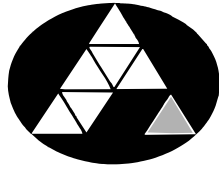


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Bioanalytiikan koulutusohjelma

Tiia Pulkkinen  
Assi Päivinen

KOFEIININ VAIKUTUS VEREN RASVA-, GLUKOOSI- JA PERUSVERENKUN-  
VA-ARVOIHIN

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2012



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Lokakuu 2012**  
**Bioanalytiikan koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80220 JOENSUU  
p. (013) 260 6600

**Tekijät**  
Tiia Pulkkinen, Assi Päivinen

**Nimeke**  
Kofeiinin vaikutus veren rasva-, glukoosi- ja perusverenkuva-arvoihin

**Toimeksiantaja**  
Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, bioanalytiikan koulutusohjelma

**Tiivistelmä**

Laboratoriotutkimusten tuloksia pyritään vakioimaan varmistamalla asiakkaan oikeanlainen valmistautuminen näytteenottoon. Paastoverikokeisiin valmistautuessa kofeiinipitoisten tuotteiden, kuten kahvin, teen tai energiajuomien, nauttiminen on kielletty. Opinnäytetyössä tutkittiin 100 mg:n kofeiiniannoksen vaikutusta veren rasva-, glukoosi- ja perusverenkuva-arvoihin.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun bioanalytiikan koulutusohjelma. Tutkimus suoritettiin kvantitatiivisena tutkimuksena ennen-jälkeen-koeasetelmaa käyttäen. Tutkimukseen osallistui 12 vapaaehtoista koehenkilöä, joista jokaiselta otettiin kaksi laskimoverinäytettä. Tulokset analysoitiin vertailemalla saatuja arvoja parittaisen t-testin avulla.

Tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan kofeiini vaikuttaa tilastollisesti melkein merkitsevästi veren leukosyytti- ja MCV-arvoihin sekä tilastollisesti merkitsevästi kokonaiskolesteroli- ja triglyseridiarvoihin. Pienen otoskoon vuoksi tuloksia voidaan kuitenkin pitää lähinnä suuntaa-antavina. Mahdollisina jatkotutkimusideoina voisi tutkia esimerkiksi eri kofeiinilähteiden vaikutusta veriarvoihin tai kofeiinin vaikutusta pidemmällä aikavälillä.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 45  
Liitteet 5  
Liitesivumäärä 16

**Asiasanat**  
kofeiini, perusverenkuva, rasva-arvot, veren glukoosi



NORTH KARELIA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## THESIS

October 2012

Degree Programme in biomedical sciences

Tikkarinne 9

FIN 80220 JOENSUU

FINLAND

Tel. 358-13-260 6600

### Authors

Tiia Pulkkinen, Assi Päivinen

### Title

Effects of Caffeine On Blood Lipids, Blood Glucose and Complete Blood Count

### Commissioned by

North Karelia University of Applied Sciences' Degree Programme in Biomedical Sciences

### Abstract

Processes related to laboratory analyses are standardized by preparing clients properly for the tests. It is not allowed to have caffeine rich products, such as coffee, tea and energy drinks before blood tests that require fasting. The purpose of this study was to investigate the effects of a 100 mg caffeine dose on blood lipids, blood glucose and complete blood count.

The study was commissioned by the Degree Programme in Biomedical Sciences at North Karelia University of Applied Sciences. The study was quantitative and was conducted with a pre-test/post-test design. The empirical part of this study was conducted by taking two venous blood samples from each of 12 volunteer subjects. The test results were analyzed by comparing the values with a paired two-sample t-test.

The results of this study suggest that caffeine has a nearly statistically significant effect on leucocyte and MCV values of blood and statistically significant effect on total cholesterol and triglyceride values. However, the results of the study are only suggestive because of the small sample size. More studies are needed to assess the effects of different sources of caffeine on blood values or to examine the long-term effects of caffeine.

Language  
Finnish

Pages 45  
Appendices 5  
Pages of Appendices 16

### Keywords

caffeine, complete blood count, blood lipids, blood glucose

## Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto .....	5
2	Laboratoriotutkimusprosessi .....	6
3	Kofeiini .....	8
3.1	Rakenne ja lähteet .....	8
3.2	Metabolia .....	9
3.3	Fysiologiset vaikutukset .....	10
4	Tutkittavat parametrit .....	11
4.1	Veren rasva-arvot .....	11
4.2	Veren glukoosiarvo .....	13
4.3	Perusverenkuva-arvot .....	14
5	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusongelmat .....	17
6	Tutkimuksen menetelmälliset lähtökohdat .....	18
6.1	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä .....	18
6.2	Tutkimuksen perusjoukko ja otoskoko .....	18
7	Tutkimuksen toteutus .....	19
7.1	Koehenkilöiden hankinta .....	19
7.2	Esitestauksen suorittaminen .....	20
7.3	Näytteiden otto tutkimuspäivänä .....	20
7.4	Näytteiden analysointi tutkimuspäivänä .....	22
8	Tutkimustulosten analysointi .....	23
8.1	Tutkimuksen hypoteesit .....	23
8.2	Tilastollinen t-testi .....	26
8.3	Pearsonin korrelaatiokerroin .....	28
9	Tutkimuksen tulokset .....	28
9.1	Kofeiinin vaikutus rasva-arvoihin .....	28
9.2	Kofeiinin vaikutus glukoosiarvoon .....	31
9.3	Kofeiinin vaikutus perusverenkuva-arvoihin .....	31
10	Pohdinta .....	36
10.1	Tutkimuksen tulokset .....	36
10.2	Tutkimuksen luotettavuus .....	37
10.3	Tutkimuksen eettisyys .....	40
10.4	Oppimisprosessi, ammatillinen kasvu ja kehitys .....	41
10.5	Opinnäytetyön hyödynnettävyys ja jatkotutkimusideat .....	42
	Lähteet .....	43

Liitteet

Liite 1	Kutsukirje koehenkilöille
Liite 2	Reagenssien ja laaduntarkkailunäytteiden tiedot
Liite 3	Tuloslomake
Liite 4	Pearsonin korrelaatiokertoimen hajontakuviot
Liite 5	Opinnäytetyön toimeksiantosopimus

## 1 Johdanto

Laboratoriotutkimuksilla voidaan tukea kliinikon tekemiä diagnooseja, seurata sairauden etenemistä tai selvittää erilaisten lääkeaineiden pitoisuuksia elimistössä. Saaduilla tuloksilla on tärkeä merkitys potilaan hoidossa, joten vastausten on oltava luotettavia ja toistettavia. Luotettavuuden lisäämiseksi osassa tutkimuksia tulee noudattaa esivalmisteluohjeita, joilla pyritään minimoimaan luotettavuutta heikentävät tekijät, kuten ravinnon ja liikunnan aiheuttamat muutokset. Ravinnosta pidättäytymistä eli 10–12 tunnin paastoa vaaditaan useissa ruutiinitutkimuksissa, joissa viitearvot on laadittu paastotilanteen mukaisesti. (Tuokko, Rautajoki & Lehto 2008, 22–23.)

Myös kofeiinipitoisten tuotteiden nauttiminen ennen paastoa vaativia verikokeita on kielletty, vaikka varsinaista tutkimustietoa kofeiinin vaikutuksesta veriarvoihin ei ole. Kofeiinista pidättäytyminen ennen paastoverikokeita on monelle vaikeaa, sillä kofeiinin pitkäaikainen ja runsas käyttö voi aiheuttaa riippuvuutta (Hirvonen, 1992). Kofeiinista pidättäytymisen yhteydessä voi esiintyä myös vieroitusoireita, joista yleisimpiä ovat päänsärky, väsymys, rytmihäiriöt, ahdistuneisuus, ärtyneisyys ja masennus (Hirvonen, 1992; Pharmaca Fennica 2008, 543).

Kofeiinia esiintyy yli kuudenkymmenen kasvin lehdissä ja hedelmissä. Lisäksi kofeiinia käytetään nykyisin yleisesti elintarvikkeissa aromi- ja valmistusaineena. Tunnetuimpia kofeiinin lähteitä ovat kahvi, tee ja energijuomat. Suomalaisen päivittäinen kofeiininsaanti vaihtelee keskimäärin 300–500 mg:n välillä. (Partinen, Hublin & Sulkava 2005, 541.) Pirstävän ja väsymystä poistavan vaikutuksen takia kofeiinin käyttö on hyvin yleistä (Pharmaca Fennica 2008, 543–544).

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia 100 mg:n kofeiiniannoksen vaikutusta veren rasva-, glukoosi- ja perusverenkuva-arvoihin 30 minuutin kuluessa. Valitut parametrit olivat kahdenkymmenen yleisimmän laboratoriossa tehtävän tutkimuksen joukossa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2006, 15, 30). Tutkimus toteu-

tettiin kvantitatiivisena tutkimuksena ennen–jälkeen-koeasetelmalla Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulussa.

## 2 Laborioriotutkimusprosessi

Laboriorioimintaa tarvitaan sairaaloissa kliinikoiden avuksi muun muassa diagnoosien tekoon. Laborioriotutkimusten tuloksilla voidaan seurata sairau- den etenemistä tai selvittää erilaisten lääkeaineiden pitoisuuksia elimistössä. Kemiallisessa laborioriotutkimusprosessissa on tarkoitus määrittää kliinisesti tarpeellisen analyysin pitoisuus kehon nesteistä tietyssä hetkenä koeputkeen otetusta näytteestä. (Siloaho 2000, 185.) Laborioriotutkimusprosessi koostuu preanalyttisestä, analyttisestä ja postanalyttisestä vaiheesta (Tuokko ym. 2008, 7).

### *Preanalyttinen vaihe*

Laborioriotutkimusprosessin preanalyttisellä vaiheella tarkoitetaan ennen varsinaista analyysia tapahtuvaa toimintaa, joka vaikuttaa oleellisesti tulosten luotettavuuteen. Preanalyttiseen vaiheeseen laboratoriossa sisältyvät oikean tutkimuksen valinta, potilaan ohjaus sekä valmistaminen tutkimuksiin, näytteenotto, näytteen dokumentointi ja mahdollinen esivalmistelu analysointia varten. (Tuokko ym. 2008, 7.)

Ravinnolla on vaikutusta moniin laborioriotutkimustuloksiin joko suoraan tai välillisesti. Ravinnon vaikutus voi olla metodinen, jolloin näytteen laatu heikenee esimerkiksi lipeemisyden vuoksi vaikuttaen tiettyihin mittausmenetelmiin. Ravinnon merkitys voi olla myös fysiologinen, jolloin mitattavan aineen pitoisuus veressä muuttuu nousevasti tai laskevasti. Osa ravintoaineista voi vaikuttaa myös pidempään elimistössä, joten esimerkiksi alkoholia ei saa nauttia näytteenottoa edeltävänä päivänä. Paaston noudattaminen edellyttää myös tupakoimattomuutta näytteenottoaamuna. (Tuokko ym. 2008, 22–23.) Tämän tutki-

muksen kannalta 10–12 tunnin paaston noudattaminen ennen näytteenottoa oli välttämätöntä.

### *Analyyttinen vaihe*

Laboratoriotutkimusprosessin analyttisessä vaiheessa tapahtuu näytteen varsinainen analysointi esimerkiksi analysaattorilla tai mikroskooppisesti tarkastelemalla. Näytteestä voidaan tutkimuksesta riippuen mitata esimerkiksi tietyn analyytin pitoisuus, tietyn solutyypin osuus tai tietyn mikrobin esiintyminen. Näytteen analysointiin käytetään kullekin tutkimukselle soveltuvaa menetelmää ja laitteistoa, jotta tulosten oikeellisuus pystytään mahdollisimman hyvin varmistamaan. (Tuokko ym. 2008, 12.) Näytteen analysointivaiheessa täytyy vielä varmistaa, että näyte on käsitelty ja säilytetty oikein sekä näytteenottoputki valittu tutkimuskohtaisen ohjeistuksen mukaan. Väärä antikoagulantti tai näytteen virheellinen käsittely voivat vaikuttaa tuloksiin häiritsevästi. (Markkanen 2000, 172–173.)

Menetelmien ja laitteistojen toimivuuden varmistamiseksi laboratoriot toteuttavat sisäistä ja ulkoista laadunvalvontaa. Sisäistä laatua valvotaan yleisimmin tunnetun pitoisuuden omaavilla laaduntarkkailunäytteillä, joissa näytteet analysoidaan potilasnäytteiden tapaan ja tuloksia verrataan näytteen todelliseen arvoon. Sisäistä laadunvalvontaa voidaan toteuttaa myös potilasnäytteillä, jolloin teollisen kontrolliliuoksen sijaan käytetään esimerkiksi samasta potilaasta otettuja rinnakkaisnäytteitä. Sisäistä laatua voidaan varmistaa myös analysoimalla samoja näytteitä useilla eri analysaattoreilla, jolloin saadaan tietoa analysaattoreiden mittaustasoista. Tässä työssä perusverenkuvatulosten laadunvarmistuksessa käytettiin potilasnäytteiden tuloksia. Näytteet oli analysoitu ISLABin (Itä-Suomen laboratorikeskuksen liikelaitoskuntayhtymä) keskussairaalan laboratoriossa saman vuorokauden sisällä, joten tulosten voidaan olettaa olevan luotettavia. (Jaarinen & Niiranen 2005, 38.)

Ulkoisessa laadunvarmistuksessa laboratorion ulkopuolinen taho lähettää näytteitä laboratorioon analysoitavaksi. Näytteet analysoidaan normaalien potilas-

näytteiden tapaan, mutta tulokset lähetetään arvioitavaksi lähettävään organisaatioon. Suomessa ulkoisesta laadunvarmistuksesta vastaa pääasiassa Labquality Oy. (Labquality Oy, 2012.)

### *Postanalyttinen vaihe*

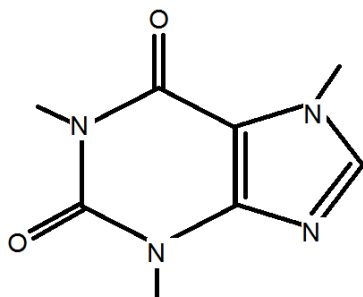
Postanalyttisellä vaiheella tarkoitetaan laboratoriotutkimusprosessissa sitä vaihetta, joka jää analyttisessä vaiheessa saadun tuloksen ja hoidon aloittamisen väliin. Postanalyttisessä vaiheessa arvioidaan saatujen tulosten luotettavuutta ennen niiden hyväksymistä. Esimerkiksi analysointoreiden virheraportit ovat hyviä keinoja tulosten luotettavuutta arvioidessa. Analysointorit ilmoittavat muun muassa reagenssien vähyydestä tai epäonnistuneesta analysoinnista, jolloin näyte voidaan analysoida tarvittaessa uudelleen. (Tuokko ym. 2008, 12.)

## **3 Kofeiini**

### **3.1 Rakenne ja lähteet**

Kofeiini eli 1,3,7 trimetyyliksantiini (kuva 1) on suosittu keskushermostoon ja aineenvaihduntaan vaikuttava nautintoaine, jonka yleisimmin tunnettuja ominaisuuksia ovat sen piristävä ja väsymystä poistava vaikutus (Scheinin 2012). Kemiallisilta ominaisuuksiltaan kofeiini kuuluu puriinialkaloideihin, jotka ovat yleisesti riippuvuutta aiheuttavia huumaavia aineita. Esimerkiksi heroiiniin verrattuna kofeiini on kuitenkin mielo keskushermostostimulantti, eikä se aiheuta samanlaista euforista hyvinolontunnetta tai huumaavaa vaikutusta. (Alhmen 2001.)





Kuva 1. Kofeiinin kemiallinen rakenne (Mukaillen PubChem 2012).

