

# **Valoaltistuksen vaikutus B<sub>12</sub>-vitamiinin, 25-OH-D-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin plasma-, seerumi- tai kokoverinäytteissä**

**Mari Heikkinen  
Iida Salo**

Opinnäytetyö

---



Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Bioanalytiikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Mari Heikkinen ja Iida Salo	
Työn nimi Valoaltistuksen vaikutus B12-vitamiinin, 25-OH-D-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin plasma-, seerumi- tai kokoverinäytteissä	
Päiväys	4.11.2011
Sivumäärä/Liitteet	51/10
Ohjaaja(t) Lehtori Reetta Pylkkönen, apulaisylikemisti Kari Savolainen ja sairaalakemisti Sari Väisänen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (Islab), kliinisen kemian laboratorio	
Tiivistelmä	
<p>Valoaltistuksen vaikutuksen tutkiminen B<sub>12</sub>-vitamiinin, 25-OH-D-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin plasma-, seerumi- tai kokoverinäytteissä on potilaan näkökulmasta tärkeää, koska tutkimuksen tuottaman tiedon avulla voidaan kehittää laboratoriotyön sujuvuutta ja nopeutta sekä parantaa laboratoriotutkimustulosten luotettavuutta.</p> <p>Tutkimuksen tavoite oli tuottaa tietoa valon vaikutuksesta plasman B<sub>12</sub>-vitamiinin, seerumin 25-OH-D-vitamiinin sekä punasolujen ja seerumin folaatin pitoisuuksiin. Tutkimuksen tarkoitus oli vertailla 4, 8 ja 24 h valolle altistuneiden näytteiden ja 24 h valolta suojatun näytteen vitamiinipitoisuutta 0-näytteeseen. Lisäksi verrattiin 24 tuntia valolle altistuneen näytteen vitamiinipitoisuutta 24 tuntia valolta suojattuun näytteeseen. Vertailulla saatiin selville valon vaikutus, olosuhteiden (lämpötila, aika) vaikutus sekä valon ja olosuhteiden yhteisvaikutus pitoisuuksiin.</p> <p>Tutkimus oli kvantitatiivinen. Tutkimusaineisto oli 10 vapaaehtoisen henkilön verinäytteet. 0-näyte suojattiin valolta ja pakastettiin heti näytteenoton ja esikäsittelyn jälkeen. Osa näytteistä altistettiin valolle ikkunalaudalla ja pakastettiin aikapisteiden 4, 8 ja 24 h jälkeen. Yksi putki jokaista näyteläätua säilytettiin ikkunalaudalla valolta suojattuna ja pakastettiin 24 h jälkeen. Näytteet analysoitiin samassa sarjassa. Tulokset käsiteltiin Microsoft Excel 2007 -taulukkolaskentaohjelmalla ja esitettiin vitamiinipitoisuuksien keskimääräisinä prosentuaalisina eroina vertailunäytteestä.</p> <p>Tässä tutkimuksessa valo ei vaikuttanut merkittävästi plasman B<sub>12</sub>-vitamiini- ja seerumin 25-OH-D-vitamiinipitoisuuksiin. Valon ja olosuhteiden yhteisvaikutus ei vaikuttanut punasolujen folaatin pitoisuuteen. Valo ja olosuhteet vaikuttivat seerumin folaatin pitoisuuteen laskevasti. Tulosten mukaan plasman B<sub>12</sub>-vitamiini-, seerumin 25-OH-D-vitamiini- ja punasolujen folaatti-näytteitä ei tarvitse suojata valolta. Seerumin folaatti-näytteet on suojattava valolta. Tulosten tulokinnassa on otettava huomioon pieni tutkimusaineisto ja hajonta tuloksissa. Tutkimuksen voisi toistaa suuremmalla tutkimusaineistolla ja kontrolloidummalla koeasetelmalla.</p>	
Avainsanat Näytteiden käsittely, B12-vitamiini, 25-OH-D-vitamiini, folaatti, valo	
Julkinen ( x )	Salainen ( )

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Biomedical Laboratory Science			
Author(s) Mari Heikkinen and Iida Salo			
Title of Thesis Effect of light on B12-vitamin, 25-OH-D-vitamin and folate levels in plasma, serum or whole blood samples			
Date	4.11.2011	Pages/Appendices	51/10
Supervisor(s) Senior lecturer Reetta Pylkkönen, clinical biochemists Kari Savolainen and Sari Väisänen			
Client Organisation/Partners Eastern Finland Laboratory Centre, laboratory of clinical chemistry			
Abstract  <p>Studying the effect of light on plasma B<sub>12</sub>-vitamin, serum 25-OH-D-vitamin as well as the red blood cell and the serum folate levels is important for patients, because the information provided by the research helps to develop the speed and quality of laboratory work.</p> <p>The objective for this research was to provide information about the effect of light on plasma B<sub>12</sub>-vitamin, serum 25-OH-D-vitamin as well as red blood cell and serum folate levels. The meaning for this research was to compare 4, 8 and 24 hours light exposed samples and 24 hours light protected samples analytical levels to 0-sample. The meaning was also to compare 24 hours light exposed samples to 24 hour light protected samples analytical levels. With comparing the effect of light, the effect of conditions and the common effect of light and conditions can be cleared.</p> <p>The research was quantitative. The research material was blood samples from 10 volunteers. 0-sample was protected from light and frozen immediately after taking and handling a sample. Some of the samples were exposed to light on window shell and frozen after time periods 4, 8 and 24 hours. One tube from each kind of sample were protected from light on window shell and frozen after 24 hours. The samples were analyzed in the same series. Results were handled with Microsoft Excel 2007 –spreadsheet program and will be presented as analytical levels average percentage differences from compared sample.</p> <p>In this research exposing to light seems to have no effect for plasmas B<sub>12</sub>-vitamin and serums 25-OH-D-vitamin levels. The common effect of light and conditions don't seem to affect on red blood cell folate levels. The effect of light seems to have significant difference on serum folate levels but also conditions downwarded the levels. According to the results plasma B<sub>12</sub>-vitamin, serum 25-OH-D-vitamin and red blood cell folate samples don't seem to need light protection. Serum folate samples have to be protected from the light. In interpretation of the results the small research material has to be considered. The research could be redone with bigger research material and more controlled circumstances.</p>			
Keywords Specimen handling, B12-vitamin, 25-OH-D-vitamin, folate, light			
Public ( x )    Secure ( )			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	LABORATORIOTUTKIMUSPROSESSIN PREANALYYTTISEN VAIHEEN LAATU .....	9
3	VITAMIINIEN KLIININEN MERKITYS JA ANALYSOINTIMENETELMÄT .....	11
	3.1 B <sub>12</sub> -vitamiini .....	11
	3.2 25-OH-D-vitamiini.....	12
	3.3 Folaatti .....	14
	3.4 B <sub>12</sub> -vitamiinin, D-vitamiinin tai folaatin puutteesta johtuvia tai puutteeseen johtavia tautitiloja.....	15
4	AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET .....	17
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	21
	5.1 Tavoite, tarkoitus ja tutkimusongelmat.....	21
	5.2 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä .....	21
	5.3 Tutkimusaineisto ja sen keruu .....	22
	5.4 Tutkimusaineiston käsittely.....	23
	5.5 Tutkimusaineiston analysointi .....	24
6	TULOKSET.....	26
	6.1 Valoaltistuksen vaikutus B <sub>12</sub> -vitamiinin pitoisuuteen plasmanäytteessä.....	27
	6.2 Valoaltistuksen vaikutus 25-OH-D-vitamiinin pitoisuuteen seeruminäytteessä.....	29
	6.3 Valoaltistuksen vaikutus punasolujen folaatin pitoisuuteen kokoverinäytteessä .....	31
	6.4 Valoaltistuksen vaikutus folaatin pitoisuuteen seeruminäytteessä.....	32
7	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	34
8	POHDINTA .....	37
	8.1 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus .....	37
	8.2 Jatkotutkimusehdotuksia .....	39
	8.3 Oman oppimisen ja ammatillisen kehittymisen arviointi.....	41

## LIITTEET

Liite 1 Yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioden B<sub>12</sub>-vitamiini-, 25-OH-D-vitamiini-, punasolujen folaatti- ja seerumin folaatti -näytteiden valosuojauskäytännöt

Liite 2 "Muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat" -taulukoiden lukuohje

Liite 3 B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

Liite 4 25-OH-D-vitamiinipitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

Liite 5 Punasolujen folaatin muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

Liite 6 Seerumin folaatin muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

Liite 7 Tutkimuslupa

## 1 JOHDANTO

Laboratoriotutkimusten tavoitteena on antaa mahdollisimman tarkka kuva elimistön tilasta näytteenottohetkellä. Kuitenkin välittömästi näytteenoton jälkeen näytteessä alkaa tapahtua muutoksia, jotka jatkuvat analysointihetken saakka. Näytteessä tapahtuvat muutokset johtuvat muun muassa solujen aineenvaihdunnasta, ainesosien siirtymisestä soluista plasmaan, haihtumisesta ja konsentroitumisesta, ultraviolettilosta sekä näytteen bakteerikontaminaatiosta ja mikrobiologisesta hajoamisesta. Jotta säilytys- ja kuljetusolosuhteista johtuvat muutokset pysyisivät merkityksettömällä tasolla sairauksien aiheuttamiin muutoksiin nähden, tarvitaan tutkittua tietoa analyytien säilyvyydestä näytteenoton jälkeen. (Tuokko, Rautajoki & Lehto 2008, 114–115.)

Tutkimme opinnäytetyössämme valoaltistuksen vaikutusta plasman B<sub>12</sub>-vitamiinin, seerumin 25-OH-D-vitamiinin sekä punasolujen ja seerumin folaatin pitoisuuksiin. Näiden vitamiinien pitoisuuden määrittäminen verinäytteestä on osa monien vakavien tautitilojen diagnostiikkaa (Islab<sup>1-4</sup>). Luotettavan diagnoosin perusta ovat luotettavat laboratoriotutkimustulokset, jotka perustuvat muun muassa oikeanlaiseen näytteiden käsittelyyn ennen analysointia eli laboratoriotutkimusprosessin preanalyttisessä vaiheessa.

Tutkimuksen lähtökohta oli yliopistosairaaloiden sekä yksityisten laboratorioden erilaiset käytännöt näytteiden valolta suojaamisessa (LIITE 1). Opinnäytetyömme tilaajan, Itä Suomen laboratorioliiikelaitoskuntayhtymän (Islab) tämänhetkisen ohjeistuksen mukaan B<sub>12</sub>-vitamiini-, 25-OH-D-vitamiini- ja folaatti-näytteet suojataan valolta (Islab<sup>1-4</sup>). Muissa laboratorioissa B<sub>12</sub>-vitamiininäytteitä ei suojata valolta, eikä Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin verkostoituneen laboratorion (TYKSLAB) alueella myöskään punasolujen folaatti -näytteitä. 25-OH-D-vitamiini- ja seerumin folaatti-näytteet suojataan valolta kaikissa laboratorioissa. (HUSLAB 2010 & 2011a-c; Fimlab Laboratoriot Oy 2009 & 2010a-b; Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2011a-d; TYKSLAB 2010 & 2011a-c; VITA Laboratorio 2011a-c; Yhtyneet Medix laboratoriot 2010a-b & 2011.)

Potilaan näkökulmasta tutkimus on merkityksellinen, koska sen tuottaman tiedon avulla laboratoriotyön sujuvuutta ja nopeutta voidaan kehittää sekä parantaa laboratoriotutkimustulosten luotettavuutta. Mikäli valosuojaus on turhaa, näytteenkäsittelyä poistuu ylimääräinen työvaihe. Tämä voi nopeuttaa laboratorion toimintaa ja tuoda

resurssi- ja kustannussäästöjä työntekijöiden ajan säästyessä. Mikäli valolta suojaaminen on tarpeellista, Islab voi ohjeistaa työntekijöitään näytteiden oikeanlaiseen käsittelyyn ja siten luotettavampiin laboratoriotutkimustuloksiin.

Valon vaikutuksesta näytteen B<sub>12</sub>-vitamiini-, 25-OH-D-vitamiini- ja folaatti-pitoisuuksiin on vähän aikaisempaa tutkimustietoa. Mastropaolo ja Wilson ovat tutkineet valon vaikutusta B<sub>12</sub>-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin vuonna 1993 sekä Clement ja Kendall vuonna 2009. D-vitamiinin säilyvyyttä ovat tutkineet esimerkiksi Lissner, Mason ja Posen vuonna 1981. Tutkimukset on toteutettu pitkällä aikavälillä, vaihtelevilla koeasetelmilla ja tuloksissa on eroja.

Toteutimme tutkimuksen kevään ja syksyn 2011 aikana Islabin kliinisen kemian laboratoriossa. Etsimme vastausta tutkimusongelmaan ”Miten valoaltistus vaikuttaa B<sub>12</sub>-vitamiinin, 25-OH-D-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin plasma, seerumi tai kokoverinäytteissä?”. Tutkimuksen tavoite oli tuottaa tietoa valon vaikutuksesta näiden vitamiinien pitoisuuksiin vertailemalla eri aikoja valolle altistuneen näytteen vitamiinipitoisuutta valolta suojatun näytteen vitamiinipitoisuuteen. Tutkimuksen toteutuksessa meitä ohjasivat apulaisylikemisti Kari Savolainen ja sairaalakemisti Sari Väisänen.

Opinnäytetyöraportissa esittelemme laboratoriotoinnin laatua preanalytiikan näkökulmasta, tutkimamme vitamiinit (B<sub>12</sub>-vitamiini, 25-OH-D-vitamiini ja folaatti), vitamiinien kliinisen merkityksen ja laboratorioanalyysimenetelmät, aiheesta aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia, tutkimuksen tavoitteen, tarkoituksen ja tutkimusongelmat, tutkimuksen toteutuksen, tulokset ja johtopäätökset sekä pohdinnan tutkimuksen eettisyydestä ja luotettavuudesta sekä omasta oppimisesta.



## 2 LABORATORIOTUTKIMUSPROSESSIN PREANALYYTTISEN VAIHEEN LAATU

Laboratoriotutkimusprosessi jaetaan preanalyttiseen, analyttiseen ja postanalyttiseen vaiheeseen. Preanalyttiseen vaiheeseen kuuluvat tutkimuksen valinta, potilaan ohjaus tutkimusta varten, näytteenotto, näytteen säilytys ja kuljetus, näytteen vastaanotto sekä näytteen käsittely ja jakelu. Analyttiseen vaiheeseen kuuluu näytteen analysointi eli näytteen tutkiminen. Postanalyttisessä vaiheessa tulokset tarkastetaan ja hyväksytään, raportoidaan, syötetään tietojärjestelmään, tulkitaan ja niiden perusteella tehdään hoitopäätös. (Penttilä 2004, 35; Tuokko ym. 2008, 13.)

Laboratoriotoiminnan laadunvalvonta käsitetään usein vain kontrolli-näytteiden analysoinniksi, eli analysointitoiminnan varmistamiseksi pitoisuuksiltaan tunnetuilla näytteillä. Tämä laboratoriotutkimusprosessin analyttisessä vaiheessa tapahtuva laadunvalvonta ei kuitenkaan riitä, vaan preanalyttisten tekijöiden vaikutus laboratoriotutkimustuloksen laatuun on otettava huomioon. Preanalyttisessä vaiheessa tehdyt virheet voivat johtaa epäluotettavaan laboratoriotutkimustulokseen ja siten väärään diagnoosiin ja hoitopäätökseen. (Linko 2007, 21; Penttilä 2004, 35.)

Kaikista laboratoriotutkimusprosessissa tapahtuvista virheistä 46–68 % tehdään preanalyttisessä vaiheessa. Noin 20 % näistä virheistä tapahtuu ennen näytteen saapumista laboratorioon, eli tutkimuspyynnön teossa, potilaan ohjauksessa sekä näytteenotossa ja kuljetuksessa. Preanalyttisen vaiheen virheitä voivat olla potilaan tunnistamisessa tapahtuva virhe, välinpitämättömyys näytteenotossa esimerkiksi paastonäytteen otto paastoamattomalta potilaalta, väärä näytteenottoaika tai -astia, säilytysaine, hemolyyysi eli punasolujen hajoaminen sekä ongelmat näytteenkäsittelyssä, -säilytyksessä ja -lähetyksessä. Jotta näiltä virheiltä vältyttäisiin, näytteenotto-toiminnan laatuun on kiinnitettävä erityistä huomiota. (Linko 2007, 21; Penttilä 2004, 35; Tuokko ym. 2008, 13 & 126.)

Näytteenottotoimintaa ohjaavan akreditointi-standardi EN ISO 15189:n noudattaminen takaa osaltaan laboratoriotutkimusprosessin preanalyttisen vaiheen laadun. Akreditoinnilla tarkoitetaan kansainvälisiin kriteereihin pohjautuvaa menettelytapaa pätevyyden osoittamiseksi (FINAS). EN ISO 15189 -standardissa määritellään näytteenottoon liittyvät menettelyt, joiden on oltava käytössä standardin mukaan akreditoitussa laboratoriossa. Saatavilla on oltava luettelo tarjottavista tutkimuksista, näyt-

teenotto-ohjeet ja kuvaus näytteenottoastioista sekä näytteiden kuljetus- ja säilytysolosuhteista. Vuonna 2007 päivitetty versio standardista sisältää erityisvaatimuksia tutkimuspyynnöstä, näytteenoton käsikirjasta, dokumentoinnista, jäljitettävyydestä, näytteiden lähetyksestä, kuljetuksesta, vastaanottamisesta, säilytyksestä sekä kiireellisten näytteiden oikeaoppisesta käsittelystä. (SFS-EN ISO 15189:2007 2007; Linko 2007, 21; Tuokko ym. 2008, 127–128.)

Laboratoriotyöprosessin preanalyttisen vaiheen laadunhallinta on tärkeä osa bioanalytiikan ammatillista ydinosaamista, koska erityisesti laboratoriotyöprosessin analyttistä vaihetta edeltävät tekijät vaikuttavat ratkaisevasti analyysituloksen luotettavuuteen. Ammattitaitoinen henkilökunta takaa laboratoriotoiminnan laadun ja luotettavat laboratoriotutkimustulokset. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 4-5; Linko 2007, 21.)

