Ella Hilska ja Lotta Jääskö

Mikroputkien sentrifugointiolosuhteiden vaikutus kliinisen kemian ja immunokemian tutkimustuloksiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto

Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

14.11.2025

Tiivistelmä

Tekijät:	Ella Hilska & Lotta Jääskö
Otsikko:	Mikroputkien sentrifugointiolosuhteiden vaikutus kliinisen kemian ja immunokemian tutkimustuloksiin
Sivumäärä:	33 sivua + 2 liitettä
Aika:	14.11.2025
Tutkinto:	Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto
Tutkinto-ohjelma:	Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma
Ohjaajat:	Lehtori Kaisa Rajakylä Erikoistuva kemisti Sanna Mikkola Kemisti Tero Pihlajamaa

---

HUS Diagnostiikkakeskuksen nykyiset mikroputkien sentrifugointiohjeet loivat tarpeen tutkia eri sentrifugointiolosuhteiden vaikutusta yleisimpiin mikroputkista tehtäviin tutkimuksiin. Mikroputkien sentrifugoinnissa voidaan käyttää erilaisia sentrifugeja, mutta kaikissa laboratorioissa ei välttämättä ole käytössä samoja laitemalleja erottelua varten. Esimerkiksi pienen Eppendorf-sentrifugin sijaan mikroputket saatetaan sentrifugoida vakuumiputkille suunnatulla lattia- tai pöytäsentrifugilla, jolloin g-voimat sekä ajat saattavat vaihdella eri laboratorioiden välillä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, aiheuttavatko eri sentrifugointiolosuhteet kliinisesti merkittäviä eroja yleisimpiin mikroputkista määritettäviin kliinisen kemian ja immunokemian tutkimusten tuloksiin. Työ toteutettiin HUS Diagnostiikkakeskuksen automaatiolaboratorion kliinisen kemian pisteelle.

Työtä varten otettiin 20 vapaaehtoiselta verinäytteitä. Jokaiselta vapaaehtoiselta otettiin siipineulalla kaksi lisäaineetonta vakuumiputkea, jonka jälkeen näyte jaettiin 8 litiumhepariini- ja 4 seerumigeelimikroputkeen. Näytteenoton jälkeen mikroputkia sentrifugoitiin neljässä eri olosuhteessa: vertailuolosuhteessa (2 500 g ja 10 min), ja 3 tutkimusolosuhteessa (3300 g ja 10 min, 4000 g ja 10 min sekä 10 000 g ja 5 min). Putkista analysoitiin 17 yleisintä kliinisen kemian ja immunokemian tutkimusta Siemens Healthineers Atellica Solutions -laitteilla.

Työn perusteella voidaan todeta, että tutkittujen analyysien tuloksissa esiintyy vain vähäistä vaihtelua sentrifugointiolosuhteista riippuen. Vaihtelu ei kuitenkaan ole kliinisesti merkittävää. Saatujen tulosten sekä työssä hyödynnettyjen tutkimusartikkeleiden ja putkivalmistaja Sarstedtin ohjeiden perusteella voidaan todeta, että mikroputkia voidaan sentrifugoida laajasti eri sentrifugointiolosuhteilla ilman, että analyysien luotettavuus heikkenee.

Avainsanat: Sentrifugointi, mikroputki, kliininen kemia, immunokemia

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Authors:	Ella Hilska & Lotta Jääskö
Title:	Influence of centrifugation conditions on the results of clinical chemistry and clinical immunochemistry analysed from micro tubes
Number of Pages:	33 pages + 2 appendices
Date:	14 November 2025
Degree:	Bachelor of Health Care
Degree Programme:	Biomedical Laboratory Science
Instructors:	Kaisa Rajakylä, Senior Lecturer Sanna Mikkola, Specializing Clinical Chemist Tero Pihlajamaa, Clinical Chemist

---

The current centrifugation protocols at the HUS Diagnostic Centre created a need to investigate the effect of different centrifugation conditions on the most common tests done in microtubes. Microtubes can be used in different types of centrifuges. However, not all centrifuge types are available in every laboratory. For example, instead of a small Eppendorf centrifuge, samples in microcentrifuge tubes may be separated using floor- and tabletop centrifuges designed for vacuum tubes. Thus, the centrifugal force and time for sample separation may differ between laboratories.

The aim of this thesis was to study if different centrifugation conditions have clinically significant effects on the most common clinical chemistry and immunochemistry tests analysed from samples collected in micro tubes. The study was carried out at the automated clinical chemistry site of the HUS Diagnostic Centre.

In the study, blood was drawn from 20 volunteers. From each volunteer, blood was collected using butterfly needles into two no-additive vacuum tubes. The samples were divided into eight lithium heparin microtubes and four serum gel microtubes and centrifuged with four different conditions as follows: reference (2500 g, 10 min) and three research conditions (3300g, 10min; 4000g, 10min; 10 000g, 5min). The centrifuged samples were analysed with Siemens Healthineeres Atellica Solutions equipment, focusing on 17 of the most common clinical chemistry and immunochemistry tests.

There was some variation between the samples analysed with different centrifugation conditions. However, the differences were not clinically significant. The findings were in line with previous studies and with the protocols of the tube manufacturer Sarstedt. In conclusion, microtubes can be used with varying centrifugation conditions without compromising the quality of the results

Keywords: Centrifugation, microtube, clinical chemistry, clinical immunochemistry

---

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

1 Johdanto 1

2 Ihopistosnäyte mikroputkeen 2

2.1 Lansetin valinta 3
2.2 Ihopistosnäytteen ja laskimoverinäytteen ero 3
2.3 Luotettava ihopistosnäyte 3
2.4 Ihopistosnäytteen virhelähteitä 4

3 Näytteiden sentrifugointi 4

3.1 Vakuumiputkien sentrifugointi 5
3.2 Mikroputkien sentrifugointi 7

4 Tutkittavat analyytit 7

4.1 Kliinisen kemian analyytit 8
4.2 Immunokemian analyytit 9

5 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite sekä tutkimuskysymykset 10

6 Opinnäytetyön menetelmät 11

6.1 Aineiston keruu, näytteiden sentrifugointi ja analysointi 11
6.2 Aineiston analysointimenetelmät 13

7 Tulokset 14

7.1 Sentrifugointiolosuhteiden erot 15
7.2 Esimerkkien tarkastelu 18
7.2.1 Plasman ferritiini 20
7.2.2 Plasman bilirubiini 21
7.2.3 Plasman triglyseridit 22

8 Pohdinta 23

8.1 Tulosten tarkastelu 23
8.2 Johtopäätökset 24
8.3 Laskimoverinäytteen siirtäminen mikroputkiin 24
8.4 Eettisyys 25
8.5 Luotettavuus 26
8.6 Kehittämiskohteet 27
8.7 Ammatillinen kasvu 28

Lähteet 29

Liitteet

Liite 1. Rekrytointikirje henkilökunnalle

Liite 2. Tiedote tutkimuksesta, Henkilötietojen käsittely ja Tutkittavan suostumus

1 Johdanto

Lapsilta voidaan verinäytteet ottaa laskimonäytteen sijaan ihopistosnäytteenä esimerkiksi sormesta tai kantapäästä lansetin avulla. Lasten pienen koon takia heiltä ei voi ottaa suuria tilavuuksia näytteitä vuorokaudessa. (Friman & Kuparinen & Lehto & Liikainen 2021: 140–141, 146, 156; Labquality 2021; Glasgow-Roberts 2021: 36–38; WHO 2010: 41.) Mikroputkia käytetäänkin näyteastiana ihopistosnäytteitä otettaessa. Useimmat laskimonäytteenottoon tarkoitetut vakuumiputket ovat tilavuudeltaan 5 ml, kun taas mikroputket ovat yleisimmin alle 1 ml vetoisia.

Näytteenoton jälkeen sentrifugilla erotellaan veren eri osat toisistaan eli sentrifugoidaan näyte. Raskaimmat hiukkaset eli verisolut vajoavat putken pohjalle. Leukosyytit ja trombosyytit jäävät punasolujen päälle ja verenkierron nestemäinen väliaine eli seerumi tai plasma jää putkessa ylimmäksi. Mitä vähemmän nesteeseen eli seerumiin tai plasmaan jää verisoluja, sitä luotettavampi tulos analyysistä saadaan. Sentrifugointiolosuhteet määräytyvät putkivalmistajan ja käyttötarkoituksen mukaan. Yleensä sentrifugointi tapahtuu 1200–3000 g 5–15 minuutin ajan. (Hänninen & Ruismäki & Seikola & Slöör 2010: 101; Friman ym. 2021: 172; Eerola, Hannaleena 2025; Leeman, Mats & Choi, Jaeyeong & Hansson, Sebastian & Storm, Matilda Ulmius & Nilsson, Lars 2018.)

HUS Diagnostiikkakeskus toimii Suomen johtavana kliinisten laboratorio- ja lääketieteellisten palvelujen tuottajana (HUS Diagnostiikkakeskus). HUS Diagnostiikkakeskuksen nykyisissä mikroputkien sentrifugointikäytännöissä on ollut pieniä eroavaisuuksia, jotka johtuvat muun muassa toimipisteiden välisistä laitekantaeroista. Mikroputkien sentrifugoinnissa voidaan käyttää erilaisia sentrifugeja, ja nykyisen mikroputkitoimittajan ohjeissa esitetään useita vaihtoehtoisia sentrifugointiolosuhdesuosituksia. Kaikissa HUS Diagnostiikkakeskuksen laboratorioissa ei kuitenkaan ole käytössä samoja laitemalleja näytteiden erottelua varten. Esimerkiksi pienen Eppendorf-sentrifugin sijaan mikroputkia saatetaan erotella vakuumiputkille suunnitetuilla lattia- tai pöytäsentrifugeilla, jolloin sekä sentrifugaalivoimat, että sentrifugointiajat saattavat vaihdella eri laboratorioiden välillä. Näin ollen HUS Diagnostiikkakeskuksessa tunnistettiin tarve selvittää erilaisten sentrifugointiolosuhteiden mahdollisia vaikutuksia analyysituloksiin, jotta voidaan varmistaa, ettei preanalyyttisillä toimilla aikaansaada kliinisesti merkittäviä tasoeroja analyysituloksiin.

Työssä hyödynnetyt sentrifugointiin keskittyvät tutkimusartikkelit käsittelevät mikroputkien sijaan erilaisia vakuumiputkia. Cadamuro ym. (2018) tutkimusartikkeleissa todettiin, että näytteet voidaan sentrifugoida 3000 g:n voimalla viiden tai seitsemän minuutin ajan, tuottaen yhtä luotettavat tulokset analyyteistä kuin sentrifugointi 2000 g:n voimalla 10 minuutin ajan. Minder ym. (2011) artikkelissa päädyttiin samankaltaisiin tuloksiin hyödyntäen sentrifugointiolosuhteina WHO:n ohjeissa olevaa 2180 g 15 minuuttia sekä 1870 g 7 minuuttia ja 2180 g 10 minuuttia. Etelä-Pohjanmaan hyvinvointialueella (Åkerman & Anttila 2023) mikroputket sentrifugoidaan samoissa olosuhteissa, kuin vastaavat vakuumiputket (2500 g ja 10 minuuttia). Mikroputkien valmistaja Sarstedt suosittelee viiden minuutin sentrifugointia joko 2000 g tai 10 000 g putken mukaan, mutta vaihtoehtoisesti myös 10 minuuttia välillä 2000 g tai 4000 g aina 10 000 g asti käy (Sarstedt). Sekä kirjallisuuden että putkivalmistajan suositusten perusteella vakuumi- ja mikroputkia voidaan sentrifugoida useilla erilaisilla olosuhteilla ilman, että tulosten välillä havaitaan merkittäviä eroja.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, aiheuttavatko sentrifugointiolosuhteiden vaihtelut muutoksia yleisimpien mikroputkista tehtävien kliinisen kemian ja immunokemian analyysien tuloksiin. Tavoitteena oli tuottaa tietoa, jota voitaisiin tarvittaessa hyödyntää jatkotoimenpiteiden, kuten lisäselvitysten suunnittelussa, sekä näytteiden esikäsittelyohjeistuksien suunnittelussa ja yhtenäistämisessä.

Kliinisessä näytteenotossa ihopistosnäytteet otetaan suoraan mikroputkiin, mutta tässä työssä tarvitut näytteet otettiin laskimonäytteinä ensin lisäaineettomiin vakuumiputkiin, joista näytettä siirrettiin välittömästi tarvittavaan määrään mikroputkia.

2 Ihopistosnäyte mikroputkeen

Ihopistos- eli kapilaarinäyte otetaan pääsääntöisesti sormenpäästä tai kantapäästä. Ihopistos ei vaadi suoniyhteyttä, jonka takia se on hyvä menetelmä pienten lasten näytteenotossa. Pienten lasten laskimonäytteenotto on usein haastavaa, eikä heidän elimistönsä vähäisen verimäärän takia voi ottaa suuria tilavuuksia verta vuorokauden aikana. Lapsilta näyte otetaan kantapäästä, jos he ovat alle kolmen kuukauden ikäisiä sekä alle 5 kg painoisia. Yli kolmen kuukauden ikäisiltä, 5 kg painavilta lapsilta näyte otetaan sormenpäästä. Ihopistosnäytteet otetaan pääsääntöisesti mikroputkiin. Aikuisilta ihopistosnäyte voidaan ottaa sormenpäästä, jos potilaalla on vaikeita palovammoja, merkittävää ylipainoa, tai jos hän pelkää näytteenottoa tai on iäkäs. Pääsääntöi-

sesti aikuisilta suositellaan otettavaksi laskimoverinäyte, ellei kyseessä ole vieritestilaitteella tehtävä tutkimus. Erikoistilanteessa ihopistonäyte voidaan ottaa korvanlehdestä sekä aikuisilta että lapsilta. Lapsilta näyte voidaan myös ottaa isovarpaasta (Friman ym. 2021: 140–141, 146, 156; Labquality 2021; Glasgow-Roberts 2021: 36–38; WHO 2010: 41; Doeleman ym. 2024; Hjelmgren ym. 2021.)

2.1 Lansetin valinta

Ihopistosnäytettä otettaessa on tärkeää valita oikea pistokohta sekä oikeanlainen lansetti. Lansetti valitaan potilaan koon, näytteenottokohdan (sormenpää vai kantapää) ja tarvittavien analyyttien verimäärän perusteella. Jos näytettä halutaan paljon, on suositeltavaa valita viiltävä lansetti, jolla saadaan runsaampi määrä verta, kuin pistävällä lansetilla. Oikean lansetin valinta on tärkeää, koska liian syvälle tehty viilto vaurioittaa liikaa kudosta, aiheuttaen potilaalle tarpeetonta kipua. (Friman ym. 2021: 140–144, 157–158; Labquality 2021; Glasgow-Roberts 2021: 36–38; WHO 2010: 42.)

2.2 Ihopistosnäytteen ja laskimoverinäytteen ero

Ihopistosnäytteen veri eroaa laskimoverestä. Ihopistossa otettu veri muodostuu pääsääntöisesti pienten laskimoiden, valtimoiden sekä hiussuonten verestä. Veressä on lisäksi pieni määrä solunsisäistä nestettä sekä kudosnestettä. Tämän takia ihopistosnäytteiden tulokset poikkeavat joiltain osin laskimoverestä otettujen näytteiden tuloksista. Esimerkiksi hemoglobiini ja syömisen jälkeen mitattu glukoosipitoisuus saattavat olla korkeampia, ja kokonaisproteiini- sekä kalsiumpitoisuus matalampia, kuin laskimoverestä mitattuna. (Labquality 2021; Doeleman ym. 2024.)

2.3 Luotettava ihopistosnäyte

Luotettavan ihopistonäytteen saamiseksi näyte tulisi ottaa nimettömän tai keskisormen sivusta, tai kantapäästä otettaessa sen reunasta. Näytettä ei tulisi ottaa kohdasta, jossa on arpia, mustelmia tai se on tulehtunut ja turvoksissa. Tärkeää olisi valita kohta, jossa ei ole aikaisempaa pistojälkeä, sillä se voi altistaa infektiolle ja näytteen kudosnestekontaminaatiolle. Ihopistoa ei myöskään suositella otettavaksi tippakädestä, tai kädestä, jonka puoleinen rinta tai kainalon imusolmukkeet on poistettu. Ennen pistoa tehdessä on hyvä huolehtia, että pistokohta on puhdas ja kuiva. Näytteenottoa helpottaa alueen lämmittäminen, jolloin verenkierto vilkastuu. Näytteenottajalla täytyy olla suojahanskat kädessä koko näytteenottoprosessin ajan kontaminaation välttämiseksi ja

turvallisuuden takaamiseksi. Näytettä otettaessa lansetin täytyy olla hyvin ihossa kiinni, jotta saadaan ihoon haluttu pistosyvyys. Oikea näytteenottotekniikka on avainasemassa onnistuneessa ihopistosnäytteessä. (Friman ym. 2021: 146, 158; Labquality 2021; Glasgow-Roberts 2021: 36–38; WHO 2010. 42–43; Hjelmgren ym. 2021.)