Luonnossa kofeiini on vaalea ja kitkerän makuinen aine, ja sitä on löydetty yli kuudenkymmenen kasvin lehdistä ja hedelmistä. Kahvi, tee ja energiajuomat ovat tunnetuimpia kofeiinin lähteitä. Kofeiinia käytetään myös yleisesti elintarvikkeissa aromi- ja valmistusaineena. (Partinen ym. 2005, 541.) Kupillinen kahvipavuista jauhettua kahvia sisältää 80–100 mg kofeiinia. Suomalaiset käyttävät kahvia verrattain paljon, yleisimmin neljästä viiteen kuppia päivässä, jolloin päivittäinen kofeiinin saanti on keskimäärin 300–500 mg. Kahvi onkin tärkeä osa suomalaista kulttuuria, sillä suomalaiset kuuluvat eniten kahvia juoviin kansoihin maailmassa. (Aro 2011.)

### 3.2 Metabolia

Kofeiini imeytyy nopeasti ja tehokkaasti jakautuen koko kehon nestetilään. Plasmassa 100 mg:n kofeiiniannoksen huippupitoisuus (2–3 mg/ml) saavutetaan noin puolessa tunnissa. Kofeiinista 35 prosenttia sitoutuu proteiineihin ja metaboloituu lähes täydellisesti oksidaation, demetylaation ja asetylaation kautta maksaan, jossa se muuttuu paraksantiiniksi (84 prosenttia), teobromiiniksi (12 prosenttia) ja teofylliiniksi (4 prosenttia). Lopulta aineenvaihduntatuotteet erittyvät virtsan mukana pois elimistöstä. (Pharmaca Fennica 2008, 543–544.)

Terveen, täysi-ikäisen ihmisen plasmassa kofeiinimäärä puoliintuu 3–6 tunnin kuluessa. Puoliintumisaika kuitenkin vaihtelee aineenvaihdunnasta, iästä, lääkyksestä ja maksan toiminnasta riippuen. (Pharmaca Fennica 2008, 543–544.)

Puoliintumisaika lyhenee myös henkilöillä, jotka käyttävät kofeiinia säännöllisesti tai tupakoivat (News medical 2012). Kofeiinia voi kertyä pieniä määriä elimistöön erityisesti maksasairailta, mutta vaikutusmekanismit eivät ole selvillä (Hirvonen 1992).

### 3.3 Fysiologiset vaikutukset

Kofeiinin fysiologiset vaikutukset perustuvat useiden molekyyalitasojen muutoksiin, jotka aiheuttavat koko aivokuoren stimulaation (Scheinin 2012). Kofeiini kohottaa akuutisti valtimoiden painetta, supistaa perifeerisiä verisuonia ja laajentaa keuhko- ja sepelvaltimoita (Hirvonen 1992). Kofeiinin väsymystä ja kivun tunnetta poistava vaikutus perustuu adenosiinireseptorien toiminnan estämiseen ja mielihyvähormoni dopamiinin erityksen lisäämiseen (Alho & Ahtee 2003, 144). Lisäksi kofeiinin aineenvaihduntatuotteilla on todettu vaikutusta solujen energiatalouteen sekä sydämen ja lihaksiston supistumisherkkyyteen. Kofeiini muuttaa solunsisäistä  $Ca^{2+}$ :n aineenvaihduntaa ja estää fosfodiesteraasia. (Pharmaca Fennica 2008, 543–544.) Kofeiini vaikuttaa elimistön hormonitoimintaan esimerkiksi lisäämällä adrenaliinin ja noradrenaliinin eritystä, joka vaikuttaa veren glukoosipitoisuuden säätelyyn ja rasvojen pilkkomiseen. (Makkonen & Tuokko 1997, 36.)

Kofeiini ei yleensä aiheuta terveydelle haitallisia vaikutuksia terapeuttisina annoksina (alle 300 mg/vrk), mutta kofeiiniherkät ihmiset, lapset ja raskaana olevat saattavat saada haittavaikutuksia jo pienemmistä annoksista. Kofeiinin yliannostus voi aiheuttaa levottomuutta, kouristuksia, hypotensiota, hyperglykemiaa, ketoosia ja metabolista asidoosia tai vakavissa tapauksissa jopa kuoleman. (Pharmaca Fennica 2008, 543–544.) Toksinen eli myrkyllinen kofeiiniannos aikuiselle on 20 mg/kg, joka vastaisi 60 kg painavalla ihmisellä noin 12 kupillista kahvia (Evira 2010).

Kofeiinin päivittäinen käyttö voi aiheuttaa riippuvuutta, jolloin kofeiinista luopuminen voi aiheuttaa vieroitusoireita noin 19 tunnin latenssivaiheen jälkeen. Voimakkaimmillaan vieroitusoireet ovat ensimmäisten kahden päivän aikana, jonka

jälkeen ne tasoittuvat ja häviävät viikon kuluessa. Yleisimpiä vieroitusoireita ovat päänsärky, väsymys, rytmihäiriöt, ahdistuneisuus, ärtyneisyys ja masennus. (Hirvonen 1992; Pharmaca Fennica 2008, 543.)

Kofeiinilla on todettu aiemmissa tutkimuksissa (Robertson 1978; Grandjeanin 2000 Kahvi.net 2012.) dehydraattisia eli nestettä poistavia vaikutuksia kolmen tunnin ajan kofeiinin nauttimisesta, joten se kuivattaa kehoa hetkellisesti. Nestetasapaino kompensoituu kuitenkin saman vuorokauden aikana.

## **4 Tutkittavat parametrit**

### **4.1 Veren rasva-arvot**

Veren rasva-arvoja mitattaessa tutkitaan usein veren kokonaiskolesteroli (fP-Kol)-, LDL (fP-Kol-LDL)- ja HDL (fP-Kol-HDL)- kolesterolipitoisuuksia sekä triglyseridi (fP-Trigly) -arvoja. Kolesteroli on välttämätöntä elimistön normaalin toiminnan kannalta, koska se on solukalvojen tärkeä rakennusaine. Kolesteroli myös osallistuu erilaisten hormonien synteesiin. Tällaisia hormoneja ovat muun muassa stressihormonit eli kortikosteroidit ja kolesterolin kaltaiset hormonit eli steroidihormonit, joihin kuuluvat muun muassa estrogeeni ja testosteroni. Korkeat kokonaiskolesteroliarvot ovat suuri riskitekijä sydän- ja verisuonisairauksissa, joten kolesteroliarvoja pyritään mittaamaan säännöllisesti. (Terveystieteiden tutkimuskeskus ja Hyvinvoinnin tutkimuskeskus 2012.)

Elimistössä on kolesterolin kuljetukseen erikoistuneita lipoproteiineja (Huovinen, Kovanen & Strandberg 2011, 21–27). LDL (low density lipoprotein) -partikkelin tehtävänä on kuljettaa kolesterolia kudoksiin. LDL-kolesterolin eli niin sanotun ”pahan kolesterolin” kohonneet arvot ovat osatekijänä sydän- ja verisuonisairauksien synnyssä. HDL (high density lipoprotein)-partikkelin tehtävänä on kuljettaa kolesterolia verisuonten seinämillä maksaan hajotettavaksi tai muuten hyödynnettäväksi. HDL-kolesterolin, eli niin sanotun ”hyvän kolesterolin”, suurentu-

nut pitoisuus liittyy pienentyneeseen sydän- ja verisuonisairauksien riskiin. (Mustajoki & Kaukua 2002, 52–53.)

Triglyseridit ovat ravinnosta saatavia rasvoja, jotka koostuvat yhdestä glyserolimolekyylistä, johon on kiinnittynyt kolme rasvahappomolekyyliä (Bjälle, Haug, Sand, Sjaastaad & Toverud 2009, 455). Veren triglyseridipitoisuus on erityisen herkkä ravinnon vaikutuksille, joten vähintään 10 tunnin paasto on ehdoton edellytys oikeiden tulosten takaamiseksi. Erityisesti runsasrasvaisen aterian jälkeen veressä voi esiintyä niin paljon triglyseridejä, että näyte muuttuu maitomaisen lipeemiseksi. (Mustajoki & Kaukua 2002, 53.) Suuret kofeiiniannokset voivat lisätä lipolyysiä, jolloin rasvahapot vapautuvat varastoista ja triglyseridien määrä verenkierrrossa lisääntyy. Kofeiinin vaikutus lipolyysiin on suurempi pitkän (12 tunnin) kuin lyhyen (3 tunnin) paaston jälkeen. (Fogelholm & Rehunen 1993, 341.)

Veren rasva-arvot tutkitaan yleensä plasmasta, sillä plasma soveltuu paremmin nykyisille kliinisen kemian analyysointilaitteille kuin kokoveri. Veren rasva-arvoja voidaan mitata plasmasta useilla menetelmillä. Tässä työssä käytetty kliinisen kemian Konelab 60i -analysointilaitteisto mittaa veren rasva-arvot entsyymaattisella päätepistemittauksella, jossa näytteen ja reagenssin välisen reaktion annetaan kulua loppuun ennen fotometristä mittausta. Fotometrisessä mittauksessa näytteeseen suunnataan valoa halutulla aallonpituudella ja läpi pääsevän valon määrä mitataan. Valon läpäisevyys on suoraan verrannollinen mitattavan aineen pitoisuuteen. Analysointilaitteisto ei mittaa LDL-kolesteroliarvoa suoraan, vaan se lasketaan kaavalla:  $(LDL = \text{Kokonaiskolesteroli} - HDL - (0,45 \times \text{triglyseridien määrä}))$ . Laskukaavan toimivuuden edellytyksenä kuitenkin on, että triglyseridiarvo on alle 4 mmol/l, sillä muuten kaava ei anna luotettavia tuloksia. (Mustajoki & Kaukua 2002, 52–53.)

Kolesterolinäytteet otettiin litium-hepariinigeeliputkiin, jossa litium ja hepariini estävät veren hyytymisen ja solujen hajoamisen. Sentrifugoimalla näytteestä erotellaan solut ja plasma, jolloin näytteen analysointitarkkuus ja säilyvyys paranevat. Veren rasva-arvot tulisi analysoida tuoreesta näytteestä, sillä pitkä säi-

lytys ja pakastus vääristävät erityisesti LDL-kolesterolin määrää. (Siloaho 2000, 185–186.)

## 4.2 Veren glukoosiarvo

Veren glukoosiarvo (P-Gluk) kertoo veren plasman glukoosi- eli sokeripitoisuuden mittaushetkellä millimooleina litraa kohti (mmol/l). Näyte otetaan yleensä paastotilassa (fP-Gluk), ellei paaston noudattamatta jättäminen ole perusteltua lääkärin määräyksestä, kuten insuliinihoidoissa diabeteksessä. Paastoglukoosin määrittämistä käytetään yleisesti tyypin 2 diabeteksen diagnostiikassa ja hoidon seurannassa. (Mustajoki & Kaukua 2002, 54–55.)

Veren glukoosin tehtävänä on kuljettaa glukoosia lihas-, rasva- ja maksasoluille sekä huolehtia hermoston ja erityisesti aivojen ravinnonsaannista. Veren glukoosipitoisuus nousee hiilihydraattipitoisen ravinnon tai tärkkelyksen pilkkoutuessa glukoosiksi. (Virkamäki & Kangas 2011.) Elimistö säätelee veren glukoositasapainoa jatkuvasti. Terveellä ihmisellä veren glukoosipitoisuus ei nouse koskaan yli 9,0 mmol/l:iin eikä laske alle 3,0 mmol/l:iin, sillä elimistö alkaa vastustaa glukoosipitoisuuden muutosta. (Ilanne-Parikkala, Kangas, Karpio & Rönnemaa 2006, 218–219.)

Veren glukoosipitoisuuden tärkein säätelijä on insuliinihormoni, jonka tehtävänä on laskea veren glukoosipitoisuutta. Haimasta erittyvän insuliinin avulla veressä oleva glukoosi pääsee lihas- ja rasvasolujen sisään käsiteltäväksi. Veren liian alhainen glukoosipitoisuus ei kuitenkaan ole hyväksi, joten maksa tuottaa jatkuvasti glukoosia aivojen toiminnan takaamiseksi. Insuliinilla on monia vastavai-kuttajahormoneja, joista nopeimmin vaikuttavat glukagoni, adrenaliini ja noradrenaliini. Hormonien tehtävänä on varmistaa, että veren glukoosipitoisuus ei pääse laskemaan liian matalaksi. (Virkamäki & Kangas 2011.)

Veren glukoosipitoisuus mitataan kliinisen kemian analysointilaitteilla yleensä veren plasmasta, sillä glukoosipitoisuus on yleensä 12–15 prosenttia matalampi

kokoveressä kuin plasmassa. Tässä työssä käytetty Konelab 60i -analysointilaitteisto mittaa veren glukoosipitoisuuden plasmasta entsyymaattisella päätepistemittauksella käyttäen heksokinaasimenetelmää. Heksokinaasi-entsyymien avulla glukoosi muokataan fotometrisesti mitattavaan muotoon. Veren glukoosinäytteet otettiin fluoridi-sitraattiputkiin, joissa näytteiden glukoosipitoisuus säilyi muuttumattomana fluoridin ja sitraatin glykolyysia estävän vaikutuksen ansiosta. (Koskinen 2000, 167–168.)

### 4.3 Perusverenkuva-arvot

Perusverenkuvatutkimuksilla tutkitaan verisolujen kokoa ja määrää kokoverinäytteestä. Perusverenkuvatutkimukseen kuuluu leukosyyttien eli valkosolujen ja trombosyyttien eli verihiutaleiden määrällinen laskeminen sekä erilaisia erytrosyytti- eli punasoluindeksejä. Perusverenkuva-arvoja määrätään tutkittavaksi rutiininomaisesti lähes kaikissa tilanteissa, koska niiden perusteella saadaan monipuolista tietoa terveydentilasta ja useista sairauksista. (Mustajoki & Kaukua 2002, 34–36.)

Perusverenkuva-analysointilaitteistot laskevat verisoluja erilaisin menetelmin. Tässä työssä käytetty Sysmex Xs 1000i -analysointilaitteisto laskee punasolujen ja trombosyyttien määrän virtausytometrisesti, jolloin solujen kulkeutumisesta analysointilaitteen läpi muodostuu impedanssi-impulsseja. Impulssit muodostuvat sähkövirran muutoksesta, kun solut kulkevat mittauspisteen läpi. Pulssien korkeus on suoraan verrannollinen kappaleiden kokoon, jolloin analysointilaitteisto tunnistaa erikokoiset solut erotellen ja laskien ne. (Mahlamäki 2003, 286.)

Perusverenkuvatutkimuksia tehdessä tulee huomioida verisolujen biokemiallisesti aktiivinen toiminta ja niiden herkkä hajoaminen. Tästä syystä näytteet tulisi analysoida mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen, jolloin solujen hajoamisesta aiheutuva mittavirhe jää mahdollisimman pieneksi. Näytteiden säilyvyysaika voidaan kuitenkin pidentää ottamalla näyte antikoagulanttia sisältävään putkeen. Antikoagulantit eli hyytymistä estävät aineet ehkäisevät solujen

hajoamista. Yleisin perusverenkuvatutkimuksissa käytetty antikoagulantti on EDTA (ethylene diamine tetra-acetic acid). Antikoagulanttien käytöstä huolimatta yli kuusi tuntia kestävä säilytys voi aiheuttaa näytteissä erytrosyyttien koon kasvua, mikä vaikuttaa tiettyihin erytrosyytti-indekseihin. Näyte säilyy kuitenkin analysointikelpoisena EDTA-putkessa huoneenlämmössä 24 tuntia ja jääkaapissa 36 tuntia. (Siloaho 2000, 188.)

