



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

# TYÖOHJEET MANUAALISESTI TEHTÄVIIN FOTOMETRIA- MÄÄRITYKSIIN SAVONIA- AMMATTIKORKEAKOULUN KLIINISEN KEMIAN HARJOITUSTUNNEILLE

TEKIJÄ/T: Ina Hämäläinen  
Emilia Lemmetyinen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Bioanalytiikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Hämäläinen Ina & Lemmetyinen Emilia	
Työn nimi Työohjeet manuaalisesti tehtäviin fotometriamäärityksiin Savonia-ammattikorkeakoulussa kliinisen kemian harjoitustunneille	
Päiväys 22.10.2014	Sivumäärä/Liitteet 36/1
Ohjaaja(t) Lehtori Kolehmainen Sanna	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu	
Tiivistelmä <p>Kliininen kemia on osa laboratoriolääketiedettä ja kuuluu myös bioanalyttikon opintoihin. Kliinisen kemian perustutkimuksiin kuuluvat mm. plasmasta tehtävät entsyymiaktiivisuusmääritykset sekä lipidien ja glukoosin analysointi. Savonia-ammattikorkeakoulussa kliinisen kemian opintokokonaisuus jakautuu kahteen osaan, joista molemmat sisältävät teoria- sekä harjoitustunnit.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää kliinisen kemian harjoitustuntien työohjeet käytössä olevien ohjeiden pohjalta. Sen tavoitteena oli selkeyttää kliinisen kemian harjoitustuntien vanhoja työohjeita ja näin tukea bioanalytiikan opiskelijoiden oppimista sekä ohjattua että itsenäistä työskentelyä harjoitustunneilla. Opinnäytetyössä keskityimme harjoitustunneilla manuaalisesti suoritettaviin kliinisen kemian fotometrisiin määrityksiin. Opinnäytetyömme tavoitteena oli myös syventää omaa ammatillista osaamistamme.</p> <p>Opinnäytetyömme on Savonia-ammattikorkeakoululle tehtävä kehittämistyö, jonka tuotoksena ovat vanhojen työohjeiden pohjalta tuotetut päivitettyt työohjeet kliinisen kemian harjoitustunneille. Raporttiosuuden ja työohjeiden tiedot ovat koottu luotettavasta laboratorioalan kirjallisuudesta ja artikkeleista. Työohjeiden rakenne tehtiin Labquality Oy:n esimerkkityöohjeiden rakennetta noudattaen. Työohjeet on rakennettu taulukkomaiseen muotoon ja siitä ilmenevät selkeästi tutkimuksen olennaiset tiedot, esimerkiksi tutkimuksen nimi, tutkimusmenetelmä, virhelähteet ja rajoitukset, näyttemateriaalit, laadunvarmistus sekä tutkimuksen suoritus. SFS-standardien mukaan laitteella on aina oltava voimassa oleva käyttöohje, jotta tutkimuksen luotettavuus säilyy. Työohjeiden luotettavuutta lisäsimme myös testaamalla niitä itse sekä testauttamalla niitä bioanalyttikko-opiskelijoilla. Työohjeiden esitestauksen tarkoituksena oli myös saada työohjeista palautetta sekä selvittää niiden toimivuutta. Työohjeitamme testaavalta opiskelijaryhmältä saimme positiivista palautetta työohjeiden selkeydestä ja helppolukuisuudesta. Työohjeet liitetään Savonia-ammattikorkeakoulun omaan Moodle-oppimisympäristöön, josta opiskelijat voivat itse tulostaa ne käyttöönsä sekä kootaan työohjekansioon kliinisen kemian luokkaan. Työohjeiden rakennetta voi hyödyntää myöhemmin myös muiden työohjeiden päivittämisessä.</p>	
Avainsanat kliininen kemia, työohje, fotometria, harjoitustunti	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Biomedical Laboratory Science			
Author(s) Hämäläinen Ina & Lemmetyinen Emilia			
Title of Thesis Working instructions for manual photometric assay in clinical chemistry practical lessons at Savonia University of Applied Sciences			
Date	22.10.2014	Pages/Appendices	36/1
Supervisor(s) Lector Kolehmainen Sanna			
Client Organisation /Partners Savonia University Of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>Clinical chemistry is a part of laboratory medical science. It is also a significant part of biomedical laboratory student's education. Basic analyses at clinical chemistry are made from plasma, for example enzyme analysis and cholesterol and glucose analyses. At Savonia University of Applied Sciences the courses of clinical chemistry are divided into two parts which both encompass theory and practical part.</p> <p>The purpose of this thesis is to update the old instructions using the instructions which are in use. The aim of this thesis is to clarify old clinical chemistry instructions and to support students' learning and also deepen our own knowledge. The aim is also to support their independent and supervised working in practical lessons. This thesis is concentrated on the photometric analyses of clinical chemistry.</p> <p>This thesis is a development project for Savonia University of Applied Sciences. The products of this thesis are updated working instructions practical lessons in clinical chemistry. The report and working instructions consist of theory which is collected from reliable laboratory literature sources. The structure of the working instructions is based on example working instructions of the Labquality. The working instructions include only the main information to make instructions as clear as possible. SFS-standard says that equipment must have valid instruction to create reliable results. The working instructions were tested by ourselves and also by biomedical laboratory students to increase the reliability of them. Students gave us positive feedback about the working instructions. The working instructions are published in the class of clinical chemistry and Moodle learning environment, where students can print it. The structure of the working instructions is usable for updating other working instructions.</p>			
Keywords clinical chemistry, working instruction, photometric, practical lesson			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	KLIININEN KEMIA LABORATORIOTYÖN ERIKOISALANA.....	7
2.1	Laboratoriotutkimusprosessi .....	7
2.2	Laadunvarmistus laboratoriotyössä .....	9
3	KLIINISEN KEMIAN ANALYYSEISSÄ KÄYTETTÄVIÄ MENETELMIÄ.....	10
3.1	Fotometria kliinisessä kemiassa.....	10
3.2	Entsymaattiset substraattimääritykset .....	11
3.3	Entsyymiaktiivisuusmääritykset .....	11
4	HARJOITUSTUNNEILLA TUTKITTAVAT ANALYYTIT.....	13
4.1	Plasman ja seerumin proteiinitutkimukset.....	13
4.1.1	Plasman albumiini (P-Alb).....	13
4.1.2	Seerumin kokonaisproteiini (S-Prot) .....	14
4.1.3	Plasman C-reaktiivinen proteiini (P-CRP).....	14
4.2	Entsymaattiset tutkimukset.....	15
4.2.1	Plasman kreatiinikinaasi (P-CK) .....	15
4.2.2	Plasman alaniiniaminotransferaasi (P-Alat).....	16
4.2.3	Plasman amylaasi (P-Amyl).....	16
4.2.4	Plasman gammaglutamyylitransferaasi (P-GT) .....	17
4.3	Plasman uraatti (P-Uraatti) .....	18
4.4	Plasman lipidimääritykset .....	19
4.5	Plasman glukoosi (fP-Gluk) .....	21
5	HYVÄ TYÖOHJE .....	23
6	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET.....	24
7	TYÖN TOTEUTUKSEN KUVAUS .....	25
7.1	Toiminnallinen opinnäytetyö .....	25
7.2	Opinnäytetyön suunnittelu.....	26
7.3	Opinnäytetyön toteutus.....	26
8	POHDINTA .....	29
8.1	Työn eettisyys ja luotettavuus .....	29
8.2	Tavoitteiden toteutuminen.....	30
8.3	Oman oppimisen ja ammatillisen kehittymisen arviointi .....	30

LÄHTEET ..... 32

LIITE 1: TYÖOHJEET ..... 37

## 1 JOHDANTO

Kliininen kemia on laboratoriolääketieteen osa-alue, jossa tutkitaan muun muassa elimistön nesteiden koostumusta sekä kemiallisten yhdisteiden pitoisuuksia ja entsyymien aktiivisuutta. Kliinisen kemian analytiikkaan kuuluvat muun muassa veren glukoosin, rasvojen, entsyymien ja hivenaineiden analysoiminen. (Suomen Bioanalyttikoliitto 2014.)

Kliininen kemia kuuluu bioanalytiikan ammattiopintoihin. Savonia-ammattikorkeakoulussa kliinisen kemian opintokokonaisuus on jaettu kahteen osaan, joista kumpikin sisältää teoria- ja harjoitustunteja. Yhdessä ne muodostavat kymmenen opintopisteen kokonaisuuden. Kurssien tavoitteena opiskelija oppii tuntemaan kliinisen kemian keskeiset käsitteet ja tutkimukset. Opiskelija oppii myös käyttämään kansainvälisiä tietolähteitä ja tekemään perustutkimukset soveltamalla teoretietoa, ottaen huomioon laadunhallinnan sekä työ- ja potilasturvallisuuden. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2011.)

Opinnäytetyömme on kehittämistyö, jonka toimeksiantaja on Savonia-ammattikorkeakoulu. Savonia-ammattikorkeakoulussa, bioanalytiikan koulutusohjelmassa on olemassa työohjeet kliinisen kemian harjoitustunneille, mutta ne kaipaavat päivitystä. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on päivittää työohjeet kliinisen kemian harjoitustunneille käytössä olevien ohjeiden pohjalta. SFS-standardien mukaan laitteella on aina oltava voimassa oleva käyttöohje, jotta tutkimuksen luotettavuus säilyy (Lääketieteelliset laboratoriot 2013, 48). Tavoitteenamme on selkeyttää kliinisen kemian harjoitustuntien vanhoja työohjeita ja näin tukea bioanalytiikan opiskelijoiden oppimista sekä ohjattua että itsenäistä työskentelyä harjoitustunneilla. Samalla saamme syvennettyä omaa osaamistamme.

Työohjeella tarkoitetaan ohjeistusta tai selvitystä siitä, kuinka jokin työ tehdään. Ohjeiden tehtävänä on orientoida ja motivoida työn tekijää työtä kohtaan sekä selkeyttää työn sisältöä ja tarkoitusta. Työohjeessa kerrotaan vain olennaiset asiat, jotta ohjeistus on mahdollisimman selkeä. (Repo ja Nuutinen 2003, 138.)

Päivitettävät työohjeet sisältävät plasmasta ja seerumista glukoosi- ja rasvatutkimuksia sekä proteiini- ja entsyymitutkimuksia. Kliinisen kemian harjoitustunnit sisältävät myös virtsan tutkimuksia, automaattianalysointilaitteiden käyttöä sekä kuivakemian määrittämiä, jotka on rajattu pois tästä työstä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään harjoitustunneilla manuaalisesti suoritettaviin kliinisen kemian fotometriin analyysiin. Työohjeet liitetään Savonia-ammattikorkeakoulun omaan virtuaaliseen Moodle-oppimisalustaan, josta opiskelijat voivat itse tulostaa työohjeet sekä kootaan työohjekansioon kliinisen kemian luokkaan.

## 2 KLIININEN KEMIA LABORATORIOTYÖN ERIKOISALANA

Kliininen kemia on yksi laboratoriolääketieteen osa-alue. Se käyttää hyväkseen kemiallisia menetelmiä määrittäessä muun muassa eri yhdisteiden pitoisuuksia elimistön eri nesteistä kuten verestä, virtsasta ja selkäydinnesteestä. (Itä-Suomen yliopisto 2014.) Kemiallinen analyysi perustuu reaktion tuottamiseen oikeanlaisen näytteen ja spesifisen reagenssin välillä, reaktion mittaamiseen ja tulosten tarkasteluun (Naser ja Naser 1998, 5). Yleisimmin tutkimuksissa käytetään näytteenä veren plasmaa tai seerumia. Plasma on veren verisoluton osa, joka erotetaan kokoverestä sentrifugoinnin avulla. Seerumi on muuten koostumukseltaan samanlaista kuin plasma, mutta siitä puuttuvat verisolujen lisäksi hyytymistekijät. (Sand, Sjaastad, Haug ja Bjålie 2011, 316, 327.) Plasmaa ja seerumia käytetään esimerkiksi analyyttien pitoisuuksia tai entsyymien aktiivisuuksia määrittäessä (Itä-Suomen Yliopisto 2014). Analyytti tarkoittaa näytteestä mitattavaa ainetta tai komponenttia (Lehrer 2010, 68). Virtsasta voidaan määrittää muun muassa lääkeaine- ja myrkytyspitoisuuksia. Määrytyksiä käytetään erilaisten sairauksien diagnosoinnin sekä seurannan apuna ja niiden avulla pyritään ennaltaehkäisemään sairauksien kehittymistä. (Itä-Suomen Yliopisto 2014.)

Kliinisissä laboratorioissa käytetään paljon automaattianalysointilaitteita, jotka mahdollistavat samanaikaisesti useiden näytteiden analysoimisen luotettavasti ja nopeasti (Suomen Bioanalytikkoliitto 2014). Menetelminä käytetään esimerkiksi fotometriaa ja kromatografiaa. Yleisimpiä tutkimuksia kliinisen kemian laboratorioissa ovat muun muassa seerumista tai plasmasta määritettävät kolesteroli, glukoosi, C-reaktiivinen proteiini, kalium, kalsium, natrium, proteiini ja hormonit. (Niemelä ja Pulkki 2010, 9-12.)

Savonia-ammattikorkeakoulussa kliinisen kemian kurssit muodostavat kymmenen opintopisteen kokonaisuuden. Siihen kuuluvat kuuden opintopisteen teoriaosuus ja neljän opintopisteen harjoittelu oppilaitoksessa. Kokonaisuus on jaettu kahteen viiden opintopisteen osioon. Ensimmäiseen osioon kuuluvat tutustuminen kliinisen kemian menetelmiin ja mittaustapoihin, sekä erityisesti hiilihydraattien ja rasvojen aineenvaihduntaan perehtyminen. Toisessa osiossa keskeisinä sisältöinä ovat entsyymien ja proteiinien tutkimukset. Lisäksi tutustutaan myös munuaisten toimintaan, elimistön nestetasapainon säätelyyn sekä virtsan ja punktionesteiden tutkimiseen. Opintojakson tavoitteena on, että sen suorittuaan opiskelija tuntee kliinisen kemian käsitteistöä ja osaa tehdä siihen kuuluvia perustutkimuksia. Tavoitteena on myös, että opiskelija ymmärtää teorian tiedon yhteyden analyysiin, niin että pystyy soveltamaan teorian tietoa käytäntöön. Hänen tulee myös osata soveltaa laboratoriotutkimusprosessin vaiheita ottaen huomioon laatuun liittyviä näkökulmia sekä noudattaen työ- ja potilasturvallisuutta niin, että tuloksien luotettavuus säilyy. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2011.)

### 2.1 Laboratoriotutkimusprosessi

Laboratoriotutkimusprosessi jakautuu preanalyttiseen, analyttiseen ja postanalyttiseen vaiheeseen. Preanalyttiseen vaiheeseen kuuluu kaikki se, mitä tapahtuu ennen näytteen

analysointia, alkaen tutkimustarpeen toteamisesta ja sisältäen potilaan valmistautumisen näytteenottoon sekä näytteen käsittelyn ja valmistamisen. Analyyttiseen vaiheeseen kuuluvat näytteen tutkiminen sekä laadunvarmistus ja postanalyttiseen vaiheeseen tuloksen vastaaminen ja tulkitseminen. (Tuokko, Rautajoki ja Lehto 2008, 7.)

Suurin osa laboratoriotutkimusprosessin virheistä tapahtuu preanalyttisessä vaiheessa, minkä vuoksi preanalyttisten virhetekijöiden minimointi on tärkeää. Onnistunut näytteenotto on edellytys luotettavan tuloksen saamiseen ja tuloksen tulee olla vertailtavissa muilla kerroilla otettujen näytteiden tulosten kanssa. (Linko, Ahonen, Eirola ja Ojala 2000, 51.) Fyysinen rasitus vaikuttaa monin eri tavoin veren komponentteihin, esimerkiksi muuttamalla plasmatilavuutta, aineenvaihduntaa tai solujen läpäisevyyttä sekä lisäämällä entsyymien kulkua soluista plasmaan. Liikunta vaikuttaa myös elektrolyyttien määrään ja plasman glukoosipitoisuuteen. Toinen laboratoriotuloksiin merkittävästi vaikuttava tekijä on nautittu ravinto. Se vaikuttaa laboratoriotuloksiin kahdella eri tavalla: fysiologisesti tai määritysmenetelmällisesti. Ravinto nostaa monia pitoisuuksia plasmassa, muun muassa plasman glukoosi- ja kolesterolipitoisuuksia. Nautittu ravinto voi myös häiritä määrittystä. Esimerkiksi ravinnosta saadut lipidit voivat aiheuttaa plasman sameutta eli lipemiaa, mikä voi häiritä spektrofotometrisia määrittämiä ja johtaa virheelliseen mittaustulokseen. Tämän takia joidenkin tutkimuksien kohdalla näytteenotto pyritään vakioimaan noudattamalla 10–12 tunnin paastoa, jotta virheellisiltä tuloksilta vältyttäisiin (Seppälä ja Tuokko 2010, 22–24).

Näytteiden esikäsittelyyn kuuluu plasman visuaalinen tarkastelu sentrifugoinnin jälkeen, sillä häiritseviä tekijöitä ei voida havaita kokoverinäytteestä. Hemolyyysi eli punasolujen rikkoutuminen on monissa tutkimuksissa häiritsevä tekijä, joka aiheuttaa virheellisiä tuloksia. Hemolyyysi johtuu punasolujen hemoglobiinista, joka on vapautunut verisolujen rikkoutuessa plasmaan. Esimerkiksi näytteen liian raju sekoittaminen tai staasin käyttö näytteenoton yhteydessä voivat aiheuttaa punasolujen rikkoutumista ja näin ollen hemolyyysiä. (Leino 2008, 68.) Ikteria on bilirubiinin aiheuttamaa keltaisuutta plasmassa. Veren bilirubiinipitoisuutta voivat nostaa muun muassa punasolujen liian nopea hajoaminen, maksan vajaatoiminta tai sappiteiden tukkeutuminen. (Sand ym. 2011, 322.) Bilirubiinilla ja hemoglobiinilla on ominaisuuksia, jotka vaikuttavat optisesti fotometrisissä mittauksissa. Solujen rikkoutuminen voi vaikuttaa mitattavan yhdisteen pitoisuuteen myös laskevasti, kun rikkoutuessa vapautuu joitakin hajottavia entsyymejä, esimerkiksi insuliinia. (Leino 2008, 68.)