2.4 Ihopistosnäytteen virhelähteitä

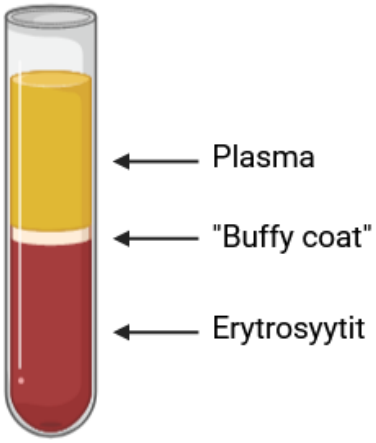
Ihopistosnäytteenoton suurimpina vaikuttavina haittatekijöinä ovat huono näytteenottotekniikka, ja puutteellinen osaaminen. Laatuun vaikuttaa myös monennestako veripisarasta näytteen kerääminen on aloitettu: esim. tromboplastiiniaikaa (INR) tutkittaessa ensimmäistä veripisaraa ei pyyhitä pois, vaikka muissa tutkimuksissa pyyhitään, ja näytteen kerääminen aloitetaan toisesta pisarasta. Ensimmäisessä veripisarassa on mukana kudosnestettä, kudoshiukkasia sekä vähemmän verisoluja, kuin seuraavissa veripisaroissa. Näytteenottoon vaikuttaa myös potilaan raajan lämpötila: viileästä kädestä/sormesta veri valuu hitaammin kuin lämpimästä kädestä, ja näytemäärä voi jäädä vajaaksi. Tällöin näytteenotto joudutaan aloittamaan alusta, aiheuttaen potilaalle epämukavuutta. Myös näytekohdan puristaminen, ja näytteen kaapiminen ihon pinnalta mikroputkeen ovat häiritseviä tekijöitä. (Friman ym. 2021: 148–149, 151–152; Labquality 2021; Glasgow-Roberts 2021: 36–38; WHO 2010: 42–43: Hjelmgren ym. 2021.)

Virhelähteiden takia punasolut voivat hajota, näytteestä voi tulla liian laimeaa kudosnesteen takia tai elimistön hyytymisreaktiot voivat aktivoitua. Näytteen laimenemista voi aiheuttaa myös huonosti kuivattu pistoskohta sekä iholle jäänyt desinfektioaine. Desinfektioaine voi myös aiheuttaa punasolujen hajoamista eli hemolyysiä, ja iholle jääneet epäpuhtaudet huonon puhdistuksen takia voivat johtaa virheelliseen tulokseen. (Friman ym. 2021: 148–149, 151–152; Labquality 2021; Hjelmgren ym. 2021.)

3 Näytteiden sentrifugointi

Sentrifugi on laboratoriossa käytettävä laite, jolla erotellaan näytteen eri osat toisistaan pyörittämällä näyteputkea nopeasti. Verinäyte jakautuu eri osiin, joita ovat verisolut eli erytrosyytit (punasolut), trombosyytit (verihiutaleet) ja leukosyytit (valkosolut) sekä plasma ja seerumi. Plasma ja seerumi ovat verenkierrossa olevia nestemäisiä väliaineita. Väliaineet erottavat toisistaan hyytymistekijöiden avulla: seerumista puuttuu hyytymistekijät, mutta plasmassa niitä on. Näytettä sentrifugoitaessa raskaimmat hiukkaset eli verisolut vajoavat putken pohjalle. Leukosyytit, ja trombosyytit jäävät punasolujen

päälle (buffy coat -kerros), ja seerumi tai plasma jää putkessa ylimmäksi. Mitä vähemmän nesteeseen eli seerumiin tai plasmaan jää verisoluja, sitä luotettavampi tulos analyysistä saadaan. (Hänninen ym. 2010: 101; Friman ym. 2021: 172; Eerola, Hannaleena 2025; Leeman, Mats & Choi, Jaeyeong & Hansson, Sebastian & Storm, Matilda Ulmius & Nilsson, Lars 2018.)



Kuva 1. Sentrifugoitu litium-hepariiniputki: ylimpänä putkessa plasma, keskellä leukosyyteistä ja trombosyyteistä koostuva buffy coat, kerros, ja alimpana erytrosyytit. Kuva tehty BioRender-palvelussa.

Sentrifugoitaessa näytteelle asetetaan sille suunnattu kierrosnopeus. Kliinisessä laboratoriossa käytettävien sentrifugien tavallinen pyörimisnopeus vaihtelee 1800 kierrosnopeudesta jopa 4000 kierrosnopeuteen minuutissa (rpm, revolutions per minute). Näytteen erottumiskykyyn vaikuttaa myös laitteen roottorin koko, eli partikkelien etäisyys pyörimisakselin keskipisteestä. Mitä suurempi roottorin säde, sitä parempi erottumiskyky on. Näytteeseen kohdistuvasta voimasta käytetään nimitystä G-arvo (RCF, relative centrifugal force), joka kuvaa sentrifugoinnin tehokkuutta. Sentrifugointiolosuhteet määräytyvät putkivalmistajan ja käyttötarkoituksen mukaan. Yleensä sentrifugointi tapahtuu 1200–3000 g 5–15 minuutin ajan. (Hänninen ym. 2010: 101; Friman ym. 2021: 172.)

3.1 Vakuumiputkien sentrifugointi

Cadamuro ym. (2018) tutkimusartikkelissa “Influence of centrifugation conditions on the results of 77 routine clinical chemistry analytes using standard vacuum blood collection tubes and the new BD-Barricor tubes” käsiteltiin eri sentrifugiasetusten vaikutusta

kliinisen kemian analyyttien tuloksiin. Tutkimuksessa käytetyt näytteet kerättiin BD:n Vacutainer litium-hepariinigeeli- ja seerumiputkiin sekä mekaanisen erottimen sisältävän BD Vacutainer Barricor-litium-hepariiniputkeen. Tutkimuksen toteutusvaiheessa kolmea litium-hepariinigeeliputkea, kolmea seerumigeeliputkea, ja kahta litiumhepariini Barricor-putkea sentrifugoitiin eri olosuhteissa. Näytteistä litiumhepariini- ja seerumigeeliputkia sentrifugoitiin kolmessa eri olosuhteessa: 2000 g 10 minuuttia, ja 3000 g 7 minuuttia sekä 5 minuuttia. Barricor-putket sentrifugoitiin kahdessa olosuhteessa: 2000 g 10 minuuttia sekä 3000 g 5 minuuttia. (Cadamuro ym. 2018.)

Sentrifugoinnin jälkeen halutut analyytit tutkittiin Roche COBAS-laitteella. Sentrifugiasetuksia vertaillessa analyyttien tuloksissa ei todettu muissa poikkeamia, kuin vapaassa hemoglobiinissa (fHb). Sentrifugointi seitsemän minuutin ajan 3000 g kohotti fHb-pitoisuutta. Muutokset pienenivät tai katosivat, kun sentrifugoinnin aika vähennettiin 5 minuuttiin. Lopputulema oli, että näytteitä voidaan sentrifugoida tutkittuja analyyttejä varten 3000 g joko 7 tai 5 minuutin ajan. Tulokset olivat yhtä luotettavia, kuin näytteiden, joita sentrifugoitiin 2000 g 10 minuutin ajan. Kuitenkin hemolyysille erittäin herkkien analyyttien kohdalla pienikin pitoisuuden kohoaminen voi vaikuttaa tuloksen hylkäämiseen. (Cadamuro ym. 2018.)

Minder ym. (2011) tutkimusartikkelissa “Effects of different centrifugation conditions on clinical chemistry and Immunology test results” haluttiin selvittää tarkempaa tietoa sentrifugien olosuhteiden vaikutuksesta rutiininomaisiin kliinisen kemian ja immunologian analyyseihin. Tutkimuksessa käytettiin 74 eri parametria, hyödyntäen 44 eri potilaan näytteitä. Näytteet otettiin laskimosta siipineulalla kuuteen Greinerin Bio-One Vacuette geelierottimilliseen litium-hepariiniputkeen. Kolme putkista oli saatavilla Euroopan markkinoilla ja toiset kolme Yhdysvaltain markkinoilla. Sentrifugointiolosuhteet, joita käytettiin, olivat WHO:n ohjeistama 2180 g 15 minuuttia, sekä muut olosuhteet 1870 g 7 minuuttia ja 2180 g 10 minuuttia. Tulokset analysoitiin COBAS 6000- laitteella. Tutkimuksessa käytetyt eri sentrifugointiolosuhteet antoivat yhtä luotettavat tulokset tutkituille analyyteille. Näin ollen tutkimuksessa käytetty 1870 g 7 minuuttia on yhtä hyvä valinta näytteiden sentrifugoimiseen, kuin WHO:n ehdottama 2180 g 15 minuuttia. (Minder ym. 2011.)

Vakuumiputkien sentrifugointiin soveltuu laajasti erilaisia olosuhteita, aina 5 minuutin sentrifugointiajasta 15 minuutin sentrifugointiaikaan. Käytettävä G-voima voi vaihdella ajan mukaan noin 1 870 g:n ja 3 000 g:n välillä. (Cadamuro ym. 2018; Minder ym 2011.)

3.2 Mikroputkien sentrifugointi

Opinnäytetyössä käytettiin Sarstedtin Microvette®-näytteenottoputkia. Alla olevassa taulukossa on esitetty valmistajan sentrifugointiohjeet kyseisille putkille. Valmistajan pääasiallinen suositus on sentrifugoida näyteputkia viiden minuutin ajan, joko 2 000 g:n tai 10 000 g:n voimalla, riippuen putkesta. Vaihtoehtoisesti putkia voidaan sentrifugoida pidempään joko suuremmalla voimalla (litium-hepariiniputki) tai pienemmällä voimalla (seerumi- ja geeliputket). Sarstedt mainitsee myös, että geelittömiä Microvette®-putkia voidaan sentrifugoida sekä ”fixed-angle”-tyyppisissä sentrifugeissa (putket asetetaan kiinteään pidikkeeseen, esim. 30° kulmaan) että ”swing-out”-tyyppisissä sentrifugeissa (putket asetetaan pystyyn, ja pidike liikkuu 90° kulmaan sentrifugoinnin aikana). Geeliä sisältävät putket on suunniteltu käytettäväksi swing-out-sentrifugeissa, eikä fixed-angle-sentrifugien käyttö ole validoitua eikä suositeltavaa (Sarstedt).

Lisäaine	Suositus		TAI	Vaihtoehtoinen suositus	
Li-hepariini	5min	2 000 x g		10 min	2 000 - 10 000 x g
Seerumi		10 000 x g			
Seerumi geeli					4 000 - 10 000 x g
Li-hepariini geeli					

Taulukko 1. Putkivalmistaja Sarstedtin ohjeet Microvette®-putkien sentrifugointiin huoneenlämmössä (20°C) (Sarstedt).

Etelä-Pohjanmaan hyvinvointialueella mikroputkiin liitetään BD Microtainer Tube Extender -jatke, ja näytteet sentrifugoidaan samoissa olosuhteissa, kuin vastaavat vakuumiputket. Åkermanin ja Anttilan (2023) tekemässä ohjeessa mainitaan, että yleisin sentrifugointiaika verinäytteille on 10 minuuttia, ja RFC-arvona käytetään 2 500 g. Automaatioradalla hepariiniplasma- ja seeruminäytteille käytetään 10 minuutin sentrifugointia 1 800 g (Åkerman & Anttila 2023).

4 Tutkittavat analyytit

Tutkimukseen valikoitui yleisimpiä HUS Diagnostiikkakeskuksessa mikroputkista tehtäviä tutkimuksia. Näytteiden osalta tarkasteltiin sekä litium-hepariiniplasmaa, jota hyödynnetään pääasiallisesti näytemateriaalina, että seerumia.

4.1 Kliinisen kemian analyytit

Automaatiolaboratorion kemian analysaattorina toimii HUS Diagnostiikkakeskuksessa Siemens Healthineers Atellica® CH 930. Kliinisen kemian analysaattorilla voidaan tutkia esimerkiksi elimistön entsyymejä (kuten aspartaattiaminotransferaasia (ASAT) ja alaniiniaminotransferaasia (ALAT)), aineenvaihduntatuotteita (kuten bilirubiinia), elektrolyyttejä (kuten natriumia, kaliumia ja kloridia) sekä monia proteiineja (kuten C-reaktiivista proteiinia (CRP) sekä transferriiniä). (Siemens Healthineers.)

Taulukko 2. Kliinisen kemian analyytit.

P-ALAT	Alaniiniaminotransferaasi on aminohappojen aineenvaihduntaan liittyvä entsyymi, jota on maksasolujen sisällä. Pitoisuus kohoaa mm. maksasoluvaurioiden ja maksatulehduksien eli hepatiittien yhteydessä. Tutkimus otetaan litium-hepariiniputkeen. Hemolyysi aiheuttaa virheellisesti kohonneita arvoja. (HUS 2024a; Tunturi 2021a.)
P-AFOS	Alkalinen fosfataasi on maksasoluissa toimiva entsyymi, jota esiintyy myös luustossa ja suolistossa. Pitoisuudella voidaan selvittää tai seurata maksan, sappiteiden ja luuston sairauksia. Tutkimus otetaan litium-hepariiniputkeen. Hemolyysi vaikuttaa tuloksen luotettavuuteen. (HUS 2024b; Tunturi 2021b.)
P-AmylP	Haimaperäisen amylaasin pitoisuudella voidaan selvittää epäselvän akuutin ylävatsakivun syytä, esimerkiksi epäiltäessä haimatulehdusta. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. (HUS 2024c; Eerola 2021a.)
P-ASAT	Aspartaattiaminotransferaasin pitoisuutta käytetään maksasairauksien ja lihastautien selvittelyyn sekä hepatiittien erotusdiagnostiikassa. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. Hemolyysi voi aiheuttaa virheellisesti kohonneita arvoja, ja häiritsee määritystä. (HUS 2024d.)
P-Bil	Tutkimuksessa selvitetään konjugoimattoman ja konjugoituneen bilirubiinin yhteenlaskettu määrä. Bilirubiini koostuu vanhoista hajonneista punasoluista. Tutkimus tehdään selvitellessä maksan tai sappiteiden sairauksia sekä syitä keltaisuudelle, elimistön hemolyyttisille tiloille ja hemolyysin diagnostiikassa. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. (HUS 2024e; Tunturi 2021c.)
P-Gluk	Tutkimuksessa selvitellään heikentyneen paastoglukoosin (fP-Gluk) syytä, mahdollista diabetesta sekä diabeteksen hoitotasapainoa. P-Gluk tutkimus otetaan pääsääntöisesti potilailta, joiden tila on akuutti tai eivät kykene paastoamaan 8 tuntia. Näyte otetaan sitraattifluoridiputkeen. Lapsilta tutkimus voidaan ottaa myös ihopistonäytteenä litium-hepariinigeeli-mikroputkeen. (HUS 2023b; Tunturi 2021d.)
P-Ca	Tutkimuksessa mitataan veren kokonaiskalsiumin määrää, jota halutaan tutkia kalsiuminaineenvaihdunnan häiriöissä ja niiden seurannassa. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. (HUS 2023c; Eerola 2022.)
P-Krea	Kreatiniini tutkimuksella selvitetään munuaisten toimintaa. Kreatiniini poistuu elimistöstä munuaisten kautta, joten mahdolliset munuaisten häiriötilat näkyvät kreatiniinipitoisuuksissa. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. (HUS 2023d; Tunturi 2023.)