Solujen herkkä hajoaminen tulee huomioida myös näytteenotossa. Pitkäaikainen tai voimakas puristussiteen eli staasin käyttö näytteenoton aikana voi aiheuttaa vääristyneitä tuloksia. Voimakas paine voi saada aikaan erytrosyyttien hajoamista, jolloin näytteestä tulee hemolyyttinen. Näytteenottojärjestyksellä voi olla myös merkitystä, sillä näytteiden leukosyytti- ja trombosyyttitasot saattavat vaihdella hieman ensimmäisten ja viimeisten näyteputkien välillä. (Siloaho 2000, 188.)

#### *Perusverenkuvatutkimukset*

B-Leuk kuvaa leukosyyttien eli valkosolujen määrää veressä. Leukosyyttien tehtävänä on puolustaa elimistöä erilaisia tulehduksia vastaan. Leukosytoosia eli kohonnutta leukosyyttimäärää esiintyy etenkin bakteeriperäisten tulehdusten yhteydessä, jolloin leukosyyttien määrä voi kohota jopa satakertaiseksi. Leukopeniaa eli alhaista leukosyyttimäärää voivat aiheuttaa tietyt virustaudit, sytostaatit eli syövän hoitoon käytettävät solunsalpaajat ja jotkin luuytimen sairaudet. (Mustajoki & Kaukua 2002, 38–39.)

B-Eryt kertoo veressä olevien erytrosyyttien eli punasolujen määrän. Erytrosyyttien määrällä ei yksistään ole juurikaan diagnostista merkitystä, koska se mittaa käytännössä samaa asiaa kuin veren kokonaishemoglobiini. Erytrosyyttien kokonaismäärän avulla lasketaan kuitenkin erilaisia erytrosyytti-indeksejä, jotka kuvaavat erytrosyyttien eri ominaisuuksia. Erytrosyyttien kokonaismäärän arvo ilmoittaa, kuinka paljon erytrosyyttejä on litrassa verta. (Kaukua & Mustajoki 2002, 36–37.)

B-Hb ilmoittaa, kuinka paljon veressä on hemoglobiinia. Hemoglobiini koostuu kahdesta erilaisesta osasta: globiinista ja neljästä hemiryhmästä. Hemoglobiinin globiiniosa muodostuu yhteensä neljästä polypeptidiketjusta, joista kaksi on aina keskenään samanlaisia. Kuhunkin polypeptidiketjuun on kiinnittynyt oma hemiryhmänsä, joissa jokaisessa on keskellä yksi rauta-atomi. Hemoglobiini vastaa pääasiassa veren hapenkuljetuksesta, ja se pystyy sekä sitomaan että luovuttamaan happea. (Bjälle ym. 2009, 269.)

B-HKR tarkoittaa hematokriittiä. Hematokriitti ilmoittaa erytrosyyttien osuuden veren kokonaismäärästä. Hematokriitti saadaan mittaamalla sentrifugoidun näyteputken pohjalle jäävien erytrosyyttien osuus. Hematokriitin vaihtelut tapahtuvat usein samassa linjassa hemoglobiinin kanssa, mutta polysytemian eli erytrosyyttien liikamäärän diagnostiikassa se on hyödyllinen. (Mustajoki & Kaukua 2002, 37.) Madaltuneita hematokriittiarvoja esiintyy esimerkiksi verenvuotojen, nestetasapainohäiriöiden ja syövän sekä B12-vitamiinin, folaatin ja raudan puutoksen yhteydessä (Emedicinehealth 2012).

E-MCV ilmoittaa erytrosyyttien keskimääräisen tilavuuden eli solujen koon. Raudanpuuteanemiassa voi esiintyä MCV-arvon laskua, koska tällöin erytrosyytit ovat pieniä. MCV-arvo voi olla kohonnut esimerkiksi B12-vitamiinin tai foolihapon puutteessa, jolloin erytrosyytit ovat suurentuneet. Myös pitkäaikainen alkoholin käyttö voi aiheuttaa kohonneita MCV-arvoja, koska se vaikuttaa luuytimessä sijaitseviin verta muodostaviin soluihin. (Mustajoki & Kaukua 2002, 37–38.)

E-MCH-arvo ilmaisee, kuinka paljon hemoglobiinia yksittäinen erytrosyytti keskimäärin sisältää. Makrosyyttisillä eli suurikokoisilla erytrosyyteillä MCH-arvo on yleensä korkea, kun taas mikrosyyttisillä eli pienentyneillä erytrosyyteillä arvo on yleensä matala. (American Association for Clinical Chemistry 2012.) Madaltuneita MCH-arvoja esiintyy yleisimmin raudanpuuteanemiassa (Mustajoki & Kaukua 2002, 37–38).



E-MCHC kertoo, kuinka paljon hemoglobiinia litra erytrosyyttejä keskimäärin sisältää. Raudanpuuteanemia aiheuttaa MCHC-arvojen alentumista erytrosyyttien sisältämän alhaisen hemoglobiinimäärän takia. (Mustajoki & Kaukua 2002, 38.)

B-Tromb kertoo trombosyyttien eli verihiutaleiden määrän veressä. Trombosyytit ovat olennainen osa veren hyytymisprosessia. Trombosytopeniasta eli trombosyyttien alentuneesta määrästä kärsivillä esiintyy useammin pienimuotoisia verenvuotoja muun muassa nenästä. Trombosyyttejä on veressä normaaliolosuhteissa reilusti yli tarpeen, joten kohtuullinen trombosyyttien menetys ei vielä aiheuta merkittävää verenvuodon vaaraa. (Mustajoki & Kaukua 2002, 39.) Liian korkeat trombosyyttitasot taas voivat lisätä veritulppariskiä (WebMD 2012). Kofeiinin on todettu estävän vähäisissä määrin trombosyyttien aggregaatiota eli kasautumista (MacDonald 1998, 634).

## 5 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusongelmat

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia kofeiinin vaikutusta preanalyttisena tekijänä. Tutkimustehtävänä oli tutkia 100 mg:n kofeiiniannoksen vaikutusta veren rasva-, glukoosi- ja perusverenkuva-arvoihin 30 minuutin kuluessa. Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena ennen–jälkeen-koeasetelmalla Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulussa. Kofeiinin vaikutusta tarkasteltiin vertailemalla paastoverinäytteen ja kofeiiniannoksen jälkeisen verinäytteen tuloksia.

### Tutkimusongelmat

1. Onko kofeiinilla vaikutusta veren rasva-arvoihin?
2. Onko kofeiinilla vaikutusta veren glukoosiarvoihin?
3. Onko kofeiinilla vaikutusta perusverenkuva-arvoihin?

## **6 Tutkimuksen menetelmälliset lähtökohdat**

### **6.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä**

Määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimuksen avulla pyritään selvittämään numeerisiin tuloksiin perustuvia riippuvuussuhteita ja tutkittavassa ilmiössä tapahtuneita muutoksia. Kvantitatiivinen tutkimus suoritetaan yleensä suurille kohdejoukoille, sillä tutkimuksesta ei voi saada kattavaa tietoa yksittäisistä tapauksista. Tutkimustulosten analysoinnissa käytetään yleensä tilastollisia menetelmiä oikeiden johtopäätösten tekemiseksi. (Heikkilä 2010, 15, 21.) Tämä tutkimus suoritettiin kvantitatiivisena tutkimuksellisenä kokeena, sillä saadut tulokset ovat numeraalisia arvoja ja tulosten tulkinnassa käytettiin apuna tilastollisia menetelmiä.

Kvantitatiivinen tutkimus voidaan toteuttaa esimerkiksi eksperimentaalilla eli kokeellisella tutkimusasetelmalla, jossa tutkitaan yhden muuttujan vaikutuksia kontrolloiduissa olosuhteissa. Koetilanteessa pyritään sulkemaan pois kaikki tutkimusta häiritsevät tekijät, jotta saadaan selville vain nimenomaisen muuttujan vaikutus. Kokeellista tutkimusta käytetään yleensä lääketieteellisissä tutkimuksissa. (Heikkilä 2010, 15, 21.) Tässä tutkimuksessa selvitettiin yhden preanalyttisessä vaiheessa tapahtuvan muutoksen tilastollista vaikutusta valittuihin parametreihin.

### **6.2 Tutkimuksen perusjoukko ja otoskoko**

Tutkimuksen kohteena olevaa joukkoa kutsutaan perusjoukoksi. Perusjoukko kuvastaa joukkoa, johon tutkimustuloksia halutaan yleistää. (Valli 2001, 107.) Tässä tutkimuksessa perusjoukkona olivat kaikki täysi-ikäiset kofeiinia päivittäin käyttävät terveet henkilöt. Perusjoukon ollessa suuri, tutkimukseen pyrittiin valitsemaan joukosta pienempi kuvaava osa eli otos. Otokseen tulisi olla sitä suu-

remppi, mitä tarkemmat ja perusjoukkoa kuvaavammat tulokset halutaan tutkimuksella saada. (Heikkilä 2010, 33, 41–42.)

Koska tutkimuksessa käytettävä aika ja resurssit olivat rajatut, tutkimus jouduttiin toteuttamaan pienemmälle joukolle. Edustavan otannan saavuttamiseksi otantayksiköt tulisi valita arpoen, jolloin jokaisella perusjoukkoon kuuluvalla olisi yhtä suuri todennäköisyys tulla valituksi näytteeseen (Heikkilä 2010, 41). Mikäli näytteen kokoamiseen ei kuitenkaan käytetä todennäköisyysotantaa, vaan tiedonantajat poimitaan näytteeseen harkinnanvaraisella tavalla, otantajoukkoa kutsutaan näytteeksi (Valli 2001, 107).

Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt valikoitiin harkinnanvaraista otantaa käyttäen, jolloin koehenkilöiden sopivuus tutkimukseen voitiin itse määritellä. Näin lopulliseen näytteeseen saattoivat päästä lähes kaikki päivittäin kofeiinia käyttävät henkilöt, jotka olivat noudattaneet ennalta annettua esivalmisteluohjetta eli paastoa. Mikäli esivalmisteluohjeita ei ollut noudatettu, koehenkilöltä ei otettu näytteitä. Tutkimukseen saatiin 12 vapaaehtoista koehenkilöä.

## **7 Tutkimuksen toteutus**

### **7.1 Koehenkilöiden hankinta**

Koehenkilöillä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa niitä vapaaehtoisia henkilöitä, joilta otettiin tutkimukseen tarvittavat laskimoverinäytteet. Koehenkilöiksi haettiin terveitä päivittäin kofeiinituotteita käyttäviä aikuisia henkilöitä, sillä koehenkilöiden turvallisuutta ei haluttu vaarantaa ennalta-arvaamattomilla haittavaikutuksilla.

Koehenkilöt kutsuttiin tutkimukseen suullisella rekrytointi-ilmoituksella, jonka yhteydessä toimitettiin kirjallinen kutsu (liite 1). Kutsussa koehenkilöille selvitettiin tutkimuspaikka yhteystietoineen, tutkimuksen sisältö ja kesto, tutkimusval-

miste sekä tutkimukseen tarvittavat esivalmistelut. Koehenkilöt hankittiin tutkimuksen suorittajien luokkatovereista eli Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun bioanalytikko-opiskelijoista. Koehenkilöille luvattiin kiitokseksi tutkimukseen osallistumisesta omien paastonäytteidensä rasva-, glukoosi- ja perusverenkuva-tulokset.

## **7.2 Esitestauksen suorittaminen**

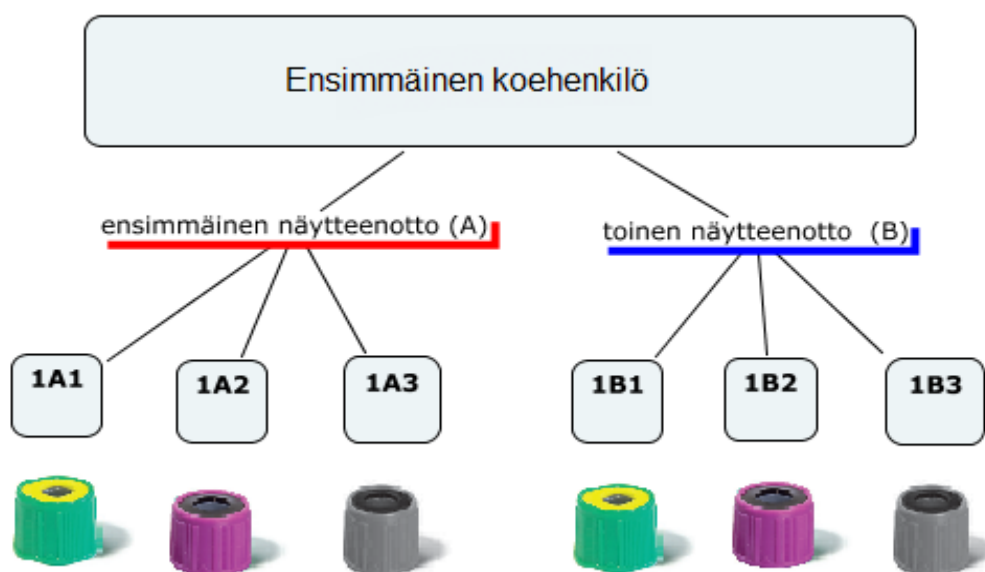
Ennen varsinaista koetilannetta suoritettiin esitestaus, jolla testattiin laaditun suunnitelman toimivuutta. Esitestaus suoritettiin ennen koehenkilöiden hakua tutkimukseen. Esitestauksessa käytiin koetilanne läpi vaihe vaiheelta niin, että kumpikin tutkimuksen suorittaja toimi vuorollaan koehenkilönä.

Esitestauksen aikana tarkistettiin myös analysaattoreiden reagenssitilanne ja tarvittavien näytteenottovälineiden riittävyys koetilannetta varten. Tarkistuksen yhteydessä huomattiin, ettei perusverenkuva-analysaattorille ollut tarvittavia laaduntarkkailunäytteitä. Tilanteesta keskusteltiin ohjaavien opettajien kanssa ja päätettiin, että laaduntarkkailuun käytetään sairaalan analysaattoreilla analysoituja potilasnäytteitä.

## **7.3 Näytteiden otto tutkimuspäivänä**

Näytteiden otto ja analysointi järjestettiin Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun opetuslaboratoriossa Sosiaali- ja terveysalan keskuksessa. Näytteenottovuorot jaettiin koehenkilöiden saapumisjärjestyksessä niin, ettei päällekkäisyyksiä nollanäytteiden ja tutkimusnäytteiden näytteenoton kanssa syntynyt. Ennen tutkimukseen osallistumista koehenkilöille annettiin suullisesti riittävät tiedot mahdollisista haittavaikutuksista, joita kofeiinivalmisteen nauttiminen tai näytteenotto voi aiheuttaa. Lisäksi koehenkilöitä muistutettiin mahdollisuudesta keskeyttää tutkimus missä vaiheessa tahansa. Ennen näytteenottoa koehenkilöiltä varmistettiin, että he olivat olleet 10–12 tuntia ravinnotta.

Näytteenottotilanteessa koehenkilöiden nimet kirjattiin ylös, jotta koehenkilöt voitiin tunnistaa toista näytteenottoa varten ilman sekaannuksen vaaraa. Nimiä ei kuitenkaan merkitty näyteputkiin, vaan nimeämisessä käytettiin näyttenumeroa. Näyttenumero annettiin koehenkilöiden saapumisjärjestyksen mukaan, jonka perusteella koeputket nimettiin. Näytteiden nimeämisessä käytettiin juoksevaa numerointia, nollanäytteessä tunnusta A ja varsinaisessa tutkimusnäytteessä tunnusta B (kuva 2). Lisäksi litium-hepariiniputkiin otetut näytteet saivat tunnuksen 1, EDTA-putkiin otetut näytteet tunnuksen 2 ja fluoridi-sitraattiputkiin otetut näytteet tunnuksen 3. Ensimmäisenä näytteenottopäivänä koehenkilöiden näyttenumerot alkoivat numerosta 1 ja jatkuivat seuraavana päivänä siitä, mihin numerointi oli edellisenä päivänä jäänyt.



