



# **Virtaussytometrian perehdytys- materiaalin kehittäminen**

Iina Kujanpää

OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2021

Bioanalyttikko (ylempi AMK), Kliininen asiantuntija  
Bioanalytiikan kehittämisosaaminen

## SISÄLLYS

|    |                                                                              |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | JOHDANTO .....                                                               | 7  |
| 2  | OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TUTKIMUSTEHTÄVÄT JA TAVOITE<br>8                    |    |
| 3  | TUTKIMUKSELLINEN KEHITTÄMISTOIMINTA.....                                     | 9  |
| 4  | VIRTAUSSYTOMETRIA FIMLAB LABORATORIOT OY:SSÄ.....                            | 11 |
| 5  | VIRTAUSSYTOMETRIA MENETELMÄNÄ.....                                           | 12 |
|    | 5.1. Virtaussytometrin nestesysteemi.....                                    | 12 |
|    | 5.2. Virtaussytometriä optiikka ja siihen liittyvä elektronikka .....        | 13 |
|    | 5.2.1 FSC ja SSC .....                                                       | 14 |
|    | 5.2.2 Solusta siroavan valon detektorilla synnyttämä sähköpuls-<br>si .....  | 15 |
| 6  | IMMUNOFENOTYYPITYS.....                                                      | 17 |
|    | 6.1. Fluorokromit .....                                                      | 17 |
|    | 6.2. Kompensaatio .....                                                      | 18 |
|    | 6.3. Paneelit .....                                                          | 19 |
| 7  | NÄYTTEIDEN KÄSITTELY VIRTAUSSYTOMETRISTA ANALYYSIA<br>VARTEN .....           | 21 |
|    | 7.1. Näytteen esikäsittely ja pesu .....                                     | 22 |
|    | 7.2. Näytteen värjääminen .....                                              | 23 |
| 8  | BD FACSLYRIC™ -VIRTAUSSYTOMETRI.....                                         | 24 |
|    | 8.1. Nestesysteemi.....                                                      | 25 |
|    | 8.2. Analysaattorin optiikka .....                                           | 26 |
| 9  | VIRTAUSSYTOMETRIAAN PEREHDYTTÄMINEN.....                                     | 28 |
| 10 | OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN JA TULOKSET .....                                | 31 |
|    | 10.1. Perehdytysmateriaalin ensimmäisen version laatiminen ja tulokset<br>32 |    |
|    | 10.2. Palautekysely ja sen tulokset.....                                     | 33 |
|    | 10.2.1Perehdytysmateriaalin ulkonäkö .....                                   | 34 |
|    | 10.2.2Perehdytysmateriaalin kieliasu.....                                    | 34 |
|    | 10.2.3Perehdytysmateriaalin sisältö .....                                    | 35 |
|    | 10.2.4Muita perehdytysmateriaaliin liittyviä esiin nostettuja asioita<br>35  |    |
|    | 10.3. Perehdytysmateriaalin kehittäminen .....                               | 36 |
| 11 | POHDINTA .....                                                               | 38 |
|    | 11.1. Tulosten tarkastelu .....                                              | 38 |
|    | 11.1.1Perehdytysmateriaalin ulkonäkö .....                                   | 38 |
|    | 11.1.2Perehdytysmateriaalin kieliasu.....                                    | 39 |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 11.1.3Perehdytysmateriaalin sisältö .....                                   | 40 |
| 11.1.4Muita perehdytysmateriaaliin liittyviä esiin nostettuja asioita<br>41 |    |
| 11.2. Opinnäytetyön eettiset kysymykset .....                               | 42 |
| 11.3. Opinnäytetyön luotettavuus .....                                      | 42 |
| 11.4. Opinnäytetyöprosessi .....                                            | 43 |
| 11.5. Johtopäätökset .....                                                  | 44 |
| LÄHTEET .....                                                               | 46 |
| LIITTEET .....                                                              | 51 |
| 1 Opinnäytetyössä käytettyjä vertaisarvioituja lähteitä .....               | 51 |
| 2 Palautekyselylomake .....                                                 | 54 |
| 3 Perehdytysmateriaali .....                                                | 55 |

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Bioanalytikko (ylempi AMK), Kliininen asiantuntija  
Bioanalytiikan kehittämisosaaminen

KUJANPÄÄ, IINA  
Virtaussytometrian perehdytysmateriaalin kehittäminen

Opinnäytetyö 83 sivua, joista liitteitä 30 sivua  
Marraskuu 2021

---

Virtaussytometria on menetelmä, jota kliinisissä laboratorioissa tyypillisesti käytetään hematologisten maligniteettien diagnosointiin ja hoidon seurantaan. Virtaussytometriassa nestemäisen näytteen solut ohittavat yksi kerrallaan analysaattorin mittausalueella yhden tai useamman kohdennetun lasersäteen. Solun lasersäteessä aiheuttamien muutosten perusteella näytteen solut on mahdollista tunnistaa ja luokitella niiden ilmentämien ominaisuuksien perusteella. Virtaussytometria mahdollistaa hyvin suuren solumäärän tutkimisen verrattain lyhyessä ajassa ja sen avulla on mahdollista havaita hyvinkin pieni solupopulaatio tutkittavien solujen joukosta.

Virtaussytometria on melko pieni laboratoriotyön ala, jonka tekeminen vaatii vankkaa rutiinia. Virtaussytometrinen tutkimus on Fimlab Laboratoriot Oy:ssä keskitetty Tampereen hematologian laboratorioon, jossa virtaussytometrialla työskentelee tällä hetkellä yhteensä seitsemän laboratoriohoitajaa. Perehdytys virtaussytometrian työpisteellä työskentelyyn kestää yhteensä noin neljä viikkoa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa perehdytysmateriaali, joka vastaisi mahdollisimman hyvin juuri Tampereen hematologian laboratorion virtaussytometrian perehdytyksen tarpeisiin. Opinnäytetyön ensimmäisessä vaiheessa tuotettu perehdytysmateriaali oli tarkoitettu Fimlab Laboratoriot Oy:n Tampereen hematologian laboratorion virtaussytometrian työpisteessä työskentelevien laboratoriohoitajien käyttöön tammikuussa 2021, jolloin Tampereen hematologian laboratoriossa otettiin käyttöön kaksi uutta BD FACSLyric™ -virtaussytometria. Perehdytysmateriaalin ensimmäinen versio sisälsi ainoastaan uusien analysaattorien ominaisuuksia ja käyttöä käsittelevät luvut. Maaliskuussa 2021 uusiin virtaussytometreihin perehtyneiltä laboratoriohoitajilta kerättiin kyselytutkimuksen avulla palautetta perehdytysmateriaalista. Opinnäytetyön toisessa vaiheessa perehdytysmateriaaliin lisättiin virtaussytometrian sekä immunofenotyyppityksen teoriaa käsittelevät luvut, minkä lisäksi materiaalia kehitettiin myös kerätyn palautteen perusteella. Tulevaisuudessa perehdytysmateriaalia on tarkoitus käyttää sekä uusien työntekijöiden perehdyttämiseen, että virtaussytometrialla harjoitteluun tekevien opiskelijoiden harjoittelun tukemiseen.

---

Asiasanat: virtaussytometria, immunofenotyyppitys, perehdytys

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Master's Degree Programme in Clinical Expertise and Development  
Development Skills in Biomedical Laboratory Science

KUJANPÄÄ, IINA:  
Development of an Orientation Material for Flow Cytometry

Master's thesis 83 pages, appendices 30 pages  
November 2021

---

Flow cytometry is an instrument that measures cells that flow through an instrument in suspension. Flow cytometric analyzes are made in Fimlab Laboratoriot Oy in Tampere. There are only seven bioanalysts in Fimlab Laboratoriot Oy who work with flow cytometres. Orientation to flow cytometry takes approximately four weeks in total.

The aim was to create a material to support employees' orientation to new flow cytometry instruments in Fimlab Laboratoriot Oy. The first version of the orientation material was made to employees that already worked with flow cytometry. The orientation material was used in introduction of new BD FACSLyric™-instruments in January 2021. The first version of an orientation material contained only chapters that demonstrated how new BD FACSLyric™-instruments work. In March 2021 a survey for those who used the orientation material in their orientation was carried out. In the second phase the development of orientation material was made based on the survey. Development chapters that deal with theory of flow cytometry and immunophenotyping were added to the orientation material. In the future the orientation material will be introduced to new employees as well as students doing their practical training.

---

Key words: flow cytometry, immunophenotyping, orientation

## LYHENTEET JA TERMIT

|                                   |                                                                                                                  |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Antigeeni</b>                  | Solun pinnalla tai sisällä oleva rakenne, esimerkiksi solureseptori, johon vasta-aine voi kiinnittyä             |
| <b>Detektori</b>                  | Havaitsee ja rekisteröi solusta siroavan valon                                                                   |
| <b>Emissio</b>                    | Hiukkasen tai energian (valon) säteily ympäristöön                                                               |
| <b>Emissio-aallonpituus</b>       | Fluorokromille ilmoitettu valon aallonpituus, fluorokromin emittoivan valon aallonpituuksien spektrin huippu     |
| <b>Epitooppi</b>                  | Solun pinnalla tai sen sisällä oleva proteiinirakenne                                                            |
| <b>FSC (Forward Scatter)</b>      | Valon eteenpäinsironta                                                                                           |
| <b>Fluoresenssi</b>               | Fluorokromin virittymisen purkautumisesta syntyvä valo                                                           |
| <b>Fluorokromi</b>                | Fluoresoivalla merkkiaineella leimattu vasta-aine                                                                |
| <b>Hypotoninen liuos</b>          | Liuos, jonka osmoottinen paine on solujen osmoottista painetta matalampi                                         |
| <b>Intrasytoplasminen</b>         | Solun sytoplasmassa oleva                                                                                        |
| <b>Immunoglobuliini</b>           | Vasta-aineproteiini (koostuu raskasketjusta ja kahdesta kevytketjusta)                                           |
| <b>Monoklonaalinen vasta-aine</b> | Tietylle epitoopille solukloonin avulla tuotettu vasta-aine, jonka kaikki partikkelit ovat identtisiä keskenään  |
| <b>SSC (Side scatter)</b>         | Valon sivuttaissironta                                                                                           |
| <b>Valon sironta</b>              | Valonsäteiden hajoaminen kaikkialle ympäristöön sen osuessa tutkittavaan partikkeliin                            |
| <b>Vasta-aine</b>                 | Molekyyli, joka voi sitoutua esimerkiksi solun pinnalla tai solun sisällä olevaan solurakenteeseen (antigeeniin) |

# 1 JOHDANTO

Virtaussytometrisilla tutkimuksilla on hyvin merkittävä rooli erilaisten hematologisten maligniteettien diagnosoinnissa ja hoidon seurannassa. Analysaattorien sisäisen lasertekniikan, analytiikassa käytettävien fluoresoivien merkkiaineiden, analysointiohjelmistojen ja reagenssien kehittyminen ovat mahdollistaneet nykyisenkaltaiset monivärianalyysit, joissa sekä solun sisäisten että ulkoisten rakenteiden samanaikainen tutkiminen on mahdollista. Virtaussytometristen tutkimusmenetelmien parantunut herkkyys ja tarkkuus mahdollistavat hyvinkin pienen solupopulaation löytymisen näyttemateriaalista, mikä on parantanut esimerkiksi jäännöstautianalytiikkaa huomattavasti. (Siitonen & Penttilä 2015; Wood 2006, 680-681.)

Virtaussytometriassa näyttemateriaalin solut ohjataan jonossa yksi kerrallaan analysaattorin mittauskammion läpi nestevirran ympäröimänä. Mittauskammiossa solut ohittavat virtaussytometrasta riippuen yhden tai useamman lasersäteen. Solun osuessa lasersäteeseen tapahtuu laservalon kulkusuunnassa, sekä mahdollisesti myös valon aallonpituudessa, muutoksia. Näiden muutosten perusteella on mahdollista luokitella ja tunnistaa näytteen soluja. (Kurzer & Weinberg 2019, 2-4; Siitonen & Penttilä 2015.)

Fimlab Laboratoriot Oy:n virtaussytometristen tutkimusten analytiikka on keksitty Tampereen keskuslaboratorioon, missä tehdään vuosittain noin 5000 virtaussytometrasta tutkimusta (Kemppi 2020). Tammikuussa 2021 Tampereen keskuslaboratorion hematologian laboratoriossa otettiin käyttöön kaksi 12-kanavaista BD FACSLytic™ -virtaussytometriä, joilla on mahdollista tutkia näytteestä yhtäaikaaisesti jopa 14 eri parametria.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TUTKIMUSTEHTÄVÄT JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda perehdytysmateriaali, jota voidaan käyttää BD FACSLytic™ -virtaussytometreihin perehdyttämisen tukena. Opinnäytetyön ensimmäisessä vaiheessa perehdytysmateriaali koostuu ainoastaan uusien BD FACSLytic™ -virtaussytometrien toimintaa käsittelevästä luvusta. Perehdytysmateriaalin ensimmäistä versiota on tarkoitus käyttää tammikuussa 2021, kun virtaussytometrian työpisteellä jo työskenteleviä laboratoriohoitajia perehdytetään uusien BD FACSLytic™ -virtaussytometrien käyttöön. Opinnäytetyön toisessa vaiheessa perehdytysmateriaalia käyttäneiltä laboratoriohoitajilta kerätään palautetta perehdytysmateriaalin toimivuudesta ja mahdollisista perehdytysmateriaalin kehittämistarpeista. Perehdytysmateriaalia kehitetään annetun palautteen perusteella ja kehitystyön lisäksi perehdytysmateriaaliin lisätään virtaussytometrian ja immunofenotyyppityksen teoriaa käsittelevät luvut.

Tälle opinnäytetyölle on määritelty seuraavat tutkimustehtävät:

- 1 Luoda perehdytysmateriaali, jonka avulla virtaussytometrialla rutiinilyötyä tekevät laboratoriohoitajat voidaan perehdyttää uusien virtaussytometrien käyttöön.
- 2 Kehittää ensimmäisessä vaiheessa tehtyä perehdytysmateriaalia kerätyn palautteen perusteella ja
- 3 kehittää perehdytysmateriaalia käytettäväksi myös uusien työntekijöiden perehdyttämiseen sekä opiskelijoiden harjoittelun tukemiseen lisäämällä materiaaliin virtaussytometrian ja immunofenotyyppityksen periaatteita käsittelevät luvut.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada aikaan perehdytysmateriaali, joka vastaisi mahdollisimman hyvin juuri tämän virtaussytometriaa tekevän työpisteen tarpeisiin. Valmista perehdytysmateriaalia voitaisiin käyttää paitsi virtaussytometriaan perehtyvien uusien työntekijöiden perehdyttämiseen, myös virtaussytometrialla harjoitteluaan tekevien opiskelijoiden harjoittelun tukemiseen.



### 3 TUTKIMUKSELLINEN KEHITTÄMISTOIMINTA

Tutkimuksellisessa kehittämistoiminnassa konkreettinen kehittämistoiminta ja tutkimuksellinen lähestymistapa yhdistyvät. Kehittämistoiminnan päämääränä on tuottaa uusia tai paranneltuja tuotteita, tuotantovälineitä, -menetelmiä tai palveluita. Sen tarkoituksena on luoda käytännön interventioita, eikä se ole kytköksissä tiedollisiin arvoihin yhtä voimakkaasti kuin perustutkimus tai soveltava tutkimus. Käytännön työelämässä esille nousevan tiedon tarve liittyy monesti juuri työn suorittamiseen ja käytännön toimintaan. Tällaiseen ”käytännöllisen tiedon” tarpeeseen on vaikea vastata pelkästään teoreettisten lähestymistapojen tai teorian perustuvien tutkimustulosten avulla. (Toikko & Rantanen 2009, 19-22.)

Tutkimuksellisessa kehittämistoiminnassa käytännön ongelmat ja käytännössä esille noussut tiedon tarve ohjaavat tutkimusasettelua ja tiedontuotantoa. Siinä selkeä pääpaino on kehittämistoiminnalla. Erilaisia tutkimusmenetelmiä ja -asetelmiä pyritään hyödyntämään tarvittavan tiedon tuottamisessa. Tämän kaltaisessa menettelyssä konkreettinen kehittämistoiminta määrittelee tutkimuksen reunaehdot. Menetelmällisesti tutkimuksellisessa kehittämistoiminnassa ei ole kysymys tutkimustiedon soveltamisesta käytännön työhön, vaan omasta tiedonmuodostuksen tavasta, jossa tutkimusta käytetään apuvälineenä. Menetelmän tavoitteena on konkreettinen muutos, vaikka samanaikaisesti pyritäänkin perustellun tiedon tuottamiseen. (Toikko & Rantanen 2009, 22, 33.) Kehittämistutkimuksessa tutkimuksellisen toiminnan tulee keskittyä kehittämisen tuloksen mittaamiseen (Kananen 2012, 50).