### 3 VITAMIINIEN KLIININEN MERKITYS JA ANALYSOINTIMENETELMÄT

Vitamiineilla tarkoitetaan kemiallisia yhdisteitä, joita elimistö ei pysty itse muodostamaan, vaan ne on hankittava ravinnosta (Aro 2009). Tutkimuksemme kohteena olevat vitamiinit ovat B<sub>12</sub>-vitamiini, 25-OH-D-vitamiini ja folaatti, joka kuuluu B-ryhmän vitamiineihin (Aro 2008). B<sub>12</sub>-vitamiinin, 25-OH-D-vitamiinin ja folaatin kliininen merkitys liittyy näiden vitamiinien puutostilasta johtuvien tai puutostilaan johtavien tautitilojen sekä yliannostusepäilyn selvittämiseen (Islab<sup>1-4</sup>). Vitamiinien analysointimenetelmillä tarkoitetaan vitamiinien pitoisuuksien määrittämiseen käytettäviä laboratoriomenetelmiä.

Ihminen tarvitsee 13 erilaista vitamiinia: A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> (niasiini), B<sub>5</sub> (pantoteenihappo), B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub> (biotini), B<sub>9</sub> (foolihappo), B<sub>12</sub>, C, D, E ja K. Vitamiinit toimivat yhdessä kivennäisaineiden kanssa kofaktoreina useissa tärkeissä aineenvaihdunnallisissa tapahtumissa. (Aro 2009; Ruokatieto Yhdistys ry.) Kofaktori on tekijä, jonka on toimittava yhdessä toisen tekijän kanssa vaikuttaakseen (Duodecim Terveyskirjasto<sup>2</sup>). Vitamiinit jaetaan rasvaliukoisiin ja vesiliukoisiin. Rasvaliukoiset vitamiinit varastoituvat rasvakudokseen ja maksaan. Vesiliukoisia vitamiineja varastoituu elimistöön vähemmän, koska ne erittyvät elimistöstä nopeammin pois. Poikkeus on B<sub>12</sub>-vitamiini, jolla on suuret varastot vesiliukoiseksi vitamiiniksi. Riittämätön vitamiinien saanti aiheuttaa elimistössä puutetilän, joka voi johtaa puutostauteihin. Vitamiinien tarve on yksilöllinen. (Aro 2009, Ruokatieto Yhdistys ry.)

Vitamiinien analysointimenetelmät ovat immunologisia. Immunologia tutkii elimistön immunologisen puolustusjärjestelmän toimintaa (Laatikainen 2009, 1). Immunologiseen puolustusjärjestelmään kuuluu muun muassa vasta-aineiden muodostuminen ja kiinnittyminen antigeneihin, eli elimistölle vieraaseen rakenteeseen (Laatikainen 2009, 8-10). Immunologinen analyysimenetelmä perustuu vasta-aineen sitoutumiseen määritettävään aineeseen (antigeeniin) ja syntyneiden antigeeni-vasta-aine -kompleksien määrän mittaamiseen esimerkiksi valosäteilyn avulla (DiaSorin Inc., Roche Diagnostics GmbH 2011a-b).

#### 3.1 B<sub>12</sub>-vitamiini

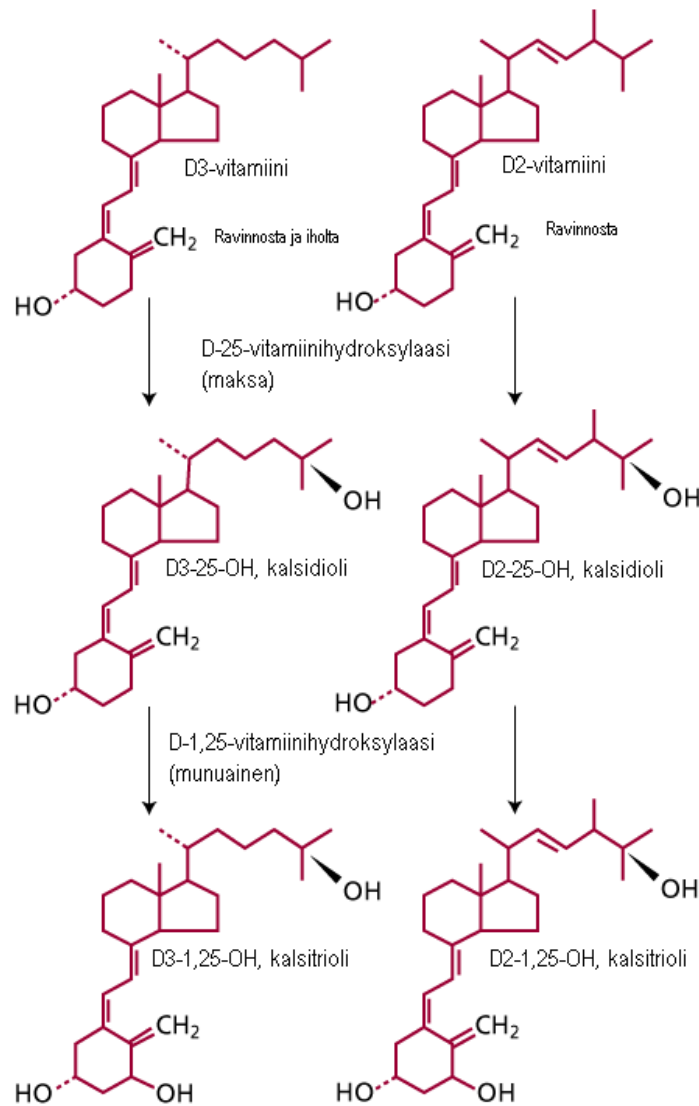
B<sub>12</sub>-vitamiini eli kobalamiini on vesiliukoinen vitamiini, jota tarvitaan yhdessä foolihapon kanssa DNA-synteesiin, eli DNA:n muodostukseen. Normaalisti liha ja maito-

tuotteita sisältävästä ruokavaliosta B<sub>12</sub>-vitamiinia saa moninkertaisen määrän tarpeeseen nähden, mutta tiukkaa kasvisruokavaliota noudattavat tarvitsevat vitamiinilisän. B<sub>12</sub>-vitamiini imeytyy ohutsuoilesta sitoutuneena mahalaukun solujen tuottamaan sisäiseen tekijään (intrinsic factoriin) ja varastoituu maksaan, jonka varastot voivat riittää vuosiksi. Vitamiininpuutteen syynä voivat olla muun muassa intrinsic factorin puutteesta johtuva huonontunut imeytyminen, lisääntynyt tarve (esimerkiksi raskaus) tai puutteellinen saanti. (Aro 2009; Salonen 2010.) Veren B<sub>12</sub>-vitamiini-pitoisuus tutkitaan epäiltäessä megaloblastista anemiaa tai selvittäessä epäselviä psyykkisiä ja neurologisia eli hermostoon liittyviä häiriötiloja sekä lapsettomuutta (Islab<sup>3</sup>).

Islabissa B<sub>12</sub>-vitamiini analysoidaan Cobas 6000 -analysointilaitteen e 601 -yksiköllä elektrokemiluminesenssi-immunomäärityksellä (ECLIA), inhibitio-periaatteella. Näytteen B<sub>12</sub>-vitamiini vapautetaan sijoaproteiinista, jonka jälkeen se sitoutuu ruteniumleimattuun intrinsic faktoriin. Tämän jälkeen lisätään streptavidiinilla leimatut mikropartikkelit sekä biotiinilla leimattua B<sub>12</sub>-vitamiinia. Nämä sitoutuvat intrinsic faktorin vielä vapaana oleviin sitoutumispaikkoihin. Mikropartikkelikompleksit erotetaan magneetin avulla ja muut reagenssit pestään pois seoksesta. Elektrodille tulevan jännitteen aikaansaama mikropartikkelirutenium-kompleksin kemiluminesenssi eli valosäteily mitataan. Valmistajan ohjeen mukaan näyte on suojattava valolta. (Roche Diagnostics GmbH 2011a.) Viitearvot ovat 140–490 pmol/l (Islab<sup>3</sup>).

### 3.2 25-OH-D-vitamiini

25-OH-D-vitamiini on rasvaliukoisien D-vitamiinien metaboloitunut eli muuttunut muoto. D-vitamiinin D<sub>2</sub>- ja D<sub>3</sub>-muotojen muuttuminen elimistössä on esitetty kuvassa (Kuva 1). Auringon ultraviolettisäteiden vaikutuksesta iholla muodostuu D<sub>3</sub>-vitamiinia (kolekalsiferoli), jota saa myös ravinnosta. Kasvien D-vitamiini on D<sub>2</sub>-muodossa (ergokalsiferoli), jota saa vain ravinnosta. Maksa muuttaa D-vitamiinin 25-OH-D-vitamiinihydroksylaasiksi (kalsidioliksi), jolla ei ole elimistössä suurta biologista vaikutusta. Munuaiset muuttavat kalsidiolin 1,25-OH-D-vitamiinihydroksylaasiksi (kalsitrioliksi), joka on D-vitamiinin biologisesti vaikuttava muoto. (Bjålie, Haug, Sand, Sjaastad & Toverud 2008, 160–161; Duodecim Terveyskirjasto<sup>1</sup>; Hiitola & Urpilainen 2010, 17–18.) Elimistön D-vitamiinipitoisuutta tutkitaan määrittämällä näiden D-vitamiinien metaboliatuotteiden pitoisuudet (Islab<sup>4-5</sup>).



KUVA 1. D-vitamiinin metaboloituminen (Hiitola & Urpilainen 2010, 18)

D<sub>3</sub>-vitamiini on ihmiselimestön luonnollinen D-vitamiinimuoto, mutta D<sub>2</sub>-vitamiini vaikuttaa elimistössä samalla tavalla. D-vitamiinin tärkein tehtävä elimistössä on auttaa luun rakennusaineita, kuten kalsiumia ja fosforia imeytymään. D-vitamiinin biologisesti vaikuttava muoto kalsitrioli lisää kalsiumin imeytymistä suolistosta ja on välttämätön luuston normaalissa uudistumisessa. D-vitamiinin on lisäksi todettu parantavan immuunipuolustusjärjestelmän toimintaa ja vähentävän riskiä infektioitauteihin. (Bjälle ym. 2008, 160; Hiitola & Urpilainen 2010, 17.)

Koska D-vitamiinin saanti perustuu osaksi auringonvaloon, D-vitamiinin puutteen riski on pimeänä vuodenaikana (loka–maaliskuussa) suurempi kuin kesällä (Hiitola & Urpilainen 2010, 19). Vähäisen auringonvalon saannin lisäksi D-vitamiinin puutetta voivat aiheuttaa puutteellinen ruokavalio, ruansulatuskanavan, maksan tai munuaisten

sairaudet tai pitkäaikainen epilepsialääkitys. 25-OH-D-vitamiinipitoisuus määritetään epäiltäessä D-vitamiinin puutetta, yliannostusta tai kalsiumaineenvaihdunnan häiriötä. (Islab<sup>4</sup>.)

Islabissa 25-OH-D-vitamiini määritetään Liaison-analysaattorilla, kemiluminesenssi-immunomäärityksen kilpailuperiaatteella. Testi mittaa sekä vitamiinin D<sub>2</sub>- että D<sub>3</sub>-muotoja. 25-OH-D-vitamiini irrotetaan sijoaproteiinista inkubaatiolla. Vitamiini sitoutuu partikkelin pinnalle kiinnitettyn spesifiseen vasta-aineeseen. Tämän jälkeen lisätään tracer-reagenssi eli isoluminoli-sidottu 25-OH-D-vitamiini. Sitoutumaton vitamiini pestään pois ja lisätään Starter-reagenssi. Lopuksi mitataan valosignaalin voimakkuus, joka on kääntäen verrannollinen 25-OH-D-vitamiinin pitoisuuteen näytteessä. Valmistajan ohjeen mukaan näytettä ei tarvitse suojata valolta. (DiaSorin Inc.) Viitearvo on yli 40 nmol/l (Islab<sup>4</sup>).

### 3.3 Folaatti

Folaatti eli foolihapon suola on vesiliukoinen, B-ryhmän vitamiineihin lukeutuva aine, jota tarvitaan muun muassa DNA-synteesiin yhdessä B<sub>12</sub>-vitamiinin kanssa. Folaattia saa monenlaisina yhdisteinä ravinnosta, esimerkiksi täysjyväviljasta, tuoreista kasviksista ja hedelmistä. Ravinnon puutteellisuus on yksi yleisimmistä syistä matalaan folaattipitoisuuteen. Alhaisia pitoisuuksia voi aiheuttaa myös raskaus, imetys, malabsorptio eli ohutsuolen imeytymishäiriö, reuma, tuberkuloosi sekä pahanlaatuiset tuumorit eli kasvaimet ja leukemiat eli verisyövät. (Aro 2008 & 2009; Duodecim Terveyskirjasto<sup>3</sup>.)

Punasolujen ja seerumin folaattipitoisuus määritetään erilaisissa tilanteissa. Punasolujen folaattipitoisuus määritetään tutkittaessa elimistön folaattivarastoja. Seerumin folaattipitoisuus määritetään makrosyyttisen anemian diagnostiikassa silloin, kun on todettu samanaikainen B<sub>12</sub>-vitamiinin puute ja matala punasolujen folaatti. Punasolujen folaattipitoisuus on seerumin folaattipitoisuutta tarkempi mittari foolihapon puutteen toteamiseen. Seerumin folaatti kertoo lyhyemmän aikavälin foolihappotasapainosta ja on siksi herkkä elimistön tilan muutoksille. (Islab<sup>1-2</sup>.)

Islabissa folaatti määritetään elektrokemiluminesenssi-immunomäärityksen (ECLIA) kilpailevan periaatteen mukaan Cobas 6000 -analysaattorin e 601 -yksiköllä. Inkubaation aikana folaatti irrotetaan sijoaproteiinista käsittelyaineiden avulla. Vapaa folaatti reagoi liuoksessa olevan ruteniumilla leimatun sijoaproteiinin kanssa ja muo-

dostaa folaattikomplekseja. Kompleksien määrä on riippuvainen näytteessä olevan folaatin määrästä. Seokseen lisätään streptavidiinilla leimattuja mikropartikkeleita ja biotiinilla leimattua folaattia, joka sitoutuu vapaana oleviin sitoja-proteiinin sitoutumispaikkoihin. Mikropartikkelikompleksit kerätään talteen magneetin avulla ja muut reagenssit pestään pois. Elektrodille tulevan jännitteen aikaansaama mikropartikkeli-rutenium -kompleksin kemiluminesenssi eli valosäteily mitataan. (Roche Diagnostics GmbH 2011b.) Valmistajan ohjeen mukaan seerumin folaatti -näytteet on suojattava valolta, mutta punasolujen folaatti -näytteitä ei (Roche Diagnostics GmbH 2010 & 2011b). Punasolujen folaatin viitearvot ovat 995–2429 nmol/l ja seerumin folaatin 10,4–42,4 nmol/l (Islab<sup>1-2</sup>).

### 3.4 B<sub>12</sub>-vitamiinin, D-vitamiinin tai folaatin puutteesta johtuvia tai puutteeseen johtavia tautitiloja

B<sub>12</sub>-vitamiinin, D-vitamiinin tai folaatin puutteesta johtuvia tai puutteeseen johtavia tautitiloja ovat muun muassa megaloblastinen anemia, pernisiöosi anemia, riisitauti, osteomalasia ja malabsorptio (Bjälle ym. 2008, 161; Hahn-Nokela, Kyllönen & Liesvuori 2006, 46–47; Vuoristo 2007). Anemialla tarkoitetaan tilaa, jossa veren punasolu- tai hemoglobiinipitoisuus on laskenut alle iän ja muiden taustatekijöiden määrittämien viitearvojen. Punasolujen tai hemoglobiinin vähäisyys heikentää veren kykyä kuljettaa happea keuhkoista kudoksiin, mikä voi johtaa kudosten hapenpuutteeseen. (Hahn-Nokela ym. 2006, 39.)

**Megaloblastisessa anemiassa** megaloblasteja eli suuria, tumallisia luuytimen varhaispunasoluja ja muita punasolujen varhaismuotoja vapautuu verenkiertoon. Megaloblastinen anemia johtuu yleensä B<sub>12</sub>-vitamiinin tai folaatin puutteen aiheuttamasta DNA-synteesin häiriöstä. DNA-synteesin häiriö ilmenee punasolutuotannon huonontumisena ja hemoglobiinin liikatuotantona, joka johtaa punasolujen koon suurentumiseen. Megaloblastista anemiaa voivat aiheuttaa myös jotkin lääkkeet, kuten solunsalpaajat ja reumalääkkeet. (Duodecim Terveyskirjasto<sup>4</sup>; Hahn-Nokela ym. 2006, 46; Laitinen 2003, 20–21.)

**Pernisiöosi anemia** eli anemia pernicioosa on yksi suurimmista syistä B<sub>12</sub>-vitamiinin puutteeseen länsimaissa. Autoimmuunihyökkäykseen perustuva tauti tuhoaa vatsan limakalvoa aiheuttaen atrofiaa eli surkastumista. (Hahn-Nokela ym. 2006, 47.) Autoimmuunihyökkäyksessä elimistön puolustusjärjestelmä hyökkää elimistön omia kudoksia vastaan (Mustajoki 2010). Atrofia vähentää mahalaukun solujen tuottaman

sisäisen tekijän (intrinsic factorin) määrää, jota ilman B<sub>12</sub>-vitamiini ei imeydy. Taudin tarkkaa syntymekanismia ei tiedetä, mutta sen uskotaan olevan perinnöllinen. Pernisiöosiä anemiasa tavataan useimmiten iäkkäillä ja nivelreumasta kärsivillä potilailla. Tauti on hidaskulkuinen ja potilaat ovat hoitoon hakeutuessaan usein vähäoireisia. Hoitamattomana pernisiöosi anemia johtaa kuolemaan. (Duodecim Terveyskirjasto<sup>5</sup>; Hahn-Nokela ym. 2006, 47; Salonen 2010.)

