tulokset antavat lisätietoa metabolisen oireyhtymän ennaltaehkäisyyn ja hoitoon ja tuloksia pystytään hyödyntämään esimerkiksi ikääntyvien terveyttä edistävän liikunnan suunnittelussa sekä jatkotutkimusten ideoinnissa.

## LÄHTEET

American Diabetes Association (ADA). Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997;20(7): 1183–1197.

American Diabetes Association (ADA). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2004;1:5-10.

Alberti KGMM, Zimmet P, Grundy S. Metabolic syndrome – a new global definition. A consensus statement from the International Diabetes Federation 2005.

Ash-Bernal R, Peterson LR. The cardiometabolic syndrome and cardiovascular disease. *Journal Article. Review. Journal of the CardioMetabolic Syndrome* 2006;1(1):25-28.

Balducci S, Iacobellis G, Parisi L ym. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications* 2006;20:216-23.

Bender R, Jockel KH, Trautner C, Spraul M, Berger M. Effect of age on excess mortality in obesity. *JAMA* 1999;281:1498-504.

Berman DM, Rogus EM, Busby-Whitehead MJ, Katzel LI, Goldberg AP. Predictors of adipose tissue lipoprotein lipase in middle-aged and older men: relationship to leptin and obesity, but not cardiovascular fitness. *Metabolism: Clinical & Experimental* 1999;48(2):183-9.

Björntorp P, Rosmond R. The metabolic syndrome - a neuroendocrine disorder. *British Journal of Nutrition* 2000; 83(1):49-57.

DeFronzo RA, Ferrannini E. Insulin Resistance. A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care* 1991;14: 173–194.

Dehko – Diabeteksen ehkäisyn ja hoidon kehittämisohjelma 2000–2010. Tyypin 2 diabeteksen ehkäisyohjelma 2003–2010, Korkean riskin strategia. Suomen Diabetesliitto, 2003.

Després JP, Couillard C, Gagnon J. Race, visceral adipose tissue, plasma lipids, and lipoprotein lipase activity in men and women: the Health, Risk Factors, Exercise Training, and Genetics (HERITAGE) family study. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology* 2000;20:1932–8.

Diabetes. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Ortopedi yhdistyksen asettama työryhmä. [www-dokumentti] 15.9.2009 [haettu 30.3.2010] [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Diabetesliitto. Tyypin 2 diabetes. [www-dokumentti] 1.3.2010 [haettu 20.1.2010]. [http://www.diabetes.fi/sivu.php?artikkeli\\_id=94](http://www.diabetes.fi/sivu.php?artikkeli_id=94).

Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet* 2005;365: 1415–28.

Eriksson, J. Liikuntaa pitäisi hyödyntää nykyistä tehokkaammin aikuistyypin diabeteksen hoidossa ja ehkäisyssä. *Diabetes ja lääkäri* 1998;2:(5-10).

Fogelholm M. Fyysinen aktiivisuus. Teoksessa Mustajoki P, Fogelholm M, Rissanen A, Uusitupa M (toim.): Lihavuus – Ongelma ja hoito. Helsinki: Duodecim, 2006a:203-221.

Fogelholm M. Liikettä työpaikoille – Miksi ja kuinka paljon. UKK-instituutti. Työterveyspäivät 24.10.2006 –materiaali, [www-dokumentti] 2006b [haettu 30.3.2010] <http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/BA8C14BD-68BA-4004-B818-0012CDFBE098/0/Fogelholm2.pdf>

Fogelholm M. Fyysisen aktiivisuuden ja liikunnan arviointi. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U (toim.): Liikuntalääketiede, Helsinki: Duodecim, 2005a;77-91.

Fogelholm M. Lihavuus ja kehon koostumus. Teoksessa Fogelholm M, Vuori I (toim.): Terveysliikunta. Fyysinen aktiivisuus terveyden edistämässä, Helsinki: Duodecim, 2005b:82-92.

Fogelholm M. WHO panostaa terveystuokuntaan. SLU, Liikunnan ja Urheilun Maailma 1/2003 [www-dokumentti] 2003 [haettu 30.3.2010] [http://www.slu.fi/lum/01\\_03/slu-yhteiso/who\\_panostaa\\_terveystuokuntaan/](http://www.slu.fi/lum/01_03/slu-yhteiso/who_panostaa_terveystuokuntaan/).

Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the Metabolic Syndrome Among US Adults Findings From the Third National Health and Nutrition Examination Survey. JAMA 2002; 287(3): 356-359.

Goldberg AP, Busby-Whitehead MJ, Katzell LI, Krauss RM, Lumpkin M, Hagberg JM. Cardiovascular fitness, body composition, and lipoprotein lipid metabolism in older men. Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 2000;55(6):342-9.

Haffner SM, Valdez RA, Hazuda HP, Mitchell BD, Morales PA, Stern MP. Prospective analysis of the insulin-resistance syndrome (syndrome X). Diabetes 1992;41:715–22.

Heikkinen E. Keski-ikäisten ja iäkkäiden liikunta. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U (toim.): Liikuntalääketiede, Helsinki: Duodecim, 2005;184-201.

Hirsijärvi S, Remes P, Sajavaara P. Tutki ja kirjoita. 10., osin uudistettu laitos. Jyväskylä: Gummerus, 2004.

Ivy JL, Zderic TW, Fogt DL. Prevention and treatment of non-insulin dependent diabetes mellitus. Exercise and Sports Science Reviews 1999;Vol. 27:1-35.

Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes. Diabetes Care 2007;30:744-52.

Johnson JL, Slentz CA, Houmard JA ym. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention through Defined Exercise). American Journal of Cardiology 2007;100:1759-66.

Kettunen JA, Kujala UM, Kaprio J, Sarna S. Health of master track and field athletes - A 16-year follow-up study. Clinical Journal of Sport Medicine 16(2):142-148, 2006.

Kiviaho L. Fyysinen aktiivisuus ja metabolinen oireyhtymä 55–74-vuotiailla miehillä ja naisilla. Liikuntafysiologian pro gradu – tutkielma. Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos. 2004.

Koivisto V, Sipilä I. Sokeritauti. Teoksessa Välimäki M, Sane T, Dunkel L (toim.): Endokriologia. Helsinki: Duodecim, 2000:562–619.

Kolehmainen M & Uusitupa M. Rasvakudos – aineenvaihdunta ja merkitys lihavuudessa. Teoksessa Mustajoki P, Fogelholm M, Rissanen A, Uusitupa M (toim.): Lihavuus – Ongelma ja hoito. Helsinki: Duodecim, 2006: 62-70.

Kujala UM, Kaprio J, Taimela S, Sarna S. Prevalence of diabetes, hypertension, and ischemic heart disease in former elite athletes. *Metabolism* 1994;43:1255-1260.

Kujala UM, Sarna S, Kaprio J, Koskenvuo M, Karjalainen J. Heart attacks and lower-limb function in master endurance athletes. *Medicine and science in sports and exercise* 1999;31(7):1041-6.

Kujala UM, Marti P, Kaprio J, Hernelahti M, Tikkanen H, Sarna S. Occurrence of chronic disease in former top-level athletes. Predominance of benefits, risks or selection effects? *Sports Medicine* 2003;33(8):553-61.

Kukkola-Harjula K. Metabolinen oireyhtymä ja tyypin 2 diabetes. Teoksessa Fogelholm M, Vuori I (toim.): Terveysliikunta. Fyysinen aktiivisuus terveyden edistämiseksi, Helsinki: Duodecim, 2005:93-103.

Laakso M. Metabolisen oireyhtymän uudet kriteerit ja hoito. *Duodecim* 2005;121(14):1521-30.

Laaksonen DE, Lakka HM, Salonen JT, Niskanen LK, Rauramaa R, Lakka TA. Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2002a; Vol. 25, No. 9: 1612–1618.

Laaksonen DE, Lakka HM, Niskanen LK, Kaplan GA, Salonen JT, Lakka TA. Metabolic syndrome and development of diabetes mellitus: application and validation of recently suggested definitions of the metabolic syndrome in a prospective cohort study. *American Journal of Epidemiology* 2002b; 156(11):1070–1077.

Lahtela J. Diabetes sairautena. Teoksessa Rintala T-M, Kotisaari S, Olli S, Simonen R (toim.): Diabeetikon hoidonohjaus. Helsinki: Tammi, 2008: 11-25.

Lakka TA, Bouchard C. Physical activity, obesity and cardiovascular diseases. *Handbook of experimental pharmacology journal* 2005;170:137-63.

Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomi-lehto J, Salonen JT. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 2002; 288: 2709–2716.

Lemieux I, Pascot A, Couillard C, ym. Hypertriglyceridemic waist: a marker of the atherogenic metabolic triad (hyperinsulinemia; hyperapoprotein B; small, dense LDL) in men? *Circulation* 2000; 102: 179–84.

Liikunta. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Ortopedi yhdistyksen asettama työryhmä. [www-dokumentti] 9.10.2008 [haettu 20.1.2010]  
[www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Lynch NA, Ryan AS, Evans J, Katzell LI, Goldberg AP. Older elite football players have reduced cardiac and osteoporosis risk factors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 39(7):1124-30, 2007.

Mengelkoch LJ, Pollock ML, Limacher MC, Graves JE, Shireman RB, Riley WJ, Lowenthal DT, Leon AS. Effects of age, physical training, and physical fitness on coronary heart disease risk factors in older track athletes at twenty-year follow-up. *Journal of the American Geriatrics Society* 1997;45(12):1446-53.

Mikkelsen KL, Heitmann BL, Keiding N, Sorensen TI. Independent effects of stable and changing body weight on total mortality. *Epidemiology* 1999; 10:671-8.

Minehira K & Tappy L. Dietary and lifestyle interventions in the management of the metabolic syndrome: present status and future perspective. Review. *European Journal of Clinical Nutrition* 2002; 56:1262-1267.

Mustajoki P. Metabolinen oireyhtymä. Lääkärikirja Duodecim [www-dokumentti] 10.7.2009, [haettu 30.3.2010]. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00045](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00045)

Opetusministeriö. Huippu-urheilu. [www-dokumentti] 28.6.2006 [haettu 20.1.2010]  
<http://www.minedu.fi/OPM/Liikunta/huippu-urheilu/?lang=fi>.

Pratley RE, Hagberg JM, Rogus EM, Goldberg AP. Enhanced insulin sensitivity and lower waist-to-hip ratio in master athletes. *American Journal of Physiology*. 268(3 Pt 1):E484-90, 1995.

Reaven G. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988; 37:1595–607.

Rexrode KM, Carey VJ, Hennekens CH, ym. Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. *JAMA* 1998;280:1843–8.

Ross R, Dagnone D, Jones PJ ym. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine* 2000;133:92-103.

Ryan, AS. Insulin resistance with aging: Effects of diet and exercise. *Sports Medicine*, 2000; 30(5): 327-346.

Saarni SE, Rissanen A, Sarna S, Koskenvuo, M, Kaprio, J. Weight cycling of athletes and subsequent weight gain in middle-age. *International Journal of Obesity* 2006; 30(11):1639-1644.

Saraheimo M & Kangas T. Diabetes lisääntyä ja Diabeteksen alamuodot. Teoksessa Ilanne-Parikka P, Kangas T, Kaprio E, Rönnemaa T (toim.) *Diabetes*. Duodecim ja Suomen Diabetesliitto ry, 2003:11-18.



Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, ym. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine* 2007; 147(6):357-69.

Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004;27:2518-39.

Singh MA. Exercise to prevent and treat functional disability. *Clinics in Geriatric Medicine* 2002; 18(3):431-62.

Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2006;3:CD002968.

Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson J ym. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344:1343-50.

Uusitupa M. Lihavuus ja terveys. Teoksessa Mustajoki P, Fogelholm M, Rissanen A, Uusitupa M (toim.): Lihavuus – Ongelma ja hoito. Helsinki: Duodecim, 2006: 24-38.

Vehmas T. Metabolinen oireyhtymä ja oireettomat valtimomuutokset radiologisina haasteina. Katsaus. *Duodecim* 2006;122(22):2733-8.

Vuori I. Ikääntyvät ja vanhukset. Teoksessa Fogelholm M, Vuori I (toim.): Terveysliikunta. Fyysinen aktiivisuus terveyden edistämässä, Helsinki: Duodecim, 2005a: 171 - 185.

Vuori I. Liikunta, kunto ja terveys. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U (toim.): Liikuntalääketiede, Helsinki: Duodecim, 2005b;16-29.

World Health Organisation. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus. WHO/NCD/NCS/99.2. Report of a WHO consultation. 1999. WHO/NCD/NCS/99.2.

Yki-Järvinen H. Pathogenesis of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Lancet* 1994;343:91-95.