Kehittämistoiminnalla voi olla monia eri kohteita, kuten esimerkiksi toimintaprosessit, organisaatiot tai tuotteet. Kehittämistoiminta voi kohdistua kuitenkin myös työyhteisöihin tai jopa yksittäisten työntekijöiden ammatilliseen osaamiseen. Esimerkkinä tutkimuksellisesta kehittämistoiminnasta voivat olla koulutukselliset interventiot, joita voidaan käyttää apuna uusien työvälineiden käyttöönotossa. (Toikko & Rantanen 2009, 16-17.) Kehittämistutkimuksen tuloksista ei voida tehdä yleistyksiä, sillä tulokset koskettavat vain tiettyä prosessia. Varsinainen prosessi on mahdollista toteuttaa muualla vastaavassa kontekstissa, mutta muutosprosessin tulokset ovat aina tapauskohtaisia. (Kananen 2012, 43.)

Tämä opinnäytetyö on toteutettu tutkimuksellisenä kehittämistoimintana. Opinnäytetyön ensimmäisessä vaiheessa tuotetaan uusi perehdytysmateriaali, johon kehittämistoiminta kohdistuu. Tutkimuksellinen toiminta kohdistuu puolestaan luodun perehdytysmateriaalin käytettävyyden tutkimiseen. Käytettävyyden tutkiminen toteutetaan tässä opinnäytetyössä kyselytutkimuksen avulla.

#### 4 VIRTAUSSYTOMETRIA FIMLAB LABORATORIOT OY:SSÄ

Fimlab Laboratoriot Oy on Suomen suurin laboratorioalan yritys. Se on kotimainen yritys, joka työllistää tällä hetkellä noin 1200 laboratorioalan työntekijää. Laboratoriopalveluiden lisäksi yritys tuottaa koulutusta ja tutkimusta julkisen terveydenhuollon tarpeisiin Pirkanmaan, Keski-Suomen, Kanta-Hämeen ja Vaasan sairaanhoitopiireissä sekä Päijät-Hämeen hyvinvointikuntayhtymän alueella. Sen omistaa Pirkanmaan, Keski-Suomen, Kanta-Hämeen ja Vaasan sairaanhoitopiirien kuntayhtymät sekä Päijät-Hämeen hyvinvointikuntayhtymä. Fimlab Laboratoriot Oy:n toimipisteissä on vuosittain yli 3,3 miljoonaa näytteenottotapahtumaa ja vuositasolla erilaisia laboratoriotutkimuksia tehdään yli 16 miljoonaa. (Fimlab Laboratoriot Oy 2020.)

Fimlab Laboratoriot Oy:ssä virtauscytometriset tutkimukset on keskitetty Tampereen keskuslaboratorion hematologian laboratorioon. Fimlab Laboratoriot Oy:n alueelta kerättyjen näytteiden lisäksi Tampereen keskuslaboratorion virtauscytometrian työpisteeseen tulee joitakin yksittäisiä näytteitä myös muualta. Virtauscytometrisiä tutkimuksia tehdään Fimlab Laboratoriot Oy:ssä vuosittain noin 5000. Näistä suunnilleen puolet on lymfosyyttien erittelytutkimuksia ja puolet muita virtauscytometreillä tehtäviä tutkimuksia. Mahdollisina näyttemateriaaleina virtauscytometrisissä tutkimuksissa ovat tällä hetkellä veri, luuydin, likvor sekä muut punktionesteet, erilaiset kudospalat, BAL-neste ja sappiteiden harjanäytteet. (Kemppi 2020.)

Tampereen hematologian laboratorion virtauscytometrian työpisteellä työskentelee tällä hetkellä seitsemän laboratoriohoitajaa. Heistä kaksi on virtauscytometrian vastuuhoidajia ja viisi työpisteellä rutiinityötä tekeviä laboratoriohoitajia. Fimlab Laboratoriot Oy:ssä virtauscytometristen näytteiden esikäsittelystä ja analytiikasta vastaavat laboratoriohoitajat, ja vastausten tulkinnasta sekä tutkimuslausuntojen antamisesta virtauscytometriaan perehtyneet hematologit.

## 5 VIRTAUSSYTOTOMETRIA MENETELMÄNÄ

Virtaussytometrialla tarkoitetaan menetelmää, jossa nestemäisen näyttemateriaalin partikkelit ohjataan vaippanesteen ympäröiminä jonossa analysaattorin mittausalueelle. Mittausalueella solut ohittavat yhden tai useamman kohdennetun lasersäteen. Osuessaan valonsäteeseen tutkittavat partikkelit aiheuttavat muutoksia valon kulkusuunnassa, sekä mahdollisesti myös sen aallonpituudessa. Analysaattorin detektorit mittaavat ja rekisteröivät kussakin valonsäteessä tapahtuvat muutokset. Näiden valonsäteeseen aiheutuvien muutosten perusteella virtaussytometrin analysointiohjelmisto kykenee tunnistamaan ja luokittelemaan näytteen partikkeleita. (Kurzer & Weinberg 2019, 1-5; Leach, Drummond & Doig, 2013, 3.) Kliinisissä laboratorioissa tutkittava partikkeli on yleensä solu, ja tästä eteenpäin tässä työssä käsitelläänkin ainoastaan solua tutkittavana partikkelina.

### 5.1. Virtaussytometrin nestesysteemi

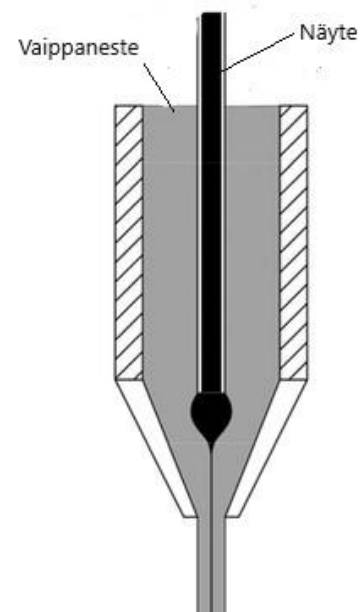
Virtaussytometrin nestesysteemin tarkoituksensa on kuljettaa analysoitavat solut virtaussytometrin mittausalueelle (Cossarizza, Chang, Radbruch, Acs ym. 2019, 1478; Adan, Alizada, Kiraz, Baran & Nalbant 2017, 164). Koska virtaussytometria menetelmänä perustuu näytteen solujen analysaattorin kohdennetussa valonsäteessä aiheuttamien muutosten mittaamiseen, on ensiarvoisen tärkeää, että jokainen näytteen solu osuu analysaattorin lasersäteisiin täsmälleen samalla tavalla. Tämä on mahdollista saavuttaa hydrodynaamisen fokusoinnin avulla. Hydrodynaaminen fokusointi pakottaa näytteen solut asettumaan jonoon jopa mikrometrin tarkkuudella. (Cossarizza ym. 2019, 1478-1479.)

Tutkittava näyte kulkeutuu näyteputkesta analyysiin virtaussytometrin näyte-neulan kautta. Eri analysaattorien nestesysteemien toimintaperiaatteissa on hie-man eroja, mutta esimerkiksi BD FACSLytic™ -virtaussytometreissä on vakuumipumppu, jonka synnyttämä alipaine imee näytteen näyteputkesta ja saa vaippanesteen ja näyttemateriaalin virtaamaan analysaattorin putkistossa. (Becton

Dickinson and Co. 2011.) Näyttemateriaalin vaippanestettä suurempi paine aiheuttaa sen, että analysaattorin läpi kulkevassa nestevirrassa vaippaneste asettuu näytteen ja sen sisältämien solujen ympärille (Adan ym. 2017, 164; Leach, Drummond & Doig, 2013, 5). Hydrodynaamisessa fokusoinnissa näyttemateriaali ja sitä ympäröivä vaippaneste ohjataan virtaamaan hyvin kapeaan putkistoon. Kapeassa putkistossa nestevirran nopeus kiihtyy ja sen halkaisija (sample core) pienenee (kuva 1) pakottaen näytteen sisältämät solut asettumaan lähes täydelliseen jonoon.

(Cossarizza ym. 2019, 1478-1479.)

Virtaussytometristen analyysien kannalta analysaattorin nestesysteemin toimiminen on olennaisen tärkeää. Esimerkiksi nestesysteemiin päässeet ilmakuplat häiritsevät solujen tunnistusta ja virtaussytometristä analyysia. (Adan ym. 2017, 164.)



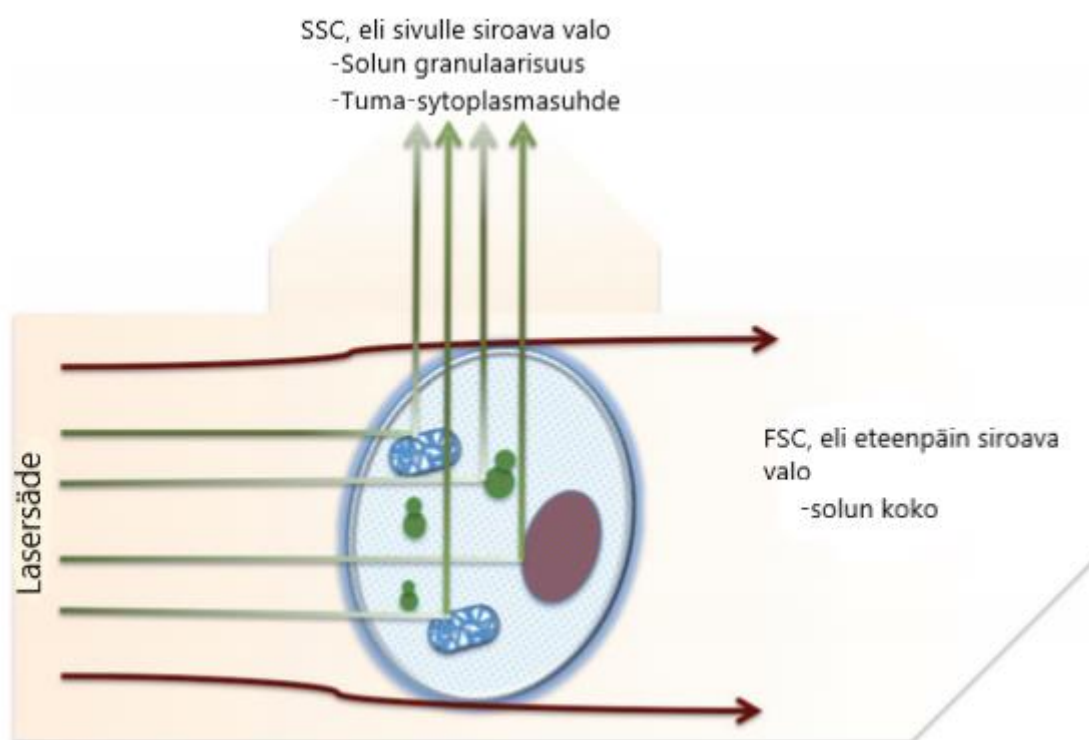
KUVA 1. Hydrodynaaminen fokusointi (Cossarizza ym. 2019, muokattu).

## 5.2. Virtaussytometrien optiikka ja siihen liittyvä elektroniikka

Virtaussytometreissä on tyypillisesti 1-3 laseria, joiden tuottamien, kohdennettujen valosäteiden ohi analysoitavat solut ohjataan. Tyypillisesti virtaussytometreissä on sininen laser, jonka tuottaman valon aallonpituus on 488 nm. Se mahdollistaa useiden synteettisten fluorokromien käytön immunofenotyyppityksissä. Useimmissa virtaussytometreissä on sinisen laserin lisäksi myös punainen laser, jonka tuottaman valon aallonpituudella 630 nm on mahdollista virittää ns. far-red -alueella näkyvät fluorokromit. Näiden lisäksi uusimmissa analysaattoreissa on usein myös violetti laser, jonka tuottaman valon aallonpituus on välillä 300-400 nm. Violetin laserin avulla on mahdollista virittää UV-valoon reagoivia fluorokromeja. (Adan ym. 2017, 164.)

### 5.2.1 FSC ja SSC

Solun saapuessa analysaattorin mittausalueelle solu ohittaa mittauskyyvetissä kohdennetun lasersäteen. Solun osuessa valonsäteeseen valon kulkusuunta muuttuu ja soluun osuva valo siroaa, eli hajoaa, kaikkialle solun ympäristöön. Eteenpäin siroavalla valolla (FSC eli forward scatter) tarkoitetaan sitä solusta siroavaa valoa, joka taittuu soluun osuessaan eteenpäin suunnilleen samalla korkeudella, jolla soluun ohjattu valo osuu soluun (kuva 2). Eteenpäin siroava valo on sidoksissa solun kokoon. Mitä suuremmasta solusta on kysymys, sitä voimakkaammin valon kulkusuunta soluun osuessaan taittuu eteenpäin ja sitä suurempi FSC-arvo mitataan. (Kurzer & Weinberg 2019, 2-5; Adan ym. 2017, 164; Leach, Drummond & Doig 2013, 6.)



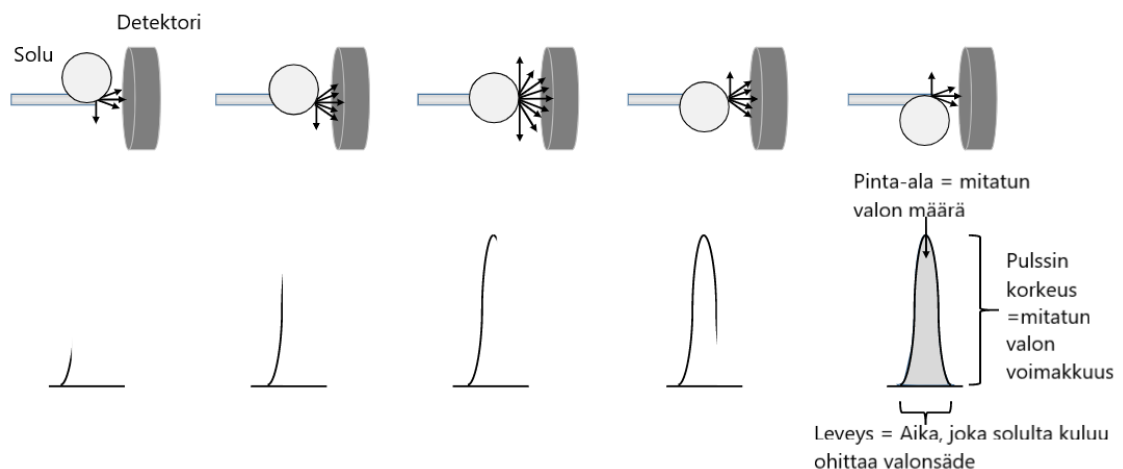
KUVA 2. Soluun osuvan valonsäteen siroaminen (Adan ym, 2017, 165, muokattu).

Valon sivuttaissironnalla (SSC eli side scatter) tarkoitetaan soluun osuvaan valonsäteeseen nähden kohtisuorasti sivulle solusta siroavaa valoa. Valon sivuttaissironnan voimakkuus on yhteydessä solun sisäisiin rakenteisiin, kuten solun

granulaarisuuteen ja sen tuma-sytoplasmasuhteeseen. Mitä kompleksisempi rakenne, sitä voimakkaampaa on solun synnyttämä valon sivuttaissironta. Hematologiset solut on niille tyypillisen valonsirannon perusteella mahdollista tunnistaa ja luokitella ryhmiin. (Kurzer & Weinberg 2019, 2-5; Adan ym. 2017, 164; Leach, Drummond & Doig, 6.)