**Riisitauti** on Pohjois-maissa harvinainen, lapsilla esiintyvä tauti. D-vitamiinin puutteen takia elimistössä ei muodostu tarpeeksi kalsitriolia, minkä vuoksi kalsiumin imeytyminen suolistosta vähenee. Vähentynyt kalsiumin imeytyminen vähentää kalsiumsuolojen varastoitumista luukudokseen, jolloin luut eivät mineralisoidu (kalkkiudu) normaalisti. Luun mekaaninen lujuus heikkenee ja kantavat luut vääntyvät, mistä johtuvat riisitaudin tyypilliset oireet länkisäärisyys ja alttius luunmurtumille. (Bjälle ym. 2008, 161.)

Aikuisilla D-vitamiinin puute voi johtaa **osteomalasiaan** eli luuston kalsiumhukkaan. Veren kalsiumpitoisuuden on pysyttävä vakaana, jotta hermo- ja lihassolut aktivoituvat normaalisti. Jos elimistö kärsii D-vitamiinin puutteesta, kalsium imeytyy heikosti suolistosta ja veren kalsiumpitoisuus on pieni. Veren vähäinen kalsiumpitoisuus lisää lisäkilpirauhashormonin eritystä, joka vapauttaa kalsiumia luukudoksesta. Tämä johtaa luiden pehmenemiseen ja lisääntyneeseen murtumariskiin. Myös munuaisten vajaatoiminta saattaa johtaa osteomalasiaan, vaikka elimistössä olisi tarpeeksi D-vitamiinia. Vaurioituneet munuaiset eivät pysty muuttamaan D-vitamiinia kalsitrioliksi, jolloin kalsiumin imeytyminen suolistosta heikkenee. (Bjälle ym. 2008, 159 & 161.)

**Malabsorptio** on imeytymishäiriö, jossa ravinto imeytyy huonosti ohutsuolesta. Malabsorption syy on laajalle levinnyt ohutsuolen limakalvon nukkavaurio, joka voi olla koko ohutsuolen laajuinen. Nukkavaurion vuoksi vitamiinien, hivenaineiden ja muiden tärkeiden ravintoaineiden imeytyminen on vaikeutunut. Oireita ovat voimakkaat suolisto-oireet, vatsan turvotus, kurina, kouristelu, ripuli, laihtuminen ja aliravitsemus. Malabsorptio-potilailla on yleensä myös anemia, eriasteisia vitamiinipuutostiloja sekä suuri riski sairastua luutautiin. (Duodecim Terveyskirjasto<sup>3</sup>; Vuoristo 2007.)



#### 4 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Valon vaikutuksesta B<sub>12</sub>-vitamiinin, 25-OH-D-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin on vähän aikaisempaa tutkimustietoa. Islab ei ole tutkinut aihetta järjestelmällisesti, eikä tietokannoissa ole kuin muutama aihetta käsittelevä tutkimus. Suomenkielellä raportoitua tutkimustietoa ei ole. Valon vaikutuksesta B<sub>12</sub>-vitamin ja folaatin pitoisuuksiin on enemmän tutkimustietoa, kuin valon vaikutuksesta 25-OH-D-vitamiinin pitoisuuteen. Tietokantahakuja tekemällä löysimme yhteensä kuusi tutkimuksista kirjoitettua artikkelia.

Lissnerin, Masonin ja Posenin kirjoittama artikkeli ”**Stability of Vitamin D Metabolites In Human Blood Serum and Plasma**” on julkaistu vuonna 1981 Clinical Chemistry -lehdessä. Tutkimuksessa on altistettu kolmea D-vitamiiniaineenvaihdunnan tuotetta eli metaboliittia (D-25-hydroksivitamiinia, D-24,25-dihydroksivitamiinia ja D-1,25-dihydroksivitamiinia) olosuhteille, joille näytteet voivat altistua näytteenoton, säilytyksen, kuljetuksen ja analysoinnin aikana. (Lissner, Mason & Posen 1981.)

Tutkimusta varten otettiin 10 ml verta 3 lasiputkeen, 3 EDTA-putkeen ja 3 ammonium-hepariini -putkeen. Kaikkia putkia säilytettiin tunnin ajan +24 °C:n vesihauteessa ennen sentrifugointia ja pakastamista -20 °C:een. Koetilanteissa seeruminäytteitä pidettiin +24 °C:n ja +37 °C:n vesihauteissa enimmillään 72 tuntia ennen sentrifugointia ja pakastamista -20 °C:een. Hyytynyttä, sentrifugoimatonta kokoverta pidettiin +24 °C:ssa 72 tuntia ja +37 °C:ssa 24 tuntia ennen sentrifugointia. Lasiputkissa olevat seeruminäytteet altistettiin 36 tunnin ajan UV-lampulle. Kaikki sentrifugoinnit tehtiin +4 °C:ssa 15 minuutin ajan. (Lissner, Mason & Posen 1981.)

Sentrifugoimattomissa, 72 tuntia +24 °C:ssa pidetyissä näytteissä ei ilmennyt muutoksia D-vitamiinimetaboliittien pitoisuuksissa. Verrattaessa välittömästi sentrifugoinnin jälkeen pakastettua seerumia ja sentrifugoinnin jälkeen +24 °C:ssa 3, 24 ja 72 tuntia ennen pakastamista säilytettyä seerumia, oli ero pitoisuuksissa huomattava, mutta ei tilastollisesti merkittävä. UV-valolla ei ollut vaikutusta pitoisuuksiin. D-vitamiinimetaboliittien konsentraatioissa ei ollut eroa heparinisoidun plasman, EDTA-plasman tai seerumin välillä. Sulatus-pakastus -sykleillä ei ollut vaikutusta D-vitamiinimetaboliittien pitoisuuteen. (Lissner, Mason & Posen 1981.)

Tutkimuksen mukaan ihmisen seerumissa tai plasmassa esiintyvät metaboliitit ovat suojassa lämpötilan tai valon hajottavalta vaikutukselta luultavasti sitojaproteiiniensa vuoksi. Sekä seerumi että plasma soveltuvat näytemuodoksi D-vitamiinin metaboliittien analysointiin, eikä erityisolosuhteita näytteiden kuljetuksen ajaksi tarvita. (Lissner, Mason & Posen 1981.)

Clinical Chemistry -lehdessä vuonna 1993 julkaistun artikkelin ”**Effect of Light on Serum B12 and Folate Stability**” ovat kirjoittaneet Mastropaolo ja Wilson. Tutkimuksessa tutkittiin B<sub>12</sub>-vitamiinin ja folaatin säilyvyyttä valolle altistettuna ja valolta suojattuna. Tutkimusaineisto oli yhdeksän verinäytettä (n=9), jotka oli otettu muista syistä sairaalassa olleilta henkilöiltä. Sekä valolle altistetut että valolta suojatut näytteet säilytettiin huoneenlämmössä (+20–25 °C:ssa). Näytteiden B<sub>12</sub>-vitamiini ja folaatti-pitoisuudet analysoitiin 8 ja 24 tunnin kuluttua koetilanteen alusta. Näytteet analysoitiin samassa sarjassa. Tulosten mukaan B<sub>12</sub>-vitamiininäytteet voidaan altistaa valolle 24 tunnin ja folaatinäytteet 8 tunnin ajan ilman kliinisesti merkittävää pitoisuuksien muutosta. Tutkijat suosittelivat sekä B<sub>12</sub>-vitamiini- että folaatti-näytteiden analysoimista 8 tunnin kuluessa, mutta erityisesti yli 8 tuntia valolle altistunutta folaatti-näytettä ei voi analysoida, vaan on otettava uusi näyte. Mikäli näytteen kuljetus laboratorioon kestää yli 8 tuntia, näyte on pakastettava ennen lähetystä. (Mastropaolo & Wilson 1993.)

Annals of Clinical and Laboratory Science -lehdessä julkaistusta artikkelista “**Effect of storage on serum vitamin B12 and folate stability**” on saatavilla vain tiivistelmä. Artikkelin ovat kirjoittaneet Komaromy-Hiller, Nuttall ja Ashwood vuonna 1997. Tutkimuksessa tutkittiin seerumin B<sub>12</sub>-vitamiinin ja folaatin säilyvyyttä ja valolta suojaamisen tarvetta. Tutkimuksen toteutustapa ei käy ilmi tiivistelmästä. Tulosten mukaan B<sub>12</sub>-vitamiininäyte on suojattava valolta ja pakastettava, mikäli sitä ei analysoida neljän tunnin kuluessa näytteenotosta. Folaatti-pitoisuus säilyy vakaana 7 vuorokautta jääkaappilämpötilassa. (Komaromy-Hiller, Nuttall & Ashwood 1997.)

”**Effect of Light on Serum Vitamin B12 and Folate Levels**” -artikkelin ovat kirjoittaneet Kösem, Şeneş, Topkaya ja Yücel. Artikkelin on julkaistu Turkish Journal of Biochemistry -lehdessä vuonna 2007. Tutkimuksessa tutkittiin valon vaikutusta B<sub>12</sub>-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin seeruminäytteessä. Tutkimusaineisto oli 11:ltä terveeltä vapaaehtoiselta otetut verinäytteet (n=11). Näytteet jaettiin kahteen ryhmään, joista toinen altistettiin valolle. Näytteet säilytettiin huoneenlämmössä ja analysoitiin 0, 8 ja 24 tunnin kuluttua koetilanteen alusta. Tulosten mukaan B<sub>12</sub>-vitamiinin pitoi-

suus ei muutu merkittävästi 24 tunnin valoaltistuksen aikana, mutta folaatin pitoisuus alkaa tämän jälkeen laskea huomattavasti. Tutkijoiden mukaan B<sub>12</sub>-vitamiini- ja folaatinäytteitä ei tarvitse suojata valolta, jos näytteet analysoidaan samana työpäivänä kuin näyte on otettu. (Köse, Şeneş, Topkaya & Yücel 2007.)

Vuonna 2009 *Laboratory Medicine* -lehdessä julkaistun artikkelin ”**Effect of Light on Vitamin B12 and Folate**” ovat kirjoittaneet Clement ja Kendall. Tutkimuksessa tutkittiin valon vaikutusta B<sub>12</sub>-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin. Tutkimusaineisto oli 25:lta perusterveeksi oletetulta vapaaehtoiselta otetut verinäytteet (n=25). Näytteet jaettiin ryhmään A (valolle altistettu) ja B (valolta suojattu). Kumpaakin näyteryhmää altistettiin huoneenlämmössä fluoresenssilampun valolle tunnin ajan, jonka jälkeen näytteet sentrifugoitiin ja vitamiinipitoisuudet mitattiin. Ryhmän B näytteet jaettiin tämän jälkeen kahteen osaan, joista toinen altistettiin fluoresenssilampun valolle lasiovisessa jääkaapissa +2-8 °C:en lämpötilassa. Myös valolta suojatut putket säilytettiin jääkaapissa. Analyttipitoisuudet mitattiin 1, 2 ja 7 vuorokauden säilytyksen jälkeen elektrokemiluminesenssi-immunomäärityksellä eli ECLIA:lla. Valolta suojatun ja suojaamattoman näytteen välillä ei ilmennyt merkittävää pitoisuuseroa huoneenlämmössä eikä jääkaappilämpötilassa. Tutkimustulosten mukaan B<sub>12</sub>-vitamiini- ja folaatinäytteiden valolta suojaaminen ei ole välttämätöntä. (Clement & Kendall 2009.)

”**Preanalytical Stability of 25(OH)-Vitamin D<sub>3</sub> in Human Blood or Serum at Room Temperature: Solid as a Rock**” -artikkelin ovat kirjoittaneet Wiendersa ja Wijnberg. Artikkelin on julkaistu *Clinical Chemistry* -lehdessä vuonna 2009. Tutkimuksessa tutkittiin kokoveren ja seerumin 25-OH-D-vitamiinin D<sub>3</sub>-muodon preanalyttistä vakautta jääkaappi- ja huoneenlämmössä, sekä näytteen pakastamisen ja sulattamisen vaikutusta vitamiinipitoisuuteen. Tutkimusaineisto oli kahdeksan (n=8) verinäytettä. Näytteet oli valikoitu sattumanvaraisesti, joten tietoa näytteenantajien terveydentilasta ei ole. Näytteitä altistettiin normaaleille laboratorio-olosuhteille, kuten eri lämpötiloille (huoneenlämpö ja jääkaappilämpö) ja valolle. Altistuksen jälkeen näytteet pakastettiin -20 °C:en, kunnes analysoitiin samassa sarjassa Roche Cobas E601 -analysaattorilla. Tulosten mukaan 25-OH-D-vitamiini D<sub>3</sub>:n pitoisuudet säilyvät vakaina normaaleissa terveydenhuollon laboratorion preanalyttisissä olosuhteissa. Kokoveren pitoisuudet säilyivät vakaimpina kolmeen päivään saakka. Seerumia ei tarvitse pakastaa kuljetuksen ajaksi. Jääkaappilämpötilassa pitoisuus säilyy muuttumattomana seitsemän vuorokautta. Näyte voidaan pakastaa ja sulattaa neljä kertaa sen vaikuttamatta merkittävästi vitamiinipitoisuuteen. (Wiendersa & Wijnberg 2009.)

**Näiden tutkimusten tulosten perusteella** B<sub>12</sub>-vitamiini-, 25-OH-D-vitamiini- ja folaatti-näytteiden valolta suojaaminen ei pääsääntöisesti ole välttämätöntä. Tutkimukset oli toteutettu pitkällä aikavälillä, pienillä tutkimusaineistoilla ja monenlaisilla koeasetelmilla. Ensimmäinen tutkimus oli tehty vuonna 1981 ja viimeisin vuonna 2009. Vajaassa 30 vuodessa analysointimenetelmät ovat todennäköisesti muuttuneet. Luultavasti erilaiset koeasetelmat vaikuttivat tuloksiin vitamiinipitoisuuksien säilyvyysajoista, jotka vaihtelevat tutkimuksittain ollen jopa ristiriitaisia.

Tutkimusten luotettavuutta lisäävät tutkimusten tekijöiden pätevyys, artikkeleiden julkaisupaikka ja tulosten samansuuntaisuus. Tutkimusten tekijät ovat alansa korkeasti koulutettuja henkilöitä ja kokeneita tutkijoita. Artikkelit on julkaistu alan arvostetuissa lehdissä. Tutkimusten tulokset valon vaikutuksesta B<sub>12</sub>-vitamiinin, 25-OH-D-vitamiinin ja folaatin pitoisuuksiin ovat samansuuntaisia.

## 5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimuksen toteutukseen kuului tutkimuksen tavoitteen, tarkoituksen ja tutkimusongelmien määrittäminen, tutkimusmenetelmän valinta sekä tutkimusaineiston keruu, käsittely ja analysointi. Tutkimus toteutettiin Islabin kliinisen kemian laboratorion tiloissa. Tutkimusaineisto kerättiin ja käsiteltiin kolmen päivän aikana 9.–11.5.2011 ja analysoitiin kevään, kesän ja syksyn 2011 aikana.

### 5.1 Tavoite, tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tutkimuksemme tavoite oli tuottaa tietoa valon vaikutuksesta plasman B<sub>12</sub>-vitamiinin, seerumin 25-OH-D-vitamiinin, punasolujen folaatin sekä seerumin folaatin pitoisuuksiin. Tavoitteena oli selvittää onko näytteiden valolta suojaaminen tarpeellista, jotta Islab voi ohjeistaa työntekijöitään ja asiakastahojaan oikeanlaiseen näytteiden käsittelyyn. Opiskelijan näkökulmasta tutkimuksen tavoite oli ammatillisen osaamisen ja bioanalytiikan ydinosaamisen kehittäminen kohti asiantuntijuutta.

Tutkimuksen tarkoitus oli verrata 4, 8 ja 24 tuntia valolle altistuneiden plasma, seerumi ja kokoverinäytteiden sekä 24 tuntia valolta suojatun näytteen vitamiinipitoisuutta ”nollanäytteeseen” (0-näyte). 0-näyte on näytteenoton jälkeen käsitelty ja pakastettu mahdollisimman pian altistamatta sitä lainkaan valolle. Vertasimme myös 24 tuntia valolle altistuneen näytteen vitamiinipitoisuutta 24 tuntia valolta suojatun näytteen vitamiinipitoisuuteen. Pitoisuuksia vertaamalla etsimme vastauksia seuraaviin tutkimusongelmiin:

- 1) Miten valoaltistus vaikuttaa B<sub>12</sub>-vitamiinin pitoisuuteen plasmanäytteessä?
- 2) Miten valoaltistus vaikuttaa 25-OH-D-vitamiinin pitoisuuteen seeruminäytteessä?
- 3) Miten valoaltistus vaikuttaa punasolujen folaatin pitoisuuteen kokoverinäytteessä?
- 4) Miten valoaltistus vaikuttaa folaatin pitoisuuteen seeruminäytteessä?

### 5.2 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä

Käytimme tutkimuksessamme kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusmenetelmää. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa kohdetta kuvataan ja tulkitaan tilastollisin ja numeerisin menetelmin. Kvantitatiiviselle tutkimukselle on tyypillistä luokittelu, syy- ja seuraussuhteet sekä vertailu. (Jyväskylän yliopisto.) Keskeistä kvantitatiiviselle tutkimuk-

selle ovat myös johtopäätökset aikaisemmista tutkimuksista, aiemmat teoriat, hypoteesi ja käsitteiden määrittely. Koejärjestely tai aineistonkeruu suunnitellaan niin, että aineistosta tehdyt havainnot sopivat määrälliseen ja numeeriseen mittaamiseen. Muuttujat taulukoidaan, aineisto saatetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon ja aineistosta tehdään päätelmiä tilastolliseen analysointiin perustuen, esimerkiksi kuvaillaan tulokset prosenttitaulukoiden avulla. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 140.)

Valitsimme kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän, koska monet kvantitatiivisen tutkimuksen keskeiset piirteet sopivat tutkimukseemme. Johtopäätökset aikaisemmista tutkimuksista vaikuttivat tutkimukseemme suunnitteluun, koska koeasetelma suunniteltiin niiden perusteella. Tutkimusaineistostamme tehdyt havainnot soveltuivat määrälliseen ja numeeriseen mittaamiseen, koska tutkimuksessamme vertailtiin numeerisessa muodossa olevia vitamiinipitoisuuksia toisiinsa. Tutkimukseemme muuttujat (tutkimusaineisto, aika, olosuhteet) taulukoitiin ja vertailun tulokset esitettiin prosenttitaulukoina. Prosenttitaulukoista muodostettiin lisäksi tulkintaa helpottavat kuvat.