Analyttinen vaihe sisältää esikäsittelyn näytteen analysoinnin esimerkiksi määrittämällä tutkittavan analyytin pitoisuus tai aktiivisuus. Tuloksen luotettavuuden ja oikeellisuuden varmistamiseksi tulee määritykseen käyttää siihen tarkoitettua testattua ja hyväksyttyä menetelmää ja laitteistoa. Näin tulosten oikeellisuus voidaan jäljittää ja varmentaa. Jokaiselle tutkimukselle on olemassa hyväksytty analyysimenetelmä ja laadun varmistamiseksi sovitut toimenpiteet. (Tuokko, Rautajoki ja Lehto 2008, 12.) Koko laboratoriotutkimusprosessissa analyttinen vaihe on se, jossa tapahtuu vähiten virheitä. (Linko, Ahonen, Eirola ja Ojala 2000, 54.) On tärkeää huomioida, että mikäli näyte ei ole



asianmukaisesti otettu ja se on pilalla jo ennen laboratorioon saapumista, ei parhailakaan analyysimenetelmillä voida näytettä analysoida luotettavasti (Laitinen 2004, 32).

Postanalyttinen vaihe sisältää tulosten tarkastamisen ja hyväksymisen, raportoinnin sekä tulosten tulkinna ja niiden perusteella tehtävän hoitopäätöksen. Analyysin jälkeen tehdään arvio vaiheen onnistumisesta sekä tulosten luotettavuudesta. Kun laboratorio on hyväksynyt tulokset, ne lähetetään hoitavaan hoitoyksikköön, jossa hoitava lääkäri arvioi tulokset ja tekee niiden perusteella hoitopäätöksen. (Tuokko, Rautajoki ja Lehto 2008, 13.)

## 2.2 Laadunvarmistus laboratoriotyössä

Laadunvarmistaminen on tärkeä osa koko laboratoriotutkimusprosessia. Sillä tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joiden avulla varmistetaan, että riittävä laatutaso saavutetaan laboratorioanalytiikassa. (Labquality Oy 2010, 46.) Ajantasalla olevat työohjeet sekä riittävä ammattitaito ovat laadun säilymisen edellytyksiä (Lääketieteelliset laboratoriot 2013, 48). Laboratorion toimintakäsikirjassa on kuvattu laboratorion toimintajärjestelmä. Se perustuu kansainvälisiin ja kansallisiin standardeihin ja ohjeistuksiin, joiden mukaan organisaatioissa toimitaan. Standardit ovat virallisia asiakirjoja, jotka kuvaavat yleiseen käyttöön tarkoitettuja toimintatapoja tai sääntöjä. Toimintakäsikirja sisältää muun muassa tilat, menetelmät, välineet, määräykset työpisteiden työohjeista, laadunvarmistuksen, henkilökunnan, heidän tehtävänsä sekä vastualueet. (Labquality Oy 2010, 2-3.)

Sisäinen laadunohjaus kuuluu jokaisen laboratorion toimintaan. Sisäisellä laadunohjauksella tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, joilla seurataan tutkimuksen laatua laboratorion sisällä, esimerkiksi kaupallisten kontrollinäytteiden avulla (Linko ym. 2009, 294–296). Kontrollilla tarkoitetaan materiaalia, joka analysoidaan samalla tavalla kuin potilasnäytteet ja tulosta käytetään menetelmän ja laitteen toiminnan hyväksyttävyyden arvioimiseen (Mylab Oy 2014). Kontrolleille on asetettu viiteväli, joiden sisään tuloksen tulee asettua (Jaarinen ja Niiranen 2005, 25). Päivittäisen sisäisen laadunvarmistuksen tarkoituksena on havaita välittömästi muutokset menetelmän tulostasossa tai toistettavuudessa (Sinervo 2011).

Ulkoisessa laadunarvioinnissa tutkimuksia tekevä laboratorio vertaa omaa suoritustaan muiden samaa tutkimusta tekevien laboratorioden kanssa niin kotimaisella että kansainvälisellä tasolla. Laadunarviointipalveluiden tuottaja, esimerkiksi Labquality Oy toimittaa laboratorioihin sokkonäytteitä analysoitavaksi, ja tekee tuloksista yhteenvedon. (Linko ym. 2009, 294–296.) Laadunarviointikierroksia tehdään 2-12 kertaa vuodessa. Tärkeää on, että usealle eri laboratoriolle lähetetään samanaikaisesti samat näytteet tai materiaalit, jotta tuloksia saadaan vertailtua ja tilastoitua. Laboratoriot saavat omasta suorituksestaan palautteen ja voivat tämän perusteella parantaa omaa analytiikkaansa. Ulkoisella laadunarvioinnilla arvioidaan analyysitapahtuman lisäksi myös preanalytiikkaa sekä postanalytiikkaa. (Labquality Oy 2014, 8.)

### 3 KLIINISEN KEMIAN ANALYYSEISSÄ KÄYTETTÄVIÄ MENETELMIÄ

#### 3.1 Fotometria kliinisessä kemiassa

Yleisimpiä kliinisen kemian analyyyseissä käytettäviä mittaussuunnitelmia ovat fotometria ja sen eri sovellukset kuten spektrofotometria, nefelometria ja turbidimetria, immunokemialliset sekä entsyymaattiset menetelmät. Fotometria on mittaussuunnitelma, joka perustuu valon läpäisevyyden eli transmittanssin tai imeytyvyyden eli absorptioon mittaamiseen väliaineessa. Valo on sähkömagneettisen energian muoto, joka etenee aaltomaisesti. Sen aallonpituus riippuu energian määrästä, ja valon väri riippuu aallonpituudesta. Näkyvän valon aallonpituusalue on 380–750 nm. (Halonen 2004, 66.) Monissa kliinisen kemian tutkimuksissa reaktioissa muodostuu värikomplekseja. Kun mittaussuunnitelmaa käytetään, jossa väriaine on, osuu tiettyä aallonpituutta sisältävää valoa, osa valosta absorboituu liuokseen. Loput valosta transmittoituu näytteen läpi ja osuu detektorille. Tämä osa on transmittoitunutta valoa ja se kuvataan yhtälöllä  $T = I_s/I_0$ , jossa  $I_s$  on transmittoituneen valon voimakkuus ja  $I_0$  on näytteeseen osuvan valon voimakkuus. Absorboituneen valon määrä on kääntäen verrannollinen transmittoituneen valon logaritmiin. Tämä voidaan kuvata kaavalla  $A = abc = -\log T$ , jossa  $a$  on yhdisteen absorptiokerroin,  $b$  on valon kulkema matka liuoksessa,  $c$  on yhdisteen pitoisuus ja  $T$  on läpäisseen valon suhde. Liuoksessa olevan yhdisteen pitoisuus on suoraan verrannollinen absorboituneen valon määrään. (Halonen 2004, 66–67.)

Immunokemiallisissa menetelmissä mitataan joko antigeenin tai vasta-aineen pitoisuutta yhdisteessä käyttäen hyväksi antigeenin ja sen spesifisen vasta-aineen kykyä sitoutua toisiinsa (Halonen 2004, 90). Antigeeni on yhdiste, joka sitoutuu vasta-aineeseen aiheuttamalla immuunivasteen. Vasta-aine tarkoittaa immunoglobuliinia, joka sitoo yhdistettä. (Feldkamp 2010, 151.) Turbidimetria on menetelmä, jossa fotometrillä mitataan sekä näytekyvetin läpi siroonnutta valoa että absorboituneen ja heijastuneen valon kokonaismäärää. Valo siroaa pienistä partikkeleista, jotka turbidimetriassa ovat yli 40 nm. (Åkerman ja Jokela 2010, 58.) Immunoturbidimetriassa partikkelit ovat vasta-aineiden ja antigeenien muodostamia immuunikomplekseja (Randox 2014).

Yleensä kemian tutkimuksessa käytetään vakiointia. Vakioinnilla tarkoitetaan sitä kalibrointia, jolla tutkimuslaitteisto säädetään ennen analysointia. Siinä määritetään näytteen pitoisuuden ja jonkin mitattavan ominaisuuden yhteys. Vakioinnissa käytetään liuoksia, joiden pitoisuus tiedetään tarkasti. (Jaarinen ja Niiranen 2005, 18.) Nollanäytteenä käytetään steriiliä vettä, jonka avulla saadaan selville mahdollinen reagenssien tai mittalaitteen kontaminoituminen sekä saadaan vakiokuvaajan nollakohta (Suomen ympäristökeskus 2010, 15). Eri väkevyisistä liuoksista muodostetaan vakiokuvaaja mitattavan ominaisuuden ja tiedetyn pitoisuuden mukaan (Jaarinen ja Niiranen 2005, 18). Tutkittavien näytteiden pitoisuudet saadaan määritettyä vakiokuvaajan avulla kaavalla  $C_{\text{NÄYTE}} = \text{ABS}_{\text{NÄYTE}} * C_{\text{VAKIO}} / \text{ABS}_{\text{VAKIO}}$  (Halonen 2004, 67). Vakioinnin luotettavuus varmistetaan kontrollinäytteiden avulla (Jaarinen ja Niiranen 2005, 25). Kontrolleina käytetään kaupallisia seerumi- tai plasmanäytteitä, esimerkiksi abtrol-, nortrol- ja lipotrol-näytteitä (Thermo Fisher 2008).

Kliinisen kemian fotometrisissa määryyksissä käytetään liuoksia, jotka sisältävät reagenssia sekä tutkittavaa näytettä, esimerkiksi plasmaa. Manuaalisesti suoritettavissa mittauksessa, lukuun ottamatta entsyymiaktiivisuusmääryyksiä valmistetaan näytesarja, johon kuuluvat yleensä vakiointinäytteet (esim. aqua ja sCal) sekä kontrollit (esim. Nortrol). Näytesarjan näytteet analysoidaan peräkkäin, alkaen vakiointikuvaajan nollanäytteestä. (Thermo Fisher 2011.) Savonia-ammattikorkeakoulussa kliinisen kemian harjoitustunneilla manuaalisesti määritettävissä fotometrisissä analyysissä kaikilla näytteillä on oltava rinnakkaisnäytteet, joiden tuloksista lasketaan keskiarvot.

### 3.2 Entsymaattiset substraattimääryykset

Entsymaattiset substraattimääryykset perustuvat entsyymattiseen reaktioon. Analyysissä käytetään spesifistä entsyymiä, joka katalysoi reaktiota. Reaktiossa substraatti sitoutuu entsyymimolekyylin aktiiviseen keskukseen, joka pystyy sitomaan vain tietyn rakenteisia molekyylejä. Tästä syystä entsyymi katalysoi vain tiettyjä reaktioita. Entsyymi valitaan substraatin, eli tutkittavan aineen mukaan. Entsyymattisissa substraattimääryyksissä käytetään päätepistemittausta. Päätepistemittaus tarkoittaa sitä, että analyytin ja reagenssin välinen reaktio annetaan mennä niin pitkälle, että substraatti on kokonaan tai lähes kokonaan kulunut loppuun. Reaktio on tällöin tasapainossa ja mittaus tehdään vasta silloin. (Åkerman ja Jokela 2010, 69.)

### 3.3 Entsyymiaktiivisuusmääryykset

Entsyymien pitoisuus seoksessa saadaan selville mittaamalla sen aktiivisuutta. Entsyymiaktiivisuusmääryyksissä olosuhteet sekä liuoksen substraatti- ja aktivaattoripitoisuudet säädetään siten, että reaktionopeus on riippuvainen entsyymien määrästä, jolloin reaktiota kuvaa nouseva tai laskeva lineaarinen suora. Entsyymiaktiivisuuden ilmoittaminen perustuu tiettyinä aikavälinä muodostuneen reaktiotuotteen tai kuluneen substraatin määrän laskemiseen kuvaajalta. Entsyymiaktiivisuus ilmoitetaan yksiköllä U/l, jossa U on se entsyymimäärä, joka katalysoi yhden mikromoolin substraattia minuutin aikana. (Åkerman ja Jokela 2010, 69.)

Entsyymiaktiivisuusmääryyksissä käytetään kineettistä mittausta. Kineettisessä mittauksessa absorbanssin mittaaminen aloitetaan preinkubaation jälkeen, jolloin reaktio käynnistyy. Näytteet analysoidaan yksi kerrallaan, koska mittaus tehdään useamman kerran reaktion aikana, esimerkiksi 12-pistemittauksena. Siinä mitataan absorbanssin muutosta minuutin aikana. (Kaplan ja Pesce 2010, 310.) Entsyymien pitoisuus määritetään kertomalla absorbanssin muutos valmistajan ilmoittamalla faktorilla ( $C = \Delta A \cdot F$ ) (Thermo Fisher 2009). Faktori eli tulostuskerroin on ilmoitettu reagenssin valmistajan ohjeissa. Se on laskettu mitattaville yhdisteille saatavana olevan teoreettisen molaarisen absorptiokertoimen avulla. (Åkerman ja Jokela 2010, 69.)

Entsyymireaktion nopeuteen vaikuttavat reaktioliuoksen pH, aktivaattorit ja inhibiittorit, koentsyymit ja prosteettiset ryhmät sekä reaktiolämpötila. Jokaiselle entsyymille on olemassa oma optimilämpötila. Lämpötilan laskeminen hidastaa reaktiota, kun taas liian korkea lämpötila voi

tuhota entsyymin rakenteen. (Penttilä 2004, 83.) Kullekin entsyymille on olemassa myös oma optimi pH, joka on yleensä 7-7,5. Kliinisen kemian tutkimuksissa käytetään puskuriliuosta, joka koostuu haposta tai emäksestä ja niiden suoloista. Sen pH pysyy vakaana liuoksen väkevöityessä tai laimentuessa. (Brewer 2010, 135.) Koentsyymit ovat välttämättömiä entsyymaattisen reaktion tapahtumiselle. Koentsyymejä ovat mm. NAD ja NADP, jotka toimivat vedynsiirtoreaktiossa. Prosteettiset ryhmät ovat entsyymiä aktivoivia yhdisteitä. Aktivaattorit ovat reaktionopeutta kiihdyttäviä ja inhibiittorit hidastavia pienimolekyylisiä yhdisteitä. (Åkerman ja Jokela 2010.)

## 4 HARJOITUSTUNNEILLA TUTKITTAVAT ANALYYTIT

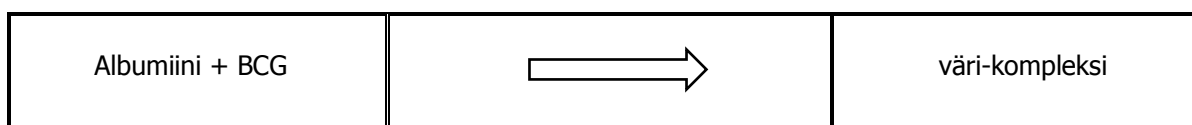
### 4.1 Plasman ja seerumin proteiinitutkimukset

Proteiinimääryksiä tehdään niin plasmasta kuin seerumistakin. Plasmasta noin 7 % on proteiineja. Suurin osa plasman proteiineista syntetisoituu eli muodostuu maksassa. Merkittävimmät maksan syntetisoimat proteiinit ovat albumiini ja immunoglobuliinit, mutta myös C-reaktiivinen proteiini muodostuu maksassa. (Sand, Sjaastad, Haug ja Bjålie 2011, 316.) Plasman proteiineilla on lukuisia tehtäviä, kuten toimia hormonien ja lipidien kuljettajana, osallistua veren hyytymiseen, toimia vasta-aineina, osallistua elimistön yleiseen immuunivasteeseen sekä ylläpitää elimistön onkoottista eli plasman ja kudoksen välistä painetta. Plasman proteiinit toimivat myös spesifisinä entsyymeinä. (Irjala 2010, 135.)

#### 4.1.1 Plasman albumiini (P-Alb)

Albumiini on merkittävin maksan syntetisoima plasmaproteiini. Albumiinin määrityksen indikaationa ovat elimistön nestetilan seuranta, ravitsemustilan sekä maksan toiminnan arviointi (Yhtyneet Medix Laboratoriot 2013). Albumiini toimii monien plasmaan liuenneiden aineiden kuljettajamolekyylinä. Albumiini kuljettaa muun muassa kalsiumia, bilirubiinia ja rasvahappoja. Kohonnut albumiinin määrä plasmassa eli hyperalbuminemia on yleensä seurausta elimistön nestehukasta. Albumiinin alentunut määrä plasmassa eli hypoalbuminemia voi johtua vähäproteiinisesta ruokavaliosta tai proteiinin menetyksestä elimistöstä esimerkiksi laajojen palovammojen tai suolistosairauden takia. (Irjala 1998.) Myös maksavauriot ja krooniset tulehdukset alentavat elimistön albumiinipitoisuutta. Plasman albumiinin viitearvot ovat iästä riippuvaisia. Alle 40-vuotiailla Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen Liikelaitoskuntayhtymän (ISLAB 2014) määrittämät viitearvot ovat 36–48 g/l, 40–69-vuotiailla 36–45 g/l ja yli 70-vuotiailla 34–45 g/l.

Albumiinin määritysmenetelmä on immunoturbidimetrinen (ISLAB 2014). Plasman albumiinin reaktiossa albumiini sitoutuu bromikresolivihreän (BCG) kanssa muodostaen värikompleksin (Kuvio 1). Näytteeseen syntyvä värikompleksi mitataan aallonpituudella 600nm. Värin voimakkuus on suoraan verrannollinen albumiinin määrään näytteessä. (Naser ja Naser 1998, 45; Thermo Fisher 2008.) Lipemia häiritsee näytteen määrittämistä (ISLAB 2014).