P-LD	Laktaattidehydrogenaasi on entsyymi, jota esiintyy solun sytosolifraktiossa. LD:tä esiintyy monissa kudoksissa, ja pienikin elinvaurio johtaa nopeasti sen nousemiseen useiden elimien kohdalla. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. Hemolyysi vaikuttaa tuloksen luotettavuuteen. (HUS 2023e.)
P-Mg	Magnesium osallistuu useisiin aineenvaihdunnan tapahtumiin, ja sen lisääntynyt tai alentunut määrä voi johtua useista eri syistä, esimerkiksi suoliston imeytymishäiriöstä tai lisääntyneestä poistumisesta. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. (HUS 2023f; Mustajoki 2022a.)
S-Prealb	Prealbumiini on maksan syntetisoima proteiini, joka toimii plasmassa tyroksiinin kuljettajana yhdessä globuliinin kanssa, sekä A-vitamiinin kuljettajana. Prealbumiinia mitataan aliravitsemustilaa sekä maksan toimintaa selvittäessä. Näyte otetaan seerumi-geeliputkeen. (HUS 2024f.)
S-Prot	Seerumin proteiinia (S-Prot) mitataan selvitettäessä proteiiniaineenvaihduntaa, erityisesti paraproteinemiaa. Tutkimusta hyödynnetään myös nestetasapainon seurannassa. Näyte otetaan seerumi-geeliputkeen. (HUS 2024g.)
P-Trigly	Triglyseridit ovat ihmisen kehossa olevaa rasvaa, ja kohonneiden tai alentuneiden arvojen takana voi olla mm. geenit, alkoholismin aiheuttama rasvamaksa, huonossa hoitotasapainossa oleva diabetes, munuaisten vajaatoiminta, sekä jotkut lääkkeet, kuten beetasalpaajat ja estrogeenia sisältävät ehkäisypillerit. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. (HUS 2023h; Mustajoki 2022b; Tunturi 2021f.)
P-Urea	Urea on maksassa muodostuva aminohappojen typpiaineenvaihdunnan lopputuote. Tutkimuksella selvitellään munuaisten toimintaa. P-Urea kertoo herkemmin munuaisten vajaatoiminnasta kuin P-Krea, mutta sen pitoisuuteen vaikuttaa muutkin syyt, kuten maksan tila, nestetasapaino ja ravitsemus. Näyte otetaan litium-hepariiniputkeen. (HUS 2024i; Eerola 2021d.)

4.2 Immunokemian analyytit

Immunokemian analysaattorina toimii HUS Diagnostiikkakeskuksessa Atellica® Solutions IM 1600. Immunokemian analysaattorilla voidaan tutkia muun muassa hormonipitoisuuksia (kilpirauhasen toimintaan liittyviä hormoneja, kuten tyreotropiini ja tyroksiini, lisääntymiseen liittyviä hormoneja, kuten testosteronia ja koriongonadotropiini (hCG), sekä kortisolia) ja eri virusten antigeenejä sekä vasta-aineita (esim. hepatiitit tai HIV). (Siemens Healthineers). Kaikki mukana olevat immunokemian analyytit tehdään litium-hepariiniplasmasta.

Taulukko 3. Immunokemian analyytit.

P-Ferrit	Ferritiini on raudan varastoproteiini, jonka pitoisuus kuvastaa kehon rautavarastojen määrää. (HUS 2023a; Eerola 2021b.)
P-proBNP	Sydänlihaksen venyessä sydänsolut alkavat erittämään natriureettista peptidiä. Kohonneet arvot viittaavat esimerkiksi äkilliseen sydämen vajaatoimintaan, krooniseen vajaatoimintaan tai sepelvaltimokohtaukseen. (HUS 2023g; Eerola 2021c.)
P-TSH	Tyreotropiini on aivolisäkkeen erittämä hormoni, joka säätelee kilpirauhasen toimintaa. (HUS 2023i; Tunturi 2021e.)
P-T4-V	Tyroksiini on kilpirauhasessa tuotettu hormoni, joka osallistuu aineenvaihdunnan säätelyyn ainoastaan vapaana verenkierrossa ollessa. (HUS 2024h; Tunturi 2021g.)

5 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite sekä tutkimuskysymykset

HUS Diagnostiikkakeskuksen nykyiset mikroputkien sentrifugointikäytännöt loivat tarpeen tutkia eri olosuhteiden vaikutusta yleisimpiin niistä tehtäviin tutkimuksiin. Mikroputkien sentrifugoinnissa voidaan käyttää erilaisia sentrifugeja, mutta kaikissa laboratorioissa ei välttämättä ole käytössä samoja laitemalleja näytteiden erottelua varten. Esimerkiksi pienen Eppendorf-sentrifugin sijaan mikroputkia saatetaan erotella vakuumiputkille suunnitetuilla lattia- tai pöytäsentrifugeilla. Tällöin sekä g-arvot että sentrifugointiajat saattavat vaihdella eri laboratorioiden välillä.

Työn tarkoituksena oli selvittää, aiheuttavatko sentrifugointiolosuhteiden vaihtelut muutoksia yleisimpien mikroputkista tehtävien kliinisen kemian ja immunokemian analyysien tuloksiin.

Työn tavoitteena oli tuottaa tietoa, jota voitaisiin tarvittaessa hyödyntää jatkotoimenpiteiden, kuten lisäselvitysten suunnittelussa, sekä näytteiden esikäsittelyohjeistuksien suunnittelussa ja yhtenäistämisessä.

Tutkimuskysymyksinä on:

1. Onko vertailuolosuhteen ja kolmen testausolosuhteen tuloksissa havaittavissa tilastollisesti merkitseviä eroja?

2. Jos eroja on, ovatko ne kliinisesti merkitseviä, ja korostuuko joku tietty olosuhde?

Tutkimuksessa testattiin näytteiden sentrifugointia kolmessa eri olosuhteessa vertailuolosuhteen (2500 g ja 10 min) lisäksi. Olosuhteet olivat 3300 g ja 10 minuuttia, 4000 g 10 minuuttia sekä 10 000 g ja 5 minuuttia.

6 Opinnäytetyön menetelmät

Opinnäytetyön tilaajana toimi HUS Diagnostiikkakeskuksen automaatiolaboratorion kliinisen kemian työpiste, jossa myös työn tutkimuksellinen osuus suoritettiin keväällä 2025. Opinnäytetyö on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus, jonka tarkoituksena on kohteen kuvaaminen ja tulkitsemisen, tilastojen ja numeroiden avuin (Jyväskylän yliopisto). Työssä vertaillaankin erilaisten sentrifugointiolosuhteiden eroja keskenään.

Mukaan valikoituneet analyytit ovat yleisimpiä mikroputkista tutkittavia tutkimuksia. Sentrifugointinopeudet ja -ajat valittiin kemistien toiveista, ja ne pohjautuvat laboratorion omiin ja putkivalmistajan ohjeisiin.

Työ suoritettiin Meilahden automaatiolaboratoriossa kolmena peräkkäisenä päivänä. Ensimmäinen ja toinen päivä aloitettiin ottamalla verinäytteet 10 vapaaehtoiselta. Tämän jälkeen näytteet sentrifugoitiin oikeissa olosuhteissa, ja analysoitiin automaatiolaboratorion Siemens Healthineers Atellica® Solutions -laitteilla CH 930 (kliinisen kemian analyytit) ja IM 1600 (immunokemian analyytit). Tuloksia kirjattiin ylös kolmantena päivänä.

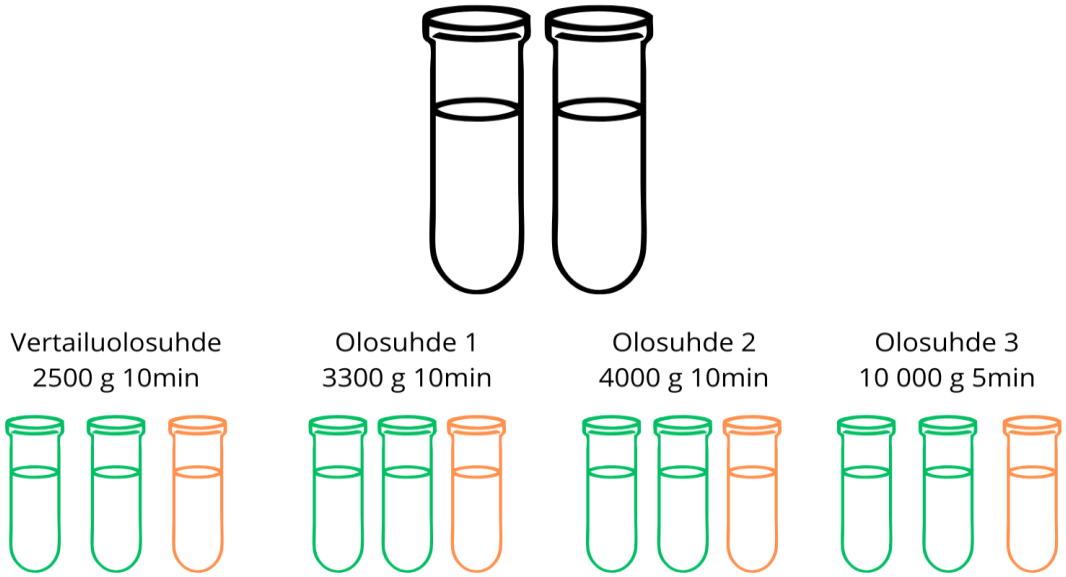
Opinnäytetyön tutkimuksellisen osuuden kustannuksista vastasi kokonaisuudessaan HUS Diagnostiikkakeskus. Kustannukset muodostuivat mm. tehtyjen analyysien hinnoista, käytetyistä laitteista ja välineistä, kulututustavaroista (mm. näytteenottovälineet ja putket) sekä ohjaajien ja vapaaehtoisten osallistujien opinnäytetyöhön käyttämästä työajasta.

6.1 Aineiston keruu, näytteiden sentrifugointi ja analysointi

Opinnäytetyön aineistoksi kerättiin yhteensä 20 vapaaehtoiselta laboratorion henkilökunnan jäseneltä laskimoverinäytteitä. Tutkimukseen osallistuvat ovat terveitä aikuisia. Rekrytointi tutkimukseen tehtiin sähköpostitse ja se oli vapaaehtoista. Rekrytointikirje on esiteltynä liitteessä 1.

Opinnäytetyöntekijät vastasivat vapaaehtoisten näytteenotosta. Näytteenoton yhteydessä putket tarroitettiin käyttämällä tilapäisiä pyyntötulostunnisteita, joissa käytettiin kuvitteellisia henkilötunnuksia. Näytteiden analysointi ja tulosten käsittely tapahtui pseudonymisoituna, mutta opinnäytetyössä itsessään tuloksia käsiteltiin anonyymisti. Tutkimukseen osallistuvilla oli pseudonymisoitujen näytteiden takia mahdollisuus saada tietoonsa omien verinäytteiden tulokset. Henkilötietojen käsittelystä ja tietosuojasta on kerrottu tarkemmin liitteessä 2.

Jokaiselta vapaaehtoiselta otettiin kaksi tehdaspuhdasta lisäaineetonta 4 ml:n ”hukkaputkea”. Välittömästi näytteenoton jälkeen lisäaineettomista putkista pipetoitiin noin 500µl näytettä Pasteur-pipetillä 12 mikroputkeen: 8 litium-hepariinigeeli- ja 4 seerumigeelimikroputkeen. Tämän jälkeen putket korkitettiin, sekoitettiin sekä tarroitettiin. Seisotuksen jälkeen näytteet sentrifugoitiin oikeissa olosuhteissa.



Kuva 2. Näytteenottopäivänä otetut vakuumi- ja mikroputket. Jokaiselta vapaaehtoiselta otettiin kaksi lisäaineetonta vakuumiputkea (valkoiset putket), joista näytettä jaettiin 8 litium-hepariinigeeliputkeen (vihreät putket) ja 4 seerumigeeliputkeen (keltaiset putket), jotka sentrifugoitiin oikeissa olosuhteissa. Kuva tehty Canva-palvelussa.

Näytteitä ei otettu suoraan mikroputkiin käytännöllisistä syistä: ihopistoksen ottaminen olisi ollut hitaampaa ja haastavampaa kuin vakuuminäytteen ottaminen. Vakuuminäytteenotolla vapaaehtoisia ei tarvinnut pistää kuin yhden kerran, jolloin näytteen antaminen oli myös miellyttävämpää eikä mahdolliset preanalyyttiset virheet vaikuta jokaiseen yksittäiseen mikroputkeen.

Näytteet sentrifugoitiin kumpanakin päivänä samoilla sentrifugeilla. Sentrifugoinnin jälkeen näytteet pipetoitiin erillisiin mikrokippoihin, sillä mikroputkia ei voi syöttää suoraan analysaattoreille.

Mikrokippoihin siirtämisen jälkeen näytteet analysoitiin Siemens Healthineers Atellica® Solutions –laitteilla. Kaikki näytteet analysointiin kumpanakin päivänä samoilla laitteilla. Mikroputkia otimme yhteensä 240, ja yksittäisiä tuloksia tuli yli 2 200

Työssä analysoitiin yleisimpiä kliinisen kemian ja immunokemian tutkimuksia, eikä perusterveillä ole lähtökohtaisesti odotettavissa viitearvojen yli meneviä tuloksia. Jos tuloksissa ilmeni poikkeamia, laboratorion osoittama lääkäri otti yhteyttä näytteen antajaan henkilökohtaisesti, ja ohjasi tarvittaessa jatkohoitoon. Verinäytteet hävitettiin HUS:in ohjeiden mukaan biologiseen jätteeseen, kun niitä ei tarvittu enää.

6.2 Aineiston analysointimenetelmät

Raakadata vietiin Microsoft Excel ohjelmaan, jossa jokaiselle tutkimukselle oli oma taulukkonsa. Kaikille tuloksille laskettiin keskiarvot, sarjan sisäinen variaatiokerroin (CVsis%), keskihajonta, tulosten välinen absoluuttinen ero ja eroprosentti, näiden kaikkien tulosten keskiarvot, sekä p-arvo Wilcoxonin merkittyjen sijaislukujen testillä. Vertailuolosuhdetta (0) verrattiin aina eri tutkimusolosuhteeseen (1, 2 tai 3). Opinnäytetyössä käytetty merkintätapa ”0 ja 1” tarkoittaa vertailuolosuhteen ja olosuhteen 1 välistä eroa.

Sarjan sisäisellä variaatiolla (CVsis%) tarkoitetaan näytteiden analysoimista samalla laiteella lähiaikoina, ja saatujen tulosten vertaamista keskenään. Näytteiden sisäisen variaation (CVsis%) tarkastelussa laskettiin tulosten eroprosenttien keskihajonta. Saadun p-arvon perusteella CVsis% käytettiin sellaisenaan, jos p-arvo oli yli 0,05. Jos p-arvo oli alle 0,05, lisättiin siihen bias (yhteenlaskettu eroprosenttien keskiarvo) jaettuna kahdella (jos), jolloin arvo on merkitty CVlop% (lopullinen variaatiokerroin).

Saatuja tuloksia verrattiin Diagnostiikkakeskuksen opinnäytetyön toteuttamisen aikana käytössä olleisiin sisäisen variaation tavoiterajoihin (ks. taulukko 5).

Eroprosentti on laskettu tutkimusolosuhteen ja vertailuolosuhteen tulosten erotuksesta, joka on jaettu vertailuolosuhteen tuloksella ja kerrottu 100 %, esimerkiksi näin:

$$\frac{(\text{olosuhde } 1 - \text{olosuhde } 0)}{\text{olosuhde } 0} \cdot 100\%$$

Tulosten tilastollista merkitsevyyttä testattiin Wilcoxonin merkittyjen sijaislukujen testillä (Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test) SPSS-ohjelmassa. Testillä testataan nollahypoteesia: kahden olosuhteen välisen erotuksen mediaani on 0, eli tuloksissa ei ole eroa. Jos p-arvo ylittää merkitsevyyden rajan 0,05, nollahypoteesi pidetään (retain). Jos p-arvo on alle 0,05, se hylätään (reject). (IBM SPSS Statistics.)

7 Tulokset

Kappaleessa tarkastellaan saatuja tuloksia kokonaisuudessaan, sekä muutamalla esimerkillä. Tutkimusolosuhteita 1, 2 tai 3 verrataan aina vertailuolosuhteeseen 0. Esimerkiksi merkintä ”0 ja 1” tarkoittaa vertailuolosuhteen 0 (2 500 g ja 10 min) vertailua olosuhteen 1 (3300 g ja 10 min) tuloksiin. Vapaaehtoisten yksityisyydensuojan takia saatuja tuloksia ei esitellä suoraan saatuina arvoina, vaan esimerkiksi tulosten erona.

Lähes kaikki analyytit saatiin tehtyä kaikista näytteistä. Puuttumaan jäi muutama tulos: P-Trigly näytteeltä 10, olosuhteesta 2, S-preAlb näytteeltä 11, olosuhteesta 2, sekä P-AmylP rinnakkaiset tulokset näytteille 11-13. Kahdesta näytteestä P-proBNP-tutkimuksen hyödynnettävissä olevat tulokset jäivät puuttumaan, sillä tulokset jäivät kaikissa näytteissä alle analysaattorin mittausalarajan (<35,0 ng/l). Myös P-AmylP yhden näytteen tulokset jäivät mittausrajan alapuolelle (<20 U/l). Näytteen 9 kaikki putket olivat hemolysoituneita, jonka takia näyte jouduttiin jättämään pois tulosten analysoinnista. Tulosten analysointiin on käytetty näitä lukuun ottamatta kaikkia saatavilla olevia tuloksia.

Plasman glukoosi (P-Gluk) jätettiin pois tutkittavista analyyteistä, sillä tutkimuspäivänä ei ollut mahdollista taata näytteiden oikeanlaista säilytystä sekä nopeaa sentrifugointia.