### 5.3 Tutkimusaineisto ja sen keruu

Tutkimusaineisto oli kymmenestä vapaaehtoisesta henkilöstä otetut verinäytteet. Henkilöiden oletettiin olevan perusterveitä. Analyysien lukumäärän ja analyysiin tarvittavan näytemäärän perusteella (TAULUKKO 1, sivu 23) laskimme tarvitsevamme vapaaehtoisista verinäytteet kahdeksaan seerumiputkeen, kolmeen EDTA-putkeen ja kolmeen litium-hepariini-plasmaputkeen. Ensimmäisen näytteenottopäivän jälkeen totesimme plasman määrän niukaksi ja seerumin liialliseksi, joten seuraavina päivinä otimme seitsemän seerumiputkea ja neljä plasmaputkea. Verinäytteet otettiin BD Vacutainer -verinäyteputkiin. Litium-hepariini-putkien LOT-numero oli 0336499 ja viimeinen käyttöajankohta 06/2012. Seerumi-putkien LOT-numero oli 1006463 ja viimeinen käyttöajankohta 06/2012. EDTA-putkien LOT-numero oli 0307048 ja viimeinen käyttöajankohta 03/2012.

Näytteenoton jälkeen tutkimusaineisto esikäsiteltiin. Täydet verinäyteputket sekoitettiin rauhallisesti valmistajan ohjeiden mukaan ja suojattiin valolta heti näytteenoton jälkeen. Näytteet numeroitiin numeroin 1-10. Plasma- ja seeruminäyteputket sentrifugoitiin Islabin kliinisen kemian laboratorioissa olevan ohjeen mukaan 2500 g:llä 10 minuutin ajan. Islabin ohjeen mukaan seeruminäytteiden on annettava hyyytä vähintään 30 minuuttia ennen sentrifugointia. Sentrifugoimme kaikki samasta henkilöstä

otetut näytteet kerralla, joten ennen sentrifugointia kaikki näyteputket seisoivat 30 minuuttia valolta suojattuina.

#### 5.4 Tutkimusaineiston käsittely

Tutkimusaineisto käsiteltiin altistamalla osa näytteistä päivänvalolle ja suojaamalla osa näytteistä päivänvalolta pohjoisen puoleisella ikkunalaudalla, kuvan mukaisella koeasetelmalla (KUVA 2). Koeasetelma on maksimaalinen valoaltistus, koska laboratorio-olosuhteissa näyte ei todennäköisesti voi altistua valolle enempää. Valitsimme koeasetelmaksi maksimaalisen valoaltistuksen yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioden valosuojauksikäytäntöjen (LIITE 1) ja aiheesta aikaisemmin tehtyjen tutkimusten tulosten perusteella. Jos pitoisuuksissa ei ilmene muutosta maksimaalissa valoaltistuksessa, ei muutosta ilmene todennäköisesti laboratorion normaaleissa valo-olosuhteissakaan.

Aloitimme tutkimusaineiston käsittelyn kaikille samana päivänä otetuille näytteille yhtä aikaa. Näytteet aseteltiin telineisiin lomittain, putken kapea tarraton osa ikkunaa kohti. Valolta suojatut näytteet säilytettiin samoissa telineissä ikkunalaudalla, jotta kaikkien näyteputkien olosuhteet olisivat mahdollisimman samanlaiset. Valoaltistuksen alkupuolella (aamupäivällä) sälekaihtimet olivat alhaalla ja puoliksi auki, kunnes aurinko ei enää paistanut suoraan näyteputkiin. Tämän jälkeen nostimme sälekaihtimet kokonaan ylös kuten kuvassa (KUVA 2).



Kuva 2. Koeasetelma (Iida Salo, 10.5.2011, Islab Puijon laboratorio)

Aikapisteellä tarkoitetaan aikaa, joka on kulunut tutkimusaineiston käsittelyyn, eli näytteiden valolle altistamisen tai valolta suojaamisen alusta. Aikapisteiden kohdalla pipe-toimme ikkunalaudalla olleista näyteputkista analyysiin tarvittavan näytemäärän erillisiin näyteputkiin, jotka pakastettiin -20 °C:een. Näyteputket merkittiin viivakooditarroilla, joista ilmeni näytenumero (1-10), aikapiste ja vitamiini, jota näytteestä analysoidaan. Analyyseihin tarvittavat näytemäärät, valolle altistettujen ja valolta suojattujen näytteiden aikapisteet ja analyysien yhteismäärä on esitetty taulukossa (TAULUKKO 1).

TAULUKKO 1. Analyyseihin tarvittavat näytemäärät, aikapisteet ja analyysien yhteismäärät

Tutkimus:	Analyysin näytemäärä:	Aikapisteet (h):		Analyysejä yhteensä (kpl):
		Altistetut	Suojatut	
B <sub>12</sub> -vitamiini	700 µl	4, 8, 24	0, 24	50
25-OH-D-vitamiini	500 µl	4, 8, 24	0, 24	50
Punasolujen folaatti	1 ml	4, 8, 24	0, 24	50
Seerumin folaatti	500 µl	4, 8, 24	0, 24	50
				200

Mahdollisimman samanlaisten valo-olosuhteiden takaamiseksi aloitimme tutkimusaineiston käsittelyn samaan aikaan kaikkina kolmena tutkimusaineiston keruu -päivänä. Sääolosuhteet olivat kaikkina päivinä lähes samanlaiset. Joka päivä paistoi aurinko, mutta viimeisen päivän iltapäivällä oli pilvisempää.

## 5.5 Tutkimusaineiston analysointi

Tutkimusaineiston analysoinnilla tarkoitetaan verinäytteiden vitamiinipitoisuuksien määrittämistä analysaattoreilla. Plasman B<sub>12</sub>-vitamiininäytteet sekä punasolujen ja seerumin folaattinäytteet analysoitiin Cobas 6000 -analysaattorin e 601 -yksiköllä. Seerumin 25-OH-D-vitamiininäytteet analysoitiin Liaison-analysaattorilla.

Analysoimme plasman B<sub>12</sub>-vitamiininäytteet toukokuussa ja seerumin folaattinäytteet syyskuussa 2011. Sulatimme näytteet valolta suojattuina, sentrifugoimme ja pipe-toimme näytteistä analyysiin tarvittavan näytemäärän erillisiin näyteastioihin. Näy-



teastiat merkittiin samoilla viivakooditarroilla, joilla näyteputket merkittiin tutkimusaineiston keruun yhteydessä. Teimme viivakooditarrojen tiedoilla tietokoneelle analyysipyynnöt. Viivakoodin avulla analysaattori tunnisti näytteen, yhdisti sen analyysipyyntöön ja teki analyysin.

Islabin henkilökunta analysoi seerumin 25-OH-D-vitamiininäytteet kesäkuussa ja punasolujen folaattinäytteet syyskuussa 2011. Emme osallistuneet punasolujen folaattinäytteiden analysointiin, koska menetelmä on monimutkainen ja siihen perehtyminen vie paljon aikaa. Islabin henkilökunta analysoi punasolujen folaatti -näytteet tulosten luotettavuuden takaamiseksi.

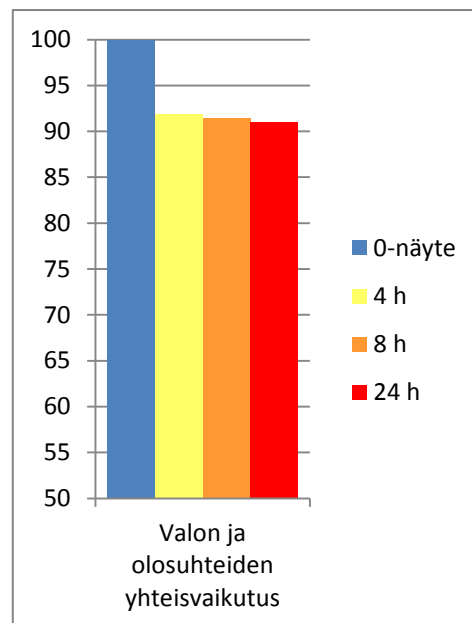
## 6 TULOKSET

Käsittelimme tutkimustulokset Microsoft Office Excel 2007 -ohjelmalla. Esitämme tulokset vitamiinipitoisuuksien keskimääräisinä prosentuaalisina eroina: valolle altistuneiden näytteiden erona 0-näytteeseen eri aikapisteissä, 24 h valolta suojatun näytteen erona 0-näytteeseen sekä 24 h valolle altistuneen näytteen erona 24 h valolta suojattuun näytteeseen. 0-näytteiden B<sub>12</sub>-vitamiini-, 25-OH-D-vitamiini-, punasolujen folaatti- ja seerumin folaatti -pitoisuudet, pitoisuuksien muutosprosentit sekä muutosprosenttien keskiarvot ja keskihajonnat on taulukoitu liitteiksi (LIITE 3-6). Taulukoiden tulkintaohje on liitteenä (LIITE 2).

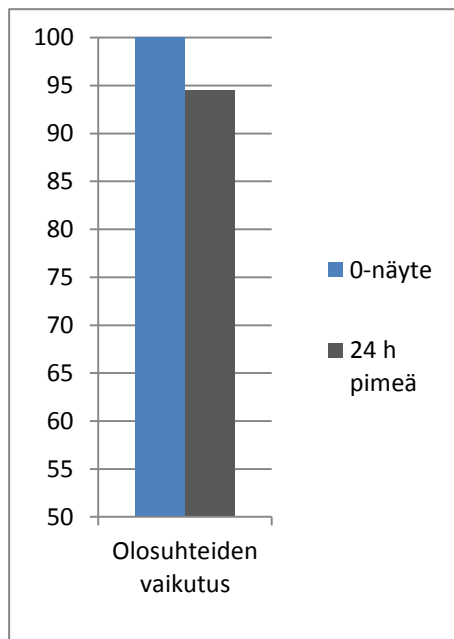
Vitamiinipitoisuuksia vertaamalla saadaan selville olosuhteiden (lämpötila ja aika) ja valon yhteisvaikutus, pelkkien olosuhteiden vaikutus ja pelkän valon vaikutus vitamiinipitoisuuteen. Valolle 4, 8 ja 24 tuntia altistuneiden näytteiden vitamiinipitoisuuden vertaaminen 0-näytteen vitamiinipitoisuuteen kuvaa olosuhteiden ja valon yhteisvaikutusta, koska näytteet ovat altistuneet sekä valolle, että muille olosuhteille. 24 tuntia valolta suojatun näytteen vitamiinipitoisuuden vertaaminen 0-näytteen vitamiinipitoisuuteen kuvaa pelkkien olosuhteiden vaikutusta, koska 24 tuntia valolta suojattu näyte on altistunut olosuhteille, mutta ei valolle. 24 tuntia valolle altistuneen ja 24 tuntia valolta suojatun näytteen vitamiinipitoisuuksien vertailu kuvaa pelkän valon vaikutusta, koska näytteet ovat altistuneet samoille olosuhteille, mutta toinen näyte lisäksi valolle.

### 6.1 Valoaltistuksen vaikutus B<sub>12</sub>-vitamiinin pitoisuuteen plasmanäytteessä

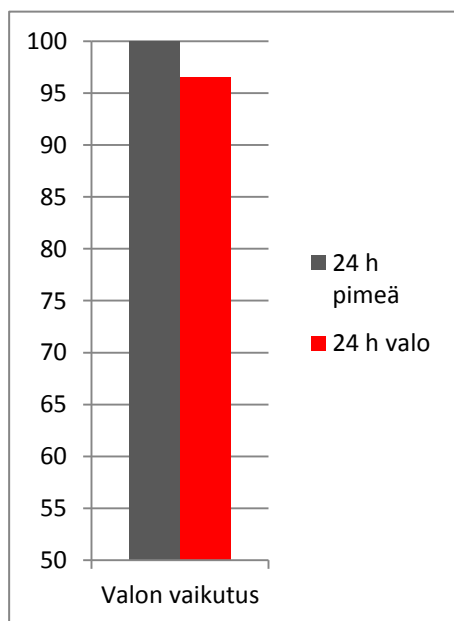
Keskimäärin B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuudet muuttuivat 0-näytteestä 4 h valoaltistuksen jälkeen -8,1 %, 8 h valoaltistuksen jälkeen -8,5 % ja 24 h valoaltistuksen jälkeen -9,0 % (KUVIO 1). Verrattaessa 24 h valolta suojattua näytettä 0-näytteeseen havaittiin olosuhteiden muuttavan vitamiinipitoisuutta keskimäärin -5,5 % (KUVIO 2, sivu 27). 24 h näytteitä vertaamalla havaittiin valoaltistuksen muuttavan vitamiinipitoisuutta keskimäärin -3,5 % (KUVIO 3, sivu 27). 0-näytteiden B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuudet, pitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat on esitetty tarkemmin liitteessä (LIITE 3).



KUVIO 1. Plasman B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuuksien muutos eri aikapisteissä (0-näyte = 100 %)



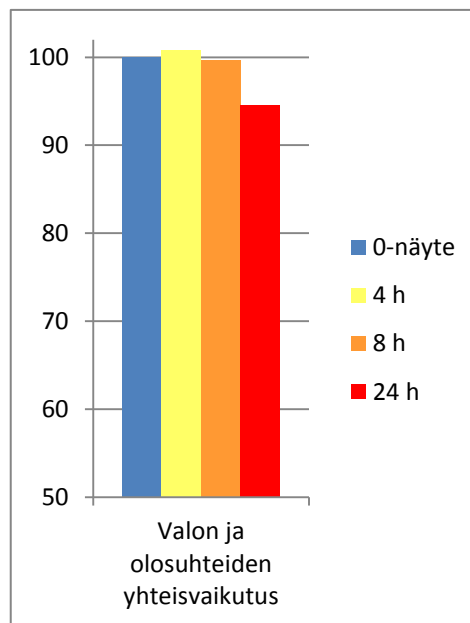
KUVIO 2. 24 h valolta suojatun plasmanäytteen B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuus verrattuna 0-näytteeseen (0-näyte = 100 %)



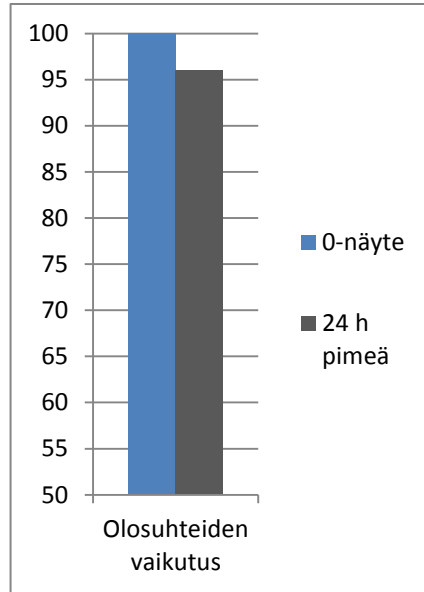
KUVIO 3. 24 h valolle altistetun plasmanäytteen B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuus verrattuna 24 h valolta suojattuun näytteeseen (24 h pimeä = 100 %)

## 6.2 Valoaltistuksen vaikutus 25-OH-D-vitamiinin pitoisuuteen seeruminäytteessä

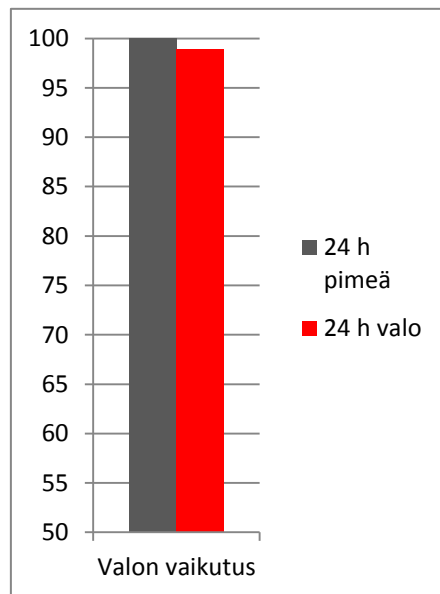
Keskimäärin 25-OH-D-vitamiinipitoisuudet muuttuivat 0-näytteestä 4 h valoaltistuksen jälkeen +0,8 %, 8 h valoaltistuksen jälkeen -0,4 % ja 24 h valoaltistuksen jälkeen -5,4 % (KUVIO 4). Verrattaessa 24 h valolta suojattua näytettä 0-näytteeseen havaittiin olosuhteiden muuttavan vitamiinipitoisuutta keskimäärin -4,0 % (KUVIO 5, sivu 29). 24 h näytteitä vertaamalla havaittiin valoaltistuksen muuttavan vitamiinipitoisuutta keskimäärin -1,1 % (KUVIO 6, sivu 29). 0-näytteiden 25-OH-D-vitamiinipitoisuudet, pitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat on esitelty tarkemmin liitteessä (LIITE 4).



KUVIO 4. Seerumin 25-OH-D-vitamiinipitoisuuksien muutos eri aikapisteissä (0-näyte = 100 %)



KUVIO 5. 24 h valolta suojatun seeruminäytteen 25-OH-D-vitamiinipitoisuus verrattuna 0-näytteeseen (0-näyte = 100 %)

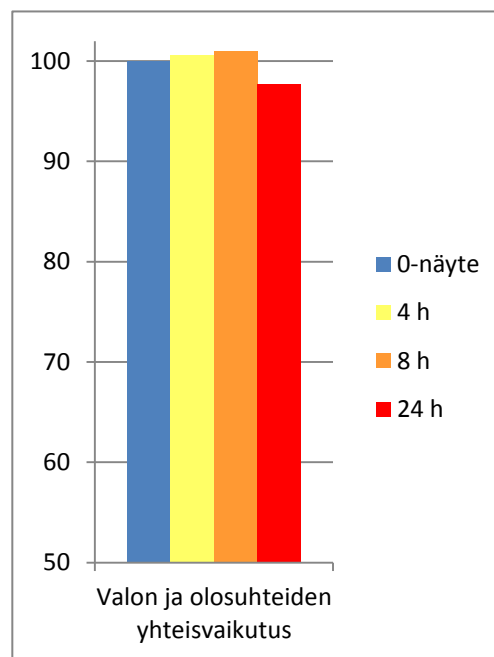


KUVIO 6. 24 h valolle altistetun seeruminäytteen 25-OH-D-vitamiinipitoisuus verrattuna 24 h valolta suojattuun näytteeseen (24 h pimeä = 100 %)

### 6.3 Valoaltistuksen vaikutus punasolujen folaatin pitoisuuteen kokoverinäytteessä

Esitämme punasolujen folaatin tulokset valolle altistuneiden näytteiden eroina 0-näytteeseen, mikä kertoo valoaltistuksen ja olosuhteiden *yhteisvaikutuksesta*. Pelkän valoaltistuksen vaikutus ei selvinnyt, koska neljän 24 tuntia valolta suojatun näytteen epäilyttävien tulosten vuoksi kaikki 24 tuntia valolta suojatut näytteet jätettiin pois tulosten tulkinnasta. Tulosten luotettavuus kyseenalaistettiin ja päätös tehtiin yhdessä apulaisylikemisti Kari Savolaisen ja sairaalakemisti Sari Väisäsen kanssa.