### 5.2.2 Solusta siroavan valon detektorilla synnyttämä sähköpulssi

Solusta siroavan valon mittaaminen tapahtuu detektorien avulla. FSC, eli eteenpäin siroava valo, on tyypillisesti melko voimakasta ja helposti havaittavissa. Sen rekisteröintiin käytetään yleensä fotodiodia (photodiod PD). Sivulle siroavan valon sekä immunofenotypityksissä käytettävien fluorokromien emittoivan fluoresenssin havaitsemiseksi on käytettävä fotodiodia sensitiivisempää valomonistinputkea (photomultiplier tube PMT). Mittausalueelle saapuvan solun osuessa laserin valonsäteeseen, kerää fotodiodi (PD) solusta eteenpäin siroavan valon (FSC). Valomonistinputket (PMT) keräävät solusta sivulle siroavan valon (SSC) sekä solusta mahdollisesti emittoituvan fluoresenssin. Lasersäteen ohittavasta solusta siroava valo aiheuttaa valoa mittaavalla detektorilla sähköpulssin, joka on verrannollinen solusta sironneen valon voimakkuuteen (kuva 3). Sähköpulssi on voimakkaimmillaan solun ollessa keskellä valonsädettä. Solun ohitettua lasersäteen jännite palautuu takaisin perustasolle. (Adan ym. 2017, 165; Leach, Drummond & Doig 2013, 9.)



KUVA 3. Sähköimpulssin syntyminen solun ohittaessa laser-säteen (Kurzer & Weinberg 2019, 7, muokattu).

Solun synnyttämä sähköpuls- si on sitä korkeampi, mitä voimakkaampaa on so- lusta siroava valo. Sähköpulssin leveys puolestaan on verrannollinen aikaan, joka kuluu kun solu ohittaa lasersäteen. Mitä leveämpi sähköpuls- si on, sitä suu- remmasta solusta on kyse. Näin ollen syntyneen sähköpulssin pinta-ala on ver- rannollinen solun aiheuttaman valonsironnan mitattuun määrään. Jokainen so- lusta mitattava parametri (FSC, SSC, fluoresenssi) synnyttää oman sähköpuls- sinsa. Eri detektoreilla havaitut, kunkin yksittäisen solun synnyttämät sähköpuls- sit yhdistetään ja muunnetaan digitaaliseksi informaatioksi, jonka virtausstomet- rien analysointiohjelmistot kykenevät tulkitsemaan. (Kurzer & Weinberg 2019, 7; Goure 2013, 76.)

Useamman laserin systeemissä tutkittava partikkeli kulkee nestevirran mukana mittausalueelta toiselle. Partikkelin ohittaessa mittausalueen ensimmäisen valon- säteen, jäävät analysaattorin mittaamat signaalit odottamaan myös toisen ja mahdollisesti vielä kolmannenkin lasersäteen ohituksesta syntyneitä sähköpuls- seja. Tätä eri lasereiden aiheuttamien signaalien mittaushetkien välistä aikaa kut- sutaan englanninkielisellä termillä ”laser delay”. Analysaattori yhdistää kaikki yh- den partikkelin lähettämät signaalit vakioidun laser delay -ajan perusteella, ja vasta näiden mitattujen signaalien yhdistelmä lähtee analysaattorilta edelleen analysointiohjelmiston tulkittavaksi. (Becton Dickinson and Co. 2011.)



## 6 IMMUNOFENOTYYPITYS

Immunofenotyyppityksellä tarkoitetaan menetelmää, jossa tutkittavien solujen ilmentämien antigeenien avulla määritetään solun erilaistumislinja ja -aste (Siitonen & Penttilä 2015; Fuentes-Arderiu 2009, 291). Immunofenotyyppitystä käytetään kliinisissä laboratorioissa erityisesti hematologisten ja immunologisten solujen luokitteluun ja niiden kehitysvaiheiden ja mahdollisten maligniteettien tutkimiseen (Pedreira, Costa, Lecrevisse, van Dongen & Orfao, 2013).

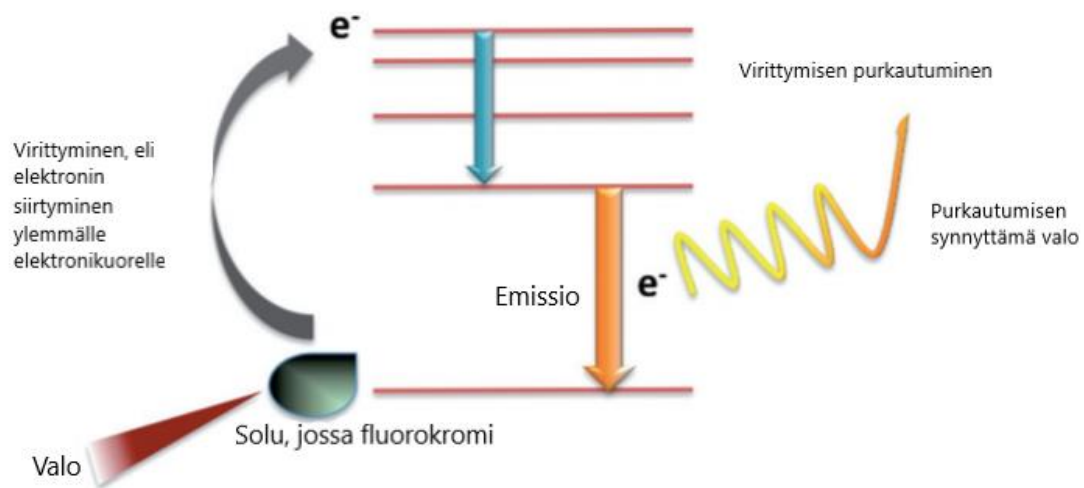
### 6.1. Fluorokromit

Solun pinnalla tai sytoplasmassa on valtava määrä erilaisia proteiinirakenteita, epitooppeja, jotka toimivat esimerkiksi solureseptoreina tai osana solujen välistä viestintää. Tietyt solut tai solujen kehitysvaiheet ilmentävät niille tyypillisiä proteiinirakenteita. Osoittamalla soluista tietylle solulinjalle tai solun kehitystaselle tyypillisten proteiinirakenteiden olemassaolo, voidaan solut ja niiden kehitystasot näiden proteiinirakenteiden perusteella tunnistaa. (Jahan-Tigh, Ryan, Obermoser & Schwarzenberger 2012, 1; Craig & Foon 2008, 3941.)

Immunofenotyyppityksessä määritettävät solun erilaistumislinjaa ja erilaistumisen astetta osoittavat solurakenteet on luokiteltu ryhmiin ominaisuuksiensa perusteella. Näitä ryhmiä kutsutaan termillä Cluster of Differentiation, eli CD. (Bèné & Porwit 2018, 14-15; Fuentes-Arderiu & Mestre 2009, 291.) Tällä hetkellä tunnistettuja solun erilaistumista mittaavia CD-luokiteltuja molekyyliarakenteita tunnetaan yli 350. Esimerkiksi immunofenotyyppityksissä lähes aina määritettävä CD45 on leukosyyttien ”yleismarkkeri”. Se ilmenee kaikkien hematopoieettisten solujen rakenteessa lukuun ottamatta erytropoieettisten solujen esiasteita ja joitain plasmasoluja. (Bèné & Porwit 2018, 14-15; Ortolani, 2011, 70.)

Solujen ilmentämät molekyyliarakenteet, eli antigeenit, tunnistetaan niitä vastaan tuotettujen spesifisten vasta-aineiden avulla. Vasta-aineet on leimattu fluoresoivilla merkkiaineilla, eli fluorokromeilla. Mikäli analysoitavassa näytteessä on tutkittavaa antigeenia ilmentäviä soluja (eli näytteessä on soluja, joissa tutkittava

molekyyli rakenne ilmenee), näytteeseen lisätyt fluoresoivalla merkkiaineella leimatut vasta-aineet kiinnittyvät soluissa sijaitseviin kohdereseptoreihinsa. Solun saapuessa virtausytometrin mittausalueelle soluun osuvan lasersäteen sisältämä energia saa fluorokromin elektronikuorella olevan elektronin siirtymään ylemmälle energiatasolle (kuva 4). Tällainen virittyminen on epävakaa ja se purkautuu nopeasti, jolloin elektroni palaa takaisin lähtötasolleen. Virittymisen purkautuminen ja elektronin siirtyminen takaisin alemmalle elektronikuorelle vapauttaa energiaa. Vapautuva energia voidaan havaita sekä lämpönä että valona. Virittymisen purkautuessa vapautuvaa valoa kutsutaan fluoresenssiksi ja sitä kytetään virtausytometreillä mittaamaan. (Kurzer & Weinberg 2019, 4-6; Adan ym. 2017, 165; King 2007, 26.)



KUVA 4. Fluorokromin virittyminen ja fluoresenssin synty (Adan ym. 2017, 167, muokattu.)

## 6.2. Kompensaatio

Fluorokromien emittoima, eli lähettämä, valo koostuu useammasta kuin vain yhdestä, fluorokromille ilmoitetusta valon emissio-aallonpituudesta. Fluorokromin emittoima valo on aallonpituuksien spektri, jonka huippu fluorokromille ilmoitettu valon aallonpituus on. Eri fluorokromien emittoimassa valossa on näin ollen osittaisia päällekkäisyyksiä, mikäli yhtä aikaa käytettävien fluorokromien emissio-aallonpituudet ovat lähellä toisiaan. Tätä fluorokromien päällekkäisyyttä virtausytometrien analysointiohjelmat kykenevät automaattisesti korjaamaan. Korjaaminen

tapahtuu laskemalla kuinka paljon tietylle detektorille päätyvästä valosta ei todellisuudessa olekaan juuri kyseisen detektorin havaitseman fluorokromin lähettämää, vaan jonkin toisen fluorokromin spektristä toiselle detektorille ”vuotanutta” valoa. (Kurzer & Weinberg 2019, 8; Adan ym. 2017, 168; Moloney & Shreffler 2008, 544-545.)

Tehtäessä ns. monivärianalyysia, jossa samasta näytteestä tutkitaan useampia parametrejä yhtä aikaa, on useampien fluorokromien samanaikainen käyttö käytännössä aina jonkinlainen kompromissi fluorokromien ominaisuuksien osalta. Fluorokromit, joiden emissiohuiput ovat liian lähellä toisiaan, sekoittuvat eri mitauskanavilla toisiinsa. Tämä hankaloittaa solun ilmentämien antigeenien tulkin-  
taa. Samassa analyysissa käytettävien fluorokromien optimaalisimman yhdistelmän etsiminen tarkoittaa käytännössä aina joidenkin tutkittavien antigeenien priorisointia joidenkin toisten kustannuksella, kun kaikkien näytteestä tutkittavien antigeenien ilmentämiseen ei ole mahdollista käyttää kaikkein optimaalisinta fluorokromia. Fluorokromien optimaalinen yhdistäminen vaatii käytettävien fluorokromien emissio-aallonpituuksien riittävän etäisyyden toisistaan, mutta kuitenkin kullekin antigeenille käytettävän vasta-aineen riittävän voimakkaan ja spesifisen sitoutumisen kohdeantigeeniinsa. Pääsääntönä voidaan kuitenkin pitää voimakkaampien fluorokromien käyttöä heikompien antigeenien osoittamiseen. (Johansson, Bloxham, Couzens, Jesson, Morilla, Erber & Macey 2014, 465.)

### **6.3. Paneelit**

Virtaussytometrit ovat analysaattoreita, joita analytiikan tarpeiden mukaisesti on mahdollista käyttää eri näytemateriaalien tutkimiseen tai eri antigeenien osoittamiseen. Käyttäjän tarpeista riippuu, minkälaisia tutkimuksia virtaussytometrillä tehdään. Esimerkiksi tutkimusryhmien tarpeet virtaussytometrialle saattavat olla hyvin erilaiset kuin kliinistä diagnostiikkaa tekevien laboratorioden tarpeet. Jokainen virtaussytometriä käyttävä yksikkö luo virtaussytometreille omat paneelinsa, jotka vastaavat kyseisen yksikön analytiikan tarpeita. Kliinisten laboratorioden käyttämille paneeleille on luotu kansainvälisesti yhtenäisten toimintatapojen varmistamiseksi ja tulosten vertailtavuuden lisäämiseksi lukuisia standardointeja,

ohjeita ja suosituksia. Olemassa on myös valmiita paneeleita, jotka virtauscytometriaa tekevien kliinisten laboratorioden on mahdollista ottaa sellaisenaan käyttöön.

Rutiinidiagnostiikkaa tekevissä laboratorioissa käytettävien paneelien pääta-voitteena ja perimmäisenä tarkoituksena on mahdollisimman tarkka, nopea ja kustannustehokas analytiikka. Yksikön rakentaessa omia paneeleitaan tulee mm. käytettäviin fluorokromeihin ja tutkittaviin antigeeneihin liittyvien tehtyjen päätösten perustua tutkittuun tietoon ja kansainvälisiin suosituksiin. Paneeliin valikoituvien vasta-aineiden käyttöä monivärianalyysissä tulee arvioida paitsi antigeeniin sitoutumisherkyyden ja spesifisyyden, myös vasta-aineen käyttötarkoituksen ja toimivuuden kannalta. Yksinään jonkin antigeenin todentamisessa hyvin toimiva vasta-aine saattaa aiheuttaa artefaktaa osana monivärianalyysin vasta-ainevalikoimaa. (Johansson ym. 2014, 464-465.)

## 7 NÄYTTEIDEN KÄSITTELY VIRTAUSSYTOMETRISTA ANALYYSIA VARTEN

Näytteiden oikealla käsittelyllä pyritään turvaamaan mahdollisimman luotettava analyysi. Näytteiden ripeä analysointi näytteenoton jälkeen vähentää apoptoosiin joutuneiden (eli kuolleiden) solujen osuutta näytteessä. Näytteen esikäsittelyn aikainen liian voimakas sentrifugointi hajottaa näytteen soluja, mutta liian hitaassa fuugauksessa kaikki näytteen solut eivät välttämättä painu näyteputken pohjalle eivätkä siten tule kerätyksi analyysiin. Näytemateriaalille tehty riittävä määrä pesuja auttaa vähentämään vasta-aineiden epäspesifistä sitoutumista, mutta toisaalta kasvava pesujen määrä lisää myös erityisen herkkien solujen, kuten esimerkiksi plasmasolujen, hajoamista näytteestä. Myös analyysissa käytettävien vasta-aineiden määrät on kyettävä määrittämään sopiviksi. Vasta-ainetta on lisättävä näytteeseen riittävästi, jotta kaikki soluissa vasta-aineelle spesifit antigenit saadaan analyysissa näkyviin, mutta kuitenkin riittävän vähän jotta näyteputkeen vapaaksi jäävä sitoutumaton vasta-aine ei häiritse sitoutuneiden vasta-aineiden havaitsemista soluista. (Johansson ym. 2014, 469-470.)

Virtausytometrinen näytteiden analysointi tehdään pääsääntöisesti 24 tunnin kuluttua näytteenotosta (Fimlab Laboratoriot Oy 2018b; Johansson 2014, 467). Kuolleet tai kuolevat solut voivat heikentää antigenien ekspressiota tai aiheuttaa epäspesifistä sitoutumista (Johansson 2014, 467). Nestemäinen näyte likvoria lukuun ottamatta tulee ottaa EDTA-putkeen, sillä esimerkiksi hepariini vaimentaa joitakin (mm. CD138) tutkittavia vasta-aineita. Veri ja luuydin voidaan säilyttää ja lähettää huoneenlämmössä. Likvor-näytteen tulee olla Transfix-putkessa ja se säilytetään jääkaappilämpötilassa. Kudospalat laitetaan ravintonesteeeseen ja säilytetään jääkaapissa. (Fimlab Laboratoriot Oy 2018b.)

Tutkimuspaneelin valinta tehdään näytteen lähetteen perusteella. Esimerkiksi lähetteen tehneen lääkärin epäillessä potilaalla akuuttia leukemiaa aloitetaan näytteen tutkiminen akuutin leukemian orientaatioputkella. Orientaatiopaneelin tulosten perusteella valitaan näytteelle tehtävät jatkopaneelit. Epäselvissä tapauk-

sisä konsultoidaan laboratoriohematologia. Fimlab Laboratoriot Oy:n Tampereen keskuslaboratorion hematologian laboratoriossa on tällä hetkellä käytössä noin 33 erilaista tutkimuspaneelia.