Kuva 2. Putkien nimeäminen ensimmäisestä koehenkilöstä.

Haastattelun jälkeen koehenkilöiltä otettiin ensimmäinen laskimoverinäyte eli nollanäyte, jonka jälkeen annettiin 100 mg:n Coffein MediPharmia-kofeiinitabletti pienen vesimäärän kanssa. Kofeiiniannoksen antamisen ajankohta kirjattiin ylös, ja seuraavan näytteenoton ajankohta laskettiin valmiiksi. Koehenkilöitä ohjeistettiin olemaan mahdollisimman paikoillaan kokeen ajan, jotta fyysisen rasituksen vaikutus tuloksiin voitiin sulkea pois. Toinen näyte eli tutkimusnäyte otettiin 30 minuutin kuluttua kofeiiniannoksen ottamisesta, jolloin ko-

feinin pitoisuus plasmassa oli korkeimmillaan (Pharmaca Fennica 2008, 543–544).

Tasalaatuisten verinäytteiden otto varmistettiin ottamalla koehenkilöistä verta vain vakuuminäytteenottotekniikalla kyynärtaipeen laskimoista, jolloin näyteputkeen tuleva näytemäärä voitiin vakioda. Näytteiden tasalaatuisuutta pyrittiin edistämään myös sillä, että sama näytteenottaja suoritti saman koehenkilön molemmat näytteenotot. Näyteputket käsiteltiin valmistajan suositusten mukaisesti, jolloin näyteputkien käsittelystä johtuvat virheet voitiin minimoida. Ohjeiden mukaisesti esimerkiksi litium-hepariini- ja fluoridisitraattiputkien lämpötilan annettiin tasaantua huoneenlämpöiseksi ennen sentrifugointia.

#### **7.4 Näytteiden analysointi tutkimuspäivänä**

Näytteiden analysoinnissa käytettiin Sysmex XS 1000i -verenkuva-analysointilaitetta ja kliinisen kemian Konelab 60i -analysointilaitetta, joita käytettiin valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Lisäksi analysointilaitteiden käytössä noudatettiin yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta, jotta vältettiin sekaannukset näyttenumeroiden ja näyteputkien kanssa.

Ennen koehenkilöiden näytteiden analysointia laitteiden toimivuus varmistettiin laaduntarkkailunäytteillä, joiden tulokset ja jäljitettävyydet kirjattiin erilliseen taulukkoon (liite 2). Verenkuva-analysointilaitteen laaduntarkkailunäytteinä käytettiin keskussairaalaalta saatuja potilasnäytteitä, joiden tulokset olivat tiedossa. Potilasnäytteet oli analysoitu keskussairaalan analysointilaitteilla, jolloin niitä voitiin käyttää laaduntarkkailunäytteenä tutkimuksessa käytettävälle analysointilaitteelle. Toisena näytteenottopäivänä keskussairaalaalta saaduista tuloksista puuttui trombosyyttiarvo, joten laaduntarkkailunäytteenä käytettiin trombosyyttien osalta edellisenä päivänä saatuja näytteitä. Edellisen päivän näytteet oli säilytetty jääkaapissa, jossa ne säilyivät analysointikelpoisena 36 tuntia näytteenotosta (Siiloaho 2000, 185–188). Kliinisen kemian analysointilaitteen laaduntarkkailunäytteinä käytettiin kaupallisia valmisteita.

Kliinisen kemian analysaattorilla saadut tulokset kirjattiin laboratoriopäiväkirjaan. Verenkuva-analysaattorilla oli tulostusmahdollisuus, joten laboratoriopäiväkirjaan kirjaamisen sijaan kaikki vastaukset tulostettiin. Tulokset kirjattiin myös sähköiseen muotoon Microsoft Office Excel -asiakirjaan. Analysoinnin päätyttyä analysaattorit huollettiin ja suljettiin ohjeiden mukaisesti ja näytteenotopisteet siistittiin seuraavia käyttäjiä varten. Orgaaninen näyttemateriaali hävitettiin asianmukaisesti riskijätteiden mukana.

Koehenkilöille luovutettiin omien paastoverinäytteidensä tulokset henkilökohtaisesti erilliselle tuloslomakkeelle kirjattuna (liite 3). Halutessaan koehenkilöille annettiin mahdollisuus kysyä tuloksistaan tarkempaa tietoa. Koehenkilöiden tulokset eivät poikenneet merkittävästi viitearvoista, joten hoidollisille jatkotoimenpiteille ei ollut tarvetta. Tietosuojajätteet hävitettiin tulosten antamisen jälkeen silppuamalla.

## **8 Tutkimustulosten analysointi**

### **8.1 Tutkimuksen hypoteesit**

Tilastollista tutkimusta tehdessä tutkija selvittää, pitävätkö aiheesta saadut ennakkokäsitykset eli hypoteesit paikkansa tutkijan valitsemalla kohdejoukolla. Aikaisempien tutkimuksien ja teorian tiedon pohjalta muodostetaan hypoteeseja, joiden avulla pyritään ratkaisemaan tutkimuskysymyksiä. Hypoteeseja asetetaan yleensä kaksi. Nollahypoteesi ( $H_0$ ) esittää, ettei muutosten välillä ole riippuvuutta ja että tutkittavat muutokset tapahtuvat sattumanvaraisesti. Vaihtoehtoinen hypoteesi eli vastahypoteesi ( $H_1$ ) esittää, että asioiden välillä on selkeä riippuvuussuhde. Tutkimuksesta saatujen lopputulosten perusteella toinen hypoteeseista hylätään. Tutkimuksessa saatujen tulosten täytyy kuitenkin olla riittävän selkeitä ja erojen riittävän suuria, jotta sattuman mahdollisuus voidaan sulkea pois. (Heikkilä 2010, 191–192.)

Tässä tutkimuksessa asetettiin 13 nollahypoteesia ja vastaava määrä vastahypoteeseja. Vastahypoteesi asetetaan yleensä aiempien tutkimusten tai aineiston pohjalta (Metsämuuronen 2000, 29). Kofeiinilla on todettu olevan dehydraattisia vaikutuksia (Robertson, 1978; Grandjeanin 2000 Kahvi.net 2012), joten veriarvojen voisi olettaa tämän seurauksena nousevan. Suuret kofeiinimäärät saattavat myös lisätä lipolyysiä (Fogelholm & Rehunen 1993, 341). Lisäksi kofeiini vaikuttaa lisämunuaisen ytimeen lisäten adrenaliinin ja noradrenaliinin eritystä, jotka vaikuttavat muun muassa veren glukoosipitoisuuden säätelyyn ja rasvojen pilkkomiseen (Makkonen & Tuokko 1997, 36). Näin ollen veren rasva- ja glukoosiarvojen voisi olettaa muuttuvan.

1)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren kokonaiskolesteroliarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren kokonaiskolesteroliarvoon 30 minuutin kuluessa.

2)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren LDL-kolesteroliarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren LDL-kolesteroliarvoon 30 minuutin kuluessa.

3)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren HDL-kolesteroliarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren HDL-kolesteroliarvoon 30 minuutin kuluessa.

4)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren triglyseridiarvoon 30 minuutin kuluessa.



**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren triglyseridiarvoon 30 minuutin kuluessa.

5)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren glukoosiarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren glukoosiarvoon 30 minuutin kuluessa.

6)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren leukosyyttiarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren leukosyyttiarvoon 30 minuutin kuluessa.

7)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren erytrosyyttiarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren erytrosyyttiarvoon 30 minuutin kuluessa.

8)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren hemoglobiiniarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren hemoglobiiniarvoon 30 minuutin kuluessa.

9)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren hematokriittiarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren hematokriittiarvoon 30 minuutin kuluessa.

10)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren MCV-arvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren MCV-arvoon 30 minuutin kuluessa.

11)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren MCH- arvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren MCH-arvoon 30 minuutin kuluessa.

12)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren MCHC- arvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren MCHC-arvoon 30 minuutin kuluessa.

13)

**H<sub>0</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos ei vaikuta tilastollisesti melkein merkitsevästi veren trombosyyttiarvoon 30 minuutin kuluessa.

**H<sub>1</sub>**: 100 mg:n kofeiiniannos vaikuttaa vähintään tilastollisesti melkein merkitsevästi veren trombosyyttiarvoon 30 minuutin kuluessa.

## 8.2 Tilastollinen t-testi

Tutkimustulosten tilastollisessa analysoinnissa käytettiin Microsoft Office Excel- taulukkolaskentaohjelmaa, jolla suoritettiin parittaisten otosten t-testi. T-testiä käytettäessä ja otoskoon ollessa alle 30 otoksen täytyy olla poimittu perusjoukosta, joka noudattaa normaalijakaumaa ainakin lähes yhtenevästi. Koska ihmisten fyysiset ominaisuudet noudattavat lähes missä tahansa mittauksissa

normaalijakaumaa, otoksen voidaan olettaa olevan ainakin lähes normaalijakautunut. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 144.)

Tilastollisella t-testillä voidaan verrata kahden muuttujan välistä suhdetta ja niissä tapahtuvaa muutosta. Koska koeasetelmassa suoritettiin mittaus samoille tutkittaville ennen käsittelyä ja sen jälkeen, otokset ovat toisistaan riippuvaisia. Testi suoritettiin kaksisuuntaisena, koska arvojen ei voitu olettaa muuttuvan vain yhteen suuntaan, vaan muutos saattoi olla sekä negatiivista että positiivista. (Taanila 2012.)

Tilastollisen t-testin avulla tutkitaan hypoteesien paikkansapitävyyttä ohjelman laskemien tilastollisten tunnuslukujen avulla. Tilastollista t-arvoa (t Tunnusluvut) verrataan kriittiseen t-arvoon (t-kriittinen kaksisuuntainen). Kriittinen t-arvo määrittää sen pisteen, jonka ylittyessä nollahypoteesi kumoutuu ja vastahypoteesi astuu voimaan. Koska kaksisuuntaisella testillä saadut tilastolliset t-arvot voivat olla negatiivisia, jakauman symmetrisyyden vuoksi kriittinen t-arvo on näissä tapauksissa myös negatiivinen. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 183, 191.)

Tilastollisen testin tuloksena saatiin myös merkitsevyystaso eli niin sanottu p-arvo ( $P(T \leq t)$  kaksisuuntainen). Saatu arvo kuvaa sitä, kuinka suuri riski on, että saadut tulokset ovat sattumanvaraisia ja kuinka suuri on todennäköisyys virheelliselle tulkinnalle, mikäli nollahypoteesi hylätään. P-arvon ollessa alle 0,001 tulos tai ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Mikäli P-arvo sijoittuu 0,001:n ja 0,01:n välille, tulos tai ero on tilastollisesti merkitsevä. P-arvon sijoitessa 0,01:n ja 0,05:n välille, tulos tai ero on tilastollisesti melkein merkitsevä. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 177.) Testi suoritettiin käyttäen 0,05:n merkitsevyystasoa, koska arvoa pidetään ihmistieteissä usein riittävänä (Metsämuuronen 2000, 33).

### 8.3 Pearsonin korrelaatiokerroin

Tutkimustulosten tarkastelussa käytettiin hyväksi myös Pearsonin korrelaatiokerrointa, jolla tarkasteltiin muuttujien välisten riippuvuuksien voimakkuutta. Pearsonin korrelaatiokertoimen käyttö edellyttää, että molemmat muuttujat noudattavat suhde- tai mitta-asteikkoa. Korrelaatiokerroin voi saada joko positiivisia tai negatiivisia arvoja  $-1:n$ ,  $0:n$  ja  $+1:n$  välillä sen mukaan, onko riippuvuus suoraan vai käänteisesti verrannollista. Mitä kauempana korrelaatiokerroin on luvusta 0, sitä voimakkaampaa muuttujan lineaarinen riippuvuus on. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 233–234.)

Korrelaatiokerrointa voidaan havainnollistaa koordinaatistolle piirrettävillä hajontakuviolla. Korrelaatiokerroin on riippumaton muuttujien mittayksiköistä, joten korrelaatiokerroin pysyy samana vaikka x- ja y-akselin arvot vaihtaisivat paikkaa. Koska korrelaatiokerroin on herkkä poikkeaville arvoille, arvojen sijoittumista kuvaajalle on hyvä tarkastella myös silmämääräisesti selkeän kokonaiskuvan saamiseksi. (Holopainen & Pulkkinen 2008, 235.)

## 9 Tutkimuksen tulokset

### 9.1 Kofeiinin vaikutus rasva-arvoihin

Kokonaiskolesteroliarvojen kohdalla (taulukko 1) tilastollinen t-arvo 3,1890 ylittää kriittisen t-arvon 2,2010, jolloin vastahypoteesi astuu voimaan. P-arvo on 0,0086, joten tulos on tilastollisesti merkitsevä. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9911, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 1. Parittainen t-testi kokonaiskolesteroliarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	4,6417	4,5250
Varianssi	0,7372	0,6348
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9911	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	3,1890	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,0043	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,0086	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

LDL-kolesteroliarvojen kohdalla (taulukko 2) tilastollinen t-arvo 1,3812 ei ylitä kriittistä t-arvoa 2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9762, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 2. Parittainen t-testi LDL-kolesteroliarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	2,5558	2,5021
Varianssi	0,3768	0,3831
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9762	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	1,3812	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,0973	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,1946	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

HDL-kolesteroliarvojen kohdalla (taulukko 3) tilastollinen t-arvo 0,0720 ei ylitä kriittistä t-arvoa 2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9932, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 3. Parittainen t-testi HDL-kolesteroliarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	1,6567	1,6558
Varianssi	0,1051	0,1127
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9932	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	0,0720	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,4720	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,9439	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

Triglyseridiarvojen kohdalla (taulukko 4) tilastollinen t-arvo 4,2369 ylittää kriittisen t-arvon 2,2010, jolloin vastahypoteesi astuu voimaan. P-arvo on 0,0014, joten tulos on tilastollisesti merkitsevä. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9959, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 4. Parittainen t-testi triglyseridiarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	0,9425	0,8708
Varianssi	0,3452	0,3135
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9959	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	4,2369	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,0007	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,0014	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

## 9.2 Kofeiinin vaikutus glukoosiarvoon

Glukoosiarvojen kohdalla (taulukko 5) tilastollinen t-arvo 0,8528 ei ylitä kriittistä t-arvoa 2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,3386, joten arvoilla on havaittavissa lineaarista riippuvuutta.

Taulukko 5. Parittainen t-testi glukoosiarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	4,9917	4,9250
Varianssi	0,0463	0,0639
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,3386	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	0,8528	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,2060	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,4120	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

## 9.3 Kofeiinin vaikutus perusverenkuva-arvoihin

Leukosyyttiarvojen kohdalla (taulukko 6) tilastollinen t-arvo 2,9435 ylittää kriittisen t-arvon 2,2010, jolloin vastahypoteesi astuu voimaan. P-arvo on 0,0134, joten tulos on tilastollisesti melkein merkitsevä. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9475, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 6. Parittainen t-testi leukosyyttiarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	6,3458	5,9442
Varianssi	2,1780	1,8760
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9475	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	2,9435	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,0067	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,0134	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

Erytrosyyttiarvojen kohdalla (taulukko 7) tilastollinen t-arvo -1,0750 ei ylitä kriittistä t-arvoa -2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9771, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 7. Parittainen t-testi erytrosyyttiarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	4,6950	4,7175
Varianssi	0,1017	0,1138
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9771	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	-1,0750	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,1527	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,3054	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

Hemoglobiiniarvojen kohdalla (taulukko 8) tilastollinen t-arvo -0,3403 ei ylitä kriittistä t-arvoa -2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9883, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.