Keskimäärin folaatti-pitoisuudet muuttuivat 0-näytteestä 4 h valoaltistuksen jälkeen +0,6 %, 8 h valoaltistuksen jälkeen +1,0 % ja 24 h valoaltistuksen jälkeen -2,3 % (KUVIO 7).



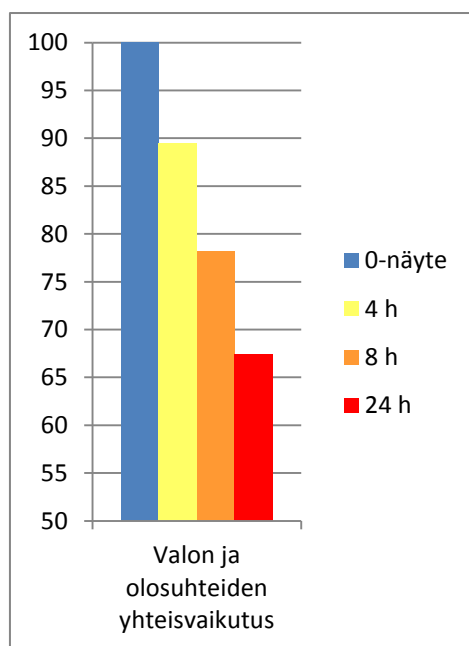
KUVIO 7. Punasolujen folaatti-pitoisuuksien muutos eri aikapisteissä (0-näyte = 100 %)

0-näytteiden folaatti-pitoisuudet, pitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat on esitelty tarkemmin liitteessä (LIITE 5). Liitteen 0-näytteen folaatti-pitoisuudet ovat *kokoveren* pitoisuuksia, joista lasketaan *punasolujen* pitoisuus hematokriitti-arvon avulla. Hematokriitti-arvot analysoitiin 0-näytteistä Sysmex K-4500 -verisolulaskijalla ennen valoaltistusta. Kari Savolaisen ja Sari Väisäsen ohjeistuksella teimme folaatti-pitoisuuksien vertailun kuitenkin kokoveren folaatti-pitoisuuksista,

koska punasolujen folaatti -pitoisuuksiksi muuttaminen ei olisi tuonut lisäinformaatiota tuloksiin. Lisäksi käytössämme olisi ollut vain 0-näytteen hematokriittiarvo, jota käytäen olisi arveluttavaa laskea muiden aikapisteiden punasolujen folaatti -pitoisuuksia.

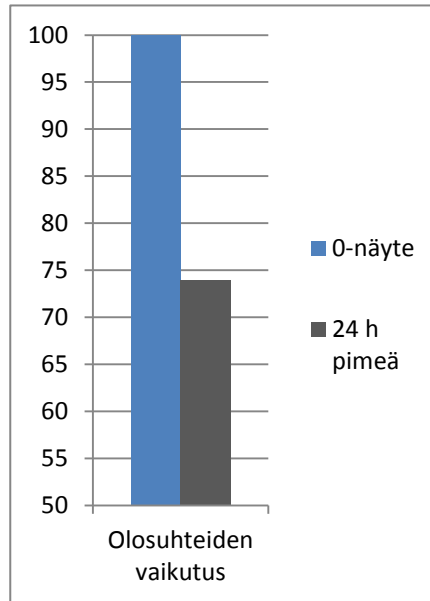
#### 6.4 Valoaltistuksen vaikutus folaatin pitoisuuteen seeruminäytteessä

Keskimäärin seerumin folaatti-pitoisuudet muuttuivat 0-näytteestä 4 h valoaltistuksen jälkeen -10,6 %, 8 h valoaltistuksen jälkeen -21,8 % ja 24 h valoaltistuksen jälkeen -32,6 % (KUVIO 8). Verrattaessa 24 h valolta suojattua näytettä 0-näytteeseen havaittiin olosuhteiden muuttavan vitamiinipitoisuutta keskimäärin -26,1 % (KUVIO 9, sivu 32). 24 h näytteitä vertaamalla havaittiin valoaltistuksen muuttavan vitamiinipitoisuutta keskimäärin -7,7 % (KUVIO 10, sivu 32). 0-näytteiden seerumin folaattipitoisuudet, pitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat on esitelty tarkemmin liitteessä (LIITE 6).

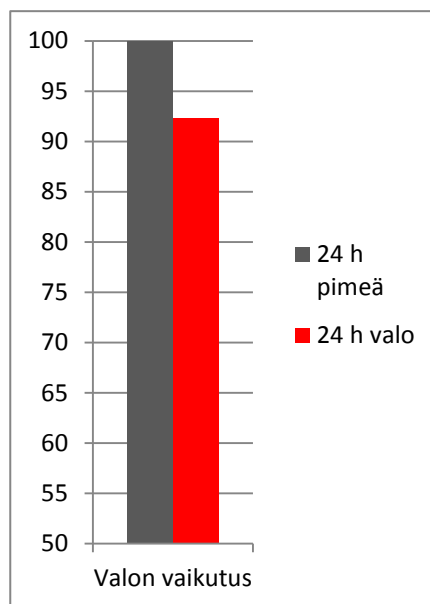


KUVIO 8. Seerumin folaatti-pitoisuuksien muutos eri aikapisteissä (0-näyte = 100 %)





KUVIO 9. 24 h valolta suojatun seeruminäytteen folaattipitoisuus verrattuna 0-näytteeseen (0-näyte = 100 %)



KUVIO 10. 24 h valolle altistetun seeruminäytteen folaattipitoisuus verrattuna 24 h valolta suojattuun näytteeseen (24 h pimeä = 100 %)

## 7 TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Huomioimme tulosten tulkinnassa ja johtopäätöksissä tutkimuksemme tulosten lisäksi aiheesta aikaisemmin tehtyjen tutkimusten tulokset sekä yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioiden valosuojauskäytännöt (LIITE 1). Tulosten tulkintaan ja johtopäätöksiin saimme apua sairaalakemisti Sari Väisäseltä ja apulaisylikemisti Kari Savolaiselta.

Tutkimustulostemme mukaan **valo vaikutti laskevasti plasman B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuuteen**, mutta pitoisuuden lasku ei ollut kliinisesti merkittävä (- 3,5 % 24 tunnissa). Tuloksemme on samansuuntainen aikaisempien tutkimusten kanssa. Mastropaolon ja Wilsonin (1993) mukaan valolla ei ollut vaikutusta B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuuksiin 24 tuntiin saakka. Samaan tulokseen ovat päätyneet Kösem, Şeneş, Topkaya ja Yücel (2007) sekä Clementi ja Kendall (2009). Komaromy-Hillerin, Nuttallin ja Ashwoodin (1997) tutkimustulos sen sijaan poikkeaa tuloksestamme. Heidän mukaansa valo vaikuttaa B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuuteen, jos näyte altistuu valolle yli 4 tuntia. Erot tuloksissa voivat johtua erilaisista tutkimuksen toteutustavoista tai analyysimenetelmistä. Yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioiden valosuojauskäytännöistä ilmenee, että B<sub>12</sub>-vitamiininäytteet suojataan valolta vain Islabissa (LIITE 1).

Tutkimustulostemme mukaan **valo vaikutti laskevasti seerumin 25-OH-D-vitamiinipitoisuuteen**, mutta lasku ei ollut kliinisesti merkittävä (-1,1 % 24 tunnissa). Aikaisemmat D-vitamiinin säilyvyyttä käsittelevät tutkimukset keskittyivät valon vaikutuksen lisäksi säilytysolosuhteisiin. Tutkimustuloksemme yhtyvät Lissnerin, Masonin ja Posenin (1981) sekä Wieldersan ja Wijnberg (2009) havaintoihin, ettei valolla ole vaikutusta D-vitamiinipitoisuuteen. Tuloksemme poikkeaa yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioiden valosuojauskäytännöistä, koska 25-OH-D-vitamiininäytteet suojataan valolta kaikissa laboratorioissa (LIITE 1).

Tutkimustulostemme mukaan **valon ja olosuhteiden yhteisvaikutus laski punasolujen folaatti-pitoisuutta**, mutta lasku ei ollut kliinisesti merkittävä (-2,3 % 24 tunnissa). Pelkkä valon vaikutus punasolujen folaatin pitoisuuteen ei selvinnyt, koska 24 tuntia valolta suojattuja näytteitä ei otettu huomioon tulosten tulkinnassa. Koska valon ja olosuhteiden yhteisvaikutus laski punasolujen folaatti-pitoisuutta vain vähän, pelkän valon vaikutus pitoisuuteen on todennäköisesti pieni. Yliopistosairaaloiden ja

yksityisten laboratorioden valosuojaukikäytännöissä punasolujen folaatti -näytteet suojataan valolta kaikissa muissa laboratorioissa, paitsi TYKSLAB:ssa (LIITE 1).

Tutkimustulostemme mukaan **valo vaikutti laskevasti seerumin folaattipitoisuuteen** ja lasku oli kliinisesti merkittävä (-7,7 % 24 tunnissa). Merkittävä folaattipitoisuuden lasku ilmeni tutkimuksessamme jo 4 tunnin valoaltistuksen jälkeen. Tältä osin tutkimustuloksemme poikkeaa aikaisemmista tutkimuksista. Mastropaolon ja Wilsonin (1993) mukaan muutoksia seerumin folaattipitoisuuksissa tapahtuu vasta 8 tunnin valolle altistumisen jälkeen. He tosin analysoivat näytteet vain aikapisteissä 8 ja 24 h. Kösemin, Şeneşin, Topkayan ja Yücelin (2007) mukaan folaattipitoisuus laskee vasta 24 tunnin valolle altistamisen jälkeen. Ero muutoksen ilmenemisajankohdassa voi johtua erilaisista koeasetelmista, koska he käyttivät valoaltistuksessa fluoresoivaa lamppua. Clementin ja Kendallin (2009) mukaan folaatti-näytteiden valolta suojaaminen ei ole välttämätöntä. Tutkimustemme toteutustapa on erilainen: he säilyttivät näytteitä jääkaapissa, jossa pitoisuuseroja syntyy todennäköisesti vähemmän. Seerumin folaatti-näytteet suojataan valolta kaikissa yliopistosairaaloissa ja yksityisissä laboratorioissa (LIITE 1).

Tuloksemme seerumin folaatin säilyvyydestä poikkeaa myös Islabissa aiemmin tehdystä, julkaisemattomasta tutkimuksesta, jossa tutkittiin seerumin folaatin säilyvyyttä huoneenlämmössä. Islabin tutkimuksen mukaan seerumin folaatti säilyy hyvin 2 vuorokautta (S. Väisänen, henkilökohtainen tiedonanto 26.10.2011). Tutkimuksessamme olosuhteet (lämpötila, aika) laskivat seerumin folaatin pitoisuutta merkittävästi jo paljon lyhyemmässä ajassa (-26,1 % 24 tunnissa). Poikkeama tuloksessa voi johtua erilaisista koeasetelmista. Islabin aikaisemmassa folaatin säilyvyytutkimuksessa näytteet säilytettiin valolta suojattuna laboratoriopöydällä tai jääkaapissa (S. Väisänen, henkilökohtainen tiedonanto 31.10.2011). Tutkimuksessamme säilytimme näytteitä aurinkoisena päivänä ikkunalaudalla. Koeasetelmassamme näytteet saattoivat altistua esimerkiksi korkeammille lämpötiloille kuin Islabin aikaisemmassa tutkimuksessa.

**Johtopäätöksenä** voidaan todeta, ettei plasman B<sub>12</sub>-vitamiini-näytteitä tarvitse suojata valolta. Johtopäätöstä tukevat tutkimuksesta saamamme tulokset, aikaisempien tutkimusten tulokset sekä yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioden valosuojaukikäytännöt.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, ettei seerumin 25-OH-D-vitamiininäytteitä tarvitse suojata valolta. Johtopäätöstä tukevat tutkimuksesta saamamme tulokset ja aikaisempien tutkimusten tulokset. Yliopistosairaaloissa ja yksityisissä laboratorioissa 25-OH-D-vitamiininäytteet suojataan valolta. 25-OH-D-vitamiininäytteet voidaan eri laboratorioiden ohjeissa varmuuden vuoksi neuvoa suojaamaan valolta, koska D-vitamiini sellaisenaan ei säily hyvin liuoksessa. Verinäytteessä sitojaproteiineihinsa kiinnittyneenä D-vitamiinin on eri lähteissä kuvattu säilyvän. (K. Savolainen, henkilökohtainen tiedonanto 26.10.2011; Lissner, Mason & Posen 1981.)

Johtopäätöksenä voidaan todeta, ettei punasolujen folaatti -näytteitä tarvitse suojata valolta. Johtopäätöstä tukevat tutkimuksesta saamamme tulokset, koska valon vaikutuksesta *punasolujen* folaatin pitoisuuteen ei ollut aikaisempaa tutkimustietoa. Näytteiden valolta suojaaminen jatkossakin lienee kuitenkin johdonmukaista, jos seerumin folaatti -näytteiden valolta suojaamista jatketaan (K. Savolainen, henkilökohtainen tiedonanto 26.10.2011).

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että seerumin folaatti-näytteet on suojattava valolta. Johtopäätöstä tukevat tutkimuksesta saamamme tulokset, osittain aikaisempien tutkimusten tulokset sekä yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioiden valosuojauskäytännöt. Islabin aikaisemmassa tutkimuksessa seerumin folaatti-pitoisuus säilyi huoneenlämmössä hyvin, mutta tässä tutkimuksessa olosuhteiden aiheuttama pitoisuuden lasku oli kliinisesti merkittävä. Jotta seerumin folaatti-pitoisuus säilyy mahdollisimman vakaana, tämän tutkimuksen perusteella on suositeltavaa välttää näytteen huoneenlämpösäilytystä ja valolle altistamista.

## 8 POHDINTA

Pohdintaosiossa pohdimme tutkimuksen eettisyyttä ja luotettavuutta, jatkotutkimusehdotuksia sekä arvioimme omaa oppimista ja ammatillista kehittymistämme. Eettisten periaatteiden mukaan toimiminen on yksi bioanalyytikon ydinosaamisalueista ja tutkimuksen luotettavuuden arviointi kuuluu jokaiseen tieteelliseen tutkimukseen (Hirsjärvi ym. 2009, 231; Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 6). Jatkotutkimusehdotuksissa pohdimme, miten tutkimuksen voisi tehdä toisin tai mitä muuta aiheeseen liittyvää voisi tutkia. Oman oppimisen ja ammatillisen kehittymisen arviointi liittyy opinnäytetyön tavoitteena olevaan ammatilliseen osaamiseen eli omasta ammatillisesta kehittymisestään vastaamiseen ja oman ammattitaidon kehittämiseen (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 69).

### 8.1 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Tutkimusetiikan tarkoitus on vähentää mahdollisia haittoja, joita tutkimus voi aiheuttaa yhteiskunnalle tai yksilölle. Eettisessä tarkastelussa arvioidaan haittoja ja hyötyjä, joita tutkimushankkeen valinnasta, tutkimuksen toteuttamisesta, tutkimustulosten julkaisemisesta ja tiedon soveltamisesta syntyy. Tutkimuksen eettiset näkökohdat on otettava huomioon tutkimusprosessin kaikissa vaiheissa. (Liikanen 2009, 19–20.)

Tutkimuksen luotettavuuden arviointiin liittyvät käsitteet reliabelius eli toistettavuus ja validius eli pätevyys. Reliaabelin tutkimuksen mittaustulokset ovat toistettavia eli mittauksista saadaan samat tulokset, vaikka mittaukset suorittaisi esimerkiksi toinen tutkija. Validin tutkimuksen mittari tai tutkimusmenetelmä mittaa juuri sitä, mitä sen on tarkoituskin mitata. (Hirsjärvi ym. 2009, 231–232.) Validius on huomioitava esimerkiksi koeasetelman suunnittelussa, jotta koeasetelma mittaa juuri niitä asioita, joihin tutkimusongelmissa etsitään vastausta.

Eettisen tarkastelun lähtökohta oli tutkimuksen hyödyllisyys tilaajalleen Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymälle (Islab) ja sen potilaille, koska tutkimus tuotti tietoa näytteiden oikeanlaisesta käsittelystä ja säilytyksestä. Islabilla oli ollut tarve selvittää B<sub>12</sub>-vitamiini-, 25-OH-D-vitamiini- ja folaatti-näytteiden valolta suojaamisen tarve voidakseen päivittää näytteenkäsittelyohjeitaan. Ajantasaiset, tutkittuun tietoon perustuvat näytteenkäsittelyohjeet takaavat potilaille luotettavat laboratoriotut-

kimustulokset. Islab:n toimitusjohtaja Kari Punnonen myönsi tutkimuksellemme tutkimusluvan 5.5.2011 (LIITE 7).

Tutkimusaineiston keruussa, käsittelyssä ja analysoinnissa noudatimme Suomen Bioanalytikkoliitto ry:n kliinisen laboratoriotyön eettisiä periaatteita. Huolehdimme vapaaehtoisten hyvinvoinnista ja kunnioitimme heidän oikeuksiaan laboratoriotutkimusprosessin kaikissa vaiheissa. Pyrimme mahdollisimman kivuttomaan näytteenottoon ja huolehdimme henkilöiden hyvinvoinnista näytteenoton aikana ja sen jälkeen esimerkiksi kysymällä vointia ja tarjoamalla vettä. Noudatimme potilaan itsemääräämisoikeutta, sillä näytteenotto perustui vapaaehtoisuuteen ja henkilöllä oli milloin tahansa oikeus keskeyttää näytteenotto tai kieltää näytteidensä analysointi. Käsitelimme biologista näytemateriaalia näytteen luovuttajan yksityisyyttä ja oikeuksia kunnioittaen. Käytimme Islab:ssa käytössä olevia, hyväksytyjä menettelytapoja ja suoritimme laboratoriotutkimusprosessin kaikki vaiheet laadukkaasti ja luotettavasti. (Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2006, 2-3.)