### **7.1. Näytteiden esikäsittely ja pesu**

Virtaussytometrinen tutkimus suoritetaan edellyttäen, että näyttemateriaalin solut ovat yksittäisinä soluina nesteessä. Tätä varten kiinteät näyttemateriaalit, kuten esimerkiksi kudospalat, on hajotettava irrallisiksi soluiksi mekaanisesti. (Fimlab Laboratoriot Oy 2018b; van der Velden, Flores-Montero, te Marvelde, Böttcher, Lhermitte, Bedin, Almeida, Pérez, Cullen, Lucio, Mejstrikova, Szczepanski, Kalina, Orfao & van Dongen 2012, 1995-1996.) Valmiiksi nestemäiset näyttemateriaalit pestään, mikäli näytteessä olevat immunoglobuliinit voisivat häiritä analyysissä käytettävien monoklonaalisten vasta-aineiden spesifistä sitoutumista tutkittavien solujen pintarakenteisiin. Veren tai luuytimen solut pestään, kun halutaan tutkia IgD- tai IgM-vasta-aineiden tai kappa- ja lambda-kevytketjujen ilmenemistä B-solujen pinnalla. Näyttemateriaalin peseminen suoritetaan juuri ennen analyysia, sillä näytteen solut säilyvät analyysikelpoisena pesun jälkeen vain noin tunnin. (Fimlab Laboratoriot Oy 2018b).

Näytteiden pesu ja laimennus tapahtuu kullekin näyttemateriaalille erikseen laadittujen ohjeiden mukaan. Näytteen mahdollinen pesu ja värjäys suoritetaan juuri ennen analyysia, sillä näytteen solut säilyvät analyysikelpoisena vain pari tuntia käsittelyn jälkeen. Mikäli analyysia ei syystä tai toisesta voida suorittaa kahden tunnin kuluessa, tulee värjätty näyte säilyttää jääkaappilämpötilassa valolta suojattuna analyysiin asti. (Fimlab Laboratoriot Oy 2018b; van der Velden 2012, 2000.) Ennen virtaussytometrisen analyysin tekoa näytteen solujen määrän selvittämiseksi näyte analysoidaan verenkuvaa-analysaattorilla. Verenkuvaa-analysaattorin antaman tuloksen perusteella veri- ja luuydinnäytteiden solukonsentraatio laimennetaan tarvittaessa vastaamaan noin  $15 \times 10^9/l$ . (Fimlab Laboratoriot Oy 2018a.)

## 7.2. Näytteen värjääminen

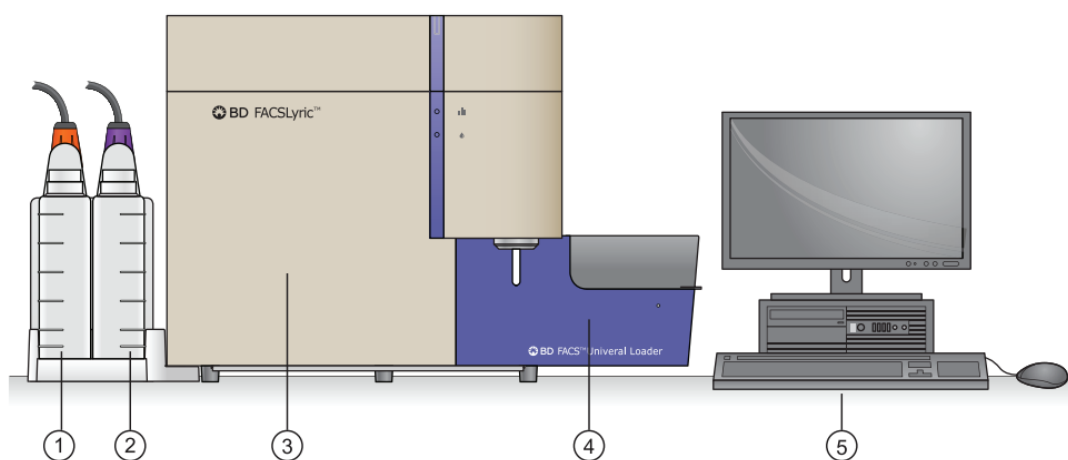
Esikäsitelty näyte värjätään näytteen solujen ilmentämien antigeenien selvittämiseksi. Valitun vasta-ainepaneelin vaatimat putket merkataan tarvittavin tiedon (tieto potilaasta ja paneelisti). Merkittyihin näyteputkiin pipetoidaan tarvittavat vasta-aineet paneelin vasta-ainetaulukon mukaisesti. Mikäli näytteestä halutaan osoittaa myös intrasytoplasmisten, eli solun sisäisten, antigeenien ilmeneminen, käytetään Fix&Perm®-reagenssikittiä. Tällöin näytteen värjäys ja permeabilisointi suoritetaan erillisen työohjeen mukaan. Intrasytoplasmisten vasta-aineiden putki merkitään punaisella tussilla. (Fimlab Laboratoriot Oy 2018a.)

Pipetoidessa tulee noudattaa erityistä huolellisuutta (Fimlab Laboratoriot Oy 2018a; Johansson & Macey 2011, 562). Pipetoidessa tulee varmistaa, että jokaiseen putkeen on pipetoitu oikea määrä oikeaa vasta-ainetta. Jälkikäteen pipetoitujen vasta-aineiden määrien tarkistaminen tai vasta-aineiden puuttumisen havaitseminen analyysin tulosten perusteella voi olla mahdotonta. Samalle antigeenille eri fluorkromeilla leimattuja vasta-aineita voi olla useita erilaisia (esimerkiksi pinta-antigeenille CD3 eri fluorokromeilla leimattuja vasta-aineita on useita erilaisia), jolloin ennen pipetointia tulee varmistua vasta-aineen ja fluorokromin oikeellisuudesta. (Johansson & Macey 2011, 562.)

Tarvittavien vasta-aineiden pipetoinnin jälkeen näyteputkiin lisätään näytettä ja putkia inkuboidaan valolta suojattuna huoneenlämmössä, jotta näytteeseen lisätyt vasta-aineet pääsevät kiinnittymään kohdeantigeeneihinsa. Koska veri sisältää noin 1000 kertaa enemmän erytrosyyttejä kuin leukosyyttejä, tulee näytteessä olevien erytrosyyttien hajottamiseksi näyteputkiin lisätä inkuboinnin jälkeen lievästi hypotonista lyysausliuosta. Erytrosyytit ovat tumallisia soluja herkempiä nesteen osmoottisen paineen muutoksille ja ne hajoavat hypotonisessa liuoksessa tumallisia soluja herkemmin. (Cossarizza ym. 2019, 151.) Lyysauksen jälkeen näyteputki fuugataan, supernatantti, eli putken pohjalle muodostuneen solunapin päällä oleva neste poistetaan ja näyte pestään vielä kertaalleen ennen analyysia. Analyysi tulee suorittaa heti näytteen värjäyksen jälkeen tai viimeistään 2h kuluessa. Putket säilytetään jääkaappilämpötilassa valolta suojattuna mittaukseen asti. (Fimlab Laboratoriot Oy 2018a.)

## 8 BD FACSLyric™ -VIRTAUSSYTOTOMETRI

BD FACSLyric™ -järjestelmä (kuva 5) koostuu BD FACSLyric™ -virtaussytometristä, BD FACST™ Universal Loaderista (näytesyöttimestä) sekä BD FACSuite™ -analysointiohjelmistosta. Näiden lisäksi järjestelmään voidaan ajatella kuuluvan myös analysoinnissa käytettävät reagenssit sekä liuokset. (BD FACSLyric™ Clinical Reference System 2019, 18.)



KUVA 5. BD FACSLyric™ -järjestelmä. 1) Jäteastia, 2) Vaippaliuossäiliö, 3) BD FACSLyric -sytometri, 4) Näytesyötin, 5) BD FACSuite Clinical -ohjelmisto. (BD FACSLyric™ Clinical Reference System 2019, 18, muokattu.)

BD FACSLyric™ -virtaussytometrillä voidaan tutkia nesteliuoksessa esiintyvien partikkelien tai solujen ominaisuuksia. Näytteestä kerätyn datan ja mittaustulosten analysoinnin avulla saadaan luokiteltua analysoitavassa näytteessä olevia partikkeleita tai soluja niiden ominaisuuksien perusteella. (BD FACSLyric™ Clinical Reference System 2019, 18-19.) Tampereen Fimlab Laboratoriot Oy:n hematologian laboratoriossa käytössä olevilla BD FACSLyric™ -virtaussytometreillä on mahdollista tutkia yhdestä näytteestä jopa 14 eri parametria samanaikaisesti.

Kaikki työskentely BD FACSLyric™ -virtaussytometreillä tapahtuu työlistojen kautta. Työlistojen avulla käyttäjä antaa laitteelle komentoja, joiden perusteella analyysointori tekee pyydetty toimenpiteet. Tällaisia komentoja ovat esimerkiksi



näytteiden analysointi, laitteen puhdistuspesu tai analysaattorin sammutus. Analysaattorin BD FACSuite™ -ohjelmistolla on mahdollista mm. luoda, poistaa, jakaa, muokata sekä nimetä työlistoja, hakea jo aiemmin luotuja työlistoja tai aiemmin analysoidun näytteen tietoja, suorittaa analyysyjä, tehdä uusinta-ajoja kokonaisille työlistoille, osalle työlistaa tai pelkästään yksittäisille näytteille. (BD FACSLytic™ Clinical Reference System 2019, 61-69.)

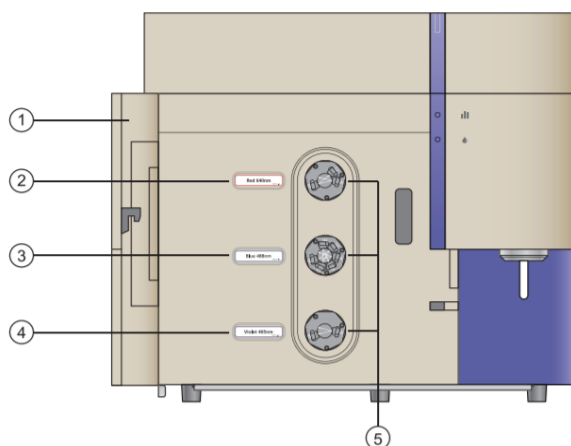
### **8.1. Nestesysteemi**

BD FACSLytic™ -virtaussytometrissa näytteen ja sitä ympäröivän vaippanesteen virtaus analysaattorin mittauskanavan läpi saadaan aikaan vakuumpumpun avulla. Vakuumpumpulla toimivat virtaussytometrit ovat tekniikaltaan jonkin verran yksinkertaisempia kuin painepumpulla toimivat analysaattorit, sillä vakuumpumpun avulla toimivien analysaattorien osien ja mekaniikan ei tarvitse kestää paineistettuja olosuhteita. Vakuumpumppu luo analysaattorin mittauskanavaan alipaineen, jonka vaikutuksesta vaippaneste sekä analysoitava näyte virtaavat analysaattorin mittausalueen läpi. Analysaattori kykenee säätelemään vaippanesteen ja näytteen välistä suhdetta muuttamalla mittauskanavaan pääsevän vaippanesteen määrää. (Becton Dickinson and Co. 2011.)

Analysaattorille on asetettu 10 sekunnin ”odotusaika” ennen uutta analyysia. Sinä aikana analysaattorin vakuumpumppu luo vakioidun alipaineen, jotta jokainen näyte kulkee analysaattorin läpi vakioidusti. Nestevirtauksen vakiointi tehdään ennen jokaista ajettavaa paneelia. Mikäli paneelissa on useampia putkia, analysaattori ajaa ne yhdellä vakioinnilla. (Johnell 2021.)

## 8.2. Analysaattorin optiikka

BD FACSLyric™ -virtaussytmetrin laserit ja mittausoptiikka sijaistee analysaattorin etupaneelin takana (kuva 6).



- 1) Aukaistu etuovi
- 2) Punainen laser (640 nm)
- 3) Sininen laser (488 nm)
- 4) Violetti laser (405 nm)
- 5) Detektorit

KUVA 6. Analysaattorin optiikan sijainti. (BD FACSLyric™ Clinical Reference System 2019, 25, muokattu.)

Analysaattorissa on kolme laseria, punainen (valonpituus 640 nm), sininen (488 nm) ja violetti (405 nm). Jokaiselle laserille on oma mittauskanavansa, jossa partikkelin aiheuttama signaali kerätään detektoreilla analysoitavaksi. Valosignaali kulkee detektorissa filteriltä toiselle. Kuvan 7 esimerkkidetektorissa filtereitä ovat A, B, C, D ja E. (BD FACSLyric™ Clinical Reference System 2019, 25, 308.) Filterit ovat kaksiosaisia. Filtereistä ensimmäinen on ns. short pass -filteri, joka heijastaa tietyn valon aallonpituuden ja sitä lyhyemmät aallonpituudet seuraavalle filterille. Filteri päästää lävitseen vain tätä tiettyä aallonpituutta suuremmat valon aallonpituudet. Toinen osa filteristä on ns. band pass -filteri, joka päästää lävitseen hyvin kapean, ko. filterille spesifin välin short pass-filterin läpäisseistä aallonpituuksista. Band pass-filten lävitseen päästämät aallonpituudet



KUVA 7. Detektori. (BD FACSLyric™ Clinical Reference System 2019, 26, muokattu.)

ovat hyvin lähellä sen fluorokromin emissiopiikkiä, jonka lähettämää fluoresenssia kyseisellä detektorilla on tarkoitus mitata. (Johnell 2021; Leach, Drummond & Doig 2013, 7-8; King 2007, 26.)

## 9 VIRTAAUSSYTOTOMETRIAAN PEREHDYTTÄMINEN

Työntekijän perehdyttämisen ja työhön opastamisen tarkoituksena on varmistaa, että työntekijä hallitsee työtehtävänsä, työssä käyttämänsä laitteet sekä osaa toimia tarvittaessa myös poikkeustilanteissa. Työnopastusta tarvitaan esimerkiksi silloin, kun työ on tekijälleen uutta tai työtehtävien suorittamiseen hankitaan ja käyttöönotetaan uusia laitteita. (Työturvallisuuskeskus 2020.) Kliinisten laboratorioroiden kehittyvät teknologiat ja uusien laitteiden hankinnat tarkoittavat uusien perehdytys suunnitelmien ja -ohjeiden luomista, tai vähintäänkin vanhojen ohjeiden päivittämistä (Patterson & Rohde 2012, 24).

Perehdytyksen suunnittelu voidaan jaotella systemaattiseen ja yksilölliseen suunnitteluun. Systemaattisella suunnittelulla tarkoitetaan perehdytyksen miettimistä organisaation tai työyksikön tasolla, ja siihen kuuluu erilaisten perehdytysohjeiden tai materiaalien laatiminen perehdytyksen tueksi. Perehdytystä voidaan työntekijäkohtaisesti yksilöllistää ottaen huomioon kunkin perehtyjän tausta ja yksilölliset tiedot, taidot ja tarpeet perehdytykselle. (Kupias & Peltola 2009, 87-88.) Perehdytyksen sisällön tulee riittävän laajasti kattaa ne työtehtävät, jotka työntekijän tulee työtehtävässään hallita. Perehdyttämiseen tulee varata riittävästi aikaa, ja perehdytyksen tavoitteita tulee voida tarkentaa hyvinkin yksityiskohtaisiksi tehtävänosiksi laajemman kokonaisuuden sisällä (Ylijoki 2017, 27). Perehtymiselle on suunniteltava paitsi selkeät tavoitteet, myös määriteltävä menet, joilla asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa (Patterson & Rohde 2012, 24).

Uusia työntekijöitä perehdyttävillä olisi hyvä olla ammatillisen osaamisen lisäksi myös pedagogista osaamista. Ymmärrys erilaisista oppimistavoista auttaa perehdyttäjää luomaan perehtyjän tarpeita parhaiten vastaavan perehdytystilanteen, jossa huomioidaan niin perehtyjän henkilökohtaiset oppimistavat, oppimisen tavoitteet, konteksti kuin oppimisympäristökin. (Mukhalalati & Taylor 2019, 1.) Hyvä perehdyttäjä osaa pilkkoa perehdytettävän kokonaisuuden osiksi ja osatavoiteiksi, jotka perehtyjän on helppo hahmottaa ja saavuttaa, ja siten osatavoite kerrallaan lähestyä koko perehdytyksen tavoitteita (Kowalski 2019, 540-541).

Varsinaisen perehdytyksen lopuksi perehdytyksen tavoitteiden saavuttamista olisi hyvä arvioida yhdessä perehtyjän kanssa esimerkiksi kyselemällä perehdytyksessä läpikäytyjen asioiden selkeyttä. Palautteen pyytäminen perehdytetyiltä auttaa perehdyttäjää arvioimaan perehdyttämisprosessia, ja auttaa arvioimaan mahdollisten muutosten tarvetta seuraavaa perehdytystä silmällä pitäen. (Työturvallisuuskeskus 2020; Patterson & Rohde 2012, 25.)