Tutkittaessa plasman glukoosia litiumhepariinigeeliputkesta, näyte tulisi säilyttää kylmässä näytteenoton jälkeen sekä sentrifugoida viimeistään 30 min kuluessa (HUS 2025). Väärä säilytyslämpötila ja liian pitkä näytteen seisotus olisi voinut vaikuttaa tulosten luotettavuuteen, ja mahdolliset vaihtelevuudet sentrifugointiolosuhteiden välillä olisivat voineet johtua näytteen huonolaatuisuudesta eikä sentrifugoinnista.

Kliinisen kemian tutkimuksista (lukuun ottamatta seerumin proteiinia ja prealbumiinia) tehtiin mittaukset rinnakkaismittauksina, eli jokaiselle analyytille on kaksi tulosta. Näytteiden 11–20 mittaukset tehtiin samana päivä, mutta näytteiden 1–10 mittaukset tehtiin eri päivinä aikatauluongelmien vuoksi. Näytteet korkitettiin mikrokipoissa ja säilytettiin yön yli jääkaapissa, mutta siitä huolimatta eri päivien tuloksissa oli melko suuria pitoisuuseroja. Erojen takia päädyttiin käyttämään näytteiden 1–10 kohdalla vain ensimmäisenä päivänä saatuja tuloksia, ja näytteiden 11–20 kohdalla rinnakkaisia tuloksia (paitsi P-AmylP kohdalla näytteissä 11–13, sillä rinnakkaisia tuloksia ei ollut). Näytteiden 1–10 kohdalla rinnakkaisten tulosten käyttäminen olisi mahdollisesti lisännyt hajontaa, joka ei olisi johtunut sentrifugointiolosuhteista, vaan näytteiden säilytyksestä. Voidaan siis todeta, ettei näytteitä kannata säilyttää mikrokipoissa edes korkitettuna seuraavaan päivään. Immunokemian tutkimukset analysoitiin vain kerran johtuen näytteiden riittämättömyydestä.

7.1 Sentrifugointiolosuhteiden erot

Eri olosuhteiden välisiä eroja tarkastellaan muutamalla erilaisella tavalla.

Taulukkoon 4 on koottu jokaisen analyytin ja jokaisen olosuhteen p-arvot. P-arvo kertoo tilastollisesta merkitsevyydestä. P-arvot vaihtelevat 0,001 ja 1 välillä, ja merkitsevyyden rajana pidetään 0,05. Taulukkoon on maalattu vihreällä kaikki yli 0,05 arvot. 51 tuloksesta 32 on p-arvo yli 0,05, ja 19 alle. Eniten vihreällä olevia p-arvoja on olosuhteella 3 (14 kappaletta, analyyttejä on yhteensä 17). Olosuhteella 1 on 11 yli 0,05 p-arvoa, ja olosuhteella 2 on seitsemän yli merkitsevyyden rajan.

Analyyteistä plasman alaniiniaminotransferaasin (ALAT), kalsiumin, ferritiinin, natriureettisen peptidin (proBNP), ja seerumin prealbumiinin p-arvot ovat kaikissa olosuhteissa yli merkitsevyyden rajan 0,05. Plasman alkalisella fosfataasilla (AFOS), bilirubiinilla, kreatiniinilla, laktaattidehydrogenaasilla (LD), urealla ja tyreotropiinilla (TSH) on kaksi olosuhdetta vihreällä. Plasman amylaasilla, aspartaattiaminotransferaasilla (ASAT), magnesiumilla, vapaalla tyroksiinilla (T4-V) sekä seerumin proteiinilla yksi vihreällä. Plasman triglyserideillä kaikkien olosuhteiden p-arvot ovat alle 0,05.

Taulukko 4. Tulosten p-arvot. Kun p-arvo ylittää merkitsevyyden rajan 0,05, on se korostettu vihreällä värillä.

Analyytti	**0 ja 1**	**0 ja 2**	**0 ja 3**
P-ALAT	0,924	0,983	0,670
P-AFOS	0,170	0,009	0,304
P-AmylP	0,017	0,001	0,753
P-ASAT	0,004	0,001	0,123
P-Bil	0,055	0,001	0,239
P-Ca	0,687	0,629	0,153
P-Krea	0,107	0,074	0,003
P-LD	0,077	0,001	0,520
P-Mg	0,040	0,013	0,364
P-Trigly	0,004	0,012	0,024
P-Urea	0,070	0,129	0,005
P-T4-V	0,025	0,008	0,904
P-TSH	0,777	0,024	0,643
P-Ferrit	0,055	0,198	0,619
P-ProBNP	0,097	0,074	0,286
S-PreAlb	1,000	0,420	0,560
S-Prot	0,007	0,001	0,198

Taulukossa 5 esitellään eri analyyttien ja olosuhteiden CVsis% ja CVlop% (merkitty tähdellä) arvot, sekä nykyiset HUS Diagnostiikkakeskuksen käyttämät CVsis% arvot värikoodattuna selkeyden vuoksi. Taulukossa on vihreällä tulokset, jotka ovat alle nykyisten HUS CVsis% tavoitearvojen (esimerkiksi P-AFOS kohdalla arvot, jotka ovat alle 3 %). Keltaisella on tulokset, jotka ylittävät tavoitearvon, mutta ovat alle kaksi kertaa sen (P-AFOS kohdalla tulokset välillä 3–6 %). Punaisella olisi yli kaksinkertaiset arvot (P-AFOS kohdalla yli 6 %).

Saadut CVsis%/CVlop% vaihtelevat 1,03 % (S-Prot olosuhde 3) ja 4,92 % (P-T4-V olosuhde 1) välillä. Diagnostiikkakeskuksen käyttämät CVsis% rajat vaihtelevat 1–5 % välillä.

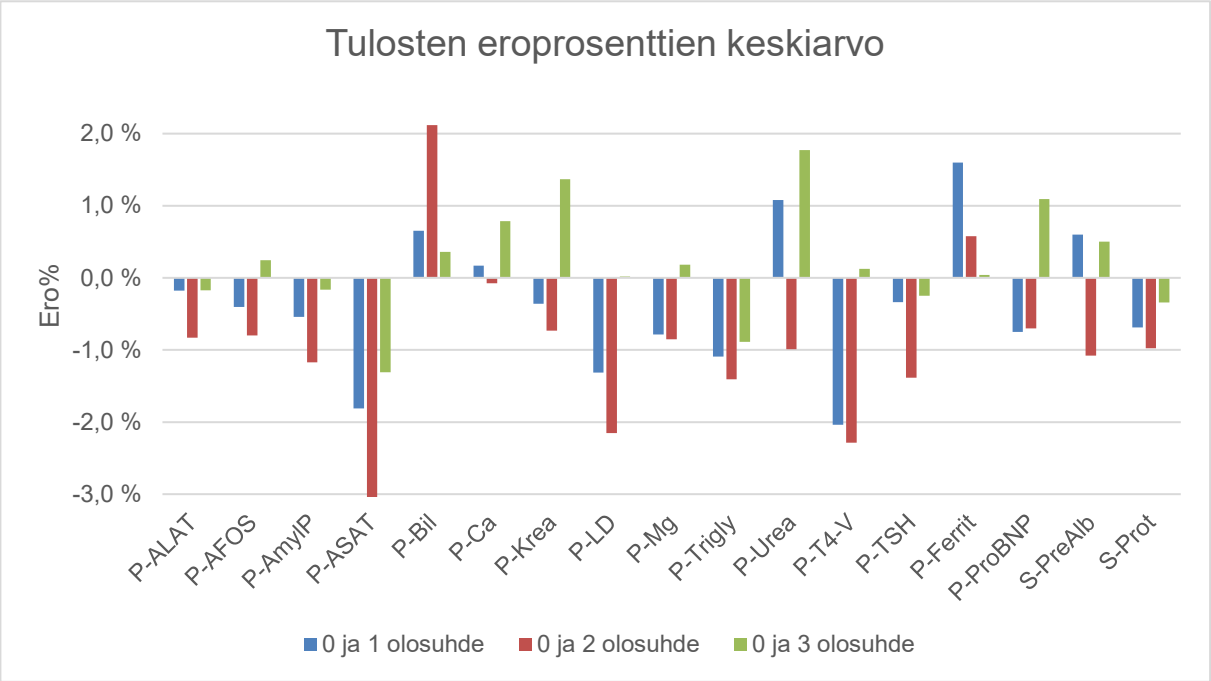
Taulukko 5. Saadut CVsis% ja CVlop% (merkitty tähdellä) arvot tutkimuksittain ja olosuhteittain, sekä HUS Diagnostiikkakeskuksen käyttämät CVsis% rajat.

Tutkimus	HUS CVsis% raja	CVsis% 0 ja 1	CVsis% 0 ja 2	CVsis% 0 ja 3
P-ALAT	3 %	3,10 %	3,80 %	3,50 %
P-AFOS	3 %	1,52 %	1,30 % *	1,10 %
P-AmylP	3 %	1,49 % *	1,57 % *	1,35 %
P-ASAT	3 %	3,80 % *	4,85 %*	3,25 %
P-Bil	2 %	1,47 %	3,11 % *	1,33 %
P-Ca	1 %	1,85 %	1,61 %	1,81 %
P-Krea	2,5 %	1,39 %	1,73 %	2,29 % *
P-LD	2 %	2,62 %	3,2 % *	2,86 %
P-Mg	2 %	1,70 % *	1,70 % *	1,31 %
P-Trigly	1,5 %	1,91 % *	2,65 % *	1,99 % *
P-Urea	2 %	2,37 %	2,90 %	3,32 % *
P-T4-V	5 %	4,92 % *	4,27 % *	3,33 %
P-TSH	5 %	2,10 %	2,93 % *	2,91 %
P-Ferrit	5 %	3,22 %	2,83 %	3,30 %
P-ProBNP	3 %	2,26 %	1,79 %	3,76 %
S-PreAlb	3 %	4,86 %	4,69 %	3,70 %
S-Prot	1 %	1,31 % *	1,35 % *	1,03 %

17. analyytistä olosuhteella 1 on 9 analyyttiä vihreällä ja 8 keltaisella. Olosuhteilla 2 ja 3 on 8 vihreällä ja 9 keltaisella. Yksikään tulos ei ole punaisella.

Seuraavilla analyyteillä saadut CVsis%/CVlop% menevät kaikilla olosuhteilla alle tavoitearvojen: alkalisella fosfataasilla (AFOS), amylaasi, kreatiniini, magnesium, vapaa tyroksiini (T4-V), tyreotropiini (TSH) ja ferritiini. Plasman bilirubiinilla ja natriureettisella peptiinillä (proBNP) kaksi olosuhdetta on vihreällä, ja yksi olosuhde keltaisella. Plasman alaniiniaminotransferaasi (ALAT), aspartaattiaminotransferaasilla (ASAT), kalsiumilla, laktaattidehydrogenaasilla (LD), triglyserideillä, urealla sekä seerumin prealbumiinillä ja proteiinilla kaikki olosuhteet ovat keltaisella.

Kuviossa 1 on esitetty pylväskaaviona kaikkien analyyttien tulosten eroprosenttien keskiarvot koottuna. Vaaka-akselilla on analyytit aakkosjärjestyksessä, ja pystyakselilla laskettu eroprosentti. Jokainen olosuhde on omana pylväänä oikean analyytin kohdalla.



Kuvio 1. Kaikkien analyyttien tulosten eroprosenttien keskiarvot.

Tulosten erot vaihtelevat jonkin verran. Suurin ero on -3,1 % (P-ASAT olosuhde 2), ja pienin ero on 0,02 % (P-LD olosuhde 3).

7.2 Esimerkkien tarkastelu

Kappaleessa tarkastellaan esimerkinomaisesti kolmea eri analyyttiä, ja niiden tuloksia. Analyytit on valittu niiden erilaisten CVsis% (tai CVlop%) tulosten mukaan: plasman ferritiinin kaikki kolme olosuhdetta jäi Diagnostiikkakeskuksen käyttämien raja-arvojen sisälle, bilirubiinilla kaksi olosuhdetta meni raja-arvojen sisälle, ja triglyseridellä ei yksikään mennyt niiden sisälle.

Taulukossa 6 on esitetty kyseisten analyytien tuloksia tarkemmin. Taulukossa on kaikkien tulosten keskiarvot, CV%, keskimääräinen erotus, keskimääräinen eroprosentti, ja oliko CVsis% (tai CVlop%) Diagnostiikkakeskuksen laatutavoitteiden sisällä.

Taulukko 6. Taulukossa esitellään yksityiskohtaisemmin esimerkinomaisesti P-Ferrit, P-Bil ja P-Trigly tuloksia.

Analyytti	Olosuhde	Tulosten keskiarvo	CV% KA	Tulosten keski-määräinen erotus	Ero-prosentti	p-arvo	Oliko CVsis% raja-arvoissa?
P-Ferrit	0 ja 1	39,2 µg/l	1,8 %	0,5 µg/l	1,6 %	0,055	kyllä
	0 ja 2	39,0 µg/l	1,5 %	0,1 µg/l	0,6 %	0,198	kyllä
	0 ja 3	38,9 µg/l	1,7 %	0,04 µg/l	0,04 %	0,619	kyllä
P-BIL	0 ja 1	12,8 µmol/l	0,8 %	0,11 µmol/l	0,7 %	0,055	kyllä
	0 ja 2	12,9 µmol/l	1,7 %	0,27 µmol/l	2,1 %	0,001	ei
	0 ja 3	12,8 µmol/l	0,7 %	0,03 µmol/l	0,4 %	0,239	kyllä
P-Trigly	0 ja 1	1,334 mmol/l	1,0 %	-0,015 mmol/l	-1,09 %	0,004	ei
	0 ja 2	1,360 mmol/l	1,3 %	-0,019 mmol/l	-1,41 %	0,012	ei
	0 ja 3	1,338 mmol/l	0,9 %	-0,008 mmol/l	-0,89 %	0,024	ei

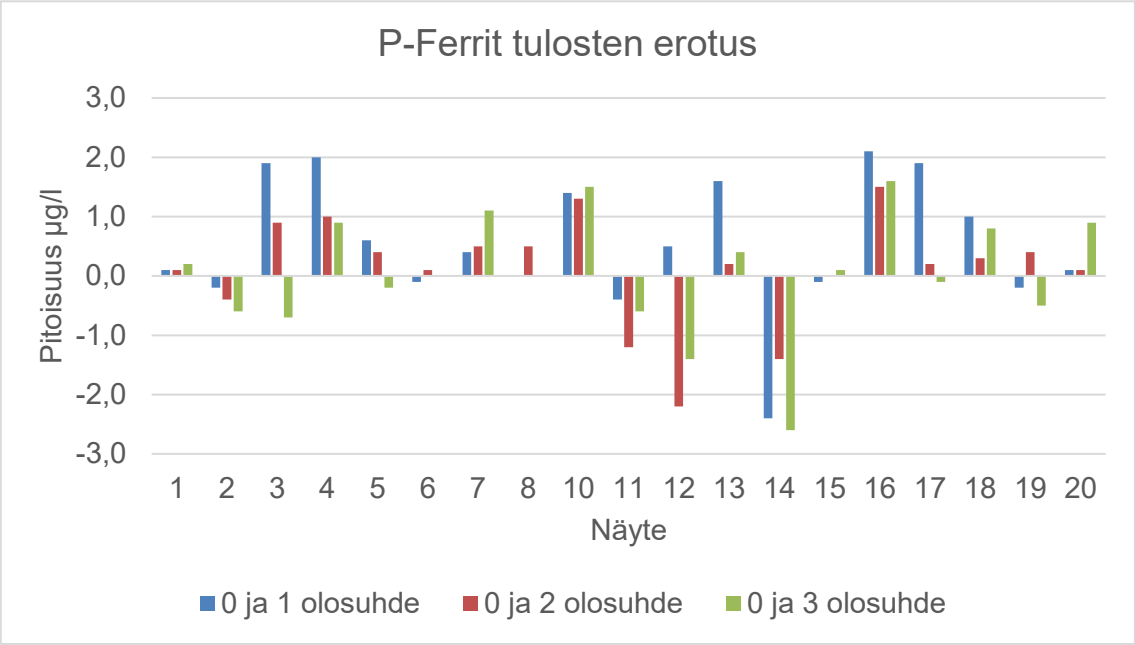
Plasman ferritiinin tulosten keskiarvot olivat välillä 38,9–39,2 µg/l. Suhteellinen hajonta (CV%) vaihteli 1,5–1,8 %, ja tulosten keskimääräinen absoluuttinen erotus oli 0,04–0,5 µg/l välillä. Eroprosentti oli 0,04–1,6 %, ja p-arvo pienimmillään 0,055 olosuhteella 1 ja suurimmillaan 0,619 olosuhteella 3. Kaikki kolme olosuhdetta menivät vertailussa olevaan CVsis% (5 %) raja-arvoihin.