Tutkimusaineiston analysointi, tulosten syöttäminen tietokoneelle ja tulosten tulkinta tehtiin luotettavasti. Ennen tutkimusaineiston analysointia analysaattoreiden toiminta varmistettiin analysoimalla sisäisen laaduntarkkailun näytteet, joiden tulokset olivat sallituissa rajoissa. Tutkimusaineisto analysoitiin samassa sarjassa, jotta analysointisarjojen välisellä tulostasonvaihtelulla ei olisi vaikutusta tuloksiin. Osan tutkimusaineistosta analysoi Islabin henkilökunta. Analyysien tulokset syötimme tietokoneelle kaksi kertaa tarkistaen niin, että toinen tarkisti toisen syöttämät tiedot. Tulosten arvioinnin, tulkinnan ja johtopäätökset teimme yhteistyössä apulaisylikemisti Kari Savolaisen ja sairaalakemisti Sari Väisäsen kanssa.

Tutkimustulostemme luotettavuuteen vaikuttaa hajonta osassa tuloksista. Johtopäätökset on tehty pitoisuuksien muutosprosenttien keskiarvoista, joiden käyttökelpoisuutta tulosten hajonta heikentää. Plasman B<sub>12</sub>-vitamiinin ja punasolujen folaatin tulokset ovat luotettavia, koska tuloksissa ei ollut paljoa hajontaa (LIITE 3 & 5). Seerumin 25-OH-D-vitamiinin ja seerumin folaatin tuloksissa on enemmän hajontaa, mikä heikentää tulosten luotettavuutta (LIITE 4 & 6). Tulosten hajonta voi johtua esimerkiksi käytetystä analysointimenetelmästä tai yksilökohtaisista eroista verinäytteissä (S. Väisänen & K. Savolainen, henkilökohtainen tiedonanto 26.10.2011).

Tutkimuksemme reliaabeliutta ja validiutta lisäävät tulosten yhteneväisyys aikaisempien tutkimusten tulosten kanssa sekä käyttämämme koeasetelma. Tutkimuksemme

on reliabele, koska tulokset ovat yhteneviä useiden aiheesta aikaisemmin tehtyjen tutkimusten kanssa. Tutkimuksen reliabeleutta heikentää poikkeava tulos Islabissa aikaisemmin tehdyn seerumin folaatin säilyvyystutkimuksen kanssa. Tutkimuksemme on validi, koska koeasetelma huomioi myös olosuhteiden vaikutuksen pitoisuuksiin. Valon vaikutus pitoisuuksiin saatiin luotettavasti selville vertaamalla toisiinsa kahta näytettä, jotka oli säilytetty muuten samoissa olosuhteissa, mutta toinen oli altistettu valolle.

Tutkimuksen teoria-aineistona käyttämämme lähteet ovat luotettavia. Aiheesta aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista kirjoitetut artikkelit on julkaistu alansa arvostetuissa ja luotettavissa julkaisuissa, kuten *Clinical Chemistry*:ssä ja *Laboratory Medicine*:ssä. Artikkelit ovat esillä tietokannoissa kuten Pub Medissä ja Cinahl (Ebsco):ssa. Muu teoria-aineisto on koottu muun muassa laboratorioden ajantasaisista ohjekirjoista, oppikirjoista ja Duodecimin Terveyskirjastosta, jonka tieto on asiantuntijoiden laatimaa, luotettavaa ja ajantasaista.

Tieteen eetoksen tiedon yhteisömuutuksen periaatteen mukaan tutkittu tieto on julkista ja kenen tahansa arvioitavissa ja käytettävissä (Hirsjärvi ym. 2009, 21 & 23; Liikanen 2009, 19). Valon vaikutuksesta plasman B<sub>12</sub>-vitamiinin, seerumin 25-OH-D-vitamiinin sekä punasolujen ja seerumin folaatin pitoisuuksiin on vähän tutkittua tietoa, joten kaikki uusi tieto on järkevää julkaista. Tutkimustulosten julkaisun ansiosta kuka tahansa voi toistaa tutkimuksen samoilla koeasetelmalla, jolloin saadaan tietoa tulosten toistettavuudesta. Tutkimuksemme tietoa voidaan soveltaa esimerkiksi uusien näytteenkäsittely-ohjeiden laadintaan. Ohjeiden laatiminen pelkästään tämän tutkimuksen tulosten perusteella olisi eettisesti arveluttavaa. Mikäli useat aiheesta tehtyjen tutkimusten tulokset ovat samansuuntaisia, aihetta tiedon soveltamatta jättämiseen ei ole.

## 8.2 Jatkotutkimusehdotuksia

Jatkotutkimusehdotuksiin olemme koonneet tutkimuksen aikana pohtimiamme asioita siitä, miten tutkimuksen voisi toteuttaa toisin tai mitä muuta aiheeseen liittyvää voisi tutkia. Valon vaikutuksen tutkimiseen plasman B<sub>12</sub>-vitamiinin, seerumin 25-OH-D-vitamiinin sekä punasolujen ja seerumin folaatin pitoisuuksiin voisi käyttää erilaisia koeasetelmia tai toistaa koeasetelmamme tehden siihen joitain muutoksia, jotka voivat vaikuttaa lopputulokseen.

Tutkimusaineistosta tehtävien johtopäätösten luotettavuutta voisi lisätä suuremmalla tutkimusaineistolla. Tutkimusaineisto oli kymmenestä henkilöstä otetut verinäytteet, jolloin pystyimme vertailemaan pitoisuuksia vain kymmenen näytteen välillä. Näyteputkien määrä oli kuitenkin jo kymmeneltä henkilöltä kerätystä tutkimusaineistossa suuri. Tutkimusaineiston kokoa kasvatettaessa tutkimusta täytyisi olla toteuttamassa useampi kuin kaksi näytteenkäsittelijää, jotta esimerkiksi näytteenkäsittelyssä tapahtuva viive ei vaikuttaisi tuloksiin.

Tutkimusaineiston valolle altistamisen aikoja voisi muuttaa ja koeasetelman vakioida. Alkuperäisessä suunnitelmassa tarkoituksemme oli altistaa tutkimusaineisto valolle 48 tuntiin asti, mutta viimeinen aikapiste jätettiin pois tutkimuksen rajaamiseksi. Aikaisemmissa aiheesta tehdyissä tutkimuksissa tutkimusaineistoa altistettiin valolle jopa 7 vuorokauteen asti. Toisaalta aikapisteiden valinnassa on järkevää pysyä niissä käytännön aikarajoissa, joiden aikana näytteiden arvioidaan altistuvan valolle (näytteenotto-, käsittely- ja lähetysvaiheet ennen kylmä- tai pakastesäilytykseen laittamista) (K. Savolainen, henkilökohtainen tiedonanto 26.10.2011). Valolta suojatut näytteet voisi analysoida samoissa aikapisteissä kuin valolle altistetut, jolloin saataisiin selville pelkän valon vaikutus kunkin aikapisteen kohdalla. Tuloksissa ilmennyttä hajontaa saattaisi vähentää tarkasti vakioitu koeasetelma. Valoaltistus voitaisiin tehdä esimerkiksi UV-lampulla, jonka voimakkuus vastaisi mahdollisimman tarkasti päivänvaloa.

Tutkimuksen voisi uusia punasolujen ja seerumin folaatti -näytteille ja tehdä oikeissa säilytysolosuhteissa B<sub>12</sub>-vitamiininäytteille. Punasolujen folaatti-pitoisuuden tutkimisen voisi uusia, koska 24 tuntia valolta suojattuja näytteitä ei voitu ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Toisaalta valon vaikutuksen punasolujen folaatti-pitoisuuteen voidaan olettaa olevan vähäinen, koska tässä tutkimuksessa valon ja olosuhteiden yhteisvaikutus oli vähäinen (-2,3 % 24 tunnissa). Koska tulos seerumin folaatin säilyvyydestä on ristiriitainen Islabissa aikaisemmin tehdyn tutkimuksen kanssa, tutkimus voitaisiin uusia seerumin folaatti -näytteille. B<sub>12</sub>-vitamiininäytteiden säilytysohjeissa ei mainittu mahdollisuutta huoneenlämmössä säilyttämiseen, joten valon vaikutuksen pitoisuuksiin voisi varmistaa jääkaappilämpötilassa (Islab<sup>3</sup>).

Tutkimuksen voisi toistaa käyttäen muita markkinoilla olevia vitamiinien analyysimenetelmiä. Valon vaikutus vitamiinipitoisuuteen voi periaatteessa riippua käytetystä immunokemiallisesta analyysimenetelmästä sen mukaan, ilmeneekö vitamiinin rakennemuutos mitattavan antigenin vasta-aineen tunnistuskohdassa vai ei. Valo voi hajottaa vitamiinia jonkin verran, vaikka kaikilla vitamiinien analyysimenetelmillä pitoi-



suuksissa ei ilmenisikään eroa. (K. Savolainen, henkilökohtainen tiedonanto 14.9.2011.) Muilla analyysimenetelmillä valon vaikutus pitoisuuksiin voi siksi olla erilainen.

Alkuperäisessä tutkimussuunnitelmassa tarkoituksemme oli tutkia valon vaikutus myös seerumin 1,25-OH-D-vitamiinipitoisuuksiin. Otimme, käsittelimme ja pakastimme näytteet 1,25-OH-D-vitamiinipitoisuuksien analysointia varten, mutta analyysejä ei tehty, koska teknisten ongelmien vuoksi tutkimus poistui väliaikaisesti Islabin tutkimusvalikoimasta. Näytteet säilytetään pakastimessa ja analyysit voidaan tehdä tutkimuksen palatessa Islabin tutkimusvalikoimaan. Toisaalta Islabissa käytössä olleen DiaSorinin 1,25-Dihydroxyvitamin D RIA -menetelmän ohjeiden mukaan 1,25-OH-D-vitamiininäytettä ei tarvitse suojata valolta, mikä vaikuttaa johdonmukaiselta verrattaessa tässä tutkimuksessa valon vaikutuksesta 25-OH-D-vitamiiniin saatuun tietoon. Tutkitulla 25-OH-D-vitamiinilla ja 1,25-OH-D-vitamiinilla on vain hyvin pieni rakenteellinen ero (yksi hydroksyyli-ryhmä), joten valon vaikutus myös 1,25-OH-D-vitamiinin pitoisuuteen voidaan arvioida vähäiseksi. Islabin harkittavaksi jää, voidaanko 1,25-OH-D-vitamiininäytteiden valosuojaus poistaa teoreettisen tarkastelun perusteella. (K. Savolainen, henkilökohtainen tiedonanto 26.10.2011.)

### 8.3 Oman oppimisen ja ammatillisen kehittymisen arviointi

Toteutimme opinnäytetyönämme käytännönläheisen tutkimuksen, jossa pääsimme toimimaan bioanalyytikon työtehtävissä laboratorioympäristössä ja jonka tuloksista on hyötyä tutkimuksen tilaajalle ja potilaille. Tarkastelemme opinnäytetyöprosessin aikana tapahtunutta oppimista ja ammatillista kehittymistä bioanalyytikon ammatillisen osaamisen ja ydinosaamisen sekä omien kokemustemme kautta.

Bioanalyytikon ammatilliseen osaamiseen kuuluu laboratoriotutkimusprosessin preanalyttisen, analyttisen ja postanalyttisen vaiheen edellyttämä osaaminen, laatuosaaminen, opetus- ja ohjausosaaminen sekä kehittämistoiminnan ja johtamisen osaaminen. Kliinisen biokemian laboratoriotutkimusprosessin hallinta on yksi bioanalyytikon ydinosaamisalueiden keskeisistä sisällöistä. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 4-5.)

Bioanalyytikon ydinosaamiseen laboratoriotutkimusprosessin preanalyttisessä vaiheessa kuuluu muun muassa tuntea laboratoriotutkimusten käyttötarkoitus, olla selvillä tutkimusten preanalyttisistä vaatimuksista ja toteuttaa näytteenotto, käsittely ja

säilytys niin, että näytteiden tutkimuskelpoisuus säilyy. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 5). Tutkimusraportin teoriaosuutta kootessamme tietämyksemme tutkimuksen kohteina olleiden laboratoriotutkimusten käyttötarkoituksesta lisääntyi. Tutkimusaineiston keruussa toimimme preanalyttisten vaatimusten mukaisesti ja tutkimuksella myös tuotimme tietoa näytteenoton preanalyttisistä vaatimuksista ja oikeanlaisesta näytteiden käsittelystä.

Bioanalyytikon ydinosaamista laboratoriotutkimusprosessin analyttisessä vaiheessa on muun muassa kliinisen biokemian laboratoriotutkimusten tekeminen ymmärtäen tutkimusten kliinisen merkityksen sekä menetelmälliset periaatteet, laboratorion välineiden ja laitteiden käyttö ja huolto, työsuojeluperiaatteiden ja potilasturvallisuuden mukaan toimiminen sekä analyysin toteutumisen ja luotettavuuden arviointi (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 5-6). Teimme tutkimustamme varten kliinisen kemian laboratoriotutkimuksia Cobas 6000 -analysaattorilla, jonka käyttöön meidät perehdyttiin. Laboratoriotutkimusten kliinisen merkityksen sekä menetelmälliset periaatteet selvitimme tutkimusraportin teoriaosuuteen. Noudatimme työskentelyssämme työsuojeluperiaatteita huomioiden esimerkiksi näytteiden tartuntavaarallisuuden. Taitomme analyysien luotettavuuden arviointiin lisääntyi arvioimalla tulosten luotettavuutta yhdessä apulaisylikemisti Kari Savolaisen ja sairaalakemisti Sari Väisäsen kanssa.

Bioanalyytikon ydinosaamiseen laboratoriotutkimusprosessin postanalyttisessä vaiheessa kuuluvat muun muassa laboratoriotulosten ja -tutkimusprosessin luotettavuuden arviointi, päätöksentekotaito, laboratoriotutkimustulosten raportointi sekä rakentava kriittisyys ja ongelmanratkaisutaito (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 6). Opinnäytetyö kasvatti meitä ammatillisesti laboratoriotutkimustulosten ja koko laboratoriotutkimusprosessin luotettavuuden arviointiin, koska tutkimustulosten luotettavuutta oli arvioitava kriittisesti tuloksia raportoitaessa. Toteutimme tutkimuksen käytännön osuuden pääasiassa itsenäisesti, mikä kehitti päätöksenteko- ja ongelmanratkaisutaitoja.

Bioanalyytikon laatuosaamiseen sekä opetus- ja ohjausosaamiseen kuuluu esimerkiksi laadunvarmistuksen menetelmien käyttö potilasnäytteiden tulosten luotettavuuden arvioinnissa sekä näytteenoton ohjauksessa ja toteutuksessa tarvittavan ohjamaateriaalin tuotto ja terveydenhuoltohenkilöstön ohjauksesta vastaaminen (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 6). Laadunvarmistuksen menetelmistä sisäisen laadun tarkkailun näytteet olivat yksi tekijä tutkimusaineistosta saamiemme tulosten luotettavuuden arvioinnissa. Opetus- ja ohjausosaaminen kehittyi tuottaessamme tietoa näyt-

teiden oikeanlaisesta käsittelystä näytteenoton jälkeen ja vastatessamme terveydenhuoltohenkilöstön tiedottamisesta Islabissa järjestetyssä seminaarissa.

Opinnäytetyön tekeminen lisäsi merkittävästi kehittämistoiminnan osaamistamme. Bioanalyytikon kehittämistoiminnan osaamiseen kuuluu muun muassa eettisten periaatteiden mukaan toimiminen, tutkimus- ja kehittämistoimintaan osallistuminen, työ- ja toimintaohjeiden kehittämiseen osallistuminen sekä näyttöön perustuvan tutkimuksen hyödyntäminen laboratoriopalvelutuotantoprosessissa ja sen kehittämisessä. Laboratoriopalvelutuotannolla tarkoitetaan laboratorion kokonaistoimintaa. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2008, 4 & 6.) Tutkimuksen teon eettisiä periaatteita pohdimme tutkimusta toteuttaessamme ja tutkimusraporttia kirjoittaessamme. Osallistuimme opinnäytetyöllämme tutkimus- ja kehittämistoimintaan toteuttamalla tutkimuksen, jonka tavoite oli näytteenkäsittelyohjeiden päivittäminen. Hyödynsimme tutkimuksen teoriaosuudessa sekä tulosten tulkinnassa aiheesta aiemmin tehtyjä, näyttöön perustuvia tutkimuksia. Tämä kehitti tiedon etsintätaitoa ja tieteellisten artikkeleiden lukutaitoa.

Oppimisemme pohjautuu vahvasti käytännön työstä saatuihin kokemuksiin, joten oli luonnollista valita käytännönläheinen opinnäytetyön aihe. Työmäärän suuruus yllätti meidät, vaikka osasimme aavistaa käytännön tutkimuksen vaativan paljon työtä. Tutkimuksen suunnitteluun, toteutukseen, tulosten tulkintaan ja tutkimusraportin kirjoittamiseen kului paljon aikaa. Kattavan tutkimussuunnitelman tekeminen kannatti, koska siitä oli paljon apua tutkimuksen toteutus- ja raportointivaiheessa. Tutkimusraportin kirjoittaminen oli haastavaa yrittäessämme sovittaa yhteen kahden eri tavalla kirjoittavan ihmisen tekstiä niin, että lopputulos täyttäisi asiatyylisen tekstin kriteerit.

Opinnäytetyöprosessi kasvatti meitä ammatillisesti ja laajensi osaamistamme peruslaboratoriotyöstä käytännön tutkimuksen toteutukseen. Ennen opinnäytetyöprosessin alkua kumpikaan meistä ei ollut tehnyt minkäänlaista tieteellistä tutkimusta. Tutkimusta tehdessä erityisesti ongelmanratkaisukykyimme kehittyi pohtiessamme esimerkiksi erilaisia koeasetelmia ja selkeintä tulosten esitystapaa. Moniammatillisuuden merkitys ammatissamme korostui, sillä kemistien neuvoista ja vinkeistä oli valtavasti hyötyä. Mielestämme onnistuimme tutkimuksen toteuttamisessa hyvin. Olemme ylpeitä tekemästämme työstä ja osallisuudestamme laboratoriotyön kehittämiseen ja laboriotutkimustulosten luotettavuuden parantamiseen.