Taulukko 8. Parittainen t-testi hemoglobiiniarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	142,5833	142,7500
Varianssi	119,9015	123,4773
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9883	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	-0,3403	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,3700	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,7401	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

Hematokriittiarvojen kohdalla (taulukko 9) tilastollinen t-arvo -1,2912 ei ylitä kriittistä t-arvoa -2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,7616, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 9. Parittainen t-testi hematokriittiarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	41,6167	42,6167
Varianssi	16,9924	8,3633
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,7616	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	-1,2912	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,1116	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,2231	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

MCV-arvojen kohdalla (taulukko 10) tilastollinen t-arvo 2,4991 ylittää kriittisen t-arvon 2,2010, jolloin vastahypoteesi astuu voimaan. P-arvo on 0,0296, joten tulos on tilastollisesti melkein merkitsevä. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9959, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 10. Parittainen t-testi MCV-arvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	90,7833	90,5000
Varianssi	14,3488	12,8127
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9959	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	2,4991	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,0148	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,0296	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

MCH-arvojen kohdalla (taulukko 11) tilastollinen t-arvo 1,6076 ei ylitä kriittistä t-arvoa 2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9908, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 11. Parittainen t-testi MCH-arvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	30,3333	30,2417
Varianssi	2,0952	1,9754
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9908	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	1,6076	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,0681	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,1362	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

MCHC-arvojen kohdalla (taulukko 12) tilastollinen t-arvo 0,5606 ei ylitä kriittistä t-arvoa 2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,8606, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 12. Parittainen t-testi MCHC-arvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	334,8333	334,3333
Varianssi	34,8788	33,5152
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,8606	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	0,5606	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,2931	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,5863	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

Trombosyyttiarvojen kohdalla (taulukko 13) tilastollinen t-arvo -0,4077 ei ylitä kriittistä t-arvoa -2,2010, jolloin nollahypoteesi jää voimaan. Pearsonin korrelaatiokerroin on 0,9242, joten arvoilla on selkeä lineaarinen riippuvuus.

Taulukko 13. Parittainen t-testi trombosyyttiarvojen osalta.

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	262,6667	266,3333
Varianssi	6297,8788	6497,8788
Havainnot	12,0000	12,0000
Pearsonin korrelaatio	0,9242	
Arvioitu keskiarvojen ero	0,0000	
va	11,0000	
t Tunnusluvut	-0,4077	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,3457	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,7959	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,6913	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,2010	

## 10 Pohdinta

### 10.1 Tutkimuksen tulokset

Tämän tutkimuksen mukaan 100 mg:n kofeiiniannoksella näyttäisi olevan tilastollisesti merkitsevä vaikutus veren kokonaiskolesteroli- ja triglyseridiarvoihin 30 minuutin kuluessa. Keskiarvo on laskenut kokonaiskolesteroliarvojen kohdalla 0,1167 ja triglyseridiarvojen kohdalla 0,0717, joten muutokset eivät ole määrällisesti suuria. Suurten kofeiinimäärien on epäilty kiihdyttävän lipolyysiä, jolloin triglyseridiarvojen olisi voinut olettaa nousevan. Kokonaiskolesteroli- ja triglyseridiarvot kuitenkin laskivat, joten arvojen muutosta ei voida selittää kiihtyneellä lipolyysillä.

Veren glukoosiarvoille ei näyttäisi tutkimuksen mukaan tapahtuvan tilastollisesti melkein merkitsevää muutosta 30 minuutin kuluessa 100 mg:n kofeiiniannoksen nauttimisesta. Tutkimuksen muiden parametrien korrelaatiokerroin on lähellä lukua yksi, mutta glukoosiarvojen kohdalla vastaava luku on verrattain alhainen, vain 0,3386. Matala arvo selittyy todennäköisesti sillä, että korrelaatiokertoimen ollessa herkkä poikkeaville arvoille jo yksittäiset poikkeamat lineaariselta linjalta aiheuttavat korrelaatiokertoimen muutoksen. Glukoosiarvojen hajontakuviota (liite 4) tarkastellessa huomataan, että kahden koehenkilön arvojen muutokset poikkeavat muista, mutta muutoin arvot noudattavat lähes lineaarista linjaa. Veren glukoosiarvo vaihtelee herkästi ravinnon vaikutuksesta, joten poikkeavat arvot voivat selittyä koehenkilöiden henkilökohtaisilla eroavaisuuksilla.

Tilastollisen testin perusteella 100 mg:n kofeiiniannoksella näyttäisi olevan tilastollisesti melkein merkitsevä vaikutus veren leukosyytti- ja MCV-arvoihin 30 minuutin kuluessa. Muutokset ovat kuitenkin pieniä. Keskiarvo on laskenut leukosyytti- ja MCV-arvojen kohdalla 0,4016 ja MCV-arvojen kohdalla 0,2833. Koska kofeiinilla on todettu dehydraattisia vaikutuksia, olisi arvojen voinut olettaa konsentroitumisen seurauksena nousevan. Arvot kuitenkin laskivat, joten dehydraatio ei selitä tapahtunutta muutosta.

Tämän tutkimuksen perusteella kofeiinin nauttimista ennen paastoa vaativia verikokeita ei voisi sallia. Opinnäytetyöstä saatuja tuloksia voidaan kuitenkin pitää lähinnä suuntaa-antavina, koska pienen otoskoon takia muutokset voivat olla sattumaa. Jotta tutkimuksen tuloksista voitaisiin tehdä luotettavia ja tarkkoja tieteellisiä johtopäätöksiä, otoskoon tulisi olla vähintään 100 (Heikkilä 2010, 45).

## 10.2 Tutkimuksen luotettavuus

Luotettavan tutkimuksen toteuttamisessa tulee noudattaa tieteelliselle tutkimukselle asetettuja kriteerejä, joihin kuuluu muun muassa yleisen huolellisuuden ja tarkkuuden noudattaminen kaikessa toiminnassa. Tutkimusta suunniteltaessa ja teoreettista materiaalia kerätessä tulee kiinnittää huomiota asianmukaisiin lähdeviittauksiin ja lähdemateriaalin kriittiseen tarkasteluun. (Suomen akatemia 2007.)

Lähteiden käyttämisessä pyrittiin noudattamaan lähdekriittisyyttä. Tutkimuksen lähdemateriaalina käytettiin aiheeseen liittyvää tietokirjallisuutta ja muita julkaisuja, kuten tieteen alan lehtiä. Lisäksi tiedonhaussa käytettiin hyödyksi internetiä. Työssä on käytetty joitakin 1990-luvun lähteitä, koska ajantasaisempaa tutkimustietoa oli vaikea löytää. Monet uudemmat julkaisut oli kirjoitettu vanhempiin tutkimuksiin pohjautuen, joten alkuperäislähteiden käyttö oli perusteltua.

Otantatutkimuksiin liittyy aina satunnais- eli otantavirheitä. Pienessä otoskoossa satunnaisvirheet voivat vääristää kokonaistuloksia, mikä heikentää tutkimuksen luotettavuutta. (Heikkilä 2010, 186–187.) Tässä tutkimuksessa otoksen pieni koko heikentää tutkimustulosten luotettavuutta, koska jo yksittäiset vaihtelut tuloksissa voivat vaikuttaa merkitsevästi.

Mittausvirheitä voi aiheuttaa mittausvälineiden tai mitattavien asioiden epätarkkuus. Laitteistosta johtuvia virheitä voidaan ehkäistä valmistajien ohjeiden mukaisella toiminnalla ja yleisellä huolellisuudella. (Heikkilä 2010, 186–187.)

Laitekansioihin ja analysaattoreiden käyttöohjeisiin tutustuttiin huolellisesti etukäteen, jotta laitteiden käyttö olisi näytteiden analysointitilanteessa mahdollisimman sujuvaa. Analysaattoreiden käyttöön saatiin perehdytystä toiselta opinnäytetyöryhmältä, joka suoritti oman opinnäytetyönsä käytännön toteutusta samaan aikaan. Perusverenkuvaa-analysaattorin kanssa oli toisena analysointipäivänä ongelmia, kun analysaattori ei saanut käynnistämisen yhteydessä suoritettua taustan korjausta kunnollisesti. Ongelmista tiedotettiin ohjaavalle opettajalle, joka neuvoi ja auttoi ongelman korjaamisessa, ja näytteet saatiin analysoitua normaalisti.

Näytteenoton osalta luotettavuutta parannettiin sillä, että sama näytteenottaja suoritti yhden koehenkilön kohdalla molemmat näytteenotot. Saman näytteenottajan käyttämisellä sekä nolla- että tutkimusnäytteen kohdalla pyrittiin minimoimaan mahdolliset näytteenottotavasta johtuvat virhelähteet.

### *Validiteetti*

Validiteetilla mitataan tutkimuksen luotettavuuden onnistumista, joka määräytyy sen mukaan, miten hyvin tutkimus on onnistunut mittaamaan juuri haluttua asiaa. Sisäisen validiteetin avulla voidaan tarkastella tutkimusmenetelmien valinnan oikeellisuutta aineistoon nähden ja sitä, vastaavatko saadut tulokset kattavasti tutkimuskysymyksiin. Mikäli tulokset ovat myös muiden tutkijoiden toteutettavissa ja ymmärrettävissä samalla tavoin kuin alkuperäinen tutkija on tarkoittanut, ulkoinen validiteetti on kunnossa. (Heikkilä 2010, 186; Hiltunen 2009, 3–5.)

Erilaisiin tilastollisiin testeihin ja analysointimenetelmiin tutustuttiin ennen tutkimustulosten analysointia, ja sopivan testin valinnasta keskusteltiin ohjaavien opettajien kanssa. Tutkimustuloksia ei kaunisteltu tai muuteltu, vaan taulukot ja kuvaajat liitettiin opinnäytetyöhön sellaisina kuin ne oli tilastollisilla analysointityökaluilla saatu.

Systemaattinen virhe missä tahansa tutkimuksen vaiheessa voi johtaa vääristyneisiin tuloksiin. Systemaattisen virheen mahdollisuus ei kasva otoskoon suurentuessa, joten systemaattista virhettä voidaan välttää vain huolellisella työkentelyllä tutkimuksen kaikilla osa-alueilla. Tutkimustulosten kaunistelu voi aiheuttaa systemaattista virhettä ja harhaanjohtavaa informaatiota tulosten luotettavuudesta. (Heikkilä 2010, 186; Hiltunen 2009, 3–5.)

Systemaattisen virheen mahdollisuutta vähennettiin noudattamalla tarkkuutta ja huolellisuutta jokaisessa työvaiheessa, erityisesti tietojen käsittelyssä ja kirjaamisessa. Analysoijilta saatujen tietojen oikea kirjaaminen tarkistutettiin aina tutkimuksen toisella suorittajalla, jotta huolimattomuusvirheiltä voitiin välttyä.

Tulosten tallentamisessa ja esittämisessä tulee olla rehellinen ja totuudenmukainen. Huolellinen raportointi ja laboratoriopäiväkirjan pitäminen lisäävät tutkimuksen luotettavuutta, jolloin tutkimustuloksia analysoidessa voidaan tarkistaa tietoja ja perustella tehtyjä ratkaisuja. Huolellisen raportoinnin avulla voidaan myös havaita ja jäljittää virheitä, mikäli niitä esiintyy. Tutkijoiden tulee myös olla objektiivisia, jolloin tutkijoiden omat näkemykset eivät vaikuta tutkimustuloksiin. (Suomen akatemia 2007.)

Tutkimuksen vaiheet ja toteutus kirjattiin ylös tarkasti ja tarvittaessa kuvallisesti havainnollistaen. Tutkimuksen käytännön toteutuksen aikana pidettiin laboratoriopäiväkirjaa, jonne kirjattiin reagenssitietoja ja mahdollisia huomioita tai poikkeamia prosessissa. Henkilötietoja sisältämättömät tulostaulukot ja tilastollisilla analyyseilla saadut tulokset säilytettiin Microsoft Office Excel -taulukoina mahdollista myöhempää uudelleentarkastelua varten.

### *Reliabiliteetti*

Reliabiliteetti kuvaa tutkimuksen kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Tutkimuksen aikana sisäistä reliabiliteettia voidaan parantaa rinnakkaismittauksilla, jolloin sattumanvaraisten virheiden määrä vähenee. Mikäli tutkimuksen luotettavuutta halutaan lisätä, mittaustulosten tulisi olla toteutettavissa myös muissa tutkimuksissa ja tilanteissa. Mittaustulosten ollessa samat useammalla mittauskerralla tuloksia voidaan pitää luotettavina. Puutteellinen reliabiliteetti voi johtua satunnaisista virheistä analyysin eri vaiheissa. (Heikkilä 2010, 187–189.)

Tutkimuksen reliabiliteettia parannettiin suorittamalla esitestaus ennen varsinaista koetilannetta. Esitestauksen perusteella näyteputkien numerointiin tarkoitetut tarrat päätettiin kirjoittaa jo ennen koetilannetta näytteenoton sujuvuuden parantamiseksi. Putkien oikea numerointi varmistettiin usean kerran, joten vääristä näytenumeroista johtuvat virheelliset tulokset saatiin suljettua pois.

### **10.3 Tutkimuksen eettisyys**

Tieteellisen tutkimuksen tekemiseen on annettu selkeät eettiset ohjeet, joita tulee noudattaa. Tämän opinnäytetyön toteuttamista ohjasivat myös Suomen Bioanalyytikkoliitto Ry:n eettiset ohjeet. Ohjeistus neuvoo bioanalytikoita noudattamaan tieteellisiin menetelmin tutkittuja menetelmiä ja toimintatapoja sekä tutustumaan työtä ohjaaviin säädöksiin, määräyksiin ja suosituksiin ja noudattamaan niitä. (Suomen Bioanalyytikkoliitto Ry 2006.)

Tutkimusprosessin aikana noudatettiin Bioanalyytikkoliiton ohjeistusta kohdella asiakkaita hyvin ja kunnioittaa heidän itsemääräämisoikeuttaan koko laboratoriotutkimusprosessin ajan. Koehenkilöiden valinnassa kiinnitettiin huomiota siihen, että tutkimuksesta aiheutui mahdollisimman vähän haittaa koehenkilöille. Jotta odottamattomilta haittavaikutuksilta vältyttiin, tutkimukseen otettiin vain päivittäin kofeiinia käyttäviä henkilöitä. Tutkimuksessa käytetty yhtä kahvikupillista vastaava 100 mg:n kofeiiniannos on myös päivittäin kofeiinia käyttävälle



henkilölle varsin pieni. Koehenkilöille tehtiin selväksi, että heillä oli mahdollisuus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa.

Salassapitovelvollisuutta noudatettiin antamalla tulokset koehenkilöille yksitellen, jolloin heillä oli myös tarvittaessa mahdollisuus kysyä tuloksistaan tarkemmin. Koeputkiin ei myöskään merkitty koehenkilöiden nimiä tai muita tietoja, joista henkilöllisyys olisi voitu tunnistaa. Tutkittavien henkilötiedot eivät missään tutkimuksen vaiheessa päätyneet kenenkään muun kuin tutkimuksen suorittajien tietoon. Bioanalyttikko käsittelee kaikkea biologista näytemateriaalia luovuttajan yksityisyyttä ja oikeuksia kunnioittaen (Suomen Bioanalyttikkoliitto Ry 2006). Näytteitä käsiteltiin ammattimaisesti yleisiä ohjeistuksia noudattaen ja tutkimuksen loputtua näytemateriaali hävitettiin asianmukaisesti riskijätteen mukana.