Joissain maissa kliinisten laboratorioiden edellytetään ylläpitävän rekisteriä, josta käy ilmi työntekijöiden perehdyttäminen heille osoitettuihin työtehtäviin. Vaikkei laki rekisterin ylläpitämistä vaatisikaan, on perehdytysten (kuka on perehtynyt, kuka on perehdyttäjä, koska perehdytys on pidetty ja mitä asioita perehdytyksessä on käyty läpi) kirjaaminen kuitenkin suositeltavaa, sillä sen avulla työntekijän osaaminen on tarvittaessa helppo tarkistaa. (Patterson & Rohde 2012, 25.)

Noin 70 % tehdyistä hoitopäätöksistä perustuu potilaasta annettuihin laboratorio-vastauksiin (Uotila, Hämäläinen & Kouri 2019). Laboratoriossa työskentelevän henkilöstön ammatillinen osaaminen on suoraan kytköksissä laboratoriovastauksen diagnostiseen tarkkuuteen ja luotettavuuteen. Erityisesti työn laadukkuuden merkityksen korostaminen ja sen yhteys potilasturvallisuuteen on tehokas tapa motivoida laboratoriohenkilöstöä perehdytys- tai opetustilanteessa. (Ong ym. 2020, 7-8.)

Virtaussytometria on verrattain pieni laboratoriotyön erikoisala, eikä bioanalytiikan perusopintoihin esimerkiksi Tampereen ammattikorkeakoulussa kuulu virtaussytometriaa käsitteleviä opintoja. Oman kiinnostuksensa mukaan opiskelijan on kuitenkin mahdollista halutessaan suorittaa bioanalytiikan opintoihin kuuluvia syventäviä opintoja virtaussytometrialla (TAMK n.d.). Virtaussytometria vaatii tekijältään erityisosaamista ja vahvaa rutiinia (Johansson ym. 2014, 475-476). Tämän vuoksi esimerkiksi Fimlab Laboratoriot Oy:ssä virtaussytometriaan perehtyneiden määrä pidetään pienenä. Usein perehdytystilanteessa virtaussytometria saattaa perehdytettävälle laboratoriohoitajalle olla ennalta tuttua lähinnä käsitteen tasolla, ja perehtyminen ja menetelmän opettelu aloitetaankin ihan perusteista.

Käytännönläheisten ja konkreettisten oppimismetodien on havaittu olevan erityisen tehokkaita menetelmiä terveydenhuoltoalan henkilöstön kouluttamisessa (Ong, Donovan, Ndefru, Song, Leang, Sek, Noble & Perrone 2020, 7-8). Tutkiva oppiminen (engl. inquiry-based learning) on tutkimuksissa havaittu tehokkaaksi menetelmäksi myös virtausstometrian opetteluun. Tutkiva oppiminen menetelmänä painottaa oppijan oman, käytännön kokeilujen kautta syntyvän osaamisen merkitystä. Tutkivan oppimisen menetelmässä oppija itse käytännön tehtävien ja kokeilujen avulla kehittää omaa osaamistaan. Täten oppijan on mahdollista saavuttaa syvällisempi näkemys esimerkiksi juuri virtausstometrian toimintaperiaatteista sekä kehittää kriittistä ajatteluaan. (Fuller, Linden, Lee-Pullen, Fragall, Erber & Röhrig 2016, 176.) Fullerin ym. (2016) sekä Costabilen, Nguyen'n ja Kenyonin (2020) tutkimuksissa havaittiin, että opiskelijoiden mahdollisuus käytännön kokeilujen kautta harjoitella esimerkiksi haasteelliseksi koettua solupopulaatioiden rajaamista ja tulkintaa paransi opiskelijoiden luottamusta omaan osaamiseensa ja omiin taitoihinsa.

## 10 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN JA TULOKSET

Opinnäytetyöprosessi alkoi syksyllä 2020 aiheen etsinnällä. Lokakuussa 2020 löytyi työelämästä lähtöisin oleva aihe, kun Fimlab Laboratoriot Oy:n Tampereen keskuslaboratorion virtaussytometrian työpisteeseen hankittavien uusien virtaussytometrien myötä kaivattiin virtaussytometrialle uutta perehdytysmateriaalia. Uusien virtaussytometrien käyttöönotto tapahtui jo tammikuussa 2021, jolloin perehdytysmateriaalin ensimmäisen version tuli olla valmiina. Ensimmäisen version kohderyhmän, tarkoituksen ja kohtuullisen tiukan aikataulun vuoksi perehdytysmateriaalin sovittiin ensimmäisessä vaiheessa sisältävän vain uusien analysaattorien toiminnan esittelyä virtaussytometrialla jo työskentelevien laboratoriohoitajien perehdyttämisen tueksi. Perehdytysmateriaalin toiseen versioon lisättäisiin uusien työntekijöiden perehdyttämiseksi ja opiskelijoiden aiheeseen tutustuttamiseksi virtaussytometrian teoriaa sekä näytteiden analysointiprosessiin liittyviä asioita. Tämän lisäksi analysaattorien toimintaa ja käyttöä esittelevää osuutta kehitettäisiin ensimmäisestä versioista kerätyn palautteen perusteella.

Opinnäytetyön aiheen varmistuttua alkoi opinnäytetyösuunnitelman laatiminen. Opinnäytetyösuunnitelma hyväksyttiin joulukuun alussa 2020, minkä jälkeen alkoi opinnäytetyön tuotoksena tehtävän perehdytysmateriaalin sekä varsinaisen opinnäytetyön kirjoittaminen. Jonkin verran lähdemateriaalia opinnäytetyötä varten oli löytynyt jo syksyllä 2020 opinnäytetyösuunnitelmaa tehdessä. Opinnäytetyön teoreettisen viitekehyksen lähdemateriaalina käytettiin pääasiallisesti alan kirjallisuutta sekä vertaisarvioituja, muun muassa virtaussytometrian teoriaan, immunofenotyyppitykseen tai hematologisiin maligniteetteihin liittyviä artikkeleita ja tutkimuksia. Opinnäytetyösuunnitelman mukaan perehdytysmateriaalin ensimmäinen versio olisi valmis tammikuussa 2021, minkä jälkeen alkaisi kirjallisen raportin kirjoittaminen. Maaliskuussa 2021 toteutettaisiin palautekysely perehdytysmateriaalista, jonka perusteella tehty kehittäminen valmistuisi toukokuun lopulla 2021. Syksyllä 2021 jäisi aikaa kirjallisen raportin viimeistelylle.

Tietokantahakuja opinnäytetyön teoreettista viitekehystä varten tehtiin kahtena eri ajankohtana. Ensimmäiset haut tapahtuivat opinnäytetyösuunnitelman tekemisen ja varsinaisen opinnäytetyön kirjoittamisen alkuvaiheessa marraskuussa

2020. Tällöin CINAHL- ja PubMed-tietokannoista haettiin virtausytometrian toimintaperiaatteeseen liittyviä vertaisarvioituja tutkimuksia ja artikkeleita mm. hakusanoilla "flow cytometry", "immunophenotyping" ja "principles" (n=8). Toinen tietokantahaku ajoittui heinäkuulle 2021, jolloin painottui erityisesti immunofenotyyppitykseen ja näytteiden käsittelyyn liittyvien tutkimusten ja artikkelien etsiminen. Myös jälkimmäisessä haussa CINAHL- ja PubMed-tietokannat antoivat parhaiten hakukriteereitä ja hauntekijän tarpeita vastaavia osumia (n=4). Suomalaiskielisiä tutkimuksia sisältävä Medic-tietokanta ei antanut kummallakaan hakukerralla käytetyillä hakusanoilla sopivia tuloksia. Muutama opinnäytetyössä lähteenä käytetty tutkimus löytyi tietokantahauissa löytyneiden tutkimusten käyttämistä lähteistä. Vertaisarvioitujen tutkimusten ja artikkelien lisäksi opinnäytetyössä käytettiin lähdemateriaalina alan kirjallisuutta.

### **10.1. Perehdytysmateriaalin ensimmäisen version laatiminen ja tulokset**

Perehdytysmateriaalin sisällöstä sovittiin ennen kirjoitusprosessin alkua virtausytometrian toisen vastuuhoidajan sekä virtausytometriasta vastaavan kemistin kanssa. Vastuuhoidajan toiveen mukaisesti perehdytysmateriaalissa käsiteltäisiin uusien virtausytometrioiden toimintaa, sillä se esimerkiksi virtausytometrin nestesysteemiä liikuttavan pumpun toiminnan osalta eroaa edellisten virtausytometrioiden toimintaperiaatteesta. Virtausytometriasta vastaavan kemistin toiveena oli "rasti ruutuun" -tyyppinen perehdytyskortti, jonka avulla perehdytyksen etenemistä olisi helppo seurata.

Perehdytysmateriaalin ensimmäinen versio oli opinnäytetyösuunnitelman mukaisesti valmis tammikuussa 2021. Se koostui pelkästään uusien BD FACSLyric™ -analysaattorien ja niiden toiminnan esittelystä. Perehdytysmateriaali koostui perehdytysohjeesta sekä "rasti ruutuun" -tyyppisestä perehdytyksen tarkistuslistasta. Lähdemateriaalina perehdytysmateriaalin ensimmäiselle versiolle käytettiin analysaattorin ohjekirjaa sekä analysaattorin valmistajan Tampereen keskuskoulun virtausytometriaa tekeväälle henkilöstölle tammikuun 2021 puolivälissä tarjoamaa analysaattorin käyttökoulutusta, jolle myös perehdytysmateriaalin tekijä pääsi osallistumaan.



## 10.2. Palautekysely ja sen tulokset

Palautekysely (liite 2) perehdytysmateriaalista lähetettiin opinnäytetyösuunnitelman mukaisesti sähköpostitse virtaussytometrian työpisteellä rutiinityötä tekeville laboratoriohoitajille maaliskuun alkupuolella 2021. Virtaussytometriaan perehtyneitä työntekijöitä Fimlab Laboratoriot Oy:n Tampereen keskuslaboratoriossa oli kyselyn toteuttamisen hetkellä yhteensä seitsemän. Näistä seitsemästä kaksi olivat virtaussytometrian vastuuhoitajia ja viisi rutiinityötä tekeviä laboratoriohoitajia. Kysely suunnattiin opinnäytetyösuunnitelman mukaisesti ainoastaan rutiinidiagnostiikkaa tekeville laboratoriohoitajille, joten vastuuhoitajat rajautuivat kyselyyn vastaavien joukosta pois. Aikaa kyselyyn vastaamiseen annettiin tasan kaksi viikkoa. Kahden viikon aikana kyselyyn vastasi vain yksi laboratoriohoitaja, minkä vuoksi vastausaikaa jatkettiin viikolla ja kyselyyn vastaamisesta lähetettiin muistutussähköposti. Kaikkiaan kolmen viikon aikana yhteensä neljä laboratoriohoitajaa viidestä vastasi kyselyyn, eli lopulliseksi vastausprosentiksi muodostui 80 %.

Palautekysely koostui neljästä kysymyksestä, joihin vastattiin kirjoittamalla vastaus kyselylomakkeen tyhjään vastauskenttään. Kysely toteutettiin Microsoft Office 365 -palvelun Outlook-sähköpostin Forms-toiminnolla. Koska sekä opinnäytetyön tekijä, että perehdytysmateriaalista palautetta antavat työntekijät työskentelevät samassa yksikössä, päädyttiin perehdytysmateriaalista kerättävän palautteen antamiseen nimettömästi. Nimettömyydellä pyrittiin varmistamaan, että kaikki perehdytysmateriaalin käytön yhteydessä nousseet kehittämistarpeet ja mielipiteet perehdytysmateriaalista uskallettaisiin tuoda julki. Palautekyselyn neljästä kysymyksestä kolmessa pyydettiin vastaus tiettyyn teemaan liittyen ja viimeisessä, neljännessä kysymyksessä vastaaja sai antaa vapaasti palautetta perehdytysmateriaalista.

Numeerisesti pienen vastaajajoukon vuoksi perehdytysmateriaalin ensimmäisestä versiosta pyydettiin sähköpostitse palautetta myös opinnäytetyön työelämän vastuuhenkilönä toimivalta virtaussytometrian vastuuhoitajalta sekä virtaussytometriasta vastaavalta kemistiltä. Näiden lisäksi opinnäytetyön vertaisarvioijan sekä vastaavan opettajan palautteet perehdytysmateriaalin selkeydestä ja kirjoitusasusta otettiin kehitysprosessissa huomioon.

### 10.2.1 Perehdytysmateriaalin ulkonäkö

Palautekyselyn perusteella perehdytysmateriaalin ulkoasuun oltiin tyytyväisiä. Perehdytys suunnitelman ulkonäön koettiin olevan selkeä, siisti ja helposti luettava. Tekstin seassa olevia kuvia oli erään vastaajan mukaan riittävästi elävöittämässä tekstiä.

*"Ulkonäkö on selkeä ja siisti . Kuvat täydentävät kokonaisuutta."*

*"Ulkonäkö ok, mielestäni helppo luettava."*

*"Mielestäni materiaalin ulkonäkö on ok. Havainnoillistavia kuvia on mielestäni riittävästi ja vaikka visuaalinen ihminen olenkin, ei tuota tekstiä oikein voi enää enempää muilla tavoin mielestäni "elävöittää"."*

### 10.2.2 Perehdytysmateriaalin kieliasu

Palautekyselyn vastauksissa nousi esille ensimmäisen version nopean aikataulun näkyminen tekstissä mm. kirjoitusvirheinä ja tarpeettomina virtaus syntometrisan toistoina. Tekstin kieliasu koettiin kuitenkin hyväksi ja teksti helppolukuiseksi.

*"Teksti helppolukuista, joitain kirjoitusvirheitä (oikoluvussa varmasti poistuvat) . Joissakin kohdissa sanojen toistoa esim. johdannossa käytät sanaa virtaus syntometri melko paljon"*

*"Kieliasu on hyvä."*

Vastaajista kaksi nosti esille portti-sanankäytön perehdytysmateriaalissa. Sannalla "portti" (englanniksi gate) viitattiin perehdytysmateriaalissa alueeseen, jonka sisäpuolelle on mahdollista rajata se solupopulaatio tai ne solupopulaatiot, joista kunkin näytteen kohdalla ollaan kiinnostuneita. Esille termi nostettiin sen vuoksi, ettei sanaa käytännössä käytetä, vaan rajaamisesta puhutaan "geittämisena" tai suomeksi "rajaamisena".

*"Teksti on mielestäni riittävän "palikkaa" :D Ainoa, joka pisti vähän aivoihin materiaalia lukiessa, oli kohdassa "Tulokset", jossa puhutaan "porteista". Emme koskaan työkielissä käytä sitä sanaa. [...]"*

*"Joitakin kirjoitusvirheitä löysin. Kappaleessa 5.4.2 puhuit porteista, se tuntui oudolta, koska puhumme "geiteistä" ja "rajauksista". Portti-sanaa emme käytä."*

### 10.2.3 Perehdytysmateriaalin sisältö

Perehdytysmateriaalin asioiden esittämisjärjestys koettiin loogiseksi ja lukijan kannalta sopivaksi. Tekstissä esitetyjä asioita ja ilmiöitä oli perusteltu ja taustoitettu riittävästi, jotta teksti sopii myös sellaiselle lukijalle, jolle aihe on ennalta vieraampi.

*”Asiat ovat mielestäni sopivan yksinkertaisesti esitettyjä ja sopivassa järjestyksessä. [...]”*

*”Sisällöstä saa nopeasti tarvittavan yleiskuvan ja se sopii lukijalle, jolla ei ole asiasta ennalta tietoa. Esitettävät asiat ovat loogisessa järjestyksessä.”*

*” Sisältö on käyttäjän näkökulmasta hyvä. Ei tarvitse kehittää.”*

Toisaalta työtapojen kehittyminen näkyi vastauksissa sisältö-aihepiiriin liittyvissä vastauksissa. Tietokoneen ohjelmiston käynnistämisen mainitsemista jo varhaisemmassa vaiheessa analysaattorin käynnistystä käsittelevässä kappaleessa ehdotettiin. Samainen vastaaja nosti tässä yhteydessä esille ”solupopulaatioiden rajaamisen” vaihtoehtoiseksi suomenkieliseksi termiksi perehdytysmateriaalin kieliasun yhteydessä epäsopivaksi koetulle ”portti”-sanalle.