## LÄHTEET

**Aro, A.** 2008. Folaatti ja foolihappo. Päivitetty 04.08.2008. Duodecim Terveyskirjasto, Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 24.03.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=skr00043](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=skr00043)

**Aro, A.** 2009. Vitamiinit ja kivennäisaineet. Päivitetty 19.1.2009. Duodecim Terveyskirjasto, Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 10.6.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=seh00151](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00151)

**Bjälje, J., Haug, E., Sand, O., Sjaastad, Ø. & Toverud, K.** 2008. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 1.-5. painos. Suom. Meditrans Oy. Helsinki: WSOY.

**Clement, N. & Kendall, B.** 2009. Effect of Light on Vitamin B12 and Folate. Laboratory Medicine 40 (11), 657-659. Viitattu 20.4.2011.

<http://labmed.ascpjournals.org/content/40/11/657.full>

**DiaSorin Inc.** LIAISON<sup>®</sup> 25 OH Vitamin D TOTAL Assay (310600). USA, Stillwater, MN. Menetelmäkuvaus.

**Duodecim Terveyskirjasto<sup>1</sup>.** Kalsitrioli. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 24.03.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt01462](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt01462)

**Duodecim Terveyskirjasto<sup>2</sup>.** Kofaktori. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 13.10.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti/%5C%5Cwww.yyl.fi/http://www.duodecim.fi/http://www.ktl.fi/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt01654](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti/%5C%5Cwww.yyl.fi/http://www.duodecim.fi/http://www.ktl.fi/tk.koti?p_artikkeli=ltt01654)

**Duodecim Terveyskirjasto<sup>3</sup>.** Malabsorptio. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 1.10.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt02042&p\\_haku=Malabsorptio](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt02042&p_haku=Malabsorptio)

**Duodecim Terveyskirjasto<sup>4</sup>.** Megaloblastianemia. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 1.10.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=Itt02077&p\\_haku=megaloblastinen%20anemia](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Itt02077&p_haku=megaloblastinen%20anemia)

**Duodecim Terveyskirjasto<sup>5</sup>.** Pernisioosi anemia. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 1.10.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=Itt02580&p\\_haku=Pernisioosi%20anemia](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Itt02580&p_haku=Pernisioosi%20anemia)

**Fimlab Laboratoriot Oy.** 2009. B12-VITAMIINI. Päivitetty 19.11.2009. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Tampere. Viitattu 27.10.2011.

[http://www.laboratorio.fi/lake/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu\\_id=166;id=3486;tila=1](http://www.laboratorio.fi/lake/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu_id=166;id=3486;tila=1)

**Fimlab Laboratoriot Oy.** 2010a. D-VITAMIINI. Päivitetty 28.05.2010. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Tampere. Viitattu 31.10.2011.

[http://www.laboratorio.fi/lake/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu\\_id=166;id=3669;tila=1](http://www.laboratorio.fi/lake/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu_id=166;id=3669;tila=1)

**Fimlab Laboratoriot Oy.** 2010b. FOLAATTI. Päivitetty 18.02.2010. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Tampere. Viitattu 31.10.2011.

[http://www.laboratorio.fi/lake/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu\\_id=166;id=3605;tila=1](http://www.laboratorio.fi/lake/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu_id=166;id=3605;tila=1)

**FINAS.** Mitä on akkreditointi? Mittatekniikan keskus. Espoo. Viitattu 13.10.2011.

<http://www.mikes.fi/frameset.aspx?categoryID=2&url=page.aspx%3FpageID%3D25%26contentID%3D141>

**Hahn-Nokela, I., Kyllönen, J. & Liesvuori, J.** 2006. Perifeerisen veren sivelyvalmiste ja sen morfologinen tutkiminen. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja B 2/2006. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, Terveysala Kuopio. Opinnäytetyö.

**Hiitola, J. & Urpilainen, I.** 2010. Statiinien pitkäaikaiskäytön vaikutus veren D-vitamiinipitoisuuteen. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 24.3.2011.  
[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/22381/Hiitola\\_Jaana.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/22381/Hiitola_Jaana.pdf?sequence=1)

**Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P.** 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

**HUSLAB.** 2010. B12-vitamiini, seerumista 1137 S -B12-Vit. Päivitetty 01.12.2010. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Helsinki. Viitattu 22.4.2011.  
[http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1137&terms=b12](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1137&terms=b12)

**HUSLAB.** 2011a. D-vitamiini-25-OH, seerumista. Päivitetty 18.10.2011. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Helsinki. Viitattu 27.10.2011. [http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1220&terms=d-25](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1220&terms=d-25)

**HUSLAB.** 2011b. Folaatti, punasoluista, paastotilassa. Päivitetty 03.04.2011. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Helsinki. Viitattu 27.10.2011. [http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1414&terms=folaat](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1414&terms=folaat)

**HUSLAB.** 2011c. Folaatti, seerumista, paastotilassa. Päivitetty 05.04.2011. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Helsinki. Viitattu 27.10.2011. [http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1416&terms=folaat](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1416&terms=folaat)

**Islab<sup>1</sup>.** fE-Folaatti fE-Folaat, 1414. Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen web-ohjekirja. Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB). Kuopio. Viitattu 26.4.2011. <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp?indeksi=672>

**Islab<sup>2</sup>.** fS-Folaatti fS-Folaat, 1416. Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen web-ohjekirja. Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB). Kuopio. Viitattu 26.4.2011. <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp?indeksi=669>

**Islab<sup>3</sup>.** P -B-12-Vitamiini P -B12-Vit, 4824. Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen web-ohjekirja. Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB). Kuopio. Viitattu 26.4.2011. <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp?indeksi=3985>

**Islab**<sup>4</sup>. S -D-Vitamiini-25-OH S -D-25, 1220. Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen web-ohjekirja. Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB). Kuopio. Viitattu 26.4.2011. <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp?indeksi=500>

**Islab**<sup>5</sup>. S -D-Vitamiini-1,25-OH S -D-1.25, 3163. Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen web-ohjekirja. Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB). Kuopio. Viitattu 26.4.2011. <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp?indeksi=1732>

**Jyväskylän yliopisto**. Määrällinen tutkimus. Jyväskylä. Viitattu 27.10.2011. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>

**Komaromy-Hiller, G., Nuttall, KL. & Ashwood, ER.** 1997. Effect of storage on serum vitamin B12 and folate stability. *Annals of Clinical and Laboratory Science* 27 (4), 249-253. Viitattu 20.4.2011. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9210969>

**Kösem, A., Şeneş, M., Topkaya, C. & Yücel, D.** 2007. Effect of Light on Serum Vitamin B12 and Folate Levels. *Turkish Journal of Biochemistry* 32 (2), 61-64. Viitattu 20.4.2011. <http://www.turkjbiochem.com/2007/061-064.pdf>

**Laatikainen, A.** 2009. Immunologia. Savonia-ammattikorkeakoulu Terveysala Kuopio. Syksy 2009. Kurssimateriaali. Kuopio, 1-10.

**Laitinen, K.** 2003. Foolihappo – elintärkeä vitamiini? *Apteekkari* (7), 20-21. Viitattu 15.9.2011. <http://www.uku.fi/~kroger/klik2/kysymys/kysymys7-03.pdf>

**Linko, S.** 2007. Preanalytiikka; tärkeä osa analytiikan laatua. *Moodi* 31 (1), 21.

**Liikanen, E.** 2009. Kliininen Laboratoriotiede. *Palmenia-sarja* 63. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press Oy Yliopistokustannus.

**Lissner, D., Mason, R. & Posen, S.** 1981. Stability of Vitamin D Metabolites In Human Blood Serum and Plasma. *Clinical Chemistry* 27 (5), 773-774. Viitattu 20.4.2011. [http://www.clinchem.org/cgi/reprint/27/5/773?ijkey=18299c06b2011fc0fc11bc0206b5a078c1302b80&keytype2=tf\\_ipsecsha](http://www.clinchem.org/cgi/reprint/27/5/773?ijkey=18299c06b2011fc0fc11bc0206b5a078c1302b80&keytype2=tf_ipsecsha)

**Mastropaolo, W. & Wilson, MA.** 1993. Effect of Light on Serum B12 and Folate Stability. *Clinical Chemistry* 39 (5), 913. Viitattu 20.4.2011.

<http://www.clinchem.org/cgi/reprint/39/5/913/a>

**Mustajoki, P.** 2010. Autoimmuunisairaudet. Päivitetty 27.10.2010. Duodecim Terveyskirjasto, Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 13.10.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00010](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00010)

**Opetushallitus.** 2011. SWOT-analyysi. Päivitetty 2.2.2011. Opetushallitus. Helsinki. Viitattu 1.5.2011. [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/laadunhallinnan\\_tuki/wbl-toi/menetelmia\\_ja\\_tyovalineita/swot-analyysi](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi)

**Penttilä, I.** 2004. Tutkimustulosten laatu ja laadunvarmistus. Teoksessa I. Penttilä (toim.) *Kliiniset Laboratoriotutkimukset*. Helsinki: WSOY, 35–39.

**Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri.** 2011a. B12-vitamiini, seerumista 1137 S - B12-Vit. Päivitetty 21.09.2011. Oulun Yliopistollinen Sairaala. Oulu. Viitattu 30.9.2011. [http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1137&terms=b12](http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1137&terms=b12)

**Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri.** 2011b. D-vitamiini-25-OH, seerumista. Päivitetty 21.09.2011. Oulun Yliopistollinen Sairaala. Oulu. Viitattu 31.10.2011. [http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1220&terms=d-vitamiini](http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1220&terms=d-vitamiini)

**Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri.** 2011c. Folaatti, punasoluista, paastotilassa. Päivitetty 21.09.2011. Oulun Yliopistollinen Sairaala. Oulu. Viitattu 31.10.2011. [http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1414&terms=folaatit](http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1414&terms=folaatit)

**Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri.** 2011d. Folaatti, seerumista, paastotilassa. Päivitetty 21.09.2011. Oulun Yliopistollinen Sairaala. Oulu. Viitattu 31.10.2011. [http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1416&terms=folaatit](http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1416&terms=folaatit)

**Roche Diagnostics GmbH.** 2010. RBC Folate Hemolyzing Reagent, REF 12017741 122. Germany, Mannheim. Menetelmäkuvaus.

**Roche Diagnostics GmbH.** 2011a. Vitamin B12, REF nro 04745736 190. Germany, Mannheim. Menetelmäkuvaus.



**Roche Diagnostics GmbH.** 2011b. Folate III (Folate), REF nro 04476433 190. Germany, Mannheim. Menetelmäkuvaus.

**Ruokatieto Yhdistys ry.** Vitamiinien merkitys ja suositeltava saanti. Vantaa. Viitattu 18.10.2011.

[http://opetus.ruokatieto.fi/Suomeksi/Nuoret/Ravitsemus/Suojaravintoaineet/Vitamiinien\\_merkitys\\_ja\\_suosittelava\\_saanti](http://opetus.ruokatieto.fi/Suomeksi/Nuoret/Ravitsemus/Suojaravintoaineet/Vitamiinien_merkitys_ja_suosittelava_saanti)

**Salonen, J.** 2010. B12-vitamiinin tai foolihapon puutos. Päivitetty 19.11.2010. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 3.10.2011.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00788](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00788)

**Savonia-ammattikorkeakoulu.** 2008. Bioanalytikko (amk) opetussuunnitelma syksy 2008. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

**SFS-EN ISO 15189:2007.** 2007. Lääketieteelliset laboratoriot. Erityisvaatimukset laadulle ja pätevyydelle. Standardi.

**Suomen Bioanalytikkoliitto ry.** 2006. Bioanalytikon, laboratoriohoitajan eettiset ohjeet. Päivitetty 1.9.2006. Suomen Bioanalytikkoliitto ry. Helsinki. Viitattu 21.9.2011. <http://www.bioanalytikkoliitto.fi/@Bin/28024/Eettiset+ohjeet+suomi.pdf>

**Tuokko, S., Rautajoki, A. & Lehto, L.** 2008. Kliiniset laboratorionäytteet - opas näytteiden ottoa varten. Helsinki: Tammi

**TYKSLAB.** 2010. Folaatti, seerumista, paastotilassa. Päivitetty 24.09.2010. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Turku. Viitattu 31.10.2011. [http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1416&terms=folaatit](http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1416&terms=folaatit)

**TYKSLAB.** 2011a. P -B12-Vitamiini. Päivitetty 28.03.2011. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Turku. Viitattu 31.10.2011. [http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=4824&terms=b12](http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt_show.exe?assay=4824&terms=b12)

**TYKSLAB.** 2011b. D-vitamiini-25-OH, seerumista. Päivitetty 11.08.2011. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Turku. Viitattu 31.10.2011. [http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1220&terms=d-25](http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1220&terms=d-25)

**TYKSLAB.** 2011c. Folaatti, punasoluista, paastotilassa. Päivitetty 11.08.2011. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Turku. Viitattu 31.10.2011. [http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1414&terms=folaat](http://huslab.fi/cgi-bin/tykslab/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1414&terms=folaat)

**VITA Laboratorio.** 2011a. B12-VITAMIINI. Laboratoriokäsikirja. Päivitetty 15.02.2011. VITA Laboratorio. Helsinki. Viitattu 27.10.2011. [http://www.vita.fi/etsi.php?tutk\\_id=33](http://www.vita.fi/etsi.php?tutk_id=33)

**VITA Laboratorio.** 2011b. D-VITAMIINI-25-OH. Laboratoriokäsikirja. Päivitetty 14.02.2011. VITA Laboratorio. Helsinki. Viitattu 27.10.2011. [http://www.vita.fi/etsi.php?tutk\\_id=69](http://www.vita.fi/etsi.php?tutk_id=69)

**VITA Laboratorio.** 2011c. Folaatti. Laboratoriokäsikirja. Päivitetty 21.02.2011. VITA Laboratorio. Helsinki. Viitattu 27.10.2011. [http://www.vita.fi/etsi.php?tutk\\_id=91](http://www.vita.fi/etsi.php?tutk_id=91)

**Vuoristo, M.** 2007. Ravintoaineiden imeytymishäiriöt. Päivitetty 13.9.2007. Duodecim Terveyskirjasto, Kustannus Oy Duodecim. Helsinki. Viitattu 1.10.2011. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=kel00012](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=kel00012)

**Wieldersa, J. & Wijnberg, F.** 2009. Preanalytical Stability of 25(OH)-Vitamin D3 in Human Blood or Serum at Room Temperature: Solid as a Rock. *Clinical Chemistry* 55 (8), 1584-1585. <http://www.clinchem.org/cgi/content/full/55/8/1584>

**Yhtyneet Medix laboratoriot.** 2010a. B12-vitamiini (Kobalamiini). Laboratoriokäsikirja. Päivitetty 27.04.2010. Yhtyneet Medix laboratoriot. Espoo. Viitattu 27.10.2011. <http://www.yml.fi/do.xsp?viewType=productview&redirect1=%2Fdo.xsp%3FobjectType%3Dproduct%26viewType%3Dlistview%26indexLetter%3DB&objectType=product&directoryType=&productOID=43>

**Yhtyneet Medix laboratoriot.** 2010b. Folaatti. Laboratoriokäsikirja. Päivitetty 02.07.2010. Yhtyneet Medix laboratoriot. Espoo. Viitattu 27.10.2011. <http://www.yml.fi/do.xsp?viewType=productview&redirect1=%2Fdo.xsp%3FobjectType%3Dproduct%26viewType%3Dlistview%26indexLetter%3DF&objectType=product&directoryType=&productOID=131>

**Yhtyneet Medix laboratoriot.** 2011. D-vitamiini-25-OH. Laboratoriokäsikirja. Päivitetty 14.09.2011. Yhtyneet Medix laboratoriot. Espoo. Viitattu 27.10.2011. <http://www.yml.fi/do.xsp?viewType=productview&redirect1=%2Fdo.xsp%3FobjectType%3Dproduct%26viewType%3Dlistview%26indexLetter%3DD&objectType=product&directoryType=&productOID=105>

Yliopistosairaaloiden ja yksityisten laboratorioiden B<sub>12</sub>-vitamiini-, 25-OH-D-vitamiini-, punasolujen folaatti- ja seerumin folaatti -näytteiden valosuojauskäytännöt

**Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB):**

Tutkimus	Valosuojaus
P-B-12-Vitamiini (P-B12-Vit, 4824)	Kyllä
S-D-Vitamiini-25-OH (S-D-25, 1220)	Kyllä
fE-Folaatti (fE-Folaat, 1414)	Kyllä
fS-Folaatti (fS-Folaat, 1416)	Kyllä

**Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin laboratorioliikelaitos (HUSLAB):**

Tutkimus	Valosuojaus
B12-vitamiini, seerumista (S-B12-Vit 1137)	Ei mainita
D-vitamiini-25-OH, seerumista (S-D-25, 1220)	Kyllä
Folaatti, punasoluista, paastotilassa (fE-Folaat 1414)	Kyllä
Folaatti, seerumista, paastotilassa (fS-Folaat 1416)	Kyllä

**Oulun yliopistollinen sairaala (OYS):**

Tutkimus	Valosuojaus
B <sub>12</sub> -vitamiini, seerumista (S-B12-Vit, 1137)	Ei mainita
D-vitamiini-25-OH, seerumista (S-D-25, 1220)	Kyllä
Folaatti, punasoluista, paastotilassa (fE-Folaat, 1414)	Kyllä
Folaatti, seerumista, paastotilassa (fS-Folaat, 1416)	Kyllä

**Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin verkostoitunut laboratorio (TYKSLAB):**

Tutkimus	Valosuojaus
P-B12-Vitamiini (P-B12-Vit, 4824)	Ei mainita
D-vitamiini-25-OH, seerumista (S-D-25, 1220)	Kyllä
Folaatti, punasoluista, paastotilassa (fE-Folaat, 1414)	Ei mainita
Folaatti, seerumista, paastotilassa (fS-Folaat, 1416)	Kyllä

**Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymän laboratorioyhtiö (Fimlab Laboratoriot Oy):**

Tutkimus	Valosuojaus
B <sub>12</sub> -vitamiini (S-B12-Vit, 1137)	Ei mainita
D-vitamiini (S-D-25, 1220)	Kyllä
Folaatti (fE-Folaat, 1414)	Kyllä
Folaatti (fS-Folaat, 1416)	Kyllä

**VITA Laboratorio (yksityinen):**

<b>Tutkimus</b>	<b>Valosuojaus</b>
B <sub>12</sub> -vitamiini (S -B12-Vit, 1137)	Ei mainita
D-vitamiini (S-D-25, 1220)	Kyllä
Folaatti (fE-Folaat, 1414)	Kyllä
Folaatti (fS-Folaat, 1416)	Kyllä

**Yhtyneet Medix laboratoriot (yksityinen):**

<b>Tutkimus</b>	<b>Valosuojaus</b>
B <sub>12</sub> -vitamiini (S -B12-Vit, 1137)	Ei mainita
D-vitamiini (S-D-25, 1220)	Kyllä
Folaatti (fE-Folaat, 1414)	Kyllä
Folaatti (fS-Folaat, 1416)	Kyllä

”Muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat” -taulukoiden lukuohje

”**Valorasitetujen näytteiden ero 0-näytteeseen aikapisteittäin (%)**” kertoo kuinka paljon eri valorasitusaikeiden jälkeen mitatut vitamiinipitoisuudet eroavat nollanäytteen vitamiinipitoisuudesta. Ero kuvaa olosuhteiden (esimerkiksi säilytyslämpötila ja aika) ja valoaltistuksen *yhteisvaikutusta* vitamiinipitoisuuteen.