Plasman bilirubiinin tulosten keskiarvot vaihtelivat välillä 12,8–12,9 µmol/l. Bilirubiinin suhteellinen hajonta oli välillä 0,7–1,7 %, ja tulosten keskimääräinen erotus oli pienimmillään 0,03 µmol/l ja suurimmillaan 0,27 µmol/l. Eroprosentti oli 0,4–2,1 % välillä, ja p-arvo oli pienimmillään 0,001 olosuhteella 2 ja suurimmillaan 0,239 olosuhteella 3. CVsis% (2 %) raja-arvojen sisälle meni olosuhteet 1 ja 3.

Plasman triglyseridien tulosten keskiarvot vaihtelivat 1,334 mmol/l ja 1,360 mmol/l välillä. Triglyseridien suhteellinen hajonta vaihteli välillä 0,9–1,3 %, ja tulosten keskimääräinen erotus oli pienimmillään -0,008 mmol/l ja suurimmillaan -0,019 mmol/l. Eroprosentti vaihteli -0,89 % ja -1,41 % välillä, ja p-arvo oli pienimmillään 0,004 ja suurimmillaan 0,024. CVsis% tavoitteeseen (1,5 %) ei päästy yhdelläkään olosuhteista.

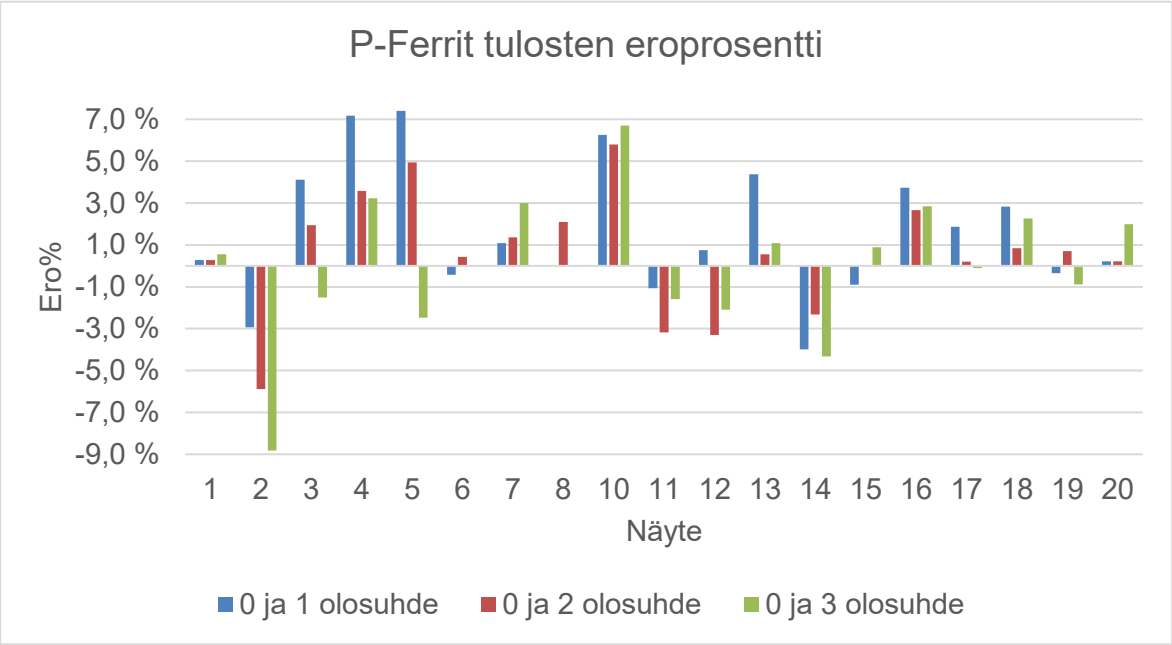
7.2.1 Plasman ferritiini

Kuviossa 2 on kuvattu plasman ferritiinin kaikkien tulosten absoluuttinen erotus. Erotus vaihteli -2,6 ja 2,1 µg/l välillä, ja kaikkien mittausten pitoisuuden keskiarvo oli 39,1 µg/l.



Kuvio 2. Plasman ferritiinin tulosten absoluuttinen erotus.

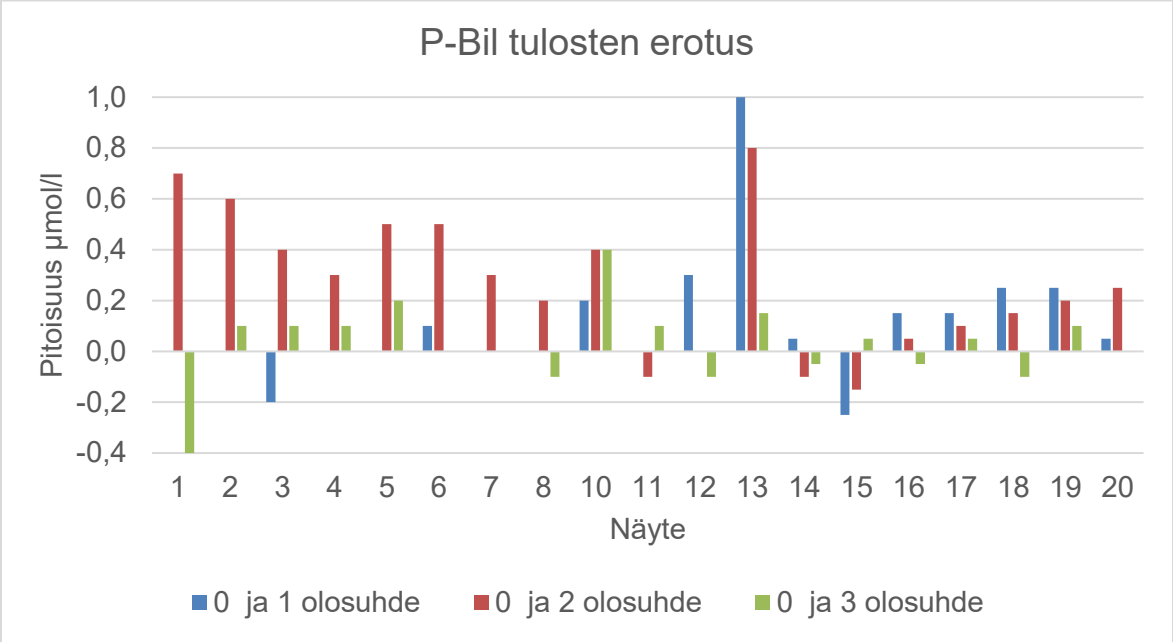
Ferritiinin eroprosentti vaihteli -8,8 % ja 7,4 % välillä. Keskimääräinen eroprosentti oli olosuhteella 1 1,60 %, olosuhteella 2 0,58 % ja olosuhteella 3 0,04 %.



Kuvio 3. Plasman ferritiinin tulosten eroprosentti.

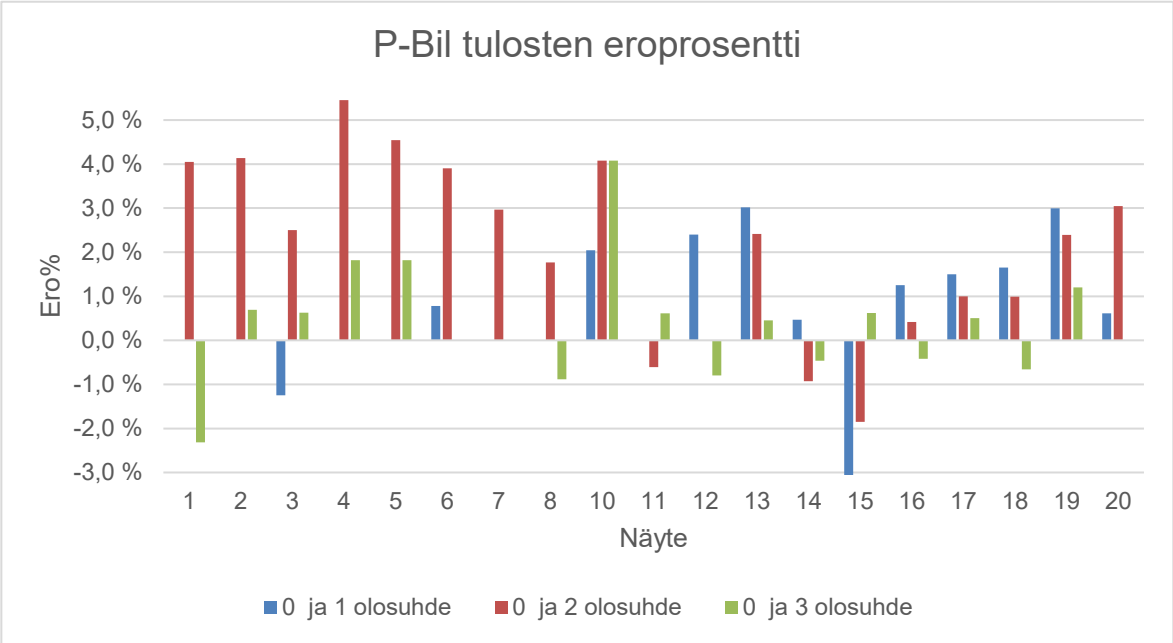
7.2.2 Plasman bilirubiini

P-Bil tulosten erotus vaihteli -0,4 ja 1,0 µmol/l, ja kaikkien mittausten pitoisuuden keskiarvo oli 12,9 µmol/l. Eniten eroa on olosuhteen 0 ja 2 tulosten välillä.



Kuvio 4. Plasman bilirubiinin tulosten erotus

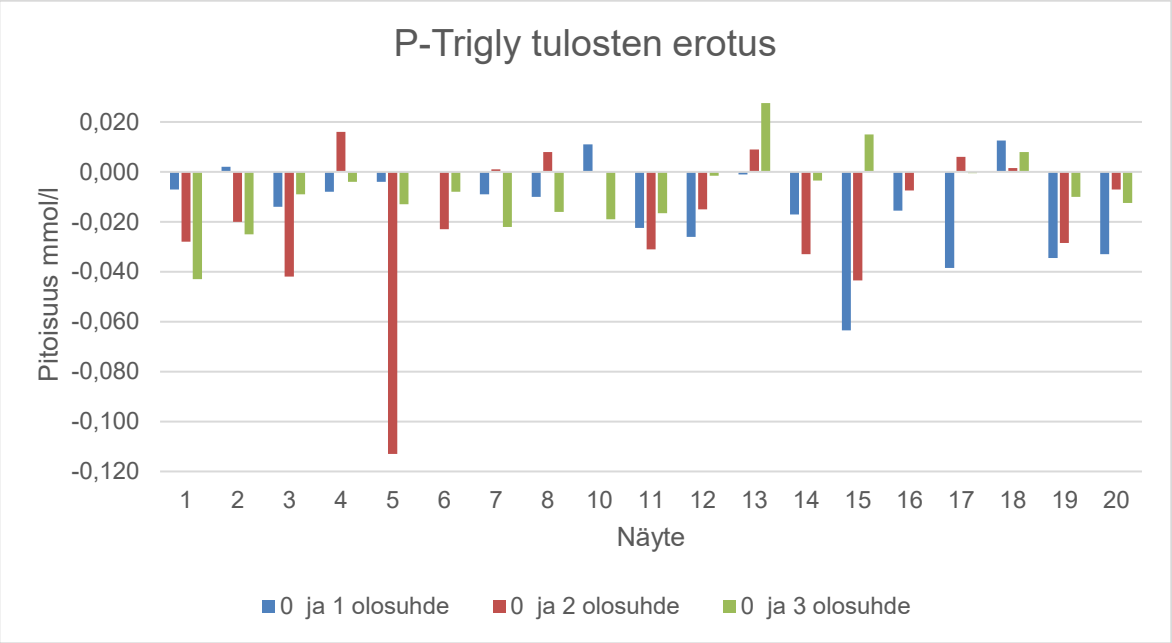
P-Bil eroprosentti vaihteli -3,1 % ja 5,5 % välillä, ja keskimääräinen eroprosentti oli olosuhteilla 1 0,7 %, olosuhteella 2 2,1 % ja olosuhteella 3 0,4 %.



Kuvio 5. Plasman bilirubiinin tulosten eroprosentti.

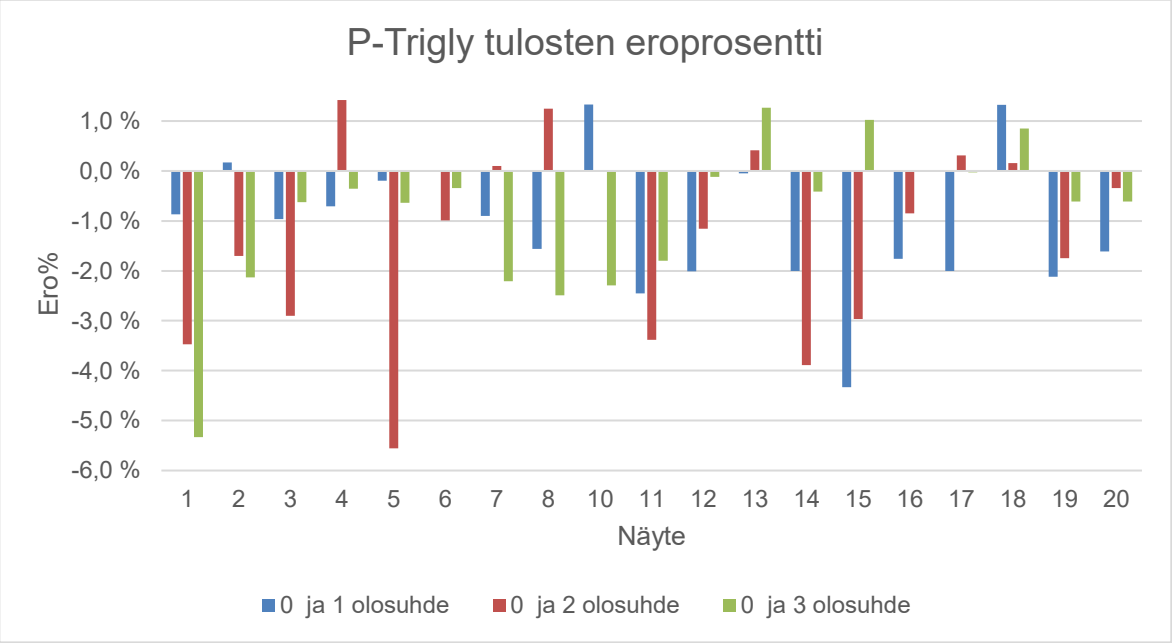
7.2.3 Plasman triglyseridit

P-Trigly tulosten erotus vaihteli -0,113 ja 0,027 mmol/l välillä, ja kaikkien mittausten pitoisuuden keskiarvo oli 1,344 mmol/l.



Kuvio 6. Plasman triglyseridien tulosten erotukset.

P-Trigly tulosten eroprosentti vaihteli -5,6 % ja 1,4 % välillä. Keskimääräinen eroprosentti oli olosuhteella 1 -1,09 %, olosuhteella 2 -1,41 % sekä olosuhteella 3 0,89 %.



Kuvio 7. Plasman triglyseridien tulosten eroprosentti.

8 Pohdinta

Tulosten tarkastelussa ja johtopäätöksissä tiivistetään saadut tulokset peilaten tutkimuskysymyksiä, ja verrataan niitä aiemmin esitettyihin tutkimuksiin, sekä HUS Diagnostiikkakeskuksen ja putkivalmistaja Sarstedtin ohjeisiin. Opinnäytetyön eettisyyttä ja luotettavuutta pohditaan omissa kappaleissaan, ja lopuksi esitellään kehittämiskohteita ja tekijöiden ammatillista kasvua.

8.1 Tulosten tarkastelu

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, onko eri sentrifugointiolosuhteilla vaikutusta mikroputkien näytteiden luotettavuuteen. Tutkimuskysymyksinä oli: Onko vertailuolosuhteen ja kolmen testausolosuhteen tuloksissa havaittavissa tilastollisesti merkitseviä eroja? Jos eroja on, ovatko ne kliinisesti merkitseviä, ja korostuuko joku tietty olosuhde?

Vakuumiputkien sentrifugointiin käy hyvin laajasti eri olosuhteet, aina 5 minuutin sentrifugoinnista 15 minuutin sentrifugointiin. G-voima voi vaihdella ajan mukaan 1 870 g ja 3 000 g välillä. (Cadamuro ym. 2018; Minder ym 2011.) Sarstedt suosittelee mikroputkille viiden minuutin sentrifugointia joko 2000 g tai 10 000 g putken mukaan, mutta vaihtoehtoisesti myös 10 minuuttia 2000 g ja 10 000 g välillä käy. Työssä käytetyt olosuhteet olivat 2 500 g ja 10 min (vertailuolosuhde 0), 3300 g ja 10 min (olosuhde 1), 4000 g ja 10 min (olosuhde 2) sekä 10 000 g ja 5 min (olosuhde 3).