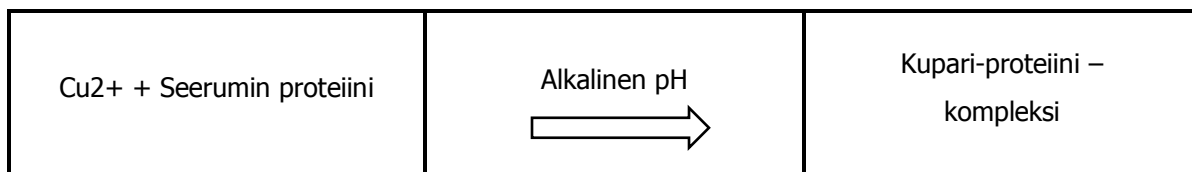
KUVIO 1. Albumiinin määrityksessä käytettävässä reaktiossa syntyy väri-kompleksi (Naser ja Naser 1998, 45; Thermo Fisher 2008).

#### 4.1.2 Seerumin kokonaisproteiini (S-Prot)

Seerumin kokonaisproteiinin indikaatioina ovat elimistön nestetilanteen arviointi sekä valkuaisaineiden synteessin häiriöiden diagnostiikka (Yhtyneet Medix Laboratoriot 2013). Kokonaisproteiineja määritettäessä käytetään yleensä seerumia, josta puuttuvat hyytymiseen liittyvät proteiinit, kuten fibrinogeeni (Irjala 1998). Kokonaisproteiinien pitoisuus on yhteydessä elimistön vesipitoisuuteen. Seerumin korkea proteiinipitoisuus eli hyperproteinemia on seurausta elimistön kuivumisesta esimerkiksi rajun oksentelun tai ripuloinnin takia tai kovan urheilusuorituksen aiheuttaman elimistön nestevarastojen hupenemisesta. Seerumin matala proteiinipitoisuus eli hypoproteinemia puolestaan esiintyy muun muassa aliravitsemuksen tai imeytymishäiriöiden, maksakirroosin tai munuaissairauden seurauksena. (Naser ja Naser 1998, 35.)

Näytteenotossa huomioitavia tekijöitä ovat muun muassa asento, joka vaikuttaa kokonaisproteiinien määrään. Seisomaan noustessa plasmavolyymi muuttuu, jolloin myös proteiinien määrä nousee noin 10 % verrattuna makuuasentoon. Kokonaisproteiinien viitearvot vaihtelevat iän mukaan. ISLAB (2014) on määritellyt kokonaisproteiinien viitearvoksi aikuisilla 62–78 g/l.

Kokonaisproteiinin määrittäminen on fotometrinen (ISLAB 2014). Seerumin kokonaisproteiinin määrittäminen Savonia-ammattikorkeakoululla perustuu biuret-reaktioon. Reaktiossa kupari-ionit ja näytteen peptidisidos muodostavat emäksisessä liuoksessa sinipunaisen kompleksin (kuvio 2). Muodostuneen värin voimakkuus mitataan aallonpituudella 540nm ja värin voimakkuus on suoraan verrannollinen proteiinin pitoisuuteen näytteessä. (Naser ja Naser 1998.)



KUVIO 2. Värikompleksin muodostuminen biuret-reaktiossa (Naser ja Naser 1998.)

#### 4.1.3 Plasman C-reaktiivinen proteiini (P-CRP)

CRP on lyhenne C-reaktiivisesta proteiinista. CRP on akuutin faasin proteiini, jota maksasolut tuottavat. Akuutin faasin reaktio on proteiinimuutos, joka liittyy mm. infektioihin, kudostuhoihin ja autoimmuunisairauksiin. P-CRP:n indikaationa onkin tulehduksellisten tilojen ja kudostuhoa aiheuttavien sairauksien seuranta ja tutkiminen. Näissä akuutin faasin reaktioissa plasman proteiineista CRP nousee nopeasti 6-12 tunnin kuluessa. CRP:n mittausta voidaan käyttää bakteeri- ja virusinfektioiden erottamisessa, sillä bakteeritulehduksissa CRP nousee huomattavan korkealle, mutta virustulehduksissa vain vähän. (Irjala 2010.) ISLAB:n määrittämä viiteraja P-CRP:lle on alle 3mg/l (ISLAB 2014). Joissakin ohjekirjoissa viiterajaksi on kuitenkin määritetty alle 10mg/l, riippuen menetelmän herkkyydestä (FIMLAB 2008; Yhtyneet Medix laboratoriot 2013).

C-reaktiivisen proteiinin analyysimenetelmänä käytetään immunoturbidimetriaa, joka perustuu antigeenin ja vasta-aineen muodostaman kompleksin aiheuttamaan valonsirontaan (ISLAB 2014).

Menetelmässä spesifistä antiseerumia lisätään puskuroituun näytteeseen. Mitattava analytti eli C-reaktiivinen proteiini muodostaa spesifisten vasta-aineiden kanssa immuunikomplekseja, mistä syntyy samentuma. Samentuman absorbanssi mitataan aallonpituudella 340nm, kun reaktio on kulunut loppuun. Absorbanssi on suoraan verrannollinen C-reaktiivisen proteiinin pitoisuuteen näytteessä. (Thermo Fisher 2010.) Lipemia lisää näytteen sameutta, joten se häiritsee määrittämistä nostamalla tulosta (Halonen 2004, 71).

Savonia-ammattikorkeakoulussa käytetään näyttenollaa näytteessä olevan sameuden aiheuttaman virheen poistamiseksi. Näyttenolla valmistetaan samalla tavalla kuin analysoitava näyte, mutta ilman antiseerumia, jolloin ei tapahdu sameutta aiheuttavaa reaktiota. Näyttenolla mitataan samalla menetelmällä ja tuloksena saadaan näyteplasman sameudesta johtuva konsentraatio, joka vähennetään varsinaisesta tuloksesta. Automaattianalysointilaitteilla tämä tapahtuu automaattisesti.

## 4.2 Entsymaattiset tutkimukset

### 4.2.1 Plasman kreatiinikinaasi (P-CK)

Kreatiinikinaasi on entsyymi, jota esiintyy pääasiassa luustolihasissa, mutta myös aivoissa ja sydänlihaksessa. Kreatiinikinaasin määrittämisen indikaationa on lihasten sairauksien diagnostiikka. Kreatiinikinaasiarvot nousevat myös sydäninfarktin seurauksena. Lihaksen vaurioituessa kreatiinikinaasia vapautuu lihaksista plasmaan, jolloin sen pitoisuus nousee. Koska rasitus vaurioittaa lihaksia, myös voimakas fyysinen harjoittelu nostaa kreatiinikinaasin määrää plasmassa. Kreatiinikinaasin määrä plasmassa on riippuvainen lihasmassasta. Koska miehillä lihasmassa on yleensä suurempi kuin naisilla, ovat miesten viitearvotkin korkeampia. (Eskelinen 2013b.) ISLAB:n määrittämät viitearvot kreatiinikinaasille ovat naisille 35–210 U/l ja miehille iästä riippuen 40–400 U/l (ISLAB 2014).

P-CK:n määrittäminen on fotometrinen entsyymiaktiivisuusmäärittäminen. Se perustuu kreatiinikinaasin katalysoimaan kreatiinifosfaatin (CP) ja adenosinidifosfaatin (ADP) reaktioon reaktioliuoksen pH:n ollessa 6,8 (kuva 3). Reaktiossa muodostuu vapaata kreatiinia ja adosininitrifosfaattia (ATP). Muodostunutta ATP:tä käytetään glukoosin fosforylaatiossa heksokinaasin (HK) ollessa katalyyttinä. Reaktiossa muodostuu ADP:tä ja glukoosi-6-fosfaattia (G-6-P). Glukoosi-6-fosfaatti hapettuu 6-fosfoglukonaatiksi glukoosi-6-fosfaatti dehydrogenaasin (G-6-PD) ollessa katalyyttinä. Samanaikaisesti näytteeseen lisätty nikotiiniamidiadeniinidinukleotidi (NAD<sup>+</sup>) muuttuu NADH:ksi. (Naser ja Naser 1998, 189–190.) Tutkimus on nouseva kineettinen mittaus, eli siinä mitataan NADH:n muodostusta mittaamalla absorbanssin muutosta minuutin aikana. Reaktiokuvaajan tulee olla lineaarisesti nouseva suora. (Thermo Fisher 2009.) NADH:n muodostumisnopeus on suoraan verrannollinen kreatiinikinaasin aktiivisuuteen näytteessä (Naser ja Naser 1998, 190).

CP + ADP	<p style="text-align: center;">CK</p> <p style="text-align: center;">→</p> <p style="text-align: center;">pH 6.8</p>	Kreatiini + ATP
ATP + Glukoosi	<p style="text-align: center;">HK</p> <p style="text-align: center;">→</p>	ADP + Glukoosi-6-fosfaatti
G-6-P + NAD <sup>+</sup>	<p style="text-align: center;">G-6-PD</p> <p style="text-align: center;">→</p>	6-fosfoglukonaatti + NADH

KUVIO 3. P-CK:n määrittämisessä tapahtuva reaktio, jossa muodostuu NADH:ia (Naser ja Naser 1998, 189–190.)

#### 4.2.2 Plasman alaniiniaminotransferaasi (P-Alat)

ALAT eli alaniiniaminotransferaasi on maksasolujen sisällä toimiva aminohappojen aineenvaihduntaan liittyvä entsyymi. Kohonnut ALAT-arvo viittaa maksavaurioon. ALAT-arvoa nostavat myös virusten ja lääkeaineiden aiheuttamat hepatiitit. ALAT-arvon avulla voidaan osoittaa myös soluvaurion aste. (Yhtyneet Medix Laboratoriot 2013.) ISLAB:n määrittämät viitearvot P-ALAT:lle ovat naisilla 10–45 U/l ja miehillä 10–70 U/l.

Plasman alaniiniaminotransferaasin määrittäminen on fotometrinen entsyymiaktiivisuusmäärittäminen. Määrittämisessä alaniiniaminotransferaasi katalysoi aminoryhmän siirtoa alaniinilta oksoglutarraatille. Reaktion tuloksena syntyy L-Glutamaattia ja puryyvaattia. Puryyvaatti muuttuu laktaatiksi laktaattidehydrogenaasin (LDH) katalysoimana. Samanaikaisesti näytteeseen lisätty NADH hapettuu NAD:ksi (kuviokuva 4). (Thermo Fisher 2008.) Mittauksessa NADH:n määrä vähenee laskevassa kineettisessä reaktiossa, jossa seurataan NADH:n absorptiossin alenemista tietyn aikavälin sisällä (Penttilä 2004, 82). Lipemia häiritsee näytteen määrittäystä (ISLAB 2014).

L-alaniini + 2-oksoglutarraatti	<p style="text-align: center;">ALT</p> <p style="text-align: center;">↔</p>	L-Glutamaatti + puryyvaatti
Puryyvaatti + NADH + H <sup>+</sup>	<p style="text-align: center;">LDH</p> <p style="text-align: center;">↔</p>	D-Laktaatti + NAD <sup>+</sup>

KUVIO 4. P-ALAT:n määrittämisessä tapahtuva reaktio (Thermo Fisher 2008.)

#### 4.2.3 Plasman amylaasi (P-Amyl)

Amylaasi on haimasolujen tuottama ravinnon tärkkelystä pilkkova ruansulatusentsyymi. Yleensä amylaasiarvot ovat kohonneet haimatulehduksen seurauksena, jolloin solujen vaurioitessa amylaasia valuu vereen. Amylaasiarvot voivat kohota myös esimerkiksi sylkirauhasen sairauksissa. (Eskelinen 2013a.) Haimatulehduksesta esiintyy kahta eri tyyppiä: akuuttia ja kroonista. Akuutin



haimatulehduksen tärkeimmät syytekijät ovat alkoholin suurkulutus sekä sappikivet. Myös infektio sekä kohonnut triglyseridipitoisuus että kohonnut kalsiumpitoisuus voivat aiheuttaa akuuttia haimatulehdusta. Akuutti haimatulehdus voi nostaa plasman amylaasiaktiivisuuden viisinkertaiseksi normaaliin verrattuna. Kroonisen haimatulehduksen yleisin syy on alkoholin suurkulutus. Krooninen haimatulehdus johtaa lopulta haiman vajaatoimintaan. (Härkönen 2010, 204.) ISLAB:n (2014) määrittelemät viitearvot P-Amyl – arvoille ovat aikuisilla 25–120 U/l.

Plasman amylaasin määrittäminen on fotometrinen entsyymiaktiivisuusmäärittäminen. Reaktiossa käytetään reagenssia, joka käyttää etylideeni-pNP-G7:aa (E-pNP-G7) substraattina. Etylideenin käyttö estää ekso-entsyymejä rikkomasta substraattia, joten  $\alpha$ -amylaasin puuttuessa, värin muutosta ei synny. Jos näytteessä on  $\alpha$ -amylaasia, se pilkkoo substraattia pienempiin fragmentteihin. Fragmentit hydrolysoidaan  $\alpha$ -glukosidaasilla, josta syntyy glukoosia (G) ja p-nitrofenolia (pNP). Samalla kromoforit vapautuvat, mikä aiheuttaa mitattavan värin muodostumisen (kuvio 5). Tutkimuksessa mitataan nitrofenolin absorbanssia aallonpituudella 405 nm ja amylaasimäärä on suoraan verrannollinen nitrofenolin muodostumisnopeuteen. (Thermo Fisher 2007.)

5 E-pNP-G7 + 5 H <sub>2</sub> O	$\alpha$ -amylaasi →	E-G3 + pNP-G4 + 2 E-G4 + 2 pNP-G3 + 2 pNP-G2
pNP-G4 + 2 pNP-G3 + 2 pNP-G2 + 14 H <sub>2</sub> O	$\alpha$ -glukosidaasi →	5 pNP + 14 G

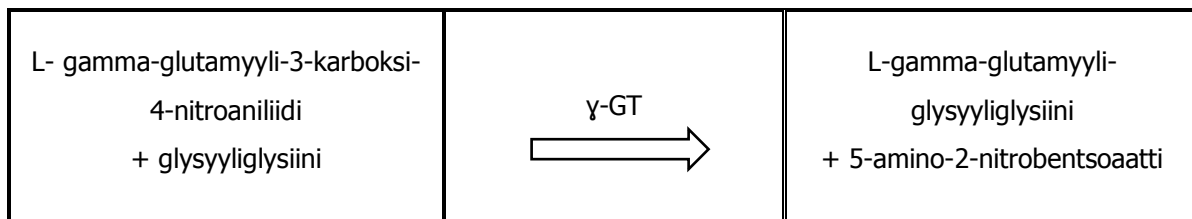
KUVIO 5. P-AMYL:n määrittämisessä muodostuu nitrofenolia (Thermo Fisher 2007.)

#### 4.2.4 Plasman gammaglutamyylitransferaasi (P-GT)

GT eli gammaglutamyylitransferaasi on maksan, haiman, munuaisten, sappiteiden sekä verisuonten endoteelisolujen solukalvoissa esiintyvä entsyymi (HUSLAB 2014). Gammaglutamyylitransferaasin määrittäminen käytetään pääasiassa maksavaurioiden diagnostiikassa. Kohonneita arvoja esiintyy lähes kaikissa maksan, haiman ja sappiteiden vaurioissa, esimerkiksi maksan kasvaimien yhteydessä. (ISLAB 2014.) Gammaglutamyylitransferaasi reagoi alkoholin käyttöön, minkä vuoksi alkoholin runsas kulutus ja jotkin lääkkeet nostavat P-GT -arvoja. P-GT -arvo onkin siis hyvä alkoholin suurkulutuksen mittari. (Eskelinen 2014a.) ISLAB:n määrittelemät viitearvot P-GT:lle ovat alle 40-vuotiailla miehillä 10–80 U/l ja naisilla 10–45 U/l sekä yli 40-vuotiailla miehillä 15–115 U/l ja naisilla 10–75 U/l (ISLAB 2014).

Plasman gammaglutamyylitransferaasin määrittäminen on fotometrinen entsyymiaktiivisuusmäärittäminen. Plasman gamma-GT katalysoi glutamiinihapon siirtoa elektronin vastaanottajille, kuten glysyyliglysiinille. Reaktiossa vapautuu 5-amino-2-nitrobensoattia, kun substraatti (L-gamma-glutamyyli-3-karboksi-4-nitroaniliidi) hajoaa. Gamma-GT:n katalysoimana

hajonneesta substraatista muodostuu värillistä yhdistettä (kuvio 6). Yhdiste mitataan fotometrisesti aallonpituudella 405nm ja sen muodostumisnopeus on suoraan verrannollinen gamma-GT:n aktiivisuuteen näytteessä. (Thermo Fisher 2005.)

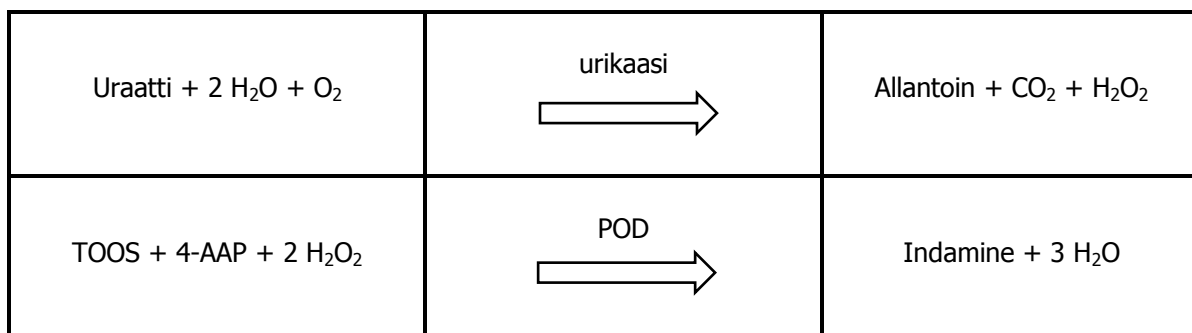


KUVIO 6. Reaktiossa substraatista muodostuu gamma-GT:n katalysoimana värillistä yhdistettä (Thermo Fisher 2005).