”**24 h (p) -näytteen ero 0-näytteeseen (%)**” kertoo, kuinka paljon 24 h pimeässä säilytetyn näytteen vitamiinipitoisuus eroaa 0-näytteen vitamiinipitoisuudesta. Ero kuvaa *pelkkien olosuhteiden* vaikutusta vitamiinipitoisuuteen.

”**24 h näytteen ero 24 h (p) näytteeseen**” kertoo, kuinka paljon 24 h valorasitetun näytteen vitamiinipitoisuus eroaa 24 h pimeässä säilytetyn näytteen vitamiinipitoisuudesta. Koska 24 h valorasitettu ja 24 h pimeässä säilytetty näyte ovat altistuneet samoille olosuhteille, ero kuvaa *pelkän valoaltistuksen* vaikutusta vitamiinipitoisuuteen.

”**Keskiarvot (%)**” kertoo kunkin sarakkeen muutosprosenttien keskiarvon. Se kuvaa, paljonko vitamiinipitoisuudet muuttuivat keskimäärin kymmenen vapaaehtoisen näytteissä.

”**Keskihajonta (%-yks.)**” kertoo kuinka monta prosenttiyksikköä muutosprosentit keskimäärin eroavat keskiarvosta. Jos muutosprosenttien keskihajonta on esimerkiksi 2,8 %-yks., eroavat muutosprosentit keskiarvosta keskimäärin 2,8 prosenttiyksikköä. Pieni keskihajonta kertoo yhtenevistä tuloksista, suuri keskihajonta hajonnasta tuloksissa.

”**Kokonaismuutos (%)**” on ”24 h (p) -näytteen ero 0-näytteeseen” -sarakkeen keskiarvon ja ”24 h näytteen ero 24 h (p) näytteeseen” -sarakkeen keskiarvon summa. Se kuvaa olosuhteiden ja valorasituksen yhteisvaikutusta 24 tunnin näytteissä ja on suunnilleen sama kuin ”24 h valorasitetun näytteen ero 0-näytteeseen” -sarakkeen keskiarvo, koska 24 h valorasitettu näyte on altistunut sekä olosuhteille että valolle.

B<sub>12</sub>-vitamiinipitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

← Näytteet	0-näytteen pitoisuus (pmol/l)	Valorasitettujen näytteiden ero 0-näytteeseen aikapisteittäin (%)			24 h (p) -näytteen ero 0-näytteeseen (%)	24 h näytteen ero 24 h (p) näytteeseen (%)
		Olosuhteiden ja valorasituksen yhteisvaikutus			Olosuhteiden vaikutus	Valorasituksen vaikutus
		4 h	8 h	24 h		
1	499,3	-8,5 %	-11,9 %	-11,5 %	-5,6 %	-6,2 %
2	371,3	-8,7 %	-8,7 %	-10,1 %	-1,0 %	-9,2 %
3	449,8	-8,4 %	-6,4 %	-6,3 %	-6,1 %	-0,2 %
4	481,2	-9,8 %	-11,0 %	-10,1 %	-3,5 %	-6,8 %
5	587,6	-9,9 %	-10,2 %	-10,5 %	-7,6 %	-3,1 %
6	417,3	-6,0 %	-4,7 %	-6,5 %	-2,8 %	-3,8 %
7	917,5	-11,0 %	-8,9 %	-9,5 %	-5,8 %	-3,9 %
8	247,3	-4,0 %	-6,2 %	-7,8 %	-14,1 %	7,3 %
9	191,6	-3,9 %	-6,9 %	-6,9 %	-3,1 %	-3,9 %
10	695,2	-10,8 %	-10,2 %	-10,3 %	-5,6 %	-5,0 %
		<b>Keskiarvo (%)</b>				
		-8,1 %	-8,5 %	-9,0 %	-5,5 %	-3,5 %
		<b>Keskihajonta (%-yks.)</b>				
		2,6	2,4	1,9	3,6	4,5

25-OH-D-vitamiinipitoisuuksien muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

← Näytteet	0-näytteen pitoisuus (nmol/l)	Valorasitettujen näytteiden ero 0-näytteeseen aikapisteittäin (%)			24 h (p) - näytteen ero 0-näytteeseen (%)	24 h näytteen ero 24 h (p) näytteeseen (%)
		Olosuhteiden ja valorasituksen yhteisvaikutus			Olosuhteiden vaikutus	Valorasituksen vaikutus
		4 h	8 h	24 h		
1	90,8	2,0 %	2,2 %	1,5 %	-6,4 %	8,5 %
2	74,7	7,5 %	-11,5 %	-8,3 %	-17,0 %	10,5 %
3	120	-3,3 %	-3,3 %	-10,0 %	-9,2 %	-0,9 %
4	51,1	-10,6 %	-6,1 %	-17,6 %	6,1 %	-22,3 %
5	115	1,7 %	-10,4 %	-10,4 %	-8,7 %	-1,9 %
6	37,4	4,5 %	7,2 %	4,0 %	7,5 %	-3,2 %
7	96,8	1,1 %	2,3 %	-6,6 %	-1,4 %	-5,2 %
8	42,6	11,7 %	16,2 %	8,7 %	0,9 %	7,7 %
9	66,7	-5,4 %	6,0 %	-4,6 %	-3,0 %	-1,7 %
10	51,6	-1,2 %	-7,0 %	-11,0 %	-8,5 %	-2,8 %
<b>Keskiarvo (%)</b>						
		<b>0,8 %</b>	<b>-0,4 %</b>	<b>-5,4 %</b>	<b>-4,0 %</b>	<b>-1,1 %</b>
<b>Keskihajonta (%-yks.)</b>						
		6,4	8,8	8,0	7,5	8,8



Punasolujen folaatin muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

Näytteet ↓	0-näytteen pitoisuus (nmol/l)	Valorasitettujen näytteiden ero 0-näytteeseen aikapisteittäin (%)		
		Olosuhteiden ja valorasituksen yhteisvaikutus		
		4 h	8 h	24 h
1	11.97	4,3 %	5,3 %	-1,7 %
2	14.92	-0,8 %	0,9 %	-0,6 %
3	16.52	12,3 %	10,4 %	1,8 %
4	16.32	-4,7 %	-7,4 %	-8,3 %
5	16.77	5,6 %	5,6 %	-8,0 %
6	14.67	-1,4 %	1,6 %	-0,3 %
7	14.83	-1,2 %	2,2 %	6,4 %
8	13.00	-8,6 %	-5,8 %	-7,8 %
9	14.49	-1,3 %	-0,4 %	-4,0 %
10	14.76	2,2 %	-2,7 %	-0,1 %
		<b>Keskiarvo (%)</b>		
		<b>0,6 %</b>	<b>1,0 %</b>	<b>-2,3 %</b>
		<b>Keskihajonta (%-yks.)</b>		
		5,8	5,4	4,8

Seerumin folaatin muutosprosentit, keskiarvot ja keskihajonnat

Näytteet ↓	0-näytteen pitoisuus (nmol/l)	Valorasitettujen näytteiden ero 0-näytteeseen aikapisteittäin (%)			24 h (p) -näytteen ero 0-näytteeseen (%)	24 h näytteen ero 24 h (p) näyttee- seen (%)
		Olosuhteiden ja valorasituksen yhteisvaikutus				
		4 h	8 h	24 h	Olosuhteiden vaikutus	Valorasituksen vaikutus
1	7.58	0,4 %	-22,4 %	-31,5 %	-37,3 %	9,3 %
2	12.48	-14,6 %	-31,7 %	-51,2 %	-45,0 %	-11,4 %
3	11.15	-14,4 %	-17,0 %	-22,8 %	-34,5 %	17,9 %
4	13.76	-7,8 %	-11,3 %	-22,5 %	-12,7 %	-11,2 %
5	18.07	-11,3 %	-24,4 %	-29,8 %	-17,9 %	-14,6 %
6	37.05	-6,7 %	-15,8 %	-34,3 %	-14,8 %	-22,9 %
7	21.93	-11,2 %	-24,2 %	-38,7 %	-19,8 %	-23,5 %
8	10.00	-17,3 %	-28,6 %	-31,4 %	-25,0 %	-8,5 %
9	8.64	-8,9 %	-12,3 %	-31,6 %	-20,4 %	-14,1 %
10	10.54	-13,6 %	-30,4 %	-32,1 %	-33,1 %	1,6 %
<b>Keskiarvo (%)</b>						
		<b>-10,6 %</b>	<b>-21,8 %</b>	<b>-32,6 %</b>	<b>-26,1 %</b>	<b>-7,7 %</b>
<b>Keskihajonta (%-yks.)</b>						
		5,1	7,4	8,1	10,8	13,4


 ITÄ-SUOMEN LABORATORIOKESKUKSEN  
 LIIKELAITOSKUNTAYHTYMÄ

 HOITOTIETEEN JA MUIDEN TERVEYS-  
 TIETEIDEN TUTKIMUSLUPAHAKEMUS

Nro / 20

Hakemuksen käsittely on kuvattu hallinnollisessa ohjeessa "Hoitotieteen ja muiden terveystieteiden tutkimuksen ohjeet Kuopion yliopistollisessa sairaalassa". Hakemukseen liitetään tutkimussuunnitelma aineiston keruulomakkeineen ja saatteineen, rahoitussuunnitelma.

**HAKIJA**

Vastuullinen tutkija

Mari Heikkinen &amp; Lida Salo

Nimi

Osoite, puh, s-posti

Muut tutkijat

Kari Savolainen

Sari Väisänen

Työ- tai opiskelupaikka

Savonia-ammattikorkeatoulu Terveystalo Kuopio

Virka/toimi (ei koske opiskelijoita)

 Opiskelupaikka  AMK mikä

 yliopisto mikä

 muu mikä

Suoritettava tutkinto

Bioanalytiikko (AMK)

**TUTKIMUS**

Tutkimuksen nimi

 Valoaltistuksen vaikutus D-25-vitamiini-, D-1,25-vitamiini-, B<sub>12</sub>-vitamiini- ja folaatipitoisuuksiin seerumi-, plasma- tai kokoverinäytteissä

Tutkimuksen lyhyt kuvaus (mm. tutkimuksen tarkoitus, kohderyhmä ja tutkimusmenetelmät) sekä julkaisusuunnitelma (maksimissaan 300 sanaa)

Opinnäytetyönä tekemämme tutkimuksen lähtökohdat on epäily D-vitamiini-, B<sub>12</sub>-vitamiini- ja folaatinäytteiden valolta suojaamisen todellisesta tarpeellisuudesta. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, onko D-25- ja D-1,25-vitamiini-, folatti- ja B<sub>12</sub>-vitamiininäytteiden valolta suojaamisen todellia tarpeellista. Tavoitteena on saada tietoa, jonka valossa tutkimuksen tilaaja voi karsia mahdollisen ylimääräisen, aikaa vievän työvaiheen tai vähentää sen merkityksen luotettavuudelta. Tutkimus toteutetaan analysoimalla tutkitun analyysin pitoisuuksia kymmenen vaparaentaisen verinäytteenantajan verolta suojatuista ja -suojaamattomista näytteistä 0 y.ö ja 24 h kuluttua näytteenotosta. Tulokset analysoidaan SPSS-ohjelmalla ja kirjataan joulupöytäkirjoihin opinnäytetyöraporttiin, jota julkaistaan opinnäytetyöseminaarissa sekä ISLAB:n kliinisen laboratorion henkilökunnalle suunnatussa tilaisuudessa loppuvuodesta 2011. Tutkimustulokset esitellään mahdollisesti myös syksyllä 2011 järjestettävässä seminaarisarjassa tai artikkelina alustuksessa.

Tutkimus on

 amk-tutkinto

 ylempi amk-tutkinto

 pro gradu

 lisensiaattityö

 väitöskirja

 muu, mikä

Monikeskustutkimus

 ei

 kyllä

 kansallinen

 kansainvälinen

 Tutkimuksen kokonaisaikataulu  
 vuosi 2011

Aikataulu KYSissä/Islabissa

 näytteenotto - käsittely ja analysointi 9.-20.5.2011  
 osi näytteistä analysoidaan kesällä 2011

Kustannukset

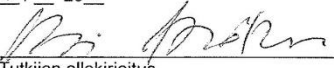
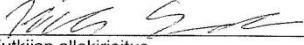
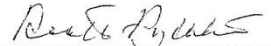

 Arvio KYSille ja Islabille koituvista kustannuksista 1000-1400 €

Tarkempi kustannuserittely esitettävä erillisellä liitteellä.

 Ei aiheuta kustannuksia KYSille/Islabille

ISLAB 210-1.



<b>Tutkimuseettisen toimikunnan lausunto</b>	
<input type="checkbox"/> annettu <input type="checkbox"/> käsittelyssä <input type="checkbox"/> ei ole haettu	
Toimikunta _____	Lausunto nro _____ pvm _____
<b>Johtajayliääkärin lupa rekisteritutkimuksia varten</b>	
<input type="checkbox"/> annettu <input type="checkbox"/> käsittelyssä <input type="checkbox"/> ei ole haettu	
	pvm _____
<b>STM:n lupa rekisteritutkimuksia varten</b>	
<input type="checkbox"/> annettu <input type="checkbox"/> käsittelyssä <input type="checkbox"/> ei ole haettu	
	pvm _____
<b>Henkilöstöpäällikön lupa henkilökuntaa koskevia tutkimuksia varten</b>	
<input type="checkbox"/> annettu <input type="checkbox"/> käsittelyssä <input type="checkbox"/> ei ole haettu	
	pvm _____
<b>Muu lupa (mikä)</b>	
<input type="checkbox"/> annettu <input type="checkbox"/> käsittelyssä	
<b>ALLEKIRJOITUS JA SITOUMUS</b>	
Allekirjoittaneet tutkijat sitoutuvat noudattamaan tulosyksikön esimiesten antamia ohjeita, sairaalan yleisiä sääntöjä sekä salassapito- ja vaitiolovelvollisuutta ja lähettämään tutkimusraportin yksikköön jossa tutkimus on tehty sekä luvan myöntäjälle.	
<u>5/5 2011</u>	
	
Tutkijan allekirjoitus	Tutkijan allekirjoitus
Mari Heikkinen	Liida Sato
Nimen selvennys	Nimen selvennys
Tutkijan allekirjoitus	Tutkijan allekirjoitus
Nimen selvennys	Nimen selvennys
<b>OPINNÄYTETYÖN OHJAAJAT</b>	
	
Ohjaajan allekirjoitus	Ohjaajan allekirjoitus
Reeta Pykkönen	
Nimen selvennys	Nimen selvennys
Osoite, puhelin, s-posti	Osoite, puhelin, s-posti
<b>PUOLTO</b> Potilastutkimuksissa puolto tarvitaan joko tulosyksikön ylilääkäriltä (yksi tulosyksikkö) tai johtajayliääkäriltä (useita tulosyksiköitä).	
<input checked="" type="checkbox"/> Puollan hakemusta	
<input type="checkbox"/> En puolla, perustelut	
<u>5/5 2011</u>	
	
Allekirjoitus	Kari Punnonen Toimitusjohtaja Itä-Suomen laboratoriotokeskuksen liikelaitekeskustayhtymä
Nimen selvennys, virka-asema	



ITÄ-SUOMEN LABORATORIOKESKUKSEN  
LIIKELAITOSKUNTAYHTYMÄ

HOITOTIETEEN JA MUIDEN TERVEYS-  
TIETEIDEN TUTKIMUSLUPAHAKEMUS

PÄÄTÖS	
<input type="checkbox"/>	Myönnän tutkimusluvan
<input type="checkbox"/>	Myönnän tutkimusluvan, mutta ennen tutkimuksen aloittamista tutkimukselle tulee hakea tutkimuseettisen toimikunnan lausunto / johtajayliääkärin lupa rekisteritutkimuksia varten / STM:n lupa rekisteritutkimuksia varten / KYS:n henkilöstöpäällikön lupa henkilökuntaa koskevia tutkimuksia varten / muu lupa, mikä
_____	
<input type="checkbox"/>	Tulosyksikön / -alueen ylihoitajan / hallintoylihoitajan päätös nro _____
<input type="checkbox"/>	Islabin aluelaboratorion johtajan päätös _____
__ / __ 20 __	
Allekirjoitus	
Nimen selvennys	
Yhteyshenkilö Islabissa/KYSissä (Tulosyksikön /-alueen ylihoitaja tai hallintoylihoitaja nimeää)	
Nimi	Työyksikkö
S-posti	Puhelin

**LIITTEET**

- Tutkimussuunnitelma 23 sivua + liitteet 2 sivua
- Rahoitussuunnitelma 1 sivua
- Muita liitteitä \_\_\_\_\_ sivua