HUS Diagnostiikkakeskuksen CVsis% rajat vaihtelevat 1–5 % välillä tutkimuksesta riippuen. Kokonaisuudessaan tavoiterajojen alle jäi 25 tulosta 51 tuloksesta. Olosuhteella 1 jäi yhdeksän tulosta seitsemästätoista tavoiterajojen alle, ja olosuhteilla 2 ja 3 kahdeksan (taulukko 5). Saaduista tuloksista siis noin puolet pysyi HUS Diagnostiikkakeskuksen tavoiterajojen sisäpuolella.

Tilastollisesti merkittäviä p-arvoja (merkitsevyyden raja 0,05) havaittiin eniten olosuhteella 3 neljätoista kappaletta. Olosuhteella 1 niitä oli yksitoista kappaletta ja olosuhteella 2 seitsemän kappaletta (taulukko 4). Kokonaisuudessaan 51 tuloksesta 32 sai p-arvon, joka ylitti merkitsevyyden rajan.

Esimerkkien tuloksia vertaillessa voidaan huomata kolmen eri olosuhteiden vaikuttavan eri analyyseihin hieman eri tavoin.

HUS Diagnostiikkakeskuksen plasman ferritiini CVsis% on 5 %. Tutkimuksessa saatujen eri olosuhteiden tulokset olivat kaikki raja-arvon sisällä. Saadut tulokset olivat olosuhteella 1 3,22 %, olosuhteella 2 2,83 % sekä olosuhteella 3 3,30 %. Ferritiinin p-arvot olivat kaikki yli 0,05.

Plasman bilirubiinin CVsis% on 2 %. Kahdessa olosuhteessa (1 ja 3) tulokset olivat raja-arvon sisällä, kun taas yksi olosuhde (2) oli raja-arvon ulkopuolella. Saadut tulokset olivat olosuhteella 1 1,47 %, olosuhteella 2 3,11 % sekä 3 1,33 %. P-arvoista olosuhteiden 1 ja 3 arvot ylittivät merkitsevyyden rajan.

Plasman triglyseridien CVsis% raja on 1,5 %, ja kaikki olosuhteet olivat raja-arvon ulkopuolella. Saadut tulokset olivat olosuhteella 0 1,91 %, olosuhteella 2 2,65 % sekä olosuhteella 3 1,99 %. Triglyseridien kohdalla kaikkien olosuhteiden p-arvot jäivät alle 0,05.

8.2 Johtopäätökset

Alkuun voidaan todeta, että sentrifugointiolosuhteiden vaikutusta tulisi tutkia vielä lisää, ennen kuin lopullisia johtopäätöksiä voidaan vetää, sillä saaduissa tuloksissa osassa on melko paljonkin vaihtelua. Tulosten luotettavuudesta on lisää kappaleessa 8.5. Kuitenkin saatujen tulosten, vakuumiputkia käsittelevien tutkimusartikkeleiden (Cadamuro ym. 2018; Minder ym. 2011), ja mikroputkien valmistaja Sarstedtin ohjeiden mukaisesti näytteitä voi sentrifugoida melko vapaasti erilaisilla g-voimilla ja ajoilla, ja tulokset ovat silti samankaltaisia keskenään.

Yksittäisten analyysien ja potilasnäytteiden kohdalla eri olosuhteiden ja vertailuolosuhteen välillä saattoi esiintyä suuriakin eroja, mutta keskimäärin erot olivat melko pieniä. Saaduissa tuloksissa korostuivat yksittäisten analyyttien ja näytteiden erot, mutta kokonaisuudessaan erot pysyivät vähäisinä ja melko satunnaisesti jakautuneina. Saatujen tulosten perusteella on haastavaa tunnistaa selvästi yhtä olosuhdetta muita paremmaksi tai huonommaksi. Toteutuksessa ei myöskään huomattua suoraa eroa plasmasta tai seerumista tehtävien analyyttien välillä.

8.3 Laskimoverinäytteen siirtäminen mikroputkiin

Työtä tehdessä tuli todistettua, että siipineulalla otetuista hukkaputkista on mahdollista pipetoida näytettä mikroputkiin ilman, että veri kerkeää hyytymään ja näyte pysyy analysointikelpoisena. Lisäaineettomassa hukkaputkessa oleva veri hyytyy nopeasti, sillä

putkessa ei ole hyytymistä estäviä tekijöitä. Putket täytettiin yksitellen, jotta näyte ehdittiin pipetoimaan antikoagulantteja sisältävään mikroputkeen ennen hyytymistä. Yhteenkään näytteeseen ei tullut selkeitä hyytymiä. Tämä tapa vaatii kuitenkin vähintään kaksi ihmistä; yhden ottamaan näytteen, ja toisen pipetoimaan ja sekoittamaan mikroputket. Jos mikroputkia on paljon, on kolmannesta käsiparista apua putkien korkittamisessa ja sekoittamisessa.

Näytteitä ei otettu ihopistonäytteenä sormenpäästä suoraan mikroputkiin ennen kaikkea käytännöllisistä syistä: 12 mikroputken ottaminen olisi vaatinut useampia pistoja, ja näytteet eivät välttämättä olisi olleet yhtä tasalaatuisia. Laskimonäytteenotolla varmistettiin vapaaehtoisille mahdollisimman miellyttävä näytteenottokokemus, ja pystyimme ottamaan kaikki näytteet vain yhdellä pistolla.

Näytteenottoa ja koko prosessia testattiin etukäteen kahdella eri kerralla. Ensimmäisellä kerralla otimme laskimonäytteen, joka pipetoitiin suoraan pariin mikroputkeen, sekoitettiin. Näytteen hyytymättömyys arvioitiin silmämääräisesti ja ”tikuttamalla” mikroputket. Toisella kerralla näytteet otettiin, sekä sentrifugoitiin oikeissa olosuhteissa ja analysoitiin. Tulokset vaikuttivat hyvinkin samankaltaisilta, joten uskalsimme siirtyä suunnittelemaan varsinaisia toteutuspäivinä.

8.4 Eettisyys

Opinnäytetyötä tehdessä on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä (HTK). Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu, että työ tehdään luotettavasti, rehellisesti, kaikkia osapuolia arvostaen ja vastuuntuntoa kantaen koko prosessin ajan. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023: 11–12.)

Työn eettisyydestä pidettiin huolta monin eri tavoin. Opinnäytetyön toteutusta varten haettiin HUS:in alueellisen lääketieteellisen tutkimuseettisen toimikunnan puollon työlle sekä HUS:in tutkimusluvan. Eettisen toimikunnan puolto tarvittiin, sillä työssä kajottiin verinäytteiden antajien fyysiseen koskemattomuuteen. Koska kyseessä oli kliininen laitetutkimus, lähestyimme myös lääkealan turvallisuus ja kehittämiskeskus Fimeaa. Työssä käsitellään lääkinnällisiä laitteita (mikroputket) valmistajan määrittämän käyttötarkoituksen mukaan, ja heidän käyttöohjeiden mukaisesti, joten Fimealta linjattiin, ettei tutkimuksesta tarvitse erikseen ilmoittaa heille tai hakea tutkimuslupaa.

Vapaaehtoisille lähetettiin informaatiokirje sekä suostumuslomake. Informaatiokirjeessä sekä suostumuslomakkeessa kerrottiin vapaaehtoisille tutkimuksesta, sen tarkoituksesta ja kulusta, sekä oikeudesta keskeyttää osallistuminen ilmoittamalla asiasta, milloin vain. Informaatiokirje (liite 1) sekä suostumuslomake (liite 2) löytyvät työn lopusta. Aineiston (verinäytteiden) kerääminen ja analysointi aloitettiin vasta, kun kaikki luvat oli saatu työn toteutusta varten. Ennen työn virallista aloittamista allekirjoitettiin myös HUS:in salassapito- ja tietoturvasitoumus.

Opinnäytetyössä käytettyjä henkilötietoja käsiteltiin anonyymisti, mutta aineiston keruu hetkellä henkilötietoja käsiteltiin pseudonymisoidusti. Henkilötiedon pseudonymisointi tarkoittaa, ettei henkilötietoja voida yhdistää kehenkään ilman erillistä lisätietoa. (Tietosuojavaltuutetun toimisto.) Tässä opinnäytetyössä vain johtavalla tutkijalla oli oikeus koodiavaimeen, jolla pystyi yhdistämään analyysien tulokset osallistuneisiin henkilöihin. Koodiavain hävitettiin heti, kun tutkimukseen osallistunut henkilö oli saanut omien analyysiensä tulokset. Opinnäytetyön julkistuksen jälkeen työn raakadata hävitetään tekijöiltä, mutta työn tilaajalle jää tietoon saadut tulokset. Yksityiskohtaisemmin tietosuojasta on kerrottu liitteessä 2.

Opinnäytetyöhön tarvittavat luvat HUS-yhtymässä-ohjeessa mainitaan, että ”opinnäytetyön tekijän tulee toimittaa tutkimusluvan myöntäjälle loppuraportti opinnäytetyön valmistuttua” (Raivio 2023). Opinnäytetyö tulee myös lähettää HUS:in vastuuhenkilölle ennen hyväksymistä oppilaitoksessa (Raivio 2024). Työ palautettiin näiden ohjeiden mukaan.

8.5 Luotettavuus

Opinnäytetyön luotettavuutta ylläpidettiin hyödyntäen luotettavia lähteitä ja olemalla lähdekriittisiä. Lähteinä käytiin HUS tutkimusohjekirjaa sekä aiheeseen liittyviä tieteellisiä artikkeleita, jotka olivat Cadamuro ym. (2018) sekä Minder ym. (2011). Tieteellisten artikkeleiden vähäisyyteen vaikutti, ettei opinnäytetyön aiheesta ole aikaisempaa tutkimustietoa, näin ollen työssä hyödynnettiin vain suuntaa antavia tutkimuksia. Pääsääntöisesti tutkimusartikkelit koskivat 5 ml vakuumiputkien sentrifugointia.

Kirjoittaessa eri lähteistä ilmaistiin selkeästi mistä lähteestä tieto on saatu, eikä muualta löydettyä tietoa väitetty omaksi. Luotettavuus eli reliabiliteetti ilmaisee miten luotettavasti ja toistettavasti haluttua ilmiötä on mitattu (Tilastokeskus).

Laboratoriotutkimusprosessissa on kolme vaihetta. Preanalyyttinen-, analyyttinen- ja postanalyyttinen vaihe. Suurin osa virheistä tapahtuu näytteenotossa ja -säilytyksessä, eli preanalyyttisessä vaiheessa ennen analysointia. (Kahila 2020.) Tämän vuoksi koko prosessi testattiin läpi ennen varsinaisia toteutuspäiviä. Päivän aikana selvitettiin, miten kaikki työvaiheet näytteenotosta näytteiden analysointiin asti toteutetaan, sekä tarkistettiin säilyvätkö näytteet huoneenlämmössä tarpeeksi kauan, ja tuleeko näytteitä seisottaa ennen sentrifugointia.

Lisäaineettomassa hukkaputkessa oleva veri hyytyy nopeasti, sillä putkessa ei ole hyytymistä estäviä tekijöitä. Putket täytettiin yksitellen, jotta näyte ehdittiin pipetoimaan antikoagulantteja sisältävään mikroputkeen ennen näytteen hyytymistä. Yhteenkään näytteeseen ei tullut selkeitä hyytymiä, mutta yhden tutkittavan näytteet jouduttiin jättämään kokonaan pois tulosten analysoinnista hemolysoitumisen takia.

Luotettavuutta vähensi, ettei kaikille näytteille saatu rinnakkaisia tuloksia, osittain huonosti säilyneiden näytteiden takia, ja osittain vähäisen näytemäärän takia. Myös työhön tarvittavien reagenssien määrä oli laskettu sisältämään rinnakkaiset tulokset vain kliinisen kemian analyyteille, ja yhden analysointikerran immunokemian analyyteille. Luotettavuuteen vaikutti myös suurehko analyyttien määrä: 20 ihmiseltä tutkittiin 17 analyyttiä (joista 11. oli rinnakkaiset tulokset). Neljä eri sentrifugointiolosuhdetta vaati useita mikroputkia, joita lopulta otimme yhteensä 240, ja yksittäisiä tuloksia tuli yli 2 200. Tulosten osittainen käsin kirjaaminen Exceliin lisää inhimillisen virheen mahdollisuutta.

8.6 Kehittämiskohteet

Työn käytännön osuus olisi voinut toimia paremmin, jos näytteiden keruuseen ja analysointiin olisi varannut enemmän aikaa, kuin kaksi päivää. Päivät olisi voinut organisoida tehokkaammin, varsinkin sentrifugoinnin osalta. Työtä olisi voinut parantaa ottamalla kaikista näytteistä rinnakkaiset tulokset saman päivän aikana. Myös puuttuvien tulosten tarkistaminen samana päivänä olisi ollut hyvä, jolloin näytteet olisi voinut ajaa uudelleen, ja olisimme saaneet tulokset kaikille puuttuville näytteille.

Työn luotettavuuden ja käytännöllisyyden kannalta analyyttien määrä olisi voinut rajata enemmän, esimerkiksi viiteen analyyttiin, jolloin rinnakkaisia tuloksia olisi saanut enemmän ja tulosten luotettavuus olisi kasvanut. Vähentämällä analyyttien määrää, ja lisäämällä rinnakkaisten tulosten määrää myös tulosten tilastollinen analysointi olisi ollut helpompaa.

8.7 Ammatillinen kasvu

Opinnäytetyötä tehdessä opimme toimimaan moniammatillisesti laboratoriohenkilökunnan sekä kemistien kanssa. Lisäksi tuli opittua tiedonhakua suomeksi ja englanniksi hyödyntäen erilaisia tietokantoja ja tiedonhakutekniikoita. Opimme myös, että varsinkaan mikroputkien sentrifugoinnista ei löydy lähes minkäänlaisia tutkimuksia, joita olisi suoraan voinut hyödyntää työtä tehdessä. Vakuumiputkien sentrifugoinnista löytyi joitakin, ja niitä myös hyödynnettiin.

Toteutuspäivinä tuli huomattua, että näytettä tulee olla reilusti, jotta analysaattorit saavat tehtyä halutut tutkimukset. Lisäksi näytteenottotaidot kehittyivät, ja rohkeus ottaa näytteitä kollegoilta lisääntyi.

Iso osa työtä oli erilaisten lupien hakeminen, joiden suhteen opimme paljon lisää. Koska tarvitsimme työtä varten tuoreita verinäytteitä (kajosimme tutkittavan fyysiseen koskemattomuuteen), tuli työlle hakea sopivan tahon eettisen toimikunnan puolto. Hakemusta varten täytimme useita lomakkeita, ja tiedämme nyt paljon paremmin, mitä oikeat tieteelliset tutkimukset vaativat tutkimuksen tekijöiltä.

Opinnäytetyön prosessi alkoi 2024 keväällä aiheen valinnalla. Opinnäytetyön suunnitelma valmistui alkusyksystä 2024. Lausuntahakemus HUS:in tutkimuseettiselle toimikunnalle lähetettiin joulukuussa 2024, ja se hyväksyttiin lopullisesti helmikuussa 2025. Tutkimuslupa saatiin viimein maaliskuussa 2025, kun Fimealta vahvistettiin, ettei opinnäytetyöstä tarvitse tehdä erikseen ilmoitusta tai lupahakemusta.

Opinnäytetyön toiminnallinen osuus toteutettiin huhtikuussa 2025 HUS Diagnostiikkakeskuksen automaatiolaboratoriossa. Raportointivaihe toteutettiin huhti-lokakuun aikana. Opinnäytetyö palautettiin viimein marraskuussa 2025. Opinnäytetyön viivästymistä aiheutti esimerkiksi eettisen ennakkoarvioinnin saaminen oikeasta paikasta.

Lähteet

Cadamuro, Janne & Mrazek, Cornelia & B. Leichtle, Alexander & Kipman, Ulrike & K. Felder, Thomas & Wiedemann, Helmut & Oberkofler, Hannes & M. Fiedler, Georg & Haschke-Becher, Elisabeth 2018. Influence of centrifugation conditions on the results of 77 routine clinical chemistry analytes using standard vacuum blood collection tubes and the new BD-Barricor tubes. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5701775/ >. Viitattu 5.4.2024.