### 4.3 Plasman uraatti (P-Uraatti)

Uraatti eli virtsahappo on puriiniaineenvaihdunnan lopputuote, jota muodostuu elimistössä ja jota saadaan ravinnon mukana. Uraatti erittyy munuaisten kautta virtsaan, jonka mukana poistuu elimistöstä. P-Uraatin tärkein indikaatio on kihti, jossa uraatti kiteytyy niveliin ja joskus myös muihin kudoksiin. Plasman uraattimääritystä käytetään myös pre-eklampsian eli raskausmyrkytyksen diagnostiikassa, jossa taudin vaikeusaste on suoraan verrannollinen plasman uraattipitoisuuden kanssa. Plasman uraatin suurentuneita arvoja esiintyy myös munuaisten vajaatoiminnassa sekä tiloissa, joissa puriiniaineenvaihdunta on häiriintynyt, esimerkiksi leukemiassa ja nopeasti kehittyvissä pahanlaatuisissa taudeissa. P-Uraatin alentunut arvo voi johtua sen vähentyneestä muodostuksesta tai lisääntyneestä erityksestä virtsaan. (HUSLAB 2014b.) ISLAB:n (2014) määrittelemät viitearvot P-Uraatille ovat alle 50-vuotiailla naisilla 155–350  $\mu\text{mol/l}$ , yli 50-vuotiailla naisilla 155–400  $\mu\text{mol/l}$  ja miehillä 230–480  $\mu\text{mol/l}$ .

P-Uraatin määritysmenetelmä on fotometrillä tehtävä entsyymattinen substraattimääritys (ISLAB 2014). Reaktiossa uraatti hapetetaan urikaasilla allantoiiniksi. Tuotettu vetyperoksidi reagoi 4-aminoantipyriinin (4-AAP) ja N-etyyli-N-(hydroksi-3-sulfopropyli)-m-toluidin (TOOS) kanssa muodostaen sinivioletin värin (kuvio 7). Muodostuneen värin absorbanssi mitataan aallonpituudella 540 nm. (Thermo Fisher 2008.) Tulos on suoraan verrannollinen näytteen uraattipitoisuuteen (Naser ja Naser 1998, 94).



KUVIO 7. P-Uraatin määrittämisessä mitataan muodostuneen sinivioletin värin absorbanssia (Thermo Fisher 2008).

#### 4.4 Plasman lipidimääritykset

Kolesterolia käytetään elimistössä solukalvojen rakenneosana sekä lähtöaineena muiden steroidien synteesissä. Suurin osa kolesterolista syntyy elimistössä ja osa saadaan ravinnosta. (HUSLAB 2010.) Kolesteroli voi kertyä valtimojen sisäkalvojen alle ja ajan mittaan ahtauttaa suonta, yleisimmin sydämen sepelvaltimoita. Sen seurauksena ihminen voi sairastua sepelvaltimotautiin tai saada sydäninfarktin. Suurentuneet kolesteroliarvot lisäävät myös ateroskleroosin eli valtimonkovettumataudin riskiä. (Eskelinen 2014b.)

Kolesteroliarvot voivat kohota runsaan kovan rasvan eli tyydyttyneiden rasvahappojen käytön seurauksena sekä liian suuren energiasaannin ja vähäisen liikunnan takia (Tikkanen, Gyllig, Juonala ja Kovanen, 2013). Myös perintötekijöillä ja joillakin sairauksilla on vaikutuksensa kohonneeseen kolesterolipitoisuuteen (Eskelinen 2014b). Kolesterolitutkimusten indikaationa on hyperlipidemioiden diagnostiikka ja hoidon seuranta, koronaaritautin riskin arviointi sekä kolesterolilääkehoidon tehon seuranta (HUSLAB 2010).

**Kokonaiskolesterolitutkimuksella (fP-Kol)** mitataan kaikki plasmasta löytyvä kolesteroli (Eskelinen 2014b). Tutkimus tehdään mielellään paaston jälkeen. Kolesterolin kohdalla ei käytetä tavanomaisia viitearvoja, vaan tavoitearvoja, joka on kaikilla alle 5mmol/l. (ISLAB 2014.)

Kokonaiskolesterolin määritysmenetelmä on fotometrillä tehtävä entsyymaattinen substraattimääritys. Määritettäessä kokonaiskolesterolia kolesteroliesterit hydrolysoidaan kolesteroliesteraasilla (CE) esteröitymättömäksi (vapaaksi) kolesteroliksi ja vapaiksi rasvahapoiksi. Esteröitymätön kolesteroli hapettuu kolesterolioksidaasin (CO) katalysoimana cholest-4-en-3-oneksi ja vetyperoksidiksi ( $H_2O_2$ ). Vetyperoksidi muodostaa hydroksibentsoehapon (HBA) ja 4-aminoantipyriinin (4AAP) kanssa kromoforia ja vettä peroksidaasin (POD) ollessa katalyyttinä (kuvio 8). Reaktiossa muodostuneen kinoni-imiini-värikompleksin (kromofori) absorbanssi mitataan fotometrillä 510nm aallonpituudella. Muodostuneen värin absorbanssi on suoraan verrannollinen näytteen kolesterolipitoisuuteen. (Thermo Fisher 2007.)

Kolesteroliesteri	CE →	Kolesteroli + rasvahapot
Kolesteroli + $O_2$	CO →	Cholest-4-en-3-one + $H_2O_2$
$2 H_2O_2 + HBA + 4AAP$	POD →	Kinoni-imiini + $4 H_2O$

KUVIO 8. fP-Kol-määrityksessä tapahtuvassa reaktiossa muodostuu kromoforia, joka aiheuttaa liuokseen kinoni-imiini värin (Thermo Fisher 2007).

**LDL** (low density lipoprotein) kuljettaa kolesterolia kudoksiin sekä valtimoiden seinämiin. LDL-kolesteroli kuvastaa kokonaiskolesterolia paremmin valtimokovettumataudin vaaraa. Ravinnosta saatavat tyydyttyneet rasvat lisäävät LDL-kolesterolia ja tyydyttymättömät vähentävät sitä. (Eskelinen 2012c.) Tavoitearvona suuren riskin ryhmällä on alle 2,5 mmol/l ja muilla alle 3.0 mmol/l (ISLAB 2014). Savonia-ammattikorkeakoululla LDL-kolesterolia ei määritetä manuaalisesti erikseen, vaan se lasketaan Friedewaldin kaavalla. Tuloksen laskemiseen tarvitaan kokonaiskolesterolin, HDL-kolesterolin sekä triglyseridien pitoisuudet. Friedewaldin kaava: LDL-kolesteroli = kokonaiskolesteroli – HDL-kolesteroli – 0,45 x triglyseridipitoisuus. (Kovanen ja Syväne 2013.)

**HDL** (high density lipoprotein) kuljettaa kolesterolia pois kudoksista, joten puhutaan hyvästä kolesterolista. Tutkimusten mukaan suuri HDL-kolesterolipitoisuus voi ehkäistä valtimosairauksia. Ravinto ei vaikuta HDL-kolesteroliin niin paljoa kuin LDL-kolesteroliin, mutta sen sijaan liikunta lisää sitä. Vyötärölihavuudessa HDL-kolesterolin määrä vähenee, kun vatsaontelon sisälle kertyy rasvaa ja se häiritsee aineenvaihduntaa. (Eskelinen 2012a.) Matala HDL-kolesterolin pitoisuus lisää ateroskleroosin ja sydäninfarktin riskiä. Naisilla HDL-kolesterolipitoisuus on usein suurempi kuin miehillä, mutta kaikkien tavoitearvona on kuitenkin yli 1.0mmol/l. (ISLAB 2014.)

HDL-kolesterolin mittaamenetelmä on fotometrillä tehtävä entsymaattinen substraattimääritys. Dekstraanisulfaatti ja magnesiumionit muodostavat vesiliukoisia komplekseja VLDL:n, LDL:n ja kylomikronien kanssa, jolloin HDL-kolesteroli jää vapaaksi. Nämä kompleksit ovat polyetyleeniglykoli (PEG)-modifioituille entsyymeille resistenttejä. Kolesteroliesterit hydrolysoidaan HDL-kolesteroliksi ja rasvahapoiksi (RCOOH) PEG kolesterolilla. PEG kolesterolioksidaasin hapettaessa HDL-kolesterolin muodostuu vetyperoksidia, joka yhdistyy värin kanssa peroksidaasin katalysoidessa reaktiota (kuvio 9). Reaktiossa muodostuvan violettisäisen värin absorbanssi mitataan aallonpituudella 600nm ja se on suoraan verrannollinen HDL-kolesterolin pitoisuuteen näytteessä. (Thermo Fisher 2007.)

HDL-kolesteroli esterit + H <sub>2</sub> O	$\begin{array}{c} \text{PEG kolesteroli} \\ \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} \\ \text{Esteraasi} \end{array}$	HDL-kolesteroli + RCOOH
HDL-kolesteroli + O <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} \text{PEG kolesteroli} \\ \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} \\ \text{Oksidaasi} \end{array}$	$\Delta^4$ -cholestenone + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 4-aminoantipyriini + HSDA + H <sup>+</sup> + H <sub>2</sub> O	$\begin{array}{c} \text{Peroksidaasi} \\ \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} \\ \text{Pigmentti + 5 H}_2\text{O} \end{array}$	Violettisäinen

KUVIO 9. HDL-kolesterolin määrittämisessä tapahtuvassa reaktiossa muodostuu violettisäistä väriä (Thermo Fisher 2007).

**Triglyseridit (fP-Trigly)** koostuvat kolmesta rasvahaposta ja yhdestä glyserolimolekyylistä. Ravintona käytettävät eläin- ja kasvirasvat koostuvat pääasiassa triglyserideistä. Suuret triglyseridipitoisuudet lisäävät suuresti sydän- ja verisuonisairauksien riskiä. Kohonneita triglyseridiarvoja esiintyy metabolisessa oireyhtymässä, erityisesti vyötärölihavuudessa, runsaan alkoholin käytön seurauksena ja epätasapainoisen diabeteksen yhteydessä. 10 tunnin paasto ennen tutkimusta on välttämätön, sillä triglyseridipitoisuudet vaihtelevat paljon ravinnon rasvaisuuden seurauksesta. (Eskelinen 2012d.) Tavoitearvona on kaikilla alle 2.0 mmol/l (ISLAB 2014).

Triglyseridien määrittäminen on fotometrillä tehtävä entsyymattinen substraattimääritys. Reaktiossa triglyseridit hydrolysoidaan lipaasilla (LPL) glyseroliksi ja rasvahapoiksi. Glyseroli fosforyloidaan glyseroli-3-fosfaatiksi, joka hapetetaan dihydroksiasetonifosfaatiksi ja vetyperoksidiksi. Vetyperoksidi reagoi 4-aminoantipyriinin ja 4-klorofenolin kanssa muodostaen kinoni-imiini-väriä (kuvio 10). Muodostuneen väriä absorbanssi mitataan aallonpituudella 510 nm. (Thermo Fisher 2008.) Tulos on suoraan verrannollinen näytteen triglyseridipitoisuuteen (Naser ja Naser 1998, 237).

Triglyseridit	LPL →	glyseroli + rasvahapot
Glyseroli + ATP	Glyserolikinaasi →	Glyseroli-3-fosfaatti + ADP
Glyseroli-3-fosfaatti + O <sub>2</sub>	GPO →	Dihydroksiasetonifosfaatti + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 4-aminoantipyriini + 4-klorofenoli	Peroksidaasi →	Kinoni-imiini + HCl + 4 H <sub>2</sub> O

KUVIO 10. Triglyseridin määrittämisessä reaktioissa muodostuu kinoni-imiini-väriä (Thermo Fisher 2008.)

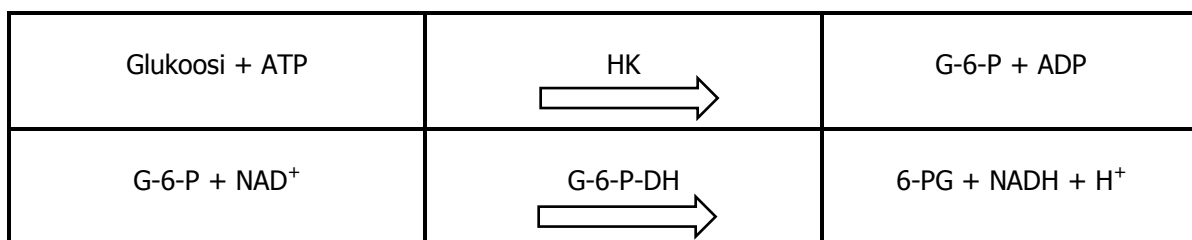
#### 4.5 Plasman glukoosi (fP-Gluk)

Glukoosia eli verensokeria käytetään kudosten energian lähteenä. Glukoosia saadaan hiilihydraatteja sisältävästä ravinnosta, ja ylimäärä varastoituu maksaan ja lihaksiin glykokeenina. Kun maksan glykokeenivarastot ovat täynnä, muuttuu glukoosi rasvaksi. Glukoosi siirtyy kudoksiin insuliinin avulla. (Luova 2014.) Insuliini alentaa plasman glukoosipitoisuutta, mutta glukagoni, adrenaliini, glukokortikoidit, kasvuhormoni sekä tyroksiini nostavat sitä. Yleensä plasman glukoosipitoisuus mitataan 10–12 tunnin paaston jälkeen, sillä ravinto nostaa plasman glukoosipitoisuutta. (HUSLAB 2012.) Paastonäytteen analysoimista käytetään diabeteksen diagnostiikassa. Näytepyynnössä f-

etuliite tarkoittaa paastonäytettä. Näytteitä otetaan myös ilman paastoa, esimerkiksi insuliinihoidossa olevilta diabeetikoilta sairauden seurannan takia. (Eskelinen 2012b.)

Tutkimuksen indikaationa on sokeritasapainon arviointi (ISLAB 2014). Plasman glukoosin liian korkeat arvot eli hyperglykemia viittaa yleensä *diabetes mellitukseen*, mutta niitä voi esiintyä myös muun muassa stressitilanteissa, neuroblastoomassa, feokromosytoomassa, akromegaliassa, Cushingin taudissa, primarisessa aldosteronismissa, glukagoomassa, kortikosteroidihoitojen yhteydessä, hypertyreosissa, akuutissa pankreatisissa ja sepsiksessä. Plasman matala glukoosipitoisuus eli hypoglykemia voi johtua insuliinin tai muun lääkityksen yliannostuksesta, lisämunuaisen kuorikerroksen tai aivolisäkkeen etulohkon vajaatoiminnasta, maksavauriosta tai hiilihydraattiaineenvaihdunnan häiriöistä. (HUSLAB 2012.) Paastonäytteen viitearvot ovat kaikilla 4-6 mmol/l (ISLAB 2014).

Glukoosin määrittämisessä käytetään fotometrillä tehtävää entsyymattista heksokinaasimenetelmää (HUSLAB 2012). Heksokinaasimenetelmässä glukoosi muuttuu glukoosi-6-fosfaatiksi (G-6-P) heksokinaasi-entsyymillä (HK) avulla. Glukoosi-6-fosfaatista muodostuu edelleen 6-fosfoglukonaattia (6-PG) glukoosi-6-fosfaattidehydrogenaasilla (G-6-P-DH) avulla. Reaktiossa NAD:n liittyy vetyä, jolloin muodostuu NADH-niminen yhdiste (kuvio 11). NADH imee itseensä valoa, jota voidaan mitata fotometrillä. Näytteeseen suunnataan valoa aallonpituudella 340 nm. Sitä suurempi osa säteistä absorboituu näytteeseen, mitä enemmän näytteessä on NADH:ta. NADH:n pitoisuus näytteessä on suoraan verrannollinen näytteessä olevan glukoosin määrään, joten sen avulla voidaan määrittää glukoosin pitoisuus näytteessä. (Thermo Fisher 2011.)



KUVIO 11. Glukoosipitoisuuden määrittämisessä käytetään heksokinaasimenetelmää, jossa muodostuu NADH-yhdistettä (Thermo Fisher 2011).

## 5 HYVÄ TYÖOHJE

Työohjeella tarkoitetaan ohjetta tai selvitystä siitä, miten jokin työ tai tutkimus tehdään. Ohjeissa tulee olla vakiintunut rakenne: mitä tarvitaan, mitä tehdään ja missä järjestyksessä. Ohjeiden tehtävä on motivoida ja orientoida opiskelija. Motivaatiota voidaan herättää kertomalla mihin ohje on tarkoitettu ja mitä opiskelija hyötyy ohjeen noudattamisesta. Orientoinnin avulla yritetään opiskelija saada perehtymään kokonaisuuteen: kerrotaan olennaiset asiat ja määritellään käsitteet, luodaan selkeät osiot eri aiheille otsikoinnilla sekä pyritään havainnollistamaan teoriaa esimerkiksi kuvilla ja yksinkertaisilla ilmaisutavoilla. Työohjeiden avulla pyritään myös selventämään käytettävän menetelmän periaate. (Repo ja Nuutinen 2003, 138.) Tässä opinnäytetyössä päivitetään klinisen kemian harjoitustuntien työohjeet. Työohjeiden avulla opiskelijat pystyvät ohjattuna tai itsenäisesti tekemään klinisen kemian analyysejä.