#### **10.4 Oppimisprosessi, ammatillinen kasvu ja kehitys**

Opinnäytetyöprosessi antoi meille valmiuksia ja varmuutta tieteellisen tutkimuksen suunnitteluun ja toteuttamiseen. Teoriaosiota kirjoittaessa tieteellinen kirjoittaminen ja tiedonhakumenetelmät kehittyivät koko prosessin ajan. Opimme myös noudattamaan lähdekriittisyyttä, sillä esimerkiksi kofeiinista on yleisluontoista tietoa tarjolla paljon, mutta luotettavien lähteiden löytäminen oli yllättävän vaikeaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena ei ole saada tieteellisiä tutkimustuloksia, vaan kehittää opiskelijaa soveltamaan taitojaan ammattiopintoihin liittyvässä käytännön asiantuntijatehtävissä (Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu 2012). Pienestä otoskoosta johtuen opinnäytetyön tutkimustuloksia ei voi sellaisenaan soveltaa tieteelliseen käyttöön. Opinnäytetyöllä ei ollut ulkopuolista toimeksiantajaa, joten suunnittelimme opinnäytetyön aiheen ja toteutuksen itsenäisesti. Prosessin kokonaisvaltaisen suunnittelun ansiosta erityisesti organisointi- ja ongelmanratkaisutaidot kehittyivät. Tiivis yhteistyö parin ja yhteistyöryhmien kanssa sekä koehenkilöiden hankinta kehittivät sosiaalisia taitoja ja kasvattivat paineensieto-

kykyä. Opinnäytetyöprosessin aikana tutustuimme myös kemian analyyttorin ja perusverenkuva-analyyttorin käyttöön ja toimintaperiaatteisiin, mistä voi olla hyötyä tulevissa työpaikoissa.

### **10.5 Opinnäytetyön hyödynnettävyys ja jatkotutkimusideat**

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää sosiaali- ja terveysalan preanalytiikan opetuksessa. Tutkimustulokset olisi hyvä varmistaa laajemmalla otosjoukolla, jotta sattuman mahdollisuus saataisiin suljettua pois. Toisena jatkotutkimusideoina voisi tutkia esimerkiksi, kuinka suuret kofeiinimäärät aiheuttavat merkittäviä muutoksia useimpiin parametreihin. Myös eri kofeiinilähteiden vaikutusten vertailu tai kofeiinin pitkäaikaiskäytön vaikutusten selvittäminen voisivat olla hyviä tutkimuskohteita.

## Lähteet

- Alhmen, U. 2001. Kofeiini.  
<http://www.tkukoulu.fi/~tsykl/lt/elintarvike/kofeiini.html>. 20.3.2012.
- Alho, H. & Ahtee, L. 2003. Kahvin muut ainesosat. Teoksessa Salaspuro, M., Kiiänmaa, K., Seppä, K. (toim.) Päihdelääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 141-144.
- American Association for Clinical Chemistry. 2012. Complete Blood Count. The Test. <http://labtestsonline.org/understanding/analytes/cbc/tab/test>. 21.5.2012.
- Aro, A. 2011. Kahvi ja terveys. Lääkärikirja Duodecim.  
[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_osio=&p\\_teos=dlk&p\\_artikkeli=dlk01000](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_osio=&p_teos=dlk&p_artikkeli=dlk01000). 22.2.2012.
- Bjälje, J., Haug, E., Sand, O., Sjaastad, Ø. & Toverud, K. 2009. Ihminen - Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.
- Emedicinehealth. 2012. Hematocrit Blood Test (cont.).  
[http://www.emedicinehealth.com/hematocrit\\_blood\\_test/page4\\_em.htm#what\\_does\\_a\\_low\\_hematocrit\\_mean](http://www.emedicinehealth.com/hematocrit_blood_test/page4_em.htm#what_does_a_low_hematocrit_mean). 16.9.2012.
- Evira 2010. Kofeiinia sisältävien tuotteiden varoitus- ja käyttöohjemerkinnt. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira.  
[http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/valmistus\\_ja\\_myynti/pakkausmerkinnat/varoitusmerkinnat\\_ja\\_kayttoohjeet/kofeiinia\\_sisaltavien\\_elintarvikkeiden\\_varoitus-ja\\_kayttoohjemerkinnt/](http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/valmistus_ja_myynti/pakkausmerkinnat/varoitusmerkinnat_ja_kayttoohjeet/kofeiinia_sisaltavien_elintarvikkeiden_varoitus-ja_kayttoohjemerkinnt/). 21.3.2012.
- Fogelholm, M. & Rehunen, S. 1993. Ravitsemus, liikunta ja terveyst. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Heikkilä, T. 2010. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Hiltunen, L. 2009. Validiteetti ja reliabiliteetti. Jyväskylän yliopisto.  
[http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius\\_ja\\_reliabiliteetti.pdf](http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius_ja_reliabiliteetti.pdf). 10.2.2012.
- Hirvonen, L. 1992. Kahvi ja terveyst. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim.  
[http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/etusivu?p\\_p\\_id=dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku&p\\_p\\_action=1&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku\\_\\_spage=%2Fportlet\\_action%2Fdlehtihakuartikkeli%2Fviewarticle%2Faction&dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku\\_tunnus=duo20328&dlehtihaku\\_view\\_article\\_WAR\\_dlehtihaku\\_p\\_frompage=uusinnumero](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/etusivu?p_p_id=dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku__spage=%2Fportlet_action%2Fdlehtihakuartikkeli%2Fviewarticle%2Faction&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_tunnus=duo20328&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_frompage=uusinnumero). 20.3.2012.
- Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2008. Tilastolliset menetelmät. Helsinki: WSOY.
- Huovinen, M., Kovanen, P. & Strandberg, T. 2011. Totuus kolesterolista. Helsinki: WSOY.
- Ilanne-Parikka, P., Kangas, T., Karpio, E. & Rönnemaa, T. (toim.) 2006. Diabetes. Helsinki: Kustannus Oy Duodesim ja Suomen Diabetesliitto ry.
- Jaarinen, S. & Niiranen, J. 2005. Laboratorion analyysitekniikka. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Kahvi.net. 2012 kofeiini ja nestetasapaino.  
<http://www.kahvi.net/index.php?k=111029>. 21.3.2012.
- Koskinen, P. 2000. Glukoosimäärityksen preanalytiikka. Moodi 6/2000, 176-178.
- Labquality Oy. 2012. Ulkoinen laadunarviointi.  
<http://www.labquality.fi/laadunarviointi-sertifiointi/>. 11.10.2012.

- MacDonald, E. 1998. Keskushermostostimulantit. Teoksessa Pelkonen, O., Ruskoaho, H. (toim.) Lääketieteellinen farmatologia ja toksikologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Mahlamäki, K. 2003. Luuydintutkimukset. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY. 282-289.
- Makkonen, S. & Tuokko, S. 1997. Näytteenotto. Helsinki: Opetushallitus.
- Markkanen, H. 2000. Preanalytiikan yleisimpiä virhelähteitä ja mihin toiminnan parantamisessa tulisi kiinnittää huomiota. *Moodi* 6/2000, 172-175.
- Metsämuuronen, J. 2000. Tilastollisen päättelyn perusteet. Helsinki: International Methelp Ky.
- Mustajoki, P. & Kaukua, J. 2002. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- News medical. 2012. caffeine farmatology. <http://www.news-medical.net/health/Caffeine-Pharmacology.aspx> 19.3.2012.
- Partinen, M., Hublin, C., Sulkava, R. 2005. Ravitseminen ja hermosto. Teoksessa Aro, A., Mutanen, M., & Uusitupa, M. (toim.) Ravitsemustiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Pharmaca Fennica. 2008. Tuoteselosteet A- L. Lääketietokeskus Oy. Helsinki: Painoyhtymä Oy. Porvoo.
- Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu 2012. Tutkintosäntö (17 § Opinnäytetyö). [http://student.pkamk.fi/file.php/33/Tutkintosaanto\\_2012.pdf](http://student.pkamk.fi/file.php/33/Tutkintosaanto_2012.pdf). 4.10.2012
- PubChem. 2012. <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/image/structurefly.cgi?cid=2519&width=400&height=400>. 26.3.2012.
- Scheinin, M. 2012. Lääkeaineiden vaikutusmekanismit. Kustannus Medicina Oy. <http://www.medicina.fi/fato/02.pdf>. 22.3.2012.
- Siloaho, M. 2000. Miten saada näyte säilymään analysoitiin saakka?. *Moodi*. 6/2000, 185-189.
- Sosiaali- ja terveysministeriö. 2006. Kliinisten laboratoriodien korvausten määräysperustetta selvittävän työryhmän raportti. <http://pre20090115.stm.fi/pr1151325062930/passthru.pdf>. 28.2.2012.
- Suomen akatemia. 2007. Hyvä tieteellinen käytäntö. <http://www.aka.fi/fi/A/Tutkijalle/Rahoituksen-kaytto/Eettiset-ohjeet/1-Hyva-tieteellinen-kaytanta/>. 10.2.2012.
- Suomen bioanalytikkoliitto Ry. 2006. Bioanalyttikon, laboratoriohoitajan eettiset ohjeet. [http://www.bioanalytikkoliitto.fi/@Bin/220004/Eettiset+ohjeet+-suomi+2011+\(1\).pdf](http://www.bioanalytikkoliitto.fi/@Bin/220004/Eettiset+ohjeet+-suomi+2011+(1).pdf). 4.10.2012.
- Taanila, A. 2012. Akin menetelmäblogi. Kahden riippuvan otoksen vertailu. <http://tilastoapu.wordpress.com/2012/02/14/kahden-riippuvan-otoksen-vertailu/>. 13.10.2012.
- Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2012. Sydän- ja verisuonisairaudet. [http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa\\_terveydesta/terveys\\_ ja\\_sairaudet/sydan\\_ ja\\_verisuonisairaudet](http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa_terveydesta/terveys_ ja_sairaudet/sydan_ ja_verisuonisairaudet). 11.10.2012
- Tuokko, S., Rautajoki, A. & Lehto, L. 2008. Kliiniset laboratorionäytteet - opas näytteiden ottoa varten. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Valli, R. 2001. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. Jyväskylä: PS- kustannus.
- Virkamäki, A. & Kangas, T. 2011. Verensokeripitoisuuden säätely. Terveyskirjasto. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dia01204](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dia01204). 23.10.1011.

WebMD. 2012. Information and Resources. Complete Blood Count (CBC).  
<http://www.webmd.com/a-to-z-guides/complete-blood-count-cbc>.  
16.9.2012.

## Kutsukirje koehenkilöille

### **Käytätkö päivittäin kofeiinivalmisteita? Haluatko osallistua tutkimukseen?**

Teemme opinnäytetyötä ja tarvitsemme vapaaehtoisia koehenkilöitä. Haemme koehenkilöitä tutkimukseemme, jossa tarkastelemme kofeiinin vaikutusta veren glukoosi-, rasva- ja perusverenkuva-arvoihin. Kiitokseksi tutkimukseen osallistumisesta sinulla on mahdollista saada tietää omat veriarvosasi kyseisistä tutkimuksista.

Jos käytät päivittäin kofeiinipitoisia tuotteita, olet meille sopiva koehenkilö. Kofeiinituotteita ovat muun muassa kahvi, tee, energiajuomat, kofeiinitabletit ja kola-juomat. Kofeiiniyliherkät tai raskaana olevat henkilöt eivät saa osallistua tutkimukseen. Suoritamme tutkimuksen 100 mg Coffein Medipharmia-kofeiinitableteilla, joiden kofeiinimäärä vastaa noin yhtä kahvikupillista. Koehenkilöiltä otetaan kaksi laskimoverinäytettä ja aikaa tutkimukseen osallistumiseen menee noin puoli tuntia.

Näytteenotto tapahtuu Tikkarinteen kampuksen A-talon kolmannessa kerroksessa. Näytteenotto on järjestetty 29.-30.5.2012 (tiistai-keskiviikko). Otamme koehenkilöitä vastaan klo 7.40 ja 11.00 välisenä aikana, joten tule paikalle kun sinulle parhaiten sopii.

Tutkimukset vaativat 10–12 tunnin paastoa, joten olethan syömättä ja juomatta noin kaksitoista tuntia ennen näytteenottoa. Alkoholi- ja tupakointia ei saa nauttia näytteenottoa edeltävänä päivänä ja tupakointia ja raskasta liikuntaa tulisi välttää näytteenottoamuna.

Lisätietoja voit kysellä sähköpostitse tai henkilökohtaisesti.

Tiia Pulkkinen  
tiia.a.pulkkinen@edu.pkamk.fi

Assi Päivinen  
assi.paivinen@edu.pkamk.fi

## Reagenssien ja laaduntarkkailunäytteiden tiedot

Taulukko 14. Sysmex-analysaattorin reagenssien tunnistettavuustiedot.

<b>Nimi</b>	<b>LOT</b>	<b>Viimeinen käyttöpäivä</b>
Cellpack CPK-310A	D1090	30.5.2013
Stromalyser 4DL FFD-220	D1008	20.6.2012
Sulfolyser SLS-210	D1007	1.7.2012

Taulukko 15. Konelab-analysaattorin laaduntarkkailunäytteiden ja reagenssien tunnistettavuustiedot.

	<b>Valmistaja</b>	<b>REF</b>	<b>LOT</b>	<b>Viimeinen käyttöpäivä</b>
Abtrol	Thermo Scientific	981044	F114E	12-2012
Nortrol	Thermo Scientific	981043	F113E	12-2012
Lipotrol	Thermo Scientific	981653	G536C	08-2012
Cholesterol	Thermo Scientific	981813	G247	8-2012
Triglycerides	Thermo Scientific	981786	G720	02-2013
Glucose (GOD-POD)	Thermo Scientific	981379	F667	02-2012
HDL- cholesterol Plus	Thermo Scientific	981824	F539	01-2012

### Konelab-analysaattorin laaduntarkkailunäytteiden viitearvot ja tulokset

Taulukko 16. Abtrol-laaduntarkkailunäytteen viitearvot ja tulokset.

	<b>Tarkka (mmol/l)</b> ⊕	<b>Vaihteluväli (mmol/l)</b>	<b>Saatu arvo</b> <b>29.5.2012</b>	<b>Saatu arvo</b> <b>30.5.2012</b>
Cholesterol	6,8	6,1	6,8 6,8	6,7 7,0
Glucose (GOD- POD)	15,9	14,9-16,9	16,10 15,8	16,1 16,6
Triglyserides	2,07	1,86-2,28	2,05 2,02	2,02 2,12

Taulukko 17. Nortrol-laaduntarkkailunäytteen viitearvot ja tulokset.

	<b>Tarkka (mmol/l)</b> ⊕	<b>Vaihteluväli (mmol/l)</b>	<b>Saatu arvo</b> <b>29.5.2012</b>	<b>Saatu arvo</b> <b>30.5.2012</b>
Cholesterol	4,3	3,9-4,7	4,3 4,2	4,2 4,3
Glucose (GOD- POD)	5,0	4,7-5,3	4,79 4,7	4,6 4,9
Triglyserides	0,74	0,67-0,81	0,72 0,72	0,70 0,73



Taulukko 18. Lipotrol-laaduntarkkailunäytteen viitearvot ja tulokset.

	<b>Tarkka (mmol/l)</b> ⊕	<b>Vaihteluväli (mmol/l)</b>	<b>Saatu arvo</b> <b>29.5.2012</b>	<b>Saatu arvo</b> <b>30.5.2012</b>
Cholesterol	4,5	4,1-5,0	4,4 4,4	4,4 4,6
Glucose (GOD- POD)	1,24	1,12-1,36	1,16 1,33	1,14 <b>1,37</b>
Triglyserides	1,39	1,18-1,60	1,39 1,40	1,40 1,47

**Sysmex-analysaattorin laaduntarkkailunäytteiden tulokset**

Taulukko 19. Laaduntarkkailunäytteen 1 tulokset ensimmäisenä analysointipäivänä.