*”Tekstissä luvun 5.1 laitteen käynnistys jälkeen olisi mielestäni hyvä jo olla maininta FACSuite ohjelmasta/käynnistämisestä, koska sitä tarvitaan helmien ajoon. Kohdassa 5.4.2 Tulokset käytät sanaa portti (suora käännös englannista?) Työkielessä puhumme kyllä ”geittaamisesta”, mutta parempi olisi esim. puhua solujen/solupopulaatioiden rajaamisesta.”*

### 10.2.4 Muita perehdytysmateriaaliin liittyviä esiin nostettuja asioita

Palautekyselyn neljänteen avokysymykseen vastasi neljästä koko kyselyyn vastanneesta laboratoriohoitajasta kolme. Vastaajat halusivat vastauksissaan nostaa esille pohdintoja vakiintumattomista työtavoista ja niiden tulevista muutoksista, perehdytyskortin hyödyllisyydestä sekä muutamista perehdytysmateriaaliin tarvittavista täsmennyksistä.

Vastausten perusteella perehdytysmateriaalista koettiin olleen hyötyä uusien analysaattorien toimintaan perehtymisessä. Esille nostettiin kuitenkin analysaattorien käyttöönoton ja palautekyselyn teettämisen välinen melko lyhyt aika, ja siten vielä vasta muodostumassa olevien työtapojen aiheuttama haaste perehdytysmateriaalin arvioinnissa.

*”Täytyy myöntää, että olen itse ollut vasta niin vähän tekemisissä Lyricien kanssa, että oli mukava lukea perehdytysmateriaalia laitteista. Toki olen muutamia viikkoja ajanut kyllä näytteitä, mutta ns. syvempi käyttökokemus puuttuu vielä [...] On siis hieman vaikea kommentoida tällä kokemuksella jäikö materiaalista uupumaan jotakin, mutta uskon sen olevan tuollaisenaankin ihan hyvä punainen lanka perehtyjälle. [...]”*

Viimeiseen kysymykseen vastanneet nostivat esille myös perehdytysmateriaalin merkitystä perehdytystä tukevana materiaalina.

*”[...] Mielestäni on myös ylipäättään hieman vaikeata rajata sitä, mitä käsitellään perehdytysoppaassa ja mitä jätetään tekstin ulkopuolelle ns. suulliseksi perehdytykseksi. [...]”*

*”Ilmeisesti perehdytyskortti tulossa, sitä odotellessa :)”*

Eräässä vastauksessa nostettiin tässä yhteydessä esille myös perehdytysmateriaalissa havaittu epätarkkuus, jota materiaalin kehittämisen yhteydessä tulisi tekstissä täsmentää.

*”Koneilla pystyy tekemään 12-väri paneeleja, mutta yhdellä putkella pystyy mittamaan enemmän kuin 12 parametria. Esimerkiksi LST putkessa jollain väreillä on kaksi vasta-ainetta.”*

### **10.3. Perehdytysmateriaalin kehittäminen**

Perehdytysmateriaalin kehittäminen alkoi opinnäytetyösuunnitelmasta poiketen toukokuun 2021 lopun sijaan vasta elokuussa 2021. Sisällöllisiä parannuksia perehdytysmateriaaliin tehtiin lähinnä virtaussytometriasta vastaavan kemistin ja virtaussytometrian vastuuhjaajan huomioiden perusteella. Perehdytysmateriaalin toisesta versioista poistettiin esimerkiksi kuvaus viivakoodillisten putkien analysoinnista, sillä Tampereen keskuslaboratorion hematologian laboratoriossa

kaikki virtaussytometristen näytteiden potilas- ja näytetiedot syötetään käsin. Viivakoodillisia putkia ei analysaattoreihin syötetä. Koska perehdytysmateriaalin ensimmäinen versio tehtiin jo ennen kuin uudet analysaattorit oli otettu rutiinidiagnostiikassa käyttöön, oli työpisteen käytännön työtapojen kehittymisen ja vakiintumisen myötä syntynyt tarve tehdä pieniä muutoksia ja täsmennyksiä myöskin perehdytysmateriaaliin. Esimerkiksi perehdytysmateriaalin ensimmäisessä versiossa puhuttiin analysaattorin analysointiohjelmiston työlistoista käyttäjäkohtaisina, mutta käytännössä työlistat ovatkin olleet käyttäjien yhteisessä käytössä. Työlistojen käyttöä siis tältä osin perehdytysmateriaalissa täsmennettiin.

Perehdytysmateriaalin kehittäminen pohjautui palautekyselyssä esiin nousseisiin asioihin. Palautekyselyssä esille nostetut kirjoitusvirheet ja toistot poistettiin ja termejä sekä epätarkkuuksia täsmennettiin. Kieliasua pyrittiin vielä selkeyttämään ja opinnäytetyön kirjoittajalle tyypillisiä pitkiä lauserakenteita pyrittiin katkaisemaan materiaalin luettavuuden parantamiseksi.

Perehdytysmateriaalin ensimmäisen version valmistumisen nopean aikataulun vuoksi virtaussytometrian ja immunofenotyyppityksen periaatteet sekä näytteiden esikäsittelyyn liittyvät asiat jätettiin perehdytysmateriaalista tarkoituksellisesti kokonaan pois. Toiseen versioon nämä lisättiin. Teorian ja menetelmän periaatteiden käsittelyn riittävyys kirjallisessa raportissa varmistettiin virtaussytometriasta vastaavalta kemistiltä keväällä 2021, ja perehdytysmateriaalissa virtaussytometrian periaatteita ja menetelmää kuvattiin vastaavalla tarkkuudella.

Kehitetyn perehdytysmateriaalin toinen versio annettiin virtaussytometrian vastuuhoidtajalle ja virtaussytometriasta vastaavalle kemistille luettavaksi syyskuun lopulla 2021. Heiltä saadun palautteen perusteella lopulliseen perehdytysmateriaaliin tehtiin vielä muutama täsmennys ja kieliasullinen muutos lokakuussa 2021. Perehdytysmateriaali ja opinnäytetyön raporttiosuus valmistuivat marraskuun alussa 2021.

## **11 POHDINTA**

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa mahdollisimman hyvin Fimlab Laboratoriot Oy:n Tampereen keskuslaboratorion hematologian laboratorion virtaus-sytometrian työpisteen tarpeita vastaava perehdytysmateriaali tukemaan BD FACSLyric™ -virtaus-sytometreihin perehdyttämistä sekä työpisteellä harjoitteluun suorittavien opiskelijoiden harjoittelua. Perehdytysmateriaalin ensimmäinen versio tehtiin ennen uusien analysaattorien käyttöönottoa lähes yksinomaan analysaattorin ohjekirjaan perustuen. Jotta opinnäytetyön tavoite mahdollisimman hyvin palvelevasta perehdytysmateriaalista saavutettaisiin, kerättiin perehdytysmateriaalista palautetta analysaattorien oltua rutiinidiagnostiikassa käytössä reilun parin kuukauden ajan. Käytännön työskentelyn ja työtapojen vakiinnuttua perehdytysmateriaalin riittävyttä ja mahdollisia muutostarpeita oli helpompi arvioida.

### **11.1. Tulosten tarkastelu**

Palautekyselyssä selvitettiin avovastauksin kyselyyn vastanneiden laboratoriohoitajien mielipidettä perehdytysmateriaalin ulkonäöstä, kieliasusta sekä sen sisällöstä. Saadun palautteen perusteella perehdytysmateriaaliin kyettiin tekemään muutoksia, täsmennyksiä ja lisäyksiä, joiden avulla perehdytysmateriaalia oli mahdollista kohdentaa vielä paremmin juuri tämän työpisteen tarpeisiin.

#### **11.1.1 Perehdytysmateriaalin ulkonäkö**

Perehdytysmateriaalin ulkonäössä pyrittiin huomioimaan lukijalle materiaalin ulkonäön perusteella syntyvä mielikuva materiaalista. Lukija muodostaa luettavasta tekstistä ensimmäisen mielikuvan jo pelkän vilkaisun perusteella. Tekstin hyvä silmäiltävyys, eli tekstiä vilkaisemalla syntyvä mielikuva tekstistä, houkuttelee lukijaa tekstin pariin. Tekstin huono silmäiltävyys puolestaan vähentää lukijan motivaatiota tekstin lukemiseen. (Alasilta 1999, 59.)

Tekstin silmäiltävyyteen vaikuttavat tekstin jäsentely, tauotus ja tekstin seassa mahdollisesti käytetyt kuvat. Tekstin ilmava asettelu ja vaihtelevuus parantavat tekstin silmäiltävyyttä. Tekstin tehokkaan luettavuuden kannalta tekstin tärkeiden osien, kuten esimerkiksi otsikoiden, ympärille on hyvä jättää riittävästi tilaa. Näin jo tekstiä silmäillessä tärkeimmät asiat nousevat esille ja lukijan on helppo muodostaa mielikuvaa tekstin sisällöstä. Kiinnostavat otsikot, tehokkaat väliotsikot ja tiheät kappalejaot tehostavat tekstiä ja helpottavat luettavuutta. Vaihtelevat tekstirakenteet, eripituiset kappaleet, kuvat, taulukot ja luettelot tekevät tekstistä lukijalleen miellyttävän ja auttavat pitämään lukemisen motivaatiota yllä. Tekstikokonaisuuden tulee olla kauttaaltaan yhtenäinen ja vaihteluksi tarkoitettujen tehokkeiden tulee olla sisällöllisesti perusteltuja. (Uimonen 2005, 232-236; Alasilta 1999, 59-65.) Tekstin luettavuuden kannalta on olennaista saada samassa tekstissä esitetyt eri asiakokonaisuudet erottumaan toisistaan (Kankaanpää & Piehl 2011, 87).

Perehdytysmateriaalissa tekstin täsmällisellä otsikoinnilla ja väliotsikoinnilla pyrittiin helpottamaan mielikuvan luomista tekstin sisällöstä. Kuvien avulla pyrittiin selkeyttämään tekstin sisältöä ja nostamaan esille olennaisimpia tekstissä esitetyjä asioita. Perehdytysmateriaalin ulkonäössä tähdättiin asiallisuuteen ja selkeyteen. Muodossa noudatettiin hyvin pitkälle opinnäytetyöntekijän oppilaitoksen antamia kirjallisen raportoinnin ohjeita.

### **11.1.2 Perehdytysmateriaalin kieliasu**

Perehdytysmateriaalin kieliasussa pyrittiin huomioimaan materiaalin selkeys sekä ottamaan huomioon materiaalin kohderyhmä. Tekstien ja ohjeiden laadinnassa tulee ottaa huomioon kieliasun selkeys, tekstin ymmärrettävyys sekä tekstin kohderyhmä. Esimerkiksi ammattitermien käyttö tekstissä vaikeuttaa tekstin lukemista, mikäli termit ovat lukijalle vieraita. Silloin kun ammattitermien käyttö on tekstin kannalta välttämätöntä tai hyvin olennaista, tulee termien merkitys avata lukijalle. (Kankaanpää & Piehl 2011, 82.)

Ymmärrettävä kieli on selkeää ja helppotajuista. Teksti koostuu sanoista, jotka ovat lukijalleen tuttuja, lauserakenteet ovat helppoja ja tekstikappaleet sopivan

mittaisia. Vaihtelevan mittaiset lauseet ja virkkeet luovat tekstille rytmiä ja tekevät siitä miellyttävän lukea. Tekstin konkreettisuus auttaa lukijaa tekstin ymmärtämisessä. (Metsäaho 2013, 17-29.)

Vaikka ensimmäisen version kohderyhmälle virtausytometria menetelmänä oli-kin jo valmiiksi tuttua, on lopullinen perehdytysmateriaali suunnattu kuitenkin uusien työntekijöiden perehdyttämiseen sekä työpisteessä harjoitteluaan tekevien opiskelijoiden käyttöön. Heille virtausytometria saattaa olla ennalta melko vierasta ja virtausytometriaan liittyvät termit ennalta tuntemattomia. Perehdytysmateriaalin kieliasussa pyrittiin huomioimaan ammattitermien käyttö ja niiden selittäminen lukijalle niiltä osin, kuin voidaan niiden olettaa olevan lukijalle ennalta tuntemattomia. Perehdytysmateriaalissa pyrittiin kiinnittämään erityistä huomiota myös tekstin luettavuuteen ja kielen sujuvuuteen.

### **11.1.3 Perehdytysmateriaalin sisältö**

Yksi merkittävimmistä tekstin lukumotivaatioon vaikuttavista tekijöistä on lukijan kokemus tekstin käytettävyydestä. Erityisesti työelämässä tuotetuissa teksteissä, kuten esimerkiksi käyttö- ja työohjeissa, korostuu lukijan tarve löytää vaivattomasti juuri sillä hetkellä tarvitsemansa tiedot. Tiedonlöytymistä voi helpottaa esimerkiksi asioiden esittämisjärjestyksen ja tekstin etenemisen kautta. Lukijan on helpompi seurata tekstiä, joka etenee loogisesti kuin tekstiä, jossa asiat on esitetty toisistaan irrallisina palasina. (Alasilta 1999, 77, 80-83.) Työelämän ohjetta kirjoittaessa on tärkeää, että asioiden esittämisjärjestys vastaa työvaiheiden tekemisen järjestystä (Kankaanpää & Piehl 2011, 296; Alasilta 1999, 93).

Lukijan kannalta olennaista on myös tekstin aiheen ja ilmiöiden riittävä taustoitus ja selittäminen. Mitä vieraampaa ja vähemmän ennalta tuttua asiaa lukijalleen teksti käsittelee, sitä suurempi merkitys riittävillä taustatiedoilla ja selityksillä lukijalle on. Tekstissä tulee olla lukijan kannalta riittävästi tietoa ja kaikki sellaiset asiat, jotka lukija tarvitsee ymmärtääkseen ja toimiakseen. Liiallinen tieto saattaa kuitenkin viedä lukijan huomion tekstin varsinaisesta aiheesta. Tekstistä tuleekin karsia kaikki sellainen, joka ei suoraan liity lukijaan ja hänen toimintaansa, sekä asiat, jotka eivät juuri nyt ole ajankohtaisia tai jotka lukijan voi olettaa jo tietävän.



(Kankaanpää & Piehl 2011, 80-82.) Selkeät perustelut lisäävät tekstin vaikuttavuutta (Kankaanpää & Piehl 2011, 62).

Perehdytysmateriaalin sisällössä pyrittiin ottamaan huomioon perehdytysmateriaalin kohderyhmä. Perehdytysmateriaalissa pyritään taustoittamaan ja selittämään virtausytometriaa menetelmänä, jotta BD FACSLytic™ -analysaattorien toimintaa ja käyttöä olisi helpompi ymmärtää. Tekstissä on pyritty lukijan kannalta mahdollisimman käytettävään ja riittävään tietoon. Perehdytysmateriaaliin on pyritty sisällyttämään kaikki olennainen, mutta jättämään erityisesti vielä perehdytysvaiheessa tarpeettomat tekniset yksityiskohdat pois. Lisäksi tekstissä esitettyjen, erityisesti analysaattorilla työskentelyyn liittyvien asioiden tueksi on pyritty löytämään mahdollisimman paljon perusteluja. Esimerkiksi analyysissa käytettävää näytemäärää on tiedon vaikuttavuuden lisäämiseksi tekstissä perusteltu liian vähäisen näytteen riittämättömyydellä ja toisaalta liiallisen näytemäärän mahdollisella roiskumisella näyteputken ulkopuolelle ja siten näytteiden mahdollisella kontaminoitumisella analysaattorin tekemän sekoituksen aikana.

#### **11.1.4 Muita perehdytysmateriaaliin liittyviä esiin nostettuja asioita**

Pyytämällä palautekyselyssä palautetta vielä muista, aiemmissa kysymyksissä esille nousemattomista aiheista haluttiin varmistaa, ettei perehdytysmateriaaliin jää käyttäjän näkökulmasta mitään, mikä haittaa materiaalin käytettävyyttä. Tämän kysymyksen avulla kyettiin kirjotusvaiheessa materiaaliin jääneitä epäjohtonmukaisuuksia täsmentämään sekä vielä kiinnittämään perehdytysmateriaalin kehitysvaiheessa huomiota siihen, että valmis materiaali todellakin keskittyy menetelmän ja analysaattorien esittelyyn nimenomaan sille kohderyhmälle, jolle perehdytysmateriaali on tarkoitettu.