Doeleman, Martijn J.H. & Koster, Anne-Fleur & Esseveld, Anouk & Kemperman, Hans & Swart, Joost F & Rock, Sytze de & Groenestege, Wouter M. Tiel 2024. Comparison of capillary finger stick and venous blood sampling for 34 routine chemistry analytes: potential for in hospital and remote blood sampling. <https://www.degruyter-brill.com/document/doi/10.1515/cclm-2024-0812/html?srsltid=Afm-BOoqdRRwA9p_bVEWLZ9GpfHh41jb65LeQwQBUfykLiFZX8PzT9fON>. Viitattu 8.11.2025.

Glasgow-Roberts, Nancy 2021. Best practices in capillary blood collection: MLO. Medical Laboratory Observer 53. 36-38. <https://www.proquest.com/docview/2486868390/fulltext/839BD09701EB415FPQ/1?accountid=11363&sourcetype=Trade%20Journals>. Viitattu 7.5.2025.

Eerola, Hannaleena 2021a. Amylaasi (P-Amyl). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03110>. Viitattu 24.4.2024.

Eerola, Hannaleena 2021b. Ferritiini, plasmasta (P-Ferrit). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03356>. Viitattu 28.4.2024.

Eerola, Hannaleena 2022. Kalsium (P-Ca, Ca-albk ja Ca-Ion). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03063>. Viitattu 23.4.2024.

Eerola, Hannaleena 2021c. Natriureettinen peptidi, B-tyypin N-terminaalinen propeptidi (P-proBNP). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03352>. Viitattu 28.4.2024

Eerola, Hannaleena 2021d. Urea (P-Urea). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03122>. Viitattu 27.4.2024.

Eerola, Hannaleena 2025. Veritutkimukset ja veren aineosat. Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk02011>. Viitattu 8.11.2025.

Friman, Tarja & Kuparinen, Marja & Lehto, Liisa & Liikanen, Eeva 2021. Laboratoriotutkimusten näytteenotto. 1. painos. Keuruu. Otava kirjapaino Oy. 140–158, 172.

Hjelmgren, Henrik & Nilsson, Anna & H. Myrberg, Ida & Andersson, Nina & Ygge, Brirr-Marie & Nordlund, Björn 2021. Capillary blood sampling increases the risk of preanalytical errors in pediatric hospital care: observational clinical study. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jspn.12337>. Viitattu 8.11.2025.

HUS 2023a. Ferritiini, plasmasta. Päivitetty 16.06.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4826.html >. Viitattu 28.4.2024.

HUS 2023b. Glukoosi, plasmasta. Päivitetty 02.06.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/1471.html>. Viitattu 23.4.2024.

HUS 2023c. Kalsium, plasmasta. Päivitetty 24.4.2023. <https://www.huslab.fi/ohjekirja/4598.html>. Viitattu 23.4.2024

HUS 2023d. Kreatiniini, plasmasta. Päivitetty 10.11.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4600.html>. Viitattu 24.4.2024.

HUS 2023e. Laktaattidehydrogenaasi, plasmasta. Päivitetty 24.4.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4526.html>. Viitattu 24.4.2024.

HUS 2023f. Magnesium, plasmasta. Päivitetty 24.04.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4601.html>. Viitattu 27.4.2024.

HUS 2023g. Natriureettinen peptidi, B-tyypin N-terminaalinen propeptidi, plasmasta. Päivitetty 16.06.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4760.html>. Viitattu 28.4.2024.

HUS 2023h.Triglyseridit, plasmasta. Päivitetty 14.03.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4530.html>. Viitattu 27.4.2024.

HUS 2023i. Tyreotropiini, plasmasta. Päivitetty 16.06.2023. <https://huslab.fi/ohjekirja/4831.html>. Viitattu 28.4.2024.

HUS 2024a. Alaniiniaminotransferaasi, plasmasta. Päivitetty 16.04.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/1024.html>. Viitattu 23.4.2024.

HUS 2024b. Alkalinen fosfataasi, plasmasta. Päivitetty 06.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/4587.html>. Viitattu 23.4.2024.

HUS 2024c. Amylaasi, haimaperäinen, plasmasta. Päivitetty 06.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/4590.html>. Viitattu 24.4.2024.

HUS 2024d. Aspartaattiaminotransferaasi, plasmasta. Päivitetty 06.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/4591.html>. Viitattu 23.4.2024.

HUS 2024e. Bilirubiini, plasmasta. Päivitetty 06.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/4592.html>. Viitattu 23.4.2024.

HUS 2024f. Prealbumiini, seerumista. Päivitetty 06.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/2494.html>. Viitattu 27.4.2024.

HUS 2024g. Proteiini, seerumista. Päivitetty 06.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/2516.html>. Viitattu 27.4.2024.

HUS 2024h. Tyroksiini, vapaa, plasmasta. Päivitetty 22.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/4832.html>. Viitattu 28.4.2024.

HUS 2024i. Urea, plasmasta. Päivitetty 06.03.2024. <https://huslab.fi/ohjekirja/4534.html>. Viitattu 27.4.2024.

HUS 2025. Glukoosi, plasmasta. Päivitetty 06.02.2025. <https://diagnostiikka.hus.fi/tutkimus?id=1471>. Viitattu 08.02.2025.

HUS Diagnostiikkakeskus. HUS. <https://www.hus.fi/tietoa-meista/potilashoidon-organisaatio/hus-diagnostiikkakeskus>. Viitattu 2.4.2024.

Hänninen, Hanna & Ruismäki, Mia & Seikola, Aila & Slöör, Sari 2010. Laboratoriotyön perusteet. 1–2. painos. Helsinki: EDITA. 101.

IBM SPSS Statistics. Hypothesis Test Summary. Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test Summary.

Jyväskylän yliopisto. Määrällinen tutkimus. <https://sites.app.jyu.fi/mehu/fi/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>. Viitattu 09.04.2025.

Kahila, Anna 2020. Näytteenottajien preanalyyttisen osaamisen kehittäminen suomessa. Bioanalyytikko: artikkelijulkaisu 2020. <https://issuu.com/bioanalyytikkoliitto/docs/bioanalyytikko_artikkelijulkaisu_2020/40>. Viitattu 10.04.2025.

Labquality. 2021. Vieritestisuositus. Ihopistonäytteenotto. <https://www.labquality.com/fi/vieritestisuositus>. Viitattu 3.4.2024.

Lahtinen, Leena & Sippola, Pia 2018. Viiden ja kymmenen minuutin sentrifugoinnin vaikutus plasman trombosyyttipitoisuuteen. Opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018060612761>. Viitattu 2.4.2024.

Leeman, Mats & Choi, Jaeyeong & Hansson, Sebastian & Storm, Matilda Ulmius & Nilsson, Lars 2018. Proteins and antibodies in serum, plasma, and whole blood-size characterization using asymmetrical flow field-flow fractionation (AF4). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5701775/>. Viitattu 8.11.2025.

Minder, Elisabeth I & Schibli, Adrian & Mahrer, Dagmar & Nesic, Predrag & Pluer, Kathrin 2011. Effects of different centrifugation conditions on clinical chemistry and Immunology test results. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3123263/>. Viitattu 5.4.2024.

Mustajoki, Pertti 2022a. Magnesium. Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00818>. Viitattu 28.4.2024.

Mustajoki, Pertti 2022b. Veren triglyseridit (rasvat). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00820>. Viitattu 27.4.2024.

Raivio, Taneli 2023. Opinnäytetyöhön tarvittavat luvat HUS-yhtymässä. Tutkimusjohtajan ohje 2/2023. Voimaantulo 23.8.2023. Ohje ladattavissa HUS.fi -verkkosivuilta <https://www.hus.fi/tutkimus-ja-opetus/tutkijan-ohjeet/tutkimuslupa-opinnaytetyon-tutkimuslupa-ja-tietolupa> Viitattu 4.4.2024.

Raivio, Taneli 2024. Täydentävä ohje tutkimusluvan ja opinnäytetyönluvan hakijalle. Voimaantulo 15.1.2024. Ohje ladattavissa HUS.fi -verkkosivuilta <https://www.hus.fi/tutkimus-ja-opetus/tutkijan-ohjeet/tutkimuslupa-opinnaytetyon-tutkimuslupa-ja-tietolupa> Viitattu 4.4.204.

Sarsted, Instructions for use. SARSTEDT - Microvette® Capillary Blood Collection System. Ohje ladattavissa Sartstedt.com -nettisivuilta < https://www.sarstedt.com/en/download/instructions-for-use/> Viitattu 27.3.2024.

Siemens Healthineers. Atellica Solution Immunoassay & Clinical Chemistry Analyzers <https://www.siemens-healthineers.com/fi/integrated-chemistry/systems/atellica-solution-analyzers> Viitattu 3.4.2024.

Tietosuojavaltuutetun toimisto. Pseudonymisoidut ja anonymisoidut tiedot. <https://tietosuoja.fi/pseudonymisointi-anonymisointi>. Viitattu 10.04.2025.

Tilastokeskus. Reliabiliteetti. <https://stat.fi/meta/kas/reliabiliteetti.html>. Viitattu 11.04.2025.

Tunturi, Satu 2021a. Alaniiniaminotransferaasi (P-ALAT). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03071>. Viitattu 23.4.2024

Tunturi, Satu 2021b. Alkalinen fosfataasi (P-AFOS). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03072>. Viitattu 23.4.2024.

Tunturi, Satu 2021c. Bilirubiini (P-BIL). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03074>. Viitattu 23.4.2024.

Tunturi, Satu 2021d. Glukoosi, paastosokeri (fP-Gluk) ja P-glukoosi (P-Gluk). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03091>. Viitattu 23.4.2024

Tunturi, Satu 2021e. P-Tyreotropiini (P-TSH). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03132>. Viitattu 28.4.2024.

Tunturi, Satu 2021f. Triglyseridit (fP-Trigly). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03084>. Viitattu 27.4.2024.

Tunturi, Satu 2021g. Tyroksiini, vapaa (P-T4-V). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03131>. Viitattu 28.4.2024.

Tunturi, Satu 2023. Kreatiniini (P-Krea). Duodecim terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03121>. Viitattu 24.4.2024.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 2/2023. 11-12. <https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf>. Viitattu 9.6.2024.

WHO 2010. WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. World Health Organization. 41-43. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599221>. Viitattu 7.5.2025.

Åkerman, Kari & Anttila, Petra 2023. Sentrifugoitavien verinäytteiden käsittely ja säilytys. Menettelytapaohje. Etelä-Pohjanmaan Hyvinvointialue. Päivitetty 29.3.2023. <https://www.hyvaep.fi/uploads/2023/09/14-sentrifugoitavien-verinaytteiden-kasittely-ja-sailytys-2.4-.pdf> Viitattu 27.3.2024

Rekrytointikirje henkilökunnalle

Hei,

pyydämme sinua osallistumaan ”**Mikroputkien sentrifugointiolosuhteiden optimointi**” -opinnäytetyön toteutukseen.

Työn on tarkoituksena selvittää eri sentrifugointiolosuhteiden vaikutuksia yleisimpiin mikroputkista analysoitavien kliinisen kemian ja immunokemian tutkimusten tuloksiin. Työn toteutusta varten tarvitsemme tuoreita verinäytteitä (3 putkea laskimonäytteenä) vapaaehtoisilta. Osallistuminen vaatii vain näytteenottoon osallistumisen automaatiolaboratorion tiloissa. Halutessasi saat tietoosi omien verinäytteidesi tutkimustulokset. Verinäytteistä määriteltävät tutkimukset on listattu taulukossa 1.

Sähköpostin liitteenä löytyy tiedote tutkimuksesta suostumuslomakkeen kera. Jos olet kiinnostunut osallistumaan tutkimukseen, ilmoitathan asiasta Lotalle ja Ellalle (yhteystiedot alla) sähköpostitse.

Näytteenotto suoritetaan **ma-ti xx aamupäivän aikana** automaatiolaboratorion tiloissa. Näytteenottoaika sovitaan ilmoittautumisen yhteydessä. Ilmoitathan ilmoittautumisen yhteydessä, kumpana päivänä pääset osallistumaan näytteenottoon.
Jos sinulla herää kysymyksiä, voit olla meihin yhteydessä sähköpostitse.

Kiitos jo etukäteen kiinnostuneille sekä vapaaehtoisille!

Terveisin,
Lotta, Ella ja Sanna

Lotta Jääskö
Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ella Hilska
Metropolia ammattikorkeakoulu

Taulukko 1. Opinnäytetyössä verinäytteestä määritettävät tutkimukset

• P-ALAT • P-AFOS • P-AmylP • P-ASAT • P-Bil • P-Gluk • P-Ca • P-Krea • P-LD	• P-Mg • S-Prealb • S-Prot • P-Trigly • P-Urea • P-Ferrit • P-proBNP • P-TSH • P-T4-V

Tiedote tutkimuksesta, Henkilötietojen käsittely ja Tutkittavan suostumus

TIEDOTE TUTKIMUKSESTA

Mikroputkien sentrifugointiasetusten optimointi -opinnäytetyö

Pyyntö osallistua tutkimukseen

Sinua pyydetään mukaan opinnäytetyön tutkimukseen, jossa selvitetään eri sentrifugointiolosuhteiden vaikutuksia mikroputkista analysoitavien kliinisen kemian ja immunokemian tutkimusten tuloksiin. Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja sinun mahdollista osuuttasi siinä.

Lue rauhassa tämä tiedote. Jos sinulla on kysyttävää, ota yhteyttä tutkimuksen vastuututkijaan tai opinnäytetyön tekijöihin (yhteystiedot löytyvät asiakirjan lopusta).

Jos päätät osallistua tutkimukseen, sinua pyydetään allekirjoittamaan erillinen suostumus.

HUS alueellinen lääketieteellinen tutkimuseettinen toimikunta on antanut tutkimussuunnitelmalle puoltavan lausunnon.

Osallistumisen vapaaehtoisuus, keskeyttäminen ja suostumuksen peruuttaminen

Tähän tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Voit kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen, keskeyttää osallistumisesi tai peruuttaa jo annetun suostumuksesi tähän tutkimukseen syytä ilmoittamatta, milloin tahansa tutkimuksen aikana.

Halutessasi peruuttaa tutkimukseen osallistumisesi ota yhteyttä opinnäytetyön tekijöihin sähköpostitse (Ella Hilska ja Lotta Jääskö)

Jos päätät peruuttaa suostumuksesi, sinusta siihen mennessä kerättyjä tietoja ja/tai näytteitä käytetään osana tutkimusaineistoa.

Tutkimukseen osallistuvalla on 1–2 viikon harkinta-aika ennen suunniteltua näytteenottopäivämäärää.

Mitä tutkitaan ja miksi

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on löytää HUS Diagnostiikkakeskuksen kaikkien laboratorioiden käyttöön soveltuva optimaalinen sentrifugointiolosuhde, joka olisi myös putkivalmistaja Sarstedtin ohjeiden mukainen. Opinnäytetyö edellyttää tuoreiden verinäytteiden käyttöä, jotta saadaan määritettyä analyysitieto kokoveren ensimmäisestä erottelusyklistä lähtien. Jo kertaalleen sentrifugoidut ylijäämäpotilasnäytteet eivät tule kyseeseen.

Tutkimukseen pyydetään mukaan henkilöitä, jotka ovat laboratorion henkilökuntaa. Iällä tai sukupuolella ei ole väliä.

Tutkimus toteutetaan Meilahdessa, HUSLAB-talon automaatiolaboratorion tiloissa. Tutkimukseen osallistuu noin 20 vapaaehtoista.

Miten tutkitaan

Tutkimukseen osallistuminen kestää enintään 15 minuuttia, ja sisältää yhden käynnin näytteenottopisteellä automaatiolaboratorion tiloissa. Näytteen voi antaa työpäivän aikana.

Näytteenottopisteellä sinulta otetaan 3 putkea laskimoverta suoninäytteenä vakuumitekniikalla. Ihopistonäytteitä ei oteta. Näytteet ottavat opinnäytetyön tekijät. Välittömästi näytteenoton jälkeen putkista siirretään verta pienempiin mikroputkiin, joita sentrifugoidaan eri olosuhteissa. Tämän jälkeen mikroputkista analysoidaan useita kemian ja immunokemian tutkimuksia. Tulosten perusteella voidaan vetää johtopäätös parhaiten soveltuvasta sentrifugointiolosuhteesta.

Tutkimuksen päättyminen

Tutkimuksen alkamisesta opinnäytetyön julkistamiseen on arvioitu kuluvan kokonaisuudessa noin puoli vuotta. Tutkittavien osuuden arvioidaan kestävän 15 minuuttia. Opinnäytetyö tulee olemaan valmis alkuvuodesta 2025. Vapaaehtoisten osallistujien verikokeiden tulokset ilmoitetaan halukkaille mahdollisimman nopeasti niiden valmistuttua. Valmis opinnäytetyö julkaistaan avoimessa Theseus-tietokannassa sen valmistuttua.