	<b>Ennen näytesarjaa</b>	<b>Näytesarjan jäl- keen</b>	<b>Sairaalan tulok- set</b>
Leukosyytit	8,02	8,12	8,9
Erytrosyytit	4,07	3,93	3,91
Hemoglobiini	128	123	126
Hematokriitti	37,5	39,3	37
MCV	92,1	100	96
MCH	31,4	31,3	32
MCHC	341	312	336
Trombosyytit	286	276	261

Taulukko 20. Laaduntarkkailunäytteen 2 tulokset ensimmäisenä analysointipäivänä.

	<b>Ennen näytesarjaa</b>	<b>Näytesarjan jäl- keen</b>	<b>Sairaalan tulok- set</b>
Leukosyytit	11,7	11,8	13,3
Erytrosyytit	4,37	4,35	4,33
Hemoglobiini	154	147	147
Hematokriitti	42,9	46	44
MCV	98,2	105,7	102
MCH	35,2	33,8	34
MCHC	359	320	334
Trombosyytit	235	231	246

Taulukko 21. Laaduntarkkailunäytteen 3 tulokset toisena analysointipäivänä.

	<b>Ennen näytesarjaa</b>	<b>Näytesarjan jäl- keen</b>	<b>Sairaalan tulok- set</b>
Leukosyytit	6,41	6,43	6,4
Erytrosyytit	2,52	2,54	2,7
Hemoglobiini	78	78	85
Hematokriitti	22,4	22,6	24
MCV	88,9	89	90
MCH	31	30,7	31
MCHC	348	345	348
Trombosyytit	196	190	-

Taulukko 22. Laaduntarkkailunäytteen 4 tulokset toisena analysointipäivänä.

	<b>Ennen näytesarjaa</b>	<b>Näytesarjan jäl-</b> <b>keen</b>	<b>Sairaalan tulok-</b> <b>set</b>
Leukosyytit	7,58	7,44	7,8
Erytrosyytit	3,29	3,33	3,35
Hemoglobiini	105	105	110
Hematokriitti	32,8	33,3	33
MCV	99,7	100	97
MCH	31,9	31,5	33
MCHC	320	315	336
Trombosyytit	155	159	-

Lisäksi edellisen päivän laaduntarkkailunäytteistä 1 ja 2 analysoitiin trombosyyttiarvot. Laaduntarkkailunäytteessä 1 arvo oli ennen näytesarjaa 285 ja näytesarjan jälkeen 279. Laaduntarkkailunäytteessä 2 arvo oli ennen näytesarjaa 234 ja näytesarjan jälkeen 230.

**Tuloslomake**

Nimi: \_\_\_\_\_

**Perusverenkuva**

B-Leuk: \_\_\_\_\_ x 10<sup>9</sup> /l  
(Valkosolut)

B-Eryt: \_\_\_\_\_ x 10<sup>12</sup> /l  
(Punasolut)

B-Hb: \_\_\_\_\_ g/l  
(Hemoglobiini)

B-HKR: \_\_\_\_\_  
(Hematokriitti)

E-MCV: \_\_\_\_\_ fl  
(Punasolujen keskitilavuus)

E-MCH: \_\_\_\_\_ pg  
(Yksittäisen punasolun hemoglobiinipitoisuus)

E-MCHC: \_\_\_\_\_ g/l  
(Punasolumassan hemoglobiinipitoisuus)

B-Tromb: \_\_\_\_\_ x 10<sup>9</sup> /l  
(Verihiutaleet)

**Viitearvot**

Naiset: 3,4–8,2 x 10<sup>9</sup> /l  
Miehet: 3,4–8,2 x 10<sup>9</sup> /l

Naiset: 3,9–5,2 x 10<sup>12</sup> /l  
Miehet: 4,25–5,7 x 10<sup>12</sup> /l

Naiset: 117–155 g/l  
Miehet: 134–167 g/l

Naiset: 0,35–0,46  
Miehet: 0,39–0,50

Naiset: 82–98 fl  
Miehet: 82–98 fl

Naiset: 27–33 pg  
Miehet: 27–33 pg

Naiset: 315–360 g/l  
Miehet: 315–360 g/l

Naiset: 150–360 x 10<sup>9</sup> /l  
Miehet: 150–360 x 10<sup>9</sup> /l

**Veren rasvat**

fP-Kol: \_\_\_\_\_ mmol/l  
(Kokonaiskolesteroli)

Naiset: alle 5 mmol/l

Miehet: alle 5 mmol/l

fP-Kol-HDL: \_\_\_\_\_ mmol/l  
(HDL-kolesteroli)

Naiset: 1,0–2,7 mmol/l

Miehet: 0,8-2,1 mmol/l

fP-Kol-LDL: \_\_\_\_\_ mmol/l  
(LDL-kolesteroli)

Naiset: alle 3 mmol/l

Miehet: alle 3 mmol/l

fP-Trigly: \_\_\_\_\_ mmol/l  
(Triglyseridit)

Naiset: 0,45–2,6 mmol/l

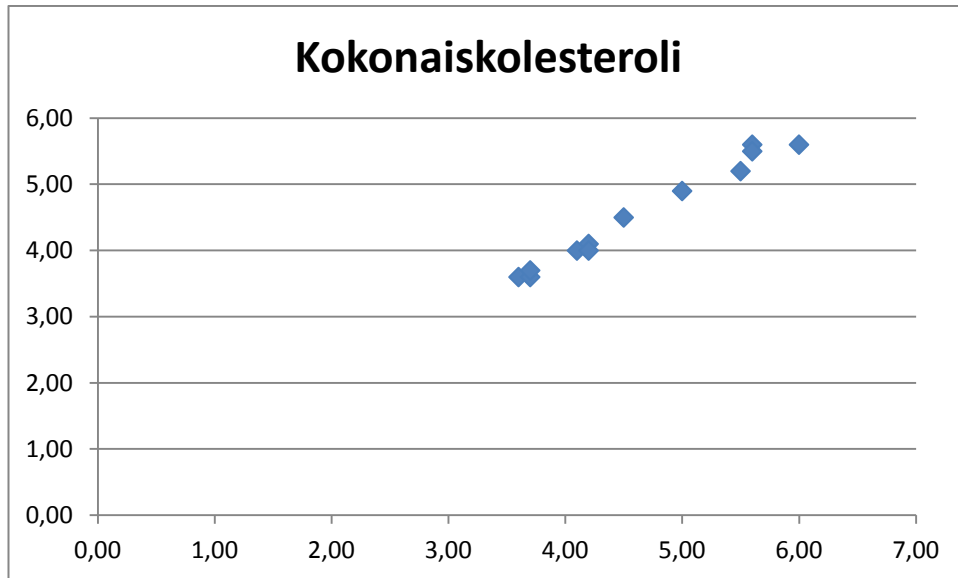
Miehet: 0,45–2,6 mmol/l

**Verensokeri**

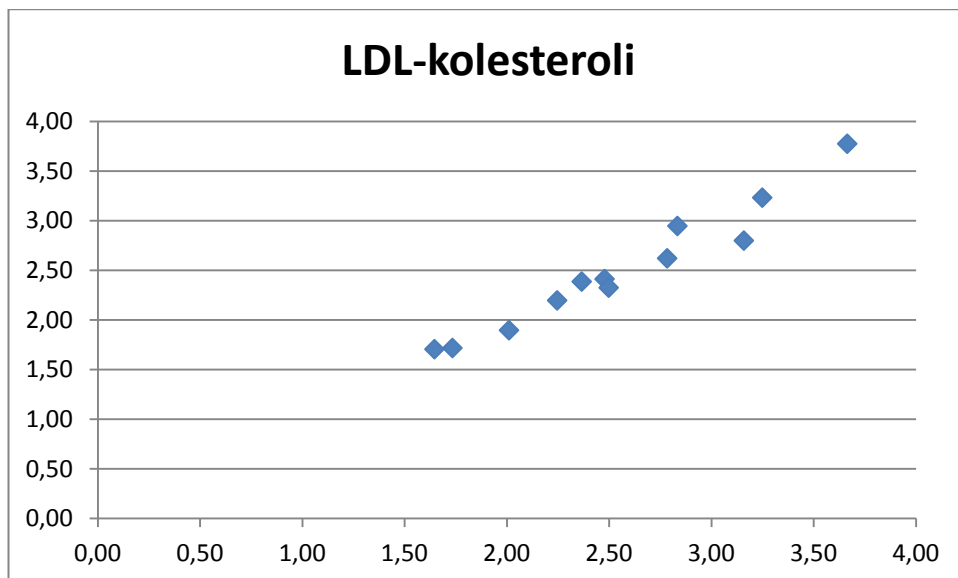
fP-Gluk: \_\_\_\_\_ mmol/l  
(Veren glukoosipitoisuus)

Naiset: 4–6 mmol/l

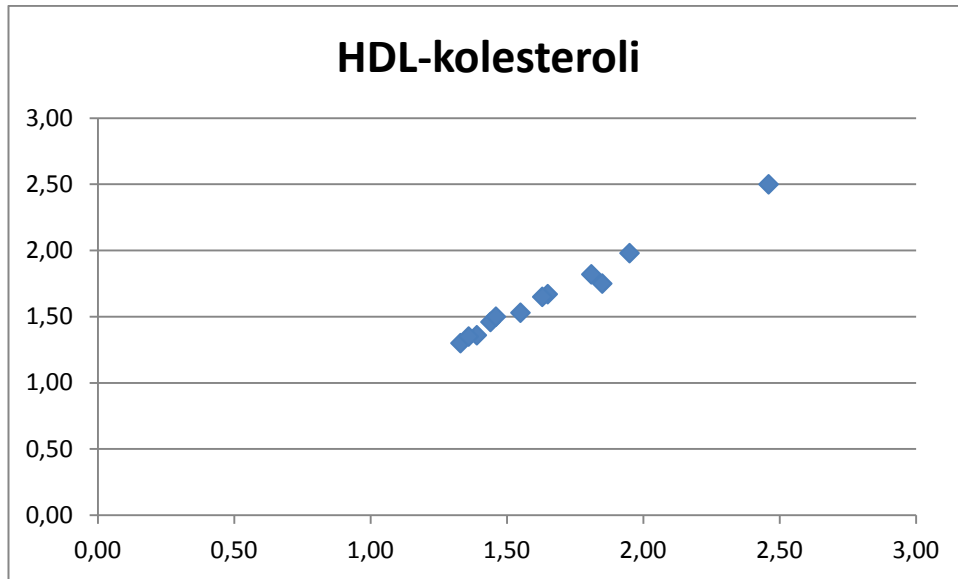
Miehet: 4–6 mmol/l

**Pearsonin korrelaatiokertoimen hajontakuviot****Veren rasva-arvot**

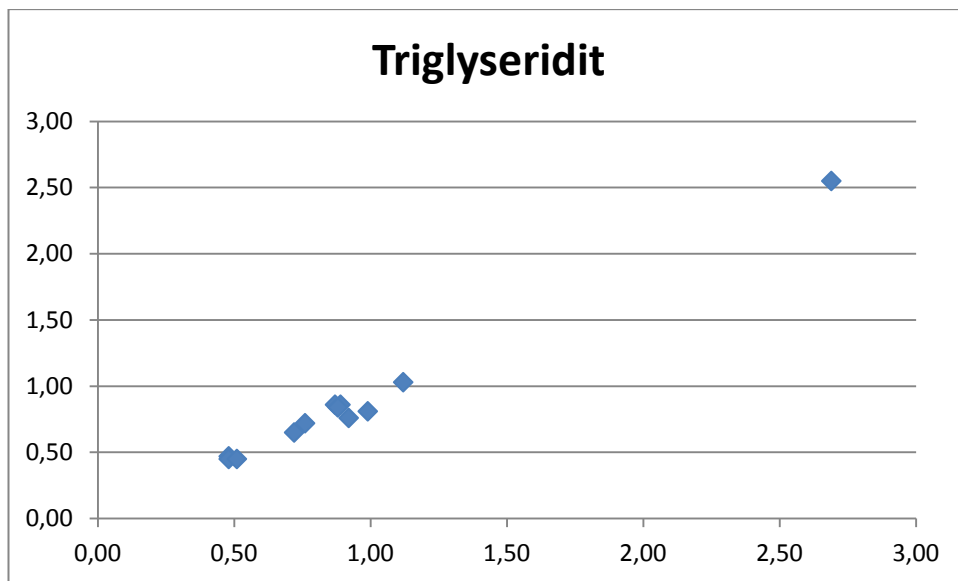
Kuvio 1. Kokonaiskolesteroliarvojen hajontakuvio.



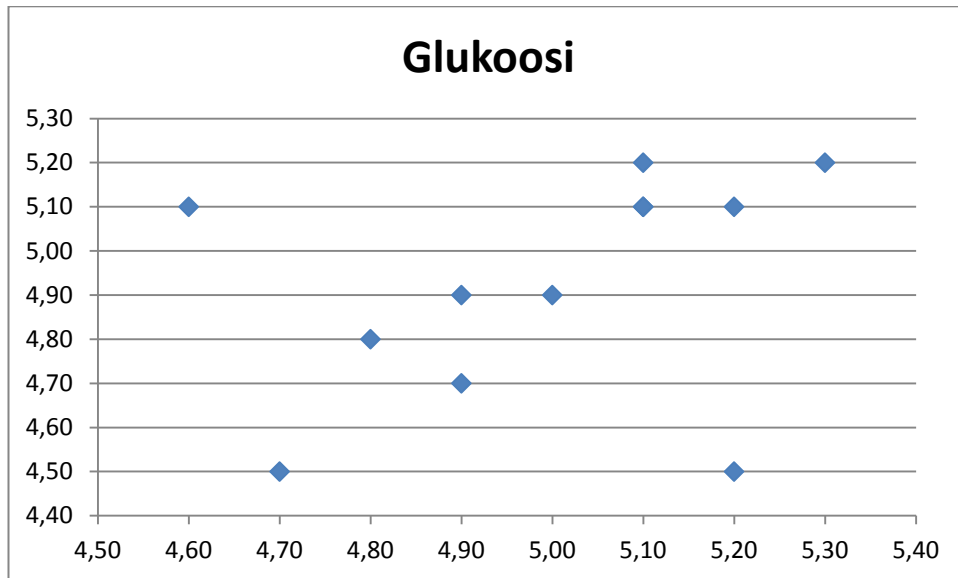
Kuvio 2. LDL-kolesteroliarvojen hajontakuvio.



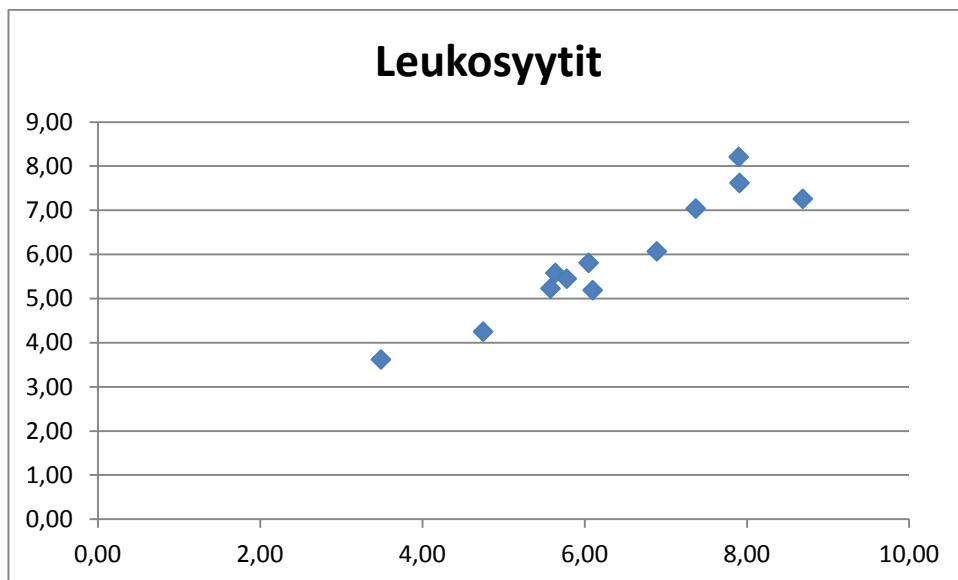
Kuvio 3. HDL-kolesteroliarvojen hajontakuvio.