SFS-standardien mukaan laitteella on aina oltava voimassa oleva käyttöohje, jotta tutkimuksen luotettavuus säilyy (Lääketieteelliset laboratoriot 2013, 48). Koska työohje on ohjeistus lukijan toiminnalle, on tärkeää, että ohje on selkeä ja helppolukuinen. Työohjeiden runko muodostetaan loogisesti etenevällä otsikoinnilla, joista käyvät ilmi työn eri vaiheet. Laboratoriotutkimusten esimerkkityöohjeita on julkaistu Labqualityn julkaisemassa Moodi-lehdessä (6/2009). Työohje on rakennettu taulukkomaiseen muotoon ja siitä ilmenee selkeästi tutkimuksen tiedot. Harjoitustunneilla keskitytään työn suoritukseen ja tulosten arviointiin, ja työohjeen tulee sisältää harjoitustuntien kannalta merkittävät asiat. Työohjeessa tulee olla tutkimuksen nimi, laitteisto, tutkimusmenetelmä, virhelähteet ja rajoitukset, näytemateriaali ja näytteenotto, reagenssit, kontrollinäytteet ja laadun varmistus, vakiointi ja kalibrointi, suoritus, tulos, mitta-alue ja viiteväli. (Linko ym. 2009, 327–328.) Tässä opinnäytetyössä päivitettyt työohjeet ovat rakenteeltaan samanlaiset, ja niiden rakenne tulee noudattamaan Labquality Oy:n suositusta.

Tässä opinnäytetyössä työohje on myös oppimateriaalia, koska sillä tuetaan oppimista harjoitustunneilla. Oppimateriaali on oppiainesta, jonka tarkoituksena on saada aikaan opiskelijassa oppimiskokemus ja näin ollen syntymään jokseenkin pysyvää ja tarkoituksenmukaista tietoa ja taitoa. Oppimateriaali on siis tiedonvälittäjä. Olennaista on, että oppimateriaali pohjautuu vallitseviin opetussuunnitelmiin, jotta saadaan välitettyä todenmukaista tietoa. Ei ole olemassa yhtä oikeaa oppimateriaalin tyyliä, sillä jokainen ihminen on erilainen ja jokainen myös oppii eri tavalla. (Heinonen 2005, 29-30.)

## 6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Savonia-ammattikorkeakoulussa, bioanalytiikan koulutusohjelmassa on olemassa työohjeet kliinisen kemian harjoitustunneille, mutta ne kaipaavat päivitystä. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tehdä päivitettyt työohjeet olemassa olevien ohjeiden pohjalta kliinisen kemian harjoitustunneille. Tavoitteenamme on selkeyttää kliinisen kemian harjoitustuntien vanhoja työohjeita ja näin tukea opiskelijoiden oppimista sekä ohjattua ja itsenäistä työskentelyä harjoitustunneilla. Myös oman osaamisen syventäminen on tavoitteena. Tuotoksena syntyvät työohjeet liitetään Savonia-ammattikorkeakoulun omaan virtuaaliseen Moodle-oppimisalustaan, josta opiskelijat voivat itse tulostaa työohjeet sekä kootaan työohjekansioon kliinisen kemian luokkaan.



## 7 TYÖN TOTEUTUKSEN KUVAUS

### 7.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallinen opinnäytetyö on vaihtoehto ammattikorkeakoulujen tutkimukselliselle opinnäytetyölle. Tässä työssä se on kehittämistyö, jonka tuotoksena ovat työohjeet kliinisen kemian harjoitustunneille. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena voi olla ammatillisen toiminnan kehittäminen, ohjeistaminen, järjestäminen tai järjeistäminen. Tässä opinnäytetyössä ammatillisen toiminnan kehittäminen ja ohjeistaminen ilmenee siten, että pyrimme lisäämään opiskelijoiden oppimista sekä omaa ammatillista kasvua työohjeiden avulla. Pyrimme myös järjeistämään kliinisen kemian tutkimusten tekemistä päivitetyillä työohjeilla.

Toiminnallinen opinnäytetyö on kaksiosainen kokonaisuus, joka sisältää toiminnallisen osion eli itse tuotoksen ja kirjallisen raportin eli opinnäytetyöprosessin dokumentoinnin ja arvioinnin. Raporttiosuus sisältää teoriaosuuden lisäksi myös työn tavoitteet ja perustelut työn tarpeelle. Tuotos voi olla esimerkiksi käyttöohje, perehdyttämisosas, jokin muu ohjeistus, toimintatapa, malli, kirja, verkkosivu tai jonkun tapahtuman tai tilaisuuden suunnittelu tai toteutus. Tärkeää onkin, että toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistyvät käytännön toteutus ja sen raportointi. Toiminnallinen opinnäytetyö pohjautuu luotettavaan ammattikirjallisuuteen sekä alan tutkimuksiin. Ohjeita, oppaita ja tietopaketteja tehdessä on huomioitava, että niihin kerätty tieto on tuoretta ja peräisin alkuperäisistä julkaisuista. (Vilka ja Airaksinen 2004a, 9, 53.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä tulee näkyä tekijän tutkiva asiantuntijuus. Tutkiva asiantuntijuus ilmenee muun muassa lähteiden asianmukaisena ja perusteltuna valintana ja käyttönä, käsitteiden ja termien määrittelynä, tekstin johdonmukaisena jäsentelynä ja tekstin sidonnaisuutena. (Vilka ja Airaksinen 2004b, 86.) Olemme pyrkineet kokoamaan opinnäytetyömme tiedot luotettavasta laboratorioalan kirjallisuudesta ja alan ammattilaisten kirjoittamista teoksista. Määrittelemme tekstissä käyttämämme termit ja käsitteet lähteiden avulla. Raporttiosion olemme otsikoineet johdonmukaisesti suurempiin pääotsikoihin ja niiden alaotsikoihin aiheiden mukaan alkaen kliinisen kemian yleisestä määrittelystä ja jatkuen menetelmien ja tutkimusten esittelyä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on osoittaa omaa osaamista sekä samalla kehittää sitä. Oman alan ammatillisen kehittymisen lisäksi se kehittää yleisiä työelämätaitoja, kuten kriittisyyttä, ongelmanratkaisu- ja tiedonhankintataitoja, ryhmässä työskentelykykyä, oman ja muiden osaamisen arvioimista sekä tietojen ja taitojen soveltamista. (Roivas ja Karjalainen 2013, 79.) Opinnäytetyön tulisi olla mahdollisimman käytännönläheinen, työelämälähtöinen sekä tutkivalla otteella suoritettu, sillä se pyritään liittämään työelämään ja sen tarpeisiin. Tämän vuoksi opinnäytetyöllä on yleensä toimeksiantaja. (Vilka ja Airaksinen 2004a, 10; Lumme, Leinonen, Leino, Falenius ja Sundqvist 2006.) Tämä opinnäytetyö tehdään Savonia-ammattikorkeakoululle.

## 7.2 Opinnäytetyön suunnittelu

Opinnäytetyöprosessi alkoi keväällä 2013, jolloin valitsimme aiheen. Aiheen valinta on jo itsessään prosessi, sillä siihen kuuluu harkintaa sekä päättelyä. Aiheen voi saada valmiina, jolloin aihe ja selvitettävät ongelmat ovat rajattu osittain jo valmiiksi. Valmis aihe takaa yleensä asiantuntevan ohjauksen. Aiheen voi myös valita itse, jolloin se alkaa ideoimisella. Aihe voidaan valita tutusta tai vieraasta aihepiiristä. On hyvä pohtia muun muassa kiinnostaako aihe oikeasti, onko se tarpeeksi merkityksellinen tai opettava, sopiiko se koulutusohjelman sisältöön tai onko se toteuttamiskelpoinen. Aiheen valinnan jälkeen se tulee rajata, eli tarkentaa, mitä keräämällään aineistolla haluaa tietää ja osoittaa. Aiheen rajaukseen vaikuttavat työn toivottu pituus, käytettävissä oleva lähdemateriaali sekä kohdeyleisö. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 66–83.) Valmiita aiheita ei ollut kovin montaa tarjolla, joten keksimme sen itse. Päätimme, että tekisimme jonkin työohjeen tai opastuksen koululle. Olimme sitä mieltä, että kliinisen kemian harjoitustuntien työohjeet kaipaisivat päivytystä, koska olimme itse kokeneet ne vaikeiksi ja epäselkeiksi. Aiheen rajasimme manuaalisesti tehtäviin fotometriamäärityksiin. Aihekuvausemme, jossa aihe ja aikataulus esitetään, hyväksyttiin keväällä 2013.

Aihekuvaus j jälkeen aloitimme työsuunnitelman tekemisen, joka hyväksyttiin keväällä 2014. Työsuunnitelman tarkoituksena on varmistaa, että opinnäytetyön idea ja tavoitteet ovat tiedostettuja, harkittuja sekä perusteltuja. Työsuunnitelmassa kerrotaan mitä opinnäytetyössä tehdään, miten tehdään ja miksi tehdään. Se on samalla lupaus siitä, mitä tehdään. (Vilka ja Airaksinen 2004a, 26.) Kirjoitimme alkuvuodesta 2014 myös hankkeistamissopimuksen sekä tekijänoikeuksia koskevan sopimuksen, jolla annoimme koululle luvan käyttää ja muokata tuotostamme. Sen jälkeen prosessi jatkui varsinaisen työn työstämisellä ja tavoitteena oli saada se valmiiksi lokakuussa 2014.

Mitään varsinaista jakoa työn suhteen emme tehneet, sillä oli helpompi tehdä työtä yhdessä. Osallistuimme molemmat kaikkeen käyttäen yhtä paljon aikaa. Kirjoitimme raporttiosiota yleensä yhdessä, sillä silloin pystyimme antamaan toisillemme kommentteja ja mielipiteitä aina tarvittaessa. Näin saimme kahden henkilön ajatukset ja mietteet koko työhön.

## 7.3 Opinnäytetyön toteutus

Varsinaista opinnäytetyöraporttia aloimme kirjoittaa tutkimussuunnitelman hyväksymisen jälkeen eli keväällä 2014. Aloimme etsiä lisää teoriaa raporttiosuuteen kliinisestä kemiasta, kliinisen kemian tutkimuksista ja menetelmistä sekä hyvästä työohjeesta. Tiedonhakuun käytimme paljon kirjastosta löytyviä kliinisen ja analyttisen kemian kirjoja. Raportin kirjoittamisessa käytimme myös oppaita tieteelliseen kirjoittamiseen ja opinnäytetyön kirjoittamiseen. Tiedonhakuun käytimme myös kirjaston tiedonhakupalveluja, pääasiassa NELLI-tiedonhakuportaalia, josta etsimme artikkeleita ja standardeja. NELLI-tiedonhakuportaaliin on koottu ammattikorkeakoulu- ja yliopistokirjastojen sekä yleisiä elektronisia aineistoja, jotka ovat opiskelijoiden käytössä (Hirsjärvi ym. 2007, 97).

Keväällä 2014 saimme opinnäytetyöraportin kirjoittamisen hyvin käyntiin, kunnes se keskeytyi kesäloman takia. Jätimme sen hetkisen opinnäytetyön ohjaavalle opettajalle kommentoitavaksi ja saimmekin paljon korjattavaa takaisin. Koimme, että opinnäytetyön kirjoittaminen olisi vaikeaa, kun vietämme kesän eri paikkakunnilla, joten emme kesälomalla tehneet sitä ollenkaan. Syksyllä kouluun palatessamme ja jatkaessamme opinnäytetyön kirjoittamista, totesimme kesäloman aikana tulleen tauon olleen hyväksi opinnäytetyöllemme. Tauon jälkeen pystyimme katsomaan opinnäytetyötämme uusin silmin ja huomasimme itsekin paljon korjattavaa. Pääsimme jälleen hyvään vauhtiin opinnäytetyön kirjoittamisessa ja saimme paljon tekstiä tuotettua.

Tuotos tulee suunnitella niin, että se palvelee kohderyhmäänsä mahdollisimman hyvin (Vilka ja Airaksinen 2014a, 51). Tässä opinnäytetyössä tuotoksena olivat työohjeet manuaalisesti tehtäviin fotometriamäärityksiin bioanalytiikan opiskelijoille kliinisen kemian harjoitustunneille. Savonia-ammattikorkeakoulussa on tällä hetkellä käytössä Shimadzu ja Hitachi – fotometrit kliinisen kemian manuaalisissa määrityksissä, joten työohjeet oli pääasiassa niille suunnattu. Työohjeille muodostimme alustavan rakenteen keväällä 2014. Kaikilla työohjeilla oli samanlainen taulukkomainen runko. Kirjoitimme ensin työohjeissa käsiteltävistä tutkimuksista ja menetelmistä raporttiosioon, josta sitten liitimme tiedot työohjepohjiin. Työohjeet tulevat sähköiseen muotoon, joten ne ovat opiskelijoiden tulostettavissa mukaan harjoitustunneille, sekä tulosteina kliinisen kemian luokkaan työohjekansioon.

Testasimme työohjeita itse sekä bioanalytikkoryhmä testasi niitä kliinisen kemian harjoitustunneilla. Testauksen tarkoituksena oli saada työohjeista palautetta sekä selvittää niiden toimivuutta. Testaamalla itse sieltä löytää helpommin virheet ja puutteet. Pyysimme myös kliinisen kemian opettajalta kommentteja ja parannusehdotuksia työohjeisiin. Ensimmäisenä teimme alustavan version CRP-tutkimuksen työohjeesta, sillä testasimme sitä jo keväällä bioanalytiikan opiskelijaryhmällä. Suoritimme silloin mentorointiopintojamme, joten työohjeiden testaus onnistui siinä samalla vaivalla. Testasimme CRP-työohjetta ensin itse ja teimme siihen jo tässä vaiheessa korjauksia. Koska olimme testanneet työohjeen jo itse, oli helpompi testauttaa sitä muilla, sillä tiesimme miten tutkimus käytännössä tehdään ja mitä asioita siinä pitää huomioida. Saimme työohjeista pääosin positiivista palautetta opiskelijoilta sekä opettajalta. Työstämämme työohjepohja koettiin hyväksi ja selkeäksi, mutta menetelmällisiä periaatteita toivottiin enemmän. Tämän palautteen myötä lisäsimmekin työohjeisiimme samat kaavat, mitä raporttiosiossa on. Testasimme myös kokonaiskolesterolin ja HDL-kolesterolin työohjeet tekemällä tutkimukset itse. Loput työohjeet teimme samalla, kun kirjoitimme raporttiosiota. Jouduimme etsimään lisää tietoa raporttiin aina sitä mukaa kun huomasimme tarvitsevamme sitä työohjeeseen. Tarkistimme kliinisen kemian luokasta löytyvästä kansiossa referenssinumerot tutkimuksissa käytettäville liuoksille ja kirjassimme ne työohjeisiin. Tarkistimme myös, mitä kontrolleja missäkin tutkimuksissa käytetään. Saimme ATK-pajasta apua työohjeiden ylätunnisteiden ja taulukoiden kanssa, mutta muuten meillä ei suurempia ongelmia ohjeiden teossa ollut.

Työohjeet ovat saatavilla word-tiedostona, joten tarvittaessa niitä voi päivittää, esimerkiksi jos reagenssit muuttuvat. Työohjeiden rakenne on selkeä ja yksinkertainen, joten niitä on helppo myös tehdä lisää, jos koulun tutkimusvalikoimaan tulee uusia tutkimuksia. Työohjeiden rakennetta voi käyttää myös muiden työohjeiden tekemiseen, esimerkiksi kuivakemian työohjeisiin.

## 8 POHDINTA

### 8.1 Työn eettisyys ja luotettavuus

Bioanalyytikon eettisten ohjeiden mukaan bioanalytikko on velvollinen kehittämään omaa ammattitoimintaansa ja osaamista uusien menetelmien ja tieteellisten tutkimusten avulla (Suomen Bioanalytikkoliitto 2006). Opinnäytetyön tulee noudattaa hyvän tieteellisen käytännön periaatteita. Se tulee tehdä rehellisesti ja huolellisesti käyttäen eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Raportointi tulee laatia sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. (Roivas ja Karjalainen 2013, 80.) Opinnäytetyötä tehdessämme noudatimme bioanalytikon eettisiä periaatteita kehittämällä omaa ammattitoimintaamme ja osaamista sekä osallistamalla opiskelijoiden ammattitaidon ja asiantuntijuuden kehittymiseen. Tutkimustyössä tutkittavien yksityisyys ja potilastietojen luottamuksellisuus ovat osa tutkimuksen eettisyyttä (Kankkunen ja Vehviläinen-Julkunen 2010, 174). Työssämme emme käsittele henkilötietoja, joten meillä ei ole salassa pidettäviä asioita, mitkä yleensä täytyy tutkimustyötä tehdessä huomioida.

Plagiointi tarkoittaa toisen tekijän tuotoksen esittämistä omana. Plagiointi voi esiintyä suoraan toisen tekstin liittämisenä omaan työhön tai epämääräisenä lähdeviittauksena. Välillä voi olla vaikeaa löytää lähdettä esimerkiksi sellaiselle tiedolle, joka on niin sanottua koulutetun ihmisen perustietoa. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 118.) Olimme koko prosessin ajan hyvin motivoituneita hakemaan tietoa työhömmе, joten pääosin löysimme kaikelle tarvitsemallemme tiedolle lähteen, sortumatta vilpillisiin keinoihin.

Opinnäytetyössä on pyrittävä käyttämään mahdollisimman tuoreita ja alkuperäisiä lähteitä, jotta tieto olisi mahdollisimman muuttumatonta. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 109.) Teoriatietomme olemme pyrkinneet kokoamaan luotettavasta ja tuoreesta alan kirjallisuudesta, jotta tieto on mahdollisimman paikkansa pitävää. Olemme merkinneet lähdeviittaukset mahdollisimman tarkasti sekä tekstiin että lähdeluetteloon lisätäksemme työmme luotettavuutta. Lähdeluettelon ja lähdeviittausten välillä tulee olla tiukka yhteys, jotta käytetty tieto voidaan mahdollisimman hyvin jäljittää (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 332.) Koska työohjeet tulevat opiskelijoiden käyttöön ja ovat heille merkittävä oppimisen keino, on tärkeää, että niiden sisältämä tieto on oikeaa.