## **11.2. Opinnäytetyön eettiset kysymykset**

Tämän opinnäytetyön eettiset kysymykset liittyvät lähinnä palautekyselyn vastausten käsittelyyn. Kyselyn vastaaminen tapahtui nimettömänä, eikä vastauksista ole mahdollista tunnistaa vastaajaa. Palautekyselyn vastaukset ovat olleet ainoastaan tutkimuksen tekijän nähtävillä. Sekä tiedosto, johon vastaukset on kerätty, että sähköpostitse lähetetty kyselylomake annettuine vastauksineen poistetaan tutkimuksen valmistuttua.

Palautekyselyn nimettömyydellä pyrittiin mahdollisimman luotettavaan tutkimukseen. Nimettömyydellä pyrittiin varmistamaan myös mahdollisen negatiivisen palautteen antaminen tilanteessa, jossa sekä opinnäytetyön tekijä että palautekyselyyn vastaavat laboratoriohoitajat työskentelevät samassa työyhteisössä.

## **11.3. Opinnäytetyön luotettavuus**

Palautteen kerääminen ajoittui tutkimuksellisista syistä alkukeväälle 2021, jolloin uudet analyysointilaitteet olivat olleet käytössä noin parin kuukauden ajan. Tässä ajassa kyselyyn vastanneille oli ehtinyt karttua jo jonkin verran kokemusta uusilla analyysointilaitteilla työskentelystä, joten kyselyyn vastatessaan heillä oli mahdollisuus peilata kokemuksiaan perehdytysmateriaalista käytännön työskentelyyn. Toisaalta aika analyysointilaitteiden käyttöönoton ja palautekyselyn välillä oli sen verran lyhyt, että työtavat eivät vielä olleet täysin vakiintuneet eikä työntekijöille ollut ehtinyt vielä syntyä vankkaa työskentelyn rutiinia. Tämä nostettiin esiin myös kyselyn vastauksissa. Perehdytysmateriaalin kehittämistä varten pyydettiin kuitenkin kommentteja vielä virtausytometrian vastuuhoidajalta sekä virtausytometriasta vastaavalta kemistiltä syksyllä 2021. Tällöin uusilla laitteilla työskentelyyn liittyvät käytännöt olivat jo paremmin päässeet vakiintumaan ja perehdytysmateriaalin kehittämistarpeita erityisesti käytännön työskentelyn kannalta oli ehkä helpompi arvioida.

Palautekyselyn vastausprosentti, 80 %, oli prosentuaalisesti tarkasteltuna erittäin hyvä. Kuitenkin numeerisesti kyselyyn vastanneita laboratoriohoitajia oli ”vain” neljä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuitenkin kehittää perehdytysmateriaalia

juuri tietyn työpisteen tarpeisiin, jolloin mahdollisten vastaajien määrän määrittelee tuohon työpisteeseen perehtyneen henkilöstön määrä. Tältäkin osin tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin kuitenkin lisäämään virtaussytometrian vastuuhoidajan ja vastaavan kemistin mielipiteillä perehdytysmateriaalin ensimmäisen version kehitystarpeista. Palautteen merkitys tämän opinnäytetyön tapauksessa korostui erityisesti, sillä opinnäytetyön tekijällä ei ole virtaussytometrialla suoritettujen syventävien bioanalyttikko-opintojensa lisäksi varsinaista työkokemusta virtaussytometrialla työskentelystä. Myös paljon perehdytyksiä tehneen opinnäytetyön vertaisarvioijan palaute perehdytysmateriaalista oli arvokasta.

Palautekyselyyn vastattiin perehdytysmateriaalin ensimmäisen version pohjalta. Aikataulullisista syistä johtuen ensimmäinen versio käsitteli ainoastaan uusien analysaattorien toimintaa ja käyttöä. Varsinainen perehdytysmateriaali sisälsi kuitenkin myös virtaussytometrian periaatteisiin ja näytteiden käsittelyyn liittyviä asioita, joiden sisältöä tai riittävyyttä palautekyselyyn vastanneet eivät voineet kyselyyn vastatessaan arvioida. Perehdytysmateriaalin teoreettisen sisällön riittävyyttä ja selkeyttä arvioivat niin ikään virtaussytometrian vastuuhoidaja ja virtaussytometriasta vastaava kemisti. Heillä on roolinsa kautta käsitys virtaussytometrialla työskentelyn kokonaisuudesta ja siitä, mitä rutiinikäyttäjien ja toisaalta myös työpisteellä harjoittelussa olevien opiskelijoiden perehdytysmateriaalilta vaaditaan.

Perehdytysprosessin luotettavuutta on tässä opinnäytteessä pyritty lisäämään läpinäkyvyydellä ja kehittämistoiminnan huolellisella raportoinnilla. Kehittämistarpeita kartoittavan palautekyselyn vastauksia on pyritty käsittelemään ja kirjoittamaan auki niin yksityiskohtaisesti kuin mahdollista, ja perehdytysmateriaaliin tehdyt muutokset on perusteltu palautekyselystä saaduilla vastauksilla tai vastuuhoidajan ja kemistin ehdotuksilla.

#### **11.4. Opinnäytetyöprosessi**

Opinnäytetyön aikataulu viivästyi hieman opinnäytetyösuunnitelmassa esitetystä aikataulusta. Alun perin palautekyselyn vastausten käsittelyn ja perehdytysmateriaalin kehittämisen oli tarkoitus tapahtua toukokuun 2021 loppuun mennessä ja

syksyllä 2021 oli tarkoitus enää viimeistellä perehdytysmateriaalia ja opinnäytetyöraporttia. Lopulta vastausten käsittely ja perehdytysmateriaalin kehittäminen tapahtui syksyllä 2021, kuten myös opinnäytteen viimeistely. Myös opinnäytetyön tutkimustehtävät täsmentyivät prosessin aikana koko perehdytys suunnitelman ja -ohjeen laatimisesta uuden perehdytysmateriaalin laatimiseen ja sen tutkimukselliseen kehittämiseen. Perehdytys suunnitelmaa kehitettiin niiltä osin, kun uuden analyysointilaitteen käyttöönoton myötä oli tarpeen ja uusi perehdytysmateriaali laadittiin uusien analyysointilaitteiden toiminnan ja käytön pohjalta.

Tutkimuksellinen kehittämistoiminta oli metodina opinnäytetyön tekijälle uusi. Kirjallisuuden avulla tutkimukselliseen kehittämistoimintaan oli kuitenkin helppo tarttua. Tämän kaltaiseen opinnäytetyöprosessiin metodi sopi opinnäytetyön tekijän mielestä erittäin hyvin.

Perehdytysmateriaalin ensimmäinen versio kirjoitettiin lähes pelkästään analyysointilaitteen laiteohjeen pohjalta. Oman haasteensa kirjoitusprosessiin toi opinnäytetyöntekijän hyvin vähäinen käytännön kokemus virtausytometrialla työskentelestä. Vähäisen kokemuksen vuoksi uusien analyysointilaitteiden aiheuttamat muutokset työskentelytavoissa oli hankalampi hahmottaa. Palautekyselyn kautta kerätyn palautteen merkitys tässä tapauksessa korostuikin erityisesti materiaalin käytettävyyden osalta. Toisaalta vähäinen kokemus virtausytometriasta auttoi opinnäytetyön tekijää hahmottamaan mitkä asiat voivat olla menetelmään vasta tutustuville vieraita, kun mikään virtausytometriaan liittyvä ei ollut opinnäytetyön tekijällekään ”itsestään selvää”. Opinnäytetyön alkuun tiukka aikataulu mahdollisti syksyllä 2021 jäävän riittävästi aikaa opinnäytetyön viimeistelyyn sekä perehdytysmateriaalin luettavuuden ja kieliasun hiomiseen.

## **11.5. Johtopäätökset**

Perehdytyksellä pyritään varmistamaan työntekijöiden osaaminen ja edellytykset turvalliseen työskentelyyn. Muutostilanteissa on tärkeää arvioida opetuksen ja ohjauksen täydennyksen tarve sekä muistaa perehdytyksen merkitys. Riittävä perehdytys on yhteydessä työturvallisuuteen. (Työsuojeluhallinto 2020.) Laboratoriotyöskentelyssä oikeat työtavat ja henkilöstön ammatillinen osaaminen on

suoraan kytköksissä diagnostiseen luotettavuuteen ja tarkkuuteen, ja siten myös potilasturvallisuuteen (Ong ym. 2020, 7-8). Mahdollisimman hyvin niin aikataulultaan, materiaaleiltaan kuin määritellyiltä tavoitteiltaanakin tietyn työpisteen tarpeita vastaava perehdytys on työn laadukkuuden kannalta olennaisen tärkeää.

Parhaimmillaan hyvä perehdytysmateriaali tukee perehdytyksen tavoitteiden saavuttamista ja auttaa perehtyjää luomaan kokonaiskuvaa perehdytettävästä asiasta. Perehdytysmateriaali voi toimia myös tukimateriaalina varsinaisen perehdytyksen jo päätyttyä. Perehdytyksessä perehtyjälle tulee kerralla paljon uusia asioita omaksuttavaksi, ja perehdytyksen jälkeen saattaa tuntua jonkin osa-alueen omaksumisen jääneen hieman hataralle pohjalle. Perehdytysmateriaalin avulla vielä perehdytyksen jälkeenkin voi palata perehdytyksessä esille tulleisiin asioihin. Perehdytysten tukena etenkin analysaattorien toiminnan osalta käytetään usein esimerkiksi valmistajien laiteohjeita, mutta nekin eivät avaa analysaattorien toiminnan taustalla olevia ilmiöitä ja teoriaa. Kuten tässäkin opinnäytteessä on todettu, tekstin taustoittaminen ja tekstin väitteiden ja ohjeiden perustelu lisää tekstin ymmärrettävyyttä ja vaikuttavuutta. Lukija sisäistää tekstin sisältämän informaation helpommin, kun se on mahdollista asettaa osaksi suurempaa kokonaisuutta.

Opinnäytetyön pohjalta jatkotutkimusaiheiksi ehdotettaisiin vastaavaa perehdytysmateriaalien kehittämistoimintaa muidenkin analysaattoreiden perehtymisen ja opiskelijoiden harjoittelujaksojen tueksi. Mitattavan ilmiön ja mittausperiaatteen asettaminen vasten laajempaa teoriataustaa helpottaa uuden asian ymmärtämistä ja oppimista.

## LÄHTEET

Adan, A., Alizada, G., Kiraz, Y., Baran, Y. & Nalbant, A. 2017. Flow Cytometry: Basic Principles and applications. *Critical Reviews in Biotechnology* 37 (2), 163-176. Luettu 28.1.2021. Vaatii käyttöluvan. <https://web-b-ebshost-com.libproxy.tuni.fi/ehost/detail/detail?vid=8&sid=7bb33581-bd7d-4b6e-91d3-47338b828173%40pdc-v-sessmgr05&bdata=JkF1dGhUeX-BIPWNvb2tpZSxpcCx1aWQmc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#AN=120642108&db=fsr>

Alasilta, A. 1999. Näin kirjoitat tehokkaasti – Viestintäopas työelämän kirjoittajalle. Tampere. Tammer-Paino Oy.

BD Biosciences. 2020. BD FACSLyric Clinical Reference.

BD Biosciences. 2020. BD FACSLyric™ Research System. Luettu 5.1.2021. [https://www.bdbiosciences.com/en-us/instruments/research-instruments/research-cell-analyzers/facsl lyric\\_ruo](https://www.bdbiosciences.com/en-us/instruments/research-instruments/research-cell-analyzers/facsl lyric_ruo)

Becton Dickinson and Co. 2011. Dual feedback vacuum fluidics for a flow-type particle analyzer. Patentihakemus US9092034B2. Luettu 8.1.2021. <https://patents.google.com/patent/US9092034B2/en#citedBy>

Béné, M. C. & Porwit, A. 2018. Multiparameter Flow Cytometry in the Diagnosis of Hematologic Malignancies. 14-15. Cambridge University Press. Luettu 24.8.2021. Vaatii käyttöoikeuden. [https://www-cambridge-org.libproxy.tuni.fi/core/services/aop-cambridge-core/content/view/8D8B9F23ABAE6199E87FF2C4DE92F6E9/9781316218549c2\\_p14-35\\_CBO.pdf/antigens.pdf](https://www-cambridge-org.libproxy.tuni.fi/core/services/aop-cambridge-core/content/view/8D8B9F23ABAE6199E87FF2C4DE92F6E9/9781316218549c2_p14-35_CBO.pdf/antigens.pdf)

Cossarizza, A.; Chang, H. D.; Radbruch, A.; Acs, A.; Adam, A.; Adam-Klages, S.; Agace, W. ym. 2019. Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (second edition). *European journal of immunology* 49 (10). 1457-1973. Luettu 24.8.2021. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eji.201970107>

Costabile, M.; Nguyen, H.; & Kenyon, A. 2020. Manipulating leukocyte populations to mimic immune disease states: a novel approach to teaching flow cytometry to undergraduate immunology students. *Advances in physiology education* 44 (), 247-253. Luettu 20.7.2021. <https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/advan.00032.2020>

Craig, F. E. & Foon, K. A. 2008. Flow cytometric immunophenotyping for hematologic neoplasms. *Blood* 111 (8), 3941-3967. Luettu 6.9.2021. Vaatii käyttöluvan. <https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1182/blood-2007-11-120535>

Fimlab laboratoriot Oy. n.d. Yritys. Luettu 4.11.2020. <https://fimlab.fi/yritys>

Fimlab Laboratoriot Oy. 2021a. BD FACSLyric VIRTASSYTOMETRI. Työohjeen luonnos.

Fimlab Laboratoriot Oy. 2021b. INTRASYTOPLASTISET ANTIGEENIT HEMATOLOGISESSA IMMUNOFENOTYYPITYKSESSÄ. Työohje.

Fimlab Laboratoriot Oy. 2018a. IMMUNOFENOTYYPITYS, Hematologinen. Työohje.

Fimlab Laboratoriot Oy. 2018b. NÄYTTEEN SÄILYTYS JA KÄSITTELY VIRTUAUSSYTOMETRISTA TUTKMUSTA VARTEN. Työohje.

Fuentes-Arderiu, X. & Mestre, M. 2009. Description of flow cytometry examinations related to human cell differentiation molecules in clinical immunology. Cytometry Part B: Clinical Cytometry 76B (4), 291-293. Vaatii käyttöluvan. <https://onlinelibrary-wiley-com.libproxy.tuni.fi/doi/10.1002/cyto.b.20479>

Fuller, K.; Linden, M. D.; Lee-Pullen, T.; Fragall, C.; Erber, W.N. & Röhrig, K. J. 2016. An active, collaborative approach to learning skills in flow cytometry. Advances in physiology education 40 (2), 176-185. Luettu 20.7.2021. <https://journals-physiology-org.libproxy.tuni.fi/doi/pdf/10.1152/advan.00002.2015>

Goure, J-P. 2013. Flow Cytometry (FCM) Measurement of Cells in Suspension. Teoksessa Goure, J.-P. Optics in Instruments: Applications in Biology and Medicine, 76. Lontoo: Iste Ltd. Luettu 1.2.2021. Vaatii käyttöluvan. <https://ebook-central.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=1175205&ppg=6>

Jahan-Tigh, R.R.; Ryan, C.; Obermoser, G.; & Schwarzenberger, K. 2012. Flow Cytometry. Journal of Investigative Dermatology 132. Luettu 8.7.2021. <https://core.ac.uk/download/pdf/82716365.pdf>

Johansson, U., Bloxham, D., Couzens, S., Jesson, J., Morilla, R., Erber, W. & Macey, M. 2014. Guidelines on the use of multicolor flow cytometry in the diagnosis of haematological neoplasms. British Journal of Haematology 165, 455-488. Luettu 3.2.2021. Vaatii käyttöluvan. <https://onlinelibrary-wiley-com.libproxy.tuni.fi/doi/pdfdirect/10.1111/bjh.12789>

Johansson, U. & Macey, M. 2011. Pitfalls in the use of multicolour flow cytometry in haematology. Journal of clinical pathology 64 (7). 561-563. Luettu 10.9.2021. Vaatii käyttöluvan. <https://www-proquest-com.libproxy.tuni.fi/docview/1781097939?pq-origsite=primo&accountid=14242>

Johnell, M. Käyttäjäkoulutus. Fimlab Laboratoriot Oy, Tampere. 18.-19.1.2021.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä – Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tampereen yliopistopaino Oy.