Kuvio 4. Triglyseridiarvojen hajontakuvio.

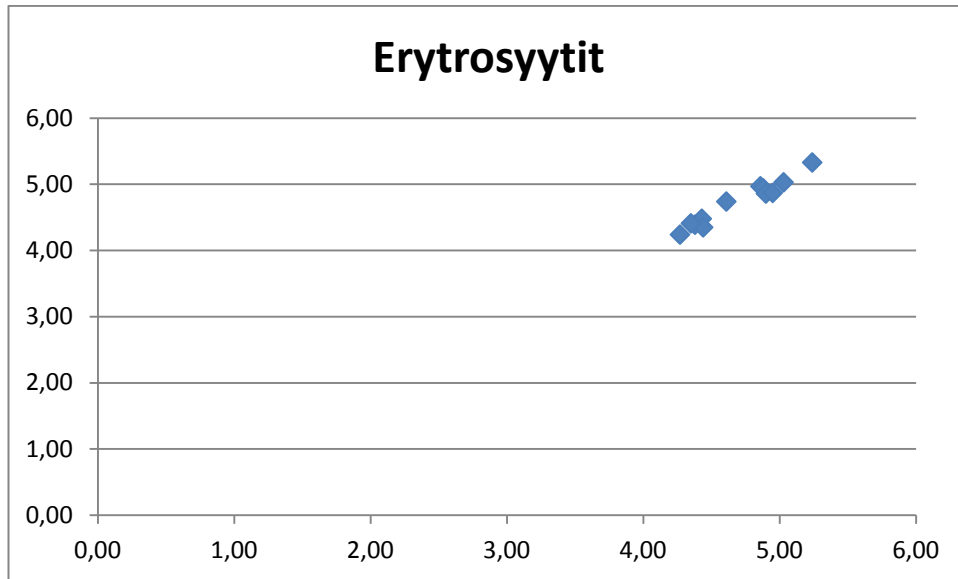
**Veren glukoosiarvot**

Kuvio 5. Glukoosiarvojen hajontakuvio.

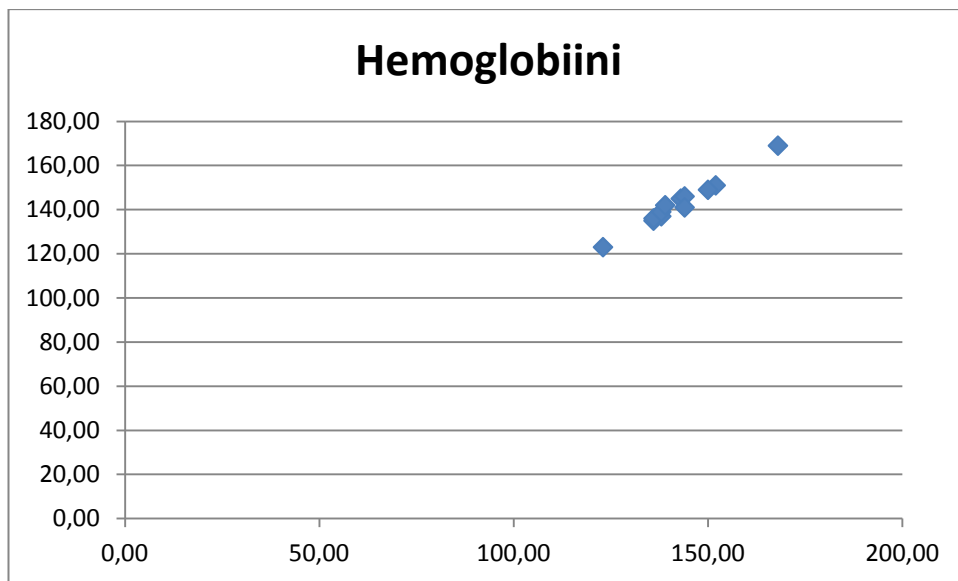
**Perusverenkuva-arvot**

Kuvio 6. Leukosyyttiarvojen hajontakuvio.

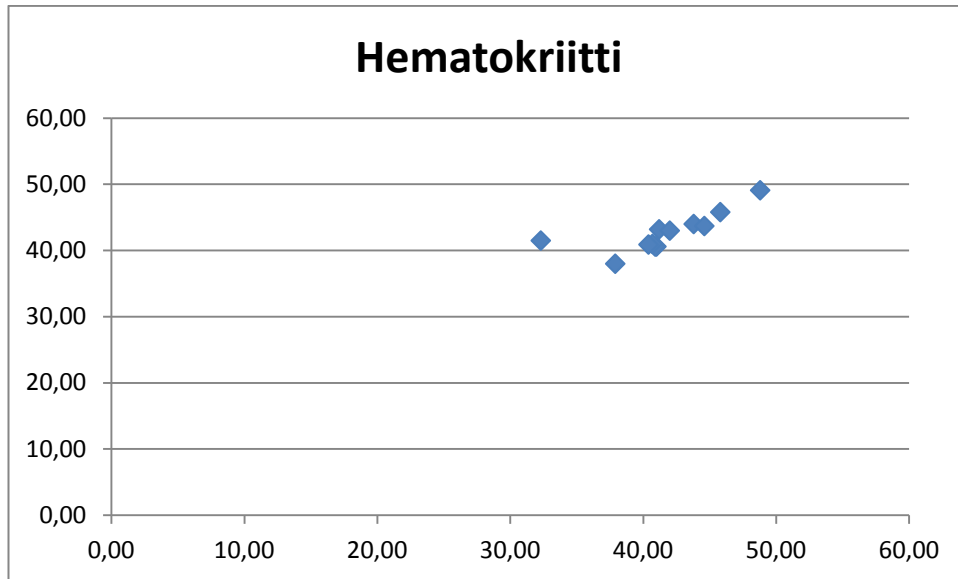




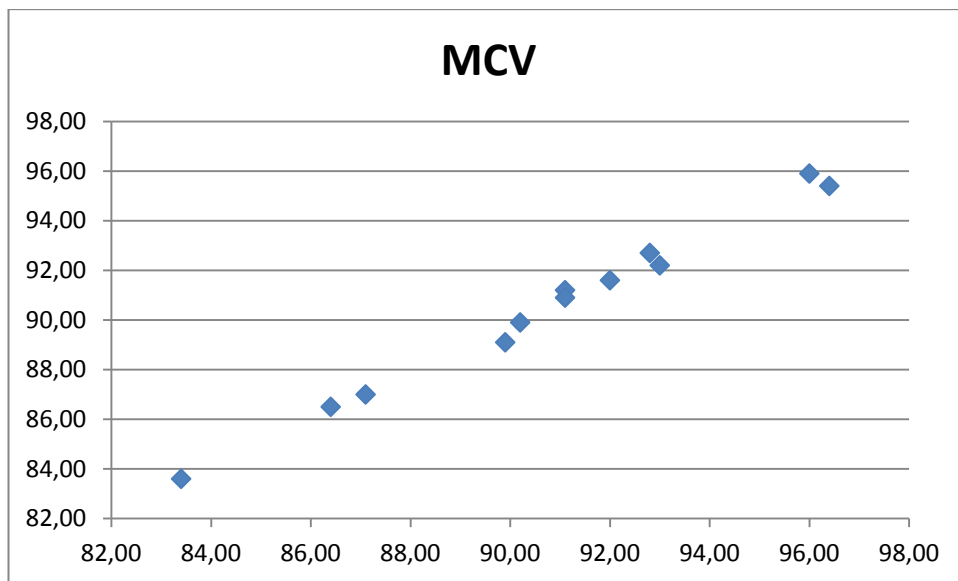
Kuvio 7. Erytrosyyttiarvojen hajontakuvio.



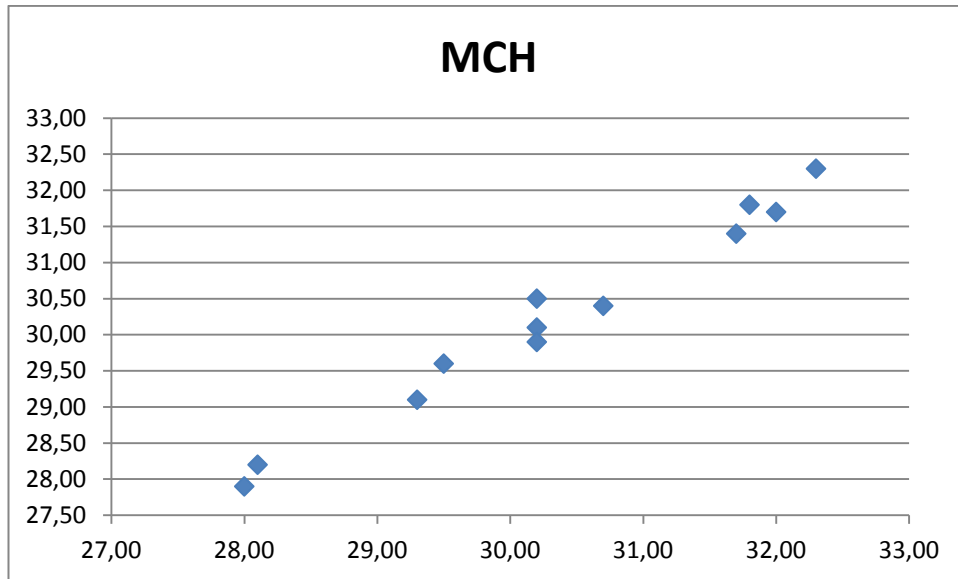
Kuvio 8. Hemoglobiiniarvojen hajontakuvio.



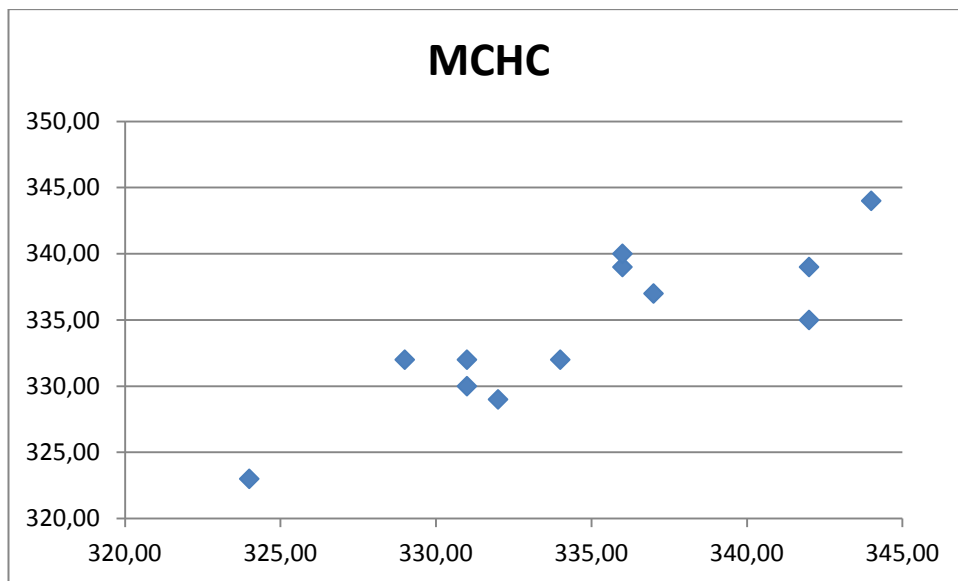
Kuvio 9. Hematokriittiarvojen hajontakuvio.



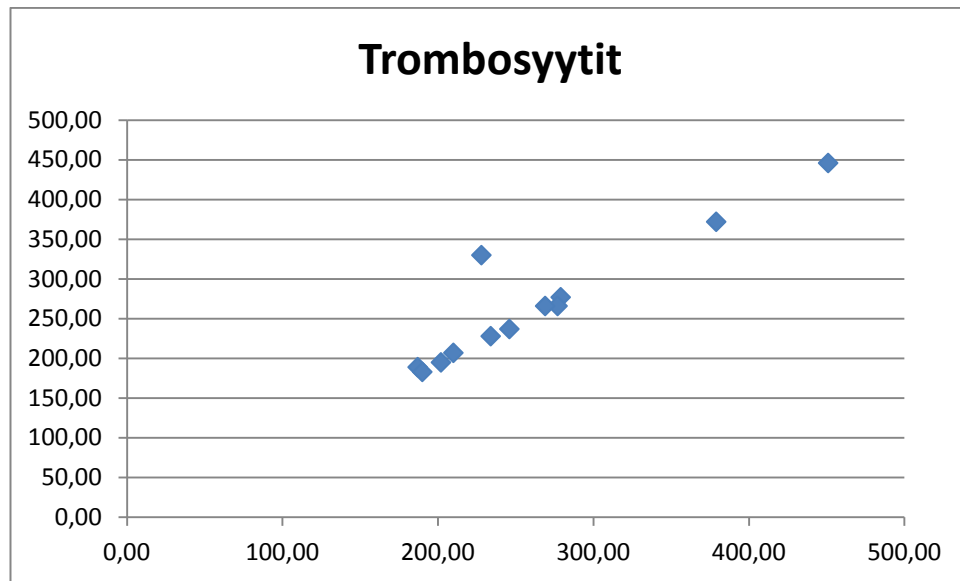
Kuvio 10. MCV-arvojen hajontakuvio.



Kuvio 11. MCH-arvojen hajontakuvio.



Kuvio 12. MCHC-arvojen hajontakuvio.



Kuvio 13. Trombosyyttiarvojen hajontakuvi.

## Opinnäytetyön toimeksiantosopimus



Pohjois-Karjalassa  
AMMATTIKORKEAKOULU

## OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTOSOPIMUS

Toimeksiantaja	
Organisaation nimi:	Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu / Bioanalytiikan ko.
Toimeksiantajan edustaja:	Minna Rokkila ja Eina Lyytikäinen
Osoite:	Sole-keskus, Tikkarinne 9, 80200 Joensuu
Puhelinnumero:	050 364 0347
Sähköposti:	minna.rokkila@pkamk.fi, eina.lyytikainen@pkamk.fi



Opiskelijan/opiskelijoiden tiedot	
Koulutusohjelma:	Bioanalytiikka
Opiskelijanumerot ja nimet:	Tiia Pulkkinen ja Assi Päivinen
Puhelinnumero:	
Sähköposti:	tiia.a.pulkkinen@edu.pkamk.fi, assi.paivinen@edu.pkamk.fi

Toimeksiantajan sitoumukset	
Työn suorittamiseen tarvittavien tilojen ja tarvikkeiden (laitteet, reagenssit, näytteenottotarvikkeet) tilaaminen ja kustantaminen.	

Opiskelijan sitoumukset	
Työn toteuttaminen suunnitelman mukaisesti.	
Tulosten luovuttaminen opetuskäyttöön.	

Opinnäytetyön ohjaus PKAMK:ssa	
Ohjaajat:	Eina Lyytikäinen ja Minna Rokkila

Opinnäytetyön julkisuus	
Opinnäytetyö on julkinen asiakirja ja se voidaan julkaista Theseus-verkkokirjastossa.	

Allekirjoitukset	
Päiväys	Opiskelijan allekirjoitus ja nimenselvennys
11.10.2012	 Tiia Pulkkinen      Assi Päivinen
Päiväys	Toimeksiantajan edustajan allekirjoitus ja nimenselvennys
11.10.2012	 Minna Rokkila      Eina Lyytikäinen