Tutkimuksen toteuttaja ja rahoittaja

Tämän opinnäytetyön toteuttavat Ella Hilska ja Lotta Jääskö Metropolia Ammattikorkeakoulusta. Opinnäytetyön ohjaajina ja tutkimuspaikkakohtaisena johtava tutkijana toimii Tero Pihlajamaa sekä Sanna Mikkola. Tutkimuksen toimeksiantaja on HUS Diagnostiikkakeskus.

Tutkimuksen kustannukset ja taloudelliset selvitykset

Tutkimuksen rahoituksesta vastaa HUS Diagnostiikkakeskus. Tutkijoille ja opinnäytetyön tekijöille ei makseta erillistä korvausta tutkimuksen tekemisestä.

Tutkimuksen mahdolliset hyödyt ja riskit

Tähän tutkimukseen osallistumisesta saat halutessasi tietoosi verikokeidesi tulokset. Tutkimuksen tuottama tieto auttaa selvittämään, onko eri sentrifugointiolosuhteilla vaikutusta mikroputkista analysoitavien kliinisen kemian ja immunokemian tutkimusten tuloksiin. Normaalista poikkeavien laboratoriotulosten osalta lääkäri Tapio Lahtiharju ottaa teihin yhteyttä, ja tekee arvion lisätutkimustarpeesta sekä ohjaa tarvittaessa jatkotutkimuksiin Tutkimustulokset eivät siirry OmaKantaan. Tutkimuksessa verinäytteistä tutkitaan seuraavat analyytit: P-ALAT, P-AFOS, P-AmylP, P-ASAT, P-Bil, P-Gluk, P-Ca, P-Krea, P-LD, P-Mg, S-Prealb, S-Prot, P-Trigly, P-Urea, P-Ferrit, P-proBNP, P-TSH ja P-T4-V.

Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat haitat ja epämukavuudet

Tämän tutkimuksen toimenpiteen tavallisimmat/oletetut haitat ovat ihoon muodostuva mustelma tai lievä kipu pistokohdassa näytteenoton jälkeen. Muita harvinaisia riskejä ovat hermoon tai valtimoon pistäminen.

Tutkimukseen osallistumisesta voi aiheutua myös odottamattomia haittoja. Ne voivat liittyä tutkimuksen aikana tehtävään toimenpiteeseen. Mikäli tutkimustuloksissa havaitaan sattumalta poikkeavia löydöksiä, lääkäri Tapio Lahtiharjuun ottaa teihin yhteyttä, ja tarvittaessa ottaa kantaa poikkeaviin laboratoriotuloksiin ja opastaa eteenpäin.

Tutkimuksen aikana sinun ei tarvitse huomioida mitään erikoista arkielämässäsi.

Tutkittavien vakuutusturva ja korvaukset

HUS on vakuuttanut tutkimukseen osallistujat potilasvakuutuslain mukaisesti. Lisätietoja vakuutuksesta antaa johtava tutkija Tero Pihlajamaa.

Jos tutkittavasta laitteesta tai tutkimuksen takia tehdystä toimenpiteestä aiheutuu sinulle henkilövahinko, voit hakea korvausta. Henkilövahingosta voi hakea korvausta HUS potilasvakuutuksesta. Lisätietoja vakuutuksesta ja sen hakemisesta antaa johtava tutkija Tero Pihlajamaa.

Tutkittavalle maksettavat haitta- ja kulukorvaukset

Tähän tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota, eikä osallistuminen maksa mitään.

Henkilötietojen käsittely ja tietojen luottamuksellisuus (lyhyesti)

Tässä tutkimuksessa sovelletaan suomalaista tutkimus- ja henkilötietojen suojaa koskevaa lainsäädäntöä. Tutkijat ja muu tutkimushenkilöstö ovat sitoutuneet noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä ja tutkimuksen eettisiä ohjeita. Tarkempi kuvaus tutkimuksen oikeusperustasta on tämän tiedotteen lopussa.

Henkilötietojasi käsitellään tieteellistä tutkimustarkoitusta varten. Sinusta kerättyä tietoa ja tutkimustuloksia käsitellään luottamuksellisesti lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Kaikki tietojasi käsittelevät tahot ja henkilöt ovat salassapitovelvollisia. Lisää tietoa henkilötietojesi käsittelystä ja oikeuksistasi saat tämän tiedotteen lopusta.

Lisätiedot ja yhteyshenkilöt

Jos sinulla on kysyttävää tutkimuksesta, voit olla yhteydessä vastuututkijaan tai muuhun tutkimushenkilökuntaan. Voit keskustella heidän kanssaan kaikista tutkimuksen aikana mahdollisesti ilmenneistä haittavaikutuksista, epäilyttävistä oireista ja muista mieltäsi askarruttavista asioista.

Titteli: Sairaalakemisti
Nimi: Tero Pihlajamaa
Yksikkö/klinikka: HUS Diagnostiikkakeskus, automaatiolaboratorio
Suora puhelinnumero: -
Sähköpostiosoite: -

Titteli: Erikoistuva kemisti
Nimi: Sanna Mikkola
Yksikkö/klinikka: HUS Diagnostiikkakeskus, automaatiolaboratorio
Suora puhelinnumero: -
Sähköpostiosoite: -

Titteli: Bioanalyytikko-opiskelija
Nimi: Ella Hilska
Yksikkö/klinikka: Metropolia
Suora puhelinnumero: -
Sähköpostiosoite: -

Titteli: Bioanalyytikko-opiskelija
Nimi: Lotta Jääskö
Yksikkö/klinikka: Metropolia
Suora puhelinnumero: -
Sähköpostiosoite: -

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Lehtori Kaisa Rajakylä

KUVAUS TUTKIMUKSESSA TAPAHTUVASTA HENKILÖTIETOJEN KÄSITTELYSTÄ JA SIIHEN LIITTYVÄT TUTKITTAVAN OIKEUDET

Rekisterinpitäjä

Rekisterinpitäjänä tutkimuksessa on HUS, joka vastaa tutkimuksen yhteydessä tapahtuvien henkilötietojen käsittelyn lainmukaisuudesta.

Tutkimusrekisteriin tallennetaan vain tutkimuksen tarkoituksen kannalta välttämättömiä henkilötietoja. Tietojen kerääminen perustuu tutkimussuunnitelmaan.

Henkilötietojen käsittelyperuste

Yleinen etu muussa tieteellisessä tutkimuksessa:
Henkilötietojen käsittelyperusteena on yleisen edun mukaisessa tieteellisessä tutkimustarkoituksessa tietosuoja-asetuksen artiklat 6.1.e ja 9.2.j.

Henkilötietojen käsittely

Tutkimuksessa henkilötietojasi käsittelevät ainoastaan tutkimusryhmään nimetyt henkilöt, joiden työtehtäviin niiden käsittely kuuluu.

Tutkimuksen rekisteriin tallennetaan vain tutkimuksen tarkoituksen kannalta välttämättömiä henkilötietoja. Tutkittavien henkilöllisyyden tietää vain tutkimuksen henkilökunta, joka on salassapitovelvollinen. Henkilötiedot käsitellään pseudonymisoituina siten, että ne eivät tule tutkimusryhmän ulkopuolisten tietoon. Kaikkia tutkimuksessa sinusta kerättäviä tietoja käsitellään tietojen keräämisen jälkeen koodattuina, joten tietojasi ei voida tunnistaa tutkimukseen liittyvistä tutkimustuloksista, selvityksistä tai julkaisuista. Tietojen koodaaminen tarkoittaa sitä, että nimesi ja henkilötunnuksesi poistetaan ja korvataan yksilöllisellä koodilla. Tämän jälkeen sinua koskevia tietoja ei voida tunnistaa ilman fyysistä koodiavainta, jonka säilytyksestä vastaa tutkimuksen toimeksiantaja (tutkimusryhmän johtaja). Koodiavain hävitetään tietoturvallisesti sen jälkeen, kun tutkimukseen osallistuneet ovat saaneet tuloksensa. Sähköistä koodiavainta ei luoda lainkaan. Tutkimusryhmän muilla jäsenillä tai tutkimuksen ulkopuolisilla henkilöillä ei ole pääsyä fyysiseen koodiavaimeen. Tutkimustulokset analysoidaan koodattuna käyttämällä tilapäisiä, epäaidoilla henkilötunnuksilla varustettuja pyyntö-tulos-tunnisteita.

Mistä tietoja kerätään

Henkilötietojen osalta kultakin tutkimukseen osallistuvalta vapaaehtoiselta kerätään ainoastaan etu- ja sukunimi. Tutkimusaineistoon sisällytettävät koehenkilöiden verinäytetulokset kerätään kemian ja immunokemian analysaattoreilta. Näytteiden analysointivaiheessa näytetunnisteina käytetään testipyyntöjä, jotka on luotu potilastietojärjestelmästä löytyville virtuaalisille testipotilas-hetuille.

Henkilötietojen luovutus

Tässä tutkimuksessa henkilötietojasi tai näytteitäsi ei luovuteta muille tahoille.

Tietojen luovutus Suomessa ja EU:n sisällä

Henkilötietoja ei luovuteta Suomessa tai EU:n sisällä. Tutkimusta varten kerättyjä tietoja käytetään vain osallistuneiden omien verikokeiden tulosten tiedottamiseen jokaiselle henkilökohtaisesti. Itse opinnäytetyössä ei hyödynnetä henkilötietoja, eli verinäytteiden tuloksia käytetään täysin anonyymisti.

Tietojen siirto EU- ja ETA-alueen ulkopuolelle

Tutkimuksessa tietojasi ei siirretä EU:n ja Euroopan talousalueen (ETA) ulkopuolelle.

Tutkimuksen laadun varmistaminen

Opinnäytetyön laadullisuutta varmistaa opinnäytetyön tekijät sekä ohjaajat.

Henkilötietojen säilytys

Henkilötietoja käytetään vain omien verikokeiden tulosten tiedottamiseen. Tiedot hävitetään tulosten tiedottamisen jälkeen. Henkilötiedot käsitellään pseudonymisoituina. Fyysistä koodiavainta säilytetään HUS Diagnostiikkakeskuksen kulkuoikeuksiltaan rajatusta tilassa, lukitussa kaapissa, johon vain tutkimusryhmän johtajalla on pääsy. Fyysinen koodiavain tuhotaan tietoturvallisesti, kun tutkimukseen osallistuneet ovat saaneet tulokset tietoonsa.
Jos keskeytät tutkimukseen osallistumisen, peruutat suostumuksen tai osallistumisesi tutkimukseen keskeytyy muusta syystä, sinusta siihen mennessä kerättyjä tietoja ja näytteitä voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa. Se on välttämätöntä opinnäytetyön tulosten saamiseksi. Tämän jälkeen tiedot hävitetään.

Tutkittavan oikeudet

Sinulla on oikeus saada tietoa henkilötietojesi käsittelystä ja pyytää henkilötietojesi käsittelyn rajoittamista. Sinulla on myös oikeus tarkastaa tietosi ja pyytää niiden oikaisemista tai täydentämistä, jos esimerkiksi havaitset niissä virheen tai ne ovat puutteellisia tai epätarkkoja. Sinulla on myös oikeus vastustaa henkilötietojesi käsittelyä.

Tieteellisen tutkimuksen yhteydessä näitä oikeuksia voidaan kuitenkin rajoittaa. Laki voi velvoittaa rekisterinpitäjän säilyttämään tutkimustietosi tietyn määräajan rekisteröidyn oikeuksista riippumatta. Laki sallii poikkeukset rekisteröidyn oikeuksista silloin, kun se on välttämätöntä tieteellisten tutkimustulosten ja tutkittavien turvallisuuden varmistamiseksi.

Voit milloin tahansa tiedustella, käsittelemmekö henkilötietojasi ja vaatia käsittelyn perustelua. Voit myös tiedustella, mistä olemme saaneet tietojasi ja mihin näytteitäsi ja tietojasi on luovutettu. Sinulla on oikeus saada tiedot maksutta ja kohtuullisessa ajassa (yhden kuukauden kuluessa pyynnöstä). Jos tietopyyntösi on hyvin laaja tai jostakin muusta perustellusta syystä tietojen kerääminen on erityisen aikaa vievää, voidaan määräaikaa pidentää enintään kahdella (2) kuukaudella. Määräajan jatkamisesta ja syystä ilmoitetaan sinulle.

Tietosuoja-asioissa suosittelemme ottamaan yhteyttä tutkimuksen vastuuhenkilöön Tero Pihlajamaahan tai rekisterinpitäjän tietosuojavastaavaan Petteri Hämäläiseen.

Tutkimuspaikkakohtaisen johtavan tutkijan yhteystiedot:

Titteli: Sairaalakemisti
Nimi: Tero Pihlajamaa
Yksikkö/klinikka: HUS Diagnostiikkakeskus, automaatiolaboratorio
Suora puhelinnumero: -
Sähköpostiosoite: -

Rekisterinpitäjän tietosuojavastaavan yhteystiedot:

Petri Hämäläinen, kehittämispäällikkö, tietosuojavastaava
HUS-yhtymä, yleishallinto- ja juridiikka, lakiasiat
eutietosuoja@hus.fi
Postiosoite: PL 440, 00029 HUS

Sinulla on oikeus tehdä valitus erityisesti vakinaisen asuin- tai työpaikkasi sijainnin mukaiselle valvontaviranomaiselle, mikäli katsot, että henkilötietojen käsittelyssä rikotaan EU:n yleistä tietosuoja-asetusta (EU) 2016/679 tai tietosuojalakia (1050/2018). Suomessa valvontaviranomainen on tietosuojavaltuutettu.

Tietosuojavaltuutetun toimisto, Lintulahdenkuja 4, 00530 Helsinki, PL 800, 00531 Helsinki
Puhelinvaihde: 029 566 6700, Sähköposti (kirjaamo): tietosuoja@om.fi

TUTKITTAVAN SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Mikroputkien sentrifugointiasetusten optimointi.
HUS Diagnostiikkakeskus, Meilahti. Ella Hilska ja Lotta Jääskö

Minua _____ on pyydetty osallistumaan yllä mainittuun tieteelliseen tutkimukseen, jonka tarkoituksena on löytää yksi sentrifugointiolosuhde HUS Diagnostiikkakeskuksen kaikkiin laboratorioihin, joka on myös putkivalmistajan Sarstedin ohjeiden mukainen.

Olen lukenut ja ymmärtänyt saamani tutkimustiedotteen ja annan suostumukseni sen mukaiseen tutkimukseen. Olen saanut tiedotteesta riittävästi tietoa tutkimuksesta ja sen yhteydessä suoritettavasta tietojen keräämisestä, käsittelystä ja luovuttamisesta. Tiedotteen sisältö on kerrottu minulle myös suullisesti ja olen saanut riittävän vastauksen kaikkiin tutkimusta koskeviin kysymyksiini. Tiedot antoivat Ella Hilska ja Lotta Jääskö. Päivämäärä:

Minulla on ollut riittävästi aikaa harkita tutkimukseen osallistumista. Olen saanut riittävät tiedot tutkimuksen tarkoituksesta ja sen toteutuksesta, tutkimuksen hyödyistä ja riskeistä sekä oikeuksistani. Minua ei ole painostettu eikä houkuteltu osallistumaan tutkimukseen.

Tiedän, että tietojani käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta sivullisille.

Ymmärrän, että tähän tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Olen selvillä siitä, että minulla on oikeus kieltäytyä tutkimukseen osallistumisesta. Voin myöhemmin halutessani myös keskeyttää osallistumiseni tutkimukseen tai peruuttaa suostumukseni milloin tahansa syytä ilmoittamatta, eivätkä ne vaikuta kohteluuni millään tavalla.

Voin keskeyttää osallistumiseni missä tahansa tutkimuksen vaiheessa syytä ilmoittamatta. Minulla on myös oikeus peruuttaa antamani suostumus milloin tahansa ennen tutkimuksen päättymistä. Olen tietoinen siitä, että mikäli keskeytän tutkimuksen tai peruutan suostumuksen, minusta keskeyttämiseen ja suostumuksen peruuttamiseen mennessä kerättyjä tietoja ja näytteitä käytetään osana tutkimusta.
Tiedän, että tutkimukseen osallistumisesta aiheutuneista kuluista ei makseta korvausta.

Allekirjoituksellani vahvistan osallistumiseni tähän tutkimukseen ja suostun vapaaehtoisesti tutkimushenkilöksi.

_____ _____
Tutkittavan allekirjoitus Päiväys

tätä tietoa ei kerätä

_____ _____
Tutkittavan nimenselvennys Tutkittavan syntymäaika tai henkilötunnus

tätä tietoa ei kerätä

_____
Tutkittavan osoite

Suostumus vastaanotettu

_____ _____
Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus Päiväys

_____ _____
Nimenselvennys Rooli tutkimusryhmässä

Alkuperäinen allekirjoitettu asiakirja jää vastuututkijan arkistoon ja kopio allekirjoitetusta suostumuksesta annetaan tutkittavalle.