Kankaanpää, S. & Piehl, A. 2011. Tekstinrakentajan käsikirja – Opas työssä kirjoittavalle. Helsinki. Suomen Yrityskirjat Oy.

Kemppi, R. Virtaussytometrian vastuuhoidtaja. 2020. Opparisuunnitelmaa varten. Sähköpostiviesti. Luettu 11.11.2020.

King, D. 2007. Flow cytometry: an overview. *Medical Laboratory Observer* 39 (6), 26. Luettu 20.11.2020. Vaatii käyttöluvan.  
<http://libproxy.tuni.fi/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=cookie,ip,uid&db=ccm&AN=106153978&site=ehost-live&scope=site>>Flow cytometry: an overview.

Kjelin, E. & kuusisto, P-C. 2003. Tulokkaasta tuloksentekijäksi. 1. painos. Helsinki. Talentum Media Oy.

Kowalski, K. 2019. Mentoring. *The Journal of Conducting Education in Nursing* 50 (12), 540-541. Vaatii käyttöluvan. Luettu 4.5.2021. <https://www-proquest-com.libproxy.tuni.fi/docview/2318821515?accountid=14242>

Kupias, P. & Peltola, R. 2009. Perehdyttämisen pelikentällä. 1. painos. Helsinki. Oy Yliopistokustannus, HYY Yhtymä.

Kurzer, J.H. & Weinberg, O.K. 2019. Introduction to flow cytometry. Teoksessa Kurzer, J.H. & Weinberg, O.K. (toim.) *Clinical Flow Cytometry: Approaches, Principles, and Applications*, 2-6. New York: Nova medicine & Health. Luettu 6.11.2020. Vaatii käyttöluvan.  
[http://libproxy.tuni.fi/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=cookie,ip,uid&db=e000xww&AN=2043521&site=ehost-live&scope=site&ebv=EB&ppid=pp\\_1](http://libproxy.tuni.fi/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=cookie,ip,uid&db=e000xww&AN=2043521&site=ehost-live&scope=site&ebv=EB&ppid=pp_1)

Leach, M.; Drummond, M. & Doig, A. 2013. *Practical Flow Cytometry in Haematology Diagnosis*. 1. painos. John Wiley & Sons.

Metsäaho, T. 2013. Työelämän toimivat tekstit. 1. painos. Saarijärvi. Suomen yrityskirjat Oy.

Moloney, M. & Shreffler, W. G. 2008. Basic science for the practicing physician: flow cytometry and cell sorting. *Annals of Allergy, Asthma immunology* 101 (5), 544-549. Luettu 1.2.2021. Vaatii käyttöluvan. <https://www-sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S1081120610602955>

Mukhalalati, B. A. & Taylor, A. 2019. Adult learning Theories in Context: A Quick Guide for Healthcare Professional Educators. *Journal of Medical Education and Curricular Development* 6. Luettu 23.4.2021. <https://www-proquest-com/docview/2348202575?accountid=14242&pq-origsite=primo>

Ong, S.K.; Donovan, G.T.; Ndefru, N.; Song, S.; Leang, C.; Sek, S.; Noble, M. & Perrone, L.A. 2020. Strengthening the clinical laboratory workforce in Cambodia: a case study of a mixed-method in-service training program to improve laboratory quality management system oversight. *Human Resources for Health* 18. Vaatii käyttöluvan. Luettu 27.4.2021. <https://doi.org/10.1186/s12960-020-00521-8>

Ortolani, C. 2011. *Flow Cytometry of Hematological Malignancies*. 1. painos. John Wiley & Sons.

Patterson, T. L. & Rohde, R.E. 2010. Five rules that can build effective training objectives and plans. *Medical Laboratory Observer* 45 (5), 24-25. Luettu 20.11.2020. Vaatii käyttöoikeuden.



<http://libproxy.tuni.fi/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=cookie,ip,uid&db=asn&AN=60597224&site=ehost-live&scope=site>

Pedreira, C.E.; Costa, E.S.; Lecrevisse, Q.; van Dongen, J.J.M. & Orfao, A. 2013. Overview of clinical flow cytometry data analysis: recent advances and future challenges. *Trends in Biotechnology* 32 (7), 415-425. Luettu 15.7.2021. Vaatii käyttöluvan. <https://www.sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0167779913000942#bib0005>

Siitonen, S. & Penttilä, T-L. 2015. Immunofenotyyppitys. Teoksessa Veritaudit. Duodecim Oppiportti. Luettu 11.11.2020. Vaatii käyttöluvan. <https://www.oppiportti.fi/op/ver00702/do>

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta – Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon. Tampere: Tampere University Press. Luettu 3.12.2020. Vaatii käyttöluvan. [https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/100802/Toikko\\_Rantanen\\_Tutkimuksellinen\\_kehittamistoiminta.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/100802/Toikko_Rantanen_Tutkimuksellinen_kehittamistoiminta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TAMK. n.d. Opetussuunnitelmat: Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma, Bioanalyttikko (AMK): 210 op. Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto. Luettu 6.9.2021. <https://opinto-opas-ops.tamk.fi/index.php/fi/167/fi/49590>

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampereen yliopistopaino Oy - Juvenes Print. Tampere.

Työsuojeluhallinto. 9.12.2020. Työsuojelu työpaikalla. Luettu 23.8.2021. <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/opetus-ja-ohjaus>

Työturvallisuuskeskus. n.d. Työntekijän perehdyttäminen ja opastus. Luettu 8.11.2020. [https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyosuojelu\\_tyopaikalla/vas-tuut\\_ja\\_velvoitteet/tyohon\\_perehdyttaminen\\_ja\\_tyonopastus](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vas-tuut_ja_velvoitteet/tyohon_perehdyttaminen_ja_tyonopastus)

Uimonen, T. 2005. Asiantuntija kirjoittaa. Teoksessa Karhu, M.; Salo- Lee, L.; Sipilä, J.; Selänne, M.; Söderlund, L.; Uimonen, T.; & Yli-Kokko, P. Asiantuntija viestii – ajatuksesta vaikutukseen. Keuruu. Otavan Kirjapaino Oy.

Uotila, L.; Hämäläinen, E. & Kouri, T. 2019. Laboratoriotutkimusten viitearvojen määrittäminen ja merkitys kliinisessä päätöksenteossa. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim* 2019 (4), 367. Vaatii käyttöluvan. Luettu 27.4.2021. <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2019/4/duo14777?keyword=laboratoriotutkimus>

van der Velden, V.H.J.; Flores-Montero, J.; te Marvelde, J. G.; Böttcher, S.; Lhermitte, L.; Bedin, A. S.; Almeida, J.; Pérez, J. J.; Cullen, M.; Lucio, P.; Mejstrikova, E.; Szczepanski, T.; Kalina, T.; Orfao, A. & van Dongen, J. J. M. 2012. Sample preparation and staining. Artikkelissa Kalina, T.; Flores-Montero, J.; van der Velden, V. H. J.; Martin-Ayuso, M.; Böttcher, S.; Ritgen, M.; Almeida, J.; Lhermitte, L.; Asnafi, V.; Mendonca, de Tute, R.; Cullen, M.; Sedek, L.; Vidriales, M. B.; Pérez, J. J.; te Marvelde, J. G.; Mejstrikova, E.; Hrusak, O.; Szczepanski, T.; van Dongen, J. J. M. & Orfao, A. 2012. EuroFlow standardization of

flow cytometer instrument settings and immunophenotyping protocols. Leukemia 2012 (26), 1986-2010. Vaatii käyttöluvan. Luettu 23.8.2021. <https://web-b-ebscohost-com.libproxy.tuni.fi/ehost/detail/detail?vid=0&sid=0b88de8b-5ec3-4acb-ad42-4161eb79bb53%40sessionmgr103&bdata=JkF1dGhUeX-BIPWNvb2tpZSxpcCx1aWQmc2l0ZT1laG9zdC1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#AN=79681304&db=asn>

Wood, B. 2006. 9-colour and 10-colour flow cytometry in the clinical laboratory. Archives of Pathology & Laboratory Medicine 130 (5), 680-690. Luettu 23.11.2020. <http://libproxy.tuni.fi/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=cookie,ip,uid&db=ccm&AN=106198196&site=ehost-live&scope=site>

Ylijoki, M. 2017. Lähihoitaja laboratorioon näytteenottajaksi – Perekdytysuunnitelman laatiminen Tykslabille. Opinnäytetyö YAMK, Sosiaali- ja terveysalan kehittäminen ja johtaminen. Turun ammattikorkeakoulu. Luettu 27.4.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/122982/Ylijoki\\_Mira.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/122982/Ylijoki_Mira.pdf?sequence=1)

## LIITTEET

### 1 Opinnäytetyössä käytettyjä vertaisarvioituja lähteitä

| Artikkeli/Tutkimus                                                                                                                                                                          | Julkaisuvuosi ja maa | Keskeiset tulokset                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adan, A., Alizada, G., Kiraz, Y., Baran, Y. & Nalbant, A.<br>Flow Cytometry: Basic Principles and applications                                                                              | Turkki 2017          | Virtausytometrian periaatteet ja käytännön sovellukset.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Cossarizza, A. yms.: Guidelines for the use of flow cytometry and cell sorting in immunological studies (second edition).                                                                   | 2019                 | Asiantuntijaryhmän laatimia suosituksia virtausytometrian käyttöön kliinisissä laboratorioissa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Costabile, M.; Nguyen, H.; & Kenyon, A. Manipulating leukocyte populations to mimic immune disease states: a novel approach to teaching flow cytometry to undergraduate immunology students | Australia 2020       | Tutkimuksessa todettiin keinotekoisesti fenotyypiltään epänormaaleja soluja jäljittelevien solujen olevan hyvä väline virtausytometrian harjoitteluun. Kirjallisten ohjeiden lisäksi kuvatus ja kirjallisten ohjeiden rinnalla opiskelussa käytetyn ”step-by-step” -ohjevideo koettiin opiskelijoiden keskuudessa hyväksi ja oppimistuloksia virtausytometrisen datan käsittelyssä ja tulkinnassa parantavaksi tekijäksi. |
| Craig, F. E. & Foon, K. A: Flow cytometric immunophenotyping for hematologic neoplasms                                                                                                      | Yhdysvallat 2008     | Artikkelissa käsitellään virtausytometrian käyttö hematologisten maligniteettien diagnosoinnissa BICC:n suositusten mukaan.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Fuller, K.; Linden, M. D.; Lee-Pullen, T.; Fragall, C.; Erber, W.N. & Röhrig, K. J. 2016. An active, collaborative approach to learning skills in flow cytometry.                           | Australia 2016       | Tutkimuksessa havaittiin tutkijoiden kehittämän opetusmetodin, jossa FlowJo-ohjelmaa käyttäen käsiteltiin virtausytometristä dataa (mm. solupopulaatioiden rajaamista, kompensatioita ja vastaus-tulkintaa), parantaneen opiskelijoiden virtausytometrista osaamista ja lisänneen opiskelijoiden it-seluottamusta virtausytometrisen datan käsittelyssä.                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jahan-Tigh, R.R.; Ryan, C.; Obermoser, G.; & Schwarzenberger, K: Flow Cytometry                                                                                                                                                                                                       | Yhdysvallat<br>2012   | Artikkeli virtaussytometrian periaatteista                                                                                                                                                                            |
| Johansson, U., Bloxham, D., Couzens, S., Jesson, J., Morilla, R., Erber, W. & Macey, M.: Guidelines on the use of multicolor flow cytometry in the diagnosis of haematological neoplasms                                                                                              | Iso-Britannia<br>2014 | Yleisiä ohjeita ja periaatteita virtaussytometristen tutkimusten koko prosessiin.                                                                                                                                     |
| Johansson, U. & Macey, M.: Pitfalls in the use of multicolour flow cytometry in haematology                                                                                                                                                                                           | Iso-Britannia<br>2011 | Monivärianalyysien tulkinnan haasteet ja yleisimmät "kompastuskivet"                                                                                                                                                  |
| King, D.: Flow cytometry: an overview                                                                                                                                                                                                                                                 | Yhdysvallat<br>2007   | Artikkelissa esitellään virtaussytometrian periaatteita                                                                                                                                                               |
| Kowalski, K.: Mentoring                                                                                                                                                                                                                                                               | Yhdysvallat<br>2019   | Artikkelissa käsitellään mentorointia käsitteenä ja sitä, mitä mentorin tulisi mentorina toimiessaan ottaa huomioon                                                                                                   |
| Moloney, M. & Shreffler, W. G.<br>Basic science for the practicing physician: flow cytometry and cell sorting                                                                                                                                                                         | Yhdysvallat<br>2008   | Virtaussytometrian periaatteita, sen sovelluksia ja tulosten tulkintaa                                                                                                                                                |
| Mukhalalati, B. A. & Taylor, A. Adult learning Theories in Context: A Quick Guide for Healthcare Professional Educators                                                                                                                                                               | Iso-Britannia<br>2019 | Yleisimpien oppimisteorioiden esittely ja niiden soveltaminen terveysalan ammattilaisten opettamiseen.                                                                                                                |
| Ong, S.K.; Donovan, G.T.; Ndefru, N.; Song, S.; Leang, C.; Sek, S.; Noble, M. & Perrone, L.A. 2020. Strengthening the clinical laboratory workforce in Cambodia: a case study of a mixed-method in-service training program to improve laboratory quality management system oversight | Yhdysvallat<br>2020   | Tutkimuksessa tutkijoiden kehittämä nelivaiheinen mentorointiohjelma havaittiin tehokkaaksi keinoksi kouluttaa ja kehittää Kamboodzan klinisten laboratorioiden laboratoriohenkilökuntaa kohti ISO 15189 -standardia. |

|                                                                                                                                                                      |                  |                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pedreira, C.E.; Costa, E.S.; Lecrevisse, Q.; van Dongen, J.J.M. & Orfao, A. Overview of clinical flow cytometry data analysis: recent advances and future challenges | Espanja 2013     | Virtaussytometrisen datan käsittely- ja esittämistapoja.                                        |
| van der Velden, V.H.J. yms. EuroFlow standardization of flow cytometer instrument settings and immunophenotyping protocols                                           | 2012             | EuroFlow Consortiumin standardointi hematologisten sairauksien diagnostiselle 8-väripaneelille. |
| Wood, B. 9-colour and 10-colour flow cytometry in the clinical laboratory                                                                                            | Yhdysvallat 2006 | Monivärianalyysin etuja verrattuna 3- tai 4-värianalyysiin.                                     |

## 2 Palautekyselylomake

Tällä kyselyllä kerään palautetta virtaussytometrian perehdytysmateriaalista opinnäytetyöni kehittämisosuutta varten. Tässä kyselyssä on neljä kysymystä, joihin vastaukset kirjoitetaan avovastauksina. Kyselyn täyttämiseen kuluu aikaa muutama minuutti. Toivoisin virtaussytometrian työpisteessä työskentelevien pienen lukumäärän vuoksi kaikkien kyselyyn vastaavan, jotta perehdytysmateriaalin kehittäminen onnistuisi parhaalla mahdollisella tavalla. Kaikenlaiset palauteet, risut ja ruusut sekä isot tai pienet huomiot, ovat perehdytysmateriaalin kehittämisen kannalta tärkeitä! Vastaukset tallentuvat nimettöminä. Kiitos!

1. Mitä mieltä olet perehdytysmateriaalin ulkonäöstä? (Selkeys, asettelu, lähesyttävyyys, yms...) Onko perehdytysmateriaalin ulkonäössä jotain, mitä mielestäsi tulisi erityisesti kehittää?
2. Mitä mieltä olet perehdytysmateriaalin kieliasusta? (Tekstin helppolukuisuus, ymmärrettävyyys, yms...) Onko perehdytysmateriaalin kieliasussa jotain, mitä mielestäsi tulisi erityisesti kehittää?
3. Mitä mieltä olet perehdytysmateriaalin sisällöstä? (Perehdytysmateriaalin laajuus, asioiden esittämisjärjestys, yms..) Onko perehdytysmateriaalin sisällössä jotain, mitä mielestäsi tulisi erityisesti kehittää?
4. Nouseeko mieleesi vielä jotain muuta perehdytysmateriaalin liittyvää, mitä haluaisit tässä yhteydessä nostaa esille?

### 3 Perehdytysmateriaali

[salattu]