Laadunvarmistaminen on yksi tärkeä osa analysointiprosessia. Sillä tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joiden avulla varmistetaan, että riittävä laatu saavutetaan. Validoinnilla eli kelpuutuksella osoitetaan mittausjärjestelmän kyky tuottaa luotettavia tuloksia ja siten todennetaan tulosten oikeellisuus. (Linko ym. 2009, 286–293.) Testasimme itse työohjeitamme sekä testautimme niitä bioanalytiikan opiskelijaryhmällä lisätäksemme työohjeiden luotettavuutta ja kykyä tuottaa oikeita tuloksia.

## 8.2 Tavoitteiden toteutuminen

Opinnäytetyömme tavoitteena oli selkeyttää kliinisen kemian harjoitustuntien vanhoja työohjeita ja näin tukea bioanalytiikan opiskelijoiden oppimista sekä ohjattua että itsenäistä työskentelyä harjoitustunneilla. Tavoitteenamme oli myös lisätä omaa osaamistamme kliinisen kemian aihealueelta. Koimme, että opinnäytetyömme tavoitteet toteutuivat. Työohjeille teimme selkeän taulukkomaisen rungon, joka helpottaa niiden lukemista ja työn suorittamista. Saimme työohjeista hyvää palautetta opettajalta ja opiskelijoilta, jotka osallistuivat niiden testaukseen. Heidän mukaansa uudet työohjeet olivat selkeämmät ja niiden avulla olisi helpompi lähteä suorittamaan tutkimusta itse. Päivitetyt työohjeet ovat suomenkieliset, joten ne ovat helpommin luettavissa ja ymmärrettävissä, mikä auttaa asioiden sisäistämässä. Myös oma osaamisemme aiheesta lisääntyi merkittävästi, mikä helpottaa siirtymistä työelämään.

## 8.3 Oman oppimisen ja ammatillisen kehittymisen arviointi

Ammattikorkeakoulujen yksi tehtävä on antaa opiskelijalle lähtökohdat ammatillisiin asiantuntijatehtäviin työelämässä sekä tukea opiskelijan ammatillista kasvua (Ammattikorkeakoululaki 351/2003 4§). Kliinisen kemian käsitteistön ja perustutkimusten tunteminen sekä työskenteleminen laboratoriotutkimusprosessin vaiheiden mukaan laadunhallintaa ja työ- ja potilasturvallisuutta noudattaen ovat bioanalytikolta vaadittuja perusosaamisia koulutuksen jälkeen (Savonia-ammattikorkeakoulu 2011). Pyrimme opinnäytetyöllämme edistämään opiskelijoiden ammatillista kasvua ja työelämävalmiutta. Samalla lisäämme omaa ammatillista osaamistamme perehtymällä kliinisen kemian tutkimuksiin ja menetelmiin syvällisesti.

Tämä opinnäytetyö oli kummallekin ensimmäinen opinnäytetyö, joten koko prosessi oli ihan uusi. Opinnäytetyömme aihe oli melko laaja, mikä välillä loi ongelmia tiedonhaun ja aiheen rajaamisen kanssa. Rajasimme aiheen koskemaan vain manuaalisesti suoritettavia fotometerisiä kliinisen kemian analyysijä, koska oman kokemuksemme mukaan niiden työohjeet kaipasivat eniten päivitystä ja selkeyttämistä. Välillä pohdimme myös sitä teemmekö työohjeet vain yhdelle kliinisen kemian kurssille vai molemmille. Päädyimme tekemään työohjeet molemmille kurseille, jotta harjoitustuntien työohjeet olisivat mahdollisimman yhdenmukaiset opiskelijan näkökulmasta ja muodostaisivat mahdollisimman selkeän kokonaisuuden.

Vaikeimmaksi asiaksi opinnäytetyötä kirjoittaessa koimme teorian tiedon rajaamisen. Koska aihe oli niin laaja, emme aina tieneet miten aihetta pitäisi rajata ja mitkä asiat olisivat olennaisia juuri tämän työn kannalta. Välillä oli myös vaikeaa löytää jollekin tutkimuksen suorituksessa tarvittavalle tiedolle lähde. Tällaisissa tilanteissa pyysimme ohjaavalta opettajalta neuvoa. Kokonaisuudessaan emme kokeneet opinnäytetyöprosessia vaikeaksi, sillä mielenkiinto ja motivaatio aihetta kohtaan olivat suuria. Osasimme suunnitella työn tekemisen siten, että suurempia ajankäyttöongelmia ei ilmennyt kuin vasta opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa.

Omana tavoitteenamme opinnäytetyöprosessissa oli syventää omaa kliinisen kemian osaamista sekä itsenäistä ajattelua, lähdekriittisyyttä ja tieteellisen tekstin kirjoittamista. Syvennyimme kliinisen kemian tutkimuksiin ja menetelmiin laajan lähdeaineiston avulla ja samalla opimme arvioimaan tietolähteitä kriittisesti. Käytimme lähteinä myös englanninkielistä kirjallisuutta, jonka avulla saimme kehitettyä omaa englanninkielistä alan sanastoa. Opinnäytetyötä kirjoittaessa käytimme apuna oppaita tieteellisen tekstin kirjoittamiseen ja hyödynsimme näistä saatuja tietoja. Omaa laatuosaamistamme kehitimme perehtymällä laboratorioiden sisäiseen ja ulkoiseen laadunvarmistukseen sekä lisäämällä työohjeiden laatua päivittämällä ne selkeämmäksi. Selkeät työohjeet helpottavat opiskelijoiden oppimista ja tätä kautta ovat edistämässä tulevaisuuden bioanalyttikoiden asiantuntijuutta.

## LÄHTEET

- AMMATTIKORKEAKOULULAKI. L 2003/351. Finlex. Lainsäädäntö. [viitattu 2014-10-10]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030351#L1P4>
- BREWER, John M. 2010. Electrophoresis. Julkaisussa: KAPLAN, Lawrence A. ja PESCE, Amadeo J. (edit.). *Clinical Chemistry*. 5. painos. United States of America: Mosby Elsevier, 135-150.
- ESKELINEN, Seija 2012a. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. HDL-kolesteroli eli hyvä kolesteroli (fP-Kol-HDL). [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [viitattu 2014-10-20]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03083](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03083)
- ESKELINEN, Seija 2012b. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Glukoosi. [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2014-09-01]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03091](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03091)
- ESKELINEN, Seija 2012c. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. LDL-kolesteroli eli paha kolesteroli (fP-Kol-LDL) [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2014-04-20]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03082](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03082)
- ESKELINEN, Seija 2012d. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Triglyseridit (fP-Trigly) [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2014-04-20]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03084](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03084)
- ESKELINEN, Seija 2013a. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Amylaasi (P-Amyl) [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2014-03-19]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03110](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03110)
- ESKELINEN, Seija 2013b. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Kreatiinikinaasi (P-CK) [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2014-03-17]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03141&p\\_haku=p-ck](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03141&p_haku=p-ck)
- ESKELINEN, Seija 2014a. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. GT (P-GT) [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2014-03-17]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03073&p\\_haku=p-gt](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03073&p_haku=p-gt)
- ESKELINEN, Seija 2014b. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Kolesteroli (fP-Kol) [verkkoartikkeli]. Terveyskirjasto. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2014-04-17]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03081](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03081)
- FELDKAMP, Carolyn S. 2010. Immunological Reactions. Julkaisussa: KAPLAN, Lawrence A. ja PESCE, Amadeo J. (edit.). *Clinical Chemistry*. 5. painos. United States of America: Mosby Elsevier, 151–161.
- FIMLAB 2008. C-reaktiivinen proteiini [verkkosivu]. FIMLAB ohjekirja. [viitattu 2014-09-09]. Saatavissa: [http://www.fimlab.fi/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu\\_id=34;id=3103;talleta\\_url=1](http://www.fimlab.fi/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu_id=34;id=3103;talleta_url=1)
- HALONEN, Toivo 2004. Fotometriset menetelmät. Julkaisussa: PENTTILÄ, Ilkka (toim.) *Kliiniset laboratoriotutkimukset*. Porvoo: WSOY, 66–76, 90–100.
- HEINONEN, Juha-Pekka 2005. Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit. Helsingin yliopisto. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Tutkimuksia 257. Väitöskirja. [Viitattu 2014-01-21]. Saatavissa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kay/sovel/vk/heinonen/opetussu.pdf>
- HIRSJÄRVI, Sirkka; REMES, Pirkko ja SAJAVAARA, Paula 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- HUSLAB 2010. Kolesteroli, plasmasta, paastotilassa [verkkosivu]. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tutkimusohjekirja [Viitattu 2014-04-17]. Saatavissa: <http://huslab.net/ohjekirja/4515.html>
- HUSLAB 2012. Glukoosi, plasmasta, paastotilassa [verkkosivu]. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tutkimusohjekirja. [Viitattu 2014-04-24]. Saatavissa: <http://huslab.fi/ohjekirja/1468.html>



- HUSLAB 2014a. Glutamyylitransferaasi, plasmasta. [verkkosivu]. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tutkimusohjekirja. [Viitattu 2014-09-26]. Saatavissa: [http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=4597&terms=p-gt](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=4597&terms=p-gt)
- HUSLAB 2014b. P-Uraatti. [verkkosivu]. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tutkimusohjekirja. [Viitattu 2014-04-24]. Saatavissa: [http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=4533&terms=p-uraatti](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=4533&terms=p-uraatti)
- HÄRKÖNEN, Matti 2010. Ruoansulatuskanava. Julkaisussa: NIEMELÄ, Onni ja PULKKI, Kari (toim.) Laboratoriolääketiede- kliininen kemia ja hematologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 199–211.
- IRJALA, Kerttu 2010. Proteiinitutkimukset. Julkaisussa: NIEMELÄ, Onni ja PULKKI, Kari (toim.) Laboratoriolääketiede – kliininen kemia ja hematologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 135–140.
- ISLAB 2014. Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen web-ohjekirja [verkkosivusto]. Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen Liikelaitoskuntayhtymä. [Viitattu 2014-03-19.] Saatavissa: <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp>
- Itä-Suomen yliopisto 2014. Kliininen kemia [verkkojulkaisu]. Itä-Suomen yliopisto: kliinisen lääketieteen yksikkö [viitattu 2014-01-20]. Saatavissa: <http://www.uef.fi/fi/kliinisenlaaketieteenyksikko/kliininen-kemia>
- JAARINEN, Soili ja NIIRANEN, Jukka 2005. Laboratorion analyysitekniikka. Helsinki: Edita Prima Oy.
- KANKKUNEN, Päivi ja VEHVILÄINEN-JULKUNEN, Katri 2010. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: WSOYpro Oy.
- KAPLAN, Lawrence A. ja PESCE, Amadeo J. 2010. Interferences in Chemical Analysis. Julkaisussa: KAPLAN, Lawrence A. ja PESCE, Amadeo J. (edit.). Clinical Chemistry. 5. painos. United States of America: Mosby Elsevier, 310-321.
- KOVANEN, Petri ja SYVÄNNE, Mikko 2013. LDL-kolesterolin mittausmenetelmät [verkkojulkaisu]. Käypä hoito – suositus. Suomalainen lääkärisseura Duodecim [viitattu 2014-10-08]. Saatavissa: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus;jsessionid=DAC6DB74C285B21D94DBF6873FA93172?id=nix01257>
- LAITINEN, Matti 2004. Analytiikan ja vierianalytiikan virhelähteet. Julkaisussa: PENTTILÄ, Ilkka. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. 1. painos. Porvoo: Wsoy, 32–34.
- Labquality Oy 2010. Patologian laboratorion toimintajärjestelmä. [verkkojulkaisu]. Labquality Oy [viitattu 2014-08-10.] Saatavissa: <http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=Qualitor/Patologian%20laatutunnuksen%20kriteerit%20423.pdf>
- Labquality 2014. Yleisesite [verkkojulkaisu]. Labquality [viitattu 2014-10-08]. Saatavissa: [http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=/LQ\\_Yleisesite\\_2014.pdf](http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=/LQ_Yleisesite_2014.pdf), 8.
- LEHRER, Michael 2010. Chromatography: Theory, Practice and Instrumentation. Julkaisussa: KAPLAN, Lawrence A. ja PESCE, Amadeo J. (edit.). Clinical Chemistry. 5. painos. United States of America: Mosby Elsevier, 68–80.
- LEINO, Aila 2008. Ikteerinen, lipeeminen tai hemolyyttinen näyte kemian analyyseissä. Moodi 1/2008. Helsinki: Yliopistopaino, 68.
- LINKO, Linnea; AHONEN, Esa; EIROLA, Raija ja OJALA, Merja 2000. Laboratoriopalvelut hoitotyön tukena. Helsinki: WSOY.

LINKO, Solveig; SAVOLAINEN, Eeva-Riitta; ÅKERMAN, Kari; NISSINEN, Antti; ILANNE-PARIKKA, Pirjo; JOUTSI-KORHONEN, Lotta; JYLHÄ, Anneli; LASSILA, Riitta; LINKO-PARVINEN, Anna-Maria; LINKO, Linnéa; MENESES, Ennamaria; MUUKKONEN, Leila; NOKELAINEN, Satu; PORKKALA-SARATAHO, Elina; PUHAKAINEN, Eino; SIITONEN, Anja; SUNI, Jukka ja VUENTO, Risto 2009. Laadunvarmistus. Moodi 6/2009. Helsinki: Yliopistopaino, 286–296.

LINKO, Solveig; SAVOLAINEN, Eeva-Riitta; ÅKERMAN, Kari; NISSINEN, Antti; ILANNE-PARIKKA, Pirjo; JOUTSI-KORHONEN, Lotta; JYLHÄ, Anneli; LASSILA, Riitta; LINKO-PARVINEN, Anna-Maria; LINKO, Linnéa; MENESES, Ennamaria; MUUKKONEN, Leila; NOKELAINEN, Satu; PORKKALA-SARATAHO, Elina; PUHAKAINEN, Eino; SIITONEN, Anja; SUNI, Jukka ja VUENTO, Risto 2009. Esimerkki 3. Työohje: Glukoosi. Moodi 6/2009. Helsinki: Yliopistopaino, 327–328.

LUMME, Riitta; LEINONEN, Rauni; LEINO, Mia; FALENIUS, Mia ja SUNDQVIST, Leena 2006. Monimuotoinen / toiminnallinen opinnäytetyö. [verkkojulkaisu]. Virtuaaliammattikorkeakoulu. [Viitattu 2014-10-07]. Saatavilla:

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html>

LUOVA, Taina 2014. Glukoosi eli verensokeri [verkkoartikkeli]. Yhteishyvä [Viitattu 2014-04-24]. Saatavissa: <http://www.yhteishyva.fi/ruoka-ja-reseptit/ravitsemus-ja-painonhallinta/glukoosi-eli-verensokeri/0218010-43797>

LÄÄKETIETEELLISET LABORATORIOT 2013. Erytisvaatimukset laadulle ja pätevyydelle. SFS-EN ISO 15189. Vahvistettu 2013. Yleinen teollisuusliitto. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Mylab Oy 2014. Laadunvalvonta. [verkkojulkaisu]. Mylab Oy [viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: <http://www.mylab.fi/fi/palvelut/laboratorioille/laadunvalvonta/>

NASER, Najiha ja NASER, Saleh A. 1998. Clinical chemistry laboratory manual. St. Louis, Missouri: Mosby.

NIEMELÄ, Onni ja PULKKI, Kari 2010. Sisällysluettelo. Laboratoriolääketiede – kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

PENTTILÄ, Ilkka 2004. Entsyymianalyysien periaatteet. Julkaisussa: PENTTILÄ, Ilkka (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. 1. painos. Porvoo: WSOY, 82–89.

RANDOX 2014. Immunoturbidimetry versus nephelometry - for the detection of proteins [verkkojulkaisu]. RANDOX [viitattu 2014-04-24]. Saatavilla: <http://www.randox.com/brochures/PDF%20Brochure/LT137.pdf>

REPO, Irma ja NUUTINEN, Tahvo 2003. Viestintätaito – opas aikuisopiskelun ja työelämän vuorovaikutustilanteisiin. Helsinki: Otava.

ROIVAS, Marianne ja KARJALAINEN Anna Liisa 2013. Opinnäytetyön kirjoittaminen. Sosiaali- ja terveysalan viestintä. Helsinki: Edita.

SAND, Olav; SJAASTAD, Oystein V.; HAUG, Egil ja BJÄLIE, Jan G. 2011. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOYpro.

Savonia-ammattikorkeakoulu 2011. Opetussuunnitelmat. [verkkojulkaisu]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, sosiaali- ja terveysala. Opetussuunnitelma: Bioanalytiikan koulutusohjelma [viitattu 2014-02-04]. Saatavissa: <http://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetussuunnitelmat?yks=KS&krtid=333&tab=1>

SEPPÄLÄ, Erkki ja TUOKKO, Seija 2010. Potilas ja näyte. Julkaisussa: NIEMELÄ, Onni ja PULKKI, Kari (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 21–32.

SINERVO, Tuija 2011. Sisäinen ja ulkoinen laadunohjaus, akkreditointistandardi SFS-EN ISO 15189 patologian laboratoriossa. [verkkojulkaisu]. Labquality Oy: FINAS – akkreditointipalvelu [viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: [http://www.labquality.fi/@Bin/2306805/Tuija+Sinervo\\_Patologia.pdf](http://www.labquality.fi/@Bin/2306805/Tuija+Sinervo_Patologia.pdf)

- Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2006. Bioanalyttikon, laboratoriohoitajan eettiset ohjeet [verkkójulkaisu]. Suomen Bioanalytikkoliitto ry. Hyväksytty 18.11.2006 [viitattu 2014-02-05]. Saatavissa: <http://www.bioanalytikkoliitto.fi/@Bin/220004/Eettiset+ohjeet+-suomi+2011+%281%29.pdf>
- Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2014. Kliininen kemia [verkkosivu]. Suomen Bioanalytikkoliitto ry [viitattu 2014-02-05]. Saatavissa: [http://www.bioanalytikkoliitto.fi/bioanalyttikon\\_ammatti/erikoisalat/kliininen\\_kemia/](http://www.bioanalytikkoliitto.fi/bioanalyttikon_ammatti/erikoisalat/kliininen_kemia/)
- Suomen ympäristökeskus 2010. Ympäristöopas. Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen loppuraportti. [verkkójulkaisu]. Suomen ympäristökeskus [viitattu 2014-10-08]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B93FD264E-AA10-41C8-B73E-8EC153578A06%7D/91455>
- TIKKANEN, Matti J; GYLLING, Helena; JUONALA, Markus ja KOVANEN, Petri T. 2013. Ravinto ja kolesteroli: käännetään suomalaisten kolesterolitaso taas laskuun [verkkootikkeli]. Lääkärilehti 47/2013 [Viitattu 2014-03-09]. Saatavissa: <http://www.fimnet.fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/cgi-cug/brs/artikkeli.cgi?docn=000040271>
- TUOKKO, Seija; RAUTAJOKI, Anja ja LEHTO, Liisa 2008. Kliiniset laboratorionäytteet – opas näytteiden ottoa varten. Helsinki: Tammi.
- VILKKA, Hanna ja AIRAKSINEN, Tiina 2004a. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.
- VILKKA, Hanna ja AIRAKSINEN, Tiina 2004b. Toiminnallisen opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Helsinki: Tammi.
- Yhtyneet Medix Laboratoriot 2013. Proteiini [verkkosivu]. Yhtyneet Medix Laboratoriot. Laboratoriokäsikirja [2014-02-12]. Saatavilla: <http://www.yml.fi/do.xsp?viewType=productview&redirect1=%2Fdo.xsp%3FobjectType%3Dproduct%26viewType%3Dsearchview%26process%3Dtrue%26productkeywords%3Ds-prot%26pageSize%3D10%26page%3D2&objectType=product&directoryType=&productOID=307>
- Yhtyneet Medix Laboratoriot 2013. C-reaktiivinen proteiini[verkkosivu]. Yhtyneet Medix Laboratoriot. Laboratoriokäsikirja [Viitattu 2014-09-09]. Saatavilla: [http://www.medix.fi/tuotekuvaus\\_show.php?tuotenro=77](http://www.medix.fi/tuotekuvaus_show.php?tuotenro=77)
- Yhtyneet Medix Laboratoriot 2013. Alat [verkkosivu]. Yhtyneet Medix Laboratoriot. Laboratoriokäsikirja [Viitattu 2014-03-17]. Saatavilla: <http://www.yhtyneetlaboratoriot.fi/do.xsp?viewType=productview&redirect1=%2Fdo.xsp%3FobjectType%3Dproduct%26viewType%3Dlistview&objectType=product&directoryType=&productOID=8>
- ÅKERMAN, Kari ja JOKELA, Hannu 2010. Fotometria. Julkaisussa: NIEMELÄ Onni ja PULKKI, Kari (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 54–58.
- ÅKERMAN, Kari ja JOKELA, Hannu 2010. Entsymaattiset menetelmät. Julkaisussa: NIEMELÄ, Onni ja PULKKI, Kari (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 67–70.
- Thermo Electron Corporation 2008. Konelab™. Gamma-GT (IFCC)
- Thermo Fisher Scientific 2007. Konelab™ / T Series. Amylase (IFCC)
- Thermo Fisher Scientific 2007. Konelab™ / T Series. HDL-cholesterol Plus.
- Thermo Fisher Scientific 2008. Konelab™ / T Series. Albumin (BCG)
- Thermo Fisher Scientific 2008. Konelab™ / T Series. ALT/GPT (IFCC) <-malli
- Thermo Fisher Scientific 2008. Konelab™ / T Series. Cholesterol.
- Thermo Fisher Scientific 2008. Konelab™ / T Series. Triglycerides.
- Thermo Fisher Scientific 2008. Konelab™ / T Series. Uric acid (AOX).


Thermo Fisher Scientific 2009. Konelab™ / T Series. CK (IFCC)

Thermo Fisher Scientific 2011. Glucose (HK).

## LIITE 1: TYÖOHJEET

Tutkimuksen nimi	P-Alat, Alaniiniaminotransferaasi
<b>Kuvaus</b>	ALAT on maksasolujen sisällä toimiva aminohappojen aineenvaihduntaan liittyvä entsyymi. ALAT-arvo voi nousta esimerkiksi maksavaurion sekä virusten ja lääkeaineiden aiheuttamien hepatiittien seurauksena. Arvo osoittaa myös soluvaurion asteen.
<b>Indikaatio</b>	Maksavauriot
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	Fotometrinen entsyymiaktiivisuusmääritys  Mittauksessa NADH:n määrä vähenee laskevassa kineettisessä reaktiossa. Mitataan NADH:n absorbanssin alentumista tietyn aikavälin sisällä.  $\begin{array}{ccc} \text{L-alaniini} + 2\text{-oksoglutaraatti} & \xrightleftharpoons{\text{ALT}} & \text{L-Glutamaatti} + \text{puryvaatti} \\ & & \\ & \xrightleftharpoons{\text{LDH}} & \\ & & \text{D-Laktaatti} + \text{NAD}^+ \\ \text{Puryvaatti} + \text{NADH} + \text{H}^+ & & \end{array}$
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	Näytteen lipemia
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.  Säilyvyys rt 1vrk, +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981769):</u> Reagent A: Enzyme reagent (Reagent B: Substrate)
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	Nortrol (ref. 981043) Abtrol (ref. 981044) Kontrollien viitevälit kansiossa!
<b>Vakiointi ja kalibrointi</b>	Faktori -1534  Faktori-arvo syötetään analysaattorille

<b>Suoritus</b>	<p>Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 1000 µl reagenssi Alt A:ta Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia Lisää näytettä 120 µl Sekoita</p> <p>Sekoita ja syötä näytteet yksi kerrallaan fotometrille. Yhden näytteen analysoiminen kestää useita minuutteja.</p> <p>Mittauksen alussa on inkubointivaihe, jolloin saavutetaan optimilämpötila ja häiritsevät sivureaktiot tapahtuvat. Sen jälkeen mittauksen kuvaaja on lineaarinen.</p> <p>Mittausallonpituus 340 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>ALAT-pitoisuus määritetään kertomalla absorbanssin muutos valmistajan ilmoittamalla faktorilla.</p> $C = \Delta A * F$
<b>Viitearvot</b>	<p>Naisilla 10–45 U/l Miehillä 10–70 U/l</p>

Tutkimuksen nimi	P-Alb, Albumiini
<b>Kuvaus</b>	Albumiini on merkittävin maksan syntetisoima plasmaproteiini. Se toimii monien plasmaan liuenneiden aineiden kuljettajamolekyylinä. Albumiinipitoisuus voi nousta esimerkiksi nestehukassa ja laskea vähäisen proteiinin saannin, maksavaurioiden ja kroonisten tulehduksien seurauksena.
<b>Indikaatio</b>	Elimistön nestetilan seuranta, ravitsemustilan arviointi sekä maksan toiminnan arviointi
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	Fotometrinen, akkreditoitu menetelmä (mitataan albumiinin ja bromikresolivihreän muodostama kompleksi)  Albumiini + BCG  väri-kompleksi
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	Näytteen lipemia, voimakas hemolyysi
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.  Säilyvyys +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981767):</u> ALB Bromcresol green
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	Nortrol (ref. 981043) Abtrol (ref. 981044) Kontrollien viitevälit kansiossa!
<b>Vakiointi ja kalibrointi</b>	Aqua (0-näyte) sCal (ref. 981831) Tarkista konsentraatio!
<b>Suoritus</b>	Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu nollanäyte (aqua), vakio (sCal), kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.  Lisää 1100 µl ALB BCG Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia Lisää 10 µl näytettä

	<p>Sekoita Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia Mittausaallonpituus 600 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>Mitattu absorbanssi, eli värin voimakkuus on suoraan verrannollinen albumiinin määrään näytteessä. Konsentraatio voidaan laskea kuvaajasta.</p> $C_{\text{NÄYTE}} = \text{ABS}_{\text{NÄYTE}} * C_{\text{SCAL}} / \text{ABS}_{\text{SCAL}}$
<b>Viitearvot</b>	Alle 40 vuotiaat: 36–48 g/l



<b>Tutkimuksen nimi</b>	<b>P-Amyl, Amylaasi</b>
<b>Kuvaus</b>	Amylaasi on ravinnon tärkkelystä pilkkova ruuansulatusentsyymi. Amylaasiarvoja nostaa erityisesti haimatulehdus, jolloin solujen vaurioituessa amylaasia valuu vereen.
<b>Indikaatio</b>	Epäselvä akuutti vatsakipu, akuutti haimatulehdus, sylkirauhassairaudet.
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	<p>Fotometrinen entsyymiaktiivisuusmääritys</p> <p>Tutkimuksessa mitataan nitrofenolin absorbanssia ja amylaasimäärä on suoraan verrannollinen nitrofenolin muodostumisnopeuteen.</p> $  \begin{array}{ccc}  & \alpha\text{-amylaasi} & \text{E-G3 + pNP-G4} \\  5 \text{ E-pNP-G7} & \Rightarrow & + 2 \text{ E-G4} \\  + 5 \text{ H}_2\text{O} & & + 2 \text{ pNP-G3} \\  & & + 2 \text{ pNP-G2}  \end{array}  $ $  \begin{array}{ccc}  \text{pNP-G4} & \alpha\text{-glukosidaasi} & \\  + 2 \text{ pNP-G3} & \Rightarrow & 5 \text{ pNP} + 14 \text{ G} \\  + 2 \text{ pNP-G2} & & \\  + 14 \text{ H}_2\text{O} & &  \end{array}  $
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	-
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	<p>Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.</p> <p>Säilyvyys rt 1vrk, +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna</p>
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981770):</u> Amyl IFCC
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	Nortrol (ref. 981043) Abtrol (ref. 981044) Kontrollien viitevälit kansiossa!
<b>Vakiointi ja kalibrointi</b>	Faktori 4505  Faktori-arvo syötetään analysaattorille

<b>Suoritus</b>	<p>Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 1080 µl reagenssi Amyl IFCC Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia Lisää näytettä 27 µl</p> <p>Sekoita ja syötä näytteet yksi kerrallaan fotometrille. Yhden näytteen analysoiminen kestää useita minuutteja.</p> <p>Mittauksen alussa on inkubointivaihe, jolloin saavutetaan optimilämpötila ja häiritsevät sivureaktiot tapahtuvat. Sen jälkeen mittauksen kuvaaja on lineaarinen.</p> <p>Mittausaallonpituus 405 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>Amylaasin pitoisuus määritetään kertomalla absorbanssin muutos valmistajan ilmoittamalla faktorilla.</p> $C = \Delta A * F$
<b>Viitearvot</b>	Aikuisilla 25–120 U/l

Tutkimuksen nimi	P-CK, Kreatiinikinaasi
<b>Kuvaus</b>	Kreatiinikinaasi on luustolihaksissa, aivoissa ja sydänlihaksessa esiintyvä entsyymi, jota ei normaalitiloissa esiinny paljoa veressä. Lihasmassa vaikuttaa kreatiinikinaasin määrään plasmassa, minkä vuoksi miesten viitearvot ovat korkeampia kuin naisten. Fyysinen rasitus voi nostaa kreatiinikinaasiarvoa.
<b>Indikaatio</b>	Lihaksien sairauksien diagnostiikka (myös sydäninfarktin diagnostiikka)
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	Fotometrinen entsyymiaktiivisuusmäärittäminen  Tutkimus on nouseva kineettinen mittaus, eli siinä mitataan NADH:n muodostusta mittaamalla absorbanssin muutosta minuutin aikana. NADH:n muodostumisnopeus on suoraan verrannollinen kreatiinikinaasin aktiivisuuteen näytteessä.  $  \begin{array}{ccc}  \text{CP} + \text{ADP} & \xrightarrow[\text{pH } 6.8]{\text{CK}} & \text{Kreatiini} + \text{ATP} \\  \\  \text{ATP} + \text{Glukoosi} & \xrightarrow{\text{HK}} & \text{ADP} + \text{Glukoosi-6-fosfaatti} \\  \\  \text{G-6-P} + \text{NAD}^+ & \xrightarrow{\text{G-6-PD}} & \text{6-fosfoglukonaatti} + \text{NADH}  \end{array}  $
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	Näytteen hemolyysi
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.  Säilyvyys +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981829):</u> Reagenssi A: Substrate (Reagenssi B: Buffer)
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	Nortrol (ref. 981043) Abtrol (ref. 981044) Kontrollien viitevälit kansiossa!

<b>Vakiointi ja kalibrinti</b>	<p>Faktori 3510</p> <p>Faktori-arvo syötetään analysaattorille</p>
<b>Suoritus</b>	<p>Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 1056µl reagenssi CK  Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia  Lisää näytettä 48 µl</p> <p>Sekoita ja syötä näytteet yksi kerrallaan fotometrille. Yhden näytteen analysoiminen kestää useita minutteja.</p> <p>Mittauksen alussa on inkubointivaihe, jolloin saavutetaan optimilämpötila ja häiritsevät sivureaktiot tapahtuvat. Sen jälkeen mittauksen kuvaaja on lineaarinen.</p> <p>Mittausaallonpituus 340 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>Reaktiokuvaajan tulee olla lineaarisesti nouseva suora. Kreatiinikinaasin pitoisuus määritetään kertomalla absorbanssin muutos valmistajan ilmoittamalla faktorilla.</p> <p><math>C = \Delta A * F</math></p>
<b>Viitearvot</b>	<p>Miehet alle 50 v: 40–400 U/l  Naiset alle 50 v: 35–210 U/l</p>

Tutkimuksen nimi	CRP, C-reaktiivinen proteiini
<b>Kuvaus</b>	CRP on maksasolujen tuottama valkuaisaine joka kohoaa nopeasti akuutin faasin reaktiossa, varsinkin bakteerien aiheuttamissa tulehdustiloissa.
<b>Indikaatio</b>	Piilevän tulehduksen ja kudostuhoa aiheuttavien sairauksien diagnosointi ja seuranta, virus- ja bakteeritulehduksen erottaminen
<b>Laitteisto</b>	Fotometri (Hitachi U-2001)
<b>Menetelmä</b>	Immunoturpidimetria.  Mitataan C-reaktiivisen proteiinin ja vasta-aineiden muodostamien immuunikompleksien aiheuttamaa samentumaa.
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	Näytteen lipemia
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.  Säilyvyys +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna
<b>Reagenssit</b>	<u>CRP-reagenssit (Konelab ref. 981699):</u> CRP BUFFER CRP Antiserum
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	CRP Control (Konelab ref. 981251) CRP Control High (Konelab ref. 981679) Kontrollien viitevälit kansiossa!
<b>Vakiointi ja kalibrointi</b>	<u>CRP Calibration set (Konelab ref. 981674):</u> Aqua Cal0: conc. 0 mg/l CRP Cal1: conc. 6 mg/l CRP Cal2: conc. 21 mg/l CRP Cal3: conc. 60 mg/l CRP Cal4: conc. 122 mg/l CRP Cal5: conc. 215 mg/l Tarkista konsentraatiot pakkauksesta!

<p><b>Suoritus</b></p>	<p>Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu vakiointikuvaajan näytteet, kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 900 µl CRP BUFFERia (reagenssi)  Lisää 120 µl näytettä  Sekoita  Inkuboi (37 °C) 200 sekuntia  Lisää 36 µl CRP AntiSerumia (reagenssi)  Sekoita  Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia</p> <p>Valmista vielä näytenolla, joka ei sisällä antiseerumia. Lisää vain Buffer ja oma näyte. Tuloksena saadaan pelkästä näytteen sameudesta johtuva konsentraatio ja vähentämällä sen varsinaisesta tuloksesta, saadaan poistettua sameudesta johtuva virhe.</p> <p>Mittausaallonpituus 340 nm</p>
<p><b>Tulos</b></p>	<p>Samentuman absorbanssi on suoraan verrannollinen C-reaktiivisen proteiinin pitoisuuteen näytteessä. Tulos saadaan laskettua vakiointikuvaajalta kaavalla <math>C_{NÄYTE} = ABS_{NÄYTE} * C_{SCAL} / ABS_{SCAL}</math>.</p>
<p><b>Viitearvot</b></p>	<p>Alle 3 mg/l</p>

<b>Tutkimuksen nimi</b>	<b>fP-Gluk, glukoosi paastotilassa</b>
<b>Kuvaus</b>	Glukoosia eli verensokeria käytetään kudosten energian lähteenä. Glukoosia saadaan hiilihydraatteja sisältävästä ravinnosta, ja ylimäärä varastoituu maksaan ja lihaksiin glykokeeninä.
<b>Indikaatio</b>	Sokeritasapainon arviointi, korkeat arvot viittaavat yleensä <i>diabetes mellitukseen</i> .
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	<p>Fotometrinen heksokinaasimenetelmä</p> <p>NADH imee itseensä valoa, jota mitata fotometrillä. Mitä enemmän näytteessä on NADH:ia, sitä enemmän säteistä absorboituu näytteeseen.</p> $\begin{array}{ccc} \text{Glukoosi} + \text{ATP} & \xrightarrow{\text{HK}} & \text{G-6-P} + \text{ADP} \\ \text{G-6-P} + \text{NAD}^+ & \xrightarrow{\text{G-6-P-DH}} & \text{6-PG} + \text{NADH} + \text{H}^+ \end{array}$
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	Näytteen voimakas lipemia
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	<p>Ennen näytteenottoa tulee paastota 12 tuntia. Tutkimuksessa tarvitaan n. 1 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.</p> <p>Säilyvyys +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna</p>
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin Konelab -reagenssit (ref. 981304):</u> Reagent A: Buffer Reagent B: Enzyme
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	Nortrol (ref. 981043) Abtrol (ref. 981044) Kontrollien viitevälit kansiossa!
<b>Vakiointi ja kalibrointi</b>	Aqua (0-näyte) sCal (ref. 981831) Tarkista konsentraatio pakkauksista!

<p><b>Suoritus</b></p>	<p>Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu nollanäyte (aqua), vakio (sCal), kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 960 µl reagenssi A:ta  Lisää 12 µl näytettä  Sekoita  Inkuboi (37 °C) 120 sekuntia  Lisää 240 µl reagenssi B:tä  Sekoita  Inkuboi (37 °C) 600 sekuntia</p> <p>Mittausaallonpituus 340 nm</p>
<p><b>Tulos</b></p>	<p>NADH:n pitoisuus näytteessä on suoraan verrannollinen näytteessä olevaan glukoosin määrään. Glukoosin konsentraatio lasketaan vakiointikuvaajalta, jossa on mitattu NADH:in absorbanssia.</p> $C_{\text{NÄYTE}} = \text{ABS}_{\text{NÄYTE}} * C_{\text{SCAL}} / \text{ABS}_{\text{SCAL}}$
<p><b>Viitearvot</b></p>	<p>4–6 mmol/l</p>



Tutkimuksen nimi	P-GT, Gammaglutamyylitransferaasi
Kuvaus	Gammaglutamyylitransferaasi on maksan, haiman, munuaisten, sappiteiden sekä verisuonten endoteelisolujen solukalvoissa esiintyvä entsyymi.
Indikaatio	Maksan sairauksien, kuten maksakasvaimen sekä sappiteiden ja haiman vaurioiden diagnostiikka. GT reagoi herkästi alkoholin käyttöön, minkä vuoksi sitä käytetään alkoholin suurkulutuksen mittarina.
Laitteisto	Fotometri
Menetelmä	<p>Fotometrinen entsyymiaktiivisuusmääritys</p> <p>Reaktiossa hajonneesta substraatista muodostuu värillistä yhdistettä, jonka absorbanssia mitataan.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>L- gamma- glutamyyl-3- karboksi-4- nitroaniliidi + glysyyliglysiini</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>γ-GT →</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>L-gamma- glutamyyl- glysyyliglysiini + 5-amino-2- nitrobentsoaatti</p> </div> </div>
Virhelähteet ja rajoitukset	Näytteen lipemia ja hemolyysi
Näyte ja näytteenotto	<p>Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.</p> <p>Säilyvyys +4 - +8 °C muutama päivä, pidempiaikainen säilytys pakastettuna</p>
Reagenssit	<p><u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (981377):</u> Gamma-GT (IFCC) A (Gamma-GT (IFCC) B)</p>
Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus	<p>Nortrol (ref. 981043) Abtrol (ref. 981044) Kontrollien viitevälit kansiossa!</p>
Vakiointi ja kalibrointi	<p>Faktori 1200</p> <p>Valmistajan ilmoittama faktori-arvo syötetään analysaattorille</p>

<p><b>Suoritus</b></p>	<p>Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 960 µl reagenssi GGT  Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia  Lisää 96 µl näytettä</p> <p>Sekoita ja syötä näytteet yksi kerrallaan fotometrille. Yhden näytteen analysoiminen kestää useita minuutteja.</p> <p>Mittauksen alussa on inkubointivaihe, jolloin saavutetaan optimilämpötila ja häiritsevät sivureaktiot tapahtuvat. Sen jälkeen mittauksen kuvaaja on lineaarinen.</p> <p>Mittausaallonpituus 405 nm</p>
<p><b>Tulos</b></p>	<p>Värillisen yhdisteen muodostumisnopeus eli mitattu absorbanssin muutos minuutin aikana on suoraan verrannollinen gamma-GT:n aktiivisuuteen näytteessä, ja se saadaan laskettua kaavalla <math>C = \Delta A \cdot F</math>.</p>
<p><b>Viitearvot</b></p>	<p>Miehet alle 40 v: 10–80 U/l  Miehet yli 40 v: 15–115 U/l  Naiset alle 40 v: 10–45 U/l  Naiset yli 40 v: 10–75 U/l</p>

Tutkimuksen nimi	fP-Kol, kolesteroli paastotilassa
<b>Kuvaus</b>	Kolesterolia käytetään solukalvojen rakenneosana ja steroidien synteesien lähtöaineena. Kolesterolia syntyy elimistössä, mutta sitä saadaan myös ravinnon mukana. Kolesteroli voi kertyä valtimoihin ja ahtauttaa suonta, minkä seurauksena voi kehittyä sydän- ja verisuonitauteja.
<b>Indikaatio</b>	Hyperlipidemioiden diagnostiikka ja hoidon seuranta, sepelvaltimotaudin riskin arviointi ja taudin seuranta
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	<p>Fotometrinen, entsyymaattinen substraattimääritys</p> <p>Reaktiossa muodostuu värikompleksi, jonka absorbanssi mitataan.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Kolesteroliesteri</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CE</p> <p>⇒</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Kolesteroli + rasvahapot</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Kolesteroli + happi</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CO</p> <p>⇒</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Cholest-4-en-3-one + vetyperoksidi</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>2 vetyperoksidi + HBA + 4AAP</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>POD</p> <p>⇒</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Kromofori + 4 vesi</p> </div> </div>
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	-
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	<p>Ennen näytteenottoa suositellaan paastoa.</p> <p>Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.</p> <p>Säilyvyys rt 1vrk, +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna</p>
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981812):</u> CHOLESTEROL
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	<p>Nortrol (ref. 981043)</p> <p>Abtrol (ref. 981044)</p> <p>Lipotrol (ref. 981653)</p> <p>Kontrollien viitevälit kansiossa!</p>

<b>Vakiointi ja kalibointi</b>	aqua (0-näyte) sCal (ref. 981831) Tarkista konsentraatio pakkauksesta!
<b>Suoritus</b>	Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu nollanäyte (aqua), vakio (sCal), kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.  Lisää 1200 µl reagenssi CHOL Lisää näytettä 12 µl Sekoita Inkuboi (37 °C) 500 sekuntia  Mittausaallonpituus 510 nm
<b>Tulos</b>	Muodostuneen värin absorbanssi on suoraan verrannollinen näytteen kolesterolipitoisuuteen, ja se saadaan laskettua vakiointikuvaajalta kaavalla $C_{NÄYTE} = ABS_{NÄYTE} * C_{SCAL} / ABS_{SCAL}$
<b>Viitearvot</b>	Tavoitearvo kaikilla alle 5,0 mmol/l

Tutkimuksen nimi	fP-Kol-HDL, HDL-kolesteroli paastotilassa
<b>Kuvaus</b>	High density lipoprotein eli HDL-kolesteroli kuljettaa kolesterolia kudoksista maksaan hajotettavaksi, minkä vuoksi siitä käytetään nimitystä ”hyvä kolesteroli”. HDL-kolesteroli voi ehkäistä valtimosairauksia. Eniten HDL-kolesterolia nostaa liikunta, mutta myös ravitsemuksella voi vaikuttaa sen pitoisuuteen.
<b>Indikaatio</b>	Hyperlipidemoiden selvitys, sepelvaltimotaudin riskin arviointi
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	<p>Fotometrinen, entsyymattinen substraattimääritys</p> $  \begin{array}{ccc}  \text{HDL-kolesteroli esterit} + \text{H}_2\text{O} & \xrightarrow[\text{Eстераasi}]{\text{PEG kolesteroli}} & \text{HDL-kolesteroli} + \text{RCOOH} \\  \\  \text{HDL-kolesteroli} + \text{O}_2 & \xrightarrow[\text{Oksidaasi}]{\text{PEG kolesteroli}} & \Delta^4\text{-cholestenone} + \text{H}_2\text{O}_2 \\  \\  2 \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{-amino-antipyrine} + \text{HSDA} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} & \xrightarrow[\text{Pigmentti}]{\text{Peroksidaasi}} & \text{Violettisininen} + 5 \text{H}_2\text{O}  \end{array}  $
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	-
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	<p>Ennen näytteenottoa suositellaan paastoa.</p> <p>Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.</p> <p>Säilyvyys rt 1vrk, +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna</p>
<b>Reagenssit</b>	<p><u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (981824):</u></p> <p>HDL Plus A</p> <p>HDL Plus B</p>
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	<p>Lipotrol (ref. 981653)</p> <p>Kontrollien viitevälit kansiossa!</p>

<b>Vakiointi ja kalibrinti</b>	Aqua (0-näyte) HDL/LDL-kalibraattori (ref. 981657) Tarkista konsentraatio pakkauksesta!
<b>Suoritus</b>	<p>Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu nollanäyte (aqua), vakio (HDL/LDL-kalibraattori), kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 750 µl reagenssi HDL Plus A Lisää näytettä 10 µl Sekoita Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia Lisää 250 µl reagenssi HDL Plus B Sekoita Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia</p> <p>Mittausaallonpituus 600 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>Mitattu absorbanssi eli värin voimakkuus on suoraan verrannollinen HDL-kolesterolipitoisuuteen näytteessä, ja se voidaan laskea vakiointikuvaajalta kaavalla <math>C_{NÄYTE} = ABS_{NÄYTE} * C_{SCAL} / ABS_{SCAL}</math>.</p>
<b>Viitearvot</b>	Tavoitearvo kaikilla yli 18-vuotiailla yli 1 mmol/l

<b>Tutkimuksen nimi</b>	<b>fP-Trigly, triglyseridit plasmasta paastotilassa</b>
<b>Kuvaus</b>	Triglyseridit ovat kolmesta rasvahaposta ja yhdestä glyserolimolekyylistä muodostuvia rasvoja. Triglyseridejä saa pääasiassa ravinnosta, mutta elimistö pystyy myös itse valmistamaan triglyseridejä. Korkeat triglyseridipitoisuudet lisäävät valtimosairauksien riskiä.
<b>Indikaatio</b>	Hyperlipidemoiden selvitys, sepelvaltimotaudin riskin arviointi
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	<p>Fotometrinen, entsymaattinen substraattimääritys</p> <p>Mitataan muodostuneen kinoni-imiini-värin absorbanssia</p> <p>Triglyseridit <math>\xrightarrow{\text{LPL}}</math> glyseroli + rasvahapot</p> <p>Glyseroli + ATP <math>\xrightarrow{\text{Glyserolikinaasi}}</math> Glyseroli-3-fosfaatti + ADP</p> <p>Glyseroli-3-fosfaatti + O<sub>2</sub> <math>\xrightarrow{\text{GPO}}</math> dihydroksiacetonifosfaatti + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></p> <p>2 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + aminoantipyriini + 4-klorofenoli <math>\xrightarrow{\text{Peroksidaasi}}</math> Kinoni-imiini + HCl + 4 H<sub>2</sub>O</p>
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	-
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	<p>Ennen näytteenottoa 10 tunnin paasto.</p> <p>Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai serumia.</p> <p>Säilyvyys rt 1vrk, +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna</p>
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981301):</u> TRIGLYCERIDES
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	<p>Lipotrol (ref. 981653)</p> <p>Nortrol (ref. 981043)</p> <p>Abtrol (ref. 981044)</p> <p>Kontrollien viitevälit kansiossa!</p>

<b>Vakiointi ja kalibrinti</b>	Aqua (0-näyte) sCal (ref. 981831) Tarkista konsentraatio pakkauksesta!
<b>Suoritus</b>	<p>Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu nollanäyte (aqua), vakio (sCal), kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 1200 µl reagenssi TRIGLY Lisää näytettä 12 µl Sekoita Inkuboi (37 °C) 600 sekuntia</p> <p>Mittausaallonpituus 510 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>Mitattu absorbanssi eli värin voimakkuus on suoraan verrannollinen triglyseridipitoisuuteen näytteessä, ja se voidaan laskea vakiointikuvaajalta kaavalla <math>C_{NÄYTE} = ABS_{NÄYTE} * C_{SCAL} / ABS_{SCAL}</math>.</p>
<b>Viitearvot</b>	Tavoitearvo kaikilla alle 2 mmol/l



Tutkimuksen nimi	S-PROT, Kokonaisproteiini
<b>Kuvaus</b>	Kokonaisproteiini on elimistön solujen ja kudosten rakennusaine. Kohonneet arvot ovat seurausta elimistön kuivumisesta esim. oksentelun tai ripulin takia. Matalia arvoja esiintyy aliravitsemuksen, imeytymishäiriöiden, liiallisen elimistön nestepitoisuuden, maksakirroosin ja munuaissairauden seurauksena.
<b>Indikaatio</b>	Seerumin kokonaisproteiinin indikaatioina ovat elimistön nestetasapainon ja proteiiniaineenvaihdunnan seuranta.
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	Fotometrinen, biuret-reaktioon perustuva menetelmä  Mitataan reaktiossa muodostuneen värikompleksin absorbanssia.  <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{ccc} \text{Cu}^{2+} &amp; \text{Alkaline pH} &amp; \text{Kupari-proteiini} \\ + \text{Seerumin} &amp; \Rightarrow &amp; \text{- kompleksi} \\ \text{proteiini} &amp; &amp; \end{array}</math> </div>
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	Näytteen hemolyysi
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.  Säilyvyys +4 - +8 °C vko, pidempiaikainen säilytys pakastettuna  HUOM! Seisoessa plasmavolyymi muuttuu, jolloin proteiinien määrä nousee n. 10 % makuuasentoon verrattuna.  HUOM! Plasmanäyte antaa n. 1–5 g/l korkeamman tuloksen fibrinogeenistä johtuen.
<b>Reagenssit</b>	<u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981826/981827):</u> Total Protein Plus
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	Nortrol (ref. 981043) Abtrol (ref. 981044) Kontrollien viitevälit kansiossa!

<b>Vakiointi ja kalibrinti</b>	aqua (0-näyte) sCal ref. 981831 Tarkista konsentraatio pakkauksesta!
<b>Suoritus</b>	<p>Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu nollanäyte (aqua), vakio (sCal), kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 1050 µl reagenssi TPROT Plus Lisää 21 µl näytettä Sekoita Inkuboi (37 °C) 600 sekuntia</p> <p>Mittausaallonpituus 540 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>Mitattu absorbanssi eli värin voimakkuus on suoraan verrannollinen proteiinipitoisuuteen näytteessä, ja se voidaan laskea vakiointikuvaajalta kaavalla <math>C_{NÄYTE} = ABS_{NÄYTE} * C_{SCAL} / ABS_{SCAL}</math>.</p>
<b>Viitearvot</b>	62–78 g/l

Tutkimuksen nimi	P-Uraatti, Uraatti
<b>Kuvaus</b>	Uraatti eli virtsahappo on puriiniaineenvaihdunnan lopputuote, jota muodostuu elimistössä ja jota saadaan ravinnon mukana. Uraatti erittyy munuaisten kautta virtsaan, jonka mukana poistuu elimistöstä.
<b>Indikaatio</b>	Tärkein indikaatio on kihti, jossa uraatti kiteytyy niveliin ja joskus myös muihin kudoksiin. Käytetään myös raskausmyrkytyksen diagnostiikassa. Plasman uraatin suurentuneita arvoja esiintyy myös munuaisten vajaatoiminnassa sekä tiloissa, joissa puriiniaineenvaihdunta on häiriintynyt, esimerkiksi leukemiassa ja nopeasti kehittyvissä pahanlaatuisissa taudeissa. P-Uraatin alentunut arvo voi johtua sen vähentyneestä muodostuksesta tai lisääntyneestä erityksestä virtsaan.
<b>Laitteisto</b>	Fotometri
<b>Menetelmä</b>	<p>Fotometrillä tehtävä entsyymaattinen substraattimääritys. Reaktiossa muodostuu sinivioletti väri, jonka absorbanssi mitataan.</p> $\begin{array}{ccc} \text{Uraatti} + 2 \text{H}_2\text{O} & \xrightarrow{\text{urikaasi}} & \text{Allantoin} + \text{CO}_2 \\ + \text{O}_2 & & + \text{H}_2\text{O}_2 \end{array}$ $\begin{array}{ccc} \text{TOOS} + 4\text{-AAP} & \xrightarrow{\text{POD}} & \text{Indamine} \\ + 2 \text{H}_2\text{O}_2 & & + 3 \text{H}_2\text{O} \end{array}$
<b>Virhelähteet ja rajoitukset</b>	-
<b>Näyte ja näytteenotto</b>	<p>Tutkimuksessa tarvitaan n. 0,5 ml Litiumhepariini-plasmaa tai seerumia.</p> <p>Säilyvyys rt muutama päivä, +4 °C vko</p>
<b>Reagenssit</b>	<p><u>Thermo Fisherin konelab-reagenssit (ref. 981788):</u>  REAG A  REAG B</p>
<b>Kontrollinäytteet ja laadunvarmistus</b>	<p>Nortrol (ref. 981043)  Abtrol (ref. 981044)  Kontrollien viitevälit kansiossa!</p>

<b>Vakiointi ja kalibrinti</b>	Aqua (0-näyte) sCal (ref. 981831) Tarkista konsentraatio pakkauksesta
<b>Suoritus</b>	<p>Tutkimus tehdään sarjana, johon kuuluu nollanäyte (aqua), vakio (sCal), kontrollinäytteet sekä omat näytteet. Kaikista näytteistä valmistetaan rinnakkaisnäytteet. Yhden reaktioliuoksen kokonaismäärän tulee olla vähintään 1 ml.</p> <p>Lisää 840 µl reagenssi UA AOX A:ta Lisää 21 µl näytettä Sekoita Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia Lisää 210 µl reagenssi UA AOX B:ta Sekoita Inkuboi (37 °C) 300 sekuntia</p> <p>Mittausaallonpituus 540 nm</p>
<b>Tulos</b>	<p>Mitattu absorbanssi eli värin voimakkuus on suoraan verrannollinen uraattipitoisuuteen näytteessä, ja se voidaan laskea vakiointikuvaajalta kaavalla <math>C_{NÄYTE} = ABS_{NÄYTE} * C_{SCAL} / ABS_{SCAL}</math>.</p>
<b>Viitearvot</b>	<p>Alle 50-vuotiailla naisilla 155–350 µmol/l Yli 50-vuotiailla naisilla 155–400 µmol/l Miehillä 230–480 µmol/l</p>